



Facultad de Veterinaria

Trabajo de
Fin de Grado

Parásitos en mamíferos
marinos varados en el litoral
gallego

Claudia Díaz Caneiro

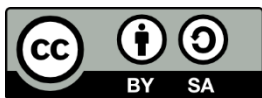
Grado en Veterinaria

Año 2019

Modalidad del Trabajo: Experimental

Licencia

Esta obra pertenece a CLAUDIA DÍAZ CANEIRO, y está sujeta a la licencia Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Resumo

Se coñece como varamento a aquel evento no que un ou varios animais mariños, tanto vivos como mortos, encallan en terra sen posibilidade de volver ao mar polos seus propios medios. Cada ano varan nas costas galegas máis de 300 animais mariños. Na comunidade galega, a asistencia aos varamentos, así como a xestión de datos e mostras destas especies mariñas son levados a cabo pola organización “Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños” (CEMMA), quen ademais se encarga da recuperación de aqueles animais enfermos ou feridos. A parasitofauna dos mamíferos mariños depende do seu grao de dependencia co medio terrestre, observando unha clara diferenza entre pinnípedos e cetáceos, sendo estes últimos totalmente independentes do ecosistema terrestre. Non obstante, os parasitos dos mamíferos mariños están pouco estudados debido á dificultade para obter mostras, así como pola información limitada e fragmentada existente.

Neste estudo se analizaron mostras enviadas por CEMMA de seis mamíferos mariños, catro pinnípedos (*Halichoerus grypus*) e dous cetáceos (*Phocoena phocoena* e *Stenella coeruleoalba*) varados ao longo da costa galega entre xaneiro de 2018 e marzo de 2019. Identificáronse un total de dez xéneros parasitarios: sete helmintos da orde Nematoda (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*, *Otostrongylus*, *Parafilaroides*, *Crassicauda*, *Stenurus*), un da orde Cestoda (*Phyllobothrium*) e dous artrópodos, un ácaro (*Halarachne*) e un cirrípedo (*Xenobalanus*). Os resultados demostran que a distribución dos parasitos depende do tipo de hospedeiro. Deste modo, en pinnípedos detectáronse os xéneros *Otostrongylus*, *Parafilaroides* e *Halarachne* que afectan ao sistema respiratorio; mentres que en cetáceos o fixeron *Crassicauda* na glándula mamaria, *Stenurus* en tuba auditiva, *Phyllobothrium* en graxa subcutánea e *Xenobalanus* na pel. Os anisákidos (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*) son os únicos parasitos detectados neste estudo que afectan tanto a pinnípedos como a cetáceos. A distribución dos distintos xéneros de anisákidos varía en función do hospedeiro; de este modo, en pinnípedos predomina *Anisakis*, mentres que en cetáceos o máis abundante foi *Pseudoterranova*.

A pesar do baixo número de animais analizados, destácase a ampla variedade de parasitos identificados. Por outra banda, a elevada carga parasitaria presente nalgúns animais unida ao elevado potencial patóxeno de moitos deles, apunta ao parasitos como causa probable do varamento e/ou morte destes mamíferos mariños.

Palabras chave: Cetáceo, Galicia, mamífero mariño, parasito, pinnípedo, varamento

Resumen

Se conoce como varamiento a aquel evento en el que uno o varios animales marinos, tanto vivos como muertos, encallan en tierra sin posibilidad de volver al mar por sus propios medios. Cada año varan en las costas gallegas más de 300 animales marinos. En la comunidad gallega, la asistencia a los varamientos, así como la gestión de los datos y muestras de estas especies marinas son llevados a cabo por la organización “Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños”(CEMMA), quién además se encarga de la recuperación de aquellos animales enfermos o heridos. La parasitofauna de los mamíferos marinos depende de su grado de dependencia con el medio terrestre, observando una clara diferencia entre pinnípedos y cetáceos, siendo estos últimos totalmente independientes del ecosistema terrestre. No obstante, los parásitos de los mamíferos marinos han sido poco estudiados debido a la dificultad para obtener muestras, así como por la información limitada y fragmentada existente.

En este estudio se analizaron muestras enviadas por CEMMA de seis mamíferos marinos, cuatro pinnípedos (*Halichoerus grypus*) y dos cetáceos (*Phocoena phocoena* y *Stenella coeruleoalba*) varados a lo largo de la costa gallega entre enero de 2018 y marzo de 2019. Se identificaron un total de diez géneros parasitarios: siete helmintos del orden Nematoda (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*, *Otostrongylus*, *Parafilaroides*, *Crassicauda*, *Stenurus*), uno del orden Cestoda (*Phyllobothrium*) y dos artrópodos, un ácaro (*Halarachne*) y un cirrípedo epibionte (*Xenobalanus*). Los resultados demuestran que la distribución de los parásitos depende del tipo de hospedador. De este modo, en pinnípedos se detectaron los géneros *Otostrongylus*, *Parafilaroides* y *Halarachne* que afectan al sistema respiratorio; mientras que en cetáceos lo hicieron *Crassicauda* en glándula mamaria, *Stenurus* en tuba auditiva, *Phyllobothrium* en grasa subcutánea y *Xenobalanus* en la piel. Los anisákidos (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*) son los únicos parásitos detectados en este estudio que afectan tanto a pinnípedos como a cetáceos. La distribución de los distintos géneros de anisákidos varía en función del hospedador; de este modo, en pinnípedos predomina *Anisakis*, mientras que en cetáceos el más abundante fue *Pseudoterranova*.

A pesar del bajo número de animales analizados, se destaca la amplia variedad de parásitos identificados. Por otra parte, la elevada carga parasitaria presente en algunos animales unida al elevado potencial patógeno de muchos de ellos, apunta a los parásitos como una causa probable del varamiento y/o muerte de estos mamíferos marinos.

Palabras clave: Cetáceo, Galicia, mamífero marino, parásito, pinnípedo, varamiento

Abstract

It is known the term “stranding” like that event where a single or a group of marine animals, alive or dead, run aground at land without the possibility of returning to the sea by themselves. In the Galician autonomous region, the stranding’s assistance, just as the process of datum and samplings of these marine species are carrying through by the organization “Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños” (CEMMA), who is responsible for the recuperation of those ill or injured animals. Marine mammals’ parasite fauna depends on their dependence’s degree with the land, watching a clear difference between pinnipeds and cetaceans, being the last one totally independent of the land. However, marine mammals’ parasites have been little studied due to the difficulty to obtain samples and the limited and fragmented information existing.

In this study, samples sent by CEMMA of six marine mammals were analysed, four pinnipeds (*Halichoerus grypus*) and two cetaceans (*Phocoena phocoena* and *Stenella coeruleoalba*) stranded along the Galician shore between January 2018 and March 2019. A total of ten genus were identified: seven helminths of the order Nematoda (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*, *Otostrongylus*, *Parafilaroides*, *Crassicauda*, *Stenurus*), one of the order Cestoda (*Phyllobothrium*), and two arthropods, a mite (*Halarachne*) and an epibiont cirriped (*Xenobalanus*). Results prove that the parasite’s distribution depends on the kind of host. In this sense, the genus *Otostrongylus*, *Parafilaroides* and *Halarachne* affecting the respiratory system were identified in pinnipeds; while in cetaceans there were *Crassicauda* in mammary gland *Stenurus* in auditory tube, *Phyllobothrium* in subcutaneous fat and *Xenobalanus* on the skin. Anisakids (*Anisakis*, *Pseudoterranova* and *Contracaecum*) are the only parasites detected in this study that affect both pinnipeds and cetaceans. The distribution of the different anisakids’ genus change according to the host; in this way, in pinnipeds predominates *Anisakis*, while in cetaceans the most abundant genus was *Pseudoterranova*.

Despite the low number of animals analysed, it is remarkable the high variety of parasites identified. On the other hand, the high number of parasites present in some animals and the high pathogenic potential of many of them, targets parasites as a probable cause of stranding and/or death of these marine mammals.

Key words: Cetacean, Galicia, marine mammal, parasite, pinniped , stranding

ÍNDICE

Resumo.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
ÍNDICE.....	6
1. Introducción	7
1.1. Varamientos de mamíferos marinos en las costas del noroeste español	7
1.2. Principales parásitos de los mamíferos marinos y repercusiones sanitarias	9
1.2.1. Parásitos del tracto digestivo	10
1.2.2. Parásitos del aparato respiratorio	13
1.2.3. Parásitos tisulares.....	17
1.2.4. Parásitos de los órganos sensoriales.....	21
2. Objetivos.....	23
3. Material y métodos.....	24
3.1. Animales muestreados	24
3.2. Procesado de las muestras	25
4. Resultados y discusión.....	26
4.1. Parásitos del tracto digestivo	27
4.2. Parásitos del aparato respiratorio	37
4.3. Parásitos tisulares.....	40
4.4. Parásitos de los órganos sensoriales.....	43
5. Conclusiones	44
6. Bibliografía.....	45

1. Introducción

Los mamíferos marinos son aquellos mamíferos que se han adaptado, a lo largo de la evolución, a la vida en el mar o que dependen de este para su alimentación. En general poseen un tamaño mayor que el de los mamíferos terrestres, cuerpo hidrodinámico, adaptaciones para la termorregulación y modificaciones en sus apéndices. Se trata de un grupo de alrededor de 130 especies que pertenecen a 3 órdenes distintos: Carnívora en el que se encuentran los pinnípedos (focas, morsas y otarios o leones marinos), algunas especies de nutrias y el oso polar; Sirenia (manatíes y dugondos) y Cetacea. Este último orden desarrolla todo su ciclo vital en el medio acuático y se subdivide en dos subórdenes, misticetos (ballenas) y odontocetos (delfines, marsopas, zifios, etc.), en función de su anatomía y tipo de alimentación. Los misticetos presentan placas de queratina denominadas “barbas” en el maxilar superior que les permiten filtrar el plancton del agua. Por el contrario, los odontocetos poseen dientes tanto en el maxilar superior como inferior; se alimentan de peces y cefalópodos y, además, presentan estructuras anatómicas relacionadas con la ecolocalización.

1.1. Varamientos de mamíferos marinos en las costas del noroeste español

El término varamiento se refiere a aquel evento en el que un animal marino o un grupo de ellos, tanto vivos como muertos, encallan en tierra sin posibilidad de volver al mar por sus propios medios. Se denomina “varamiento vivo” cuando el animal se encuentra con vida en la orilla o cuando el examen *post-mortem* determina la existencia de funciones vitales en el momento de llegar a tierra (McGovern y col., 2018). Se habla de “varamiento masivo” cuando aparecen en un mismo espacio y tiempo dos o más ejemplares de la misma especie y que no se corresponden con madre y cría. Las causas que provocan varamientos masivos son prácticamente desconocidas, si bien existen varias hipótesis entre las que se encuentran las variaciones oceanográficas o meteorológicas, errores de orientación por irregularidades geomagnéticas o causas antropogénicas como interacciones con actividades de pesca, ejercicios navales, sondeos sísmicos, etc. En este sentido, podemos destacar que existen algunas áreas (Nueva Zelanda, Australia o Hawái) en las que son frecuentes los varamientos masivos, debido a la existencia de discontinuidades geomagnéticas o corrientes inusuales que influyen indirectamente en los patrones de varamientos. La mayor incidencia de este tipo de varamientos en ciertas especies puede ser achacada, en mayor o menor grado, al elevado grado de cohesión social de las manadas (Martin y col, 1987).

A nivel mundial, los varamientos más frecuentemente registrados son aquellos en los que aparece un único animal sin vida. Por lo general, tienen lugar cuando animales enfermos se aproximan a la costa para resguardarse del posible ataque de depredadores, o bien cuando mueren mar adentro y son posteriormente arrastrados hasta la costa por las corrientes marinas o las mareas (Odell, 1987). Generalmente, se considera que la muerte es producto de causas naturales entre las que destacan las parasitosis, infecciones y neoplasias, pero también puede tener un origen antropogénico, como capturas accidentales, enredos en redes de pesca, ingestión de anzuelos, plásticos, así como exposición a altos niveles de contaminantes o explosiones (Caracappa y col., 2018). No obstante, en la mayor parte de los casos el estudio *post-mortem* no determina de forma fidedigna la causa de la muerte del animal.

En Galicia, en el año 1992 se fundó la ONG “Coordinadora para o Estudo dos Mamíferos Mariños (CEMMA)”, que en 1999, gracias a convenios con la Dirección Xeral de Patrimonio Natural de la Xunta de Galicia, se convirtió en la institución responsable de asistir a los varamientos en la costa gallega, estudios poblacionales, gestión del banco de muestras obtenidas de estas especies y recuperación de animales enfermos o heridos (CEMMA web , s.f.). Esta coordinadora también participa en la redacción de los planes de conservación de las especies más amenazadas para las administraciones autonómica y estatal, así como en actividades (cursos, exposiciones, etc.) para la divulgación y formación sobre mamíferos marinos y tortugas de Galicia.

Los datos procedentes de los varamientos constituyen una fuente inestimable de información para la realización de estudios demográficos y para muchos mamíferos marinos, suponen la única referencia disponible (Saavedra, 2018).

Según los datos de CEMMA, desde el año 1990 se han atendido más de 6300 mamíferos y tortugas marinas en las costas gallegas, apreciándose un incremento considerable con el paso del tiempo. En 2018 se registró la cifra más alta, con un total de 346 varamientos. Tal y como se recoge en la Tabla 1, la mayoría de los varamientos son de delfín común (50%), seguidos de tiburón azul (11,8%), delfín mular (6,9%) y listado (6,1%).

Tabla 1: Datos de varamientos en Galicia en 2018 (Fuente: CEMMA)

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO	%
Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	173	50
Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>	24	6,9
Delfínidos no identificados	-	8	2,3
Marsopa común	<i>Phocoena phocoena</i>	16	4,6
Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>	21	6,1
Calderón común	<i>Globicephala melas</i>	5	1,4
Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>	4	1,2
Rorcual aliblanco	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	2	0,6
Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>	1	0,3
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	1	0,3
Misticetos no identificados	-	4	1,2
Zifio cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	1	0,3
Cachalote pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	1	0,3
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	17	4,9
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	1	0,3
Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>	2	0,6
Nutria europea	<i>Lutra lutra</i>	14	4,0
Tiburón peregrino	<i>Cethorinus maximus</i>	3	0,9
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	41	11,8
Tiburón cailón	<i>Lamna nasus</i>	1	0,3
Águila de mar	<i>Myliobatis aquila</i>	1	0,3
Pez luna	<i>Mola mola</i>	5	1,4
	TOTAL	346	100

Además, en Galicia, una tercera parte de los cetáceos varados presentan lesiones compatibles con la captura accidental en distintas artes de pesca.

1.2. Principales parásitos de los mamíferos marinos y repercusiones sanitarias

Muchas especies de mamíferos marinos están colocadas en la cúspide de las cadenas alimenticias marinas, funcionando como reguladores del ecosistema e indicadores del grado de salud de los ecosistemas marinos.

La parasitofauna de los mamíferos marinos está condicionada por su grado de dependencia con el medio terrestre, así una gran parte de los parásitos de los pinnípedos que necesitan pasar parte de su vida sobre tierra para reproducirse, están relacionados filogenéticamente con los de los carnívoros terrestres (Anderson, 1984), si bien también albergan formas parasitarias de reciente adquisición. Por el contrario, la mayoría de los cetáceos que llevan una vida pelágica, totalmente independiente del ecosistema terrestre, albergan una serie de familias de helmintos que parasitan de forma exclusiva a este orden (Nasitremitidae, Crassicaudidae, etc.), poniendo en evidencia el gran aislamiento ecológico-evolutivo de estos hospedadores con respecto a los mamíferos terrestres. Por lo tanto, los parásitos son marcadores muy útiles, aportando

información, no solo actual sino histórica, sobre la ecología, filogenia y biogeografía del hospedador (Romero y col., 2014).

