

Seminario de Licenciatura en Ciencias Biológicas
Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud.
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco



***Caracterización Biológica, Distribución y Abundancia de
los mixines en el golfo San Jorge y aguas adyacentes,
un grupo ancestral de peces olvidado por la ciencia.***



ALUMNO:

Jacobi, Kevin Josué

DIRECTOR:

Dr. Bovcon, Nelson Dario

CO-DIRECTOR:

Lic. Cochia, Pablo Daniel

PROFESORA ASESORA DE CICLO SUPERIOR:

Dra. Ruiz, Ana Esther

2021

Tabla de contenidos:

Listado de Figuras.....	III
Listado de Tablas.	IV
Listados Anexos:.....	V
Introducción:.....	2
Objetivos específicos:.....	7
Metodología:.....	7
Resultados.....	10
Distribución	10
Características Biológicas.....	16
Abundancia	25
Discusiones	27
Bibliografía:.....	33
Anexo:.....	39

Listado de Figuras.

Figura 1: Áreas protegidas y/o de manejo pesquero del GSJ..	6
Figura 2: Área de estudio, golfo San Jorge y aguas adyacentes.	7
Figura 3: Representantes de la familia Myxinidae registrados en el golfo San Jorge y aguas adyacentes.....	12
Figura 4: Lances con presencia de <i>M. australis</i>	12
Figura 5: Lances con presencia de <i>N. tridentiger</i> .	13
Figura 6: Distribución batimétrica de <i>M. australis</i> .	14
Figura 7: Distribución batimétrica de <i>N. tridentiger</i> .	14
Figura 8: Lances con presencia de <i>M. affinis</i> y <i>M. knappi</i> .	15
Figura 9: Distribución batimétrica de <i>M. affinis</i> y <i>M. knappi</i>	15
Figura 10: Cavidad abdominal de <i>Notomyxine tridentiger</i> macho.	17
Figura 11: Relación Peso-Largo total para <i>M. australis</i> .	21
Figura 12: Dispersión de tallas discriminadas por sexo para <i>M. australis</i> .	22
Figura 13: Diagrama de dispersión para los estadios reproductivos en <i>M. australis</i> .	24
Figura 14: Relación lineal para el número de ovocitos observados dentro de la cavidad abdominal en función del ovocito de mayor tamaño en <i>M. australis</i>	24
Figura 15: Cantidad de ovocitos por estadio sexual en hembras de <i>M. australis</i>	25
Figura 16: Estimación georreferenciada de abundancia para <i>M. australis</i> en el GSJ y aguas adyacentes.....	26
Figura 17: Estimación de abundancia con referencia batimétrica para <i>M. australis</i> en el GSJ y aguas adyacentes.	27

Listado de Tablas.

Tabla 1: Escala de Madurez Sexual para <i>Myxine australis</i>	9
Tabla 2: FO para rangos batimétricos.	11
Tabla 3: Variables morfométricas y merísticas de <i>M. affinis</i> y <i>M. knappi</i>	17
Tabla 4: Variables morfométricas y merísticas de <i>N. tridentiger</i>	18
Tabla 5: Medidas de resumen estadísticas de variables morfométricas y merísticas para <i>M. australis</i>	19
Tabla 6: Crecimiento y variación en el número de poros laterales en <i>M. australis</i>	20
Tabla 7: Media y rango de la talla (Lt) para cada estadio de madurez sexual, en <i>M. australis</i>	23
Tabla 8: Número de ovocitos por estadio de madurez sexual.....	25

Listados Anexos:

Anexo 1: Morfometría y merística de la Familia Myxinidae.	39
Anexo 2: Modelo generalizado de la dentición de mixines.....	41
Anexo 3: Crecimiento y variación en el número de poros laterales de <i>M. australis</i>	42

Jacobi, Kevin J.

Introducción:

Los peces craneados sin mandíbulas son conocidos como Agnatos (*Agnatha*, del griego α "negación" y *gnathos* "mandíbulas"), taxón considerado ya no válido debido a la parafilia de sus miembros. Sin embargo, el término todavía se utiliza para referirse colectivamente a este grupo de peces (Nelson *et al.*, 2016). Existe un grupo más estrecho que reúne a los agnathos vivos como los mixines y lampreas, conocido como Ciclostomados (*Cyclostomi*, del griego *kýklos*, "círculo" y *stóma*, "boca") cuya importancia para la sistemática y la filogenia de vertebrados ha sido tema de debate durante largo tiempo (Donoghue & Keating, 2014; Janvier, 2008).

La mayoría de los investigadores que utilizan evidencia morfológica consideran a los ciclostomados como grupo parafilético, apoyando la denominada "Teoría de Vertebrados" (Nelson *et al.*, 2016), la cual sostiene que las lampreas se relacionan más estrechamente con los vertebrados mandibulados conocidos como gnatostomados (*gnathostomi*, del griego *gnathos* "mandíbula" y *stóma* "boca"), que con los mixines (Janvier, 2008; Nelson *et al.*, 2016). Siguiendo esta hipótesis los mixines son considerados craneados pero no vertebrados, principalmente por carecer de arcualias (elementos vertebrales embrionarios o rudimentarios), y su grupo hermano son los vertebrados, de los cuales las lampreas son la rama más basal (Nelson *et al.*, 2016).

Existe una hipótesis alternativa denominada "Teoría de Ciclostomados" la cual plantea la monofilia entre mixines y lampreas, debido a que las lampreas estarían más estrechamente relacionadas con los mixines, que con el resto de los vertebrados. Esta hipótesis presenta un fuerte respaldo molecular (Delarbre *et al.*, 2002; Heimberg *et al.*, 2010; Kuraku *et al.*, 1999; Stock & Whitt, 1992) y embriológico (Miyashita & Coates, 2015; Ota & Kuratani, 2008), destacándose el hallazgo de elementos vertebrales en forma de nódulos cartilagosos homólogos a las vértebras de gnatostomos (Ota *et al.*, 2011; 2013; 2014). La ausencia de estos elementos vertebrales fue el principal argumento utilizado por Nelson *et al.* (2016) para la exclusión de mixines del grupo de los vertebrados.

El reciente hallazgo de un fósil de principios del cretácico superior en el Líbano (Oriente próximo), atribuido a un mixino derivado, resolvería el conflicto morfológico-molecular en la filogenia temprana de vertebrados, al dar respaldo morfológico a la monofilia de Ciclostomados (Miyashita *et al.*, 2019). Esta nueva filogenia propuesta como una actualización a la clásica "Teoría de Ciclostomados", establece que la divergencia entre los clados de Ciclostomados

derivados (mixines y lampreas) sucedió hace 536-428 millones de años, e implicaría que la morfología de los mixines es derivada, no primitiva (Miyashita *et al.*, 2019).

Los mixines (del griego *myxa* “moco o baba”), también llamados babosas de mar o peces bruja comprenden un ancestral grupo de peces craneados sin mandíbulas, cartilagosos y anguiliformes, de distribución global estrictamente marina y hábitos bentónicos nocturnos, que habitan madrigueras abandonadas o construidas por ellos mismos, las cuales sólo abandonan para alimentarse (Martini, 1998). Cumplen roles importantes en los ecosistemas bentónicos, donde el efecto de la excavación y de su alimentación genera un impacto significativo en la renovación de sustratos y el ciclo de nutrientes (Knapp *et al.*, 2011; Martini, 1998; Zintzen *et al.*, 2015). En zonas donde la densidad poblacional es alta, representan uno de los mecanismos más importantes de limpieza rápida y procesamiento de carroña (Martini, 1998; Zintzen *et al.*, 2015), jugando un papel clave en la eliminación y reciclaje del descarte de la captura incidental en zonas de intensa actividad pesquera, además se han registrado aumentos de abundancia de estos peces en áreas determinadas, asociados a la aparición de subsidios alimentarios producto de la actividad humana (Martini, 1998).

Para zonas con densidades poblacionales altas, en las que la demanda energética es considerable y no podría ser cubierta exclusivamente por carroña, se sugiere que los mixines son en primera instancia depredadores y en segundo lugar carroñeros (Martini, 1998). Estudios con cámaras submarinas alrededor de señuelos con cebo confirmaron que los mixines, además de ser carroñeros, pueden alimentarse activamente de otros peces (Zintzen *et al.*, 2011). Se desconoce el intervalo normal entre episodios de alimentación, pero observaciones en acuarios estiman la duración de este intervalo de dos a tres semanas (Kench, 1989; Worthington, 1905 y Gustafson, 1935, en Martini, 1998), siendo esto de gran importancia para un depredador oportunista o carroñero que limpia los fondos marinos, donde las fuentes de alimento pueden ser limitadas (Martini, 1998). Las cámaras submarinas también revelaron el uso de la baba que secretan como mecanismo de defensa, la cual sofoca a los predadores obstruyendo sus branquias, teniendo una respuesta instantánea y muy efectiva para repeler a tiburones y grandes peces óseos (Zintzen *et al.*, 2011). No obstante la presencia de este mecanismo para evitar la depredación, es conocido que huevos, juveniles y adultos forman parte importante de la dieta de tiburones (ej. Crespi-Abril *et al.*, 2003), peces óseos (ej. Laptikhovsky & Brickle, 2011), aves (ej. González Zevallos *et al.*, 2017; Ibarra *et al.*, 2018; Yorio *et al.*, 2010), mamíferos

marinos (ej. Koen Alonso *et al.*, 2000; Schiavini *et al.*, 1997) y grandes invertebrados (ej. Martini, 1998).

En cuanto a las pesquerías comerciales, los mixines tienen una importancia limitada y un papel menor en países asiáticos, principalmente en Corea y Japón (Gorbman *et al.*, 1990). La pesquería que se desarrolla en el área de Izumozaki (Japón), que tiene como objetivo varias especies de mixines, no presenta registros adecuados o estadísticas de capturas discriminadas a nivel específico, debido a la dificultad de identificación a dicho nivel taxonómico (Gorbman *et al.*, 1990; Mincarone, 2007). Según Gorbman *et al.* (1990) esta pesquería ha experimentado una reducción en el número de barcos y consecuentemente el volumen de la captura; esto probablemente sea resultado de una sobrepesca (Honma, 1998).

Los mixines actualmente se agrupan en una única familia (Myxinidae), que se divide en tres subfamilias (Rubicundinae, Eptatretinae y Myxininae), y seis géneros (*Rubicundus*, *Eptatretus*, *Myxine*, *Notomyxine*, *Neomyxine* y *Nemamyxine*), con 78 especies según Fernholm *et al.*, (2013); y dos especies fósiles, †*Myxinikela siroka* (Bardack, 1998) y †*Tethymyxine tapirostrum* (Miyashita *et al.*, 2019). Aproximadamente el 12% de las especies descritas (9 especies) se encuentran dentro de la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), mientras que un 39% (30 especies) fueron categorizadas como deficientes de datos, de las cuales a ocho de estas sólo se conoce su ejemplar tipo. Sumado a esto, 23 de las 30 especies de mixines mencionadas como deficientes de datos, se encuentran distribuidas en zonas donde se registran importantes amenazas como: 1) pesquerías de arrastre de fondo, 2) son especies objetivo de una pesquería con trampas o 3) se encuentran distribuidas en hábitat en degradación; destacando que el impacto de dichas amenazas sobre estas especies aún no fue evaluado adecuadamente (Knapp *et al.*, 2011).

El déficit de datos que presentan la mayoría de las especies conlleva a que los aspectos más básicos de sus historias de vida, como la tasa de crecimiento, la edad de madurez sexual y la longevidad sean un misterio (Martini, 1998; Mincarone, 2007). Martini (1998) señaló como factores ambientales determinantes en la distribución de las diferentes especies a la salinidad, temperatura, profundidad y el tipo de sustrato, de los cuales las principales variables serían la alta salinidad y la baja temperatura. Este autor, también destaca que las prospecciones por arrastres de fondo o censos visuales, pueden estar subestimadas al ser animales de hábitos nocturnos, sumado a que pueden pasar largos periodos enterrados o cubiertos.

La riqueza específica de mixines es baja en todo el mundo, con un promedio de una sola especie presente en la mayoría de las regiones marinas; por esta razón, la pérdida de una sola especie en una región puede tener efectos ecológicos impredecibles para el ecosistema (Knapp *et al.*, 2011). No obstante, la región del sur de Sudamérica (Argentina y Chile) alberga 14 especies, constituyéndose la segunda zona de mayor biodiversidad de mixines en el mundo, y la que presenta mayor deficiencia de datos biológicos sobre dichas especies (Knapp *et al.*, 2011). En aguas de la Plataforma Continental Argentina y el Talud Continental se distribuyen siete especies: *Myxine affinis*, *Myxine australis*, *Myxine debueni*, *Myxine fernholmi*, *Myxine knappi*, *Nemamyxine kreffti* y *Notomyxine tridentiger* (Norman, 1937; Nani & Gneri, 1951; Wisner & McMillan, 1995; Bovcon & Cochia, 2007; Mincarone, 2007; Knapp *et al.*, 2011; Figueroa, 2019), comprendiendo la región de mayor diversidad del Atlántico Sudoccidental (Knapp *et al.*, 2011). Para el área de estudio, el golfo San Jorge y aguas adyacentes, están citados dos géneros, cada uno representado por una única especie: *Myxine australis* y *Notomyxine tridentiger* (Nani & Gneri, 1951; Bovcon & Cochia, 2007; Mincarone, 2007; Góngora *et al.*, 2009; Bovcon *et al.*, 2013) y recientemente se registró la presencia de *Myxine affinis* en aguas del centro de Patagonia (Jacobi *et al.*, 2018).

El golfo San Jorge (GSJ) es un área particularmente productiva del Mar Argentino, consiste en una cuenca semicerrada de aproximadamente 230 km de apertura latitudinal, que se extiende desde Cabo dos Bahías (44°55'S) hasta Cabo tres Puntas (47°06'S), y con aproximadamente 150 km de ancho longitudinal (desde 65°52'W a 65°32'W), siendo el golfo de mayor tamaño del litoral marítimo argentino con un área de 40.000 km² (Dans *et al.*, 2020; Funes, 2019). El GSJ es uno de los ecosistemas marinos más complejos del litoral argentino, tanto por la diversidad e importancia de sus ecosistemas; como por los desafíos que plantea su gestión de carácter interjurisdiccional entre las Provincias del Chubut y Santa Cruz (Dans *et al.*, 2020).

Los extremos norte y sur del GSJ, con menores profundidades (~40 m), están influenciados por la presencia de dos importantes sistemas frontales. El extremo norte recibe estacionalmente la influencia del Sistema Frontal Patagónico Norte y el sur se caracteriza por la presencia del Sistema Frontal Patagónico Austral de tipo permanente (Acha *et al.*, 2004; Bogazzi *et al.*, 2005; Sabatini & Martos, 2002 en Funes, 2019). Ambos frentes implican zonas de importante productividad primaria, que se traduce en áreas de concentración de organismos marinos; varias especies de mamíferos marinos, aves marinas, peces y crustáceos forman

agregaciones reproductivas, de cría y de alimentación (Yorio, 2009). Por la importancia de las poblaciones en el GSJ, se han creado áreas protegidas y/o de manejo pesquero con distintas restricciones. Tal es el caso del Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral (Figura 1), que incluye un área que no permite la pesca de arrastre en la zona de Robredo (Resolución N° 127/06-SP), el área de veda de Mazarredo, la Zona de Esfuerzo Pesquero Restringido (ZEPR) de Caleta Córdova (Disposición N° 225/00-SP), y la veda alrededor de la Isla Quintano (Resolución N° 311/07-SP) (Góngora *et al.*, 2012).

Históricamente se han desarrollado dos pesquerías industriales de arrastre de fondo en el GSJ, la pesquería de langostino (*Pleoticus muelleri*) y la de merluza común (*Merluccius hubbsi*), y recientemente se ha incorporado la pesquería de centolla (*Lithodes santolla*), con utilización de trampas (Dans *et al.*, 2020). Desde 2017 no se habilita la pesquería del langostino para buques congeladores en el GSJ. También por la importancia en términos de biodiversidad y productividad, se ha incluido al GSJ en una iniciativa nacional de investigación para obtener una mejor descripción y comprensión de la funcionalidad del sistema (Iniciativa Pampa Azul; Congreso de la Nación, 2015) (Funes, 2019).

