

***ESTADO DEL CONOCIMIENTO ECOSISTÉMICO,
SANITARIO, AMBIENTAL Y OCEANOGRÁFICO
ASOCIADO A LAS POBLACIONES DE CETÁCEOS DE
LA MACARONESIA***



Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



EUROPEAN UNION



CAPÍTULO II

ESTADO DEL CONOCIMIENTO RELACIONADO CON LAS POBLACIONES DE CETÁCEOS DE LA MACARONESIA DESDE EL PUNTO DE VISTA SANITARIO

Revisión bibliográfica realizada por

Manuel Arbelo Hernández, Raquel Puig Lozano y Natalia García Álvarez



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Instituto Universitario de Sanidad Animal
y Seguridad Alimentaria

Tabla de contenidos:

1	Introducción	2
2	Revisión de las patologías descritas en las especies de cetáceos de la Macaronesia	3
2.1	Patologías asociadas a actividades de origen antrópico	3
2.1.1	Interacción con pesca / caza / bushmeat	3
2.1.2	Colisiones con embarcaciones	8
2.1.3	Patologías asociadas a cuerpos extraños	11
2.1.4	Varamientos masivos atípicos	12
2.1.5	Cambio climático	14
2.1.6	Contaminantes químicos	15
2.1.7	Otras	19
2.2	Patologías de origen natural (no asociadas directamente a actividades de origen antrópico)	21
2.2.1	Enfermedades infecciosas	21
2.2.2	Enfermedades parasitarias	27
2.2.3	Procesos tumorales	29
2.2.4	Interacción traumática intra / interespecífica	31
2.2.5	Patologías neonatales / perinatales	31
2.2.6	Varamientos masivos típicos	32
2.2.7	Otros procesos patológicos / miscelánea	33
3	Referencias citadas	37

1. Introducción.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud puede definirse como un estado de bienestar físico, mental y social, y no solo como la ausencia de dolencias y enfermedades; también introduce como parte del concepto de salud la capacidad de adaptarse y autogestionarse de los seres vivos frente a los cambios.

Según el “Stedman´s Medical Dictionary for the Health Professions and Nursing” (2012), el estado de salud (o sanitario) se define como el nivel de salud de un individuo, un grupo o una población según lo evaluado por medidas objetivas.

El estado de salud (sanitario) es un concepto multidisciplinar, que requiere múltiples indicadores y múltiples metodologías para una medición adecuada. Las medidas del estado de salud deben planificarse para ser útiles en los análisis epidemiológicos de los factores de riesgo, así como para monitorear tendencias (Smelser and Baltés, 2001).

La definición de salud como "la ausencia de enfermedad" va 70 años por detrás de los conceptos modernos de salud humana y los conceptos emergentes de salud de la vida silvestre en términos de vulnerabilidad, resiliencia y sostenibilidad. La salud es el resultado de la interacción de factores biológicos, sociales y ambientales que interactúan para afectar la capacidad de hacer frente al cambio. La salud no puede medirse únicamente por lo que está ausente, sino por las características de los animales y su ecosistema que afectan su vulnerabilidad y resistencia (Stephen, 2014).

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) define la vigilancia sanitaria (o vigilancia epidemiológica) como el registro continuo de enfermedades en poblaciones animales con vistas a su gestión.

2. Revisión de las patologías descritas en las especies de cetáceos de la Macaronesia.

Para facilitar la revisión de las patologías y las causas de muerte de los cetáceos de la Macaronesia, las distintas patologías junto con los agentes etiológicos asociados se engloban en dos grandes grupos, patologías asociadas a actividades de origen antrópico y patologías de origen natural (no asociadas directamente a actividades de origen antrópico).

2.1 Patologías asociadas a actividades de origen antrópico.

El medio marino está expuesto a actividades humanas de distinta índole que pueden producir, de manera directa e indirecta, un impacto en las poblaciones de cetáceos. Estas actividades en muchas ocasiones provocan efectos difícilmente mesurables, como son las alteraciones fisiopatológicas debidas a la exposición a distintos contaminantes (urbanos, industriales o agrícolas), el estrés provocado por la contaminación acústica (debida principalmente al tráfico marítimo de mercancías y/o personas, prospecciones y extracciones, sónares civiles) e incluso por la actividad turística de observación de cetáceos.

En ocasiones, dicha interacción puede conllevar la muerte directa del individuo por: los traumatismos graves debidos a colisiones con embarcaciones, las capturas intencionadas, las capturas accidentales u otros tipos de interacciones con las actividades pesqueras, las impactaciones o perforaciones gastrointestinales por ingestión de cuerpos extraños, y el síndrome de descompresión asociado al uso de sónares militares antisubmarino de media frecuencia.

2.1.1 Interacción con pesca / caza / bushmeat.

Esta entidad patológica incluye aquellos casos en los que el varamiento y/o muerte de los animales se produce por interacciones con cualquier tipo de actividad pesquera, intencionadas o accidentales. La FAO reconoce la existencia de pocos datos de capturas accidentales en la región de la Macaronesia y en la costa noroeste africana, en un estudio sobre descartes en la captura del atún a nivel global.

Un estudio realizado en Cabo Verde, a través de la realización de encuestas a los operarios de pesquerías artesanales, determinó que de todas las entrevistas (n=139), los pescadores reportaron en un 71% haber capturado especies de tiburón, tortugas marinas en un 32% y delfines en un 9% (Lopes y cols.; 2016).

A pesar de la considerable cantidad de casos de varamientos recientes, existe poca información específica sobre la utilización de pequeños cetáceos por parte de los pescadores y la población local (Hazevoet y Wenzel, 2000; Reiner et al., 1996; Van Waerebeek et al., 2008). Reiner y col. (1996) mencionaron que "los cetáceos se capturan ocasionalmente y su carne se vende y consume". La carne de cetáceos es posible que todavía se consuma, al menos ocasionalmente, cuando surge la oportunidad, pero no hay signos de una utilización sistemática, a pesar de los frecuentes varamientos de animales en estado fresco. Esta conclusión coincide con Hazevoet et al. (2010), quienes reportaron solo unas pocas capturas incidentales o capturas intencionadas y que su incidencia en Cabo Verde es aparentemente baja en la actualidad.

Las capturas directas e indirectas y la utilización de cetáceos como alimento en Senegal se han reportado desde la década de 1940 (Cadenat, 1947, 1949), y se han extendido ampliamente desde entonces. La situación a principios de la década de 2000 fue estudiada por Van Waerebeek et al. (2000, 2003). Las capturas y su utilización estaban muy extendidas, aunque con frecuencia ocultas, a lo largo de toda la costa senegalesa. Se encontró que al menos 11 especies se han utilizado principalmente como carne. Además, tradicionalmente, las grandes ballenas varadas son procesadas y se utilizan principalmente como alimento. Otros usos de los cetáceos solo se han registrado ocasionalmente. Por decreto del Ministerio de Pesca n° 97-1044 del 18 de agosto de 1987, los "cetáceos de todas las especies y todos los tamaños" son animales protegidos en Senegal. Si bien el decreto no especifica el significado exacto de 'protegido', a menudo se interpreta que incluso la posesión de un cadáver de delfín capturado es ilegal. De ahí la práctica casi universal entre los pescadores de esconder cetáceos muertos, incluso si se enredan accidentalmente en las redes (Van Waerebeek et al., 2000).

Encuestas realizadas en Senegal y Gambia indican la captura incidental continua y la captura deliberada de pequeños cetáceos en la pesca artesanal y semi-industrial. La mayoría de los animales capturados son delfines mulares, jorobados del Atlántico, delfines comunes y, en la Petite Côte de Senegal, marsopas comunes. La captura incidental total en las pesquerías artesanales en Senegal probablemente no exceda los 100 cetáceos por año.

En África occidental, la captura incidental amenaza la conservación de la población de delfines jorobados del Atlántico (*Sousa teuszii*).

1119: The Senegal stranding network: Year-round monitoring of stranded cetaceans detects high seasonal mortality and bycatch hotspots

Lucy Keith Diagne (Presenter) ; Wim Mullie; Tomas Diagne; Abdoulaye Djiba; Abdel Kader Diagne



La organización "African Aquatic Conservation Fund" realizó entre julio de 2014 y enero de 2017, doce campañas en la costa de Senegal y recibieron 13 informes fuera de las campañas, lo que resultó en la documentación de 136 cetáceos de diez especies. Las especies con los números más altos recuperados fueron *Delphinus delphis* (n = 37) y *Phocoena phocoena* (n = 28). También se recuperaron *Balaenoptera borealis* (n = 4) y *Megaptera novaeangliae* (n = 4). La mayoría (65%) de todos los cetáceos se recuperaron en los meses de junio y julio. Sugieren que la captura accidental en las pesquerías locales es responsable de la gran mayoría de los varamientos de cetáceos pequeños, todos los delfines comunes y marsopas frescos mostraron signos de interacción antropogénica. Los datos indican que las áreas con alto uso de redes de monofilamento son aquellas donde se producen las mayores densidades de captura accidental.

En la plataforma sur de Mauritania y las aguas oceánicas adyacentes, los arrastreros y los buques de investigación con frecuencia ven grupos muy grandes de cetáceos en mayo y durante el verano. Los delfines y calderones tropicales (*Globicephala macrorhynchus*) posiblemente persiguen a la sardinella. Los arrastreros en primavera capturan accidentalmente grupos de 10–20 calderones o grupos de 5–30 delfines, mientras que pueden ocurrir varamientos masivos de delfines en playas al sur de Nouakchott. Un varamiento masivo de delfines moteados del Atlántico en el otoño de 1995 se atribuyó a las redes de enmalle de fondo, colocadas a lo largo de gran parte de la costa mauritana (Nieri y cols., 1999). El tránsito de la sardinella a través de la región parece aumentar las tasas de captura incidental de megafauna en todos los tipos de pesquerías, con la flota combinada internacional de arrastreros (40–70 buques).

Existen datos sobre capturas accidentales de cetáceos en aguas mauritanas (Maigret, 1994; Nieri y cols., 1999; Zeeberg et al., 2006; Mullié et al., 2013) pero los casos documentados de especímenes utilizados son escasos. Delfines y marsopas comunes han sido capturados por la pesca artesanal de langosta en la zona fronteriza entre el Sáhara Occidental y Mauritania (estimada en menos de 20 por año) (Maigret, 1994), sin que se conozca de su posterior utilización. Nieri y cols. (1999) mencionaron que el consumo de carne de delfín en Mauritania, por parte de los lugareños, no parece ser excepcional. Robineau (1995) también informó de la captura intencional de un delfín

mular por los Imragen (grupo étnico de pescadores de origen bereber formado por un número aproximado de mil quinientas personas que se ubican la mayoría en el interior del Parque nacional del Banco de Arguin, Patrimonio Mundial de la Humanidad). Señaló que entre los Imragen no existe ningún tabú contra el consumo de carne de delfín, aunque a menudo interactúan en colaboración con delfines mulares en la pesca costera de salmonete. Durante la campaña del IMROP (Institut Mauritanien De Recherches Océanographiques Et De Pêches) en 2013-2018, entre los restos de 676 cetáceos varados en la costa, 34 (5%) mostraron evidencia clara de manipulación post-mortem. Se desconoce si los restos de cetáceos se utilizan como cebo para peces en Mauritania.

No se han publicado estadísticas de captura accidental de cetáceos en Marruecos. Masski y de Stephanis (2015) en un estudio de varamientos reportan que cadáveres de delfinidos con 'aletas seccionadas' o 'dañadas' se encontraron principalmente alrededor o al norte de Agadir, sin especificar las especies involucradas. No hay casi ninguna información disponible para el Sáhara Occidental. Una pesca costera de redes fijas para langostas a veces capturaba marsopas y delfines (Maigret, 1994) pero no se sabe si se utilizaron los cadáveres. Notarbartolo di Sciara y col. (1998) mencionaron posibles capturas accidentales de *S. teuszii* y *T. truncatus* en la bahía de Dakhla, pero no la utilización de éstos. La situación actual es en gran medida desconocida y el reciente estudio exhaustivo sobre varamientos en Marruecos, que incluye el Sahara Occidental (Masski y de Stephanis, 2015) proporciona pocos datos. Parece poco probable que ocurra cualquier pesca dirigida, pero es de esperar cierto nivel de captura accidental.

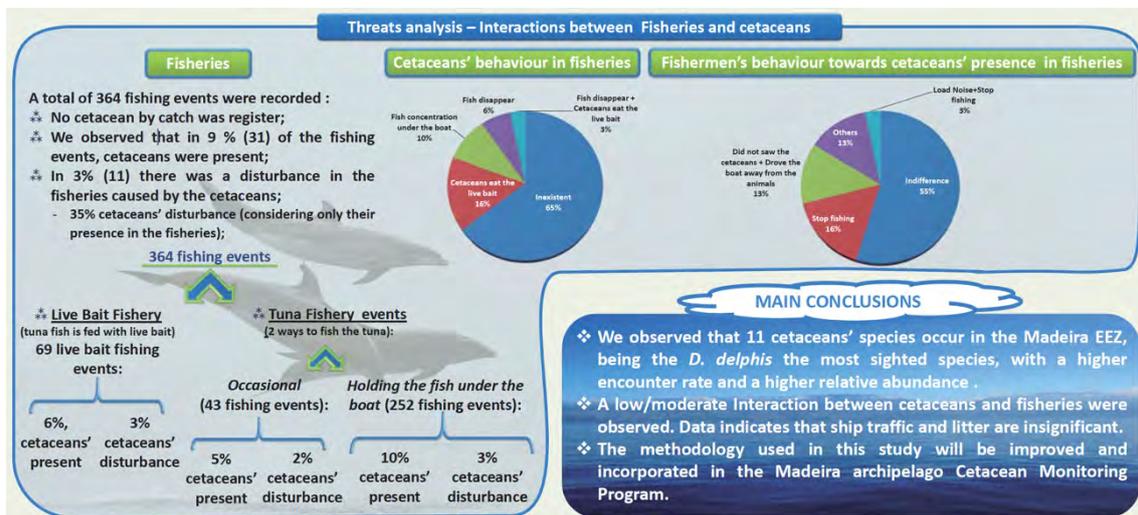
En un estudio de las interacciones operacionales y ecológicas entre cetáceos y la pesquería de atún en las Azores, basado en informes de observadores a bordo de atuneros, desde 1998 a 2000, los cetáceos estuvieron presentes durante <10% de los eventos de pesca observados, estando el delfín común (*Delphinus delphis*) presente en el 78%. En los tres años, 49 delfines fueron atrapados en las líneas de pesca, pero fueron liberados vivos, aunque es imposible determinar si sobrevivieron a la interacción. Se estima que 55 delfines fueron capturados en 1999, 38 en 1998 y 16 en 2000. En general, los resultados sugieren un bajo nivel de interacción entre los cetáceos y esta pesquería (Silva y col., 2002).

En otro trabajo posterior (Silva y col., 2011) los cetáceos estaban presentes en el 7% e interferían en el 3% de los eventos de pesca monitoreados por observadores a bordo de los atuneros. Hubo una tendencia decreciente en la proporción de eventos de pesca de atún con presencia o interferencia de cetáceos a lo largo de este estudio, así como una reducción en las estimaciones de

delfines capturados anualmente por toda la flota. Los datos disponibles sugieren que los niveles de interacción entre los cetáceos y las pesquerías en Azores son generalmente bajos y que el impacto económico de la interferencia de cetáceos es probablemente pequeño.

En Azores, el delfín común es la especie que más interacciona con la actividad pesquera, especialmente del atún. En un estudio de 15 años (1998-2012) con observadores en barcos de pesca, en menos del 3% de los eventos pesqueros se detectaron interacciones con delfines y 0,4% incidencia de capturas accidentales. Según los autores estas interacciones eran bajas y no mostraron signos de crecimiento en el periodo de estudio (Cruz et al., 2016).

En el archipiélago de Madeira, los pocos trabajos realizados reportan una interacción baja o moderada entre cetáceos y pesquerías (Nicolau y cols., 2013).



En las Islas Canarias, los datos recopilados a través del estudio de las causas de la muerte en los cetáceos varados han sido publicados en dos artículos a partir del trabajo de dos tesis doctorales que incluyeron los animales varados en los periodos 1999-2005 y 2006-2012, así como en distintos informes realizados para el gobierno regional. En Díaz-Delgado (2015), los individuos incluidos en esta categoría fueron 10 de 220 (4,54% de los animales), incluyendo 6 especies diferentes (4 delfines moteados, 2 delfines listados, 1 calderón tropical, 1 delfín común, 1 delfín de dientes rugosos y 1 delfín de Fraser). En el periodo inmediatamente anterior, Arbelo (2007) incluyó en esta categoría a 19 de 138 (13,77% de los animales), incluyendo 6 delfines moteados, 4 delfines mulares, 3 delfines comunes, 2 delfines listados, 1 cachalote pigmeo, 1 cachalote enano, 1 zifio de Gervais y 1 zifio de Cuvier. El detrimento en el número de casos en los últimos años ha podido deberse a una verdadera

disminución de la interacción con artes pesqueras fruto de la modernización de las pesquerías, un desvío geográfico de la localización de las artes pesqueras o una mayor concienciación de los pescadores con la consecuente disminución de agresiones a cetáceos (Díaz-Delgado, 2015). Estos datos son inferiores a los registrados en Galicia, Portugal o la costa atlántica andaluza.

En un estudio para el Gobierno de Canarias realizado sobre los 761 casos de la base de datos de cetáceos varados desde el 1/1/2000 hasta el 31/12/2015 en las Islas Canarias (Análisis de la información sobre cetáceos varados en canarias 2000-2015 y de los factores implicados en su mortalidad, para la futura elaboración de un documento estratégico con medidas de gestión efectivas) se detectaron un total de 37 posibles casos de interacción con actividades pesqueras (un 4,86%).

Con relación al número de animales varados con un diagnóstico definitivo a partir de las necropsias realizadas, en el periodo 2000-2018 en las Islas Canarias, de un total de 585 animales necropsiados, en 35 casos la causa de la muerte se asoció a interacciones con actividades pesqueras (un 6%).