En general, la parasitofauna de los mamíferos marinos ha sido poco estudiada, por lo que los datos disponibles son escasos. Esto se debe principalmente a la dificultad para obtener ejemplares para su estudio, de modo que la información se limita, principalmente a la obtenida a partir de estudios puntuales de unos pocos animales varados o capturados accidentalmente (Balbuena, 1991)

Los daños provocados por los parásitos dependerán de la especie implicada, localización anatómica, estadio y carga parasitaria, además de los factores ligados al propio hospedador como pueden ser la especie animal, edad o estado inmunitario (Gazzonis y Merella, 2012). Asimismo, las lesiones producidas por los parásitos en sus hospedadores pueden favorecer la entrada de bacterias u hongos dando lugar a infecciones secundarias y complicaciones que pueden llegar a provocar la muerte del animal.

1.2.1. Parásitos del tracto digestivo

Entre los parásitos más frecuentes del aparato digestivo de los mamíferos marinos se encuentran los nematodos anisákidos. La familia Anisakidae abarca un gran grupo de parásitos entre los que se incluyen los géneros *Anisakis*, *Pseudoterranova* y *Contracaecum* que, además de perjudicar a los animales marinos, que actúan como hospedadores definitivos (23 especies de cetáceos y 11 de pinnípedos), pueden provocar la anisakidosis humana. Esta zoonosis parasitaria es producida por la ingestión de larvas de tercer estadio al consumir pescado infectado crudo o insuficientemente cocinado, dando lugar a un cuadro digestivo/alérgico que puede llegar a provocar la muerte (Pereira, 2001).

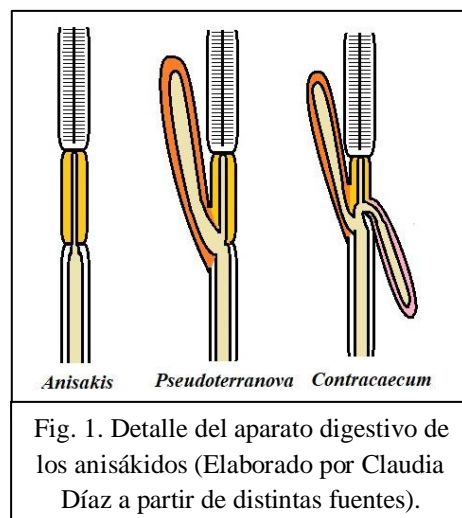
Estos nematodos presentan una **distribución** cosmopolita (Lunneryd y col., 2015) que se extiende desde aguas templadas hasta polares, viéndose limitada su extensión únicamente a aquellas zonas de baja salinidad en las que sus hospedadores intermediarios (HI) no pueden sobrevivir (Blažeković y col., 2015) y la eclosión de sus huevos y supervivencia de sus larvas se ve muy limitada (Lunneryd y col., 2015).

Los cetáceos y pinnípedos albergan en su estómago larvas en tercer (L-III) y cuarto estadio (L-IV), así como adultos, tanto inmaduros como maduros sexualmente. Hay que destacar que el estómago de los cetáceos es policavitario, posee 4 cámaras o compartimentos: anterior (no glandular), principal, conector y pilórico (glandulares). Romero y col. (2014) observaron que, por ejemplo, *Anisakis simplex* se restringe casi exclusivamente a la primera cámara glandular

(principal) posiblemente por una estrategia de apareamiento o debido a que sus requisitos nutricionales no son satisfechos en el resto del órgano.

El **ciclo biológico** es indirecto, siendo bastante similar para los tres géneros. Las principales diferencias residen en los mamíferos marinos que actúan como hospedadores definitivos (HD). Los tres géneros se pueden encontrar tanto en cetáceos como pinnípedos, pero será en los primeros en los que predominen las formas adultas de *Anisakis* spp. y las larvarias de *Pseudoterranova* spp. y *Contracaecum* spp., mientras que en pinnípedos ocurre lo contrario (Dailey, 2007). Las hembras parásitas producen huevos con forma elíptica y envoltura gruesa que son eliminados, sin embrionar, junto con las heces del hospedador al medio acuático. Posteriormente, embrionan y en su interior se desarrollan las L-I y L-II, momento en el que se produce la eclosión. Las L-II libres son ingeridas por pequeños crustáceos que actúan como hospedadores intermediarios y en los que se desarrollan las L-III infectantes. Hay que señalar que un HD raramente se infecta en este punto del ciclo, a no ser que su dieta se base exclusivamente en pequeños crustáceos. Es por ello que, para facilitar la transmisión hasta sus hospedadores finales, se intercalan uno o varios hospedadores paraténicos entre los que se encuentran diversas especies de peces y cefalópodos. Estos ingieren las larvas III que se liberan en su tracto digestivo y migran hacia las vísceras y tejido muscular, donde se encapsulan y mantienen su capacidad infectante hasta ser consumidas finalmente por los mamíferos marinos. Los hospedadores de transporte o paraténicos contribuyen a la dispersión tanto espacial como temporal del parásito en el medio, además de aumentar el número de especies hospedadoras, lo que, en ocasiones resulta imprescindible para la transmisión al HD, ya que este no se alimenta directamente del HI (Pereira, 2001).

Los **criterios morfológicos** más frecuentes para diferenciar *Anisakis* spp, *Pseudoterranova* y *Contracaecum* spp son el tamaño y forma del ventrículo esofágico y la presencia o ausencia de apéndice ventricular y ciego intestinal (Dailey, 2007), tal y como se representa en la Figura 1. *Anisakis* spp posee un tubo digestivo simple y su ventrículo es elíptico o cilíndrico. *Pseudoterranova* spp presenta un ciego intestinal en la dirección anterior del cuerpo. El tubo digestivo de *Contracaecum* spp. es más complejo, con un tubo ventricular en dirección caudal y un ciego intestinal en dirección craneal. Esta diferenciación morfológica es relativamente útil cuando los nematodos son adultos ya que las larvas se encuentran menos diferenciadas.



Se caracterizan, además, por su color blanquecino (excepto *Pseudoterranova* spp que es de color amarillo-rojizo); presentan una cutícula fina estriada transversalmente y tres labios bilobulares alrededor de la apertura bucal, siendo los de *Pseudoterranova* los más prominentes.

Para establecer el estadio de desarrollo de estos nematodos, se valorará la presencia de diente de penetración en el extremo anterior (característico de las L-III), mucrón (apéndice en extremo posterior presente según especie y estadio larvario) y desarrollo de los labios. En cuanto al sexaje, los machos presentan una cola cónica con dos espículas esclerotizadas y papilas pre- y postcloacales y en las hembras se puede apreciar la vulva preecuatorial junto con las gónadas y en ocasiones, huevos esféricos, de pared lisa, sin embrionar. El desarrollo de técnicas moleculares para la identificación de las diferentes especies de anisákidos permite una identificación más precisa y fiable que la identificación morfológica.

Los principales **mecanismos patogénicos** que poseen los anisákidos para provocar daños en el aparato digestivo de mamíferos marinos incluyen una acción mecánica debida a la penetración del parásito en el tejido que además limita su función glandular; acción expoliadora de parte de los nutrientes del animal e inmunosupresora en la que juegan un papel muy importante productos de excreción/secreción entre los que destacan las enzimas hidrolasas liberadas por los adultos y larvas IV (Zuo y col., 2018). Infestaciones leves por estos nematodos en escasas ocasiones revelan signos clínicos. Sin embargo, sí que se pueden encontrar lesiones debido a la presencia de los ejemplares en los distintos compartimentos estomacales, tanto libres en la luz como unidos a la mucosa, pudiendo producir nódulos (puntos de alimentación y mudas) que evolucionan a úlceras activas o curativas. La principal diferencia entre estos dos tipos de úlceras es la presencia o ausencia de parásitos viables y el grado de fibrosis presente (Kuzmina y col., 2014). Según un estudio llevado a cabo por Abollo y col. (1998), en el Noroeste de España las lesiones ulcerativas en los estómagos de los cetáceos varados, estaban principalmente asociadas a la presencia de *Anisakis simplex*. Además, en infecciones graves pueden llegar a provocar hemorragias, inflamación, abscesos, proliferación y granulación tisular, e incluso perforación de la pared con la consecuente peritonitis y muerte. Entre las principales lesiones anatomopatológicas encontradas están la gastritis catarral o linfocítica y formaciones nodulares con fragmentos de cutícula parasitaria en su interior e infiltrados de células inflamatorias entre las que se encuentran macrófagos, linfocitos, neutrófilos y, ocasionalmente, eosinófilos y células gigantes multinucleadas (Kuzmina y col., 2014).

La **prevalencia** y biodiversidad de los anisákidos en los mamíferos marinos pueden sufrir variaciones temporales para una misma ubicación y especie hospedadora a consecuencia de diferencias en la distribución geográfica de los hospedadores, cambios en las poblaciones, comportamiento, hábitos alimentarios, etc. De acuerdo con Stobo y col. (2002) existe una relación

inversa entre la edad de los hospedadores y la abundancia de los parásitos, siendo los más jóvenes los más afectados. Esto podría ser debido a los cambios de dieta en función de la edad (cambio de preferencias por sabor, tamaño, etc.) o desarrollo de cierta resistencia inmunológica a los anisákidos. Existen pocos datos sobre la prevalencia de anisákidos en mamíferos marinos en las costas gallegas. Uno de ellos es el realizado por Abollo y col. (1998) que reveló que el 73% de los cetáceos varados en el noroeste de España presentaban infestación por anisákidos.

Aunque menos frecuentes, en el aparato digestivo de los mamíferos marinos se pueden encontrar otros nematodos como *Uncinaria* que pueden provocar alta mortalidad en las crías de pinnípedos al provocar una grave enteritis hemorrágica y anemia (Dailey, 2007). También se pueden hallar trematodos de diferentes géneros, siendo el más común *Pricetrema*, quien a pesar de provocar irritación no supone un riesgo grave para la salud de sus hospedadores.

Los acantocéfalos de los géneros *Corynosoma* y *Bolbosoma* pertenecientes a la familia Polymorphidae se encuentran parasitando el tracto digestivo, pero tampoco resultan muy dañinos para sus hospedadores.

En relación con los cestodos adultos habituales en el tracto gastrointestinal de los mamíferos marinos se describen ejemplares de las familias Tetrabothriidae y Diphylobothriidae, siendo *Strobicephalus triangularis* la especie más patógena en cetáceos debido a que penetran en la pared del colon, produciendo úlceras necróticas.

1.2.2. Parásitos del aparato respiratorio

En mamíferos marinos, la neumonía es una causa importante de morbilidad y mortalidad, y puede tener etiologías muy diversas. Los mamíferos marinos son animales muy expuestos a las infecciones por parásitos pulmonares, ya que las larvas infectantes se encuentran en los peces e invertebrados marinos que forman parte de su dieta habitual. Asimismo, se han descrito neumonías virales, micóticas y bacterianas, estas últimas casi siempre secundarias a infecciones parasitarias masivas (Gonzales-Viera y col., 2011).

Mayoritariamente las neumonías de origen parasitario son provocadas por parásitos que se localizan en las vías respiratorias bajas (árbol bronquial y pulmones). En los odontocetos existen diferentes **nematodos pulmonares** causantes de neumonías graves que pueden llegar a causar una alta mortalidad. Algunas de estas especies son *Pseudalius inflexus*, *Torynurus convoltus*, *Halocercus invaginatus* o *Stenurus* spp, todas ellas con localizaciones distintas dentro del propio aparato respiratorio (Lehnert y col., 2010). *Stenurus* spp incluso puede llegar a invadir los senos craneales y ampollas timpánicas de marsopas o calderones (véase apartado 1.2.4.). En pinnípedos,

en cambio, se han descrito 7 especies de nematodos metastrongiloideos, siendo las más frecuentes *Otostrongylus circumlitus* y *Parafilaroides decorus*.

Otostrongylus circumlitus (Familia Crenosomatidae) es un nematodo de gran tamaño que se localiza en la tráquea, bronquios y bronquiolos, aunque también se puede encontrar en arterias pulmonares y ventrículo derecho. *Parafilaroides decorus* es un nematodo de la Familia Filaroidae de pequeño tamaño localizado en la luz bronquiolar y en los alveolos pulmonares (tejido pulmonar).

Ambos parásitos tienen una distribución circumpolar (zonas árticas) y holártica, es decir, limitada al hemisferio Norte y que abarca el Norte de África, Eurasia y Norteamérica (Measures, 2001). Su **ciclo biológico** es indirecto, la infección de los HD sucede tras la ingestión de un HI con larvas de tercer estadio (estadio infectivo), como pueden ser peces bentónicos. Dichas larvas alcanzan el tejido pulmonar a través de la circulación portal o linfática y arterias pulmonares. Una vez desarrollados los nematodos adultos en los bronquios, las hembras ovovivíparas, liberan las L-I que ascienden pasivamente gracias a la acción mucociliar por el árbol bronquial. Una vez en la faringe, son deglutidas y finalmente excretadas con las heces al medio acuático donde son ingeridas por los HI; tras penetrar en la pared del intestino, se encapsulan en la serosa y alcanzan el estadio infectante (Piché y col., 2013).

En cuanto a la **morfología**, los adultos de *O. circumlitus* son nematodos de gran tamaño, si bien éste varía en función de su localización (Leidenberger y Boström, 2009), siendo mucho mayores aquellos que se encuentran en la luz bronquial (hembras: 110-140mm/machos: 90-115mm de longitud) que los situados en la arteria pulmonar (hembras: 40-75mm / machos: 45-65 mm de longitud). La cutícula es transparente, finamente estriada y ligeramente más ancha a nivel del poro excretor. El extremo anterior es romo, sin labios en la apertura oral, pero con un anillo interior con seis papilas y uno exterior con cuatro. La cavidad bucal es poco profunda y ancha, con paredes esclerotizadas. Su faringe es corta y musculosa y se encuentra rodeada en su mitad anterior por un anillo nervioso. El poro excretor se puede localizar ligeramente anterior o posterior al anillo nervioso. En relación a los machos, cuentan con un par de espículas, simétricas, marronáceas, cortas y robustas y el gubernáculo es pequeño y ovalado. La bolsa copuladora está muy desarrollada y sustentada por numerosas costillas. En el caso de las hembras, su aparato reproductor es didelfo (útero dividido en dos) y opistodelfo (gónadas dirigidas hacia el extremo posterior); es habitual encontrar huevos intrauterinos bajo el microscopio óptico. La vulva consiste en una hendidura transversal localizada en la parte posterior del nematodo. El ano es una hendidura transversal y la cola posee una papila terminal y fasmidios laterales.

La morfología de los adultos de *P. decorus* está menos descrita y en la mayoría de las ocasiones es necesario realizar un estudio microscópico del tejido pulmonar debido a su localización y pequeño tamaño (Leidenberger y Boström, 2009).

Las L-III de *O. circumlitus* presentan una longitud de 785-1007 μ m, mientras que las de *Parafilaroides decorus* alcanzan tan solo las 329-384 μ m.

