

Revista de

Investigación Marina

[25.1]

Protocolo para evaluar y
cuantificar la ingestión de
plásticos por el arao común
(*Uria aalge*)



Goretti García
Ainhoa Arévalo
Beatriz Beldarrain
Maite Cuesta
Javier Franco
Ruairí Gallagher
Isabel García-Barón

Irene Gómez
Mikel Lizarraga
Maite Louzao
Inmaculada Martín
Naiara Serrano
Izaskun Zorita

Goretti García, Ainhoa Arévalo, Beatriz Beldarrain, Maite Cuesta, Javier Franco, Ruairí Gallagher, Isabel García-Barón, Irene Gómez, Mikel Lizarraga, Maite Louzao, Inmaculada Martín, Naiara Serrano, Izaskun Zorita 2018. Protocolo para evaluar y cuantificar la ingestión de plásticos por el arao común (*Uria aalge*). Revista de Investigación Marina, AZTI, 25(1): 1-31

La serie '*Revista de Investigación Marina*', editada por la Unidad de Investigación Marina de AZTI, cuenta con el siguiente Comité Editorial:

Editor: Javier Franco

Adjuntos al Editor: Edorta Aranguena e Irantzu Zubiaur

Comité Editorial: Haritz Arrizabalaga
Oihane C. Basurko
Ángel Borja
Guillem Chust
Almudena Fontán
Ibon Galparsoro
Arantza Murillas

La '*Revista de Investigación Marina*' de AZTI edita y publica investigaciones y datos originales resultado de la Unidad de Investigación Marina de AZTI. Las propuestas de publicación deben ser enviadas al siguiente correo electrónico jafranco@azti.es. Un comité de selección revisará las propuestas y sugerirá los cambios pertinentes antes de su aceptación definitiva.



Edición: 1.ª Enero 2018

© AZTI

ISSN: 1988-818X

Unidad de Investigación Marina

Internet: www.azti.es

Edita: Unidad de Investigación Marina de AZTI

Herrera Kaia, Portualdea

20110 Pasaia

Foto portada: Beatriz Beldarrain (huevos de sardina, *Sardina pilchardus*, en estadio VIII de desarrollo; proceden de una muestra obtenida mediante lance vertical con red Pairovet en una campaña BIOMAN en el Golfo de Bizkaia). © AZTI

© AZTI 2018. Distribución gratuita en formato PDF a través de la web: www.azti.es/RIM

Protocolo para evaluar y cuantificar la ingestión de plásticos por el arao común (*Uria aalge*)

Goretti García¹, Ainhoa Arévalo¹, Beatriz Beldarrain¹, Maite Cuesta¹, Javier Franco¹, Ruairí Gallagher¹, Isabel García-Barón¹, Irene Gómez¹, Mikel Lizarraga¹, Maite Louzao¹, Inmaculada Martín¹, Naiara Serrano¹, Izaskun Zorita^{1*}

Abstract

Plastic litter content in stomachs of seabirds, like the Northern Fulmar (*Fulmarus glacialis*), is being used as indicator of changes in levels of litter in environmental monitoring programs of the North Sea. Furthermore, one of the Ecological Quality Objectives for the North Sea (EcoQOs) adopted by the Oslo-Paris Convention (OSPAR) is based on the presence of plastics in the stomachs of the abovementioned species. However, the Northern Fulmar is scarce in the SE Bay of Biscay and, hence, another biomonitor species should be considered for this area. The Common Guillemot (*Uria aalge*) is proposed as alternative species. This manual describes a standardized methodology for the collection of common guillemots as well as for the necropsy and the subsequent ingested plastic characterization and quantification. Thus, this protocol will enable to obtain standardized data to develop EcoQO in the Common Guillemot in the SE Bay of Biscay and to contribute in the assessment of the environmental status of this region of the Atlantic Ocean, which is of special interest in the context of the European Marine Strategy Framework Directive.

Keywords: Common Guillemot *Uria aalge*, Bay of Biscay, Necropsy, Plastic, Monitoring

Resumen

El contenido de plásticos en estómagos de aves marinas, como el fulmar boreal (*Fulmarus glacialis*), se está usando como indicador para determinar cambios en los niveles de basura marina en programas de seguimiento ambiental del mar del Norte. Es más, uno de los Objetivos de Calidad Ambiental (EcoQO) adoptados en el Convenio de Oslo-París (OSPAR) para el mar del Norte se refiere a la presencia de plásticos en los estómagos de la especie mencionada. Sin embargo, en el SE del golfo de Bizkaia la presencia del fulmar boreal es escasa, por lo que se deben considerar otras especies de aves como biomonitores. Se propone al arao común (*Uria aalge*) como especie alternativa. Este manual describe una metodología estandarizada, tanto para la recogida de araos comunes como para la realización de necropsias, y la posterior caracterización y cuantificación de los plásticos ingeridos. De este modo, este protocolo permitirá obtener datos estandarizados con los que se podrá desarrollar un EcoQO en arao común para la región del SE del golfo de Bizkaia y contribuir a la evaluación del estado ambiental de las aguas marinas europeas, lo cual es de especial interés en el contexto de la Directiva Marco de la Estrategia Marina Europea.

Palabras clave: Arao común *Uria aalge*, golfo de Bizkaia, Necropsia, Plástico, Seguimiento

¹ AZTI; Marine Research Division; Herrera Kaia, Portualdea z/g; 20110 Pasaia; Gipuzkoa, Spain

* Autora de contacto: izorita@azti.es

Introducción

La presencia y abundancia de basura marina, y especialmente de plásticos, es una de las mayores amenazas para la biodiversidad marina y recientemente está recibiendo mucha atención debido a su impacto en los océanos (Lusher *et al.*, 2014; Gall y Thompson, 2015; Shim y Thompson, 2015; van Franeker y Law, 2015). La basura marina es uno de los once descriptores establecidos por la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina Europea (DMEM) para alcanzar o mantener el buen estado ambiental de las aguas marinas europeas antes de 2020 (Directiva 2008/56/CE); por lo tanto, es necesario un mejor conocimiento de la abundancia, caracterización, patrones espaciales y efectos de los plásticos y microplásticos en el medio marino.

Los microplásticos (< 5mm) en el medio acuático están formados por partículas que difieren en tamaño, densidad, composición química y forma (Duis y Coors, 2016). Se encuentran en productos de uso diario, como geles de ducha, champús, exfoliantes, pasta de dientes, pinturas, etc. (microplásticos primarios), o se producen por degradación de residuos de plástico (microplásticos secundarios), consecuencia de diversas condiciones ambientales (Andrady, 2011; Wagner *et al.*, 2014). Los dos tipos de microplásticos (primarios y secundarios) se encuentran hoy en día en altas concentraciones en los diferentes componentes de los ecosistemas marinos (Avio *et al.*, 2017).

Uno de estos componentes lo constituyen las aves marinas. Entre los efectos de los plásticos en las aves marinas están el estrangulamiento, la intoxicación, el bloqueo del tracto digestivo, la falsa saciedad y la perforación de órganos internos (Blais *et al.*, 2005; Gregory, 2009; Ryan, 1987, 1988) y pueden tener un impacto letal o subletal sobre los individuos (Rochman *et al.*, 2016). Existen ya bastantes estudios sobre la ingestión de plásticos por aves marinas en el Atlántico Nordeste (O'Hanlon *et al.*, 2017). Sin lugar a dudas, el fulmar boreal (*Fulmarus glacialis*) es la especie más estudiada a este respecto. La ingestión de plásticos por el fulmar boreal se ha investigado en regiones del Atlántico Norte (Moser y Lee, 1992; Van Franeker *et al.*, 2011; Van Franeker 2013) y del Pacífico Norte (Avery-Gomm *et al.*, 2012; Donnelly-Greenan *et al.*, 2014). A pesar de que su rango de distribución incluye la zona Atlántica del Sur de Europa (<http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/northern-fulmar-fulmarus-glacialis>) su presencia es escasa y, por ello, es necesario seleccionar especies alternativas para evaluar la incidencia y abundancia de plásticos en este grupo faunístico en dicha zona, con objeto de poderlo utilizar posteriormente en las evaluaciones del estado para la DMEM.

El arao común (*Uria aalge*) es un ave marina de la familia de los álcidos (Figura 1). Se alimenta, exclusivamente en el mar, de peces como los lanzones (*Ammodytes* spp.) y clupeidos, así como pequeños gádidos (BirdLife International 2017). Sólo acude a tierra para criar en acantilados costeros. Tiene una distribución circumpolar y se encuentra en zonas subárticas y boreales del Atlántico norte y Pacífico norte (BirdLife International 2017). En Europa nidifica fundamentalmente en las costas de Escandinavia, Islas Feroe, Islandia, Gran Bretaña, Irlanda y norte de Francia, y en invierno amplía su distribución y se desplaza hacia el sur, siendo abundante en el golfo de Bizkaia. Durante el invierno y las épocas

de migración (otoño y primavera), aparecen de forma habitual individuos de arao común debilitados e incluso muertos en las playas y costas cantábricas y atlánticas de la Península Ibérica, lo que ocurre especialmente tras los temporales invernales. Se trata, de hecho, de la especie marina con registros de entrada más altos en los Centros de Recuperación de la costa cantábrica (García-Barón, comunicación personal).



Figura 1. Arao común (*Uria aalge*).

Aunque hasta el momento no se han realizado estudios sobre prevalencia de plásticos en arao común en el golfo de Bizkaia, los trabajos realizados en otras zonas indican que esta especie puede ser una buena alternativa al fulmar boreal en aquellas áreas en las que la presencia de esta última especie es escasa; aunque en menor medida que en el fulmar boreal, también se ha detectado presencia de plásticos en los estómagos de arao común (Acampora *et al.*, 2016).

El objetivo de este trabajo es proporcionar un protocolo de fácil uso para la evaluación de la incidencia y abundancia de plásticos en individuos de arao común. El protocolo describe la metodología desde la recogida de cadáveres de aros comunes hasta la caracterización de los plásticos. Este protocolo está basado en la metodología desarrollada para el fulmar boreal en el mar del Norte (Van Franeker 2004, Van Franeker *et al.*, 2011) y pretende contribuir al desarrollo de Objetivos de Calidad Ambiental para la DMEM, basados en la cantidad de plástico en estómagos de arao común del golfo de Bizkaia.