2.1.2 Colisiones con embarcaciones.

Esta entidad contempla aquellos individuos que han sufrido un trauma severo tras el impacto con una embarcación. Generalmente la muerte se produce de forma sobreaguda o aguda, por shock hemorrágico (hipovolémico), afección de órganos vitales de forma directa (e.g.; sección de la médula espinal), o de forma crónica cuando los animales sobreviven a los efectos inmediatos del trauma pero fallecen posteriormente como consecuencia de las lesiones causadas (septicemias, incapacidad de alimentarse correctamente, mayor susceptibilidad a predadores, etc.).

En el archipiélago de Cabo Verde, un rorcual aliblanco (longitud 4-5 m) fue encontrado varado en Praia de Boa Esperança, Boavista, el 12 de mayo de 2000. El animal mostró tres cortes paralelos en su flanco izquierdo y rostrum, marcas indicativas de una colisión con la hélice de un barco. Este caso constituye el segundo caso documentado de una ballena colisionada por un barco en África occidental (Félix y Van Waerebeek 2005).

Con respecto a Senegal, solo hemos encontrado una descripción de un caso de un ejemplar joven de rorcual norteño que apareció muerto sobre el bulbo de un barco en el puerto de Dakar en 1998, este constituiría en primer registro de colisión con embarcación de un cetáceo en África occidental (Félix y Van Waerebeek 2005).



Figure 3. Young sei whale brought into Dakar port, Senegal, on 23 March 1998, on the bow of the German container ship *OSNA Bruck*. A full set of baleen still in the palate, mostly intact skin and the lack of bloating suggested that the whale had died within the past two days, presumably from impact with the vessel. Photos by Dr P. Ndiaye, IFAN (CMS/UNEP WAF CET-1 Project).

En el archipiélago de Azores, Los incidentes de colisiones de barcos con cachalotes (*Physeter macrocephalus*) en Azores, han aumentado recientemente según datos no publicados de la Red de varamientos de Azores (Mistic Seas II. Macaronesian Roof Report, 2018). El Instituto de Investigación Marina de la Universidad de Azores, ha estudiado las áreas de potencial solapamiento entre el hábitat utilizado por el cachalote y las áreas de mayor intensidad de tráfico marítimo utilizando los datos obtenidos por Sistema de Identificación Automática (AIS).

En Madeira, recurriendo a los datos de tráfico recopilados por encuestas náuticas y del Sistema (AIS) se trató de caracterizar el tráfico cerca y lejos de la costa e inferir los posibles impactos hacia los cetáceos, dentro de la zona de especial conservación (ZEE). Se identificó un "corredor de alto uso" costero común tanto para embarcaciones como para cetáceos, que se erige como una posible zona de conflicto. Sin embargo, se necesitan más estudios para inferir el nivel real de impacto hacia los cetáceos (Marine traffic and potential impacts towards cetaceans within the Madeira EEZ: a pioneer study. Inês de Sena Amaral da Cunha, 2013).

En el archipiélago canario se han descrito numerosos casos de colisión con embarcación (André M.; 1997; Aguilar y cols.; 2000; Carrillo y Ritter , 2010; Arbelo y cols.; 2013) en las últimas décadas. El aumento del tráfico marítimo y el número de embarcaciones rápidas de grandes

dimensiones ('fast-ferries') en zonas de paso o residencia de cetáceos son las responsables de estas colisiones (Arbelo y cols.; 2013).

Un 10,9% de los individuos necropsiados (24/220) en el periodo 2006-2012 presentaron signos compatibles con una muerte por colisión por embarcación (Díaz-Delgado, 2015), incluyendo 8 especies distintas, la gran mayoría pertenecientes al grupo de cetáceos de buceo profundo (11 cachalotes, 3 cachalotes pigmeos, 3 zifios de Gervais, 2 zifios de Cuvier, 1 calderón tropical y 1 zifio de Sowerby), un rorcual común y una ballena jorobada. En el periodo inmediatamente anterior, 1999-2005 (Arbelo, 2007) afectó al 5,80% de los casos necropsiados (8/138). Un total de 85 casos se han descrito como probables (Carrillo y Ritter, 2010), durante el mismo periodo en las aguas canarias. En el presente estudio, los cachalotes son los más afectados 11/24 (45,83%) en concordancia con André (1997) y Arbelo y cols. (2013). Los largos periodos de socialización y descansos en superficie tras buceos prolongados serían factores de riesgo para esta especie (André, 1997).

En Díaz-Delgado (2015) las crías presentaron una mayor incidencia de casos de colisión (8 cachalotes eran crías, 2 juveniles y 1 adulto), denotando una clara predisposición de los individuos más jóvenes; lo mismo sucedía en el periodo de estudio previo en esa misma región geográfica (Arbelo, 2007). En ambos periodos, más del 70% de los casos aparecieron varados en costas de Tenerife.

En un estudio para el Gobierno de Canarias realizado sobre los 761 casos de la base de datos de cetáceos varados desde el 1/1/2000 hasta el 31/12/2015 en las Islas Canarias (Análisis de la información sobre cetáceos varados en canarias 2000-2015 y de los factores implicados en su mortalidad, para la futura elaboración de un documento estratégico con medidas de gestión efectivas) se detectaron un total de 72 casos de interacción con el tráfico marítimo (52,55%). Más del 90% de las especies afectadas son de hábitos de buceo profundo (cachalote, cachalote pigmeo, cachalote enano, calderón tropical, zifio de Cuvier, zifio de Sowerby y zifio de Gervais). El índice anual de colisiones es de 4,5 colisiones/año, 3,18 colisiones/año en las islas occidentales frente a 1,31 colisión/año en las islas orientales. El cachalote muestra la mayor incidencia, el 56,94 de los casos de colisión, y afecta al 83,67% de los cachalotes varados, la tasa de colisión del cachalote es de 2,56 cachalote/año.

Con relación al número de animales varados con un diagnóstico definitivo a partir de las necropsias realizadas, en el periodo 2000-2018, de un total de 585 animales necropsiados, en 32 casos la causa de la muerte se asoció a colisiones con embarcaciones (un 5,5%).

Según el informe final del proyecto Mystic Seas II (Macaronesian Roof Report, 2018), contrariamente a la captura incidental, la mortalidad por los impactos de los barcos ya puede haber alcanzado niveles que pueden ser insostenibles para los cachalotes (*Physeter macrocephalus*) principalmente alrededor de las Islas Canarias, donde estos eventos se consideran una amenaza importante para la especie (Fais et al., 2016)".

2.1.3 Patologías asociadas a cuerpos extraños.

Se define como aquel cuadro patológico derivado de la ingesta de desecho/s marino/s a la deriva (de origen urbano, pesquero, industrial o doméstico) que queda alojado en cualquier tramo del aparato digestivo, pudiendo implicar partes externas del cuerpo del animal como las aletas. La naturaleza del cuerpo extraño es muy variable, siendo la más ubicua el plástico (Laist, 1987; Derraik, 2002; Moore, 2008; Simmonds, 2012; Di Benedetto & Ramos, 2014). La interacción con desechos a la deriva se considera una amenaza para ciertas poblaciones de cetáceos (Baulch & Perry, 2014).

Artículos recientes revelan que la Corriente de Canarias arrastra desechos marinos a la Macaronesia (Baztan y cols.; 2014). La concentración de plástico a la deriva se estima en aproximadamente en 200-500 g.km⁻² (Cózar y cols.; 2014).

En el trabajo de Díaz-Delgado (2015) en las Islas Canarias, esta patología estuvo presente en 2,72% casos necropsiados (5/220), un porcentaje inferior al encontrado en el anterior periodo de estudio (Arbelo y cols., 2013), en el que estuvo presente en el 4,35% de los animales necropsiados (6/138).

En un estudio retrospectivo en las Islas Canarias que comprendía el periodo 2000-2015 (Puig-Lozano y cols.; 2018), se pudo determinar la presencia de cuerpos extraños en 36 cetáceos de 14 especies, lo que supone el 7,63% del total de animales con estudios post-mortem (464) y el 5,57% del total de animales varados (646). De ellos, 28 animales presentaron plástico (77,78%), en su mayoría bolsas, aunque también se encontraron tapones, fibras de nylon y restos de tubos de PVC en el contenido estomacal. También se describieron restos de cuerdas y cabos (25%), filamentos de metal (8,33%), fragmentos de ropa (5,56%) y de cristal (2,78%). En 13 de 36 animales (36,11%) la muerte se asoció a la acción directa del cuerpo extraño: 2 casos de perforación gástrica y 11 casos de impactación estomacal. Se describieron úlceras sangrantes (52,77%) de diferente severidad en diversos tramos del tracto digestivo, así como diversos grados de obstrucción gastrointestinal. El calderón gris fue la especie más afectada, seguido del cachalote, zifios y misticetos. En este trabajo se observaron como factores de riesgo asociado, presentar una pobre condición corporal y

pertenecer a especies de buceo profundo; mientras que como factor protector destacó la edad adulta.

2.1.4 Varamientos masivos atípicos.

Un varamiento masivo se define como la llegada a costa de dos o más cetáceos de la misma especie, exceptuando madre y cría, en una misma zona de la costa en un intervalo de tiempo próximo. El término “atípico” implica aquellos casos en los que el intervalo en el que se produce el evento es mayor con relación al tiempo (pueden ser varios días) y al espacio (cientos de kilómetros de costa), en ocasiones afectando a más de una especie y afectando a animales de la familia ziphiidae, aunque la especie más frecuentemente afectada con diferencia es el zifio de Cuvier. La relación de estos eventos con el uso de sónares antisubmarino de alta intensidad y media frecuencia en el transcurso de ejercicios de maniobras navales militares ha sido demostrada por primera vez en el mundo en la Macaronesia (Jepson y cols., 2003)

La red de varamientos de cetáceos del archipiélago de Azores (RACA) e investigadores de la Universidad de Azores, han reportado varios eventos de varamiento de zifios de Sowerby en los últimos años, sin que esté demostrada hasta la fecha la asociación de estos varamientos con la realización de maniobras militares ni ninguna otra actividad de origen antrópico. Todos los varamientos ocurrieron en el mes de Julio y en las islas centrales (Pico, Terceira y Faial) en los años 2002 (2 animales), 2005 (2 animales), 2009 (5 animales en dos islas) y 2016 (4 animales).

En mayo de 2000, vararon tres zifios de Cuvier (10-14 de mayo) en Madeira, un cuarto animal fue encontrado flotando, pero no llegó a varar. Se pudieron recuperar dos cabezas en las cuales se determinaron hallazgos externos y se diseccionaron, la mejor preservada fue sometida a un estudio de tomografía computarizada (TAC). Las observaciones fueron descritas como consistentes con un trauma relacionado con cambios bruscos de presión y estrés. Pero no se encontraron evidencias consistentes en los exámenes post-mortem para vincular los varamientos claramente a ninguna causa. Mientras ocurrían estos varamientos, se realizaron ejercicios navales de la OTAN, incluidos buques de superficie y submarinos, alrededor de la isla de Porto Santo (Freitas, 2003).

En el archipiélago canario, en los ejercicios navales realizados en 1985, 1988 y 1989 se produjeron varamientos masivos atípicos de zifios en las costas de Fuerteventura y Lanzarote (Vonk y Martín-Martel, 1989; Simmonds y López-Jurado, 1991) pero en ninguno de ellos se realizó un estudio patológico.

En septiembre de 2002, 14 zifios vararon en las playas de las islas de Fuerteventura y Lanzarote (Jepson y cols.; 2003; Fernández y cols.; 2005). Este varamiento masivo de animales coincidió, temporal y espacialmente, con el desarrollo de las maniobras militares internacionales Neotapón 2002, donde se utilizaron sonares tácticos de alta intensidad y media frecuencia.

El estudio patológico realizado en los zifios varados durante las maniobras navales “Neotapón 2002”, proporcionó evidencias de la relación entre actividades acústicas antropogénicas (sonares activos antisubmarinos) y el varamiento y muerte de estos mamíferos marinos. Los varamientos comenzaron cuatro horas después del inicio de la actividad con sónares. De los animales encontrados muertos se necropsiaron ocho zifios de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), un zifio de Blainville (*Mesoplodon densirostris*) y un zifio de Gervais (*Mesoplodon europaeus*). En ninguno de estos animales se identificaron procesos inflamatorios o neoplásicos, ni tampoco agentes patógenos. Macroscópicamente, los animales presentaron una congestión generalizada y hemorragias difusas severas, especialmente en la zona de la grasa acústica mandibular, en zonas periólicas, en el cerebro y en los riñones. A pesar de que la demostración del embolismo gaseoso “*in vivo*” fue difícil determinar después de la muerte, las lesiones vasculares y tisulares detectadas fueron compatibles con un proceso patológico producido por un embolismo sistémico gaseoso y graso, que afectó a varios órganos vitales, como en los casos de descompresión aguda severo observados en humanos y en animales de experimentación.

Como posible explicación etiopatogénica de esta patología se han considerado las siguientes posibilidades. Que las mismas pudieran inducirse como consecuencia de cambios anormales en el patrón normal de buceo de los zifios, al poder estos cetáceos sobresaturar sus tejidos con nitrógeno, debido a su buceo profundo y de larga duración. De ahí, que un ascenso muy rápido pudiera provocar el mismo mecanismo patogénico que el descrito en el “síndrome de descompresión” en el hombre. La otra posibilidad, vendría dada como consecuencia del efecto físico del sonido sobre los precursores de burbujas (micronúcleos gaseosos tisulares), cuyos umbrales de activación a nivel tisular, se verían reducidos en esta situación. Ambos mecanismos podrían actuar conjuntamente para generar, aumentar y mantener el crecimiento de las burbujas en los tejidos, lo que provocaría la lesión tisular y el paso de gas a la circulación venosa, por consiguiente, un fenómeno de embolismo gaseoso y graso a partir de órganos y tejidos grasos.

De manera individual o conjunta, estos mecanismos iniciarían el proceso fisiopatológico de la embolia. Este embolismo sistémico afectó gravemente a los zifios, pudiendo morir en el mar, ser víctimas de depredadores (p.e., tiburones), o llegar a la costa, varando con graves lesiones vasculares que se complicarían durante el “síndrome de estrés de varamiento”, muriendo finalmente por un colapso cardiovascular grave.

Este estudio demostró, por primera vez, una nueva entidad patológica en cetáceos, denominada “síndrome embólico gaseoso/graso”, el cual sería el responsable del varamiento y muerte de los zifios durante las maniobras militar cuando se utilizan estos sónares activos de frecuencia media y alta intensidad.

Posteriormente, en el año 2004 se volvió a emplear este tipo de sónar durante las maniobras Majestic Eagle, y los cadáveres de 4 zifios llegaron flotando a las costas de Lanzarote y Fuerteventura (Fernández y cols.; 2012). En estos 4 animales, que llegaron flotando a la costa en avanzado estado de descomposición, por lo que se deduce que murieron en alta mar, también se pudo demostrar la presencia de lesiones indicativas de un “síndrome embólico graso”.

Estos acontecimientos tuvieron un gran impacto mediático, tanto en la sociedad civil, como en la comunidad científica, tras las publicaciones de los trabajos realizados por el Instituto Universitario de Sanidad Animal de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, siendo claves para impulsar la resolución de una moratoria no vinculante en el Parlamento Europeo en 2004, para evitar el uso de sónares de alta intensidad y media frecuencia hasta que se realizara una evaluación completa de sus efectos acumulativos sobre la vida marina y una moratoria del Gobierno de España prohibiendo el uso de estos sónares en maniobras militares navales en las costas del Archipiélago Canaria. De esta forma, desde 2004, no se han producido más varamientos masivos de zifios en el archipiélago canario (Fernández y cols.; 2013).

2.1.5 Cambio climático.

En abril de 2008 tuvo lugar un evento de mortandad masiva de delfines de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) en el suroeste de Gran Canaria (archipiélago canario). Aparecieron 13 animales flotando muertos en avanzado estado de descomposición con presencia de abundantes peces (*Sarpa salpa*) sin digerir en estómago. Este evento coincidió en el tiempo con un fenómeno de aumento de la temperatura del agua y de afloración de algas (*Karenia brevis*). En los análisis realizados en las muestras tomadas durante las necropsias realizadas de todos los animales, se detectó la presencia de biotoxinas (brevetoxinas) en los tejidos de los peces (contenido estomacal) y de los delfines. Éste

constituye el primer evento descrito de afloramiento masivo de algas tóxicas afectando a mamíferos marinos en esta región del noreste atlántico.

2.1.6 Contaminantes químicos.

La contaminación se ha convertido en un problema mundial que afecta a diferentes especies de animales marinos, en particular a los cetáceos, que debido a su posición en la cadena trófica acumulan altas concentraciones de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) derivados de una presión antrópica alarmante (Tanabe, 2002). Aunque la producción y uso de la mayoría de estos compuestos químicos están actualmente prohibidos, aún persisten niveles importantes en el medio ambiente, acumulándose en los tejidos grasos de estos animales. De este modo, los cetáceos son especialmente vulnerables a una toxicidad crónica que podría ocasionar inmunosupresión, problemas endocrinos, reproductivos y efectos cancerígenos. Después de la epizootia de Morbillivirus de 1990-1992 en delfines listados del Mediterráneo (Domingo et al, 1992), se han publicado numerosos estudios sobre el papel de los contaminantes en la aparición de enfermedades infecciosas (Kannan et al., 1993; Aguilar y Borrell, 1994; Fossi et al., 2006; Storelli et al., 2012) y otros efectos adversos para la salud (De Swart et al., 1995; Lahvis et al., 1995; Wells et al., 2005; Schwacke et al., 2012).

Además, varios autores han intentado establecer umbrales de toxicidad de xenobióticos en diferentes tejidos (Desforgues et al., 2016; Hall et al., 2006; Kannan et al., 2000; Schwacke et al., 2012; Wagemann and Muir, 1984) y en numerosos estudios en mamíferos marinos se describen niveles que exceden estos límites.