Acción patógena: *O. circumlitus* afecta principalmente a focas jóvenes menores de un año de edad que se infectan tras el destete (3-4 meses), cuando comienzan a consumir sus propias presas sin criterios de selección y sin protección inmunológica. Sin embargo, en caso de odontocetos como las marsopas, los nematodos parásitos se van acumulando con la edad produciendo infecciones crónicas que no llegan a provocar por sí mismos la muerte del animal. Estas diferencias se deben a que estas especies son destetadas entre 8 y 10 meses más tarde de lo que lo hacen las focas y su inmunidad protectora es mayor (Ulrich y col., 2016). El cuadro clínico provocado por los nematodos pulmonares en pinnípedos es muy similar a la provocada por los parásitos específicos de odontocetos. Si las infecciones son leves, pueden pasar desapercibidos, pero a medida que se agrava, puede provocar debilidad, emaciación, dificultad respiratoria, toses tras periodos de intensa actividad, pelo sin brillo, deshidratación, crecimiento más lento, disminución de la duración y profundidad de inmersión, pudiendo provocar incluso la muerte (Dailey, 2007). En ocasiones, puede cursar con septicemia o vasculitis asociada a la migración de las larvas. También existen estudios que revelan que en los elefantes marinos provocan coagulación intravascular diseminada sufriendo un cuadro clínico de epistaxis, formación de hematomas, hipofibrinogenemia, trombocitopenia y tiempos de coagulación aumentados (De Groote, 2007).

Las lesiones provocadas se describen a partir de animales varados y dependerán tanto de la intensidad de la infección, como de la susceptibilidad del hospedador. Generalmente se encuentra excesiva producción de moco en las vías respiratorias, calcificación distrófica, necrosis asociada a la migración larvaria, abscesos pulmonares, arteritis pulmonar, etc. (Piché y col., 2013). Igualmente, en función del parásito implicado, se describen con más frecuencia unas u otras lesiones: como por ejemplo bronconeumonía, pleurobronconeumonía, bronquitis o bronquiolitis obstructiva en infecciones por *O. circumlitus* y neumonía en diferentes grados, desde supurativa a granulomatosa severa, con *P. decorus* (Gonzales-Viera y col., 2011). Los daños asociados a *O. circumlitus* son debidos a que se encuentran profundamente anclados en el tejido peribronquial (5-10 mm de profundidad), mientras que su extremo posterior está libre en la luz de los bronquios y bronquiolos (Measures, 2001).

La **prevalencia** de *O. circumlitus* se debe estimar con cautela ya que depende de múltiples factores, como la localización geográfica, especie involucrada y, sobre todo, la edad de los

animales. La prevalencia de *Parafilaroides decorus* también varía mucho en función de la ubicación y especie de pinnípedo afectado, con un rango entre un 8-88% en los animales varados (Measures, 2001).

En las **vías aéreas altas** de los mamíferos marinos se pueden encontrar ácaros que pertenecen a la familia Halarachnidae. Se trata de endoparásitos obligatorios que se encuentran en la cavidad nasal y que pertenecen a dos géneros: *Halarachne* spp. que afecta a fócidos (focas) y mustélidos (nutrias marinas) y *Orthalarachne* spp. que parasita a otáridos (lobos y leones marinos) y odobénidos (morsas) (Reckendorf y col., 2019). Los adultos de *Orthalarachne attenuata* se localizan en la nasofaringe, mientras que los de *O. diminuta* lo hacen en bronquios y bronquiolos y las larvas de ambas especies se encuentran en coanas y nasofaringe (De Groot, 2007).

Alonso-Farré y col. (2012) han descrito la presencia de *Halarachne halichoeri* en focas grises (*Halichoerus grypus*) varadas en la costa gallega con una prevalencia del 76%. Entre los animales positivos, un 68,4% presentaron una carga moderada, mientras que un 31,6% poseían una carga parasitaria elevada. *Halarachne halichoeri* presenta una distribución geográfica bastante amplia, sin embargo en Europa solo existen registros en Gran Bretaña, Países Bajos, costa noroeste de España y recientemente en Alemania (Rolbiecki y col., 2018).

Este ácaro solo se ha encontrado en la foca gris hasta el momento, pero no se descarta que se encuentren otras especies de fócidos. En España se considera que *H. halichoeri* es la causa principal de infecciones en las vías respiratorias altas de focas juveniles (Alonso-Farré y col., 2012).

Los adultos de *H. halichoeri* se ubican habitualmente en la mucosa nasofaríngea y pulmonar y sus larvas en los cornetes nasales alimentándose de la mucosa. Los adultos se caracterizan por poseer una cutícula lisa con un escudo dorsal prominente que mide unas 1200µm, más ancho en su parte anterior. El idiosoma mide unas 2800 µm y tiene una forma subcilíndrica con un estrechamiento en el extremo anterior del opistosoma. Las ocho extremidades finalizan en una pinza grande e inmóvil y poseen setas. Las larvas son más pequeñas, presentan un idiosoma con forma elíptica (longitud 1200 µm), extremidades con las setas dispuestas como en los adultos y pinza en el tarso II y III. Poseen setas adanales y postanales, siendo estas últimas más largas (Alonso-Farré y col., 2012).

La transmisión del ácaro se realiza de forma horizontal, bien por contacto directo o mediante estornudos y tos que diseminan las larvas hexápodas, localizadas comúnmente en las secreciones nasales y en el pelaje del rostro. El **ciclo biológico** es directo e incluye varios estadios de desarrollo que incluyen una larva hexápoda de vida libre, muy resistente y móvil, seguida de una

larva octópoda de baja actividad y de corta vida que muda a protoninfa y deutoninfa, y finalmente adultos inmóviles (Alonso-Farré y col., 2012). Por lo general, se considera que el número de larvas es mayor al de adultos en un mismo hospedador, sin embargo, existen teorías sobre la emigración *postmortem* de las fases larvarias lo que ocasionaría una disminución en los valores de prevalencia e intensidad registrados (Rolbiecki y col., 2018).

H. halichoeri se encuentra adherido a la mucosa nasofaríngea provocando abundante secreción nasal en el tracto respiratorio superior, así como estornudos, tos, prurito facial, temblores de cabeza y falta de aliento (Rolbiecki y col., 2018). Puede llegar incluso a formar nódulos en los cornetes nasales que obstruyen el paso del aire (Reckendorf y col., 2019), afectando gravemente a la respiración. Los síntomas son proporcionales con la carga parasitaria, de modo que una gran infestación puede causar faringitis histiocítica, obstrucción bronquial, colapso pulmonar o edema, pudiendo llegar incluso a la muerte (agravado por infecciones bacterianas secundarias (Alonso-Farré y col., 2012). Entre las lesiones provocadas destacan la hiperemia e inflamación (sinusitis, rinitis), pero también se debe incluir necrosis profunda de la mucosa, erosiones epiteliales superficiales, hiperplasia de glándulas mucosas epiteliales, fibrosis, infiltrado linfoplasmocítico, bronconeumonía, etc.

1.2.3. Parásitos tisulares

Tejido subcutáneo: Entre los parásitos que se localizan en el tejido subcutáneo de mamíferos marinos destacan las fases larvarias de cestodos pertenecientes a la familia Phyllobothriidae, aunque también se pueden encontrar nematodos de *Crassicauda* spp. (Dailey, 2007). Dentro de la familia Phyllobothriidae, las formas larvarias merocercoides de *Phyllobothrium delphini* y *Monorygma grimaldii* infectan numerosas especies de cetáceos, especialmente odontocetos que actúan como HI. Mientras que el primero se encuentra preferiblemente en la grasa subcutánea de la región perigenital, llegando hasta la base de la aleta dorsal y pedúnculo caudal en ejemplares muy parasitados, el segundo invade el peritoneo y mesenterio de la cavidad abdominal (Lehnert y col., 2017). Poseen una distribución cosmopolita, con casos descritos en el océano Atlántico, Pacífico, Antártico, mar Mediterráneo, etc. A pesar de su amplia distribución, existe cierta segregación de las poblaciones, siendo escasa su presencia en especies costeras, y muy común en especies de mar abierto.

Morfología: Tanto *P. delphini* como *M. grimaldii*, presentan un escólex con una ventosa apical y cuatro botridios con una ventosa accesoria. Los merocercoides del grupo *delphini* (5-10mm de diámetro) se caracterizan por poseer un escólex tras una invaginación corta y gruesa además de los bordes de los botridios festoneados. Los del grupo *grimaldii* (20-40 mm de

diámetro), muestran el escólex al final de una invaginación larga y delgada además de botridios festoneados (Balbuena, 1991).

Aunque el ciclo biológico de estos cestodos no está completamente confirmado, los resultados de diferentes estudios revelan que los mamíferos marinos se infectan por el consumo de peces o cefalópodos con plerocercoides. Posteriormente, los plerocercoides atraviesan las criptas intestinales y alcanzan el torrente sanguíneo y/o linfático que los distribuye hasta su localización final donde se transformarán en merocercoides. En misticetos cuya dieta no incluye peces, la aparición de estas larvas se considera accidental (Aznar y col., 2007). Algunos autores también consideran a los odontocetos y pinnípedos como HI accidentales, sin embargo, Gazzonis y Merella (2012) consideran que las elevadas prevalencias encontradas en algunas especies, demuestra su papel como HI adecuados. Los HD que albergan los cestodos adultos en el intestino, son peces elasmobranchios (tiburones y rayas) y holocéfalos (quimeras) que se infectan ingiriendo carne infectada de cetáceos o pinnípedos tanto por depredación como por carroñerismo (Failla y Le Bas, 2003). Los tiburones normalmente consumen la zona caudoventral de sus presas, que suele corresponderse con los puntos de máxima concentración de merocercoides de *P. delphini* y *M. grimaldii*. De este modo, la localización de los merocercoides en el HI podría considerarse como una estrategia para aumentar la transmisión a sus HD. Además, las larvas pueden proseguir su desarrollo tan pronto alcanzan su HD debido a que durante la etapa de merocercoides, el escólex ya se encuentra completamente desarrollado y en algunos ya han comenzado el proceso de proglotización (Aznar y col., 2007).

En los mamíferos marinos no se han descrito **signos clínicos** asociados a la presencia de los merocercoides, aunque en infecciones de alta intensidad del tejido adiposo subcutáneo puede verse afectada la capacidad natatoria de los animales. En ocasiones se aprecian lesiones derivadas de la destrucción del parásito como reacciones fibrosas y nódulos calcificados (Gazzonis y Merella, 2012), que en raras ocasiones pueden dar lugar a pequeños abscesos.

Uno de los parásitos más frecuentes a nivel tisular pertenece al género *Crassicauda* spp que contiene 12 especies diferentes que parasitan exclusivamente a cetáceos, tanto odontocetos como misticetos, y normalmente afecta a tejidos blandos. Son nematodos que se pueden encontrar en diversas localizaciones: tejido subcutáneo, músculo esquelético, pleura, diafragma, glándula mamaria, próstata, riñón y senos craneales. La localización está determinada por las especies implicadas (Gazzonis y Merella, 2012), así en la musculatura podemos encontrar a *C. fuelleborni*, *C. duguyi* y *C. magna*, en hueso pterigoideo, glándulas mamarias y tejido adiposo subcutáneo a *C. grampicola* y en el sistema urogenital se han descrito *C. boopis*, *C. crassicauda*, *C. anthoni*, *C. delamureana*, *C. costata*, *C. bennetti*, *C. giliakiana* y *C. carbonelli*.

Generalmente los cetáceos más jóvenes, especialmente los recién nacidos, son los más afectados y en algunas poblaciones de misticetos la infestación por *Crassicauda* se considera endémica. Existen estudios que señalan una mayor prevalencia en hembras que machos, asociada a la bajada de las defensas del sistema inmune durante las etapas reproductivas (Domit y col., 2018). A partir de los registros de *Crassicauda* spp en cetáceos en aguas europeas y su ausencia en especies costeras, presupone que su prevalencia está asociada a ciertas especies de peces y cefalópodos que actúan como HI que habitan en mar abierto (Lehnert y col., 2014).

Acción patógena. Estos parásitos se relacionan con erosiones detectadas en el cráneo de ejemplares de la familia Delphinidae, provocadas por la acción de enzimas degradantes de glucosaminoglucanos, ácido hialurónico y sulfatos de condroitina capaces de perforar el hueso (Pascual y col., 2000). Estas lesiones pueden derivar en sinusitis purulenta, osteítis o problemas en la ecolocalización (Balbuena y Simpkin, 2014). Tanto en odontocetos como en misticetos, estos parásitos son la causa principal de fallo renal ya que las colas de los nematodos adultos se disponen hacia los cálices renales provocando su obstrucción; además, su presencia provoca una reacción inflamatoria crónica en los vasos sanguíneos asociados y del propio riñón (Gazzonis y Merella, 2012). La presencia de *Crassicauda* en el músculo provoca miositis intersticial y cuando ocurre en la musculatura asociada a la glándula mamaria, la eyección de leche puede verse afectada. Si el parásito se encuentra en la propia glándula mamaria, existe una reacción inflamatoria granulomatosa con metaplasia escamosa del epitelio, tanto de los alveolos como de los conductos galactóforos, y se reemplaza el tejido dañado por tejido fibroso. Estos cambios celulares tienen un efecto negativo sobre la cantidad y calidad de la leche, afectando al desarrollo del recién nacido y, por lo tanto, al éxito reproductivo. Suárez y col. (2018) señala que en delfines del archipiélago canario es muy frecuente observar mastitis por *Crassicauda* spp, incluso en animales prepúberes en los que la glándula mamaria todavía no está completamente desarrollada. Este autor teoriza sobre la predisposición de este nematodo por el epitelio apocrino en los delfínidos ya que, además de en la glándula mamaria, también aparecen ejemplares en la próstata. Este hecho podría obedecer a una adaptación evolutiva con el fin de mejorar la transmisibilidad a través de fluidos corporales como el semen, leche u orina.

El **ciclo biológico** de *Crassicauda* spp es en gran parte desconocido. Los huevos y larvas se liberan junto con la orina, leche o semen (Dailey, 2007). Se especula con que los cetáceos adultos se infectan por la ingestión de crustáceos que actúan como HI, y las larvas alcanzan su localización definitiva por vía hemática. En el caso de *C. boopis*, nematodo localizado en la pelvis renal de las ballenas, se cree que la infección ocurre a edades muy tempranas durante la lactancia, al consumir leche contaminada con la orina de la madre con los huevos del parásito. Además, se

cree que puede existir transmisión placentaria ya que se han descrito casos de ballenas recién nacidas infectadas (Balbuena y Simpkin, 2014).

En cuanto a la **morfología**, todas las especies se asemejan y presentan un gran tamaño, teniendo que ser identificados por fragmentos encontrados en las diferentes muestras. *Crassicauda magna* (localizada generalmente en la musculatura) posee un extremo anterior redondeado con una cápsula bucal de paredes paralelas esclerotizadas. Los machos presentan una cola roma que finaliza formando dos espirales contiguas, imposibles de desenrollar una vez fijada la muestra. Además, en dicho extremo caudal, se observan dos espículas muy esclerotizadas, de diferente tamaño, siendo la izquierda mayor que derecha (Jabbar y col., 2015).

Tejido cutáneo: los cetáceos albergan numerosos epibiontes, es decir, organismos que viven adheridos a su superficie corporal y que dependen de ellos ya sea para obtener sustento nutritivo como de transporte. Estos epibiontes actúan como comensales oportunistas filtrando partículas comestibles del plancton marino (Ólafsdóttir y Shinn, 2013). Existen numerosas familias de crustáceos epibiontes, pero es la familia Coronulidae y más concretamente el género *Xenobalanus* es el más común en los cetáceos, tanto misticetos como odontocetos, siendo más frecuente en estos últimos. Se trata de un género monoespecífico que engloba una única especie, *X. globicipitis*.

Xenobalanus globicipitis tiene una **distribución** cosmopolita, gran tolerancia termal (Whitehead y col. 2015) y baja especificidad, parasitando a numerosas especies de cetáceos. Sin embargo, no se ha detectado ni en cachalotes ni en zífios debido a sus hábitos de inmersión a grandes profundidades de estos mamíferos, que limita el anclaje de dichos crustáceos (Gazzonis y Merella, 2012). El número de ejemplares por hospedador es muy variable, pudiendo comprender entre uno y cien cirrípedos (Díaz-Aguirre y col., 2012).