Obtención y conservación de muestras

La obtención de aves para el estudio de la presencia de plásticos en el estómago es un aspecto fundamental para asegurar que el número de muestras sea suficientemente representativo y, por ello, conviene aprovechar todas las fuentes posibles de aves. Las principales fuentes de cadáveres de aros comunes en el golfo de Bizkaia y las entidades y agentes que pueden facilitar los ejemplares son:

- Aves orilladas: es decir, aves que llegan muertas o moribundas a las playas y costas rocosas. Muchas de ellas son recogidas por los servicios de limpieza de playas dependientes de los gobiernos autonómicos, provinciales o municipales. También por Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) conservacionistas, por voluntariado para la limpieza de playas y costa rocosa y por usuarios de dichas zonas a título personal.

- Centros de recuperación de fauna: aves que mueren en dichos centros tras haber ingresado en ellos para su recuperación. En el ámbito de la zona costera del golfo de Bizkaia existen varios centros de recuperación de fauna silvestre.
- Aves atrapadas en artes de pesca: se trata de aves que quedan enganchadas en diferentes artes pesqueras (redes de enmalle, palangres, líneas de mano, etc.) durante el periodo de trabajo del arte o durante las operaciones para su colocación. La mejor fuente para la obtención de estas aves son los propios pescadores, bien a través de los barcos, bien a través de las cofradías.
- Centros de investigación y ONGs: en ocasiones durante la realización de estudios de investigación se encuentran aves muertas; por ejemplo, durante la realización de campañas en la mar para estudios científicos o durante salidas a la mar para el avistamiento de aves marinas, cetáceos, etc.
- Usuarios diversos: se refiere a personas o entidades que, durante sus actividades en el entorno marino, generalmente de carácter recreativo, pueden encontrar aves muertas. Se trata de pescadores recreativos, centros de buceo y buceadores, surfistas, etc.
- La mayoría de los araos comunes se obtienen de varamientos en las playas (Figura 2), bien directamente a través de los servicios de limpieza, ONGs conservacionistas y voluntariado (aves muertas), bien a través de los centros de recuperación de fauna (generalmente aves que llegaron vivas y murieron durante su tratamiento). Los mayores registros de araos comunes orillados se dan en los meses invernales, cuando están ampliamente distribuidos por el golfo de Bizkaia y la incidencia de temporales es mayor (Morley *et al.*, 2016), si bien también se pueden registrar mortalidades elevadas en el otoño y la primavera.



Figura 2. Cadáver de un arao común varado en una playa del Cantábrico en marzo de 2016.

Estudios realizados en Holanda indican que el número de muestras (estómagos) adecuado para obtener una estimación fiable de la ingestión de plásticos por las aves en una zona y periodo de tiempo es de unas 40 (Van Franeker, 2004). Lo ideal sería analizar, en cada área de estudio, unas 40-50 aves por año. Por ello, para asegurar la obtención de un mayor número de individuos es recomendable ampliar la frecuencia de las inspecciones en playas durante los meses de invierno. También es recomendable visitar tramos costeros (sobre todo calas y zonas de acumulación de material) no cubiertas por los servicios de limpieza de playas.

Cada vez que se obtenga un cadáver se debe recoger la mayor información posible para esclarecer la causa de la muerte. La información que se registra para identificar el individuo y los datos asociados es la siguiente:

- Área: área en la que el individuo ha sido capturado o encontrado; lo mejor es indicar las coordenadas geográficas, pero si esta información no estuviera disponible, en el caso de haber sido encontrado en la playa se indicará el nombre de ésta (y a ser posible el tramo en el que ha sido encontrado el individuo); y si ha sido encontrado en otra zona costera se dará una referencia de la misma. En el caso de haber sido capturado por pescadores se puede indicar la zona ICES de pesca.
- Fecha de recogida/captura del individuo: día, mes y año (ddmmaaaa), por ejemplo 18052015.
- Especie (nombre científico): en este caso, *Uria aalge*.
- Código del individuo: por ejemplo, UR1AAL_17012017_MUP_02. Código formado por las tres primeras letras del género (URI) y las tres primeras letras de especie (AAL), la fecha de recogida (por ejemplo, 17012017), las iniciales de la persona que recogió el ave (por ejemplo MUP, Mikel Uriarte Pérez) y el número del individuo de la especie concreta encontrado el mismo día por la misma persona, en este caso el segundo.
- Toma de fotografías: si fuese posible se realizarán fotografías de cada lado y de cada ala del individuo, tanto por la parte externa como por la interna, así como alguna foto más general del individuo en la zona donde fue encontrado.
- Persona o personas que han encontrado al animal, a ser posible con datos de contacto (teléfono y/o correo electrónico).
- Fecha de entrega del animal.
- Tratamiento o destino del animal: por ejemplo, si se recoge directamente de la persona que lo encontró, si se ha recogido de un centro de almacenamiento provisional, etc.
- Observaciones: por ejemplo, impactos antropogénicos; en caso de encontrarse restos antropogénicos como anzuelos, sedales, plásticos, etc. serán conservados y se anotará dónde han sido encontrados (por ejemplo, enredados en la pata, pico, anzuelo atravesando la tráquea, etc.).

En el Anexo I se presenta un modelo de ficha para registrar la información de las aves recogidas.

Es conveniente que los cadáveres se recojan individualmente, se etiqueten y se introduzcan en bolsas de plástico. Es recomendable utilizar guantes o incluso mascarilla para evitar el riesgo de contacto con sustancias tóxicas que pueden cubrir el cuerpo del ave, así como enfermedades que se pueden transmitir a humanos (tuberculosis aviar, histoplasmosis, gripe aviar...). La transmisión de enfermedades es infrecuente y suele ocurrir en personas con un sistema inmunológico inmunodeprimido o en situaciones en las que se confinan aves en grandes concentraciones, pero es preferible tomar precauciones para reducir los riesgos. Tras la obtención, las muestras se deben congelar a -20°C hasta su disección.

Preparación de las muestras, zona de trabajo y materiales

Muestra

Cuando se haya planificado la realización de la necropsia se debe tener en cuenta que un ave bien congelada tarda más o menos un día en descongelarse completamente a temperatura ambiente, por lo que el día anterior a la necropsia se deben sacar del congelador las aves que se vayan a procesar. Desde la toma de datos biológicos hasta la recogida y preservación del contenido estomacal se necesitan entre una y dos horas. Si además del estudio de plásticos en el contenido estomacal se pretende realizar otro tipo de análisis con órganos o tejidos del arao común, hay que tener en cuenta que la duración de la necropsia se puede alargar un poco más.

Materiales y reactivos

Para realizar este trabajo harán falta: estadillos (Anexo II), etiquetas, frascos lavadores, papel de filtro, tamiz metálico de 1 mm, placas de Petri de vidrio, tijeras de podar, cámara de fotos, lupa con análisis de imagen, material de disección (pinzas, bisturí, tijeras de punta redondeada), material para la biometría (calibre digital, ictiómetro -regla con tope- de 50 cm con resolución milimétrica, balanza granatara, balanza analítica), material de protección (guantes de látex, mascarilla, bata de laboratorio), material de escritorio (lápiz, goma de borrar, rotulador indeleble) y material de limpieza (agua del grifo y destilada, etanol para limpieza del material de disección, material para limpieza general).

Zona de trabajo

La necropsia debe realizarse sobre una mesa o superficie amplia, que permita manipular las aves sin limitaciones de espacio, con grifos y mandos de agua articulados. La superficie debe estar limpia, evitando en todo momento la presencia de material o instrumentos plásticos que pudieran producir restos o fragmentos que contaminen las muestras.

Es muy importante que en todo momento se disponga del código de la muestra (en un papel, por ejemplo) junto al cadáver, de manera que no exista ninguna duda del ejemplar que se está procesando y que dicho código aparezca en las fotos que se tomen durante el proceso.

Para realizar el trabajo de manera eficiente se recomienda contar como mínimo con un equipo de dos personas entrenadas en las tareas de necropsia y recogida de datos.

Recogida de datos biológicos

A continuación, se indican los datos biológicos que se deben registrar antes de realizar la necropsia de los araos comunes para interpretar posibles causas de muerte y evaluar la incidencia de plásticos. La metodología es una adaptación del manual desarrollado por Van Franeker (2004) para aves del mar del Norte. Asimismo, dicho autor ha dado su consentimiento para utilizar los dibujos ilustrativos que se muestran en esta sección.

Inspección externa

La inspección del arao común comienza con una fotografía de la parte dorsal y otra de la parte ventral del individuo entero (Figura 3).

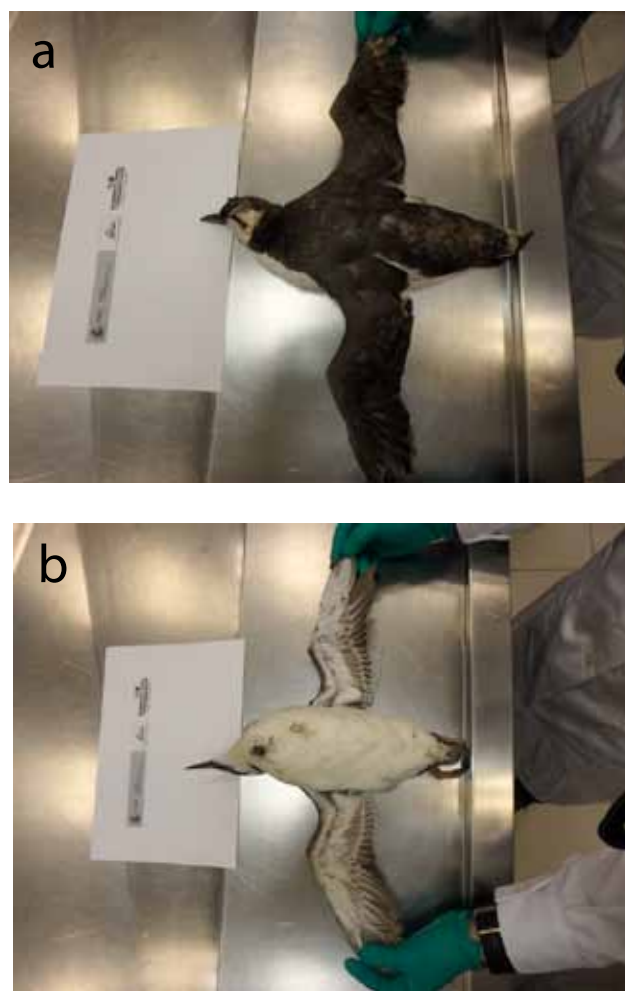


Figura 3. Inspección visual de la parte (a) dorsal y (b) ventral de un arao común.