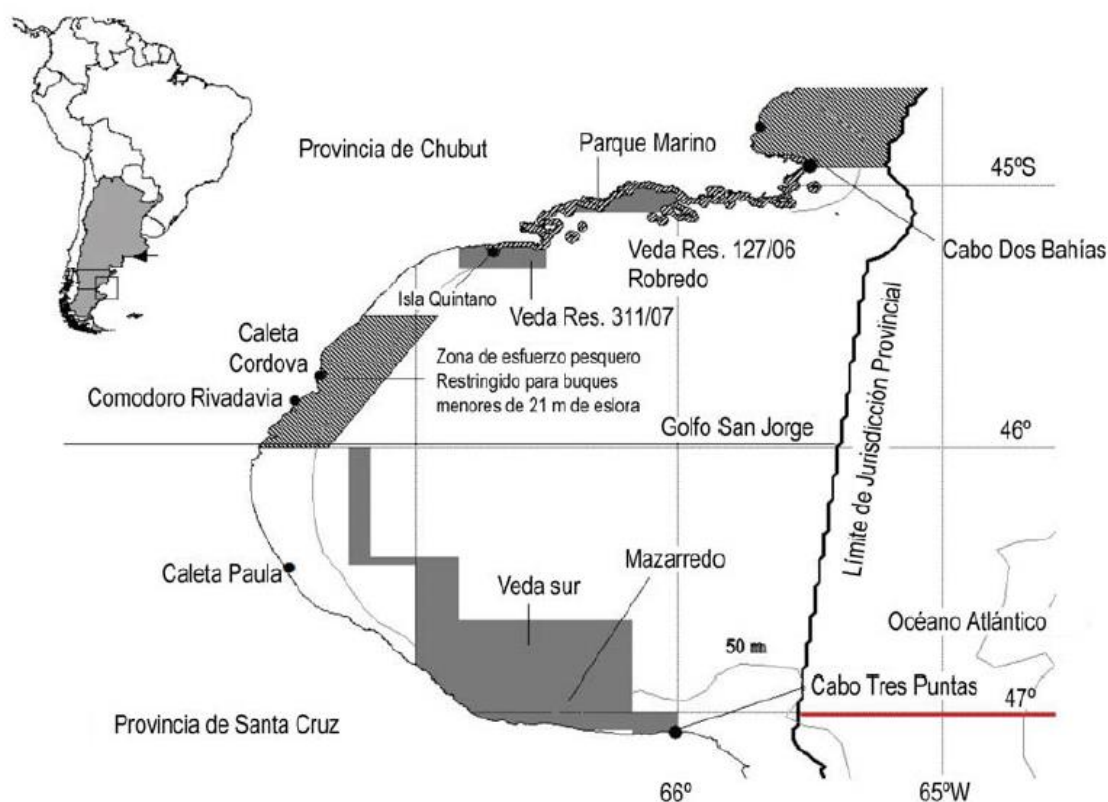


Figura 1: Áreas protegidas y/o de manejo pesquero del GSJ, Góngora *et al.* (2012).

Se indican las áreas de veda, el Parque Marino en la costa norte y las jurisdicciones involucradas: Chubut y Santa Cruz al norte y sur de los 46°S, respectivamente.

Objetivo general

- Caracterizar los aspectos biológicos, morfométricos y merísticos de la familia Myxinidae, y conocer su distribución en el litoral de la Provincia del Chubut, golfo San Jorge y aguas adyacentes de jurisdicción nacional.

Objetivos específicos

- Evaluar la distribución y abundancia de la familia Myxinidae.
- Caracterización morfométrica y merística las especies colectadas.
- Analizar la relación talla-peso y aspectos reproductivos de *Myxine australis* del golfo San Jorge y aguas adyacentes.

Metodología

El área de estudio comprende la plataforma continental Argentina entre los paralelos 42° y los 47° de latitud sur, desde la línea de costa hasta los 63° longitud oeste. Corresponde al litoral de la Provincia del Chubut, golfo San Jorge y aguas adyacentes de jurisdicción nacional (Figura 2).

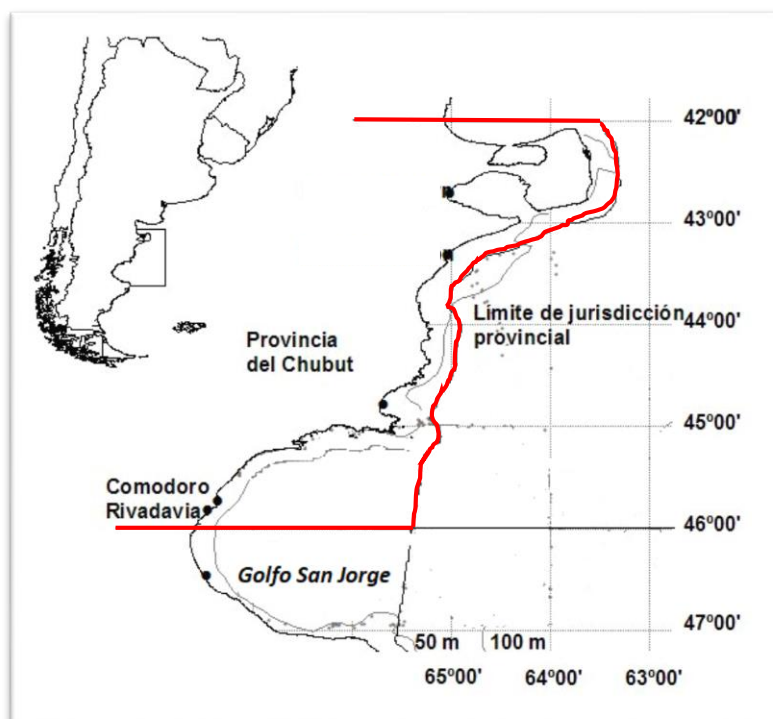


Figura 2: Área de estudio, golfo San Jorge y aguas adyacentes.

La información analizada en este trabajo proviene de dos fuentes: (i) los registros del Programa de Observadores de la Provincia del Chubut (POBCh) que monitorea las distintas flotas pesqueras que operan en el área de estudio y (ii) las campañas realizadas por el buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado, en el marco de la iniciativa Pampa Azul. En cada lance de pesca monitoreado por el POBCh en el cual se registró la presencia de alguna de las distintas especies de mixines, se consignó la posición geográfica y la profundidad del mismo. Durante la campaña del ARA Puerto Deseado se realizaron 53 estaciones de muestreo en el año 2016 y 40 en el 2017 utilizando una red de arrastre de fondo (red piloto) con luz de malla de 10 mm. En cada una de las estaciones se registró el número de ejemplares capturados, profundidad y posición geográfica. Además, algunos ejemplares de mixines capturados fueron conservados para su posterior análisis.

En el laboratorio del Instituto de Investigación en Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), los ejemplares colectados por el ARA Puerto Deseado, fueron identificados al nivel taxonómico más bajo posible mediante la utilización de claves (Figuroa, 2019; Mincarone, 2007; Wisner & McMillan, 1995). Se identificaron y muestrearon 102 ejemplares de *Myxine australis*, Jenyns 1842, dos ejemplares de *Myxine affinis*, Günther, 1870, un ejemplar de *Myxine knappi*, Wisner & McMillan, 1995 y dos ejemplares de *Notomyxine tridentiger*, (Garman, 1899). Cada ejemplar fue pesado con una balanza digital de precisión (0.01 g) y se tomaron variables morfométricas y merísticas de acuerdo a lo propuesto por Fernholm & Hubbs (1981), McMillan & Wisner (1984) y Wisner & McMillan (1995) (Anexo 1). Además, en cada ejemplar se contabilizó el número de poros mucosos izquierdo, cúspides dentales y presencia de fusiones en las mismas (Anexo 2). A partir de la observación macroscópica se determinó el sexo y el estadio de madurez sexual. En las hembras y hermafroditas se registró el número de ovocitos y mediante la utilización de un calibre (0.02 mm) se midió el largo y ancho de los mismos. En machos y hermafroditas se midió el largo del testículo.

Ubicación taxonómica según Nelson *et al.* (2016) de las especies registradas en el presente trabajo:

Familia *Myxinidae*

Subfamilia *Myxininae*

Género *Myxine*, Linnæus, 1758

Myxine australis, Jenyns 1842

Myxine affinis, Günther, 1870

Myxine Knappi, Wisner & McMillan, 1995

Género *Notomyxine*, Nani & Gneri, 1951

Notomyxine tridentiger, (Garman, 1899)

La madurez sexual para *M. affinis* y *N. tridentiger* se determina siguiendo a Martini & Beulig (2013), basándose en la presencia, ausencia, desarrollo y tamaños de las gónadas. Para el caso de *Myxine australis* se adaptó la escala de madurez sexual propuesta por Martini & Beulig (2013), con la finalidad de obtener una mejor descripción (Tabla 1).

Tabla 1: Escala de Madurez Sexual para *Myxine australis*.

Estadio	Descripción
0	Indeterminado o indiferenciado; sin desarrollo gonadal identificable macroscópicamente.
♀	+1 Huevos < 3mm; esféricos o próximos a esfericidad.
	+2 Largo del huevo 3-9 mm.
	+3 Largo del huevo 10-16 mm.
	+4 Largo del huevo 17-22 mm.
	+5 Folículos postpuesta grandes y flácidos que indican actividad de desove reciente.
♂	-1 Testículo posterior; Huevos < 3 mm, esféricos o próximos a esfericidad.
	-2 Testículo posterior; Largo del huevo 3-9 mm.
	-3 Testículo posterior; Largo del huevo 10-16 mm.
	-4 Testículo posterior; Largo del huevo 17-22 mm.
	-5 Folículos postpuesta grandes y flácidos que indican actividad de desove reciente.
♂	#1 Presencia de banda testicular.
	#2 Pequeños folículos testiculares que contienen líquido.
	#3 Folículos testiculares agrandados.
	#4 Folículos testiculares distendidos.

A partir de los datos de lances obtenidos por el Programa de Observadores a Bordo de la Provincia de Chubut (POBCh) entre los años 2003 y 2014, y los obtenidos en los años 2016 y 2017 por el ARA Puerto Deseado, durante la iniciativa Pampa Azul, se calculó la Frecuencia de Ocurrencia (FO) para las especies de mixines capturadas, siendo:

$$FO = (\text{lances donde la especie fue identificada} / \text{lances totales}) \times 100$$

Se analizó la relación longitud-peso en base a una regresión potencial que relaciona una medida lineal (talla) con una de volumen (peso) de acuerdo con la ecuación de Ricker (1975):

$$WT = a L^b$$

Donde, “WT” es el peso total del pez en gramos, “a” es una constante de regresión, “L” es la longitud total (LT) en centímetros y “b” es el coeficiente de crecimiento de la regresión.

A los efectos de evaluar la distribución de las especies de la familia Myxinidae en el área estudio se utilizó la información recolectada por el POBCh de la Secretaría de Pesca de la Provincia del Chubut de los años 2004 al 2019 y los datos obtenidos en las campañas realizadas a bordo del buque oceanográfico ARA Puerto Deseado. Para el análisis de dichos datos se utilizó el sistema de información geográfica de software libre QGIS, versión 3.14.1 “Pi”.

A partir de los datos obtenidos por el buque Oceanográfico ARA Puerto Deseado, se estimó la abundancia relativa (individuos/km²) mediante el método del área barrida de Alverson & Pereira (1969):

$$Dx = Cx / (Ax * q)$$

Donde Dx es la densidad de individuos, Cx es la captura expresada en número de individuos en el lance x, Ax es el área barrida expresada en kilómetros cuadrados (km²) en el lance x, y q es el coeficiente de capturabilidad, cuyo valor se asumió igual a 1.

Resultados

Distribución

El monitoreo de la pesquería del langostino *P. muelleri* y de la merluza *M. hubbsi* en el área de estudio a cargo del POBCh entre los años 2003 y 2014, registró la captura incidental de diversas especies en los lances de pesca. La familia Myxinidae fue registrada en todos los años y del 2007 en adelante la identificación fue a nivel específico. Desde entonces se registró la presencia de dos especies: *M. australis* y *N. tridentiger*. Para el intervalo de tiempo mencionado,

M. australis presentó 1.150 registros con un rango de FO entre 1.1 y 8.8%, con un promedio de 2.13% de los lances analizados. *N. tridentiger* presentó 1.346 registros con un rango de FO entre 0.13 y 7.38%, un promedio para el periodo de 2.86% de los lances analizados. Los registros de captura incidental de mixines reportados por POBCh provienen en su mayoría (>99%) de la pesquería de langostino.

A partir de los datos de las prospecciones del ARA Puerto Deseado durante los años 2016 y 2017 se identificó la presencia de *M. australis*, *M. affinis*, *M. knappi* y *N. tridentiger* (Figura 3). De las especies registradas, *M. australis* fue la especie con mayor FO para ambos años, seguida por *N. tridentiger*; mientras que *M. affinis* y *M. knappi* presentaron la menor FO ya que cuentan con un único registro en el año 2016. En el año 2016 en el 43% de las estaciones no se registró la presencia de ninguna especie de mixin, mientras que en las restante estaciones (57%) se registró *M. australis*, *N. tridentiger* en el 4% de las mismas y menor al 2% para *M. affinis* y *M. knappi*. En el año 2017 en el 53% de las estaciones no se registró la presencia de ninguna especie mixin, y *M. australis* fue registrada en el 47% las estaciones y *N. tridentiger* en el 5%.

Los datos registrados por el POBCh indican que *M. australis* y *N. tridentiger* se encuentran ampliamente distribuidas en el área de pesca y se aproximan a la costa con el incremento de la latitud, es decir desde los 41° a los 45° S estas especies están principalmente presentes en aguas nacionales, mientras que en el GSJ están muy próximas a la costa (Figuras 4 y 5). En el caso de *N. tridentiger*, los registros al norte de los 45° S se encuentran en aguas con profundidades superiores a los 60 m, dentro del área de jurisdicción nacional, notoriamente más alejado de la costa, en comparación a *M. australis* (Figuras 5 y 7).

Las FO para *M. australis* y *N. tridentiger* aumentan con la profundidad. Se observa la mayor FO entre los 60 y 90 metros de profundidad en *M. australis* y a profundidades mayores a 60 metros para *N. tridentiger* (Tabla 2).

Tabla 2: FO para rangos batimétricos.

Profundidad (m)	< 30	30-60	60-90	> 90
<i>N. tridentiger</i> (FO)	0.05	0.73	2.93	3.03
<i>M. australis</i> (FO)	0.34	0.55	2.54	1.73

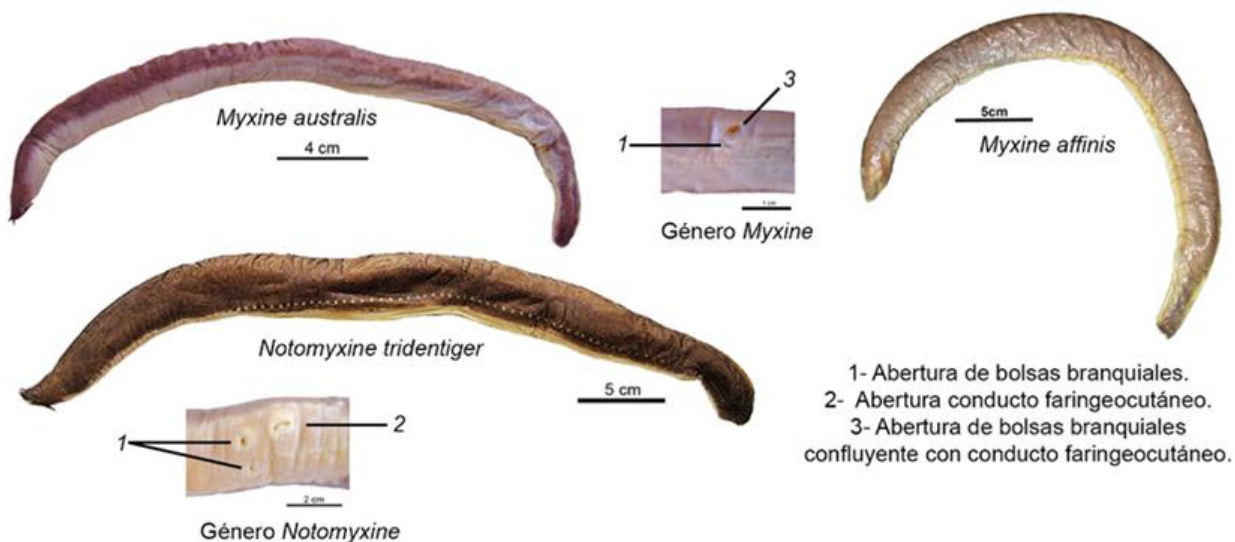


Figura 3: Representantes de la familia Myxinidae registrados en el golfo San Jorge y aguas adyacentes.