Localización: Entre todos los mamíferos marinos, la piel de los cetáceos resulta óptima debido a que es aglandular, alopecica y posee una gruesa epidermis con un estrato córneo queratinizado incompleto. Estos cirrípedos viven adheridos a los bordes de las aletas (dorsal, pectorales o caudal), aunque también se han observado en el rostro y encías de algunos animales. La presencia de *X. globicipitis* en las aletas, altera el patrón de flujo normal alrededor del cuerpo de los cetáceos, incrementando su resistencia al arrastre. Sus características físicas obedecen a adaptaciones para evitar el desprendimiento y permanecer fuertemente unido a su hospedador (Pugliese y col., 2012).

Morfología: *X. globicipitis* mide entre 2,5 y 7,5 cm de longitud y su cuerpo consta de un caparazón y un cuerpo. El caparazón, con forma de estrella y blanquecino, está formado por 6 placas con las que se fija firmemente a la piel del hospedador (Gazzonis y Merella, 2012). El

cuerpo es cilíndrico, alargado, flexible y más estrecho que el caparazón, incrementando su diámetro en la parte delantera. En esta zona se expanden dos cuernos o proyecciones, además de seis pares de cirros, la boca y el pene. Estos órganos se encuentran en el interior del cuerpo y cuando están en uso se exteriorizan. Toda la superficie de *X. globicipitis* es suave y está recubierta por una estructura membranosa negra con tonos violáceos denominada *corium* (Balbuena, 1991).

Ciclo biológico: Se trata de individuos hermafroditas, con ciclos que se repiten cada 5-6 meses sincronizados con la temporada de reproducción del cetáceo parasitado (Díaz-Aguirre y col., 2012). La fertilización es cruzada entre los individuos alojados en el mismo hospedador. El ciclo biológico incluye 6 etapas de vida libre (*nauplius*) y una etapa larvaria final denominada “*cypris*”. Se cree que las dos primeras etapas de *nauplius* ocurren en el interior del adulto progenitor y después se liberan al medio acuático. Los *nauplius* se transforman en *cypris*, lo que supone una serie de modificaciones que le permitan fijarse en la piel de los cetáceos (etapa infectante). Cuando se anclan a la piel del cetáceo, sus glándulas producen cemento, después sufren una metamorfosis que los convierte en adultos y finalmente secretan las placas calcáreas con las que se fijarán fuertemente al hospedador.

Acción patógena: *X. globicipitis* no es especialmente patógeno para sus hospedadores, causando tan solo pequeñas lesiones cutáneas ulcerativas con tejido cicatricial. También pueden actuar como bioindicadores del estado sanitario poblacional, siendo más susceptibles los individuos con un sistema inmune comprometido, que se mueven lentamente o que presentan enfermedades dermatológicas (Gazzonis y Merella, 2012).

1.2.4. Parásitos de los órganos sensoriales

Los cetáceos son completamente dependientes de la “audición” o ecolocalización para llevar a cabo sus actividades vitales y, por lo tanto, cualquier anomalía en la percepción del sonido, puede suponer graves problemas para su supervivencia (Morell y col., 2017).

En estos mamíferos marinos, los senos están rellenos de espuma con una función reflectora del sonido y reguladora de la presión. Tal y como afirma Zylber y col., (2002), la presencia de cuerpos extraños en los senos o en oído interno, como pueden ser parásitos, puede interferir en su ecolocalización limitando tanto la duración como la profundidad de la navegación, la detección de redes u otros objetos en el mar o disminuyendo su capacidad de pesca, con la consiguiente pérdida de condición corporal. Las infecciones parasitarias que afectan a la audición constituyen una de las causas de los varamientos en masa.

Los parásitos descritos en esta localización en los cetáceos pertenecen a la Familia Pseudaliidae que posee una distribución mundial. El género más frecuentemente identificado es

Stenurus cuyas diferentes especies se localizan tanto en los senos craneales como el sistema auditivo; también se han descrito en estas localizaciones *Pseudostenurus sunameri* y, ocasionalmente, *Torynurus convolutus*. Como hospedadores definitivos participan numerosas especies de odontocetos (delfínidos, focénidos, monodóntidos y zífidos). Los mysticetos no resultan hospedadores adecuados debido a su diferente evolución, anatomía, dieta y comportamiento (Gazzonis y Merella, 2012).

El **ciclo biológico y la patogenia** de estos nematodos en los senos o en el oído todavía no se encuentran claramente descritas. Las hembras adultas son vivíparas y producen larvas de primer estadio. Es probable que dichas L-I alcancen la cavidad nasal y oral durante la espiración y que, a partir de aquí, sean expulsadas al exterior por el espiráculo, así como a través del tracto digestivo junto con las heces. Una vez las larvas son ingeridas por el cetáceo (HD), estas penetran por la submucosa del intestino y alcanzan los ganglios linfáticos mesentéricos a través del sistema linfático. A través del torrente sanguíneo llegan a los capilares pulmonares y a los pulmones, donde se convertirán en adultos y su migración hasta los senos craneales/sistema auditivo es desconocida.

Las **características morfológicas** de las distintas especies del género *Stenurus* son bastante similares. La especie más frecuente en odontocetos de la zona noroeste de España es *Stenurus minor*. En cuanto a las características generales de este nematodo, según Arnold y Gaskin (1975) posee un extremo anterior ancho con un estrechamiento posterior, especialmente marcado en los machos. Las paredes de la cavidad bucal son cuticulares, el estoma se encuentra rodeado por un anillo interno con seis papilas cuticuladas y un anillo exterior que consta de numerosas papilas. La longitud de los adultos oscila entre 17-26 mm y los adultos inmaduros, tanto hembras como machos, no sobrepasan los 14mm. Los machos presentan una bolsa copuladora con dos lóbulos laterales con costillas ventrales sin punta bífida y laterales y dorsales con un engrosamiento medial, además de una espícula profunda. Por otro lado, las hembras presentan un extremo posterior interrumpido con protuberancias subterminales. El esfínter vaginal es globoso y los labios anteriores y posteriores de la vulva cuentan con apéndices digitiformes dirigidos hacia el extremo anterior (Arnold y Gaskin, 1975).

Entre las lesiones que provocan están: hemorragia, inflamación crónica no supurativa, engrosamiento de la mucosa de los senos, y en extrañas ocasiones, sinusitis purulenta. Los senos craneales y oídos parecen ser la localización definitiva para los estadios adultos, aunque también pueden alojarse en los pulmones, provocando neumonía granulomatosa (Zylber y col., 2002). Existe poca información sobre los signos clínicos que manifiestan los animales vivos, entre la que podemos incluir: letargia, anorexia, toses por el espiráculo, expectoración mucopurulenta con o sin expulsión de nematodos (Measures, 2001). Existen evidencias (Faulkner y col., 2011) de que

una exposición inicial a *Stenurus minor* puede llegar a estimular una respuesta inmunitaria por parte del hospedador capaz de limitar el número de nematodos adultos, previniendo la aparición de infecciones masivas.

Se han descrito prevalencias por *S. minor* a nivel mundial de entre un 70 y 100% (Faulkner y col., 2011). Los porcentajes registrados en cetáceos adultos resultan superiores a los detectados en individuos jóvenes por lo que, en opinión de Gazzonis y Merella (2012), podría existir una transmisión horizontal a través del consumo de invertebrados y vertebrados. Apoya esta teoría el hecho de que no se observe en animales lactantes Faulkner y col. (2011), de modo que se infectarían una vez que comienzan a consumir sus propias presas.

2. Objetivos

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos en el apartado anterior nos propusimos un trabajo orientado a conseguir los siguientes objetivos:

1. Identificar los parásitos encontrados en mamíferos marinos varados en las costas gallegas.
2. Determinar la prevalencia e intensidad de parasitación de los distintos parásitos encontrados, así como la distribución de los distintos estadios de desarrollo.
3. Valorar el posible impacto de los parásitos encontrados en la salud de sus hospedadores.

3. Material y métodos

3.1. Animales muestreados

Entre febrero de 2018 y marzo de 2019 recibimos muestras procedentes de 6 mamíferos marinos varados en distintos puntos de la costa gallega (Fig. 2). Todos ellos habían sido asistidos o recogidos por la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), que remitió las muestras y nos facilitó los datos correspondientes de cada uno de los animales que aparecen recogidos en la Tabla 2.



Fig. 2: Localización de los animales analizados (Elaborado por Claudia Díaz a partir de diversas fuentes)

Tabla 2. Información de los animales incluidos en el estudio.

Nombre común	Nombre científico	Sexo	Edad	Fecha	Lugar	Muestras remitidas
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	-	-	Febrero 2018	UCI de CEMMA en Nigrán (Pontevedra)	Heces Esputo
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	Macho	-	2018	Valdoviño (A Coruña)	Parásitos de estómago Parásitos broncopulmonares Parásitos de nasofaringe Parásitos de cav. nasal
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	Macho	-	17 enero 2018	O Vicedo (Lugo)	Parásitos broncopulmonares
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	Macho	Cachorro	5 enero 2019	Ribeira (A Coruña)	Parásitos broncopulmonares Parásitos de cav. nasal Contenido estomacal
Marsopa común	<i>Phocoena phocoena</i>	Hembra	Adulto	11 febrero 2018	Ferrol (A Coruña)	Parásitos de tuba auditiva
Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Hembra	Subadulto	8 marzo 2019	Viveiro (Lugo)	Parásitos de estómago Tejido gl. mamaria Tejido subcutáneo Piel

3.2. Procesado de las muestras

Todas las muestras remitidas estaban conservadas en frascos con etanol al 70%. Una vez en el laboratorio, se vació su contenido en placas de Petri para aislar los ejemplares parasitarios que se lavaron en etanol al 50% con el fin de eliminar los restos de tejidos y secreciones que los rodeaban. Una vez aislados y lavados, se almacenaron en recipientes con etanol al 70% hasta su posterior montaje e identificación.

Con las muestras de heces, esputo y contenido estomacal, se realizaron varias preparaciones entre porta y cubreobjetos que se observaron al microscopio óptico (Olympus BH2) a 100 y 200 aumentos con objeto de detectar huevos y/o estadios larvarios. Aquellas larvas encontradas se midieron con un ocular micrométrico Olympus WHK 10X/20L.

Para la preparación de los montajes semipermanentes, los nematodos de menor tamaño (2 cm aprox.) se montaron en una solución de Lactofenol de Amman que, tras un corto periodo de tiempo (2-3 días aproximadamente), aclara los parásitos y permite visualizar sus estructuras internas con mayor nitidez. Los ejemplares debidamente montados, fueron examinados en un microscopio óptico a 40 y 100 aumentos y medidos con ayuda de un calibre medidor.

La identificación de los nematodos de mayor tamaño (> 5 cm) se llevó a cabo en la lupa binocular (Leica EZ4D) a 8-35 aumentos sin montaje previo. En algunos casos fue necesaria la preparación de los extremos anterior y posterior de los nematodos y su montaje en lactofenol para poder proceder a su identificación.

Las formaciones parasitarias albergadas en el tejido subcutáneo se separaron del tejido bajo la lupa binocular a 8 aumentos. Para ello se emplearon pinzas, punzón y una hoja de bisturí con las que fueron exteriorizados y posteriormente se conservaron en etanol al 70%.

En el caso de los ácaros, después del lavado con etanol al 50% bajo la lupa binocular, se procedió a su montaje con DPX y se llevó a cabo su identificación en el microscopio a 40x.

La identificación de los especímenes parasitarios se llevó a cabo con ayuda de la bibliografía existente hasta el nivel de género. En aquellos géneros en los que sólo está descrita una única especie o en aquellos en los que el análisis morfológico nos permitió llegar a nivel de especie, se hace referencia al género y especie.

4. Resultados y discusión

Durante el periodo de estudio hemos recibido y analizado muestras procedentes de seis mamíferos marinos, cuatro pertenecientes al orden Carnivora (Suborden Pinnipedia) y dos pertenecientes al orden Cetacea (Suborden Odontoceti). A pesar de que las costas gallegas constituyen un área en la que son frecuentes los varamientos, en el 90% de los casos se trata de animales muertos que llegan arrastrados por las corrientes y las olas y, en muchas ocasiones el avanzado estado de descomposición de los cadáveres impide su posterior estudio.

En total se han identificado 10 géneros parasitarios (Tabla 3). Siete de ellos son helmintos pertenecientes al orden Nematoda (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*, *Otostrongylus*, *Parafilaroides*, *Crassicauda*, *Stenurus*) y uno al orden Cestoda (*Phyllobothrium*); también se han identificado dos artrópodos, un ácaro del género *Halarachne* y un cirrípedo epibionte (*Xenobalanus*).

Tabla 3. Parásitos identificados en las muestras de mamíferos marinos incluidos en el estudio

Orden/Suborden	Nombre común	Sexo	Edad	Muestras remitidas	Géneros identificados
Carnivora/ Pinnipedia	Foca gris	-	-	Heces	<i>Anisakis</i> <i>Pseudoterranova</i> <i>Contracaecum</i> <i>Parafilaroides</i>
				Espuito	<i>Anisakis</i> <i>Pseudoterranova</i> <i>Contracaecum</i> <i>Parafilaroides</i>
	Foca gris	Macho	-	Parásitos de estómago	<i>Anisakis</i> <i>Pseudoterranova</i> <i>Contracaecum</i>
				Parásitos broncopulmonares	<i>Otostrongylus</i>
				Parásitos de nasofaringe	<i>Anisakis</i> <i>Pseudoterranova</i>
				Parásitos de cavidad nasal	<i>Halarachne</i>
	Foca gris	Macho	-	Parásitos broncopulmonares	<i>Otostrongylus</i>
	Foca gris	Macho	Cachorro	Parásitos broncopulmonares	<i>Otostrongylus</i> <i>Parafilaroides</i>
				Parásitos de cavidad nasal	<i>Halarachne</i>
				Contenido estomacal	<i>Parafilaroides</i>
Cetacea/ Odontoceti	Marsopa común	Hembra	Adulto	Parásitos de tuba auditiva	<i>Stenurus</i>
	Delfín listado	Hembra	Subadulto	Parásitos de estómago	<i>Anisakis</i> <i>Pseudoterranova</i> <i>Contracaecum</i>
				Tej. gl. mamaria	<i>Crassicauda</i>
				Tejido subcutáneo	<i>Phyllobothrium</i>
				Piel	<i>Xenobalanus</i>

La mayor parte de los ejemplares analizados fueron recogidos entre los meses de enero y marzo, época que coincide, en el caso de la foca gris (*Halichoerus grypus*) con el periodo de dispersión de las crías, ya que este pinnípedo se reproduce en invierno en las costas del Reino Unido e Irlanda y, en primavera tras el destete, algunos cachorros acaban en las playas de la costa gallega y cornisa cantábrica después de separarse de su grupo.

A pesar del bajo número de animales analizados, llama la atención la gran variedad de parásitos identificados, incluso en los ejemplares jóvenes, lo que evidencia una elevada exposición de estos mamíferos marinos a distintos parásitos. En general, los géneros detectados en los cetáceos coinciden con los citados en un estudio previo realizado en el noroeste de España por Abollo y col. (1998).

4.1. Parásitos del tracto digestivo

Todos los parásitos digestivos identificados en este estudio (n=293) pertenecían a la Familia Anisakidae y fueron detectados en 3 de los 6 animales muestreados (Tabla 3). Dichos nematodos procedían de muestras de heces y esputo de una foca gris ingresada en las instalaciones de rehabilitación de CEMMA y de nasofaringe y contenido estomacal recogidos tras la necropsia de otra foca gris y de un delfín listado; la media de parásitos por muestra recibida fue de $73,25 \pm 59,28$.