Estado de descomposición

El estado de descomposición del ave sirve para indicar si la fecha de captura o recogida del arao común corresponde con la fecha de su muerte. Cuanto mayor sea el estado de descomposición, mayor dificultad habrá a la hora de determinar el sexo, la edad y la salud del individuo. El estado de descomposición se clasifica en 6 categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías del estado de descomposición.

Categorías	Código	Caracterización
Muy fresco	FFF	Ojos aún brillantes y un poco encogidos
Fresco	FF	Ojos sin brillo y encogidos, tejido bucal fresco
Poco fresco	F	Decoloración del tejido bucal
Descompuesto	D	Ojos encogidos, tejidos descoloridos, empiezan a caerse plumas
Muy descompuesto	DD	Muy descompuesto, las plumas se desprenden fácilmente
Totalmente descompuesto	DDD	Totalmente descompuesto o momificado, el estuche córneo del pico se desprende fácilmente

Ausencia de partes del cuerpo

El registro de ausencia de partes del cuerpo (Tabla 2) ayuda a explicar posibles causas de muerte por animales carroñeros (p.ej. perros) y es además un dato necesario para indicar el porcentaje de cuerpo petroleado. Si parte del estómago o de órganos internos han desaparecido, no se debería tener en cuenta ese individuo para el estudio de la incidencia de plásticos.

Tabla 2. Categorías de ausencia de partes del cuerpo.

Categorías	Código	Caracterización
Completo	CC	Cuerpo y plumas intactos sin marcas de carroñeros
Casi completo	C	Pequeños daños por carroñeros, la mayoría de las plumas presentes
Incompleto	I	Seramente dañado por carroñeros / áreas sin plumas
Sólo partes del cuerpo	II	Ausencia de partes del cuerpo (solo ala, solo esternón...)

Porcentaje del individuo cubierto por petróleo

Sólo en el caso de que los individuos estén completos o casi completos se anotará el porcentaje de cuerpo cubierto por petróleo. Las manchas de petróleo se identifican como un aceite negro brillante. En el caso de ausencia de partes del cuerpo sólo

se anotará si el individuo está petroleado o no. Si el ave está completamente limpia de petróleo se anotará 0%; si presenta solo manchas diminutas se anotará 0,1%. En el resto de los casos se estimará el porcentaje del cuerpo petroleado. La Figura 4 ofrece una aproximación a dichos porcentajes.

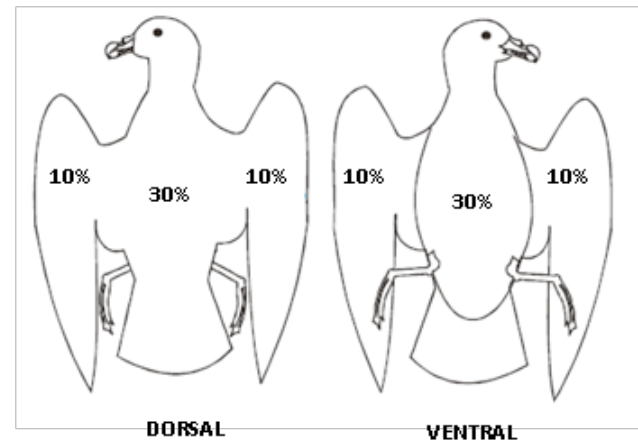


Figura 4. Proporciones aproximadas que representan las partes del cuerpo de un ave marina, para anotar la cobertura de petróleo.

Presencia y lugar de fracturas y heridas

Se indicará si el individuo presenta fracturas o heridas y el lugar donde aparecen, para interpretar la causa de la muerte del ave. Por ejemplo, fractura en el ala izquierda y herida en la zona ventral del pecho (Figura 5).

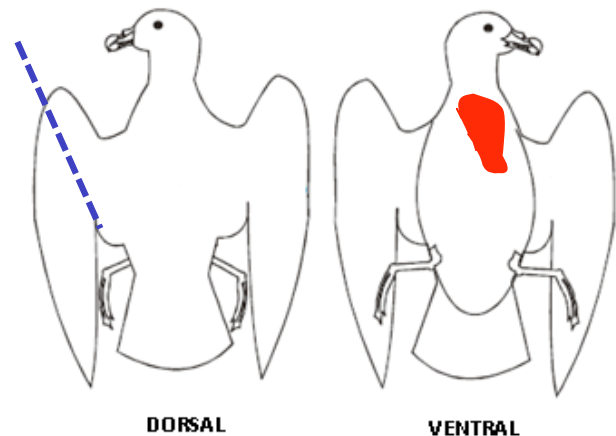


Figura 5. Dibujo que indica una fractura en el ala izquierda y una herida en la zona ventral del pecho.

Presencia de redes, mallas, anzuelos o sedal

Hay que indicar si el individuo aparece enmallado o no e indicar la posición de la malla (Figura 6). En caso de que la malla aparezca en el cuello se considera estrangulamiento. Si aparece un anzuelo y sedal en el cuello o pico del arao común también se considerará estrangulamiento.

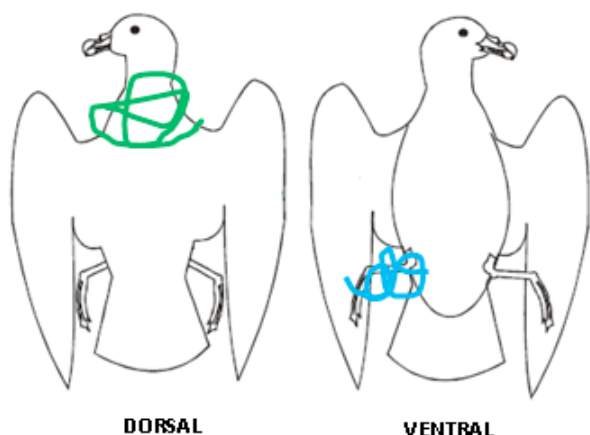


Figura 6. Dibujo que indica un estrangulamiento en el cuello y una pata enmallada.

Medidas biométricas

Las medidas biométricas se toman como datos complementarios que pueden tener relación con el estado, el sexo, la edad y el origen de las aves.

Peso del individuo

El pesaje del arao común entero debe hacerse en seco y hay que tratar de eliminar toda la arena que se le haya podido adherir en el varamiento (Figura 7). El peso sirve como indicador de la condición del individuo. Si hay ausencia de partes del cuerpo no hay que pesar el individuo. Debe asegurarse que, antes de poner el ave sobre la balanza (preferiblemente en una bandeja o similar), ésta se tara, de manera que la lectura corresponda solo al peso del ave.



Figura 7. Arao común que está siendo pesado en una balanza.

Medidas de la cabeza y del pico

Los datos biométricos de la cabeza dependen de la especie objeto y se toman con la ayuda de un calibre con resolución milimétrica. En el caso del arao común se toman 5 medidas

biométricas (longitud de la cabeza, longitud del pico desde la punta hasta las primeras plumas, longitud del pico desde la punta hasta las narinas y altura de pico en gonis y en la base del pico) (Figura 8). Las medidas y caracterización del pico sirven para estimar la edad de los individuos. Así, cuanto más largo sea el pico, mayor edad tendrá el arao común.

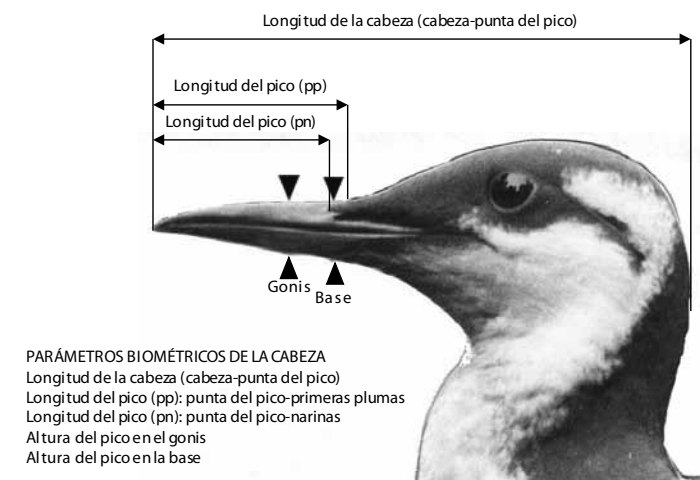


Figura 8. Medidas biométricas del pico de un arao común. Esquema basado en el "Handbook of oil impact assessment" (Camphuysen *et al.*, 2007).

Longitud del tarso

Las medidas biométricas del tarso izquierdo y derecho del arao común hay que tomarlas tal y como se indica en la Figura 9.

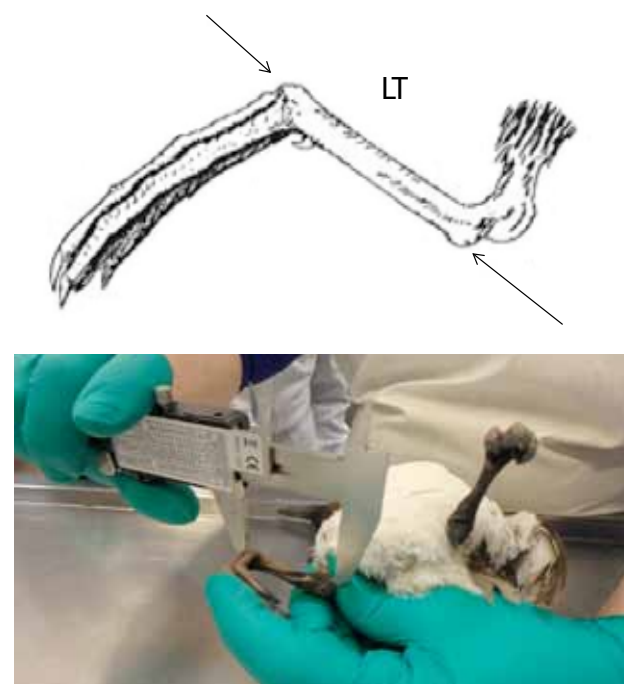


Figura 9. Medida de la longitud del tarso (LT) de un arao común.