Estudios en el Atlántico Norte y Macaronesia:

Se han llevado a cabo múltiples investigaciones sobre el nivel de contaminantes en animales marinos en todo el mundo, sin embargo, hay poca información disponible en cetáceos de la Macaronesia. En este área, los estudios publicados sobre contaminantes antrópicos en cetáceos se centran en el delfín mular del archipiélago canario, con varias poblaciones consideradas residentes en estas islas, y los residuos tóxicos analizados fueron principalmente COPs en muestras de animales varados (Carballo et al., 2008; García-Álvarez et al., 2014a), y en biopsias tomadas de individuos vivos en libertad (García-Álvarez et al., 2014b), así como mercurio (Hg) y selenio (Se) en delfines varados (García-Álvarez et al., 2015).

Los primeros estudios de compuestos tóxicos en mamíferos marinos se publicaron en 1966, relacionados con diclorodifeniltricloroetanos (DDTs) encontrados en focas de la Antártida y Holanda (Koeman and Van Genderen, 1966; Sladen et al., 1966), hasta la actualidad donde podemos encontrar una base de datos muy amplia de residuos químicos en estos animales. Sin embargo, aún existen lagunas de conocimiento que cubrir, ya que la mayoría de las investigaciones se centran en pocas especies de pinnípedos y cetáceos de mares y océanos del hemisferio norte (Aguilar et al., 2002).

La publicación de Aguilar et al. (2002), revisión realizada de los diferentes estudios de contaminación en cetáceos en diferentes áreas marinas, se centra particularmente en bifenilos policlorados (PCBs) y DDTs en cuatro especies, el delfín mular, la marsopa común, el rorcual común y la foca vitulina. Ellos observaron que las especies piscívoras de latitudes medias de Europa y Norte América mostraron los niveles más altos de organoclorados (OCs), destacando algunas áreas de la costa oeste de Estados Unidos junto al mar Mediterráneo, conocido por su nivel extremadamente alto de contaminantes atribuido a la existencia de regiones industrializadas que rodean este mar semi-cerrado.

Con relación a los estudios realizados en el océano Atlántico Norte podemos destacar los siguientes:

- Costa Suroeste de la Península Ibérica:

En un meta-análisis paneuropeo a gran escala de cetáceos varados y biopsiados, se encontraron tres especies con niveles de PCBs superiores a los umbrales de toxicidad reportados (delfín listado, delfín mular y orca), siendo el suroeste de la península ibérica y el oeste del mar Mediterráneo dos áreas críticas de contaminación (Jepson et al., 2016).

- Aguas de Reino Unido:

Varias revisiones destacan el papel de los contaminantes en la dinámica de las poblaciones de marsopas comunes, delfines mulares y orcas (Jepson et al., 2016; Law, 2014), donde los autores plantean que los PCBs encontrados en cetáceos de aguas europeas están entre los más altos del mundo y que probablemente causaron declives en las poblaciones locales. Además, existen estudios de COPs en delfines y marsopas comunes que habitan los mares del oeste de Europa (Jepson et al., 2005; Pierce et al., 2008).

- Mar del Norte y mar Báltico:

Existen numerosas investigaciones en mamíferos marinos que habitan ambos mares, áreas marinas conocidas por su alta contaminación. Entre estos se puede destacar un estudio que asocia la presencia de disruptores endocrinos con hallazgos patológicos encontrados en la foca gris del Báltico (Bergman et al., 2003), otro estudio en el que se analizó Hg en marsopas comunes y delfines de hocico blanco de aguas alemanas del mar del Norte y Báltico (Siebert et al., 1999), organohalogenados en marsopas comunes del mar del Norte (Covaci et al., 2002), metales pesados y COPs en cachalotes varados en el mar del Norte (Holsbeek et al., 1999) y un estudio experimental en el que se alimentaron focas comunes con arenques contaminados del mar Báltico (De Swart et al., 1995).

Aunque los cetáceos que habitan regiones industrializadas del hemisferio norte muestran los niveles de contaminantes ambientales más altos, estos xenobióticos también se han encontrado en delfines que habitan el hemisferio sur (Alonso et al., 2017), incluso en osos polares y otros animales marinos de zonas remotas como el Ártico (Dietz et al., 2015; Fisk et al., 2005), lo que refleja el impacto global de los contaminantes sobre los ecosistemas marinos (Houde et al., 2005).

Tras la regulación de la producción, uso y liberación de los contaminantes antrópicos en los años 70 y 80, se observaron tendencias descendentes en aquellas regiones donde se implementaron estas medidas (Law, 2014), sin embargo, en otras áreas esta tendencia se ha estancado a niveles preocupantes para algunas especies depredadoras (Jepson et al., 2016; Law, 2014; Law et al., 2010).

Macaronesia, Azores y Cabo Verde:

Aunque no se encontraron publicaciones sobre xenobióticos en cetáceos, si se han analizado contaminantes en aves marinas, como elementos tóxicos en pardelas de la Macaronesia y el mar Mediterráneo (Ramos et al., 2009) y PCBs y DDTs en pardelas del Atlántico y el mar Mediterráneo (Roscales et al., 2010). En Azores además se llevaron a cabo varios estudios de contaminantes en peces, centrados en residuos de OCs en pez espada (Stefanelli et al., 2004), elementos tóxicos en peces marinos (Magalhaes et al., 2007; Costa et al., 2009; Raimundo et al., 2013) y metales pesados en algas marinas (Wallenstein et al., 2008). En Cabo Verde se pueden encontrar además estudios de residuos tóxicos en tortugas marinas (Camacho et al., 2012).

Macaronesia, Islas Canarias:

Se han publicado numerosos estudios sobre niveles de contaminantes en humanos (Boada et al., 2015; Henríquez-Hernández et al., 2016; Luzardo et al., 2009, 2012; Zumbado et al., 2005) y en animales marinos de las Islas Canarias, como es el caso de las tortugas marinas (Bucchia et al., 2015; Camacho et al., 2012; Monagas et al., 2008; Oros et al., 2009) y los peces (Rodríguez-Hernández et al., 2016); sin embargo, hay escasos datos disponibles de residuos OCs en cetáceos que habitan esta zona del océano Atlántico Este, sin embargo si hay disponibles varias publicaciones centradas en el delfín mular que habita este archipiélago (Carballo et al., 2008; García-Álvarez et al., 2014a; 2014b; 2015).

Los estudios de contaminantes están centrados inicialmente en el delfín mular ya que en las Islas Canarias algunos grupos se consideran residentes, lo que refleja la contaminación antrópica local de estas áreas marinas (Aguilar et al., 2000; Tobeña et al., 2014; Wells et al., 2004). Debido a esto, se designaron 12 Zonas de Especial Conservación (ZEC) para la conservación del delfín mular y de la tortuga boba en el archipiélago canario.

El delfín mular se propuso como bioindicador del nivel de contaminación de las aguas canarias al ser particularmente sensible al impacto de la actividad humana debido a su comportamiento local y costero, considerada así esta especie como una valiosa herramienta para la evaluación de la salud de las áreas costeras y de los ecosistemas marinos (Reddy et al., 2001; Wells et al., 2004). También es importante por estar listada como especie "vulnerable" en el Catálogo Nacional Español de Especies Amenazadas y en la categoría de "Especial Protección" en el Catálogo Canario de 2010.

Los estudios llevados a cabo en el delfín mular del archipiélago canario representaron la primera determinación de contaminantes OCs, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y elementos tóxicos en cetáceos varados y de OCs en cetáceos vivos en libertad de las Islas Canarias, como parte del océano Atlántico Oriental. Según los resultados obtenidos, el delfín mular que habita las aguas canarias parece estar expuesto a niveles importantes de contaminantes de origen antrópico, lo que evidencia la necesidad de realizar un control permanente de la acumulación de residuos químicos en cetáceos de esta área marina. En general, los niveles de xenobióticos en esta especie fueron algo superiores a aquellos encontrados en el mar del Norte y comparables a los del océano Atlántico Occidental, algunas localizaciones en el océano Pacífico y las aguas circundantes a Reino Unido. Como era de esperar, los resultados fueron mucho menores a los observados en el mar

Mediterráneo donde los delfines mulares acumulan grandes cantidades de residuos químicos. Se precisan futuros estudios que investiguen posibles asociaciones entre contaminantes y el estado sanitario para determinar el impacto real de la contaminación ambiental antrópica sobre estos animales.

En un estudio reciente (Méndez-Fernandez y cols., 2018) se estudió el nivel de contaminación del delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) a nivel de metapoblación, comparando muestras de animales procedentes de diferentes regiones del Atlántico, determinando las variaciones espaciales y temporales en las concentraciones de COP y su bioacumulación. Se analizaron un total de 115 muestras de blubber recolectadas de una gran parte de la cuenca del Atlántico para detectar PCB, DDT, PBDE, clordanos, HCB y mirex. Aunque los PCB y los DDT fueron los compuestos predominantes en todas las áreas, se observaron diferencias entre ubicaciones en las concentraciones de COP. Los delfines encontrados en São Paulo, en la costa sureste de Brasil, tenían las concentraciones más altas de PCB (mediana: 10.5µg/g peso húmedo) y los delfines de las Islas Canarias tenían las concentraciones más altas de DDT (mediana: 5.13µg/g peso húmedo). También se observaron diferencias en los patrones de PCB entre las ubicaciones. Los delfines de las Azores y São Paulo mostraron un patrón similar, con contribuciones relativamente altas de tetra- (6.8 y 5.2%, respectivamente) y penta-CB (25.6 y 23.8%, respectivamente) y contribuciones más bajas de hepta-CB (20.8 y 23.5 %, respectivamente) en comparación con otras áreas. Además, el sexo de los animales y el año en que se realizó el muestreo o la captura tuvieron una influencia importante en la mayoría de los COP analizados. Las comparaciones con los umbrales de toxicidad disponibles en la literatura revelan que los delfines de São Paulo y las Islas Canarias son las poblaciones más vulnerables y deberían considerarse en futuros programas de conservación y manejo del delfín moteado del Atlántico.

La ausencia de datos de residuos tóxicos en otras especies de cetáceos de las Islas Canarias y en cetáceos que habitan el resto de las aguas de la Macaronesia pone en evidencia la necesidad de un mayor esfuerzo en investigación para evaluar el impacto de los contaminantes en esta área geográfica.

2.1.7 Otras.

Los efectos que pueden producir una actividad náutica elevada y mantenida en el tiempo sobre una población de cetáceos determinada están poco estudiados, dependiendo de muchos factores relacionados con la especie, los individuos, el tipo de embarcación y su actividad, el tiempo

de exposición, etc. En la Franja Marina de la ZEC Teno-Rasca, del suroeste de Tenerife, se da esta circunstancia, coincidiendo la presencia de una población residente de calderones tropicales con una elevada actividad náutica durante todo el año (numerosas embarcaciones de avistamiento turístico de cetáceos y muchas otras actividades náuticas).

En un estudio comparado entre la población de calderones observada en la zona de Los Cristianos, del área mencionada, con los de otra área del noreste de la isla con una actividad náutica mucho menor (Anaga), se observaron diferencias significativas tanto en el patrón de comportamiento de los animales en presencia de embarcaciones (especialmente en barcos de actividad de observación no regulada), como en las concentraciones de cortisol medidas en muestras de blubber tomadas mediante biopsias, siendo mayores en la población de Los Cristianos, mucho más expuesta a la actividad de whale-watching (Crespo y cols., 2016).

CAMBIOS DE COMPORTAMIENTO Y ALTERACIONES EN LOS NIVELES DE CORTISOL EN GRASA SUBCUTÁNEA DE CALDERÓN TROPICAL (*Globicephala macrohynchus*) INDICAN ESTRÉS CRÓNICO ASOCIADO A LA ACTIVIDAD DE OBSERVACIÓN DE CETÁCEOS EN POBLACIONES DE LA ISLA DE TENERIFE.

Ana Crespo Torres¹, Jacobo Marrero Pérez¹, Marta I. Vitoria Serrano², Nieves Acosta González¹, Gonzalo Albaladejo^{1,2}, David Quinto Alemany², Alejandro Escánez Pérez^{1,3}, Mario Díaz¹.

¹ ASOCIACIÓN TONNA. Grupo para la investigación y divulgación del medio natural marino.
² Departamento de Biología Animal, Ecología y Geología de La Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna.
³ Grupo de Investigación BioCephALab. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo.



- Se analizó un total de 397 avistamientos de calderones observándose que el 39% de los casos registrados en Los Cristianos presentó barco asociado (< 200 m) frente al 8% obtenido en Anaga (figuras 3 y 4).
- En presencia de embarcaciones asociadas, la población de Los Cristianos mostró alteraciones significativas en sus patrones de comportamiento (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$; Dunn-sidak test, $p < 0.05$). Estos cambios resultan más evidentes en el caso de barcos no regulados, donde se observa una disminución de los periodos de descanso (figura 2).
- La cuantificación de los niveles de cortisol extraídos mostró un valor medio de cortisol en la grasa subcutánea ("blubber") de los individuos del Suroeste de $28,89 \pm 4,24$ pg/g, en comparación con los obtenidos para la población del Noroeste de $15,81 \pm 2,88$ pg/g. No se observó diferencia significativa dependiente de sexo (figura 1).

2.2 Patologías de origen natural (no asociadas directamente a actividades de origen antrópico).

Se describen como aquellas patologías de origen natural o aquellas en las que no se encuentra una relación directa entre su etiología y patogenia y la acción del hombre; si bien, se considera que indirectamente, la contaminación química, física y biológica del medio marino, la sobrepesca, la degradación del hábitat, el calentamiento global, etc. pueden jugar un papel importante en la aparición de patologías en los cetáceos, aunque sus efectos son difícilmente medibles.

2.2.1 Enfermedades infecciosas.

2.2.1.1 Enfermedades bacterianas.

2.2.1.1.1. Infección por *Brucella* sp.

Desde 1994 hasta la actualidad se han descrito numerosos aislamientos o evidencias serológicas de *Brucella* en diferentes especies de cetáceos, tanto de vida libre como en cautividad (Ewalt y cols.; 1994; Ross y cols.; 1994, 1996; Foster y cols.; 1996; Jepson y cols.; 1997; Clavareau y cols.; 1998; Van Bresseem y cols.; 2001).

En la Macaronesia la única descripción corresponde a una hembra joven de delfín mular que fue encontrada viva en Lanzarote (Islas Canarias, España) en 2005, pero murió poco después. En el examen físico, el delfín mostró una condición corporal moderada y se clasificó como código 2 (muerto fresco) en el momento de la necropsia. Los principales hallazgos graves fueron parasitismo multiorgánico severo, leptomeninges engrosados y congestionados y artritis (sero) fibrino-supurativa y proliferativa de la articulación escapulo humeral. El examen histopatológico reveló las características distintivas de una enfermedad sistémica subaguda asociada con la infección por Morbillivirus Cetacean (CeMV). Sin embargo, las lesiones cerebrales divergieron de las reportadas en la infección sistémica por CeMV. Esto llevó a sospechar que había un patógeno coinfectante, basado en las características de la respuesta inflamatoria y el patrón de distribución de la lesión en el sistema nervioso central. *Brucella* sp. se detectó en el tejido cerebral por PCR y el antígeno de *Brucella* se demostró por inmunohistoquímica en las lesiones del cerebro y de la articulación escapulo humeral (Sierra y cols., 2019).

2.2.1.1.2. Infección por *Erysipelothrix rhusiopathiae*

La enfermedad ha sido reportada en distintas especies de mamíferos marinos (Higgins, 2000), sobretodo en cetáceos en el delfín mular atlántico y pacífico, delfín moteado, calderón común,

calderón gris, delfín común, delfín de hocico blanco, delfín de flancos blancos del Pacífico, beluga, orca y marsopa común (Siebold y Neal, 1956; Chastel y cols.; 1975; Thurman y cols.; 1983; Buck y Spotte.; 1986; Kinsel y cols.; 1997; Young y cols.; 1997; Boseret y cols.; 2002; Melero y cols.; 2011). *Erysipelothrix rhusiopathiae* puede ocasionar enfermedad subaguda a crónica y septicemia (Geraci y cols.; 1966). Está enfermedad tiene potencial zoonótico (Hunt y cols.; 2008).

En los cetáceos, la manifestación cutánea de la enfermedad está caracterizada por infartos dérmicos con áreas romboides de necrosis cutánea, conocidas como 'diamond skin disease', lesiones similares a las producidas en el mal rojo porcino, y caracterizada por parches grises, sobreelevados, irregulares que pueden ulcerarse (Geraci y cols.; 1966).

Se ha descrito *Erysipelothrix rhusiopathiae* en dos cetáceos varados en las Islas Canarias, un delfín moteado y delfín mular. Estos individuos son compatibles con la presentación septicémica aguda de la enfermedad. Los animales presentaron linfadenomegalia generalizada y hemorragias multiorgánicas como hallazgos de necropsia más relevantes (Díaz-Delgado y cols., 2015a). No obstante, los hallazgos más importantes fueron histológicos, caracterizados por la presencia de bacilos intravasculares intramacrofágicos o extracelulares, e intersticiales multisistémicos asociados a congestión, edema y trombosis multiorgánica. Las bacterias eran Gram positivas (con tinción variable), Ziehl-Neelsen negativos y su presencia en el interior de endosomas y fagolisomas, así como, con menos frecuencia, libres en el citoplasma, fue confirmada mediante el uso de microscopía electrónica de transmisión. Así mismo se emplearon técnicas de inmunohistoquímica con un anticuerpo no comercial policlonal creado en ratones hembra BALB/c y marcadores inmunohistoquímicos como la lisozima y MAC387 que permitió el reconocimiento de macrófagos como células portadoras de estas bacterias.