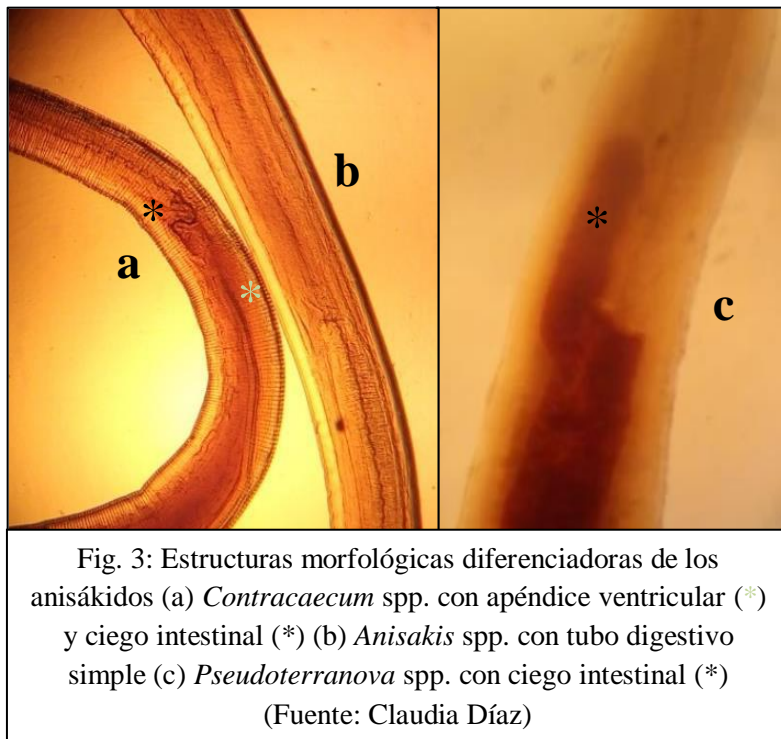
La eliminación espontánea de ejemplares adultos y larvarios de anisákidos tanto en esputo como en heces se produce con relativa frecuencia (Rengifo-Herrera y col., 2014) y en muchos casos se asocia con la presencia de elevadas cargas parasitarias; no obstante, en nuestro caso lo más probable es que estuviera motivada por la reciente administración de un tratamiento antiparasitario con fenbendazol oral (50mg/kg, VO, 3 días) debido a la delicada situación clínica del animal.

El hecho de que estos parásitos se encuentren en el estómago y, en el caso de los cetáceos fundamentalmente en la cámara anterior o principal de este órgano (Romero y col., 2014), podría explicar su presencia en la nasofaringe de uno de los animales muestreados debido a una migración retrógrada producida, probablemente, tras la muerte del animal.

De acuerdo con Stobo y col. (2002) los animales jóvenes se encuentran más intensamente parasitados por anisákidos que los adultos; no obstante, en nuestro caso debido a que solo disponíamos de la edad de uno de los animales positivos, no se pudo valorar la influencia de la edad.

Siguiendo las claves morfológicas de Dailey (2007) para la diferenciación de los distintos géneros de anisákidos, basadas en la presencia o ausencia de apéndice ventricular y ciego intestinal (Fig. 3), todos los nematodos macroscópicos se identificaron como pertenecientes a los

géneros *Anisakis*, *Contracaecum* y *Pseudoterranova*. Estos tres géneros también fueron identificados por Rengifo-Herrera y col. (2014) en fócidos salvajes en La Antártida.

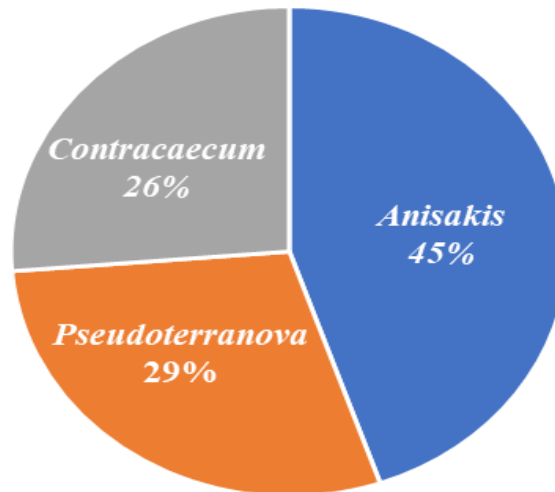


Los anisákidos se encuentran ampliamente distribuidos en los mamíferos marinos y numerosas especies de cetáceos y pinnípedos actúan como hospedadores definitivos. Un estudio realizado por Abollo y col. (1998) reveló que el 73% de los cetáceos varados en el noroeste de España presentaban infestación por anisákidos. Muy similares (76,9%) fueron los porcentajes observados por Rengifo-Herrera y col. (2014) en muestras de heces de fócidos salvajes de la Antártida.

En este estudio, los anisákidos son los únicos parásitos detectados que comparten como hospedadores a pinnípedos y cetáceos. No obstante, debido a las grandes diferencias fisiológicas, morfológicas, etc., entre ambos grupos de mamíferos marinos, los resultados obtenidos con los anisákidos se han analizado de forma independiente para los dos tipos de hospedadores.

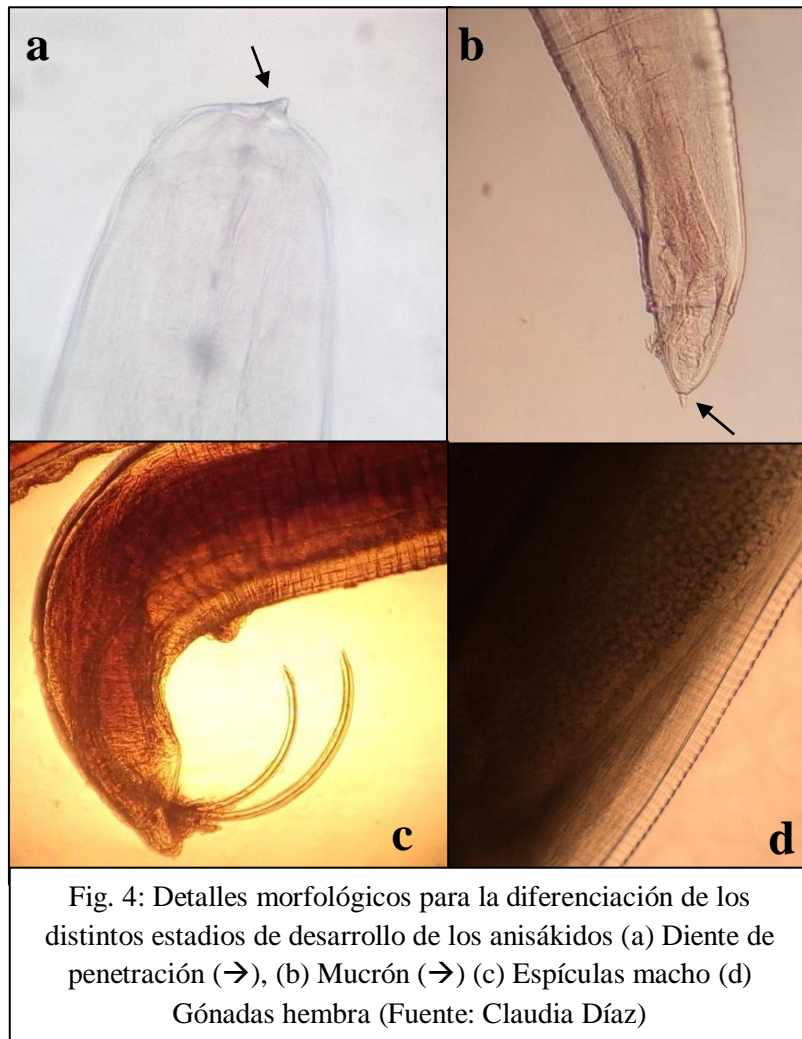
Al analizar la proporción de los distintos géneros de anisákidos en los **pinnípedos**, la mayoría pertenecían al género *Anisakis* (45%), seguido por *Pseudoterranova* (29%) y *Contracaecum* (26%) (Gráfica 1). Los resultados obtenidos son similares a los de Kuzmina y col. (2014) quienes detectaron en focas de California las siguientes prevalencias: *Anisakis* 41%, *Pseudoterranova* 38% y *Contracaecum* 38%. Sin embargo, difieren bastante de los obtenidos en el Mar Báltico por Skrzypczak y col. (2014) donde los anisákidos de distintas especies de pinnípedos muestreados pertenecían principalmente al género *Contracaecum* (59,1%), seguido

por *Pseudoterranova* (31%) y en una proporción minoritaria *Anisakis*. Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones temporales, geográficas, así como de comportamiento de los hospedadores y las rutas migratorias realizan.

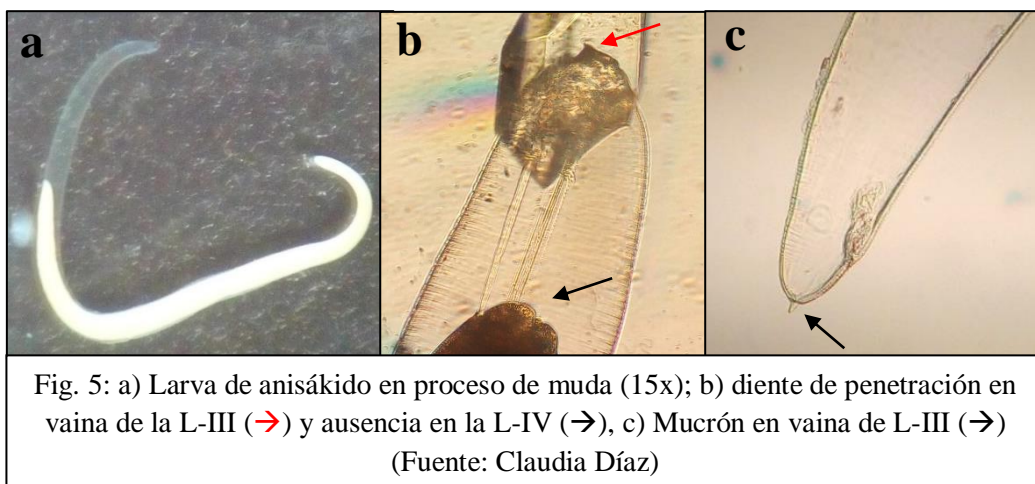


Gráfica 1: Distribución de los géneros de anisákidos en foca gris (*Halichoerus grypus*)

Los mamíferos marinos albergan en su estómago L-III, L-IV, así como adultos, de modo que además de la identificación de los distintos géneros, también se determinó su estado de desarrollo. Para ello se estudiaron las características morfológicas del extremo craneal y caudal de cada nematodo (Dailey, 2007). Así, en la cabeza, el mayor o menor desarrollo de los labios y, la presencia de diente de penetración (Fig. 4a) indica que se trata de una L-III en cualquiera de los tres géneros. En la cola, el mucrón (Fig. 4b) se muestra en las L-III de los géneros *Anisakis* y *Pseudoterranova*, mientras que en *Contracaecum* aparece en las L-IV. En cuanto a los adultos, la diferenciación de los sexos se llevó a cabo en base a la morfología del aparato reproductor (Fig. 4c y 4d).



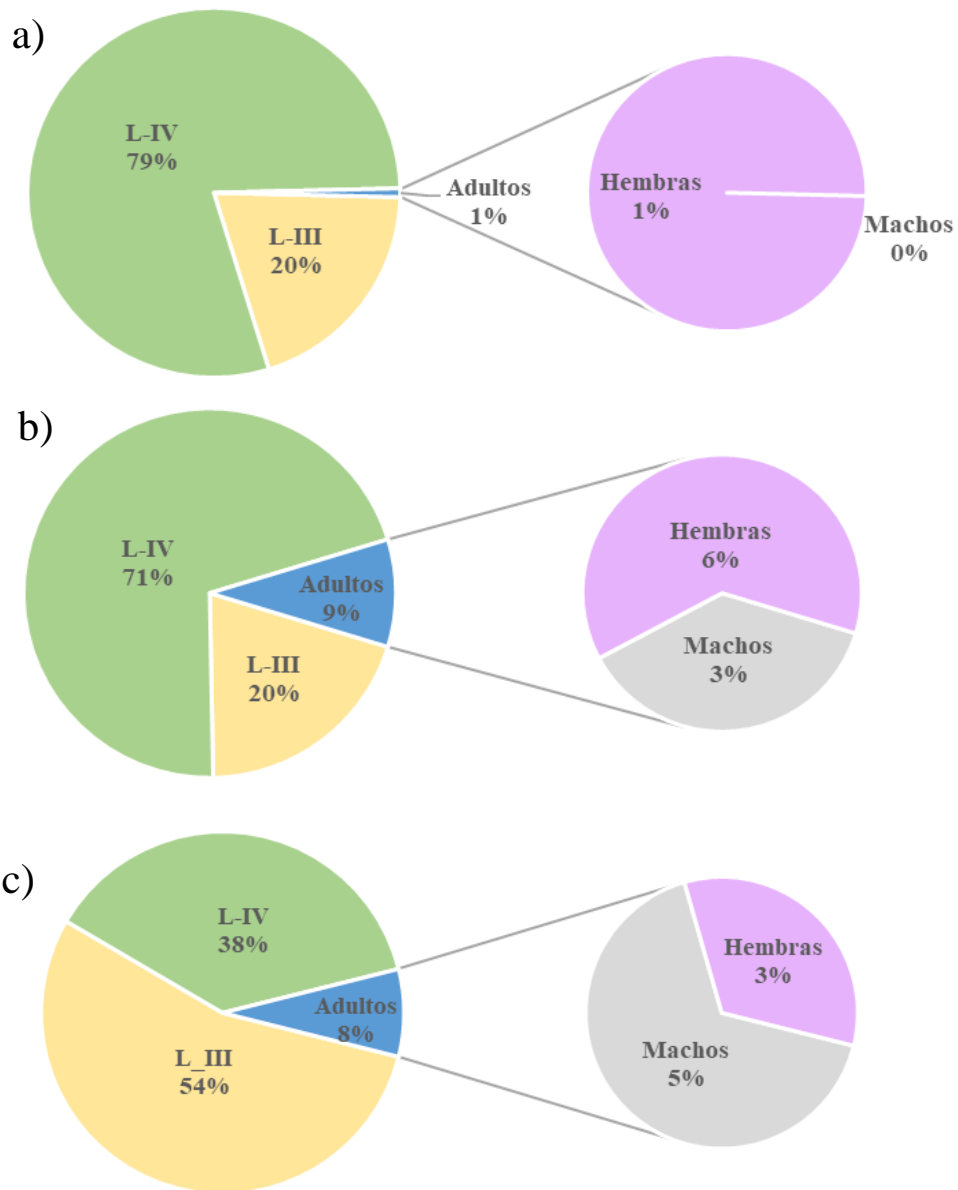
Tenemos que destacar que en algunos casos nos encontramos con larvas de anisákidos que se encontraban en el proceso de muda (Fig. 5a), en estos casos se podía apreciar el diente de penetración o el mucrón en la vaina de la L-III y su ausencia en el nuevo estadio de L-IV (Fig. 5b).



En la Gráfica 2 se muestra la distribución porcentual de los distintos estadios de desarrollo. Hay que destacar que, en todos los casos predominaron las fases larvarias sobre los adultos. Respecto a estos últimos, existía un ligero predominio de hembras sobre machos en todos los géneros, excepto *Contracaecum*. Con relación a las larvas, el estadio mayoritario para los géneros *Anisakis* y *Pseudoterranova* fue el de L-IV, mientras que para *Contracaecum* fue el de L-III.