Longitud del ala

Hay que medir las dos alas, la izquierda y la derecha. Para medir la longitud del ala, ésta se deberá colocar sobre una regla con resolución milimétrica de manera que la décima pluma primaria (P10) quede recta (Figura 10). Sólo se tomará esta medida en el caso de que la P10 esté entera. Las aves marinas tienen 11 plumas primarias, siendo la 11 el álula.

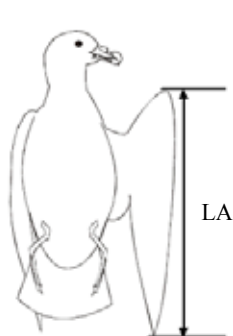


Figura 10. Medición del ala. LA = Longitud del ala aplanada y colocada de manera que la P10 quede recta.

Plumaje

Invierno/Verano

El arao común presenta dos tipos de plumaje que varían según la estación del año, el plumaje de invierno y el plumaje de verano, en el que las aves presentan toda la cabeza oscura (Figura 11). Los adultos mudan dos veces al año, a finales de verano-otoño y a finales del invierno-comienzo de primavera. La anotación del tipo de plumaje sirve para conocer la época en la que murió el arao común y puede contrastarse con la fecha de la recogida del cadáver.

Morfo

La caracterización del morfo de los araos comunes aporta información sobre su procedencia. Los araos comunes del Ártico y Norte de Europa suelen presentar un morfo “embridado” mientras que los del sur presentan un morfo no embridado (Figura 11). Este carácter es más conspicuo en el plumaje de verano. La mayoría de los araos que llegan al golfo de Bizkaia proceden de las islas británicas (Cadiou *et al.* 2004), por lo que suelen presentar un morfo no embridado.

Plumas cobertoras secundarias mayores

La caracterización de las plumas cobertoras secundarias mayores se utiliza para discriminar los individuos juveniles en algunas especies de aves. En el caso del arao común, en individuos juveniles, los extremos de las plumas infracobertoras secundarias mayores son blancas mientras que en individuos no juveniles son grises (Figura 12).



Figura 11. Plumajes de invierno y verano del arao común. Se presentan, para ambos plumajes, el morfo embridado y el no embridado. Fuente de las fotos: ver Agradecimientos.



Figura 12. Claves para diferenciar araos comunes juveniles y no juveniles en base a la coloración de los extremos de las plumas infracobertoras secundarias mayores. (a) Individuos juveniles muestran extremos blancos y (b) individuos no juveniles presentan extremos grises.

Disección y recogida de datos anatómicos

Para realizar la necropsia, se coloca el individuo en posición ventral. Se mojan las plumas pectorales con un poco de agua para evitar que se levanten e interfieran en la disección. A continuación, se palpa el esternón, se hace una incisión (Figura 13) y se realiza un corte longitudinal en la zona ventral, desde el esternón y abdomen hasta la cloaca.

El corte se debe realizar suavemente para no dañar ningún órgano (Figura 14).

Cuando se retira la piel, a ambos lados se observa la grasa subcutánea adherida a la piel y el músculo pectoral.

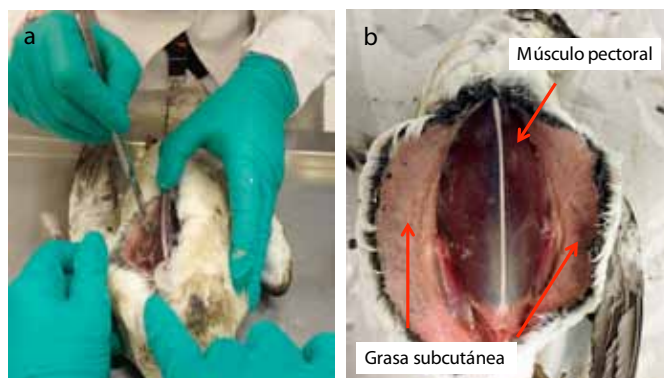


Figura 14. Disección del arao común. (a) Incisión en la parte del esternón y (b) retirada de piel y plumas.

Índice de condición

El índice de condición del individuo puede dar una idea sobre la causa de la muerte y la duración desde la misma. Las aves con una condición deteriorada suelen agotar en un primer lugar sus reservas de grasa (desaparece la grasa subcutánea e intestinal) y posteriormente comienzan a consumir proteínas del músculo, generalmente del músculo pectoral. La Figura 15 ilustra cómo evaluar varios parámetros y el cálculo del índice de condición.

El índice de condición se basa en la suma de la puntuación del estado del músculo pectoral, de la grasa subcutánea y de la grasa intestinal. En la Tabla 3 se describen las diferentes categorías del índice de condición.

Tabla 3. Categorías del índice de condición.

Categoría	Caracterización
0-1	mortalmente escuálido
2-3	críticamente escuálido
4-6	índice de condición moderado
7-9	buen índice de condición

Para acceder a los órganos internos hay que cortar las costillas con la ayuda de unas tijeras y/o alicates y es recomendable retirar la carcasa del esternón para poder visualizar los órganos más fácilmente (Figura 16).

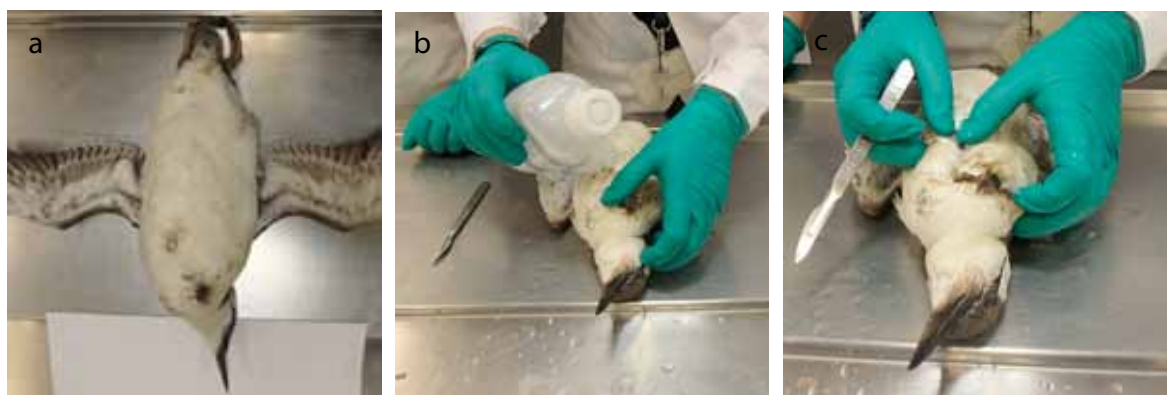


Figura 13. Preparación y palpación del esternón del arao común para la disección.

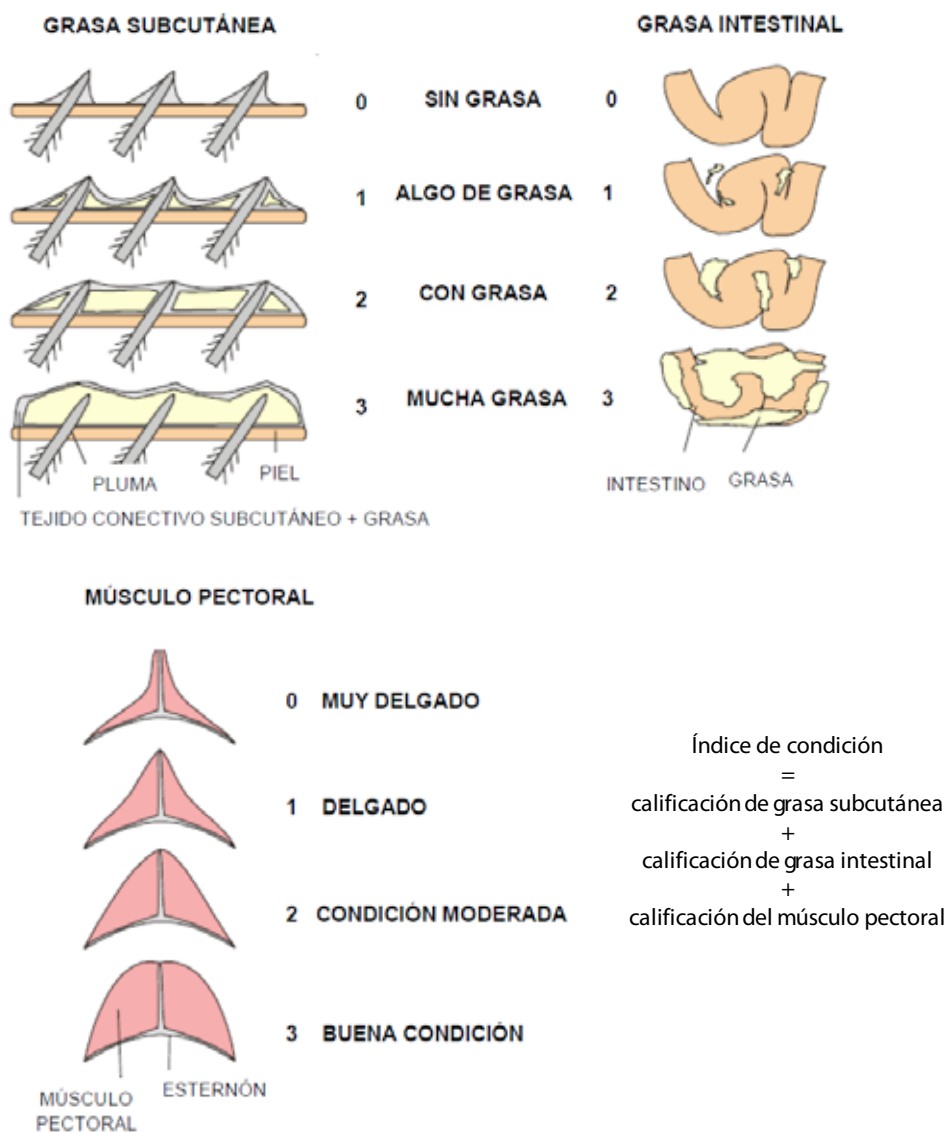


Figura 15. Códigos para calcular los diferentes parámetros del índice de condición como son la grasa subcutánea, la grasa intestinal y el músculo pectoral.