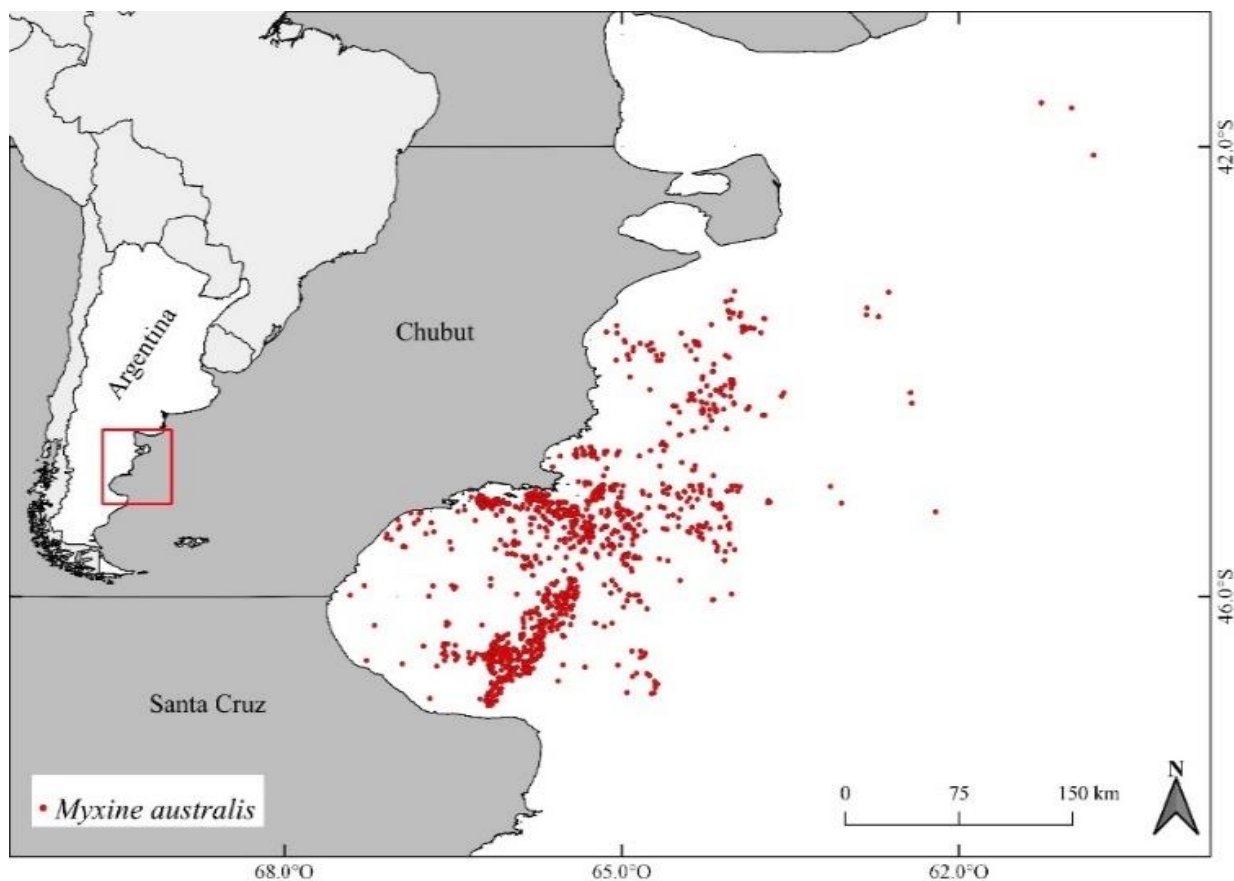


Figura 4: Lances con presencia de *M. australis*.

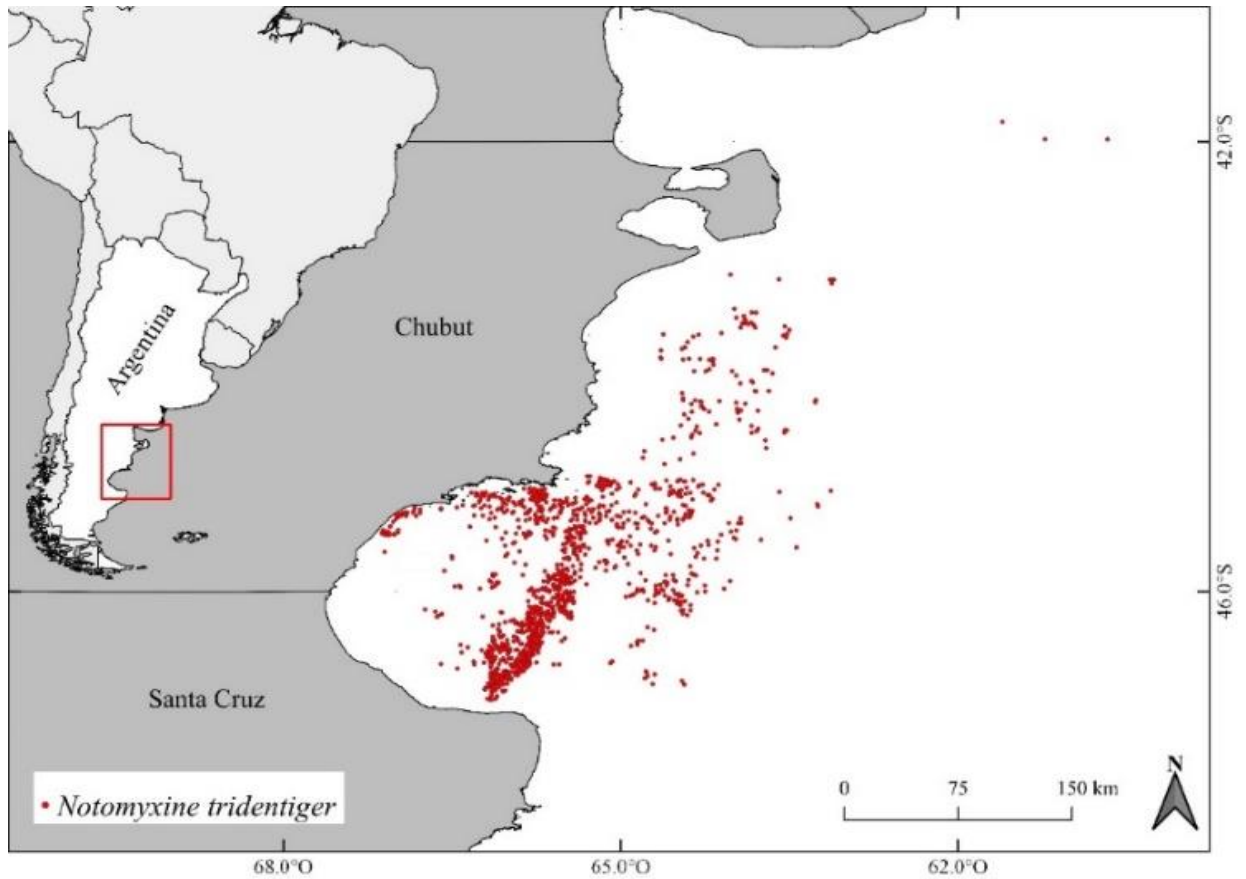


Figura 5: Lances con presencia de *N. tridentiger*.

Tanto *M. australis* como *N. tridentiger*, presentan el mayor número de registros entre los paralelos 45° y 47° latitud sur, además del mayor rango batimétrico, el cual va desde los 23 m y 28 m respectivamente, hasta los 100 m de profundidad (Figuras 6 y 7). Esta área comprende principalmente el norte y la boca del golfo San Jorge. Los escasos ejemplares de *M. affinis* y *M. knappi* fueron registrados en aguas del golfo San Jorge, en el área circundante al extremo sur del golfo (cabo Tres Puntas) en el caso de *M. affinis* y en la boca del golfo para *M. knappi*, en profundidades próximas a 60 y 80 m respectivamente (Figuras 8 y 9).

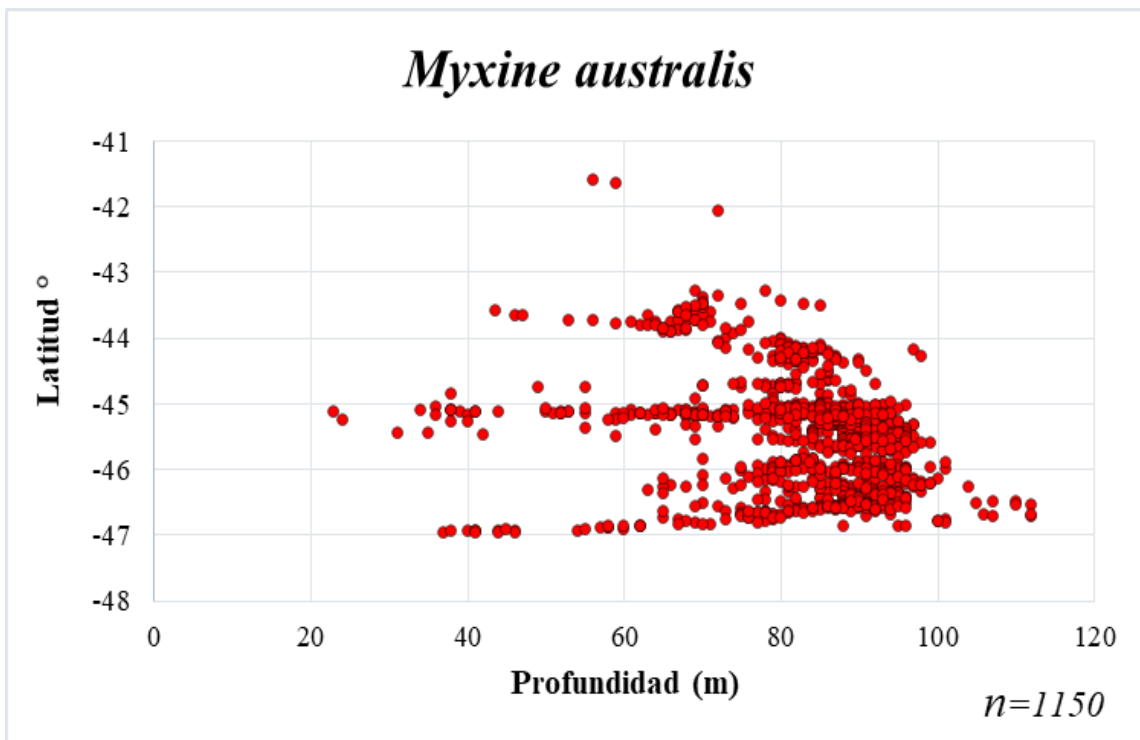


Figura 6: Distribución batimétrica de *M. australis*.

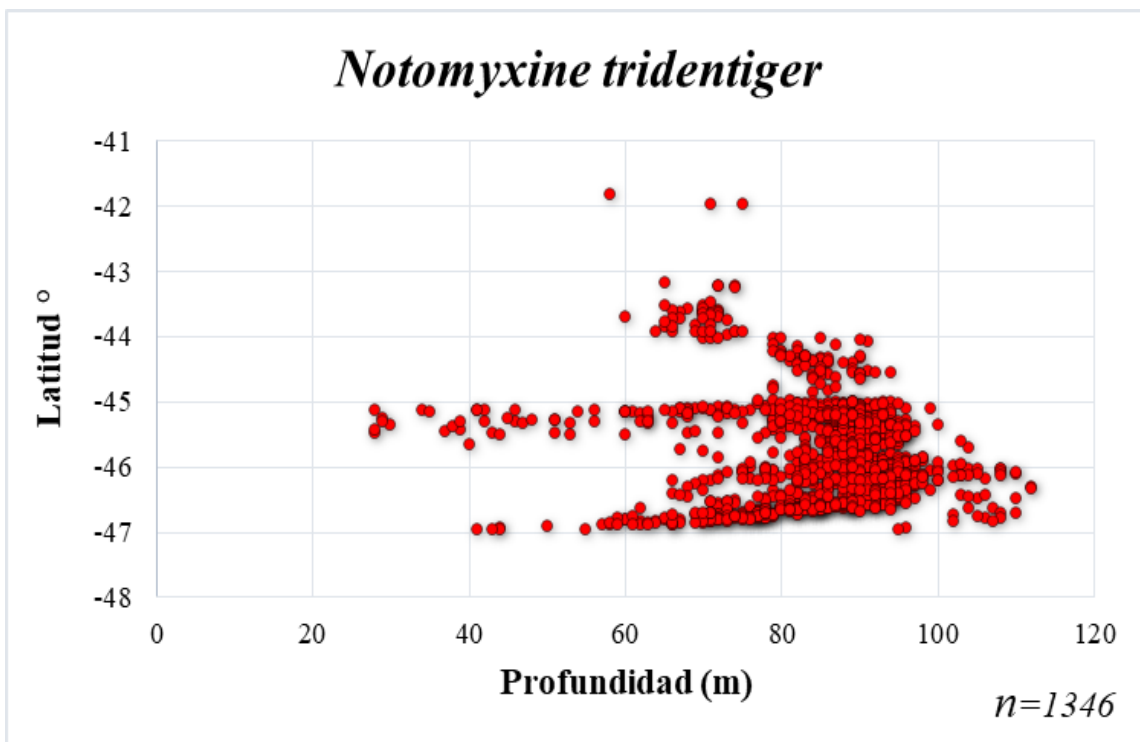


Figura 7: Distribución batimétrica de *N. tridentiger*.