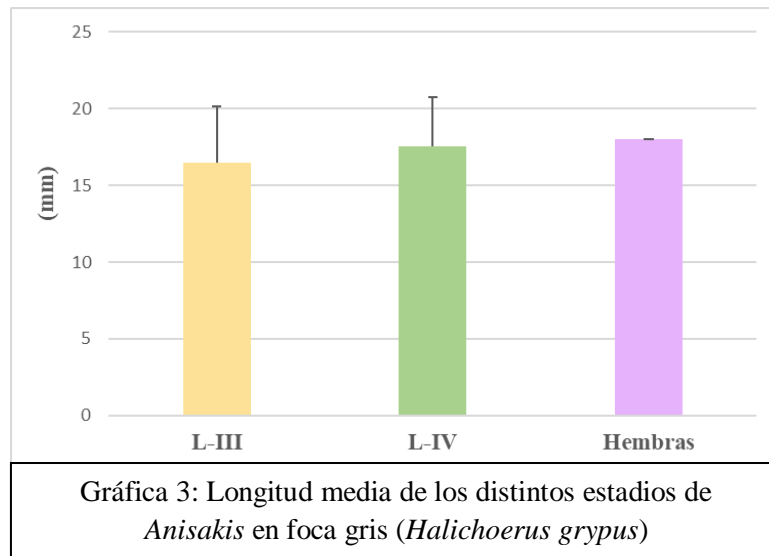
Estos resultados difieren de los obtenidos por (Dailey, 2007) en pinnípedos, quien observó una predominancia de fases larvarias de *Anisakis* y de adultos de *Pseudoterranova* y *Contracaecum*.

La presencia de nematodos adultos, aunque en bajos porcentajes, en el tracto digestivo indica que los tres géneros completan su ciclo en la foca gris (*Halichoerus grypus*), lo que confirma su competencia como hospedador definitivo para estos géneros.

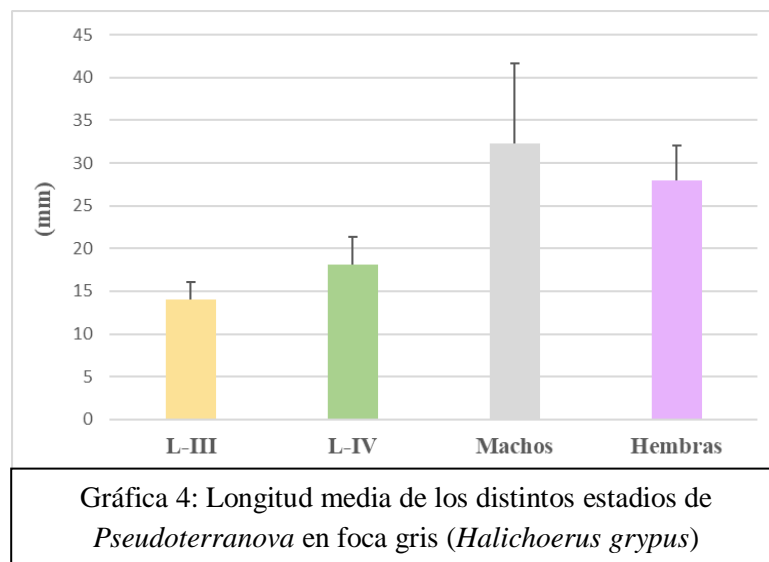


Gráfica 2: Distribución de los distintos estadios de desarrollo para los géneros (a) *Anisakis*, (b) *Pseudoterranova* (c) *Contracaecum* en muestras de foca gris (*Halichoerus grypus*)

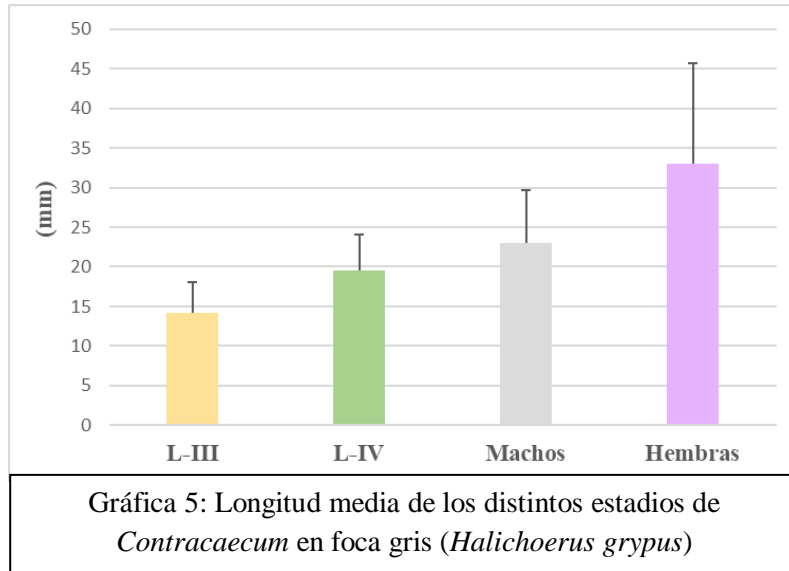
En las gráficas 3-5 se representan las medidas de los distintos anisákidos, teniendo en cuenta su estadio de desarrollo y género.



La longitud media de los distintos estadios del género *Anisakis* se encontraron dentro de los rangos establecidos por Skrzypczak y col. (2014) para los pinnípedos (L-III 7-30 mm), si bien el tamaño de las hembras fue inferior al detectado por este autor (25-47mm).

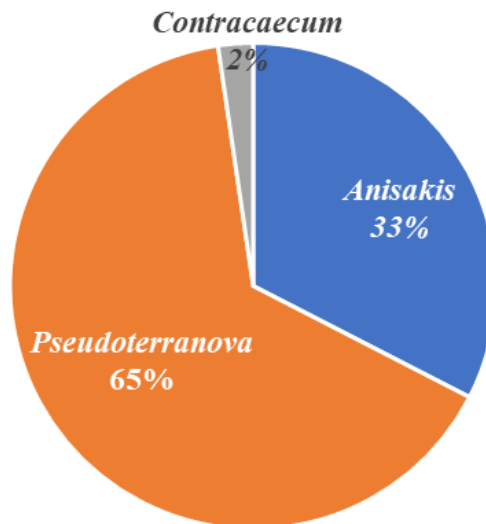


En el caso de *Pseudoterranova*, ocurrió lo mismo que con *Anisakis*; las L-III se encontraron dentro del rango estimado (8-13mm) por Dailey (2007), mientras que el tamaño de las formas adultas se encontraba por debajo del estimado por Nascetti y col. (2000), tanto para machos (42-54mm), como para hembras (45-90mm).



Por último, en *Contracaecum* las longitudes medias tanto de L-III (4-23mm) como de los adultos (12-35 mm) se encontraban dentro del rango descrito por otros autores para pinnípedos (Dailey, 2007).

En relación a los anisákidos detectados en el único **cetáceo** que se mostró positivo, de un total de 43 nematodos presentes en la muestra, un 65% pertenecían al género *Pseudoterranova*, 33% a *Anisakis* y, tan solo se reconoció un único ejemplar de *Contracaecum* (Gráfica 6).

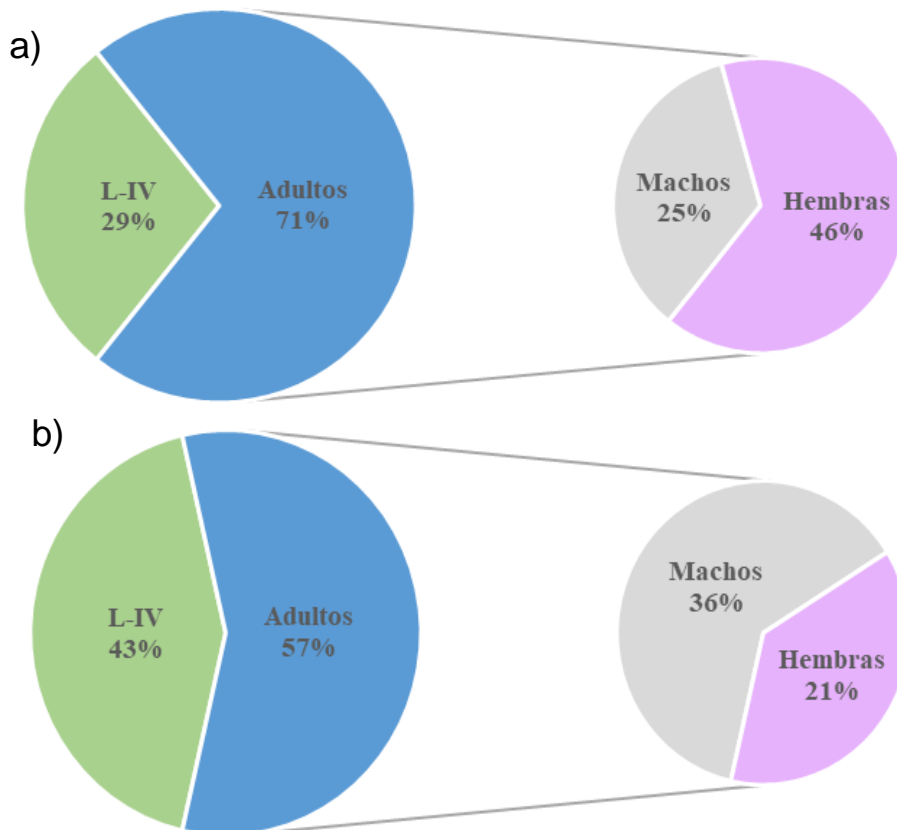


Gráfica 6: Distribución de los géneros de anisákidos en delfín listado (*Stenella coeruleoalba*).

Estos resultados difieren de los de Abollo y col. (1998) quienes encontraron en cetáceos de las costas gallegas que todos los anisákidos encontrados pertenecían al género *Anisakis*.

La distribución de los tres géneros también difiere de la detectada en los pinnípedos analizados en este estudio, en los que el género predominante fue *Anisakis*, seguido a corta distancia por los otros dos géneros.

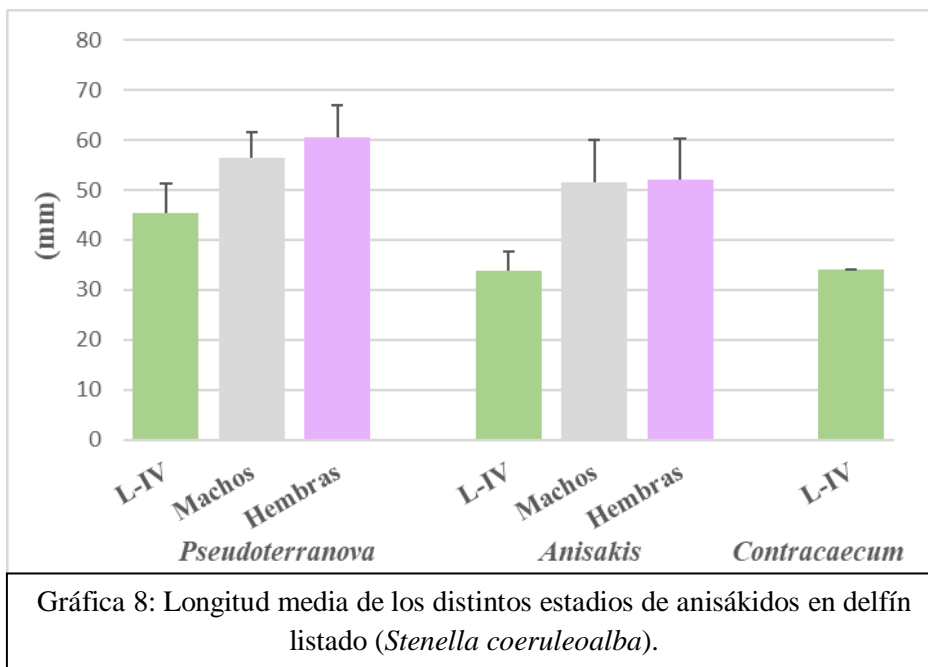
Al considerar los distintos estadios de desarrollo, en los dos géneros predominantes, la mayoría de los ejemplares eran adultos, destacando la ausencia de L-III (Gráfica 7). Respecto a la distribución por sexos, en *Anisakis* predominaron los machos, mientras que en *Pseudoterranova* había una mayoría de hembras. En el caso *Contracaecum* el único ejemplar detectado se identificó como una larva de cuarto estadio.



Gráfica 7: Distribución de los distintos estadios de desarrollo para los géneros (a) *Pseudoterranova* (b) *Anisakis* detectados en el estómago de un delfín listado (*Stenella coeruleoalba*)

Estos resultados revelan que el delfín listado constituye un hospedador adecuado para que las larvas infectantes (L-III) de las especies presentes de los géneros *Anisakis* y *Pseudoterranova* se desarrollen hasta el estadio adulto. Por el contrario, no se puede afirmar lo mismo para *Contracaecum* ya que, la presencia de un único nematodo podría considerarse accidental, además el hecho de que solo se haya analizado un individuo hace que los resultados carezcan de representatividad. Aún así, sí que existen datos referentes a este género en otros odontocetos, como pueden ser belugas (*Delphinapterus leucas*) con prevalencias del 38% (Najda y col., 2015)

Al igual que ya sucedió con los pinnípedos, nuestros resultados no coinciden totalmente con los de Dailey (2007) quien, si bien detectó en cetáceos una predominancia de formas adultas de *Anisakis*, en el caso de *Pseudoterranova* detectó un mayor porcentaje de formas larvarias.



Las longitudes medias (Gráfica 8) calculadas para los ejemplares adultos fueron acordes con la de otros estudios revisados en la bibliografía, sin embargo, no se encontraron datos sobre L-IV. El género mayoritario, *Pseudoterranova* comprende los intervalos de 42-54 mm y 45-90mm para machos y hembras respectivamente. Sin embargo, los nematodos del género *Anisakis* son más pequeños, adecuándose del mismo modo a los rangos descritos en la bibliografía, 54-69mm en machos y 54-75 mm en hembras (Gazzonis y Merella, 2012).

Los altos porcentajes de parasitación por anisákidos, tanto en pinnípedos como cetáceos, dan una idea de la elevada prevalencia existente de este parásito en los mamíferos marinos que viven en el océano Atlántico, así como en los hospedadores intermediarios y en los peces y cefalópodos que actúan como hospedadores paraténicos. En general infestaciones leves o moderadas por estos

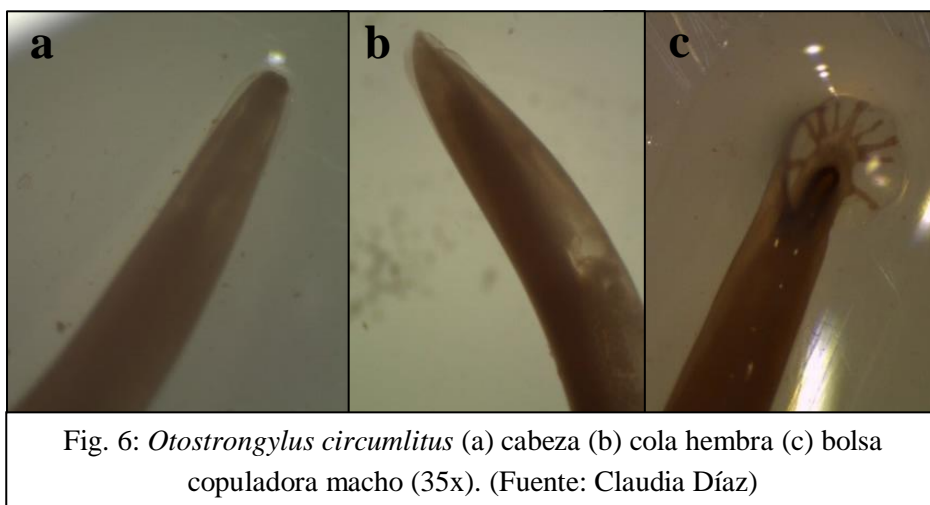
parásitos cursan de forma asintomática, pero en animales jóvenes que suelen ser los más afectados, llegan a provocar lesiones ulcerativas que pueden infectarse o perforar la pared gástrica, causando la muerte del animal. Tampoco debemos olvidar el carácter zoonótico de esta enfermedad, con el consiguiente riesgo para los humanos tras la ingestión de pescado parasitado crudo o poco cocinado. Debemos tener en cuenta que esta enfermedad zoonótica suele cursar con una leve sintomatología digestiva, pero que en algunos casos puede llegar a desarrollar una grave reacción alérgica.