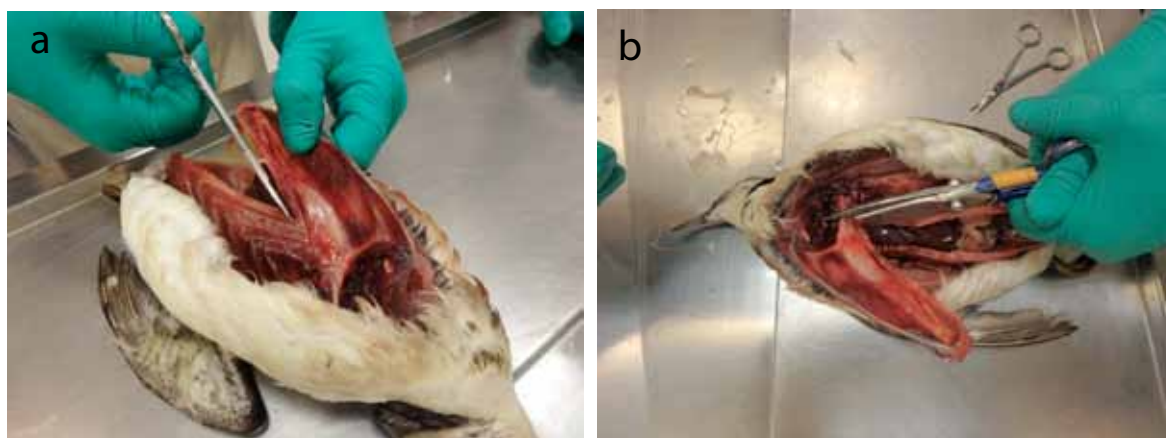


Figura 16. Disección del arao común. (a) Corte de las costillas y (b) retirada de la carcasa del esternón.

Estado de los órganos internos

Los órganos internos que se deben evaluar son el estómago, hígado, riñón y pulmón (Figura 17) siguiendo las categorías de la Tabla 4. Hay que fijarse sobre todo en el aspecto de dichos órganos, en la presencia o no de úlceras, infecciones, cánceres, tejidos degenerados y en su color, que, en el caso del hígado, el riñón y el pulmón deben ser rojo magenta muy oscuro, rojo oscuro o rosa, respectivamente, si están en buena condición.

Tabla 4. Categorías del estado de los órganos internos.

0	severamente afectado
1	afectado
2	algo afectado
3	no afectado, saludable

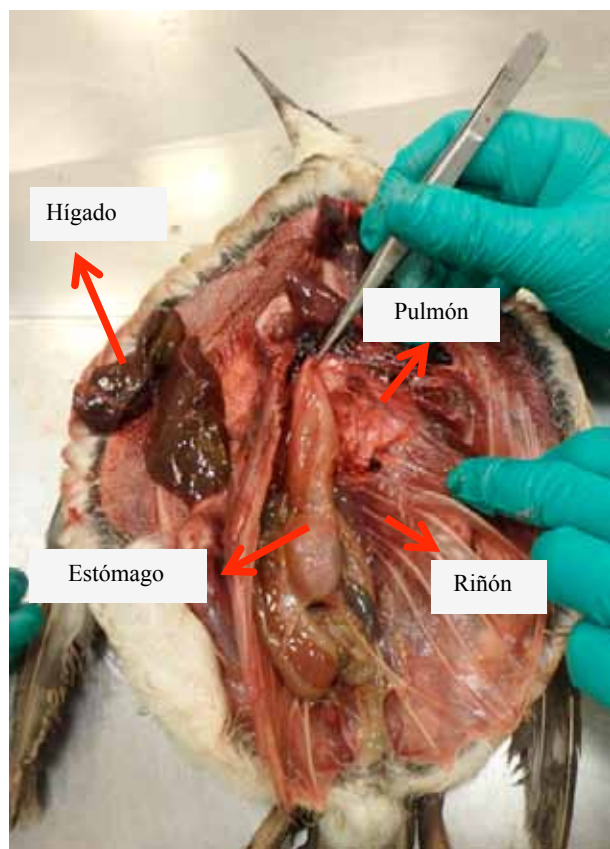


Figura 17. Órganos internos de un arao.

Sexo y Edad

Los órganos sexuales no solo sirven para determinar el sexo, sino que, además, la estimación del grado de madurez de los órganos reproductivos, junto con la presencia o ausencia de la bolsa de Fabricio y las características del plumaje permitirán determinar la edad de un individuo.

Órganos sexuales

Los órganos sexuales están situados cerca de los riñones y sólo se pueden encontrar retirando hacia un lado y con cuidado los órganos de encima (principalmente el estómago e intestinos). En un primer lugar, hay que fijarse en los órganos sexuales de la parte izquierda, ya que las hembras sólo desarrollan órganos sexuales (ovario y oviducto) en el lado izquierdo de su cuerpo (o a la derecha del observador). Los machos, por el contrario, presentan testículos a ambos lados. Una vez que se identifican las gónadas, se debe sexar el individuo como hembra, macho o indeterminado y se evaluará el grado de desarrollo o madurez teniendo en cuenta el tamaño, la forma y el color de las gónadas siguiendo los dibujos y códigos que aparecen en la Figura 18.

En hembras juveniles el ovario aún no ha desarrollado folículos. El ovario presenta un color marrón claro y hay veces que es casi transparente y aparece adherido a la zona superior del riñón. El oviducto es todavía muy estrecho y recto. En hembras maduras el oviducto es más ancho y curvado y el ovario presenta folículos confiriéndole un aspecto de mora (Figura 19). En machos juveniles los testículos son muy pequeños y alargados y se encuentran cerca de la parte superior de los riñones. Si la identificación de los testículos es complicada se debe observar también si hay una estructura similar en la parte derecha del cuerpo, ya que los testículos aparecen a ambos lados. En machos adultos los testículos son más grandes y tienen forma de alubia de color crema.

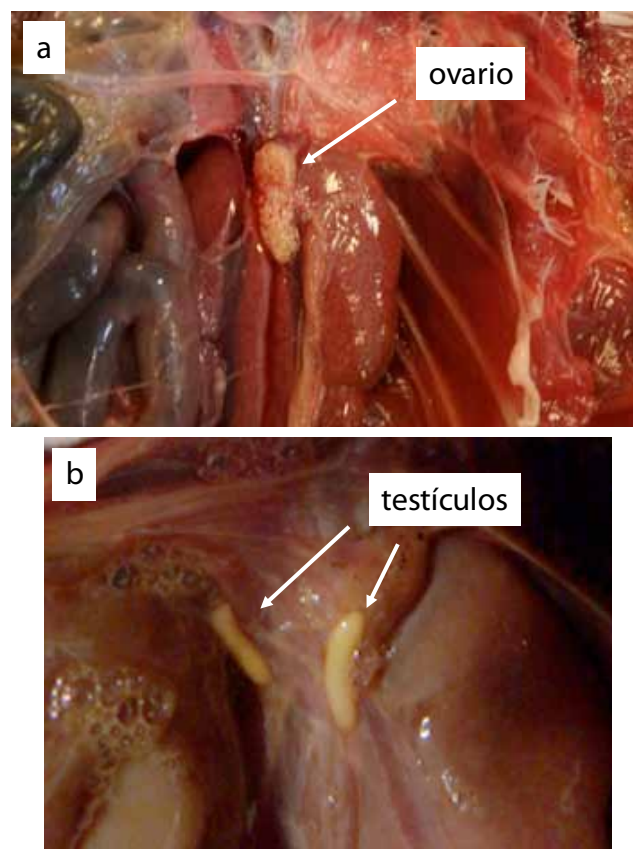


Figura 19. Gónadas de arao común. (a) ovario de una hembra adulta y (b) testículos de un macho adulto

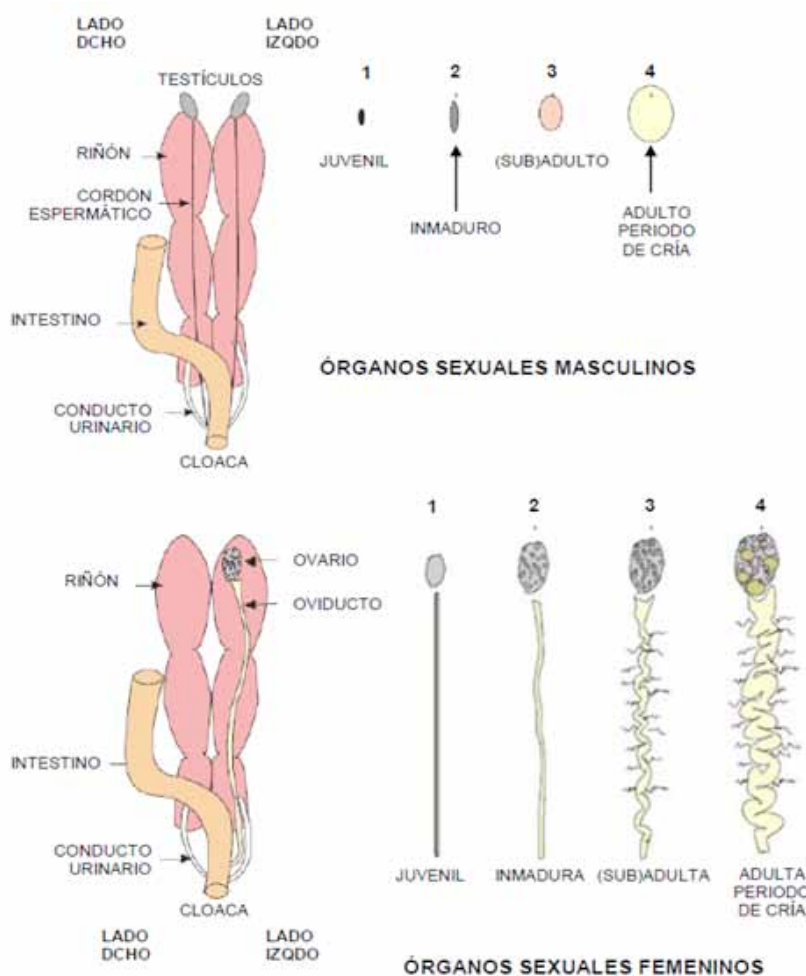


Figura 18. Órganos sexuales y códigos para la evaluación del grado de madurez.