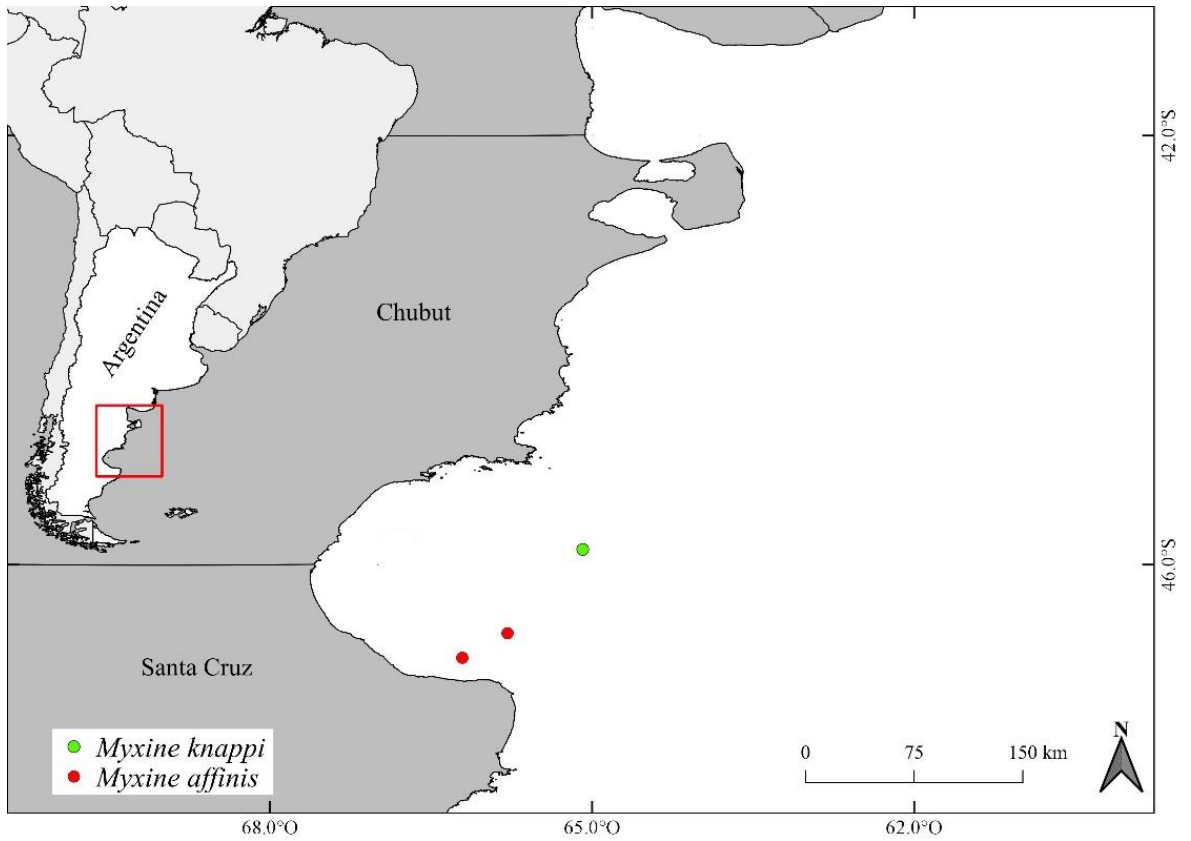


Figura 8: Lances con presencia de *M. affinis* y *M. knappi*.

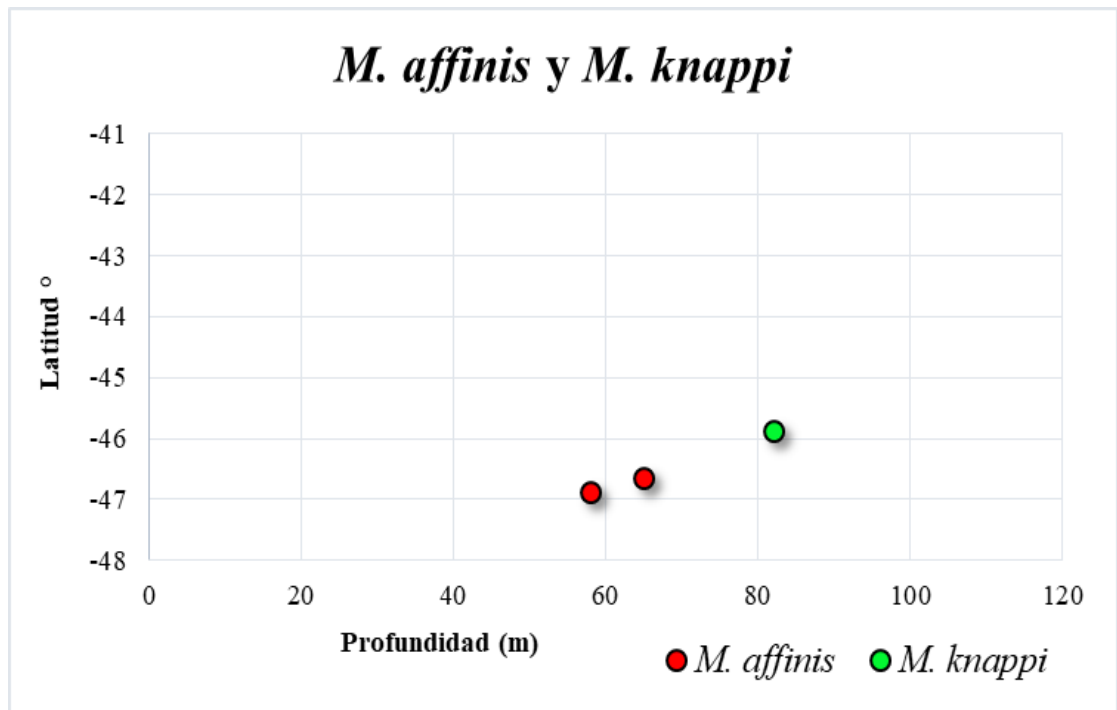


Figura 9: Distribución batimétrica de *M. affinis* y *M. knappi*.

Características Biológicas

En *M. australis*, *M. affinis* y *M. knappi* se observaron coloraciones similares entre sí. Un rosado blanquecino en la zona ventral, ausente en *M. knappi*, que contrasta con un rosa violáceo más intenso en la zona dorsal. En la mayoría de los casos se presenta una abrupta división entre estos colores a través de una línea lateral a lo largo del cuerpo del animal. Esta división de colores se da siempre por encima de la línea de poros laterales para *M. australis*, a diferencia de *M. affinis* que se dan por debajo de esta. Para *N. tridentiger* se observaron coloraciones marrones y grises en gamas más oscuras que las vistas para las especies anteriormente nombradas.

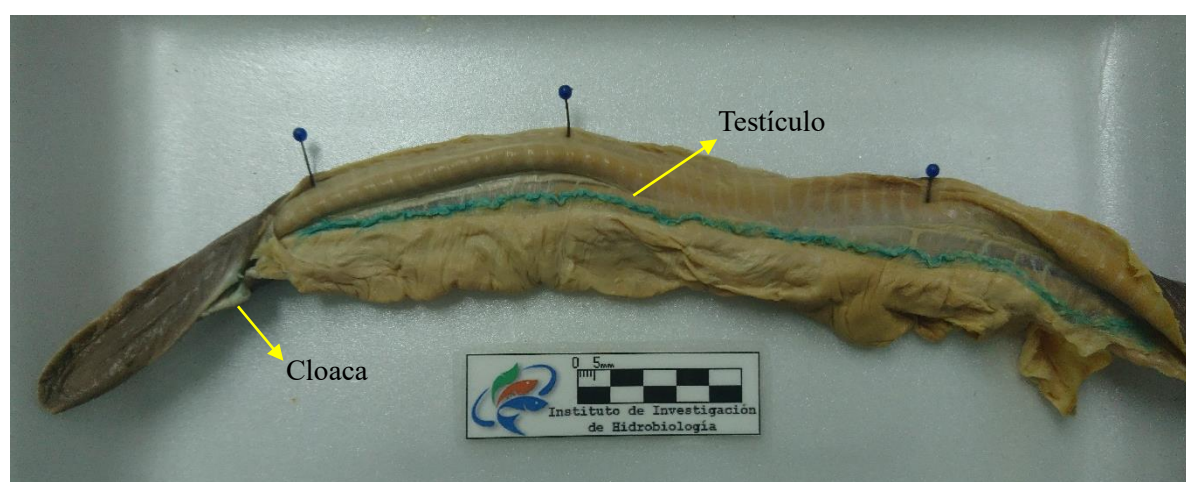
Se identificaron dos ejemplares de *M. affinis*, uno de ellos hermafrodita de 447 mm Lt, el cual presentó más de 190 ovocitos con una longitud menor a 1 mm y un testículo que se extendió 61.22 mm en la región posterior de la cavidad abdominal. El segundo ejemplar corresponde a una hembra de 358 mm Lt con 12 ovocitos y todos < 0.5 mm. Ambos ejemplares pueden ser clasificados en el estadio de madurez +1 (Tabla 3).

Se identificó un único ejemplar de *M. knappi*, de 303 mm Lt, con un pliegue ventral muy notorio de 2.54 mm y una longitud de la cola de 40 mm que representa el 13.2% del Lt, carácter diagnóstico según Mincarone (2007) (Tabla 3). El sexo no fue determinado ya que no se realizó la disección del ejemplar al ser este depositado en la colección ictiológica del Instituto de Investigación en Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Trelew.

Se analizaron dos ejemplares de *N. tridentiger* (Tabla 4), el primero una hembra de 535 mm Lt con ovocitos en distinto estadio de desarrollo, conteniendo un número superior a los 200 ovocitos esféricos menores a 2 mm y 32 ovocitos de mayor tamaño, de los cuales el más grande fue de 8.88 mm de largo y 2.46 mm de ancho. En función de los ovocitos de mayor tamaño se clasificó al ejemplar en estadio de madurez +4. El segundo ejemplar es un macho con una talla de 570 mm Lt y un testículo de 290 mm. Por el estado de deshidratación producto de los líquidos conservantes no es posible determinar el estadio de madurez sexual (Figura 10).

Tabla 3: Variables morfométricas y merísticas de *M. affinis* y *M. knappi*.

Especie	<i>M. affinis</i>	<i>M. affinis</i>	<i>M. knappi</i>
Largo total (mm)	447	358	303
Peso fijado (g)	121	45.11	19.98
Sexo	Hermafrodita	Hembra	--
Medidas en % del Lt (mm):			
Longitud pre-pliegue ventral	33.3	32.9	31.0
Longitud pre-branquial	30.2	29.0	28.7
Longitud del tronco	59.2	60.0	60.0
Longitud de la cola	11.4	12.0	13.2
Ancho del cuerpo	4.4	3.6	3.5
Altura del cuerpo	6.8	5.0	5.1
Altura de la cloaca	5.0	3.9	3.2
Altura de la cola	4.8	4.0	4.3
Cúspides:			
Multicúspides ant./post.	2/2	2/2	2/2
Monocúspides anteriores	8/8	8/8	7/6
Monocúspides posteriores	9/9	9/9	7/7
Cúspides totales	42	42	35
Poros:			
Pre-branquiales	31	33	35
Tronco	66	68	63
Cola	12	12	11
Poros totales	109	113	109

Figura 10: Cavidad abdominal de *Notomyxine tridentiger* macho.

El testículo se aprecia de color verdoso producto de la tinción con azul de metileno, la cual se efectuó con el objetivo de una mejor apreciación de la gónada.

Tabla 4: Variables morfométricas y merísticas de *N. tridentiger*.

Especie	<i>N. tridentiger</i>	<i>N. tridentiger</i>
Largo total (mm)	535	570
Peso fijado (g)	164.9	127.9
Sexo	Hembra	Macho
Medidas en % del Lt (mm):		
Longitud pre-pliegue ventral	34.0	32.8
Longitud pre-branquial	23.3	23.6
Longitud del tronco	64.6	64.2
Longitud de la cola	11.2	11.2
Ancho del cuerpo	4.0	4.2
Altura del cuerpo	6.3	5.3
Altura de la cloaca	4.1	3.5
Altura de la cola	4.4	5.0
Cúspides:		
Multicúspides ant./post.	3/2	3/2
Monocúspides anteriores	8/8	8/8
Monocúspides posteriores	8/8	8/8
Cúspides totales	42	42
Poros:		
Pre-branquiales	19	20
Tronco	61	63
Cola	9	9
Poros totales	89	92

En *M. affinis*, *M. knappi* y *N. tridentiger* la zona troncal es la que abarca la mayor proporción del cuerpo, en el caso de *N. tridentiger* mayor al 60% del Lt. Es la sección que presenta el mayor número de poros y donde se registra la mayor altura del pez. En el caso del macho de *N. tridentiger* la altura en la zona troncal y cloacal son equiparables, con una mayor altura de la cola en proporción al largo del animal. El número de bolsas branquiales fue constante en *M. affinis* y *N. tridentiger*, donde se registraron seis bolsas por lado para ambas especies y un desplazamiento anterior del conjunto de bolsas izquierdo en relación con al conjunto derecho. El número de bolsas de *M. knappi* no fue determinado ya que no se realizó la disección del ejemplar.

Se analizaron 102 ejemplares de *M. australis* que presentaron un rango de tallas de 160 a 390 mm Lt, con una media de 307.6 mm Lt (± 41.38 mm). La longitud del tronco fue en promedio la mayor proporción del cuerpo (58.5%). Mostró el mayor número de poros y la mayor altura del cuerpo (Tabla 5). La mayoría de los ejemplares (58.82%) presentaron un total

de 34 cúspides dentales con seis monocúspides anteriores y siete posteriores por lado, el rango para el total de cúspides fue de 30 a 38 y con una media de 34 cúspides (Tabla 5). El número de bolsas branquiales en el lado izquierdo y derecho en la mayoría de los ejemplares fue de seis bolsas por lado. El conjunto de bolsas del lado izquierdo se observó siempre desplazado anteriormente en relación con el conjunto derecho. De los ejemplares analizados, diez de ellos (9.8%) presentaron variación en el número de bolsas, de los cuales ocho de estos en un sólo conjunto (izquierdo o derecho), y dos ejemplares presentaron variación en ambos conjuntos de bolsas de manera simultánea. El rango para el número de bolsas branquiales fue de 5 a 7 bolsas para el conjunto izquierdo y 6 a 7 bolsas para el conjunto derecho (Tabla 5).

Tabla 5: Medidas de resumen estadísticas de variables morfométricas y merísticas para *M. australis*.

	Media (\bar{x})	DE	CV	Rango	% Lt
Largo (mm)					
Total	307.58	41.38	13.45	(160-390)	
Pre-pliegue ventral	104.45	15.30	14.65	(55-140)	33.99
Pre-branquial	87.75	11.67	13.30	(48-112)	28.58
Tronco	180.18	27.2	15.02	(90-235)	58.50
Cola	38.84	5.39	13.87	(20-48)	12.66
Ancho del cuerpo (mm)	11.53	2.18	18.87	(5-15.4)	3.75
Altura (mm)					
Cuerpo	15.83	2.60	16.42	(8.22-20.92)	5.16
Cloaca	11.08	1.63	14.67	(5.2-16.1)	3.62
Cola	12.70	1.79	14.09	(7.5-16.7)	4.15
Peso fijado (g)	28.62	10.21	35.68	(4.5-49.18)	
Cúspides					
Totales	33.93	1.27	3.75	(30-38)	
Multicúspides ant./post.	2/2				
Monocúspides ant./post.	6/7			(5-7/6-8)	
Bolsa branquial izq./der.	6/6			(5-7/6-7)	
Poros					
Totales	103.32	5.79	5.61	(85-116)	
Pre-branquiales	32.11	4.04	12.59	(24-45)	
Tronco	58.56	6.21	10.60	(49-68)	
Cola	11.64	0.93	7.95	(10-14)	
Nº ovocitos totales	67.86	55.51	81.81	(8-250)	

Desvió estándar=DE; Coeficiente de variación=CV; Promedio de porcentaje del largo total=% Lt.

El número de poros totales para *M. australis* varió entre 85 y 116 poros (Tabla 5), por lo que se plantearon regresiones lineales y correlación de Pearson para evidenciar si el número de poros laterales varían con la talla del pez. Se utilizaron como variables dependientes al número de poros totales, poros prebranquiales, poros del tronco y poros de la cola, en función de la variable regresora largo total (Anexo 3). Los resultados del análisis de regresión y correlación mostraron que los valores de R^2 fueron menores a 0.005, con $r < \pm 0.06$ y valores $p > 0.05$ (Tabla 6). A partir de esto, se puede inferir que el número de poros no varía significativamente con la longitud total del pez, es decir que a medida que *M. australis* aumenta su talla, el número de poros laterales no cambia.

Tabla 6: Crecimiento y variación en el número de poros laterales en *M. australis*.

Variable dependiente	R^2	r	p
Poros totales	0.0021	-0.046	0.6593
Poros prebranquiales	0.0014	0.038	0.7175
Poros del tronco	0.0033	-0.058	0.583
Poros de la cola	0.0025	-0.05	0.6293

Regresiones lineales con variable regresora L_t ; R^2 =coeficiente de determinación; r =coeficiente de correlación de Pearson; valor p de correlación.