2.2.1.1.3. Infección por *Streptococcus* sp.

En las Islas Canarias se describió una coinfección de *Streptococcus phocae* y morbillivirus en un delfín común (Díaz-Delgado y cols., 2017). Los hallazgos histológicos más destacados se correspondieron con una dermatitis piogranulomatosa crónica activa y severa con numerosas colonias de cocos Gram positivos intralesionales e intravasculares, necrosis vascular, vasculitis, trombosis y ulceración epidérmica. Otros hallazgos macroscópicos e histológicos importantes fueron endocarditis vegetativa mitral, meningocoroiditis linfoplasmocitaria y neutrofílica focal con émbolos bacterianos, neumonía intersticial aguda multifocal con émbolos bacterianos, y adrenalitis cortical

linfoplasmocitaria y necrotizante. El cultivo microbiológico y análisis del gen ARNr 16s bacteriano permitió la identificación de *Streptococcus phocae*.

2.2.1.1.4. Infección por *Citrobacter freundii*

Citrobacter freundii, una enterobacteria Gram negativa, puede causar septicemia mortal en humanos y animales. Se ha planteado la hipótesis de su posible papel patogénico en los cetáceos (delfines mulares y belugas). *Citrobacter freundii* fue detectado en un neonato de zifio de Cuvier varado muerto en La Graciosa, en las Islas Canarias (Fernández y cols.; 2011).

2.2.1.1.5. Infección por *Wohlfahrtiimonas chitiniclastica*

Se trata de un agente zoonótico descrito por primera vez en cetáceos asociados a una endocarditis en un delfín común varado en las Islas Canarias (Díaz-Delgado y cols.; 2015b), cuyas principales lesiones macroscópicas e histopatológicas en corazón fueron endocarditis fibrinosupurativa y necrotizante en válvulas pulmonar, aórtica y mitral con numerosas colonias de bacilos Gram negativos intralesionales.

2.2.1.1.6. Infección por *Flavobacterium ceti* sp.

Se ha aislado *Flavobacterium ceti* del pulmón y el hígado de dos zifios de Cuvier (Vela y cols.; 2007) varados en las Islas Canarias sin presentar lesiones macroscópicas relevantes durante la necropsia. Se describió conjuntamente a miembros del género *Vibrio*.

2.2.1.2 Enfermedades víricas.

2.2.1.2.1. Infección por *Morbillivirus*.

Desde el año 1987, distintos *Morbillivirus* han causado las mayores mortandades conocidas en mamíferos marinos, afectando masivamente a pinnípedos y cetáceos.

Los signos clínicos son poco evidentes en cetáceos de vida libre. La condición corporal de los animales es pobre y, con frecuencia, suelen presentar severas infestaciones por ectoparásitos e infecciones secundarias micóticas y/o bacterianas. También se han descrito signos de comportamiento anómalo y problemas respiratorios.

Histológicamente se observa neumonía broncointersticial con congestión, edema, exudado serofibrinoso en los alveolos, proliferación de neumocitos tipo II, sincitios celulares y cuerpos de inclusión intracitoplasmáticos e intranucleares acidofílicos. El sistema nervioso central, frecuentemente el cerebro, puede estar afectado por una encefalitis caracterizada por necrosis

neuronal, gliosis, manguitos mononucleares perivasculares, desmielinización con astrocitosis y presencia de sincitios celulares. En las infecciones agudas la depleción linfoide es muy marcada.

El primer caso de *Morbillivirus* descrito en las Islas Canarias fue un joven macho de calderón tropical varado en Tenerife en julio de 1996 (Bellière y cols.; 2011). Los hallazgos principales durante la necropsia fueron neumonía supurativa y encefalomiелitis no supurativa difusa. La cepa de morbillivirus era 97% compatible con “pilot whale morbillivirus” PWMV descrito previamente en un calderón común en el Atlántico Oeste (Taubenberger y cols.; 2000).

En 2005 apareció un delfín mular varado en las Islas Canarias que presentaba una infección sistémica aguda por morbillivirus (Sierra y cols.; 2014 a), de una cepa que mostraba un 99% de homología con las que fue descritas en 2007 y 2011 en delfines listados en las epizootias del Mediterráneo. El animal presentaba una condición corporal moderada y una moderada parasitación multiorgánica por *Xenobalanus* sp. en la aleta caudal, *Phyllobothrium* sp. en hipodermis y *Monorygma grimaldi* en peritoneo. En el aparato digestivo se encontró parasitado por nematodos (*Anisakis* sp.), cestodos y trematodos (*Pholeter* sp.) en estómago e intestino. Los sacos pterigoideos se encontraban parasitados por trematodos (*Nasitrema* sp.) y nematodos (*Crassicauda* sp.). Además, se describió artritis proliferativa en la articulación escápulo-humeral y linfadenomegalia generalizada. Histológicamente se describió hepatitis no supurativa, adrenalitis, neumonía broncointersticial y a nivel del SNC, una severa meningitis no supurativa, perineuritis y encefalomiелitis. El pulmón presentaba bronquitis supurativa multifocal asociada a la presencia de larvas y nematodos adultos (*Halocercus* spp. y *Stenurus* spp). Los alveolos mostraban de manera ocasional neumocitos tipo II y células multinucleadas (sincitios). En múltiples linfonodos y bazo se observó linfocitosis. El estudio inmunohistoquímico marcó antígeno de morbillivirus en el epitelio bronquial, neumocitos tipo II y sincitios multiorgánicos (linfonodos, bazo, páncreas y riñón), sin embargo, sólo unas pocas neuronas en el cerebro resultaron inmunopositivas.

Un estudio retrospectivo de 168 cetáceos varados en las Islas Canarias se determinó que el 16% de los casos presentaron meningoencefalitis no supurativa (Sierra y cols.; 2014b), siendo morbillivirus el agente causal en 31% de los casos estudiados. La especie mayoritariamente afectada fue el delfín listado y el delfín común. Un animal presentó una coinfección con herpesvirus. El estudio molecular de las muestras determinó el agente vírico mayoritariamente en el cerebro, si bien se detectó también en pulmón y riñón. La proximidad genética con cepas encontradas en el

Mediterráneo apoya la idea de una transmisión interespecífica por el Estrecho de Gibraltar (Raga y cols.; 2008).

Otros 3 casos de calderones tropicales varados en 2015 presentaron Morbillivirus (Sierra y cols.; 2015a). Los hallazgos de necropsia más relevantes fueron: severa rinitis supurativa, otitis media, saculitis y laringitis; hiperplasia epitelial severa difusa e hiperqueratosis en el tracto nasal superior y estómago queratinizado, dermatitis y queilitis proliferativa severa, así como tonsilitis laríngea supurativa severa. Histológicamente presentaron neumonía broncointersticial multifocal moderada, tonsilitis supurativa severa y depleción linfoide sistémica. En uno de los animales se detectaron lesiones a nivel del sistema nervioso compatibles con morbillivirus (meningoencefalitis no supurativa severa, con microgliosis, degeneración neuronal y glial, focos de necrosis y células sincitiales). En los estudios inmunohistoquímicos se detectó antígeno de morbillivirus en el epitelio bronquiolar, neumocitos tipo 2, células multinucleadas alveolares, así como en tejido linfoide (sincitios de linfonodos, tonsila laríngea, bazo) y mucosa intestinal, pulmonar, renal, vesical, laríngeo, intestinal, epidermis y glándulas endometriales. Además, el antígeno se marcó en las neuronas y células gliales, sobretodo de la sustancia gris, del animal con lesiones en SNC (Sierra y cols.; 2015a).

2.2.1.2.2. Infección por Herpesvirus

Infecciones sistémicas fatales por α y γ -herpesvirus han sido reportadas en dos delfines mulares del Atlántico (Blanchard y cols.; 2001), y delfines de Dusky (Manire y cols.; 2006; Smolarek y cols.; 2006); mientras que procesos localizados han sido más frecuentemente reportados en piel (Martineau y cols.; 1988; Barr y cols.; 1989) y otros órganos.

La primera descripción de una infección por herpesvirus en las Islas Canarias fue un delfín mular, varado en las Islas Canarias en 2001 que presentaba una encefalitis no supurativa. No se encontró detección molecular de morbillivirus de cetáceos (CeMV), pero se detectó una banda específica de 250 pb de herpesvirus en el pulmón y el cerebro. El producto de PCR herpesviral secuenciado se comparó con las secuencias de GenBank, obteniendo un 98% de homología (distancia p de 0.02) con el virus del herpes humano 1 (virus del herpes simplex 1 o HSV-1). Este es el primer caso de una infección similar al herpes simplex en un delfín varado (Esperón y cols.; 2008).

La siguiente descripción de una infección por alfa-herpesvirus en las Islas Canarias fue un macho adulto viejo de zifio de Blainville varado en 2004, en el cual se detectó este agente como responsable de una nefritis intersticial (Arbelo y cols.; 2012). El animal presentaba una condición corporal moderada, restos de ingesta y cuerpos extraños en el estómago y una leve parasitación por

Xenobalanus sp., *Phyllobotrium delphini* y nematodos en bronquios. Durante la necropsia no se observaron lesiones evidentes en el riñón. Sin embargo, histológicamente se diagnosticó glomerulonefritis membranosa, nefritis intersticial linfoplasmocitaria multifocal y nefritis tubulointersticial necrotizante multifocal aguda con cuerpos de inclusión intranucleares. Por inmunohistoquímica se comprobó la presencia del antígeno de herpesvirus en los cuerpos de inclusión intranuclear de las células túbuloepiteliales del riñón, así como se comprobó la presencia del agente por microscopía electrónica y PCR anidada (Arbelo y cols.; 2012).

En 2005, una hembra adulta de zifio de Cuvier presentó una necrosis linfoide severa sistémica provocada por una infección por un alfa-herpesvirus. El animal presentaba buena condición corporal y en los hallazgos más relevantes de la necropsia fueron: congestión generalizada, marcado presencia de contenido serosanguinolento en tórax, parasitación renal por *Crassicauda* sp. y linfonodos pulmonares aumentados de tamaño. El bazo presentaba unos focos blanco-grisáceos de necrosis y un tamaño menor al reportado para esa especie. Histológicamente se observó congestión generalizada, severa necrosis por coagulación difusa y vasculitis fibrinonecrótica en bazo y linfonodos, asociada a la presencia de trombos e inclusiones intranucleares en monocitos. Su presencia fue demostrada por microscopía electrónica y las muestras de pulmón y bazo dieron positivo por PCR, determinándose finalmente por estudios genéticos que se trataba de un alfa-herpesvirus (Arbelo y cols.; 2010).

Una infección genital con herpesvirus fue descrita en un macho adulto de delfín listado varado en las Islas Canaria (Sierra y cols.; 2015). El animal presentó dos masas de 1 cm de diámetro en la parte distal del pene. Histológicamente, estas masas estaban compuestas por células epiteliales hiperplásicas con incontinencia pigmentaria y degeneración de los queratinocitos. Por una PCR anidada resultó positivo a Herpesviridae. Estudios genéticos posteriores lo relacionaron con gamma herpesvirus, presentando un 93% de similitud con aquellos descritos en delfín mular en libertad y cautividad (Van Elk y cols.; 2009), dato que apoya la idea de una transmisión entre especies del agente.

Un estudio retrospectivo sobre los cetáceos varados en las Islas Canarias determinó que herpesvirus estaba presente en 3 delfines listados de 19 animales que presentaron meningoencefalitis no supurativa (15.8%) (Sierra y cols.; 2014b). Las muestras que resultaron positivas fueron cerebro y piel, describiéndose 4 nuevos alfa-herpesvirus. Un animal presentó una coinfección con morbillivirus. Las lesiones típicas de herpesvirus no fueron evidentes durante la

necropsia, sin embargo, en el SNC se pudo apreciar encefalomalacia y encefalitis granulomatosa multifocal, nódulos de neuronofagia, microgliosis y severa espongirosis de la sustancia blanca. De manera multifocal se observaron grandes inclusiones intranucleares acidófilas en neuronas y células de glía.

2.2.2 Enfermedades parasitarias.

2.2.2.1 *Nasitrema* sp.

En un estudio llevado a cabo en las Islas Canarias realizado durante dos años (1999-2000), se describió *Nasitrema* sp. en sacos pterigoideos en el 47.62% (30/63) de los casos (Degollada y cols.; 2002). Las especies afectadas fueron el delfín común, el delfín mular, el delfín de dientes rugosos, el delfín moteado del Atlántico, el delfín listado, el cachalote pigmeo y el calderón tropical.

Posteriormente, en un estudio retrospectivo en cetáceos varados en las Islas Canarias en el periodo comprendido entre 2000-2014 se encontraron 50 casos de nasitremiasis en la región cefálica (De la Fuente y cols.; 2015). Las especies afectadas fueron delfín mular (n=13); delfín moteado del Atlántico (n=11); delfín de dientes rugosos (n=7); delfín común (n=5); delfín listado (n=8); calderón tropical (n=4); delfín acróbata de hocico largo (n=2). El delfín acróbata de hocico largo presentó la mayor prevalencia (2/3; 66.67%), mientras que la menor fue en delfín listado (8/90; 8.89%). *Nasitrema* sp. se encontró, fundamentalmente, en sacos pterigoideos, pero también en oído medio e interno, en octavo par craneal y en encéfalo, causando lesiones que podrían haber sido responsables del varamiento y/o muerte de algunos de los individuos.

Las lesiones mayoritariamente descritas asociadas a la presencia de estos parásitos fueron saculitis supurativa y ulcerativa multifocal, de severidad variable, con trematodos adultos, hiperplasia e hiperqueratosis de la mucosa; neuritis vestibulococlear necrotizante y hemorrágica; así como meningoencefalitis necrotizante y piogranulomatosa con hemorragias y trematodos adultos intralesionales.

2.2.2.2 *Crassicauda* sp.

La arteritis verminosa asociada a nematodos del género *Crassicauda* fue descrita por primera vez en zifios de Cuvier varados en las Islas Canarias (Díaz-Delgado, 2016). En ese estudio 13 zifios fueron necropsiados entre 2008-2014, de ellos, 8 animales presentaron una marcada parasitación renal y lesiones en vasos sanguíneos por nematodos del género *Crassicauda*. Los hallazgos macroscópicos más comunes fueron arteritis fibrosante crónica severa afectando las arterias

mesentéricas, gastroepiploica y aorta abdominal, con aneurismas, trombosis, hemorragias y coagulación intravascular diseminada. Microscópicamente, las lesiones variaron desde hemorragias subagudas en la subíntima, a arteritis disecante neutrofílica, eosinofílica e histiocítica severa con larvas de nematodos intralesionales raramente visibles, hasta arteritis fibrosante crónica marcada con engrosamiento y distorsión completa de la pared vascular, calcificación y metaplasia cartilaginosa/ósea ocasional.

También se ha descrito la infestación subcutánea por *Crassicauda* sp. en varias especies afectando a distintas localizaciones, principalmente en las fascias de la musculatura locomotora, en glándula mamaria, en la próstata, en vías urinarias y en los sacos pterigoideos (Arbelo y cols.; 2013; Díaz-Delgado y cols.; 2018; Suárez-Santana y cols.; 2018).

2.2.2.3 *Campula* sp.

Trematodos del género *Campula* sp. y otros de la familia *Brachycladiidae*, pueden parasitar los ductos biliares y pancreáticos de los cetáceos. En un estudio retrospectivo sobre lesiones hepáticas en 135 cetáceos varados en las Islas Canarias, se describió la presencia de estructuras parasitarias compatibles con *Campula* sp. en conductos biliares (Jaber y cols.; 2004). Los daños celulares debidos a la presencia de este parásito se han descrito en delfines comunes, delfines moteados del Atlántico, delfines listados y cachalotes pigmeos varados en las Islas Canarias. Las lesiones descritas consistían en colangitis supurativa focal, colangitis necrótica severa o colangitis granulomatosa crónica y en muchos casos también hepatitis crónica activa (Jaber y cols.; 2013). Las lesiones más severas se encontraron cuando el parásito se encontraba en el estroma de los espacios porta causando una severa hepatitis granulomatosa (Jaber y cols.; 2004).

2.2.2.4 *Toxoplasma gondii*.

Toxoplasma gondii ha sido reportado en varias especies de cetáceos: el delfín mular del Atlántico, el delfín mular Indopacífico, el calderón gris, el delfín listado, el delfín acróbata, la beluga y el delfín jorobado del Pacífico (*Sousa chinensis*) (Cruickshank y cols., 1990; Inskeep y cols., 1990; Migaki y cols., 1990; Di Guardo y cols., 1995; Mikaelian y cols., 2000; Jardine y Dubay, 2002; Bowater y cols., 2003). *T. gondii* ha sido identificado en el músculo esquelético de delfines mulares en cautividad (Dubey y cols., 2009) y en un delfín moteado (Sierra, 2010) así como en el músculo cardiaco (miocarditis) en infecciones sistémicas (Jardine y Dubey., 2002).

La toxoplasmosis ha sido observada en mamíferos marinos tras la infección con morbillivirus y otras condiciones inmunosupresoras (Domingo y cols., 1992). La toxoplasmosis se encuentra entre las principales enfermedades protozoarias con afección del SNC, la cual ha sido descrita en numerosas especies como son: belugas (Mikaelian y cols., 2000), calderón gris (Resendes y cols., 2002), delfín mular (Jardine y Dubey, 2002; Dubey y cols., 2007), delfín Indo-Pacífico (Jardine y Dubey, 2002), y delfín listado (Di Guardo y cols., 2010; Roe y cols., 2013).

En las Islas Canarias se han descrito varios casos de infecciones diseminadas y encefalitis granulomatosas, necrotizantes y no supurativas asociada a la presencia de taquizoitos y bradizoitos de *Toxoplasma gondii* afectando a varios ejemplares de delfín moteado del Atlántico, confirmado el diagnóstico mediante estudios inmunohistoquímicos y de PCR (Arbelo y cols., 2013; Díaz-Delgado y cols., 2018).

2.2.3 Procesos tumorales.

En las Islas Canarias se han descrito varios casos de neoplasias. La primera descripción de un proceso neoplásico fue en un delfín mular con un linfoma hepatoesplénico inmunoblástico (Jaber y cols.; 2005). En este animal se pudo observar hepato y esplenomegalia asociada a la presencia de un infiltrado de células neoplásicas redondeadas en los sinusoides hepáticos y cordones esplénicos, mostrando abundantes mitosis. Las células tumorales se marcaron en inmunohistoquímica y en el estudio ultraestructural frente a IgG. Este mismo animal, testado frente a compuestos orgánicos persistentes, presentó unos niveles elevados de PCBs 153, 180, 138 e 187 en el hígado que podrían relacionarse con la neoplasia (Jaber y cols.; 2005).