Bolsa de Fabricio

La bolsa de Fabricio es un órgano especializado necesario para el desarrollo de los linfocitos B (parte del sistema inmunológico) en las aves (Ribatti *et al.*, 2006). La bolsa se desarrolla como un divertículo y en individuos juveniles se encuentra en la parte dorsal del paquete intestinal, al lado de la cloaca (Figura 20). La bolsa de Fabricio es grande en pollos (Figura 21) y gradualmente va reduciéndose durante el estadio juvenil hasta desaparecer completamente en subadultos y adultos. En el estadillo se indicará la presencia/ausencia de la bolsa de Fabricio. Para poder evaluar su presencia se debe retirar el intestino y mirar bajo la cloaca.

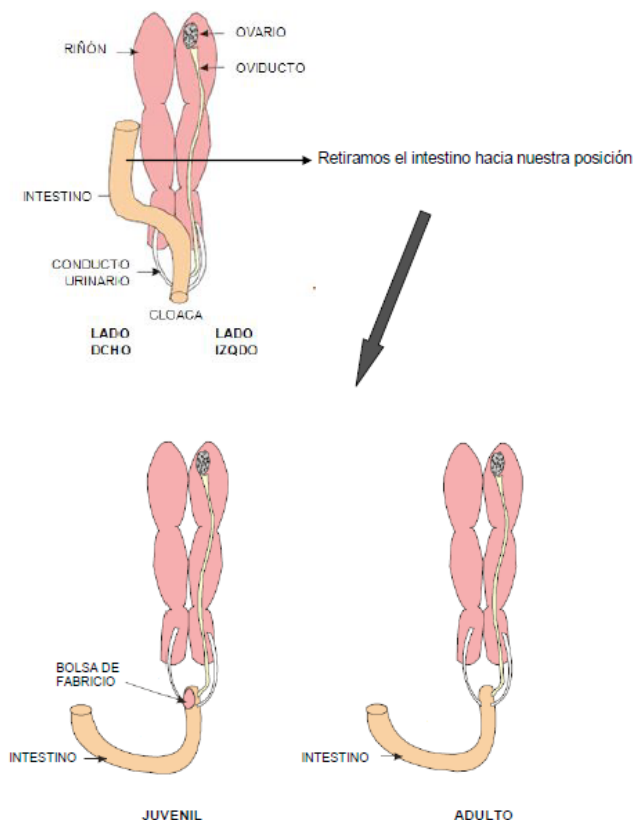


Figura 20. Determinación de la presencia de la Bolsa de Fabricio.



Figura 21. Bolsa de Fabricio de un arao común juvenil.

Extracción del estómago

Tras la recogida de datos anatómicos se puede extraer el estómago del cuerpo del ave. Para ello, se realiza un corte en el intestino cerca de la cloaca y otro corte en el esófago, lo más cerca posible a la boca (Figura 22). Extracción del estómago

de un arao. (a) Realización de un corte en el esófago para obtención del estómago, (b) Colocación del aparato digestivo sobre una placa Petri.22). De esta forma se asegura que se disecciona el estómago entero y que se extrae el proventrículo (estómago glandular en el que se realiza la primera digestión de la comida) y la molleja (estómago muscular en el cual las presas de consistencia dura pueden triturarse). Conviene realizar el corte con tijeras de punta redonda para evitar que, por un pinchazo, salga el contenido estomacal. A continuación, se coloca el estómago en una placa Petri (Figura 22). En caso de no poder procesar inmediatamente el estómago para el estudio de plásticos, se puede congelar.

Los datos obtenidos en las secciones anteriores (estado del individuo, medidas biométricas, plumaje, índice de condición, estado de los órganos internos, sexo y edad) se deben registrar en una ficha. En el Anexo II se presenta un modelo de la misma.

Identificación, cuantificación y caracterización de plásticos en los estómagos

Tras la extracción del estómago, se abre longitudinalmente con la ayuda de unas tijeras, pinzas y bisturí para obtener el contenido estomacal (Figura 23). Se deja el estómago abierto y si hay presas enteras e identificables, en ese mismo momento, se identifican y se enumeran por especie/grupo.

El contenido se lava suavemente con agua destilada sobre un tamiz con una luz de malla de 1 mm (Figura 24). No merece la pena utilizar mallas más pequeñas porque se obstruyen con el moco de las paredes del estómago y con restos de comida.

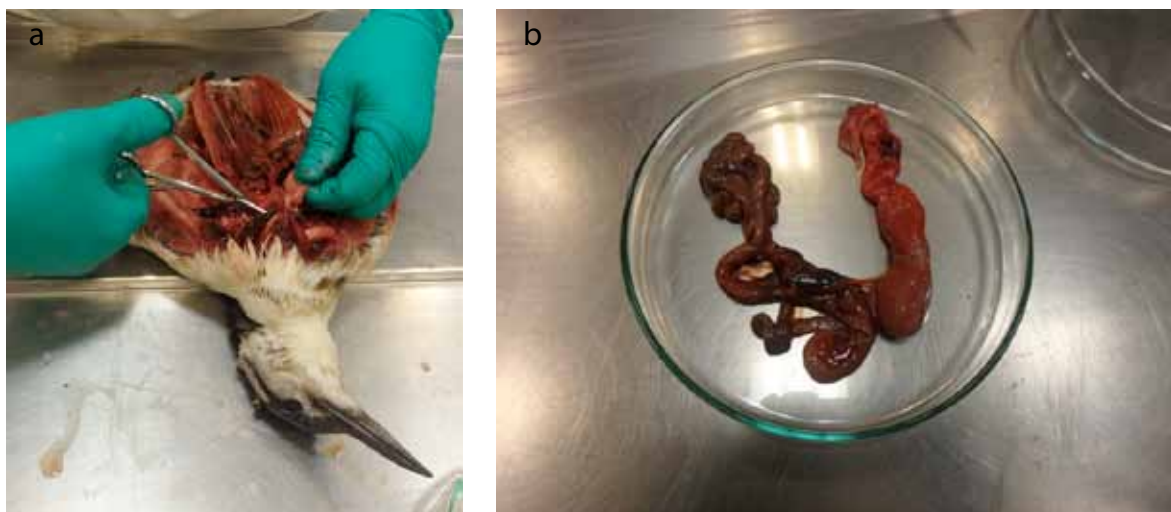


Figura 22. Extracción del estómago de un arao. (a) Realización de un corte en el esófago para obtención del estómago, (b) Colocación del aparato digestivo sobre una placa Petri.

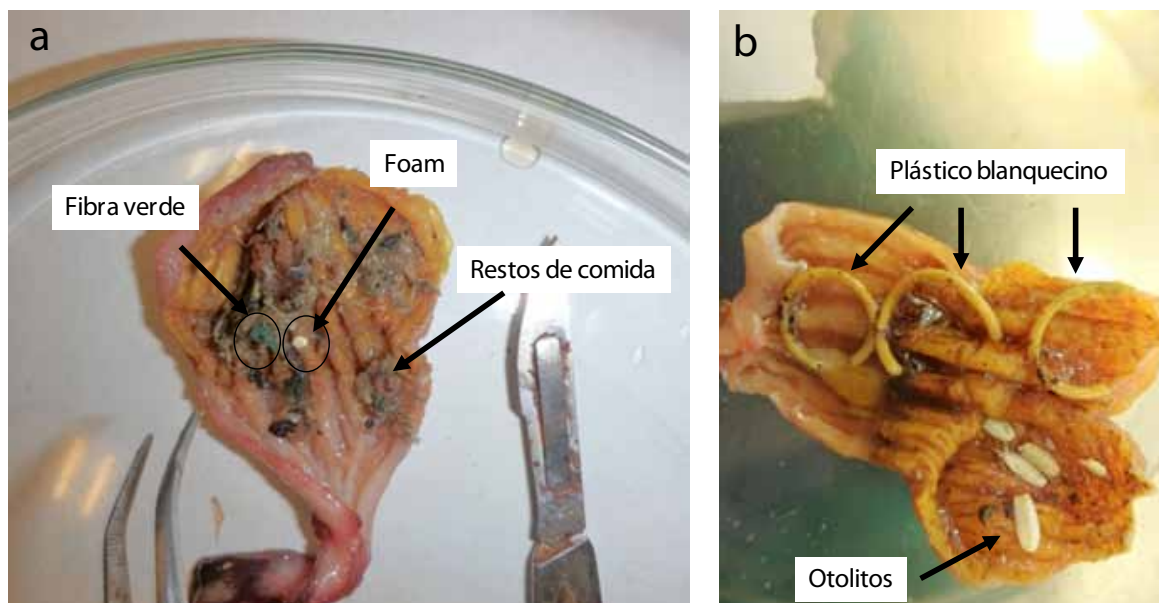


Figura 23. Contenido estomacal de dos araos comunes. (a) Presencia de una fibra verde, parte de foam y restos de comida, (b) presencia de tres plásticos blanquecinos junto con otolitos.



Figura 24. Lavado y tamizado del contenido estomacal de un arao.

Categorización del contenido estomacal

El contenido retenido en el tamiz se pasa a una placa Petri con unas pinzas o con la presión del agua para ser clasificado y separado visualmente (Figura 25a) siguiendo las categorías basadas en la tipología propuesta por Van Franeker *et al.* (2011).

Plásticos

a. Pellets industriales: Son pequeños granos de forma cilíndrica (de 4 mm aproximadamente) aunque también pueden ser de forma de disco o rectangular. Se consideran plástico bruto porque se destinan para manufacturación. Se derriten, se mezclan con diferentes aditivos (colorantes, biocidas, estabilizadores,...)

dependiendo del uso que se haga de ellos y se les da forma para fabricar cualquier producto.

b. Plástico de consumidores: Son aquellos plásticos que no son industriales y se diferencian en las siguientes subcategorías:

b.1. Plástico laminar: Se refiere al plástico fino y fácil de doblar y arrugar que normalmente aparece en bolsas de plástico, film transparente o envoltorios.

b.2. Fibras o filamentos: Se refiere a piezas de plástico alargadas, estrechas y flexibles que aparecen como restos de cuerda, redes, pita de nylon,...

b.3. Foam: Se refiere a plástico de peso ligero con apariencia y textura de esponja que se encuentra en cajas de poliestireno o en material para construcción.

b.4. Fragmentos: Se refieren a restos de plástico que ya han sido consumidos y que se producen tras la rotura de plástico en pequeños pedazos. Suelen ser artículos de plástico duro cuyo origen está en botellas, juguetes, cepillos de dientes, artículos de hogar,...

b.5. Otros: Son los plásticos que no se incluyen en las categorías anteriores, como por ejemplo gomas.