4.2. Parásitos del aparato respiratorio

Tal como se observa en la Tabla 3, en los cuatro ejemplares de foca gris muestreados en este estudio se encontraron 3 parásitos (*Otostrongylus*, *Parafilaroides* y *Halarachne*) localizados en distintos tramos del aparato respiratorio.

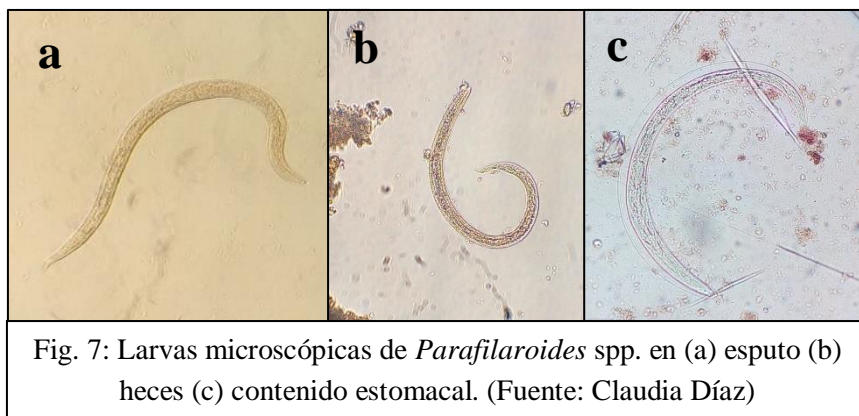
En cuanto a la afección de las **vías respiratorias bajas**, tres de los fócidos muestreados presentaban parásitos macroscópicos a nivel broncopulmonar identificados como *Otostrongylus* spp. y dos de ellos larvas microscópicas identificadas como L-I de *Parafilaroides* spp.

Teniendo en cuenta su morfología (Leidenberger y Boström, 2009), localización anatómica y hospedador se identificó a todos los nematodos macroscópicos como adultos de *Otostrongylus circumlitus*. Estos parásitos poseen un gran tamaño, siendo la longitud media de las hembras encontrados de $105 \pm 6,13$ mm y la de los machos de $95 \pm 5,94$ mm. El número de ejemplares aislados de cada animal osciló entre 6 y 19, siendo la media de $14,3 \pm 7,2$. El porcentaje de machos y hembras era de un 50%. En la Figura 6 se puede apreciar el dimorfismo sexual presente en el extremo caudal de estos nematodos broncopulmonares bajo lupa binocular.



A pesar de no conocer la edad de todos los hospedadores, el hecho de que un cachorro estuviese entre los animales más parasitados, concuerda con Ulrich y col. (2016) quienes afirmaron que los hospedadores más afectados son las focas menores de un año, quienes, tras el destete comienzan a consumir sus propias presas sin un criterio de selección, mientras que los adultos generalmente, además de tener más desarrollado su sistema inmunitario, seleccionan sus presas por gusto, tamaño, etc.

Como ya se comentó anteriormente, las larvas microscópicas detectadas en muestras de heces y esputo y en contenido estomacal (Fig. 7) de dos focas grises fueron identificadas como larvas I de *Parafilaroides*, en base a su tamaño (350µm) y características morfológicas (Leidenberger y Boström, 2009).



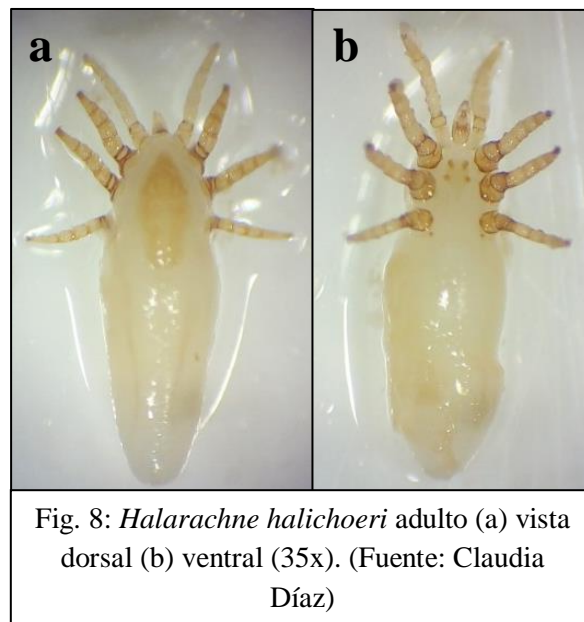
El hecho de que no se hayan detectado ejemplares adultos de *Parafilaroides* en el pulmón de estos animales puede obedecer al hecho de que, a diferencia de los adultos de *Otostrongylus*, los adultos de *Parafilaroides* poseen un tamaño muy pequeño y están situados en el parénquima pulmonar por lo que su detección se realiza generalmente en cortes histológicos de tejido pulmonar (Leidenberger y Boström, 2009).

La presencia de L-I de parásitos pulmonares en heces y esputo obedece al ciclo de estos parásitos cuyas larvas ascienden pasivamente por el árbol bronquial por acción mucociliar hasta la faringe, donde pueden ser eliminadas a través de los esputos o ser deglutidas y diseminarse a través de las heces. Rengifo-Herrera y col. (2014) identificaron larvas del género *Parafilaroides* en un 24% de las muestras de heces recogidas en pinnípedos en La Antártida.

Teniendo en cuenta que las neumonías, especialmente las de origen parasitario, son una causa muy importante de morbilidad y mortalidad en los mamíferos marinos (Gonzales-Viera y col., 2011), podemos concluir que la presencia de nematodos pulmonares, en todos los pinnípedos muestreados, pudo constituir un factor importante para el varamiento y/o muerte del animal.

En las **vías respiratorias altas** de dos machos de foca gris, uno juvenil y el otro de edad no determinada, se observaron ácaros identificados como *Halarachne halichoeri*. Se trata de endoparásitos obligatorios localizados en la cavidad nasal de fócidos; hasta el momento únicamente están descritos en focas gris (*Halichoerus grypus*), pero no se descarta su presencia en otros hospedadores. En el primer animal se realizó un recuento de 8 ácaros, mientras que en el segundo se cuantificaron un total de 164, que de acuerdo con Alonso-Farré col. (2012) podría clasificarse como una infección muy grave. Estos mismos autores (Alonso-Farré y col., 2012) observaron prevalencias por *Halarachne halichoeri* del 76%, en focas grises varadas en la costa gallega, de modo que este ácaro constituye la causa principal de infección en las vías respiratorias altas de focas juveniles.

Todos los ejemplares se clasificaron como adultos de acuerdo a la descripción de Alonso-Farré y col. (2012). Algunas de las características morfológicas clave para su identificación se pueden apreciar en la Figura 8. No obstante, ante la ausencia de claves de referencia para llevar a cabo la diferenciación de ambos sexos, no se pudo realizar un cómputo por separado de machos y hembras.



La ausencia de fases inmaduras de desarrollo apoyaría la teoría de Rolbiecki y col. (2018) quienes afirmaron que una vez muerto el hospedador las fases larvarias, que son móviles, abandonan el cadáver, mientras que los adultos, que son estacionarios, permanecerían adheridos a la mucosa. Por lo tanto, la determinación de la prevalencia e intensidad de parasitación en base a los ejemplares recuperados en las necropsias podría subestimar los valores reales, ya que solo tendría en cuenta la población adulta.

Los adultos de *H. halichoeri* se mantienen firmemente unidos a la mucosa nasal gracias a las pinzas que disponen en los extremos de los tarsos (Fig. 9) y con las que puede producir sinusitis, rinitis, incluso formar nódulos en los cornetes nasales que obstruyen el paso del aire y provocar la muerte del animal en infecciones muy graves.



Fig. 9: Detalle de la pinza en la porción distal del tarso de *H. halichoeri*. (Fuente: Claudia Díaz)

Teniendo en cuenta que las dos focas con *Halarachne* también presentaban otros nematodos respiratorios como *Otostrongylus* y/o *Parafilaroides*, no sería de extrañar que la causa del varamiento se debiera a problemas respiratorios causados por la presencia de estos parásitos.

4.3. Parásitos tisulares

Todos los parásitos englobados en este apartado pertenecen a una hembra subadulta de delfín listado (*Stenella coeruleoalba*). Durante la necropsia se apreciaron en el tejido glandular mamario fragmentos de nematodos y en musculatura epi-axial izquierda una formación de más de 50 cm de longitud. En las muestras de tejido mamario que se enviaron para analizar se apreciaron fragmentos de nematodos compatibles con *Crassicauda* spp (Fig. 10). Los ejemplares presentes en el interior del pezón y en el tejido glandular, estaban acompañados de una secreción purulenta, probablemente provocada por una infección bacteriana secundaria.

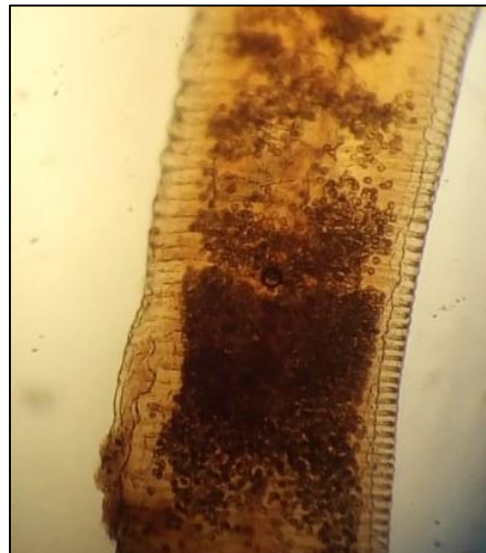


Fig. 10: *Crassicauda* spp en glándula mamaria (Fuente: Claudia Díaz)

Crassicauda constituye uno de los géneros de parásitos más frecuentes a nivel tisular en cetáceos. Según Domit y col (2018), existe una mayor prevalencia por *Crassicauda* en cetáceos hembra que en machos debido a una inmunodepresión producida por los cambios hormonales que acontecen durante la etapa reproductiva. No obstante, Suárez y col (2018) aseguran que en ocasiones, se puede llegar a observar *Crassicauda* en el tejido mamario de hembras prepúberes, aunque éste no esté todavía totalmente desarrollado. La presencia de estos parásitos tiene efecto negativo en la producción láctea (cantidad y calidad), de modo que su presencia en hembras lactantes posee un efecto negativo sobre el desarrollo del recién nacido.

En muestras de tejido subcutáneo, se encontraron embebidos en la grasa unas pequeñas formaciones quísticas (Fig. 11) que fueron identificadas según la descripción de Balbuena (1991) como fases larvianas (merocercoides) del cestodo *Phyllobothrium* spp. En odontocetos solo está descrita en esta localización (grasa subcutánea) la especie *Phyllobothrium delphini*. Se cuantificaron 18 merocercoides de entre 4-7 mm de longitud en un total de 18 gramos de tejido, lo que indica una intensidad de 1 merocercoides por gramo de tejido. En un estudio llevado a cabo por Abollo y col. (1998) en las costas gallegas, *Phyllobothrium delphini* fue el parásito más prevalente en todos los cetáceos muestreados con una media de 14, 4 merocercoides por animal (rango 1-47).



Fig. 11: (a) Impronta en la grasa una vez extraído el merocercoides (b) merocercoides de *Phyllobothrium delphini*. (Fuente: Claudia Díaz)

Las medidas de los merocercoides coinciden con los 5-10 mm observadas por Balbuena (1991) para esta especie. Se desconoce la localización anatómica exacta de donde fue tomada la muestra de tejido subcutáneo y de grasa, si bien, de acuerdo con Gazzonis y Merella (2012), su preferencia por la zona caudo-ventral facilitaría la ingestión por parte de los elasmobranquios que actúan como hospedadores definitivos de este cestodo.

P. delphini no suele provocar signos clínicos en el hospedador intermediario, salvo en casos de elevadas cargas parasitarias que podrían afectar a la capacidad natatoria de los mamíferos

marinos. Este delfín no poseía un gran número de merocercoides, ni se observaron lesiones similares a las descritas por (Gazzonis y Merella, 2012), por lo que se puede concluir que la presencia de este parásito no está directamente relacionada con la causa del varamiento y/o muerte del animal.

Sobre la piel de este mismo ejemplar de delfín listado, se identificaron dos cirrípedos de la especie *Xenobalanus globicipitis*. Los cirrípedos no son propiamente parásitos sino organismos epibiontes, es decir, comensales que viven adheridos a sus hospedadores que les sirven como medio de transporte y les facilitan la captación de nutrientes (Ólafsdóttir y Shinn, 2013). Su longitud es de unos 2 cm y se remiten adheridos a un pequeño fragmento de piel, el cual no parece sufrir ningún tipo de alteración, apreciándose tan solo las placas calcáreas con las que estos cirrípedos se fijan al hospedador (Fig. 12). Teniendo en cuenta que Díaz-Aguirre y col. (2012) describen la presencia de hasta 100 cirrípedos por animal, la intensidad encontrada en este delfín puede considerarse como leve.



No obstante, de acuerdo con Gazzonis y Merella (2012) la presencia de estos crustáceos es indicativo del estado sanitario del animal, viéndose más afectados aquellos animales con una enfermedad dermatológica o inmunodeprimidos; esto concuerda con el hecho de que el delfín de nuestro estudio presentara una considerable carga parasitaria (Tabla 3) en diferentes localizaciones anatómicas, además de infecciones bacterianas secundarias, haciéndolo más susceptible a la invasión y desarrollo de *X. globicipitis*.

4.4. Parásitos de los órganos sensoriales

Los parásitos localizados en la tuba auditiva de la marsopa común hembra adulta se correspondieron con parásitos del género *Stenurus*. De acuerdo con las claves morfológicas de Arnold y Gaskin (1975), su localización anatómica y especie hospedadora afectada, es muy probable que se trate de la especie *Stenurus minor*. Abollo y col. (1998) también identificaron nematodos del género *Stenurus* en senos craneales y pulmones de odontocetos varados en las costas gallegas. En total se cuantificaron 177 nematodos, todos ellos adultos, 116 hembras y 61 machos (detalles Fig. 13), de aproximadamente 20mm de longitud.