El mejor ajuste entre las variables de longitud total y el peso fue una curva de tipo potencial, cuya ecuación es $W_t = 0.007(\pm 0.004) L_t^{2.43(\pm 0.19)}$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.8122$ (Figura 11). El coeficiente de crecimiento de la regresión (b) fue de 2.43 (± 0.19) con un valor $p < 0.0001$. Al ser dicho coeficiente menor a 3, se infiere que la especie presenta un crecimiento alométrico negativo.

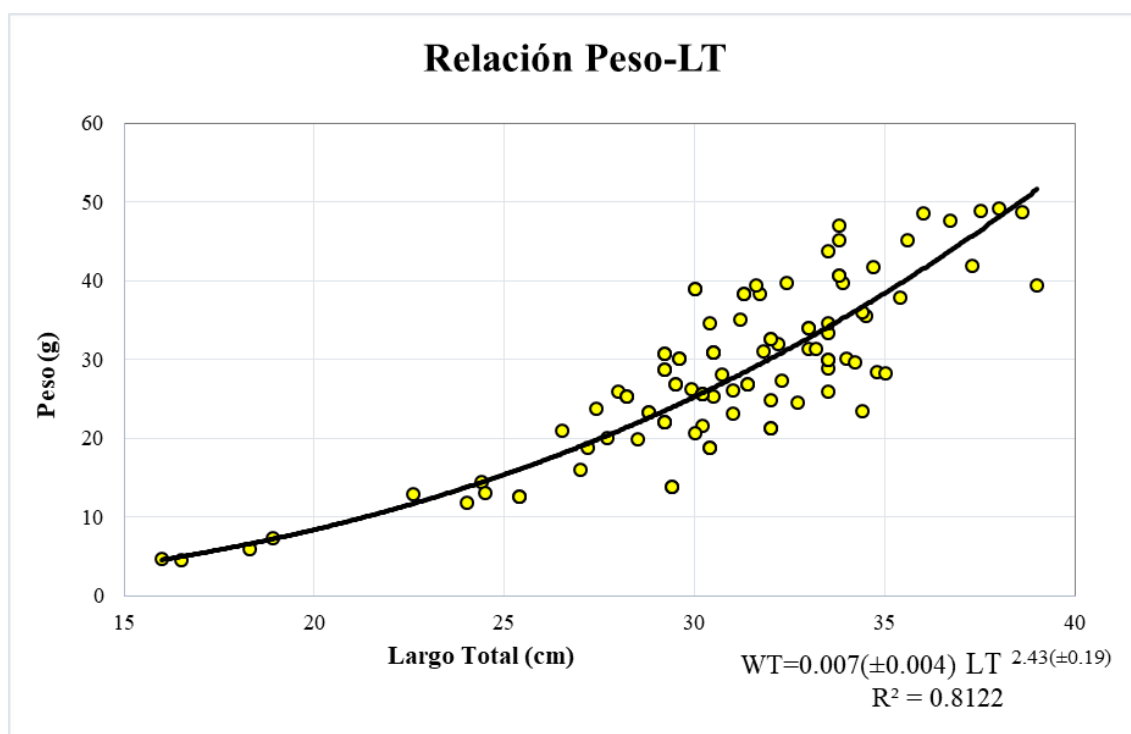


Figura 11: Relación Peso-Largo total para *M. australis*.

De los 102 ejemplares analizados de *M. australis*, 74 fueron identificados como hembras (72.5%) con presencia de ovocitos detectables macroscópicamente en distintos estadios de madurez. Las hembras son las que presentan las mayores tallas, las cuales variaron entre 244 y 390 mm Lt y con una media de 319.19 mm Lt. Se identificaron 18 ejemplares hermafroditas (17.6%) con presencia de tejido testicular en el tercio posterior de la cavidad abdominal y ovocitos en distintos estadios de maduración en los dos tercios anteriores de dicha región. El rango de tallas para los hermafroditas fue de 165 a 342 mm Lt, con una media de 290.83 mm Lt. Diez ejemplares no presentaron gónadas detectables macroscópicamente (9.8%), por lo cual se los clasificó como indeterminados, el rango de tallas para estos ejemplares fue de 160 a 320 mm Lt y con una media de 251.8 mm Lt. No se registraron machos para esta especie.

La mayor dispersión del rango de tallas lo exhiben los hermafroditas y también la mayor asimetría (-1.82), y son los únicos que presentan datos atípicos. Los ejemplares indeterminados también presentaron dispersión del rango de tallas y el mayor rango intercuartílico (caja), con una asimetría de -0.40. En el caso de las hembras, presentan la menor dispersión en el rango de tallas y una asimetría imperceptible (0.11) (Figura 12).

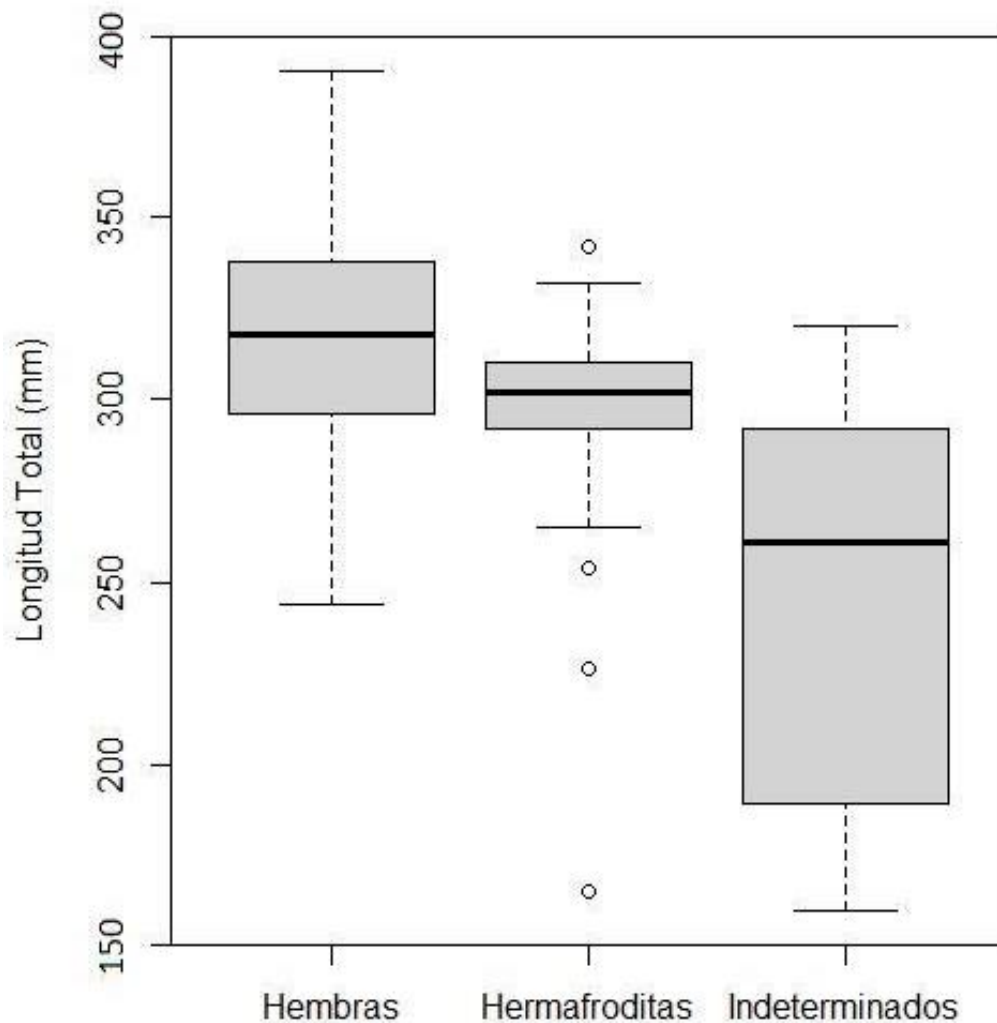


Figura 12: Dispersión de tallas discriminadas por sexo para *M. australis*.

El estadio +1 de madurez sexual en *M. australis* en el área de estudio fue el mejor representado, y corresponde a hembras con ovocitos esféricos menores a los 3 mm. El segundo estadio mejor representado fue el +3 que son hembras con ovocitos entre 10-16 mm Lt. En el caso de los hermafroditas el estadio -1 fueron los más frecuentes, el cual corresponde a ejemplares con ovocitos esféricos menores a 3 mm y con la presencia de testículo (Tabla 7). Es importante destacar la presencia de ejemplares en distintos estadios de madurez en forma simultánea capturados en un intervalo de tiempo corto, como lo observado en los ejemplares colectados durante las campañas del Pampa Azul y en dos años consecutivos. Además, se registraron 25 ejemplares (26%) con presencia de ovocitos <3 mm y ovocitos de mayor tamaño, en el interior del pliegue mesentérico de forma simultánea. Esto se observó tanto para hembras como para hermafroditas lo que indicaría un periodo reproductivo muy amplio.

Durante campaña del ARA Puerto Deseado se pudo colectar una única puesta con 8 huevos dentro del golfo San Jorge, que fue atribuida al género *Myxine* por presentar los huevos un largo próximo a 17 mm, ya que *Notomyxine* presenta huevos de mayor talla.

Tabla 7: Media y rango de la talla (Lt) para cada estadio de madurez sexual, en *M. australis*.

Estadio	n	Media Lt	Rango Lt
0	10	251.80	(160-320)
+1	25	313.32	(244-390)
+2	12	309.38	(272-350)
+3	21	333.90	(292-380)
+4	11	313.09	(282-360)
+5	3	327.67	(313-335)
-1	13	281.38	(165-320)
-2	2	331.00	(330-332)
-3	3	305.67	(265-342)

En la distribución de los estadios de madurez sexual en función de la longitud total de *M. australis* (Figura 13), se observa que las menores tallas corresponden a un ejemplar indeterminado de 160 mm Lt y un hermafrodita (-1) de 165 mm Lt. Las mayores tallas fueron registradas en dos hembras (+1) de 386 y 390 mm Lt. Sumado a esto, la diferenciación macroscópica de las gónadas en las hembras se registra a partir de los 244 mm Lt, mientras que en los hermafroditas se registra a tallas menores, entre los 165 y 226 mm Lt. Esto sugiere una asincronía en la diferenciación de las gónadas de hermafroditas y hembras. En el caso de los indeterminados, el rango de tallas es amplio y podría corresponder a ejemplares estériles, o que no han desarrollado aún las gónadas. También podría suponerse, y en especial en los ejemplares mayores a 240 mm Lt, que son ejemplares en reposo en los cuales las gónadas fueron reabsorbidas y dificultando su identificación.

El número de ovocitos en la cavidad abdominal en *M. australis* muestra una relación inversa con el tamaño del ovocito (largo) como lo demuestra una regresión lineal con $R^2=0.46$, $r=-0.67$ y valor $p<0.0001$ (Figura 14). Esto indica una clara reducción en el número de ovocitos dentro de la cavidad abdominal a medida que el largo de estos aumenta. Esta tendencia fue observada tanto en hembras como en hermafroditas por lo cual se decidió analizarlos en forma conjunta, lo cual mostró un mejor ajuste en la curva de regresión lineal.

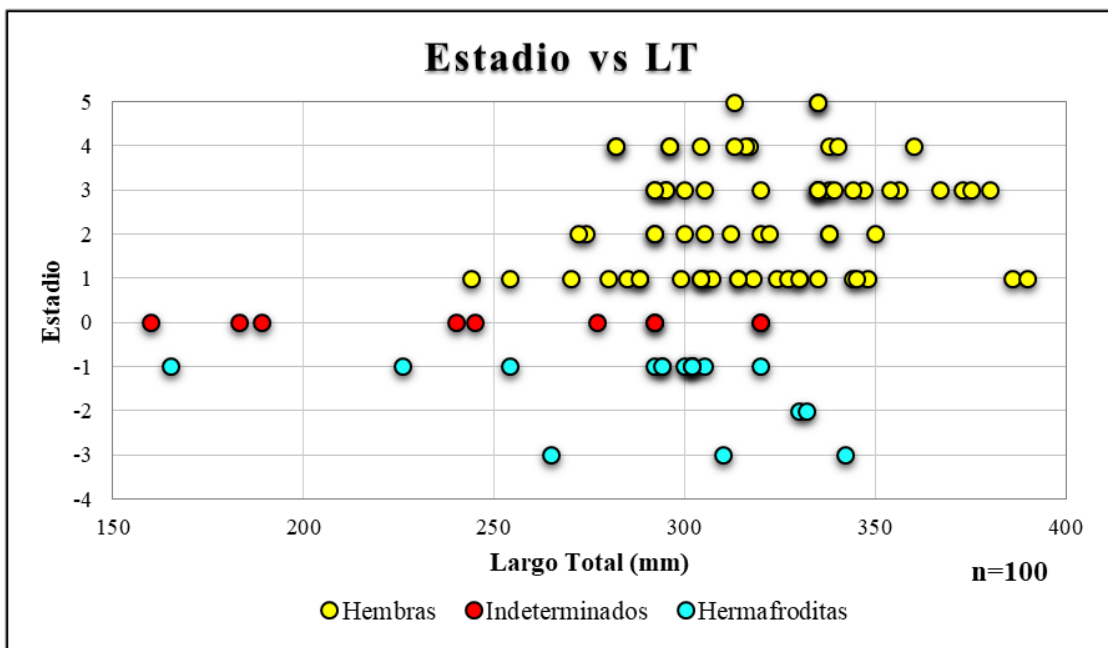


Figura 13: Diagrama de dispersión para los estadios reproductivos vs. Lt, en *M. australis*.

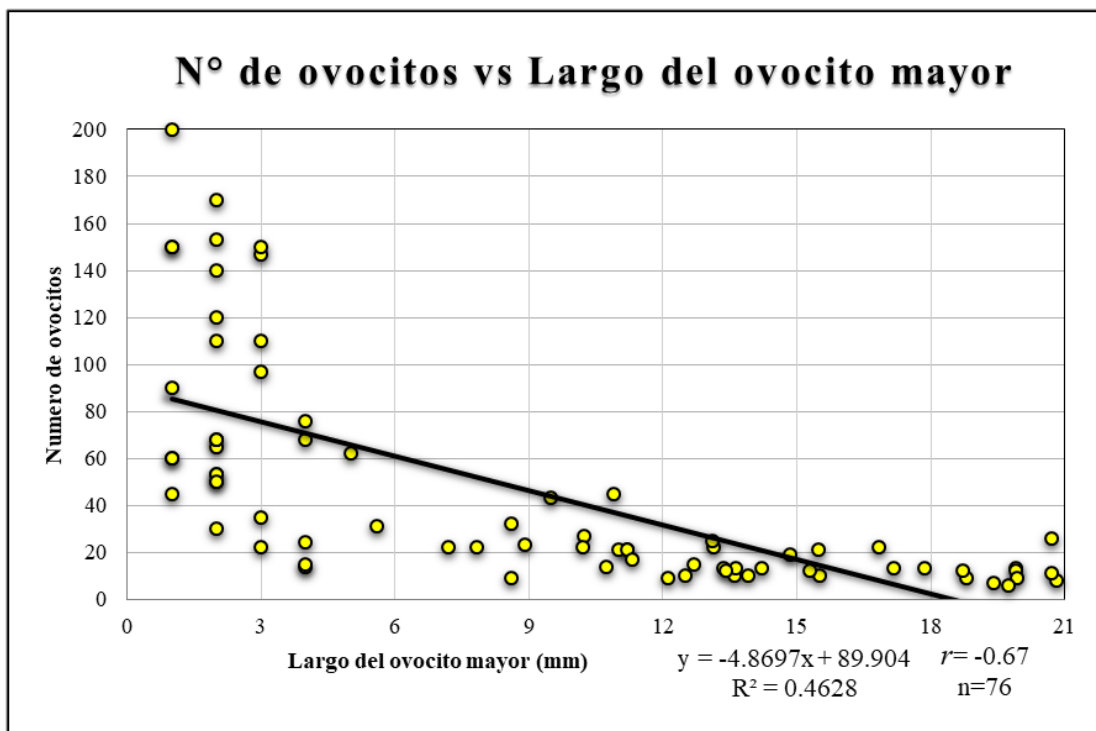


Figura 14: Relación lineal para el número de ovocitos observados dentro de la cavidad abdominal en función del ovocito de mayor tamaño en *M. australis*.