Desechos (todo lo que no sea plástico)

a. Papel: Además del papel o del cartón incluye material de envasado como el papel de aluminio.

b. Comida de cocina: Se refiere a restos de comida humana como carne frita, patatas, cebollas, etc., que posiblemente provienen de desperdicios de los barcos.

c. Varios: Se incluyen aquellos artículos como madera manufacturada, virutas de pintura, piezas de metal, etc.

d. Anzuelos: Anzuelos empleados para la pesca.

Los plásticos también serán clasificados por el color (Codina-García *et al.*, 2013):

Oscuros: (negro, marrón oscuro, azul oscuro)

Claros: (blanco, amarillo)

Cálidos: (naranja, rojo, rosa)

Fríos: (azul pálido, verde pálido)

El tipo de plástico ingerido proporciona detalles sobre el origen del plástico, mientras que el color ayuda a comprender cómo seleccionan el plástico las aves marinas (Provencher *et al.*, 2017).

En caso de que no se observe la presencia de plásticos se anotará el tipo de dieta (si es que se observan restos), y, en caso de que haya presencia de plástico, la muestra también se observará bajo la lupa (Figura 25). La observación bajo la lupa conviene hacerla inmediatamente, pero si no se pudiera, la muestra se podrá mantener varios días en la placa Petri con su respectiva tapa hasta que se haga la observación. En este caso se aconseja mantenerla refrigerada. Es importante mantener la placa Petri cerrada para

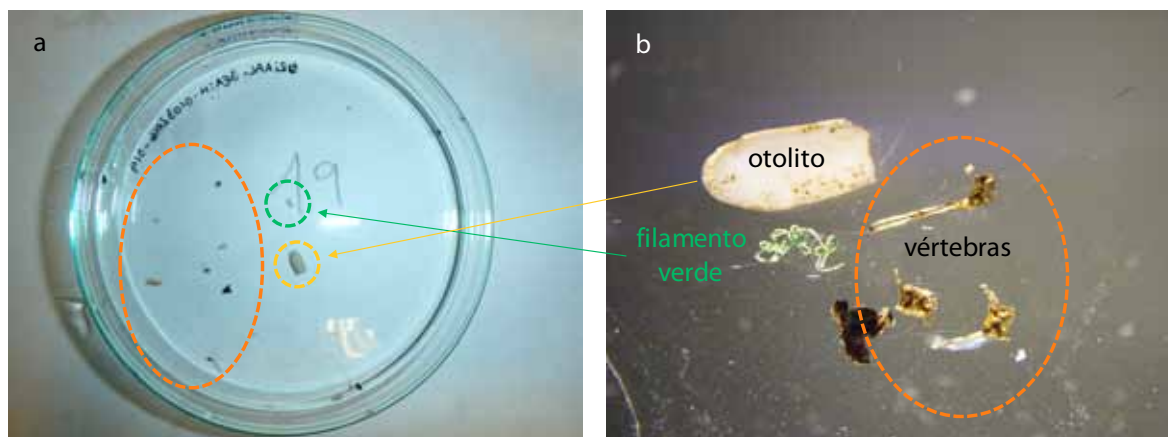


Figura 25. Contenido estomacal de un arao común. (a) observación visual en la placa Petri y (b) observación bajo la lupa.

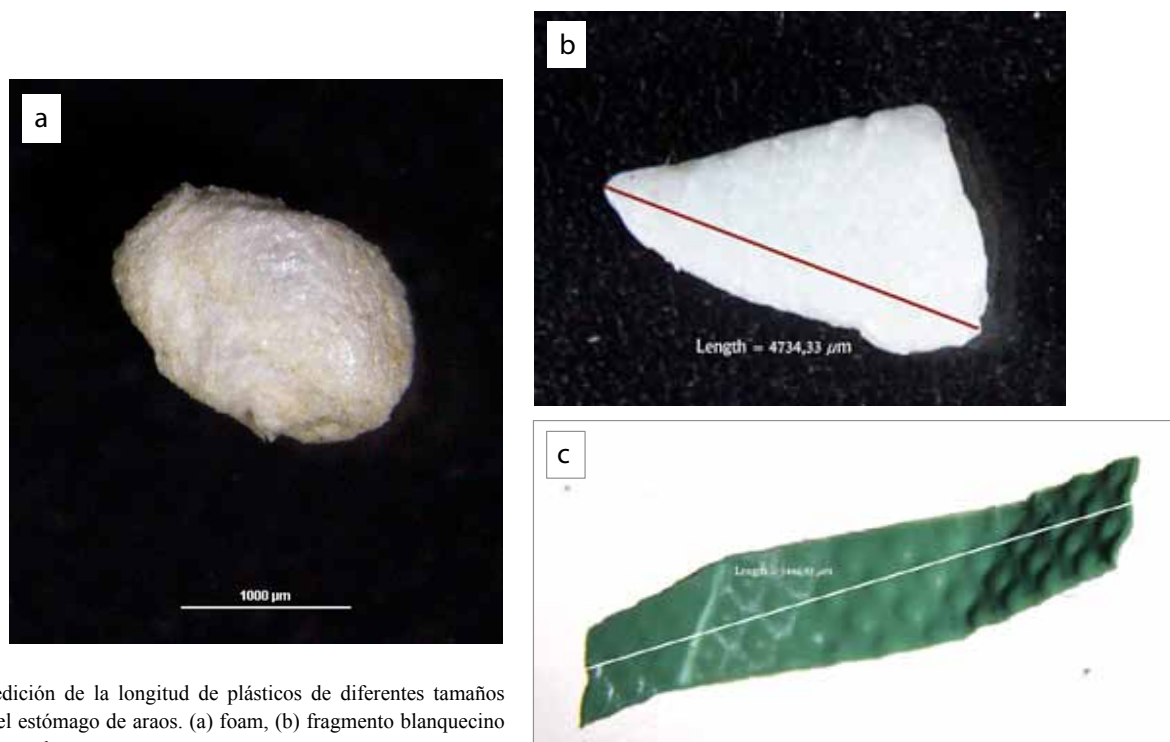


Figura 26. Medición de la longitud de plásticos de diferentes tamaños detectados en el estómago de araos. (a) foam, (b) fragmento blanquecino y (c) fragmento verde.

evitar cualquier tipo de contaminación, especialmente por fibras textiles.

Medición de la longitud del plástico bajo la lupa

Para medir las dimensiones de los plásticos con precisión es recomendable utilizar una lupa acoplada a una cámara y un sistema o programa de análisis de imagen. Este sistema permite capturar imágenes para medirlas posteriormente (Figura 26). También hay que sacar una fotografía para digitalizar la muestra. Así, a medida que se van procesando muestras éstas no ocupan espacio. Sin embargo, si en el estudio del plástico se quisiera determinar el tipo de plástico o la composición química del polímero, la pieza de plástico se debería preservar dentro de un bote de cristal a temperatura ambiente para ser analizada mediante técnicas espectroscópicas tipo FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy) o RAMAN (Raman spectroscopy).

Medición del peso del plástico

Una vez que se ha obtenido la longitud del plástico, si la muestra está muy húmeda, antes de realizar el pesaje, se deja secar a temperatura ambiente durante al menos 2 días. Para cada estómago hay que determinar el número preciso de ítems/artículos y hay que calcular la masa de plásticos de la misma categoría. Los pesos se obtienen utilizando una balanza analítica con una precisión de 4 decimales (0.0001 g).

Registro de los parámetros relativos a los plásticos

Del estómago de cada individuo se debe obtener la siguiente información relativa a los plásticos:

- Número total de plásticos encontrados y clasificación de cada uno según los tipos y colores (ver apartado “Categorización del contenido estomacal”).
- Número total de desechos no plásticos encontrados y clasificación de cada uno según los tipos (ver apartado “Categorización del contenido estomacal”).
- Peso total de cada tipo de plásticos encontrados.
- Dimensiones (longitud máxima de cada uno de los plásticos encontrados).

Finalmente, por cada lote de muestras (considerando todos los individuos analizados) hay que determinar:

- Porcentaje de aves con plástico en el estómago.
- Número medio de plásticos encontrados por ave.
- Peso medio de plásticos por ave.

Notas finales

El arao común puede ser una alternativa al fulmar boreal como especie biomonitora para evaluar el plástico presente en el mar y que es ingerido por las aves marinas. Este es el primer protocolo para medir la incidencia de plásticos adaptado a esta especie. El protocolo describe los pasos del procesamiento de forma clara para que cualquier usuario no experto sea capaz de obtener unos datos fiables y homogéneos. La aplicación de este protocolo permitiría obtener información cuantitativa que puede ser utilizada para identificar tendencias espaciales y temporales en la incidencia de

los plásticos sobre las aves marinas. Por ello, la estandarización de los datos recogidos, junto con una red de recogida de aves a nivel regional contribuirá al desarrollo de Objetivos de Calidad Ambiental basados en la cantidad de plástico en estómagos de arao común en el golfo de Bizkaia y finalmente permitirá dar respuesta al descriptor de basura marina de la DMEM en el golfo de Bizkaia (Demarcación Noratlántica de la Ley de Protección del Medio Marino).