En el periodo comprendido entre 1999-2005 (Arbelo, 2007), un 3,62% de los casos necropsiados presentaron neoplasias: un papiloma cutáneo en un delfín listado, un papiloma en la mucosa estomacal de un delfín mular, linfomas linfoblásticos multicéntricos de células B en delfín mular y en delfín moteado del atlántico y un linfoma de células T primario en el SNC de un delfín común (Arbelo y cols.; 2014).

En el periodo de estudio comprendido entre 2006-2012 (Díaz-Delgado, 2015) la incidencia de neoplasias supuso un 2%. Se describió un tumor testicular mixto (células de Sertoli y células de Leydig) y un seminoma fue descrito en un delfín común (Díaz-Delgado y cols.; 2012a). Se detectó metástasis de células de Sertoli a un nódulo linfático retroperitoneal adyacente. En la necropsia se describieron dos masas en cavidad abdominal. Una de ellas (4 x 2,7 x 2,3 cm) se encontraba en el

testículo izquierdo, la otra (8 x 6 cm) asociada al testículo derecho, linfonodo retroperitoneal y adherido al peritoneo.

Se describió un linfoma de células T primario, en este caso afectando al tejido uterino con múltiples metástasis, en una hembra adulta de delfín moteado del Atlántico (Díaz-Delgado y cols.; 2015c). Los principales órganos afectados y que presentaron células tumorales fueron el útero, los ovarios, el mesosalpinx y la vejiga urinaria. Al corte, la masa presentaba un color blanco-rosa, vascularizado, con pequeños quistes y áreas multifocales de necrosis. El animal presentaba una endometritis supurativa con necrosis multifocal. La técnica inmunohistoquímica reveló positividad al inmunomarcador CD3 (co-receptor de células T) en las células neoplásicas.

También se ha descrito un astrocitoma de alto grado (glioblastoma multiforme) en un macho adulto de delfín moteado (Díaz-Delgado y cols.; 2015f). Se trataba de una masa que ocupaba unas dimensiones de 5 x 2,5 x 2 cm, estaba pobremente delimitado, rojizo, friable y localmente expansivo, afectaba el tálamo y la región paraventricular y ventrículo lateral izquierdo. Microscópicamente se correspondía con una lesión no encapsulada, nodular, moderadamente delimitada, localmente extensa que infiltraba y distorsionaba el neuroparénquima, asociada a focos de necrosis y rodeada de vasos prominentes. La tinción inmunohistoquímica reveló que las células neoplásicas expresaban proteína ácida glial fibrilar (Díaz-Delgado y cols.; 2015f).

En un delfín común, se encontró una lesión no capsulada pero bien circunscrita debajo de la pleura, que estaba compuesta histológicamente de vasos sanguíneos de tamaño variable con espacios llenos de eritrocitos, leucocitos y revestidos por una sola capa de células endoteliales uniformes, apoyada por un estroma tisular conectivo delgado y fibroso con, ocasionalmente, infiltrados de linfocitos y células polimorfonucleares. Las figuras mitóticas estaban ausentes y no había células celulares malignas. Esta lesión fue definida como un hemangioma cavernoso pulmonar (Díaz-Delgado y cols.; 2012).

Por último, se han descrito las características histológicas e inmunohistoquímicas de unas inclusiones epiteliales multicéntricas benignas en los linfonodos mediastínicos de una hembra adulta de calderón gris (Díaz-Delgado y cols., 2016). Histológicamente, se describió la presencia de inclusiones individuales y dispersas de células libres en los senos, así como lóbulos individuales numerosos en los que se encontraron agrupaciones de estructuras acinares, tubulares y tubuloacinares tipo hamartoma.

2.2.4 Interacción traumática intra / interespecífica.

Varios estudios realizados sobre cetáceos en el mar (Moore y cols.; 2003) y varados (Wenzel & López Suárez, 2012) en Cabo Verde, describen la presencia de lesiones cutáneas compatibles con tiburones cigarro (*Isistius* sp.). Las especies afectadas fueron rorcual azul, común, norteño, tropical, aliblanco y yubarta. Mordidas de este tiburón se hallaron en el 100% de los delfines de dientes rugosos varados en Boavista en octubre de 2010.

En esta categoría se incluyen los casos en los que la muerte se ha producido por una interacción traumática entre individuos de la misma especie (intraespecífica) o de diferentes especies (interespecífica) (Arbelo y cols.; 2013). En el estudio retrospectivo de los casos de necropsia de cetáceos varados de 1999-2005, se incluyeron en esta categoría 6 animales (4,3% del total) pertenecientes a 5 especies: dos delfines listados, un delfín de dientes rugosos, un calderón tropical, un cachalote y un zifio de Gervais. Las lesiones observadas variaban desde marcas paralelas superficiales en la piel derivadas de una interacción entre animales de la misma especie a traumatismos severos con fractura de costillas y hemorragias subcutáneas y pulmonares. En los dos delfines listados las lesiones e impresiones dentales observadas eran compatibles con una interacción con delfines mulares (Arbelo y cols.; 2013). En el periodo de estudio comprendido entre 2006-2012 (Díaz-Delgado, 2015), la incidencia de esta patología como causa de muerte aumentó afectando a un 17,8% (37/208) de los animales, incluyendo 13 especies distintas.

2.2.5 Patologías neonatales / perinatales.

En esta categoría encontramos los casos en los que un neonato muere como consecuencia de problemas asociados a la gestación, parto y/o cuidado maternal en los primeros días de vida. En el estudio retrospectivo de los casos de necropsia de cetáceos varados de 1999-2005 (Arbelo y cols.; 2013), se encontró una prevalencia de 5.8% de casos de patologías neonatales/perinatales (8/138). Las especies afectadas fueron 6: Zifio de Cuvier (2), delfín listado (2), delfín moteado del Atlántico (1), zifio de Gervais (1), zifio de Blainville (1) y rorcual común (1). Los hallazgos macroscópicos e histopatológicos más frecuentes son la presencia de meconio en pulmones y lesiones congestivo-hemorrágicas multifocales. En los 3 delfínidos se hallaron lesiones traumáticas posiblemente causadas por la madre u otro individuo del grupo que intentaron mantener al animal moviéndose o en la superficie (Arbelo y cols.; 2013). En el periodo de estudio comprendido entre 2006-2012 (Díaz-Delgado, 2015), la incidencia de esta patología como causa de muerte fue del 6.2% de los casos (13/208), involucrando a 7 especies.

2.2.6 Varamientos masivos típicos.

Esta categoría se refiere a aquellos casos en los que varan vivos dos o más cetáceos de la misma especie (excluyendo los casos de madre-cría) a la misma vez y en el mismo lugar (Geraci & Lounsbury, 2005).

En el archipiélago de Cabo Verde son frecuentes los fenómenos de varamientos masivos de cetáceos odontocetos, con eventos casi todos los años afectando a diferentes especies, aunque en la mayoría de los eventos están involucrados numerosos ejemplares de *Peponocephala electra* o de *Globicephala macrorhynchus*, sin que, hasta la fecha, se hayan estudiado y diagnosticado las causas de este fenómeno (Van Waerebeek y cols., 2008; Hazevoet y cols., 2010).

En la siguiente tabla puede observar otras especies involucradas en estos eventos de varamientos masivos en Cabo Verde, indicándose el número de animales afectados, la isla y el año del varamiento (Hazevoet y cols., 2010).

ESPECIE	Nº ANIMALES	ISLA	AÑO
<i>Pseudorca crassidens</i>	14	Boavista	ca.1990
<i>Stenella attenuata</i>	17	Sao Vicente	2005
<i>Stenella frontalis</i>	30	Boavista	2006
<i>Steno bredanensis</i>	43	Boavista	2010

En el estudio retrospectivo de los casos de necropsia de cetáceos varados de 1999-2005 (Arbelo y cols.; 2013), 5 animales vararon vivos en dos episodios de varamiento masivo. En el primero de ellos, vararon una docena de delfines mulares de los cuales 3 murieron y a 2 se les realizó la necropsia, una hembra adulta y una cría macho. En este varamiento se consiguió devolver al agua varios animales (se desconoce el número total) y 4 hembras adultas que varaban repetidas veces se trasladaron a un centro de recuperación donde permanecieron 24 horas hasta ser transportadas en barco para su posterior liberación a varias millas de la costa. Las principales lesiones observadas en los dos animales necropsiados estaban relacionadas con el síndrome de estrés por varamiento.

En el segundo, 5 delfines acróbatas del Atlántico nunca antes observados en aguas de Canarias, vararon en Gran Canaria en 2004. Dos de ellos, catalogados como juveniles según su longitud total, se reintrodujeron al mar exitosamente. De los otros tres individuos, 2 machos juveniles murieron en el varamiento y 1 macho adulto fue transportado a un centro de recuperación donde fue eutanasiado dos horas después de su llegada. Las lesiones observadas más relevantes en el adulto, que presentaba una condición corporal pobre, fue una grave dermatitis proliferativa generalizada. Las causas de este varamiento se asociaron a un fenómeno de cohesión social; la presencia de esta especie, de distribución en aguas más tropicales, se asoció a un fenómeno de aumento marcado de la temperatura coincidente en el tiempo en aguas de Canarias, que también produjo un evento de proliferación de cianobacterias en la misma zona donde vararon los animales.

2.2.7 Otros procesos patológicos / miscelánea.

Un estudio realizado en Azores (Peres dos Santos, 2016), se describe la presencia de individuos de delfín moteado del Atlántico anormalmente blancos, al sur de la costa de Pico y norte de Faial. El primer caso se observó en 1997, se trataba de un animal adulto con una mancha oscura en el rostro. El segundo caso se observó en 2009, donde apareció un juvenil de color blanco-rosáceo, de aproximadamente 1.5 m. El rostro y el espiráculo presentaron una coloración blanco-rosácea, al igual que la aleta dorsal, la parte dorsal del lomo tras la aleta dorsal, el pedúnculo y la aleta caudal. Se observó una línea oscura desde la aleta dorsal hacia el pedúnculo hasta la aleta caudal. En 2011, se avistó otro juvenil con una coloración blanco-grisácea en las regiones laterales y ventral. Otro juvenil con coloración similar se observó en 2013. En estas ocasiones no se pudo determinar el color de la retina de los cetáceos, salvo en el último caso que parecían oscuros. Los autores proponen que dichos animales presentaban cuadros de leucismo (Peres dos Santos, 2016).

En cuanto a patologías musculares, el primer estudio publicado de cetáceos en la Macaronesia describe un caso de miopatía de captura en un delfín listado varado vivo que falleció 48 horas después de varar (Herráez y cols.; 2007). En la necropsia, el corazón presentó áreas blanquecinas localmente extensas subendocárdicas en los ventrículos y los riñones de color muy oscuro. El estudio histopatológico reveló rabdomiolisis en músculo cardíaco y esquelético y nefrosis mioglobínica. Por inmunohistoquímica, las fibras musculares mostraron depleción de mioglobina e inmunoreacción al fibrinógeno, indicativo de daño muscular. La pigmentación rojo-anaranjado de los cilindros hialinos resultó inmunopositiva a mioglobina (Herráez y cols.; 2007). En un estudio retrospectivo posterior, se estudiaron las lesiones musculares presentes en 51 cetáceos varados

vivos en las Islas Canarias en un periodo de tiempo de 12 años (Herráez y cols.; 2012). De ellos, 25 presentaron lesiones hemodinámicas indicativas de un shock multiorgánico vascular, lesiones musculares degenerativas en músculo esquelético y cardiaco, nefrosis mioglobínúrica, lesiones típicas de miopatía de captura. Como las lesiones macroscópicas no siempre resultaron evidentes, se desarrolló un protocolo estandarizado donde el músculo longísimo del dorso se examinó histológicamente para el estudio de hipercontracción segmentaria, necrosis en banda de contracción y degeneración muscular segmental. En los cardiomiocitos se estudiaron cambios como la hipereosinofilia de las fibras, vacuolizaciones en sarcolema y perinucleares y necrosis en banda de contracción. La miopatía de captura fue confirmada por técnicas inmunohistoquímicas, en la que se marcaba la mioglobina y el fibrinógeno en las miofibras. El estrés oxidativo se marcó con HSP70 en las células epiteliales de los túbulos renales.

Estudios llevados a cabo en muestras de cetáceos varados en las Islas Canarias (Sierra, 2010) permitieron la determinación de patologías nunca descritas en el músculo esquelético de cetáceos como la presencia de inclusiones de polisacáridos complejos (Sierra y cols, 2012); la atrofia muscular asociada a senilidad (Sierra y cols.; 2013a) y la presencia de masas sarcoplásmicas en el músculo esquelético de un cachalote pigmeo (Sierra y cols.; 2013b).

En un estudio retrospectivo, se describieron las lesiones halladas en las fibras musculares de 13 cetáceos que murieron como consecuencia de traumatismos incisivos graves por colisión con embarcación (Sierra y cols.; 2014). Las muestras de músculo esquelético se recogieron del propio lugar de incisión y de un área no directamente afectada del mismo músculo. Los hallazgos histopatológicos de ambas muestras consistieron en hemorragias, edema, degeneración flocular, granular y/o hialina, necrosis en banda de contracción y degeneración discoide o fragmentación de las miofibras. Dicho artículo propone la validez de cualquier muestra de músculo esquelético para evidenciar las lesiones propias de un daño antemortem, no sólo del músculo adyacente a la incisión, independientemente del grado de descomposición del animal en el momento de la muestra (Sierra y cols.; 2014).

Las patologías musculares encontradas en cetáceos varados en el archipiélago canario fueron descritas en 153 individuos de 19 especies (Sierra y cols.; 2017). En todos los animales se llevó a cabo una evaluación macroscópica de la musculatura epiaxial y un estudio histopatológico del músculo epiaxial. El único hallazgo macroscópico evidente fue la presencia de atrofia muscular de la musculatura epiaxial en animales con baja condición corporal. El estudio histopatológico reveló

cambios morfológicos en el 91.5% de los casos: lesiones degenerativas (75.2%), atrofia muscular (37.9%), miopatía crónica (25.5%), infestaciones parasitarias (9.2%) y miositis (1.9%). Debido a la gran información que revela el estudio histológico del músculo esquelético, los autores recomiendan el muestreo sistemático del músculo esquelético en los cetáceos.

En el pulmón, particularmente en delfines comunes varados en las Islas Canarias, afectados por nematodos pulmonares, se observó angiomatosis (Díaz-Delgado y cols.; 2012b). En este estudio el 71% (25/35) de los animales pertenecientes a esta especie, presentó lesiones compatibles con angiomatosis, afectando a la submucosa bronquial y bronquiolar y pleura, ocasionalmente también áreas de tejido broncointersticial. El 44% (11/25) presentó parásitos intralesionales (nematodos) y el 96% (24/25) mostraron diferentes grados de neumonía broncointersticial. En 8 casos, se encontraron nódulos esclerosados, posiblemente causados por parasitaciones crónicas. Este trabajo relaciona la proliferación vascular con la presencia de parásitos pulmonares.

Otro trabajo aplicó técnicas inmunohistoquímicas para la caracterización del infiltrado inflamatorio en bronconeumonías verminosas asociada con nematodos pulmonares en delfines varados en Canarias de tres especies diferentes (*Stenella coerulealba*, *Stenella frontalis* y *Delphinus delphis*). Los hallazgos más comunes encontrados en estos animales variaron de bronquitis a bronconeumonía verminosa con diferente grado de severidad. El estudio inmunohistoquímico mostró expresiones variables de Lisozima, MHC-II, iNOS e IgG. La población principal que presentaba el infiltrado inflamatorio fueron linfocitos CD3+. Sin embargo, se encontró un número moderado de linfocitos Foxp3+ en los nódulos linfoides, aunque no en las lesiones pulmonares. Los animales de este estudio presentaron parasitación pulmonar por nematodos de los géneros *Halocercus* sp. y *Pseudalius* sp. (Zafra y cols.; 2015).

En cuanto al hígado, se realizó un estudio retrospectivo de las lesiones hepáticas halladas en los cetáceos varados en el archipiélago canario entre 1992 y 2000, un total de 135 cetáceos de 18 especies (Jaber y cols.; 2004). Las lesiones más comúnmente observadas fueron hepatitis crónica no específica reactiva (47/135), seguida de inclusiones intracitoplasmáticas hialinas en hepatocitos (33/15), colangitis parasitaria (8/135) y lipidosis hepática (7/135). En un artículo más reciente se describieron las características de las hepatitis reactivas no específicas en cetáceos varados en las Islas Canarias (Jaber y cols. 2013). Histológicamente, se corresponde con la proliferación de células de Kupffer, granulocitos, linfocitos (linfocitos T CD3+) y células plasmáticas (IgG+).

Varios artículos han descrito las características de las células inflamatorias presentes el hígado de cetáceos varados en las Islas Canarias (Jaber y cols.; 2003; 2004; 2013). En un estudio retrospectivo con 14 delfines comunes, 12 mostraron hepatitis reactiva no específica y 3 colangitis parasitaria con proliferación linfoide (Jaber y cols.; 2003). Las células CD3+ se marcaron en los espacios porta y en sinusoides hepáticos. Anticuerpos policlonales frente a la proteína S100 marcaron numerosos linfocitos también en esas localizaciones, así como células de Kupffer y células epiteliales de los ductos biliares. La mayoría de las células plasmáticas observadas eran IgG+. Las proliferaciones linfoides presentaron una celularidad muy similar a la descrita en la corteza de linfonodos, organizados para la presentación de antígenos a células B y T (Jaber y cols.; 2003).