El número de ovocitos en hembras presenta una clara reducción conforme aumenta el estadio de madurez sexual. Se observa en el estadio +1 una media de 78 ovocitos con un rango de 22 a 200 ovocitos, mientras que en el estadio +4 se registró un rango de 6 a 26 ovocitos con una media de 11 ovocitos (Tabla 8). Se sustenta esta observación con una regresión lineal y

correlación que muestran una relación inversa entre el número de ovocitos y el estadio, con un $R^2=0.45$, $r=-0.67$ y un valor $p<0.0001$ (Figura 15). Para este análisis solo se tuvo en cuenta los primeros 4 estadios de las hembras de *M. australis*, con exclusión del estadio +5 al asumir que los ejemplares pudieron haber transitado un período de ovoposición reciente.

Tabla 8: Número de ovocitos por estadio de madurez sexual.

Estadio	n	Media	Mín	Máx
+1	18	78.22	22	200
+2	12	30.17	9	65
+3	20	17.90	2	45
+4	11	11.45	6	26

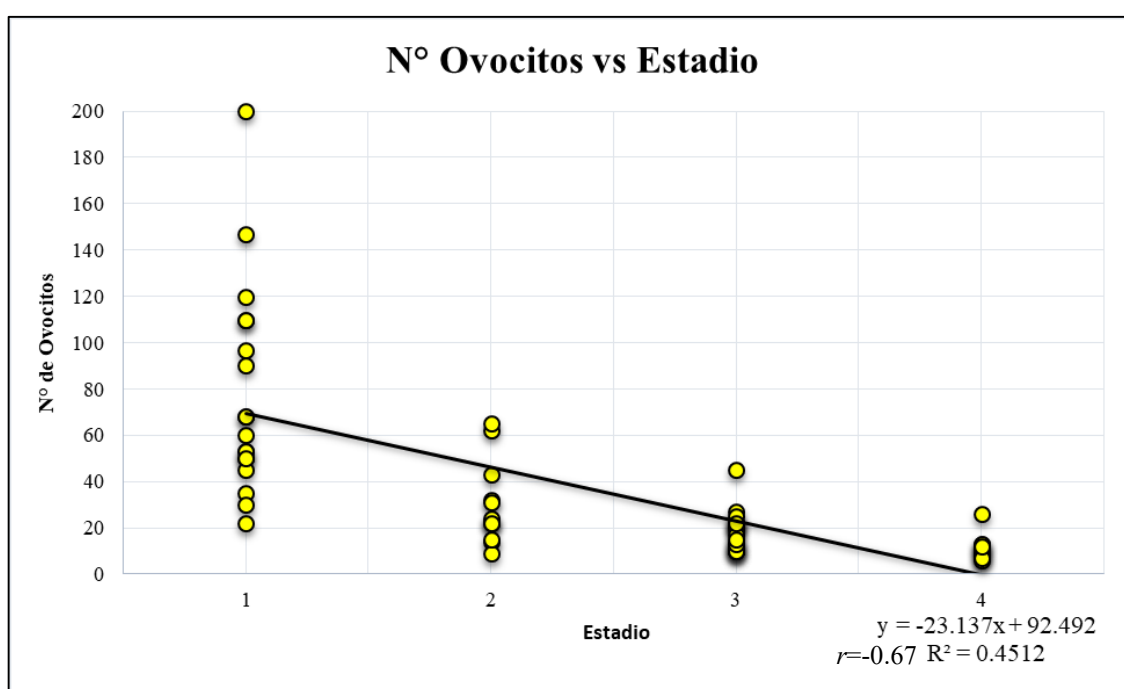


Figura 15: Cantidad de ovocitos por estadio sexual en hembras de *M. australis*.

Abundancia

Se estimó la abundancia de *M. australis* a partir de los datos obtenidos en las campañas realizadas en los años 2016 y 2017. Dicho análisis se realizó combinando los datos obtenidos en ambos años. Los resultados de las estimaciones de abundancia muestran que la misma osciló entre 210 y 4.000 ind./Km² con una media de 998 ind./Km² (Figura 16). Las mayores abundancias se observaron en dos zonas, una de ellas es la boca de golfo San Jorge (45.8°S; 65.0°O) con una profundidad superior a 80 m (Figura 17), en esta zona se estimaron altas

abundancias para ambos años. La segunda zona se registra en el sur del golfo San Jorge (46.5° S; 66.0°O) con una profundidad superior a 90 m (Figura 17), estas estimaciones de altas abundancias corresponden únicamente al año 2017. Las menores abundancias se registran a menores latitudes y profundidades, y en el norte del golfo San Jorge (Figuras 16 y 17).

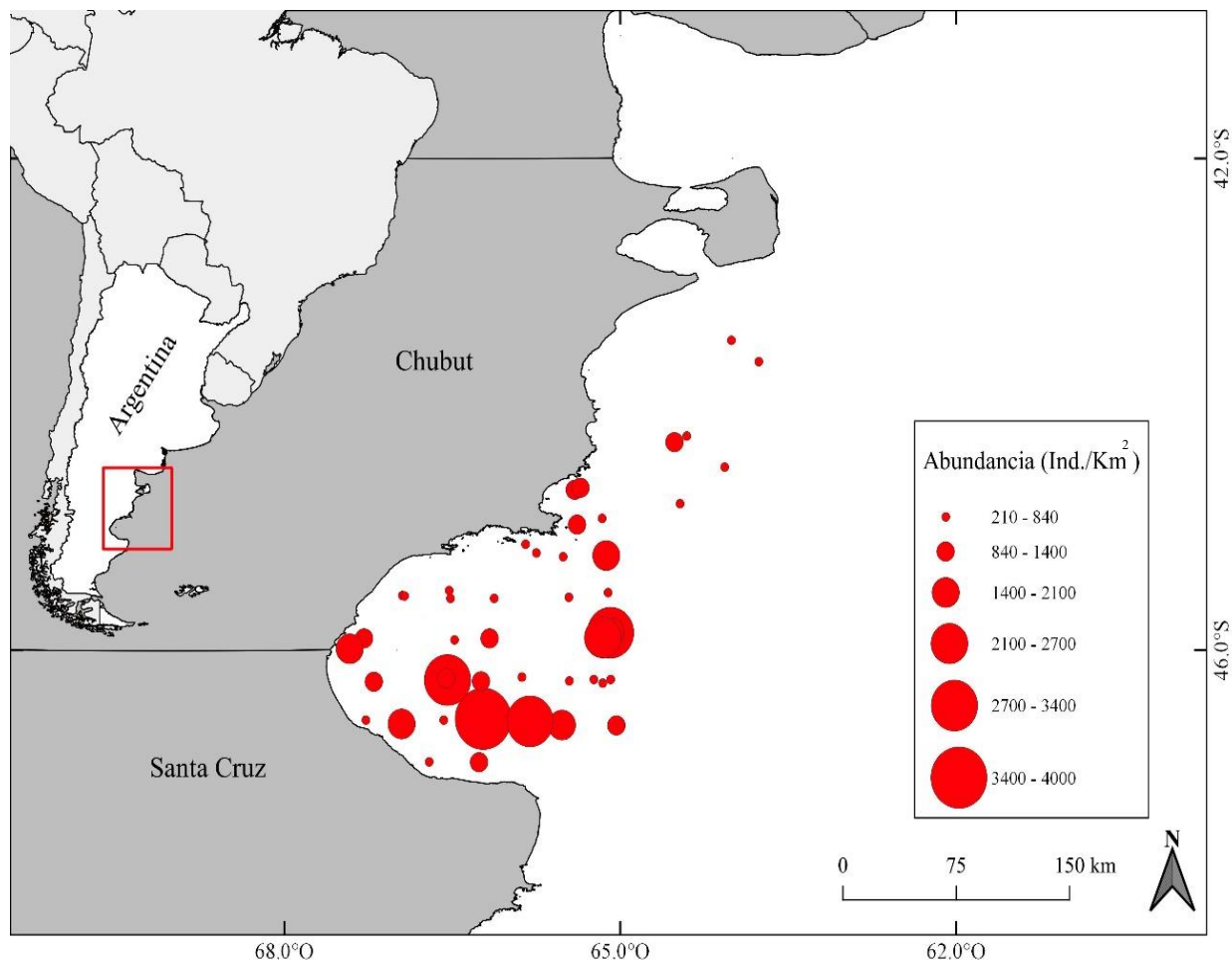


Figura 16: Estimación georreferenciada de abundancia para *M. australis* en el GSJ y aguas adyacentes.

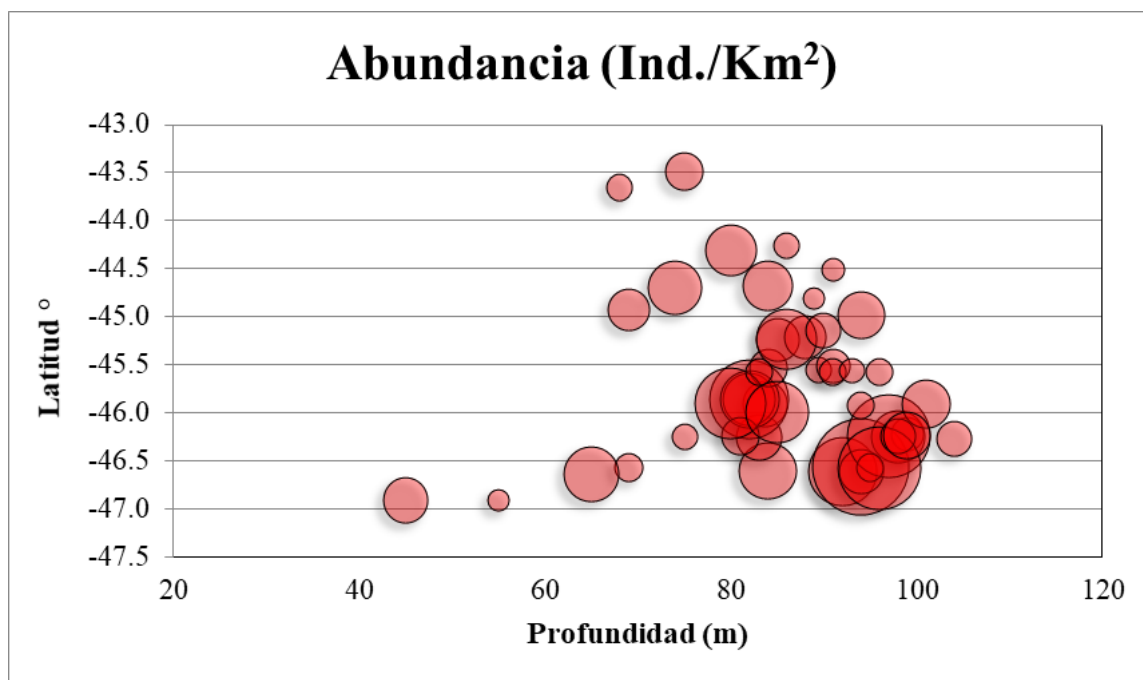


Figura 17: Estimación de abundancia con referencia batimétrica para *M. australis* en el GSJ y aguas adyacentes.

Discusiones

El mayor número de registros de captura incidental de mixines proviene de la pesquería de langostino, esto puede ser explicado por el arte de pesca utilizado. Esta flota utiliza una red con luz de malla mucho menor a la empleada en la pesquería de merluza común. Los registros del POBCh muestran que ambas especies, *M. australis* y *N. tridentiger*, presentan FO similares. Por otro lado, los datos provenientes de ARA Puerto Deseado indican una dominancia de *M. australis* sobre *N. tridentiger* en la FO, esto puede deberse a que la red piloto presenta una luz de malla de 10 mm que retiene la totalidad de los ejemplares, y a la exhaustiva revisión de la captura en dicho buque. Por otro lado, el mayor tamaño que presenta *N. tridentiger* y a su coloración más oscura, con respecto a *M. australis*, podría facilitar su rápido registro en las capturas de los buques pesqueros por parte de los observadores. En forma paralela, el gran número de lances sobre una misma área de pesca aumentaría la probabilidad de registrar la especie de mayor tamaño, generando un sesgo sobre su abundancia.

En el centro y norte del litoral de la Provincia del Chubut y aguas adyacentes (42° a 45° latitud sur) las capturas de mixines son más esporádicas. *M. australis* presenta registros más próximos a la costa, los cuales provienen de capturas incidentales en la pesca de langostino de

la flota costera que opera desde Puerto Rawson, entre los meses de noviembre y marzo. Esto sugiere que *M. australis* podría tener una mayor tolerancia a la amplitud térmica y al rango de salinidad. Esto va en concordancia con la distribución de esta especie que abarca desde Tierra del Fuego hasta el sur de Brasil (Mincarone & Soto, 2001), y la convierte en la especie de mixin con la distribución más amplia del atlántico Sudoccidental, seguida por *N. tridentiger* que se distribuye desde Tierra del Fuego hasta Uruguay (Mincarone, 2007; Racz Lorenz *et al.*, 2014).

A partir de la revisión del material depositado en la colección ictiológica (UNP-ICT) del Instituto de Investigación en Hidrobiología de la UNPSJB, fue posible identificar un ejemplar de *Myxine affinis* proveniente de la captura incidental de la pesquería de langostino del año 2010. Dicho ejemplar no había sido identificado correctamente y por lo tanto se desconocía la presencia de la especie en el área de estudio.

Los registros de *M. affinis* y *M. knappi* mencionados en este trabajo son los primeros para aguas del golfo San Jorge. La distribución conocida para *M. affinis* comprendía hasta el momento el extremo sur de las costas de Argentina y Chile, dentro del Estrecho de Magallanes y sus alrededores, el Canal Beagle y otros sistemas de canales alrededor de Tierra del Fuego, incluida la Isla de los Estados y Cabo de Hornos (Mincarone, 2007). Estos nuevos registros permiten ampliar el conocimiento de la distribución de *M. affinis* en aproximadamente 850 km y 7° latitudinales en dirección norte, desde el estrecho de Magallanes hasta aguas del golfo San Jorge. La distribución conocida para *M. knappi* comprendía hasta el momento el extremo sur de la plataforma continental Argentina, litoral de las Provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego, incluido Cabo de Hornos, Islas Malvinas y Banco Burdwood, aproximadamente entre los 48° y 55° latitud sur (Mincarone, 2007). Con este nuevo registro se amplía el conocimiento de la distribución de esta especie en aproximadamente 220 km y en 2° latitudinales en dirección norte, desde los 48°S hasta aguas del golfo San Jorge. De esta forma se adicionan dos especies a la diversidad íctica de las aguas de Patagonia Central.

Uno de los principales factores ambientales que limitan la distribución de las especies de mixines es la baja temperatura (Martini, 1998). La presencia de *M. affinis* y *M. knappi* en aguas del golfo San Jorge podría explicarse por el Sistema Frontal Patagónico Austral, que se extiende de sur a norte de forma permanente desde el estrecho de Magallanes hasta el extremo sur del golfo San Jorge, contorneando el Cabo Tres Puntas (Bogazzi *et al.*, 2005).

La incidencia permanente de aguas frías dada por Sistema Frontal Patagónico Austral también podría explicar las zonas con mayores abundancias estimadas para *M. australis*

provenientes de los datos del ARA Puerto Deseado, ya que estas se encuentran dentro de los límites estimados de dicho sistema. Las abundancias estimadas de *M. australis* para el área de estudio fueron de 210 a 4.000 ind./km² con un promedio 998 ind./km², estas abundancias son muy inferiores a los resultados obtenidos por Martini (1998) que van de 0 a 592.000 ind./km², con un promedio de 59.700 ind./km². Sumado a esto, Catchpole *et al.* (2006) señalan que *Myxine glutinosa* es la principal especie carroñera del descarte de fauna acompañante en la pesca de *Nephrops norvegicus* en el mar del norte, con una abundancia media de 16.465 ind./km². Estas diferencias en las abundancias obtenidas para el área de estudio se deberían a que se utilizaron redes de arrastre de fondo y no trampas con cebo como en los trabajos mencionados. De acuerdo a Martini (1998) este grupo de peces presentan estilo de vida fosorial, con lo cual la utilización de redes arrastre de fondo podrían generar subestimaciones de abundancia.