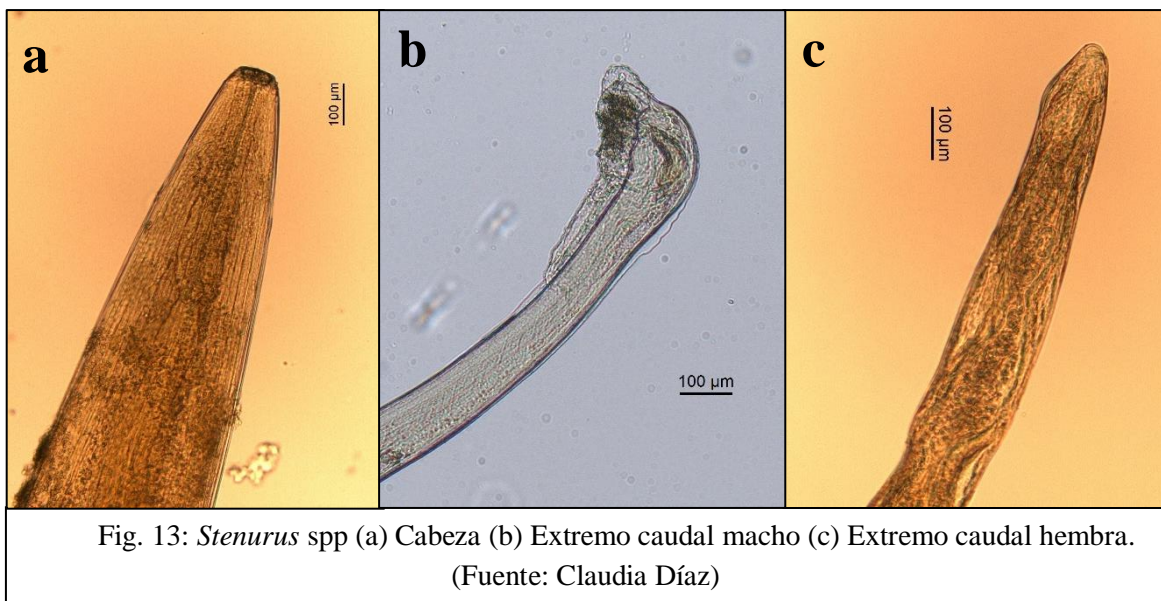


Fig. 13: *Stenurus* spp (a) Cabeza (b) Extremo caudal macho (c) Extremo caudal hembra.
(Fuente: Claudia Díaz)

La elevada carga parasitaria, junto con la edad de su hospedador definitivo, corroboran la teoría de transmisión horizontal por ingestión de invertebrados con el estadio larvario infectante (Gazzonis y Merella, 2012). Con toda probabilidad este animal, sufrió limitaciones en la capacidad de natación e inmersión así como, anorexia (Measures, 2001), lo que unido a alteraciones en la eco localización apunta a la presencia de estos parásitos como causa probable de la muerte y/o varamiento del animal.

5. Conclusiones

De los resultados obtenidos en este estudio se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los mamíferos marinos varados en las costas gallegas se encuentran parasitados por una amplia variedad de formas parasitarias entre las que se encuentran nematodos, cestodos y artrópodos.
2. Los anisákidos (*Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*) son los únicos parásitos detectados en este estudio que afectan tanto a pinnípedos como a cetáceos. La distribución de los distintos géneros de anisákidos varía en función del hospedador; de este modo, en pinnípedos predomina *Anisakis*, mientras que en cetáceos lo hace *Pseudoterranova*.
3. Los parásitos respiratorios, *Otostrongylus*, *Parafilaroides* y *Halarachne*, fueron detectados únicamente en pinnípedos; mientras que los parásitos tisulares (*Crassicauda* y *Phyllobothrium*) y los del sistema auditivo (*Stenurus*) sólo afectan a cetáceos.
4. La elevada carga parasitaria presente en algunos animales, unida al elevado potencial patógeno de muchos de ellos, apunta a los parásitos como una causa probable del varamiento y/o muerte de estos mamíferos marinos.

6. Bibliografía

- Abollo, E., Lopez, A., Gestal, C., Benavente, P. y Pascual, S. (1998). Long-term recording of gastric ulcers in cetaceans stranded on the Galician (NW Spain) coast. *Diseases of Aquatic Organisms*, 32(1), 71-73.
- Abollo, E., López, A., Gestal, C., Benavente, P. y Pascual, S. (1998). Macroparasites in cetaceans stranded on the northwestern Spanish Atlantic coast. *Diseases of Aquatic Organisms*, 32(3), 227–231.
- Alonso-Farré, J., D’Silva, J. y Gestal, C. (2012). Naso-pharyngeal mites *Halarachne halichoeri* (Allman, 1847) in Grey seals stranded on the NW Spanish Atlantic Coast. *Veterinary Parasitology*, 183(3–4), 317–322.
- Anderson, R. (1984). The origins of zooparasitic nematodes. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 317–328.
- Arnold, P. y Gaskin, D. (1975). Lungworms (Metastrongyloidea: Pseudaliidae) of harbor porpoise *Phocoena phocoena* (L. 1758). *Canadian Journal of Zoology*, 53(12), 713–735.
- Aznar, F., Agustí, C., Littlewood, D., Raga, J. y Olson, P. (2007). Insight into the role of cetaceans in the life cycle of the tetraphyllideans (Platyhelminthes: Cestoda). *International Journal for Parasitology*, 37(2), 243–255.
- Balbuena, J. (1991). Tesis doctoral estudio taxonomico y ecológico de la parasitofauna del calderon. Universitat de Valencia. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Balbuena, J. y Simpkin, A. (2014). Role of *Crassicauda* sp. in natural mortality of pantropical spotted dolphins *Stenella attenuata*: A reassessment. *Diseases of Aquatic Organisms*, 108(1), 83–89.
- Blažeković, K., Lepen Pleić, I., Duras, M., Gomerčić, T. y Mladineo, I. (2015). Three *Anisakis* spp. isolated from toothed whales stranded along the eastern Adriatic Sea coast. *International Journal for Parasitology*, 45(1), 17–31.
- Caracappa, S., Puleio, R., Loria, G., Gentile, A., Persichetti, M., Caracappa, G., Licitra, F. y Arculeo, M. (2018). Stranding patterns of the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*, Meyen 1833, Delphinidae) along the Sicilian coast (Mediterranean Sea). *Marine Mammal Science*, (November).
- CEMMA. (s.f.). CEMMA investigacion cetaceos Galicia. Consultado 10 Abril 2019, en http://www.cemma.org/principal_gal.htm

- Dailey, M. (2007). Parasitic Diseases. En Dierauf, L. y Gulland, F. (Eds.), *Marine mammal medicine* (2ª edición, pp. 357–379). CRC.
- De Groote, F. (2007). Hallazgos cardiorrespiratorios en crías de lobo fino austral (*Arctocephalus australis*, Zimmerman 1783) muertos en la Isla Guafo, Región de los Lagos, Chile, 1–59.
- Díaz-Aguirre, F., Salinas, C., Navarrete, S., Castillo, V. y Castilla, C. (2012). First record of the commensal barnacle (*Xenobalanus globicipitis*) on common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Chile. *Aquatic Mammals*, 38(1), 76–80.
- Domit, C., Domiciano, I., Broadhurst, M., Bracarense, A., Rosa, L., Cechin, G. y Nassar, P. (2018). Biology and ecology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) stranded and sighted at 25°S in the south-western Atlantic Ocean during 1989–2016. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(5), 1129–1140.
- Failla, G. y Le Bas, A. (2003). Morphometrical categorization of *Phyllobothrium delphini* (Cestoidea, Tetracanthocephala) cysts from Fraser's dolphin, *Lagenodelphis hosei* (cetacea, delphinidae). *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 2(December), 95–100.
- Faulkner, J., Measures, L. y Whoriskey, F. (2011). *Stenurus minor* (Metastrongyloidea: Pseudaliidae) infections of the cranial sinuses of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*. *Canadian Journal of Zoology*, 76(7), 1209–1216.
- Gazzonis, A. y Merella, P. (2012). Parte I: Principali macroparassiti ed epibionti del cetacei: note biologiche. En Cringoli, G. (Ed.), *Cetacei dei mari italiani. Diffusione, spiaggiamenti e problematiche sanitarie* (1ª edición, pp. 13–47).
- Gonzales-Viera, O., Chavera, A., Yaipén-Llanos, C. y Perales-Camacho, R. (2011). Histopathological aspects and etiology of pneumonias in stranded marine mammals from Lima, Peru. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 4(1), 23–29.
- Jabbar, A., Beveridge, I. y Bryant, M. (2015). Morphological and molecular observations on the status of *Crassicauda magna*, a parasite of the subcutaneous tissues of the pygmy sperm whale, with a re-evaluation of the systematic relationships of the genus *Crassicauda*. *Parasitology Research*, 114(3), 835–841.
- Kuzmina, T., Lyons, E. y Spraker, T. (2014). Anisakids (Nematoda: Anisakidae) from stomachs of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) on St. Paul Island, Alaska: parasitological and pathological analysis. *Parasitology Research*, 113(12), 4463–4470.
- Lehnert, K., Randhawa, H. y Poulin, R. (2017). Metazoan parasites from odontocetes off New Zealand: new records. *Parasitology Research*, 116(10), 2861–2868.

- Lehnert, K., Seibel, H., Hasselmeier, I., Wohlsein, P., Iversen, M., Nielsen, N., Heide-Jørgensen, M., Prenger-Berninghoff, E. y Siebert, U. (2014). Increase in parasite burden and associated pathology in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in West Greenland. *Polar Biology*, 37(3), 321–331.
- Lehnert, K., Von Samson-Himmelstjerna, G., Schaudien, D., Bleidorn, C., Wohlsein, P. y Siebert, U. (2010). Transmission of lungworms of harbour porpoises and harbour seals: Molecular tools determine potential vertebrate intermediate hosts. *International Journal for Parasitology*, 40(7), 845–853.
- Leidenberger, S. y Boström, S. (2009). Description of the lungworm *Otsostromylylus circumlitus* (Railliet, 1899) de Bruyn, 1933 (Metastrongyloidea: Crenosomatidae) found in the heart of harbour seals from Sweden. *Journal of Nematode Morphology and Systematics*, 12(2), 169–175.
- Lunneryd, S., Boström, M. y Aspholm, P. (2015). Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) infection in grey seals (*Halichoerus grypus*), cod (*Gadus morhua*) and shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*) in the Baltic Sea. *Parasitology Research*, 114(1), 257–264.
- Martin, A., Reynolds, P. y Richardson, M. (1987). Aspects of the biology of pilot whales (*Globicephala melaena*) in recent mass strandings on the British coast. *Journal of Zoology*, 211, 11–23.
- McGovern, B., Culloch, R., O’Connell, M. y Berrow, S. (2018). Temporal and spatial trends in stranding records of cetaceans on the Irish coast, 2002-2014. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(5), 977–989.
- Measures, L. (2001). Lungworms of marine mammals. En *Parasitic Diseases of Wild Mammals* (pp. 279–300).
- Morell, M., Lehnert, K., Ijsseldijk, L., Raverty, S., Wohlsein, P., Gröne, A., André, M., Siebert, U. y Shadwick, R. (2017). Parasites in the inner ear of harbour porpoise: Cases from the North and baltic seas. *Diseases of Aquatic Organisms*, 127(1), 57–63.
- Najda, K., Simard, M., Osewska, J., Dziekońska-Rynko, J., Dzido, J. y Rokicki, J. (2015). Anisakidae in beluga whales *Delphinapterus leucas* from Hudson Bay and Hudson Strait. *Diseases of Aquatic Organisms*, 115(1), 9–14.
- Nascetti, G., Cianchi, R., Berland, B., Gibson, D., Mattiucci, S., Bullini, L. y Paggi, L. (2000). *Pseudoterranova decipiens* species A and B (Nematoda, Ascaridoidea): nomenclatural designation, morphological diagnostic characters and genetic markers. *Systematic*

- Parasitology*, 45, 185–197.
- Odell, D. (1987). The mystery of marine mammal strandings. *Cetus*, 7(2), 2–6.
- Ólafsdóttir, D. y Shinn, A. (2013). Epibiotic macrofauna on common minke whales, *Balaenoptera acutorostrata* Lacepede, 1804, in Icelandic waters. *Parasites & Vectors*, 6(105), 1–10.
- Pascual, S., Abollo, E. y López, A. (2000). Elemental analysis of cetacean skull lesions associated with nematode infestation. *Diseases of Aquatic Organisms*, 42(10), 71–75.
- Pereira, J. (2001). Parasitosis internas. Anisakidosis. En Cordero, M. y Rojo, F. (Eds.), *Parasitología Veterinaria* (1ª edición, pp. 901–907). McGrawHill.
- Piché, C., Measures, L., Bédard, C. y Lair, S. (2013). Bronchoalveolar lavage and pulmonary histopathology in harp seals (*Phoca Groenlandica*) experimentally infected with *Otostrongylus circumlitus*. *Journal of Wildlife Diseases*, 46(2), 409–421.
- Pugliese, M., Böttger, S. y Fish, F. (2012). Barnacle bonding: Morphology of attachment of *Xenobalanus globicipitis* to its host *Tursiops truncatus*. *Journal of Morphology*, 273(4), 453–459.
- Reckendorf, A., Wohlsein, P., Lakemeyer, J., Stokholm, I., Von Vietinghoff, V. y Lehnert, K. (2019). There and back again—The return of the nasal mite *Halarachne halichoeri* to seals in German waters. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 9(March), 112–118.
- Rengifo-Herrera, C., Ferre, I., Ortega-Mora, L., Rojo-Montejo, S., García-Moreno, F., García-Párraga, D., García-Peña, F., Pereira-Bueno, J. y Pedraza-Díaz, S. (2014). Helminth parasites found in faecal samples of phocids from the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 37(5), 685–695.
- Rolbiecki, L., Izdebska, J., Bidziński, K. y Jankowska-Jarek, M. (2018). Nasopharyngeal mites *Halarachne halichoeri* (Allman, 1847) parasitizing the gray seal *Halichoerus grypus* (Fabricius, 1791) in the Baltic Sea with notes on other parasitic Halarachnidae associated with marine mammals. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 47(4), 398–404.
- Romero, M., Fernández, M., Dans, S., García, N., González, R. y Crespo, E. (2014). Gastrointestinal parasites of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the extreme southwestern Atlantic, with notes on diet composition. *Diseases of Aquatic Organisms*, 108(1), 61–70.
- Saavedra, C. (2018). StrandCet : R package for estimating natural and non-natural mortality-at-age of cetaceans from age-structured strandings. *Peer J*, 6, 57–68.

- Skrzypczak, M., Rokicki, J., Pawliczka, I., Najda, K. y Dzido, J. (2014). Anisakids of seals found on the southern coast of Baltic Sea. *Acta Parasitologica*, 59(1), 165–172.
- Stobo, W., Fanning, L., Beck, B. y Fowler, G. (2002). Abundance and maturity of three species of parasitic anisakine nematodes (*Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum*, *Anisakis simplex*) occurring in Sable Island harbour seals (*Phoca vitulina*). *Canadian Journal of Zoology*, 3(80), 442–449.
- Suárez, C., Sierra, E., Díaz-Delgado, J., Zucca, D., de Quirós, Y., Puig, R., Camara, N., De La Fuente, J., De Los Monteros, A., Rivero, M., Arbelo, M. y Fernández, A. (2018). Prostatic Lesions in Odontocete Cetaceans. *Veterinary Pathology*, 55(3), 466–472.
- Ulrich, S., Lehnert, K., Rubio-Garcia, A., Sanchez-Contreras, G., Strube, C. y Siebert, U. (2016). Lungworm seroprevalence in free-ranging harbour seals and molecular characterisation of marine mammal MSP. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5(1), 48–55.
- Whitehead, T., Rollinson, D. y Reisinger, R. (2015). Pseudostalked barnacles *Xenobalanus globicipitis* attached to killer whales *Orcinus orca* in South African waters. *Marine Biodiversity*, 45(4), 873–876.
- Zuo, S., Kania, P., Mehrdana, F., Marana, M. y Buchmann, K. (2018). *Contracaecum osculatum* and other anisakid nematodes in grey seals and cod in the Baltic Sea: molecular and ecological links. *Journal of Helminthology*, 92(1), 81–89.
- Zylber, M., Failla, G. y Le Bas, A. (2002). *Stenurus globicephalae* Baylis et Daubney, 1925 (Nematoda: Pseudaliidae) from a false killer whale, *Pseudorca crassidens* (Cetacea: Delphinidae), stranded on the coast of Uruguay. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(2), 221–225.