3. Referencias citadas:

- Aguilar, A.; Borrell, A. (1994). Abnormally high polychlorinated biphenyl levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic. *The Science of the Total Environment* 154(2-3):237-47.
- Aguilar, A.; Borrell, A.; Reijnders, P. J. (2002). Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. *Marine environmental research* 53(5):425-52.
- Aguilar, N.; Díaz, F.; Carrillo, M.; Brito, A.; Barquín, J.; Alayón, P.; Falcón, J.; González, G. (2000). Evidence of disturbance of protected cetacean populations in the Canary Islands. *International Whale Commission Scientific Committee Report SC/53/WW1*.
- Aguilar, N.; Carrillo, M.; Delgado, I.; Díaz, F.; Brito, A. (2000). Fast ferries impact on cetaceans in the Canary Islands: collisions and displacement. *Proceedings of the 14th Annual Conference European Cetacean Society, Cork, Ireland*, 164.
- Alonso, M. B.; Maruya, K. A.; Dodder, N. G.; Lailson-Brito, J. Jr.; Azevedo, A.; Santos-Neto, E.; Torres, J. P.; Malm, O.; Hoh, E. (2017). Nontargeted screening of halogenated organic compounds in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Science Technology* 51(3):1176-1185.
- Amaral da Cunha, I. (2013). Marine traffic and potential impacts towards cetaceans within the Madeira EEZ: a pioneer study. *Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território. Departamento de Biologia da Universidade do Porto*.
- André, M. (1997). Distribución y conservación del cachalote (*Physeter macrocephalus*) en las Islas Canarias. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Oceanografía Biológica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Arbelo, M. (2007). Patología y causas de la muerte de los cetáceos varados en las Islas Canarias (1999–2005). Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Sanidad Animal. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Arbelo M.; Sierra, E.; Esperón, F.; Watanabe, T. T. N.; Belliere, E. N.; Monteros, A. E. D. L.; Fernández, A. (2010). Herpesvirus infection with severe lymphoid necrosis affecting a beaked whale stranded in the Canary Islands. *Diseases of Aquatic Organisms* 89:261–264.

- Arbelo, M.; Espinosa de los Monteros, A.; Herráez, P.; Suárez-Bonnet, A.; Andrada, M.; Rivero, M.; Fernández, A. (2014). Primary central nervous system T-cell lymphoma in a common dolphin (*Delphinus delphis*). *Journal of Comparative Pathology* 150(2-3):336-340.
- Arbelo, M.; Bellière, E. N.; Sierra, E.; Sacchini, S.; Esperón, F.; Andrada, M.; Fernández, A. (2012). Herpes virus infection associated with interstitial nephritis in a beaked whale (*Mesoplodon densirostris*). *BMC Veterinary Research* 13(8):243.
- Arbelo, M.; Espinosa de los Monteros, A.; Herráez, P.; Andrada, M.; Sierra, E.; Rodríguez, F.; Fernández, A. (2013). Pathology and causes of death of stranded cetaceans in the Canary Islands (1999 – 2005). *Diseases of aquatic organisms* 103:87-99.
- Barr, B.; Dunn, J. L.; Daniel, M. D.; Banford, A. (1989). Herpes-like viral dermatitis in a beluga whale (*Delphinapterus leucas*). *Journal of Wildlife Diseases* 25(4):608-11.
- Baulch, S.; Perry, C. (2014). Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin* 80(1-2):210-221.
- Baztán, J.; Carrasco, A.; Chouinard, O.; Cleaud, M.; Gabaldon, J. E.; Huck, T.; Jaffrès, L.; Jorgensen, B.; Miguelez, A.; Paillard, C.; Vanderlinden, J. P. (2014). Protected areas in the Atlantic facing the hazards of micro-plastic pollution: First diagnosis of three islands in the Canary Current. *Marine Pollution Bulletin* 80(1-2):302-311.
- Bellière, E. N.; Esperón, F.; Fernández, A.; Arbelo, M.; Muñoz, M. J.; Sánchez-vizcaíno, J. M. (2011). Phylogenetic analysis of a new Cetacean morbillivirus from a short-finned pilot whale stranded in the Canary Islands. *Research in Veterinary Science* 90, 324-328.
- Bergman, A.; Bignert, A.; Olsson, M. (2003). Pathology in Baltic grey seals (*Halichoerus grypus*) in relation to environmental disruptors. In: Vos J. G., Bossart G. D., Fournier M., O'Shea T. J. *Toxicology of marine mammals*. Taylor & Francis, Washington, DC. pp. 507-533.
- Blanchard, T. W.; Santiago, N. T.; Lipscomb, T. P.; Garber, R. L.; Mcfee, W. E.; Knowles, S. (2001). Two novel alphaherpesviruses associated with fatal disseminated infections in Atlantic bottlenose dolphins. *Journal of Wildlife Diseases* 37(2):297-305.
- Boada, L. D.; Henriquez-Hernandez, L. A.; Navarro, P.; Zumbado, M.; Almeida-Gonzalez, M.; Camacho, M.; Alvarez-Leon, E.; Valencia-Santana, J. A.; Luzardo, O. (2015). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and bladder cancer: evaluation from a gene-environment perspective in

- a hospital-based case-control study in the Canary Islands (Spain). *International Journal of Occupational and Environmental Health* 21(1): 23-30,
- Boseret, G.; Jauniaux, T.; Mainil, J. (2002). Erysipelothrix rhusiopathiae infection in stranded harbour porpoise (Phocoena phocoena) and harbour seal (Phoca vitulina). Proceedings of the 4th scientific meeting of the European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians and 5th meeting of the European Wildlife Disease Association. Heidelberg, Germany.
- Bowater, R. O.; Norton, J.; Johnson, S.; Hill, B.; O'donoghue, P.; Prior, H. (2003). Toxoplasmosis in Indo-Pacific humpback dolphins (Sousa chinensis) from Queensland. *Australian Veterinary Journal* 81(10):627-632.
- Bucchia, M.; Camacho, M.; Santos, M. R.; Boada, L. D.; Roncada, P.; Mateo, R.; Ortiz-Santaliestra, M.E.; Rodríguez-Estival, J.; Zumbado, M.; Orós, J.; Henríquez-Hernández L. A.; García-Álvarez, N.; Luzardo, O. P. (2015). Plasma levels of pollutants are much higher in loggerhead turtle populations from the Adriatic Sea than in those from open waters (Eastern Atlantic Ocean). *Science of the Total Environment* 523:161-9.
- Buck, J. D.; Spotte, S. (1986). Microbiology of captive white-beaked dolphins (Lagenorhynchus albirostris) with comments on epizootics. *Zoo Biology* 5:321-329.
- Cadenat, J. (1947). Observations de cétacés au Sénégal. *Notes Africaines* 34, 20-23.
- Cadenat, J. (1949). Notes sur les Cétacés observés sur les côtes du Sénégal de 1941 a 1948. *Bulletin of Institut fondamental d'Afrique Noire* 11:1-15.
- Camacho, M.; Boada, L. D.; Orós, J.; Calabuig, P.; Zumbado, M.; Luzardo, O. P. (2012). Comparative study of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in plasma of Eastern Atlantic juvenile and adult nesting loggerhead sea turtles (Caretta caretta). *Marine pollution bulletin* 64(9):1974-80.
- Carballo, M.; Arbelo, M.; Esperón, F.; Méndez, M.; De la Torre, A.; Muñoz, M. J. (2008). Organochlorine residues in the blubber and liver of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) stranded in the Canary Islands, North Atlantic Ocean. *Environmental Toxicology* 23(2):200-10.
- Carrillo, M.; Ritter, F. (2010). Increasing numbers of ship strikes in the Canary Islands: proposals for immediate action to reduce risk of vessel-whale collisions. *Journal of Cetacean Research Management* 11(2):131-138.

- Chastel, C.; Masure, O.; Balouet, G.; Laban, P.; Lucas, A. (1975). The student, the cetacean and swine-fever: a minor epidemic after dissection of a globicephale. *La Nouvelle presse medicale* 4:1803-1805.
- Clavareau, C.; Wellemans, V.; Walravens, K.; Tryland, M.; Verger, J. M.; Grayon, M.; Cloeckaert, A.; Letesson, J. J.; Godfroid, J. (1998). Phenotypic and molecular characterization of a *Brucella* strain isolated from a minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*). *Microbiology* 144(Pt12):3267-73.
- Costa, V.; Lourenço, H.; Figueiredo, I.; Carvalho, L.; Lopes, H.; Farias, I.; Pires, L.; Afonso, C.; Vieira, A. R.; Nunes, M. L.; Gordo, L. S. (2009). Mercury, cadmium and lead in black scabbardfish (*Aphanopus carbo* Lowe, 1839) from mainland Portugal and the Azores and Madeira archipelagos. *Scientia Marina* 73S2:77-88.
- Covaci, A.; Van de Vijver, K.; DeCoen, W.; Das, K.; Bouquegneau, J. M.; Blust, R.; Schepens, P. (2002). Determination of organohalogenated contaminants in liver of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded on the Belgian North Sea coast. *Marine pollution bulletin* 44(10):1157-65.
- Cózar, A.; Echevarría, F.; González-Gordillo, J. I.; Irigoien, X.; Úbeda, B.; Hernández-León, S.; Palma, A. T.; Navarro, S.; García-de-Lomas, J.; Ruiz, A.; Fernández de Puelles, M. L.; Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(28):10239-10244.
- Crespo, A.; Marrero, J.; Vitoria, M. I.; Acosta, N.; Albaladejo, G.; Quinto, D.; Escáñez, A.; Díaz, M. (2016). Cambios de comportamiento y alteraciones en los niveles de cortisol en grasa subcutánea ("blubber") de calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*) indican estrés crónico asociado a la actividad de observación de cetáceos en poblaciones de la isla de Tenerife. Libro de Resúmenes IX Congreso Anual Sociedad Española de Cetáceos (SEC), Las Palmas de Gran Canaria.
- Cruickshank, J. J.; Haines, D. M.; Palmer, N. C.; St Aubin, D. J. (1990). Cysts of a *Toxoplasma*-like organism in an Atlantic bottlenose dolphin. *Canadian Veterinary Journal* 31:213-215.
- Cruz, M. J.; Menezes, G.; Machete, M.; Silva, M. A. (2016). Predicting interactions between common dolphins and the pole-and-line tuna fishery in the Azores. *PLoS One* 11(11): e0164107.
- De la Fuente, J.; Xuriach, A.; Díaz-Delgado, J.; Sacchini, S.; Sierra, E.; García-Álvarez, N.; Arbelo, M.; Fernández, A. (2015). Prevalencia y patología asociada a la presencia de *Nasitrema* spp. en

cetáceos varados en las Islas Canarias. Libro de resúmenes XVIII Congreso de la Sociedad Española de Cetáceos. Vigo, España.

De Swart, R. L.; Ross, P. S.; Timmerman, H. H.; Vos, H. W.; Reijnders, P. J.; Vos, J. G.; Osterhaus, A. D. (1995). Impaired cellular immune response in harbour seals (*Phoca vitulina*) feeding on environmentally contaminated herring. *Clinical and experimental immunology* 101(3):480-6.

Degollada, E.; André, M.; Arbelo, M.; Fernández, A. (2002). Incidence, pathology and involvement of *Nasitrema* species in odontocete strandings in the Canary Islands. *Veterinary Records* 150:81-82.

Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44:842-852.

Desforges, J. P.; Sonne, C.; Levin, M.; Siebert, U.; De Guise, S.; Dietz, R. (2016). Immunotoxic effects of environmental pollutants in marine mammals. *Environ International* 86:126-39.

Di Benedetto, A. P. M.; Ramos, R. M. A. (2014). Marine debris ingestion by coastal dolphins: What drives differences between sympatric species? *Marine Pollution Bulletin* 83(1):298-301.

Di Guardo, G.; Agrimi, U.; Morelli, L.; Cardeti, G.; Terracciano, G.; Kennedy, S. (1995). Postmortem investigations on cetaceans found stranded on the coasts of Italy between 1990 and 1993. *Veterinary Record* 136(17):439-442.

Di Guardo, G.; Proietto, U.; Di Francesco, C. E.; Marsilio, F.; Zaccaroni, A.; Scaravelli, D.; Mignone, W.; Garibaldi, F.; Kennedy, S.; Forster, F.; Iulini, B.; Bozzetta, E.; Casalone, C. (2010). Cerebral toxoplasmosis in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) stranded along the Ligurian Sea coast of Italy. *Veterinary Pathology* 47(2):245-53.

Dietz, R.; Gustavson, K.; Sonne, C.; Desforges, J. P.; Riget, F. F.; Pavlova, V.; McKinney, M. A.; Letcher, R. J. (2015). Physiologically-based pharmacokinetic modelling of immune, reproductive and carcinogenic effects from contaminant exposure in polar bears (*Ursus maritimus*) across the Arctic. *Environmental research* 140:45-55.

Díaz-Delgado, J.; Arbelo, M.; Sacchini, S.; Quesada-canales, O.; Andrada, M.; Rivero, M.; Fernández, A. (2012). Pulmonary Angiomatosis and Hemangioma in Common Dolphins (*Delphinus delphis*) Stranded in Canary Islands. *Journal of Veterinary Medical Sciences* 74(8):1063-6.

- Díaz-Delgado, J.; Espinosa de los Monteros, A.; Fernández-Maldonado, C.; Arbelo, M.; Quesada-Canales, O.; Andrada, M.; Fernández, A. (2012). Mixed testicular neoplasia in a short beaked common dolphin (*Delphinus delphis*). *Diseases of Aquatic Organisms* 101,257–260.
- Díaz-Delgado, J. (2015). *Patología y causas de la muerte de los cetáceos varados en las Islas Canarias (2006-2012)*. Tesis Doctoral, Programa de Doctorado de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Díaz-Delgado, J.; Arbelo, M.; Sierra, E.; Vela, A.; Domínguez, M.; Paz, Y.; Andrada, M.; Domínguez, L.; Fernández, A. (2015). Fatal *Erysipelothrix rhusiopathiae* septicemia in two Atlantic dolphins (*Stenella frontalis* and *Tursiops truncatus*). *Diseases of Aquatic Organisms* 116(1):75-81.
- Díaz-Delgado, J.; Fernández, A.; Edwards, J. F.; Sierra, E.; Xuriach, A.; García-Álvarez, N.; Arbelo, M. (2015). Uterine Leiomyoma and Prolapse in a Live-stranded Atlantic Spotted Dolphin (*Stenella frontalis*). *Journal of Comparative Pathology* 153(1):58–63.
- Díaz-Delgado, J.; Sacchini, S.; Suárez-Bonnet, A.; Sierra, E.; Arbelo, M.; Espinosa, A.; Rodríguez-Grau Bassas, E.; Mompeo, B.; Pérez, L.; Fernández, A. (2015). High-grade astrocytoma (glioblastoma multiforme) in an Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*). *Journal of Comparative Pathology*, 152(2–3):278–282.
- Díaz-Delgado, J.; Sierra, E.; Arbelo, M.; Suárez-Bonnet, A.; Suárez-Santana, C.; Grau-Bassas, E.; Fernández, A. (2015). Primary uterine T-cell lymphoma with metastasis in an Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*), Canary Islands, Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 51(2):538–541.
- Díaz-Delgado, J.; Sierra, E.; Vela, A. I.; Domínguez, L.; Andrada, M.; Arbelo, M.; Fernández, A. (2015). Endocarditis associated with *Wohlfahrtiimonas chitiniclastica* in a short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*). *Journal of Wildlife Diseases* 51(1):283–6.
- Díaz-Delgado, J.; Fernández, A.; Xuriach, A.; Sierra, E.; Bernaldo de Quirós, Y.; Mompeo, B.; Pérez, L.; Andrada, M.; Marigo, J.; Catao-Dias, J. L.; Groch K. R.; Edwards, J.; Arbelo, M. (2016). Verminous arteritis due to *Crassicauda* sp. in Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*). *Veterinary Pathology* 53(6):1233-1240.
- Díaz-Delgado, J.; Quesada-Canales, O.; Arbelo, M.; Sierra, E.; Edwards, J. F.; Suarez-Bonnet, A.; Fernández, A. (2016). Multicentric benign epithelial inclusions in a free-ranging Risso's dolphin (*Grampus griseus*). *Journal of Comparative Pathology* 155(2–3):267–271.

- Díaz-Delgado, J.; Sierra, E.; Vela, A. I.; Arbelo, M.; Zucca, D.; Groch, K. R.; Fernández, A. (2017). Coinfection by *Streptococcus phocae* and cetacean morbillivirus in a short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*). *Diseases of Aquatic Organisms* 124(3):247-252.
- Díaz-Delgado, J.; Fernández, A.; Sierra, E.; Sacchini, S.; Andrada, M.; Vela, A. I.; Quesada-Canales, O.; Paz-Sánchez, Y.; Zucca, D.; Groch, K. R.; Arbelo, M. (2018). Pathologic findings and causes of death of stranded cetaceans in the Canary Islands (2006-2012). *Plos One* 13(10):e0204444.
- Domingo M., Visa J., Pumarola M., Marco A. J., Ferrer L., Rabanal R., et al. (1992). Pathologic and immunocytochemical studies of morbillivirus infection in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *Veterinary Pathology* 29(1):1-10.
- Dubey, J. P.; Mergl, J.; Gehring, E.; Sundar, N.; Velmurugan, G. V.; Kwok, O. C.; Grigg, M. E.; Su, C.; Martineau, D. (2009). Toxoplasmosis in captive dolphins (*Tursiops truncatus*) and walrus (*Odobenus rosmarus*). *Journal of Parasitology* 95(1):82-5.
- Dubey, J. P.; Morales, J. A.; Sundar, N.; Velmurugan, G. V.; Gonzalez-Barrientos, C. R.; Hernandez-Mora, G.; Su, C. (2007). Isolation and genetic characterization of *Toxoplasma gondii* from striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) from Costa Rica. *Journal of Parasitology* 93(3):710-1.
- Esperón, F.; Fernández, A.; Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2008). Herpes simplex-like infection in a bottlenose dolphin stranded in the Canary Islands. *Diseases of Aquatic Organisms* 81(1):73-6.
- Ewalt, D. R.; Payeur, J. B.; Martin, B. M.; Cummins, D. R.; Miller, W.G. (1994). Characteristics of a *Brucella* species from a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 6(4):448-52.
- Fais, A.; Lewis, T. P.; Zitterbart, D. P.; Álvarez, O.; Tejedor, A.; Aguilar-Soto, N. (2016). Abundance and distribution of sperm whales in the Canary Islands: can sperm whales in the archipelago sustain the current level of ship-strike mortalities? *Plos One* 11(5):e0155199.
- Félix, F.; Van Waerebeek, K. (2005). Whale mortality from ship strikes in Ecuador and West Africa. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 4(1):55-60.
- Fernández, A.; Edwards, J. F.; Rodríguez, F.; Espinosa de los Monteros, A.; Herráez, P.; Castro, P.; Jaber, J. R.; Martín, V.; Arbelo, M. (2005). "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Veterinary Pathology* 42(4):446-57.