La identificación a nivel específico de los mixines del Atlántico Sur no es algo sencillo ya que los ejemplares observados presentan coloraciones corporales semejantes a las descriptas para otras especies y géneros (ej. Fernholm *et al.*, 2013; Martini & Beulig, 2013; Nani & Gneri, 1951). Por ejemplo, la extensión de la banda blancuzca ventral en *M. affinis* y *M. australis*, o la ausencia de la misma en *M. knappi*, se utiliza como método de distinción entre dichas especies, en conjunto con otras características como el número de cúspides dentales, alto del pliegue ventral y proporciones corporales (Wisner & McMillan 1995; Figueroa, 2019). Existe una propuesta reciente que señala la extensión de la banda blancuzca ventral como único carácter distintivo a nivel específico entre *M. affinis* y *M. australis* (Pérez-Cuesta *et al.*, 2017). Esta característica externa entre ambas especies debe ser confirmada con otras características (ej. número de cúspides), ya que en este estudio se observaron ejemplares en los que este patrón de coloración no estaba fuertemente marcado, sobre todo en tallas menores. Sumado a esto, existen reportes del género *Eptatretus* que presentan variaciones en la coloración, como albinismo (Martini & Beulig, 2013). Además, el contraste de colores en muchos casos se pierde luego de fijar al animal en líquidos conservantes como alcohol etílico al 70% o formol al 10%. Por ello, en algunas descripciones de especies se incluye la coloración tras su resguardo en determinados líquidos conservantes (ej. Mincarone, 2007).

El número de cúspides dentales en *M. australis* (entre 30 y 38 cúspides) presentó el menor desvío estándar y coeficiente de variación, por lo que puede considerarse como un buen carácter para la identificación a nivel específico y diferenciarlos de *M. affinis* (entre 38 y 46

cúspides) de acuerdo con Wisner & McMillan (1995). *M. knappi* presenta un rango que se solapa (entre 34 y 40) con las especies mencionadas (Wisner & McMillan, 1995). Esta última especie se diferencia de *M. australis* y *M. affinis* por la ausencia de la banda blancuzca ventral, la longitud de la cola y la altura del pliegue ventral (Wisner & McMillan, 1995; Mincarone, 2007). El bajo número de ejemplares examinados por estos autores en la descripción original de la especie, pone en duda la robustez de estos caracteres ya que los mismos podrían ser variaciones intraespecíficas de *M. australis* o *M. affinis*, dado del solapamiento del número de cúspides. Por tal motivo, sería necesario mayores estudios morfológicos y merísticos con un mayor número de ejemplares e incorporar análisis moleculares para verificar la existencia de esta especie.

En cuanto al número de bolsas branquiales, se observó una variación en el número de estas en aproximadamente el 10% de los ejemplares analizados de *M. australis*, no observado hasta el momento en la Subfamilia Myxininae. Mientras que existe variación en el número de bolsas branquiales en 13 especies del género *Eptatretus* de la Subfamilia Eptatretinae según Mincarone (2007). Esta variación en el número de bolsas branquiales registrada en *M. australis* es resultado del gran número de ejemplares examinados en comparación con trabajos previos.

Estudios realizados con diferentes especies de peces y en distintos ambientes reportan que el valor del coeficiente de crecimiento (b) en condiciones naturales oscila entre 2.5 y 4, este coeficiente puede variar entre especies y entre poblaciones de la misma especie (Bagenal y Tesch 1978 en Olaya-Nieto *et al.*, 2012), y valores de b menores de 2.5 o mayores de 3.5 son estimados generalmente a partir de rangos de talla muy pequeños y/o se pueden considerar como errores de estimación (Pauly 1984 en Olaya-Nieto *et al.*, 2012). En este estudio el coeficiente de crecimiento para *M. australis* fue de $b=2.43$, este podría ser explicado por la morfología del animal, representando un caso extremo de crecimiento alométrico negativo, y no como un error en la estimación. Martini & Beulig (2013) reportan valores similares de b (2.47 y 2.62) para machos y hembras de *Eptatretus cirrhatus* respectivamente.

La escala de madurez sexual propuesta por Martini & Beulig (2013) es una descripción macroscópica de los distintos estadios de *E. cirrhatus*, que en el caso de las hembras se dividen a partir del largo de los ovocitos contenidos en la cavidad abdominal. Dado que *M. australis* presenta ovocitos de menor largo, la adaptación de la escala propuesta en este trabajo proporciona una mejor descripción de los estadios de madurez de esta especie.

En este trabajo se observó que las gónadas de los hermafroditas de *M. australis* se desarrollan dentro de un pliegue mesentérico ubicado a la derecha del mesenterio dorsal que se sostiene del intestino, donde los dos tercios anteriores de la gónada pueden ser tejido ovárico y el tercio posterior puede ser tejido testicular, mientras que en las hembras el tejido ovárico ocupa la totalidad del mesenterio. Estos datos difieren de lo observado por Martini & Beulig (2013) en *Eptatretus* en donde en las hembras el tejido ovárico ocupa los dos tercios anteriores de la cavidad mesentérica, estos autores no realizan descripciones de los hermafroditas.

Patzner (1998) menciona proporciones de machos y hembras 1:1 para *Eptatretus burgeri*. Este último autor también expresa que para *Myxine glutinosa* y *Eptatretus stoutii* las hembras son más frecuentes que los machos, y los hermafroditas presentan una frecuencia muy baja (<0.1%). Debido a las diferencias en la proporción de sexos y las tallas mayores observadas en machos, se definió a los mixines como hermafroditas secuenciales protogínicos, donde los ejemplares que presentaban tejido ovárico y testicular simultáneamente se explicaba por un estadio de transición (Patzner, 1998). Algo similar es observado por Martini & Beulig (2013) quienes reportan proporciones del 45% y 26% en hembras y machos de *E. cirrhatus* respectivamente, y un único ejemplar (0.25%) con presencia de tejido ovárico y testicular. Sin embargo, estos últimos autores observaron que al dividir los ejemplares en grupos de tallas, las proporciones cambiaban. En las tallas menores la proporción de hembras efectivamente era mayor (de 4.5:1 a 1.6:1) pero se equiparan en las tallas mayores (1:1), por lo que sugirieron que la proporción genética de sexos es 1:1, existiendo diferenciación gonadal asincrónica entre machos y hembras, donde el tejido ovárico se desarrolla a menor talla que el tejido testicular, descartando así la protoginia, al menos en esta especie. Todo lo anteriormente mencionado, se contrapone a las observaciones de Powell *et al.* (2004) en *M. glutinosa* donde menciona 41% de ejemplares hermafroditas (algunos de los cuales contenían espermatozoides maduros), 58% de hembras y un porcentaje sumamente bajo (0.05%) de ejemplares que presentaron exclusivamente tejido testicular, a los que clasificaron como “machos verdaderos”. En el presente seminario se observó 72.5% de hembras y 17.6 % de hermafroditas en *M. australis*. La diferenciación gonadal se registró a partir de los 165 mm en hermafroditas, 244 mm en hembras, y no se registró ningún macho verdadero. Sumado a esto, los hermafroditas presentaron ovocitos en maduración, aunque no se pudo confirmar presencia de esperma maduro, tampoco se registraron hermafroditas que sugirieran haber transitado un periodo de ovoposición. Estos resultados son similares a los observados en *M. glutinosa* del hemisferio

norte (Powell *et al.*, 2004), con pocos ejemplares machos, y altas porciones de hembras y hermafroditas, donde estos últimos podrían presentar esperma maduro.

El rango de tallas de ejemplares indeterminados es amplio y solapa a un gran porcentaje del conjunto de hembras y hermafroditas. Estos ejemplares podrían ser estériles, posibles machos que aún no desarrollan su tejido testicular, o hembras en reposo. Aunque Patzner (1998) reportó que al alcanzar un diámetro de 1 a 2 mm los ovocitos entran en un estado de latencia que finaliza solo cuando la generación precedente haya sido liberada, lo que explica que se observen ovocitos en distintos estadios de maduración dentro de un mismo ejemplar. Ello es coincidente con lo observado en este trabajo ya que un 26% de los ejemplares hermafroditas y hembras presentaron ovocitos en distinto estadio de desarrollo. Sumado a esto, la presencia de ejemplares en todos los estadios de maduración en forma simultánea en distintos años, sugiere la ausencia de un ciclo reproductivo estacional y un amplio período de ovoposición. La presencia de ejemplares con ovocitos a término, hembras en postpuesta y el hallazgo de una puesta dentro de aguas del golfo, indicarían que *M. australis* se reproduce en esta área.

De esta forma, el presente seminario aporta los primeros conocimientos sobre la biología y abundancia *M. australis* en aguas de Patagonia Central. Sumado a esto, se dan a conocer los primeros datos de la distribución de *N. tridentiger* y *M. australis* en el área de pesca de langostino *P. muelleri* y de la merluza común *M. hubbsi* entre los 42° y 47° S y los primeros registros de *M. affinis* y *M. knappi* para el Golfo San Jorge.

Conclusiones

A modo de conclusión este trabajo permite ampliar el conocimiento de la diversidad de los mixines en el área de estudio a partir de identificarse la presencia de *M. affinis* y *M. Knappi*. Las especies *M. australis* y *N. tridentiger* son frecuentes en la captura incidental de la pesquería de langostino, y que esta frecuencia aumenta con el incremento de la latitud y de la profundidad.

Las mayores abundancias de *M. australis* se registraron en la boca y el sur del GSJ. El análisis merístico realizado en *M. australis* permitió identificar la existencia de variaciones en el número de bolsas braquiales, no registrado hasta el momento en la Subfamilia Myxininae. Además, el número de poros laterales no varía con el crecimiento del pez. El 72.5% de los ejemplares de *M. australis* fueron hembras, observándose que la diferenciación gonadal en hembras y en hermafroditas ocurren a diferentes tallas. La fecundidad en esta especie, muestra una relación inversa con el estadio de desarrollo de los ovocitos, es decir, el número de ovocitos

en la cavidad abdominal disminuye a medida que aumenta el tamaño de los mismos. Por otro lado, cabe destacar que esta especie se reproduce en el área de estudio y presentaría un amplio periodo de ovoposición.

Bibliografía:

- Alverson, D.L., Pereira, W.T., (1969). Demersal fish explorations in the northeastern Pacific ocean an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield fore 694 casts. J. Fish. Res. Board Can. 26, 1985–2001.
- Bogazzi, E., Baldoni, A., Rivas, A., Marto, P., Reta, R., Orensanz, J. M. (Lobo), Lastra, M., Dell’Arciprete, P., & Werner, F. (2005). Spatial correspondence between areas of concentration of Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) and frontal systems in the southwestern Atlantic. Fisheries Oceanography, 14(5), 359–376.
- Bovcon, N. D., & Cochia, P. D. (2007). Guía para el reconocimiento de los peces capturados en los barcos monitoreados por el programa de observadores. 36.
- Bovcon, N.D., Góngora, M.E., Marinao, C. & González-Zevallos, D. (2013). Composición de las capturas y descartes generados en la pesca de merluza común *Merluccius hubbsi* y langostino patagónico *Pleoticus muelleri*: un caso de estudio en la flota fresca de altura del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. Rev. Biol. Mar. y Ocean., Vol. 48(2): 303-319.
- Catchpole, T. L., Frid, C. L. J., & Gray, T. S. (2006). Importance of discards from the English *Nephrops norvegicus* fishery in the North Sea to marine scavengers. Marine Ecology Progress Series, 313, 215–226. <https://doi.org/10.3354/meps313215>
- Crespi-Abril, A. C., García, N. A., Crespo, E. A., & Coscarella, M. A. (2003). Consumption of marine mammals by broadnose sevengill shark *Notorynchus cepedianus* in the northern and central Patagonian shelf. Latin American Journal of Aquatic Mammals, 2(2), 101–107. <https://doi.org/10.5597/lajam00038>
- Dans, S., Cefarrelli, A., Galván, D., Gongora, M. E., Martos, P., & Varisco, M. (2020). Programa de investigación y monitoreo del Golfo San Jorge. In *Flora*.
- Delarbre, C., Gallut, C., Barriol, V., Janvier, P., & Gachelin, G. (2002). Complete mitochondrial DNA of the hagfish, *Eptatretus burgeri*: The comparative analysis of mitochondrial DNA

- sequences strongly supports the cyclostome monophyly. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 22(2), 184–192. <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.1045>
- Donoghue, P. C. J., & Keating, J. N. (2014). Early vertebrate evolution. *Palaeontology*, 57(5), 879–893. <https://doi.org/10.1111/pala.12125>
- Fernholm, B., & Hubbs, C. L. (1981). Western Atlantic hagfishes of the genus *Eptatretus* (Myxinidae) with description fo two new species. *Fishery Bulletin*, 79 (1):, 69-83.
- Fernholm, B., Norén, M., Kullander, S. O., Quattrini, A. M., Zintzen, V., Roberts, C. D., Mok, H. K., & Kuo, C. H. (2013). Hagfish phylogeny and taxonomy, with description of the new genus *Rubicundus* (Craniata, Myxinidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 51(4), 296–307. <https://doi.org/10.1111/jzs.12035>
- Figuroa, D. E. (2019). Clave de peces marinos del atlántico sudoccidental, entre los 33°s y 56°s. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 365 p.
- Funes, M. (2019). Efectos de la pesca de arrastre sobre la estructura trófica del norte del Golfo San Jorge. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Góngora, M.E., Bovcon, N.D. & Cochia, P.D. (2009). Ictiofauna capturada incidentalmente en la pesquería de langostino patagónico *Pleoticus muelleri* Bate, 1888. *Rev. Biol. Mar. y Ocean.*, 44 (3): 583–593.
- Góngora, M. E., González-Zevallos, D., Pettovello, A., & Mendía, L. (2012). Caracterización de las principales pesquerías del golfo San Jorge Patagonia, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1), 1–11. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue1-fulltext-1>
- González Zevallos, D., Marinao, C., & Yorio, P. (2017). Importancia de los descartes pesqueros en la dieta de la gaviota cocinera (*larus Dominicanus*) en el golfo san jorge, patagonia. *Ornitologia Neotropical*, 28(January), 103–111.
- Gorbman, A., Kobayashi, H., Honma, Y., & Matsuyama, M. (1990). The Hagfishery of Japan. *Fisheries*, 15(4), 12–18.
- Heimberg, A. M., Cowper-Sallari, R., Sémon, M., Donoghue, P. C. J., & Peterson, K. J. (2010). MicroRNAs reveal the interrelationships of hagfish, lampreys, and gnathostomes and the nature of the ancestral vertebrate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(45), 19379–19383.