Agradecimientos

Queremos agradecer a todas las instituciones y personas que han colaborado de forma altruista en la recogida de aves marinas. Las aves orilladas para este estudio fueron recogidas por varias entidades: Itsas Enara Ornitologi Elkarte, Centros de Recuperación de Cantabria y Bizkaia, los servicios de limpieza de playas dependientes de la Diputación Foral de Bizkaia y de los ayuntamientos de Getxo y Donostia. Nuestro agradecimiento al Urdaibai Bird centre, a Plentziako Itsas Estazioa (UPV / EHU) y Zumaia Natur Taldea por su colaboración. Debido a que esta investigación se llevó a cabo sobre aves varadas muertas o recogidas muertas de los centros de recuperación, no se requirió aprobación ética. Este trabajo ha sido financiado en la convocatoria de concesión de ayudas, en régimen de concurrencia competitiva, para las actividades desarrolladas en el marco del convenio de colaboración entre la Fundación Biodiversidad y Ecoembes para la lucha contra las basuras marinas. Parte del trabajo ha sido cofinanciado por la Dirección de Pesca y Acuicultura del Gobierno Vasco y el proyecto CHALLENGES (CTM2013-47032-R) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. El contrato de Maite Louzao fue financiado a través del programa de contratos postdoctorales Ramón y Cajal (RYC-2012-09897) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, mientras que Isabel García-Barón recibió el apoyo de un contrato predoctoral (FPI, BES-2014-070597) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Agradecemos a Salva García-Barcelona y al equipo de David Macías, del Instituto Español de Oceanografía (IEO) de Málaga, por su apoyo y asesoría para la realización de las necropsias. Jan Andries Van Franeker, del Wageningen Marine Research (Wageningen University and Research) autorizó amablemente el uso de ilustraciones. Las fuentes de las fotos de la Figura 11 son (en el sentido de las agujas del reloj): Peter Prokosch (<http://www.ltandc.org/>), Julian Bell (www.naturalbornbirder.com), Martha de Jong-Lantink (<https://www.flickr.com/photos/marthaenpiet/>), Asbjørn Djupdal (<http://www.djupdal.org/asbjoern/>). Los comentarios de Ángel Borja y de Igor Granado, como revisores, nos han ayudado a mejorar considerablemente la primera versión de este manuscrito. Esta es la publicación número 840 de la Unidad de Investigación Marina de AZTI.

Referencias

- Acampora H, O. Lyashevskaya, J.A. Van Franeker, I. O'Connor, 2016. The use of beached bird surveys for marine plastic litter monitoring in Ireland. *Marine Environmental Research*, 120: 122-129
- Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine*

- Pollution Bulletin*, 62: 1596–1605.
- Avery-Gomm, S., P.D. O'Hara, L. Kleine, V. Bowes, L.K. Wilson, K.L. Barry, 2012. Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 64 (6): 1776–1781.
- Avio, C. G., S. Gorbí, F. Regoli, 2017. Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128: 2–11.
- BirdLife International, 2017. Species factsheet: *Uria aalge*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 09/10/2017.
- Blais, J.M., L.E. Kimpe, D. McMahon, B.E. Keatley, M.L. Mallory, M.S.V. Douglas, J.P. Smolt, 2005. Arctic seabirds transport marine-derived contaminants. *Science*, 309 (5733): 445–445.
- Cadiou, A., L. Riffaut, K.D. McCoy, J. Cabelguen, M. Fortin, G. Gelinaud, A. Le Roch, C. Tirard, T. Bouludier, 2004. Ecological impact of the “Erika” oil spill: Determination of the geographic origin of the affected common guillemots. *Aquatic Living Resources*, 17: 369–377.
- Camphuysen, K., R. Bao, H. Nijkamp, M. Heubeck (eds.), 2017. Handbook on Oil Impact Assessment. Online edition, version 1.0, www.oiledwildlife.eu
- Codina-García, M., T. Militao, J. Moreno, J. González-Solis, 2013. Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, 77 (1-2): 220–226.
- Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008 por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L164, pp. 19–40.
- Donnelly-Greenan, E.L., J.T. Harvey, H.M. Nevins, M.M. Hester, W.A. Walker, 2014. Prey and plastic ingestion of Pacific Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis rogersii*) from Monterey Bay, California. *Marine Pollution Bulletin*, 85: 214–224.
- Duis, K., A. Coors, 2016. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe* 28 (2):1–25.
- Gall, S.C., R.C. Thompson, 2015. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92 (1-2): 170–179.
- Gregory, M.R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings- entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B 364 (1526): 2013–2025.
- Hidalgo-Ruz, V., L. Gutow, R.C. Thompson, M. Thiel, M., 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46 (6): 3060–3075.
- <https://www.seo.org/ave/arao-comun>
- Li, W.C., H.F. Tse, L. Fok, 2016. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrences and effects. *Science of the Total Environment*, 567: 333–349.
- Lusher, A.M., A. Burke, I. O'Connor, R. Officer, 2014. Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: Validated and opportunistic sampling. *Marine Pollution Bulletin*, 88: 325–333.
- Morley, T. I., A.L. Fayet, H. Jessop, P. Veron, M. Veron, J. Clark, M.J. Wood, 2016. The seabird wreck in the Bay of Biscay and Southwest Approaches in 2014 : A review of reported mortality. *Seabird*, 29: 22–38.
- Moser, M.L., D.S. Lee, 1992. A fourteen-year survey of plastic ingestion by western North Atlantic seabirds. *Colonial Waterbirds*, 15: 83–94.
- O'Hanlon, N. J., N. A. James, E. A. Masden, A. L. Bond, 2017. Seabirds and marine plastic debris in the northeastern Atlantic: A synthesis and recommendations for monitoring and research. *Environmental Pollution*, 231: 1291–1301.
- Provencher, J., A. Bond, S. Aver-Gomm, S. Borrelle, E. Bravo Rebollo, S. Hammer, S. Kühn, J. Lavers, M. Mallory, A. Trevaill, J.A. Van Franeker, 2017. Quantifying ingested debris in marine megafauna: a review and recommendations for standardization. *Analytical Methods*, 9: 1454–1469.
- Ribatti D., E. Crivellato, A. Vacca A., 2006. The contribution of Bruce Glick to the definition of the role played by the bursa of Fabricius in the development of the B cell lineage. *Clinical and Experimental Immunology*, 145 (1): 1–4.
- Rochman, C.M., M.A. Browne, A.J. Underwood, J.A. Van Franeker, R.C. Thompson, L.A. Amaral-Zettler, 2016. The ecological impacts of marine debris: unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Ecology*, 89: 2712–2724.
- Ryan, P.G., 1987. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. *Marine Environmental Research*, 23 (3): 175–206.
- Ryan, P.G., 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Marine Pollution Bulletin*, 19 (3): 125–128.
- Shim, W.J., Thompson, R.C., 2015. Microplastics in the ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69: 265–268.
- Van Franeker, J.A., 2004. Save the North Sea – Fulmar Study Manual Part 1: Collection and dissection procedures. Alterra-Rapport 672. Alterra, Wageningen.
- Van Franeker, J.A., The SNS Study Group, 2013. Fulmar Litter EcoQO monitoring along Dutch and North Sea coasts – Update 2010 and 2011. IMARES Report Nr. Co76/13. IMARES, Texel.
- Van Franeker, J.A., C. Blaize, J. Danielsen, K. Fairclough, J. Gollan, N. Guse, P.L. Hansen, M. Heubeck, J.K. Jensen, G. Le Guillou, B. Olsen, K.O. Olsen, J. Pedersen, E.W.M. Stienen, D.M. Turner, 2011. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution*, 159: 2609–2615.
- Van Franeker, J.A., K.L. Law, 2015. Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. *Environmental Pollution*, 203: 89–96.
- Wagner, M., C. Scherer, D. Alvarez-Muñoz, N. Brennholt, X. Bourrain, S. Buchinger, E. Fries, C. Grosbois, J. Klasmeier, T. Marti, S. Rodriguez-Mozaz, R. Urbatzka, A.D. Vethaak, M. Winther-Nielsen, G. Reifferscheid, 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26 (12): 1–9.

Anexo II. Ficha para el registro de datos biológicos y anatómicos

Arao Común (<i>Uria aalge</i>) - Necropsia y Biometría									
ID:				FECHA:			NOMBRE PERSONA:		
ESTADO DEL INDIVIDUO									
ESTADO DE DESCOMPOSICIÓN: FFF FF F D DD DDD				PRESENCIA DE FRACTURAS: SI NO					
AUSENCIA DE PARTES DEL CUERPO: CC C I II				LUGAR FRACTURAS:					
PESO:		% INDIVIDUO CUBIERTO POR PETRÓLEO:			INDIVIDUO ENMALLADO: SI NO				
OBSERVACIONES:									
BIOMETRÍA (medidas en mm, en caso contrario, indicar unidades)									
LONGITUD CABEZA-PICO:					MEDIDO POR:				
LONGITUD PICO:		cúlmen			narinas				
ALTURA PICO:		base			gonis				
LONGITUD DEL TARSO:		izquierda			derecha				
LONGITUD DEL ALA (P10):		izquierda			derecha				
PLUMAJE Y MUDA									
PLUMAJE:		Invierno no embridado		Verano no embridado		Invierno embridado		Verano embridado	
									
OBSERVACIONES:									
PLUMAS INFRACOBERTORAS SECUNDARIAS MAYORES: Coloración blanca Coloración gris									
ESTUDIO INTERNO									
MÚSCULO PECTORAL:		0 1 2 3		observaciones:					
GRASA SUBCUTÁNEA:		0 1 2 3		observaciones:					
GRASA INTESTINAL:		0 1 2 3		observaciones:					
0: Severamente afectado, 1: Afectado, 2: Algo afectado, 3: Saludable, no afectado									
ESTÓMAGO:		0 1 2 3		observaciones:					
HÍGADO:		0 1 2 3		observaciones:					
INTESTINO:		0 1 2 3		observaciones:					
RIÑÓN:		0 1 2 3		observaciones:					
PULMÓN:		0 1 2 3		observaciones:					
OBSERVACIONES:									
SEXO Y EDAD									
SEXO: ♀ ♂ NO IDENTIFICADO		EDAD:		PRESENCIA DE BOLSA DE FABRICIO: SI NO					
OVARIOS Y OVIDUCTO (seleccionar código):		1 2 3 4		TESTÍCULOS (seleccionar código): 1 2 3 4					
OBSERVACIONES:									
    									

DERIO
 Astondo Bidea, Edificio 609
Parque Tecnológico de Bizkaia
48160 - Derio (Bizkaia)

SUKARRIETA
 Txatxarramendi ugarte z/g
48395 - Sukarrieta (Bizkaia)

PASAIA
 Herrera Kaia, Portualdea z/g
20110 - Pasaia (Gipuzkoa)