- Fernández, A.; Vela, A. I.; Andrada, M.; Herráez, P.; Díaz-Delgado, J.; Domínguez, L.; Arbelo, M. (2011). *Citrobacter freundii* septicemia in a stranded newborn Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*). *Journal of Wildlife Diseases* 47(4):1043-1046.
- Fernández, A.; Sierra, E.; Martín, V.; Méndez, M.; Sacchini, S.; Bernaldo de Quirós, Y.; Andrada, M.; Rivero, M.; Quesada, O.; Tejedor, M.; Arbelo, M. (2012). Last "atypical" beaked whales mass stranding in the Canary Islands (July, 2004). *Journal of Marine Science Research and Development* 2,107.
- Fernández, A.; Arbelo, M.; Martín, V. (2013). Whales: no mass strandings since sonar ban. *Nature* 497(7449):317.
- Fisk, A. T.; De Wit, C. A.; Wayland, M.; Kuzyk, Z. Z.; Burgess, N.; Letcher, R.; Braune, B.; Norstrom, R.; Blum, S. P.; Sandau, C.; Lie, E.; Larsen, H. J.; Skaare, J. U.; Muir, D. C. (2005). An assessment of the toxicological significance of anthropogenic contaminants in Canadian arctic wildlife. *The Science of the total environment* 351-352:57-93.
- Fossi, M. C.; Casini, S.; Marsili, L. (2006). Endocrine disruptors in mediterranean top marine predators. *Environmental science and pollution research international* 13(3): 204-7.
- Freitas, L. (2003). The stranding of three Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*) in the Madeiran Archipelago. *Proceedings of the workshop on active sonar and cetaceans. 17th Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.*
- Foster, G.; Jahans, K. L.; Reid, R. J.; Ross, H. M. (1996). Isolation of *Brucella* species from cetaceans, seals and an otter. *Veterinary Record* 138(24):583-6.
- García-Álvarez, N.; Boada, L. D.; Fernández, A.; Zumbado, M.; Arbelo, M.; Sierra, E.; Xuriach, A.; Almunia, J.; Camacho, M.; Luzardo, O. P. (2014). Assessment of the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine contaminants in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Eastern Atlantic Ocean. *Marine Environmental Research* 100:48-56.
- García-Álvarez, N.; Fernández, A.; Boada, L. D.; Zumbado, M.; Zaccaroni, A.; Arbelo, M.; Sierra, E.; Almunia, J.; Luzardo, O. P. (2015). Mercury and selenium status of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): A study in stranded animals on the Canary Islands. *Science of the Total Environment* 536:489-98.

- García-Álvarez, N.; Martín, V.; Fernández, A.; Almunia, J.; Xuriach, A.; Arbelo, M.; Tejedor, M.; Boada, L. D.; Zumbado, M.; Luzardo, O. P. (2014). Levels and profiles of POPs (organochlorine pesticides, PCBs, and PAHs) in free-ranging common bottlenose dolphins of the Canary Islands, Spain. *The Science of the total environment* 493:22-31.
- Geraci, J. R.; Sauer, R. M.; Medway, W. (1966). Erysipelas in dolphins. *American Journal of Veterinary Research* 27(117):597-606.
- Geraci, J. R.; Lounsbury, V. J. (2005). *Marine mammals ashore: A field guide for strandings*. 2nd edition. Baltimore, Maryland, USA: National Aquarium in Baltimore.
- Hall, A. J.; Hugunin, K.; Deaville, R.; Law, R. J.; Allchin, C. R.; Jepson, P. D. (2006). The risk of infection from polychlorinated biphenyl exposure in the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*): a case-control approach. *Environmental health perspectives* 114(5):704-11.
- Hazevoet, C. J. & Wenzel, F. W. (2000). Whales and dolphins (Mammalia, Cetacea) of the Cape Verde Islands, with special reference to the Humpback Whale *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). *Contributions to Zoology* 69(3):197-211.
- Hazevoet, C. J.; Monteiro, V.; López, P.; Varo, N.; Torda, G.; Berrow, S.; Gravanita, B. (2010). Recent data on whales and dolphins (Mammalia: Cetacea) from the Cape Verde Islands, including records of four taxa new to the archipelago. *Zoologia Caboverdiana* 1(2):75-99.
- Henriquez-Hernandez, L. A.; Luzardo, O. P.; Arellano, J. L.; Carranza, C.; Sanchez, N. J.; Almeida-Gonzalez, M.; Ruiz-Suarez, N.; Valeron, P. F.; Camacho, M.; Zumbado, M.; Boada, L. D. (2016). Different pattern of contamination by legacy POPs in two populations from the same geographical area but with completely different lifestyles: Canary Islands (Spain) vs. Morocco. *Science of the Total Environment* 541:51-7.
- Herráez, P.; Sierra, E.; Arbelo, M.; Jaber, J. R.; & Fernández, A. (2007). Rhabdomyolysis and myoglobinuric nephrosis (capture myopathy) in a striped dolphin. *Journal of Wildlife Diseases* 43(4):770-774.
- Herráez, P.; Espinosa de los Monteros, A.; Fernández, A.; Edwards, J. F.; Sacchini, S.; & Sierra, E. (2013). Capture myopathy in live-stranded cetaceans. *Veterinary Journal*, 196(2), 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.09.021>

- Higgins, R. (2000). Bacteria and fungi of marine mammals: A review. *Canadian Veterinary Journal* 41(2):105-116.
- Holsbeek, L.; Joiris, C. R.; Debacker, V.; Ali, I. B.; Roose, P.; Nellisen, J. P.; Gobert, S.; Bouquegneau, J. M.; Bossicart, M. (1999). Heavy metals, organochlorines and polycyclic aromatic hydrocarbons in sperm whales stranded in the southern south sea during the 1994/1995 winter. *Marine pollution bulletin* 38(4):304-313.
- Houde, M.; Hoekstra, P. F.; Solomon, K. R.; Muir, D. C. (2005). Organohalogen contaminants in delphinoid cetaceans. *Reviews of environmental contamination and toxicology* 184:1-57.
- Hunt, T. D.; Ziccardi, M. H.; Gulland, F. M. D.; Yochem, P. K.; Hird, D. W.; Rowles, T.; Mazet, J. A. K. (2008). Health risks for marine mammal workers. *Diseases of Aquatic Organisms* 81(1):81-92.
- Inskeep, W.; Gardiner, C. H.; Harris, R. K.; Dubey, J. P.; Goldston, R. T. (1990). Toxoplasmosis in Atlantic bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Wildlife Diseases* 26(3):377-82.
- Jaber, J. R.; Pérez, J.; Arbelo, M.; Herraéz, P.; Espinosa de los Monteros, A.; Rodríguez, F.; Fernández, T.; Fernández, A. (2003). Immunophenotypic characterization of hepatic inflammatory cell infiltrates in common dolphins (*Delphinus delphis*). *Journal of Comparative Pathology* 129(3):226-230.
- Jaber, J.R.; Pérez, J.; Arbelo, M.; Andrada, M.; Hidalgo, M; Gómez-Villamandos, J.C.; Van den Ingh, T. & Fernández, A. (2004). Hepatic lesions in cetaceans stranded in the Canary Islands. *Veterinary Pathology* 41(2):147-153.
- Jaber, J.R.; Carballo, M.; Arbelo, M.; Espinosa, A.; Herráez, P.; Muñóz, J; Rodriguez, F & Fernández, A. (2005). Hepatosplenic large cell immunoblastic lymphoma in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) with high levels of polychlorinated biphenyl congeners. *Journal Comparative Pathology* 132(2-3):242-247.
- Jaber, J. R.; Zafra, R.; Pérez, J.; Suárez-bonnet, A.; González, J. F.; Carrascosa, C.; Fernández, A. (2013). Immunopathological study of parasitic cholangitis in cetaceans. *Research in Veterinary Science* 95(2):556-561.
- Jardine, J. E.; Dubey, J. P. (2002). Congenital toxoplasmosis in an Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). *Journal of Parasitology* 88(1):197-9.

Jefferson, T. A.; Leatherwood, S.; Webber, M. A. (1993). FAO species identification guide. Marine mammals of the world. 320 pp.

Jepson, P.D.; Brew, S.; MacMillan, A. P.; Baker, J. R.; Barnett, J.; Kirkwood, J. K.; Kuiken, T.; Robinson, I. R.; Simpson, V. R. (1997). Antibodies to Brucella in marine mammals around the coast of England and Wales. *Veterinary Record* 141(20):513-5.

Jepson, P.D.; Arbelo, M.; Deaville, R.; Patterson, I.A.; Castro, P.; Baker, J.R.; Degollada, E.; Ross, H.M.; Herráez, P.; Pocknell, A.M.; Rodríguez, F.; Howie, F.E.; Espinosa, A., Reid, R.J.; Jaber, J.R.; Martin, V.; Cunningham, A.A.; Fernández, A. (2003). Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. *Nature* 425(6958):575-6.

Jepson, P. D.; Bennett, P. M.; Deaville, R.; Allchin, C. R.; Baker, J. R.; Law, R. J. (2005). Relationships between polychlorinated biphenyls and health status in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in the United Kingdom. *Environmental toxicology and chemistry* 24(1):238-48.

Jepson, P. D.; Deaville, R.; Barber, J. L.; Aguilar, A.; Borrell, A.; Murphy, S.; Barry, J.; Brownlow, A.; Barnett, J.; Berrow, S.; Cunningham, A. A.; Davison, N. J.; Ten Doeschate, M.; Esteban, R.; Ferreira, M.; Foote, A. D.; Genov, T.; Giménez, J.; Loveridge, J.; Llavona, A.; Martin, V.; Maxwell, D. L.; Papachlimitzou, A.; Penrose, R.; Perkins, M. W.; Smith, B.; De Stephanis, R.; Tregenza, N.; Verborgh, P.; Fernandez, A.; Law, R. J. (2016). PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports* 6: 18573.

Kannan, K.; Blankenship, A. L.; Jones, P. D.; Giesy, J. P. (2000). Toxicity reference values for the toxic effects of polychlorinated biphenyls to aquatic mammals. *Human and Ecological Risk Assessment* 6(1):181-201.

Kinsel, M. J.; Boehm, J. R.; Harris, B.; Murnane, R. D. (1997). Fatal Erysipelothrix rhusiopathiae septicemia in a captive Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 28(4):494-7.

Koeman, J. H.; Van Genderen, H. (1966). Some preliminary notes on residues of chlorinated hydrocarbon insecticides in birds and mammals in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 3:99-106.

Lahvis, G. P.; Wells, R. S.; Kuehl, D. W.; Stewart, J. L.; Rhinehart, H. L.; Via C. S. (1995). Decreased lymphocyte responses in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) are associated

- with increased concentrations of PCBs and DDT in peripheral blood. Environmental health perspectives 103 Supplement 4:67-72.
- Laist, D. W. (1987). Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 18(6B):319-326.
- Law, R. J. (2014). An overview of time trends in organic contaminant concentrations in marine mammals: going up or down? Marine Pollution Bulletin 82(1-2):7-10.
- Law, R. J.; Barry, J.; Bersuder, P.; Barber, J. L.; Deaville, R.; Reid, R. J.; Jepson, P. D. (2010). Levels and trends of brominated diphenyl ethers in blubber of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) from the U.K., 1992-2008. Environmental Science Technology 44(12): 4447-51.
- Lopes, K.; Passos, L.; Garcia-Rodrigues, J.; Koenen, F.; Stiebens, V.; Szekely, T.; Dutra, A. (2016). Sea turtle, shark, and dolphin bycatch rates by artisanal and semi-industrial fishers in Maio Island, Cape Verde. Chelonian Conservation and Biology (2):279-288.
- Luzardo, O. P.; Henríquez-Hernández, L. A.; Valerón, P. F.; Lara, P. C.; Almeida-González, M.; Losada, A.; Zumbado, M.; Serra-Majem, L.; Álvarez-Leon, E. E.; Boada, L. D. (2012). The relationship between dioxin-like polychlorobiphenyls and IGF-I serum levels in healthy adults: evidence from a cross-sectional study. PloS one 7(5):e38213.
- Luzardo, O. P.; Mahtani, V.; Troyano, J. M.; Álvarez de la Rosa, M.; Padilla-Pérez, A. I.; Zumbado, M.; Almeida, M.; Burillo-Putze, G.; Boada, C.; Boada, L. D. (2009). Determinants of organochlorine levels detectable in the amniotic fluid of women from Tenerife Island (Canary Islands, Spain). Environmental research 109(5):607-13.
- Magalhaes, M. C.; Costa, V.; Menezes, G. M.; Pinho, M. R.; Santos, R. S.; Monteiro, L. R. (2007). Intra- and inter-specific variability in total and methylmercury bioaccumulation by eight marine fish species from the Azores. Marine Pollution Bulletin 54(10):1654-62.
- Maigret, J. (1994). Marine mammals and fisheries along the West African coast. Reports of the International Whaling Commission.
- Manire, C. A.; Smolarek, K. A.; Romero, C. H.; Kinsel, M. J.; Clauss, T. M.; Byrd, L. (2006). Proliferative dermatitis associated with a novel alphaherpesvirus in an Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine 37(2):174-81.

- Martineau, D.; Lagace, A.; Beland, P.; Higgins, R.; Armstrong, D.; Shugart, L. R. (1988). Pathology of stranded beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence Estuary, Quebec, Canada. *Journal of Comparative Pathology* 98(3):287-311.
- Masski, H.; De Stephanis, R. (2015). Cetaceans of the Moroccan coast: information from a reconstructed strandings database. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 98(5):1029-1037.
- Melero, M.; Rubio-Guerri, C.; Crespo, J. L.; Arbelo, M.; Vela, A. I.; García-Párraga, D.; Sierra, E.; Domínguez, L.; Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2011). First case of erysipelas in a free-ranging bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) stranded in the Mediterranean Sea. *Disease of Aquatic Organisms* 97(2):167-170.
- Méndez-Fernandez, P.; Taniguchi, S.; Santos, M. C. O.; Cascão, I.; Quérouil, S.; Martín, V.; Tejedor, M.; Carrillo, M.; Rinaldi, C.; Rinaldi, R.; Montone, R. C. (2018). Contamination status by persistent organic pollutants of the Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) at the metapopulation level. *Environmental Pollution* 236:785-794.
- Migaki, G.; Sawa, T. R.; Dubey, J. P. (1990). Fatal disseminated toxoplasmosis in a spinner dolphin (*Stenella longirostris*). *Veterinary Pathology* 27(6):463-4.
- Mikaelian, I.; Boisclair, J.; Dubey, J. P.; Kennedy, S.; Martineau, D. (2000). Toxoplasmosis in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence estuary: two case reports and a serological survey. *Journal of Comparative Pathology* 122(1):73-6.
- Monagas, P.; Orós J.; Arana, J.; González-Díaz, O. M. (2008). Organochlorine pesticide levels in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) stranded in the Canary Islands, Spain. *Marine pollution bulletin* 56(11):1949-52.
- Moore, M.; Steiner, L.; Jann, B. (2003). Cetacean surveys in the Cape Verde Islands and the use of cookiecutter shark bite lesions as a population marker for fin whales. *Aquatic Mammals* 29(3):383-389.
- Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research* 108:131-139.

- Mullié, W. C.; Wagne, M. M.; Elmamy, C. A. A.; Yahya, F. M.; Veen, J.; Van Waerebeek, K. (2013). Large number of stranded harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) as by-catch victims in Mauritania. Reports of the International Whaling Commission.
- Nicolau, C.; Alves, F.; Ferreira, R.; Henriques, F.; Dinis, A.; Ribeiro, C.; Freitas, L. (2013). A first assessment of the cetaceans' occurrence and threats in the offshore waters of Madeira. Proceedings of the 27th Annual Conference of the European Cetacean Society. Setúbal, Portugal.
- Nieri, M.; Grau, E.; Lamarche, B.; Aguilar, A. (1999). Mass mortality of Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) caused by a fishing interaction in Mauritania. *Marine Mammal Science* 15(3):847-854.
- Notarbartolo-di-Sciara, G.; Politi, E.; Bayed, A.; Beaubrun, P. C.; Knowlton, A. (1998). A winter cetacean survey off southern Morocco, with a special emphasis on right whales. Reports of the International Whaling Commission 48, SC/49/O3.
- Orós, J.; González-Díaz, O. M.; Monagas, P. (2009). High levels of polychlorinated biphenyls in tissues of Atlantic turtles stranded in the Canary Islands, Spain. *Chemosphere* 74(3):473-8.
- Peres dos Santos, R.; Simião, S.; Madruga, P.; Mendonça, A. S.; Seitre, R.; Gomes-Pereira, J. N. (2016). Anomalously white Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*, Cuvier, 1892) off the Azores. *Aquatic Mammals* 42(2):245-252.
- Pierce, G. J.; Santos, M. B.; Murphy, S.; Learmonth, J. A.; Zuur, A. F.; Rogan, E.; Bustamante, P.; Caurant, F.; Lahaye, V.; Ridoux, V.; Zegers, B. N.; Mets, A.; Addink, M.; Smeenk, C.; Jauniaux, T.; Law, R.J.; Dabin, W.; López, A.; Alonso-Farre, J.M.; González, A.F.; Guerra, A.; García-Hartmann, M.; Reid, R.J.; Moffat, C.F.; Lockyer, C.; Boon, J.P. (2008). Bioaccumulation of persistent organic pollutants in female common dolphins (*Delphinus delphis*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from western European seas: geographical trends, causal factors and effects on reproduction and mortality. *Environmental pollution* 153(2):401-15.
- Puig-Lozano, R.; Bernaldo de Quirós, Y.; Díaz-Delgado, J.; García-Álvarez, N.; Sierra, E.; De la Fuente, J.; Sacchini, S.; Suárez-Santana, C.M.; Zucca, D.; Câmara, N.; Saavedra, P.; Almunia, J.; Rivero, M.A.; Fernández, A.; Arbelo, M. (2018). Retrospective study of foreign body-associated pathology in stranded cetaceans, Canary Islands (2000–2015). *Environmental Pollution* 243(Pt A):519-527.