- Honma, Y. (1998). Asian hagfishes and their fisheries biology. In Jørgensen, Lomholt, Weber, & Malte (Eds.), *The Biology of Hagfishes* (pp. 45–56).
- Ibarra, C., Marinao, C., Suárez, N., & Yorio, P. (2018). Differences between colonies and chick-rearing stages in Imperial Cormorant (*Phalacrocorax atriceps*) diet composition: Implications for trophic studies and monitoring. *Wilson Journal of Ornithology*, 130(1), 224–234. <https://doi.org/10.1676/16-184.1>
- Jacobi, K. J., Ibañez Calderon, J. E., Bovcon, N. D., & Cochia, P. D. (2018). Distribución, abundancia y aspectos biológicos preliminares de la familia Myxiniinae en el golfo San Jorge y litoral de la provincia del Chubut, a partir de las campañas 2016 y 2017 realizadas en el marco de la iniciativa Pampa Azul. V Seminario Golfo San Jorge: Avances y Retos Futuros, 106–107.
- Janvier, P. (2008). Early jawless vertebrates and cyclostome origins. *Zoological Science*, 25(10), 1045–1056. <https://doi.org/10.2108/zsj.25.1045>
- Knapp, L., Mincarone, M. M., Harwell, H., Polidoro, B., Sanciangco, J., & Carpenter, K. (2011). Conservation status of the world's hagfish species and the loss of phylogenetic diversity and ecosystem function. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(5), 401–411. <https://doi.org/10.1002/aqc.1202>
- Koen Alonso, M., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., García, N. A., & Coscarella, M. A. (2000). Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. *Fishery Bulletin*, 98(2), 250–263.
- Kuraku, S., Hoshiyama, D., Katoh, K., Suga, H., & Miyata, T. (1999). Monophyly of lampreys and hagfishes supported by nuclear DNA-coded genes. *Journal of Molecular Evolution*, 49(6), 729–735. <https://doi.org/10.1007/PL00006595>
- Laptikhovsky, V., & Brickle, P. (2011). Resource partitioning in two carcinophagous confamilars: Distribution and feeding habits of psychrolutid fish on the southern Patagonian shelf. *Polar Biology*, 34(9), 1375–1384. <https://doi.org/10.1007/s00300-011-0992-3>
- Martini, F. H. (1998). The Ecology of Hagfishes. In J. M. Jorgensen, J. P. Lomholt, R. E. Weber, & H. Malte (Eds.), *The Biology of Hagfishes* (pp. 57–77).

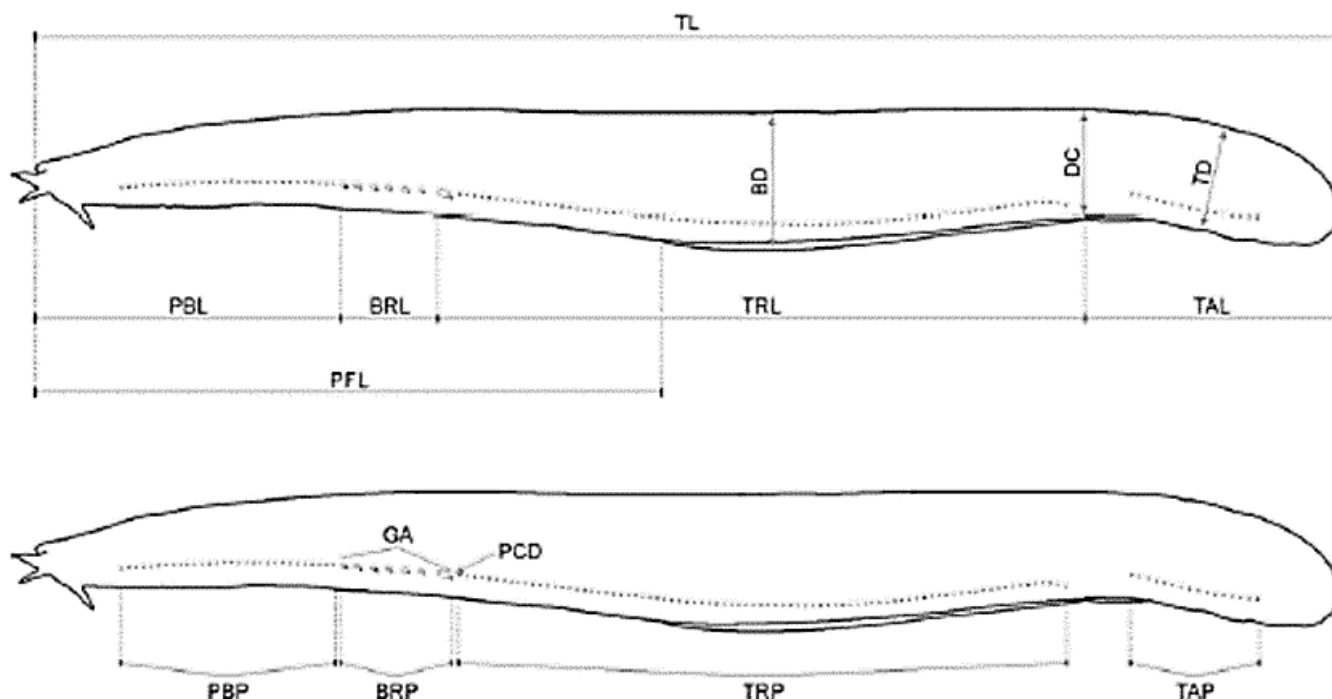
- Martini, F. H., & Beulig, A. (2013). Morphometrics and Gonadal Development of the Hagfish *Eptatretus cirrhatus* in New Zealand. *PLoS ONE*, 8(11), e78740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078740>
- McMillan, C. B., & Wisner, R. L. (1984). Three new species of seven-gilled hagfishes (Myxinidae, Eptatretus) from the Pacific Ocean. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 43, 249–267.
- Mincarone, M. M. (2007). Revisão taxonômica da família Myxinidae Rafinesque, 1815 (Myxiniformes). Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Mincarone, M. M., & Soto, J. M. R. (2001). First record of the southern hagfish *Myxine australis* (Myxinidae) in Brazilian waters. *Mare Magnum*, 1(2), 125–127.
- Miyashita, T., & Coates, M. (2015). Hagfish embryology: Staging table and relevance to the evolution and development of vertebrates (Issue November 2016, pp. 95–128). <https://doi.org/10.1201/b18935-5>
- Miyashita, T., Coates, M. I., Farrar, R., Larson, P., Manning, P. L., Wogelius, R. A., Edwards, N. P., Anné, J., Bergmann, U., Richard Palmer, A., & Currie, P. J. (2019). Hagfish from the Cretaceous Tethys Sea and a reconciliation of the morphological-molecular conflict in early vertebrate phylogeny. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(6), 2146–2151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1814794116>
- Nani, A., & Gneri, F. S. (1951). Introducción al estudio de los Mixinoideos Sudamericanos. *Revista Del Instituto Nacional de Investigación de Las Ciencias Naturales, Ciencias Zoológicas, Argentina*, II(4), 183–224.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119174844>
- Norman, J. R. (1937). *Coast Fishes, parte II. The Patagonian region*. *Discovery Reports*, XVI, 1–150.
- Olaya-Nieto, C. W., Segura-Guevara, F. F., & De Hoyos-Negrete, I. M. (2012). Relación longitud-peso del Perico (*Trachelyopterus badeli* Dahl, 1955) en el embalse de Urrá, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2(1), 27. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v2i1.22>

- Ota, K. G., Fujimoto, S., Oisi, Y., & Kuratani, S. (2011). Identification of vertebra-like elements and their possible differentiation from sclerotomes in the hagfish. *Nature Communications*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms1355>
- Ota, K. G., Fujimoto, S., Oisi, Y., & Kuratani, S. (2013). Late Development of Hagfish Vertebral Elements. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 320(3), 129–139. <https://doi.org/10.1002/jez.b.22489>
- Ota, K. G., & Kuratani, S. (2008). Developmental biology of hagfishes, with a report on newly obtained embryos of the japanese inshore hagfish, *eptatretus burgeri*. *Zoological Science*, 25(10), 999–1011. <https://doi.org/10.2108/zsj.25.999>
- Ota, K. G., Oisi, Y., Fujimoto, S., & Kuratani, S. (2014). The origin of developmental mechanisms underlying vertebral elements: Implications from hagfish evo-devo. *Zoology*, 117(1), 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2013.10.010>
- Patzner, R. A. (1998). Gonads and reproduction in Hagfishes. In J. M. Jørgensen, J. P. Lomholt, R. E. Weber, & H. Malte (Eds.), *The Biology of Hagfishes* (pp. 378–395). Springer Netherlands.
- Pérez-Cuesta, M. C., Del Campo, J., Aedo, G., Oyarzún, C., & Daza, E. (2017). Meristic and Morphometric Analysis of Two Hagfish Species (*Myxine affinis* and *Notomyxine tridentiger*) from the Magellan Strait, Chile. *International Journal of Morphology*, 35(1), 42–46. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100008>
- Powell, M. L., Kavanaugh, S. I., & Sower, S. A. (2004). Seasonal concentrations of reproductive steroids in the gonads of the Atlantic hagfish, *Myxine glutinosa*. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 301(4), 352–360. <https://doi.org/10.1002/jez.a.20043>
- Racz Lorenz, H., Polizzi, G., Zava, B., Massi, D., & Fiorentino, F. (2014). First record of *Notomyxine tridentiger* in Uruguayan waters. *Biol. Mar. Mediterr.*, 21, 296–297.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. In *Bulletin of the Fishries Research Board of Canada* (Vol. 191).
- Schiavini, A., Goodall, R., Lescrauwaet, A.-K., & Koen Alonso, M. (1997). Food habits of the Peales dolphin *Lagenorhynchus australis*; review and new information. *Rep. Int. Whal. Comm*, 47(1996), 827–834.

- Stock, D. W., & Whitt, G. S. (1992). Evidence from 18S ribosomal RNA sequences that lampreys and hagfishes form a natural group. *Science*, 257(5071), 787–789. <https://doi.org/10.1126/science.1496398>
- Wisner, R. L., & McMillan, C. B. (1995). Review of the new world hagfishes of the genus *Myxine* (Agnatha, Myxinidae) with descriptions of nine new species. *Fishery Bulletin*, 93(3), 530–550.
- Yorio, P. (2009). Marine protected areas, spatial scales, and governance: implications for the conservation of breeding seabirds. *Conservation Letters*, 2(4), 171–178. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263x.2009.00062.x>
- Yorio, P., Copello, S., Kuba, L., Gosztonyi, A., & Quintana, F. (2010). Diet of imperial cormorants *Phalacrocorax atriceps* breeding at Central Patagonia, Argentina. *Waterbirds*, 33(1), 70–78. <https://doi.org/10.1675/063.033.0108>
- Zintzen, V., Roberts, C. D., Anderson, M. J., Stewart, A. L., Struthers, C. D., & Harvey, E. S. (2011). Hagfish predatory behaviour and slime defence mechanism. *Scientific Reports*, 1, 1–6. <https://doi.org/10.1038/srep00131>
- Zintzen, V., Roberts, C. D., Shepherd, L., Stewart, A. L., Struthers, C. D., Anderson, M. J., Mcveagh, M., Noren, M., & Fernholm, B. (2015). Review and phylogeny of the New Zealand hagfishes (Myxiniformes: Myxinidae), with a description of three new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 174(2), 363–393. <https://doi.org/10.1111/zoj.12239>

Anexo 1: Morfometría y merística de la Familia Myxinidae.

Medidas morfométricas y merísticas según Fernholm & Hubbs, (1981); McMillan & Wisner, (1984); Wisner & McMillan, (1995). Extraído de Mincarone (2007).



Datos Morfométricos:

Total length (TL) – *Longitud total* - la distancia desde el frente del rostro hasta el margen posterior de la aleta caudal.

Prefinfold length (PFL) – *Longitud pre-pliegue ventral* – desde el frente del rostro al borde anterior del pliegue ventral.

Prebranchial length (PBL) – *Longitud pre-branquial* – desde el frente del rostro hasta la primera, o única, apertura branquial.

Branchial length (BRL) – *Longitud branquial* - de la primera a la última apertura branquial (también apertura del ducto faringeocutáneo).

Trunk length (TRL) – *Longitud del tronco* - de la apertura faringocutánea hasta el origen de la cloaca.

Tail length (TAL) – *Longitud de la cola* – del origen de la cloaca hasta el margen posterior de la aleta caudal.

Body width (BW) – *Ancho del cuerpo* - dimensión máxima a mitad de camino entre el rostro y la apertura faringocutánea.

Body depth (BD) – *Altura del cuerpo* - altura máxima del tronco, a mitad de camino entre apertura faringocutánea y cloaca, incluyendo el pliegue ventral, si está presente.

Depth at cloaca (DC) – *Altura de la cloaca* - mínima altura en la cloaca.

Tail depth (TD) – *Altura de la cola* - máxima altura en la cola.

Datos Merísticos:

Anterior multicusps (AMC) – *Multicúspides anteriores* - cantidad de cúspides fusionadas en la serie anterior (externa).

Posterior multicusps (PMC) – *Multicúspides posteriores* - cantidad de cúspides fusionadas en la serie posterior (interna).

Anterior unicusps (AUC) – *Monocúspides anteriores* - cantidad de cúspides no fusionadas en la serie anterior (externa).

Posterior unicusps (PUC) – *Monocúspides posteriores* - cantidad de cúspides no fusionadas en la serie posterior (interna).

Total cusps (TC) – *Cúspides totales* - suma total de todas las cúspides.

Prebranchial pores (PBP) – *Poros prebranquiales* - desde el poro más anterior hasta el último antes de la primera apertura branquial.

Branchial pores (BRP) – *Poros branquiales* - los poros en asociación inmediata con cada bolsa branquial.

Trunk pores (TRP) – *Poros del tronco* - serie de poros posteriores a la apertura faringocutánea, terminando justo antes de la cloaca; claramente separado de la serie caudal.

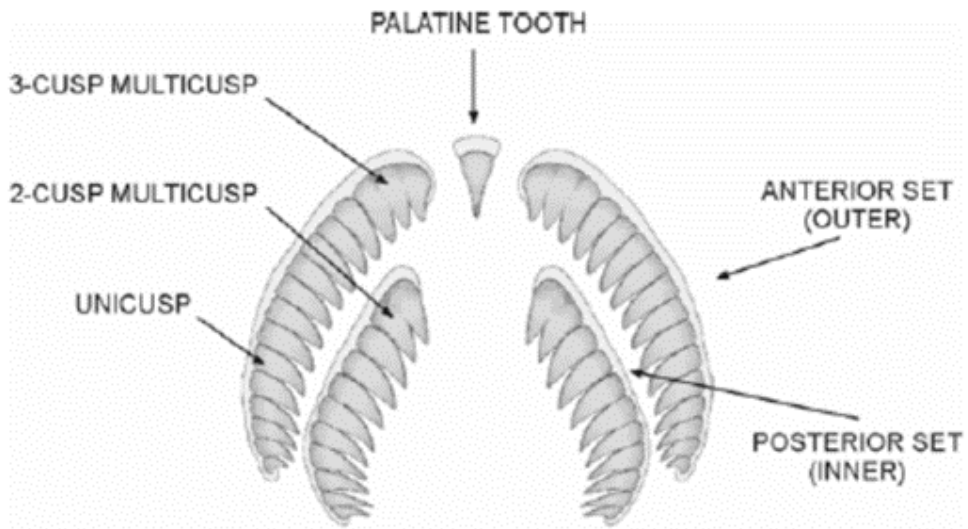
Tail pores (TAP) – *Poros de la cola* - serie de poros, que comienza aproximadamente sobre el margen anterior de cloaca, hasta el último poro en la cola. Algunos autores los separan artificialmente en poros cloacales y poros caudales, pero no hay razón para esta separación ya que no es estadísticamente útil.

Total pores (TP) – *Poros totales* - suma total de todos los poros en el lado izquierdo.

Gill pouch (GP) – *Bolsa branquial* – número de estructuras redondeadas dispuestas en serie por detrás del músculo dental.

Anexo 2: Modelo generalizado de la dentición de mixines.

Se pueden ver las primeras tres cúspides anteriores fusionas (3-cusp multicusp), seguidas por monocúspides (unicusp). De igual forma, en el conjunto posterior se ven 2 cúspides fusionas (2-cusp multicusp) seguidas de monocúspides, en medio se ve la presencia de un diente palatino único (palatine totooth). Extraído de Mincarone (2007).



Anexo 3: Crecimiento y variación en el número de poros laterales de *M. australis*.

Regresiones lineales, con las variables dependientes Poros Totales, Poros Prebranquiales, Poros de Tronco y Poros de la Cola en función de la variable regresora Largo Total.