- Raga, J. A.; Banyard, A.; Domingo, M.; Corteyn, M.; Van Bresseem, M. F.; Fernández, M.; Barrett, T. (2008). Dolphin morbillivirus epizootic resurgence, Mediterranean Sea. *Emerging Infectious Diseases* 14(3):471-473.
- Ramos, R.; González-Solís, J.; Forero, M. G.; Moreno, R.; Gómez-Díaz, E.; Ruiz, X.; Hobson, K. A. The influence of breeding colony and sex on mercury, selenium and lead levels and carbon and nitrogen stable isotope signatures in summer and winter feathers of *Calonectris* shearwaters. *Oecologia*; 159 (2): 345-54, (2009).
- Reddy, M. L.; Dierauf, L. A.; Gulland, F. M. D. (2001). Marine mammals as sentinels of ocean health. In: *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine*, Dierauf LA, Gulland FMD (editors), Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 3-14.
- Reeves, R.R.; Smith, B. D.; Crespo, E. A.; Notarbartolo Di Sciara, G. (2003). *Dolphins, Whales and Porpoises: 2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans*. IUCN/SSC. Cetacean Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 139pp.
- Reiner, F.; Dos Santos, M.; Wenzel, F. (2006). Cetaceans of the Cape Verde Archipelago. *Marine Mammal Science* 12(3):434-443.
- Resendes, A. R.; Almeria, S.; Dubey, J. P.; Obon, E.; Juan-Salles, C.; Degollada, E.; Alegre, F.; Cabezon, O.; Pont, S.; Domingo, M. (2002). Disseminated toxoplasmosis in a Mediterranean pregnant Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with transplacental fetal infection. *Journal of Parasitology* 88(5):1029-32.
- Robineau, D. (1995). Upon the so-called symbiosis between the imragen fishermen of Mauritania and the dolphins. *Mammalia (Paris)* 59(3):460-463.
- Rodríguez-Hernández, A.; Camacho, M.; Henríquez-Hernández, L. A.; Boada, L. D.; Valerón, P. F.; Zaccaroni, A.; Zumbado, M.; Almeida-González, M.; Rial-Berriel, C.; Luzardo, O. P. (2017). Comparative study of the intake of toxic persistent and semi persistent pollutants through the consumption of fish and seafood from two modes of production (wild-caught and farmed). *Science of the Total Environment* 575:919-931.
- Roe, W. D.; Howe, L.; Baker, E. J.; Burrows, L.; Hunter, S. A. (2013). An atypical genotype of *Toxoplasma gondii* as a cause of mortality in Hector's dolphins (*Cephalorhynchus hectori*). *Veterinary Parasitology* 192:67-74.

- Roscales, J. L.; Muñoz-Arnanz, J.; González-Solís, J.; Jiménez, B. (2010). Geographical PCB and DDT patterns in shearwaters (*Calonectris* sp.) breeding across the NE Atlantic and the Mediterranean archipelagos. *Environmental Science Technology* 44 (7):2328-34.
- Ross, H. M.; Foster, G.; Reid, R. J.; Jahans, K. L.; MacMillan, A. P. (1994). *Brucella* species infection in sea-mammals. *Veterinary Record* 134(14):359.
- Saavedra, C.; Santos, M. B.; Valcarce, P.; Freitas, L.; Silva, M.; Pipa, T.; Bécares, J.; Gil-Velasco, M.; Vandeperre, F.; Gouveia, C.; Lopes, V.; Teixeira, A.; Simão, A. P.; Matias, J. O.; Miodonski, J. V.; Carreira, G.P.; Henriques, F.; Pérez, S.; Esteban, R.; Verborgh, P.; Cañadas, A.; Varo, N.; Lagoa, J.; Dellinger, T.; Atchoi, E.; Silva, E.; Pérez, M.; Servidio, A.; Martín, V.; Carrillo, M.; Urquiola, E. (2018). *Mistic Seas II. Macaronesian Roof Report*.
- Schwacke, L. H.; Zolman, E. S.; Balmer, B. C.; De Guise, S.; George, R. C.; Hoguet, J.; Hohn, A. A.; Kucklick, J. R.; Lamb, S.; Levin, M.; Litz, J. A.; McFee, W. E.; Place, N. J.; Townsend, F. I.; Wells, R. S.; Rowles, T. K. (2012). Anaemia, hypothyroidism and immune suppression associated with polychlorinated biphenyl exposure in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of The Royal Society of Biological sciences* 279:48-57.
- Siebert, U.; Joiris, C. R.; Holsbeek, L.; Benke, H.; Failing, K.; Frese, K.; Petzinger, E. (1999). Potential relation between mercury concentrations and necropsy findings in cetaceans from german waters of the North and Baltic Seas. *Marine Pollution Bulletin* 38(4):285-295.
- Siebold, H. R.; Neal, J. E. (1956). *Erysipelothrix* septicemia in the porpoise. *Journal of American Veterinary Medical Association* 1:537-538.
- Sierra, E. (2010). Estudio de las patologías musculares en cetáceos varados. Tesis doctoral, Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Sierra, E.; Fernández, A.; Espinosa de Los Monteros, A.; Jaber, J. R.; Andrada, M.; Herráez, P. (2012). Complex polysaccharide inclusions in the skeletal muscle of stranded cetaceans. *Veterinary Journal* 193(1):152-156.
- Sierra, E.; Espinosa, A.; Fernández, A.; Arbelo, M.; Caballero, M. J.; Rivero, M.; Herráez, P. (2013). Sarcoplasmic masses in the skeletal muscle of a stranded pigmy sperm whale (*Kogia breviceps*). *Journal of Wildlife Diseases* 49(3):679-683.

- Sierra, E.; Fernández, A.; de los Monteros, A. E.; Arbelo, M.; de Quirós, Y. B.; & Herráez, P. (2013). Muscular senescence in cetaceans: adaptation towards a slow muscle fibre phenotype. *Scientific Reports* 3:1795.
- Sierra, E.; Fernández, A.; Espinosa De Los Monteros, A.; Arbelo, M.; Díaz-Delgado, J.; Andrada, M.; Herráez, P. (2014). Histopathological muscle findings may be essential for a definitive diagnosis of suspected sharp trauma associated with ship strikes in stranded cetaceans. *PLoS One* 9(2):e88780
- Sierra, E.; Sánchez, S.; Saliki, J. T.; Blas-Machado, U.; Arbelo, M.; Zucca, D.; Fernández, A. (2014). Retrospective study of etiologic agents associated with nonsuppurative meningoencephalitis in stranded cetaceans in the Canary Islands. *Journal of Clinical Microbiology* 52(7):2390–2397.
- Sierra, E.; Zucca, D.; Arbelo, M.; García-Álvarez, N.; Andrada, M.; Déniz, S.; Fernández, A. (2014). Fatal systemic morbillivirus infection in bottlenose dolphin, Canary Islands, Spain. *Emerging Infectious Diseases* 20(2):269–271.
- Sierra, E.; Díaz-Delgado, J.; Arbelo, M.; Andrada, M.; Sacchini, S.; Fernández, A. (2015). Herpesvirus-associated genital lesions in a stranded striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) in the Canary Islands, Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 51(3):696–702.
- Sierra, E.; Fernández, A.; Suárez-Santana, C.; Xuriach, A.; Zucca, D.; Bernaldo De Quirós, Y.; García-Álvarez, De la Fuente, J.; Sacchini, S.; Andrada, M.; Díaz-Delgado, J.; Arbelo, M. (2016). Morbillivirus and pilot whale deaths, Canary Islands, Spain, 2015. *Emerging Infectious Diseases* 22(4):740–742.
- Sierra, E.; Espinosa de Los Monteros, A.; Fernández, A.; Díaz-Delgado, J.; Suárez-Santana, C.; Arbelo, M.; Sierra, M. A.; Herráez, P. (2017). Muscle pathology in free-ranging stranded cetaceans. *Veterinary Pathology* 54(2):298–311.
- Sierra, E.; Fernández, A.; Felipe-Jiménez, I.; Zucca, D.; Di Francesco, G.; Díaz-Delgado, J.; Sacchini, S.; Rivero, M. A.; Arbelo, M. (2019). Neurobrucellosis in a common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) stranded in the Canary Islands. *BMC Veterinary Research* 15:353.
- Silva, M. A.; Feio, R.; Prieto, R.; Gonçalves, J. M.; Santos, R. S. (2002). Interactions between cetaceans and the tuna fishery in the Azores. *Marine Mammal Science* 18(4):893–901.

- Silva, M. A.; Machete, M.; Reis, D.; Santos, M.; Prieto, R.; Dâmaso C.; Gil-Pereira, J.; Santos, R. S. (2011). A review of interactions between cetaceans and fisheries in the Azores. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems* 21:17-27.
- Simmonds, M.; López Jurado, L. F. (1991). Whales and military. *Nature* 351:448
- Simmonds, M. P. (2012). Cetaceans and marine debris: The great unknown. *Journal of Marine Sciences, Special Issue: Protecting Wild Dolphins and Whales: Current Crises, Strategies, and Future Projections*. ID 684279:8 pp.
- Sladen, W. J.; Menzie, C. M.; Reichel, W. L. (1966). DDT residues in Adelie penguins and a crabeater seal from Antarctica. *Nature* 210(5037):670-3.
- Smelser, N.J.; Baltes, P.B. (2001). *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Elsevier (Pergamon), New York, NY. 17500 pp.
- Smolarek Benson, K. A.; Manire, C. A.; Ewing, R. Y.; Saliki, J. T.; Townsend, F. I.; Ehlers, B.; Romero, C. H. (2006). Identification of novel alpha- and gammaherpesviruses from cutaneous and mucosal lesions of dolphins and whales. *Journal of Virological Methods* 136(1-2):261-6.
- Stedman, T.L. (2012). *Stedman's Medical Dictionary for the Health Professions and Nursing*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2339 pp.
- Stefanelli, P.; Ausili, A.; Di Muccio, A.; Fossi, C.; Di Muccio, S.; Rossi, S.; Colasanti, A. (2004). Organochlorine compounds in tissues of swordfish (*Xiphias gladius*) from Mediterranean Sea and Azores Islands. *Marine Pollution Bulletin* 49(11-12):938-50.
- Stephen, C. (2014). Toward a modernized definition of wildlife health. *Journal of Wildlife Diseases* 50(3):427-30.
- Storelli, M. M.; Barone, G.; Giacomini-Stuffler, R.; Marcotrigiano, G. O. (2012). Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Southeastern Mediterranean Sea. *Environmental monitoring and assessment* 184(9):5797-805.
- Suárez-Santana, C. M.; Fernández-Maldonado, C.; Díaz-Delgado, J.; Arbelo, M.; Suárez-Bonnet, A.; Espinosa de los Monteros, A.; Fernández, A. (2016). Pulmonary carcinoma with metastasis in a long-finned pilot whale (*Globicephala melas*). *BMC Veterinary Research* 12(1):229.

- Suárez-Santana, C. M.; Sierra, E.; Díaz-Delgado, J.; Zucca, D.; Bernaldo de Quiros, Y.; Puig-Lozano, R.; Camara, N.; De la Fuente, J.; Espinosa de los Monteros, E.; Rivero, M.; Arbelo, M.; Fernández, A. (2018). Prostatic lesions in odontocete cetaceans. *Veterinary Pathology* 55(3):466-472.
- Tanabe, S. (2002). Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine pollution bulletin* 45 (1-12): 69-77.
- Taubenberger, J. K.; Tsai, M. M.; Atkin, T. J.; Fanning, T. G.; Krafft, a. E.; Moeller, R. B.; Kodsi, S.E.; Mense M.G. & Lipscomb, T. P. (2000). Molecular genetic evidence of a novel morbillivirus in a long-finned pilot whale (*Globicephalus melas*). *Emerging Infectious Diseases* 6(1):42-45.
- Thurman, G. D.; Downes, S. J.; Fothergill, M. B.; Goodwin, N. M.; Hegarty, M. M. (1983). Diagnosis and successful treatment of subacute erysipelas in a captive dolphin. *Journal of South Africa Veterinary Association* 54(3):193-200.
- Tobeña, M.; Escáñez, A.; Rodríguez, Y.; López, C.; Ritter, F.; Aguilar, N. (2014). Inter-island movements of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) among the Canary Islands: online catalogues and implications for conservation and management. *African Journal of Marine Science* 36(1):137-141.
- Van Bresse, M. F.; Van Waerebeek, K.; Raga, J. A.; Godfroid, J.; Brew, S. D.; MacMillan, A. P. (2001). Serological evidence of *Brucella* species infection in odontocetes from the south Pacific and the Mediterranean. *Veterinary Record* 148(21):657-61.
- Van Elk, C. E.; Van de Bildt, M. W.; De Jong, A. A.; Osterhaus, A. D. & Kuiken, T. (2009). Herpesvirus in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Cultivation, epidemiology and associated pathology. *Journal of Wildlife Diseases* 45(4):895-906.
- Van Waerebeek, K.; Ndiaye, E.; Dyiba, A.; Diallo, M.; Murphy, P.; Jallow, A.; Camara, A.; Ndiaye, P.; Tous, P. (2000). A survey of the conservation status of cetaceans in Senegal, The Gambia and Guinea-Bissau. UNEP/CMS Secretariat, Bonn, Germany. 80 pp.
- Van Waerebeek, K.; Barnett, L.; Camara, A.; Cham, A.; Diallo, M.; Djiba, A.; Jallow, A.; Ndiaye, E.; Samba Ould-Bilalm A. O.; Bammy, I. L. (2003). Conservation of cetaceans in The Gambia and Senegal, 1999-2001, and status of the Atlantic humpback dolphin. UNEP/CMS Secretariat, Bonn, Germany. 56 pp.

- Van Waerebeek, K.; Hazevoet, C. J.; López-Suárez P.; Rodrigues-Delgado, M. S.; Gatt, G. (2008). Preliminary findings on the mass strandings of melon-headed whale (*Peponocephala electra*) on Boavista Island in November 2007, with notes on other cetaceans from the Cape Verde. Technical Report, Fondation Internationale du Banc d'Arguin.
- Vela, I.; Fernández, A.; Sanchez-Porro, Sierra, E.; Mendez, M.; Arbelo, M.; Ventosa, A.; Domínguez, L.; Fernández-Garayzábal, J. F. (2007). *Flavobacterium ceti* sp. nov.; isolated from beaked whales (*Ziphius cavirostris*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57:2604-2608.
- Vonk, R.; Martin-Martel, V. (1989). Goose-beaked whales (*Ziphius cavirostris*) mass strandings in the Canary Islands. *Proceedings of the Third Annual Conference European Cetacean Society*. La Rochelle, France.
- Wagemann, R.; Muir, D. (1984). Concentrations of heavy metals and organochlorines in marine mammals of northern waters: overview and evaluation. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science* 1279.
- Wallenstein, F. M.; Couto, R. P.; Amaral, A. S.; Wilkinson, M.; Neto, A. I.; Rodrigues, A. S. (2009). Baseline metal concentrations in marine algae from Sao Miguel (Azores) under different ecological conditions-urban proximity and shallow water hydrothermal activity. *Marine Pollution Bulletin* 58(3):438-43.
- Wells, R. S.; Rhinehart, H. L.; Hansen, L. J.; Sweeney, J. C.; Townsend, F. I.; Stone, R.; Casper, D. R.; Scott, M. D.; Hohn, A. A.; Rowles, T. K. (2004). Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: Developing a health monitoring system. *EcoHealth* 1:246-254.
- Wells, R. S.; Tornero, V.; Borrell, A.; Aguilar, A.; Rowles, T. K.; Rhinehart, H. L.; Hofmann, S.; Jarman, W. M.; Hohn, A. A.; Sweeney, J. C. (2005). Integrating life-history and reproductive success data to examine potential relationships with organochlorine compounds for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. *The Science of the total environment* 349(1-3):106-19.
- Wenzel, F. W.; López, P. (2012). What is known about cookiecutter shark (*Isistius* spp.) interactions with cetaceans in Cape Verde seas? *Zoologia Caboverdiana* 3(2):57-66.

- Young, J. E.; Huff, D. G.; Ford, J. K.; Anthony, J. M.; Ellis, G.; Lewis, R. L. (1997). First case report–mortality of wild resident killer whale (*Orcinus orca*) from *Erysipelothrix rhusopathiae*. Proceedings of the 28th Annual Workshop of the International Association for Aquatic Animal Medicine.
- Zafra, R.; Jaber, J. R.; Pérez, J.; De la Fuente, J.; Arbelo, M.; Andrada, M.; Fernández, A. (2015). Immunohistochemical characterisation of parasitic pneumonias of dolphins stranded in the Canary Islands. *Research in Veterinary Science* 100:207-212.
- Zeeberg, J. J.; Corten, A.; de Graaf, E. (2006). Bycatch and release of pelagic megafauna in industrial trawler fisheries off Northwest Africa. *Fisheries research* 78 (2-3):186-195.
- Zumbado, M.; Goethals, M.; Alvarez-Leon, E. E.; Luzardo, O. P.; Cabrera, F.; Serra-Majem, L.; Dominguez-Boada, L. (2005). Inadvertent exposure to organochlorine pesticides DDT and derivatives in people from the Canary Islands (Spain). *The Science of the total environment* 339(1-3):49-62.