



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Estudio del impacto de residuos sólidos en *Caretta caretta* en aguas de las Islas Baleares

Laura Alonso Garrigós

Grau de Biologia

Any acadèmic 2017-18

DNI de l'alumne: 41615099A

Treball tutelat per Jesús Tomás Aguirre
Unitat de Zoologia Marina de l'Institut Cavanilles de la Universitat de València

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

Caretta caretta, tortuga boba, plàstics, deixalles marines, continguts del digestiu

Índice

1.- Resumen	4
2.- Abstract	4
3.- Introducción	4
– <i>Caretta caretta</i> : descripción y biología	
– Plásticos y su relación con la especie de estudio	
– Objetivo del estudio	
4.- Metodología	
4.1.- Nomenclatura	13
4.2.- Sexaje	13
4.3.- Área de estudio	14
4.4.- Animales muertos	15
4.5.- Animales vivos en recuperación en el Centro de Rescate del Palma Aquarium	16
5.- Resultados	
5.1.- Resultados de los animales muertos	18
5.2.- Resultados de los animales vivos	20
5.3.- Resultados comunes	23
6.- Discusión	23
7.- Conclusiones	25
8.- Agradecimientos	25
9.- Referencias	25
10.- Anexo fotográfico	30

1.- Resumen

Actualmente, seis de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo están clasificadas bajo diferentes niveles de amenaza por la IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Una de las grandes causas de amenaza es la ingesta de plásticos que podemos encontrar en sus tractos digestivos una vez han fallecido. En este estudio, proponemos estudiar los hábitos alimenticios de *Caretta caretta*, así como intentar cuantificar y describir el tipo de plásticos que ingieren. También proponemos estudiar si estos pueden llegar a ser o no perjudiciales, y comparar dichas cantidades con las encontradas de comida. Para ello, por una parte se tomaron muestras de los tractos digestivos de 13 tortugas que vararon muertas en las Islas Baleares y por otra, 13 tortugas que llegaron vivas y residieron durante un tiempo en el Centro de Rescate de Palma Aquarium. Todas ellas presentaron residuos sólidos, siendo una gran parte plásticos de origen antropogénico. Las cantidades encontradas fueron más bajas de lo esperado. Con este estudio se pretende mejorar la situación de *C. caretta* y contribuir a su bienestar, así como profundizar en los conocimientos que se tienen sobre dicha especie.

Palabras clave: *Caretta caretta*, tortuga boba, plásticos, basuras marinas, contenidos digestivos

2.- Abstract

Nowadays, six out of seven species of marine turtles that exist in the world are classified under different threat levels by the IUCN (International Union for Conservation of Nature). One of the biggest causes of threat is the intake of plastics that we can find in their digestive tracts once they have passed away. In this study, we propose to study the eating habits of *Caretta caretta*, as well as trying to quantify and describe the type of plastics that they ingest. We also propose to study if it may or may not be harmful, and compare these quantities with those found in food. For this, on the one hand, samples were taken from the digestive tracts of 13 turtles that were found dead in the Balearic Islands and, on the other hand, 13 turtles that arrived alive and resided for a time in the Rescue Center of Palma Aquarium. All of them presented solid waste, being a large part of anthropogenic origin plastics. The quantity found was lower than expected. This study aims to improve the situation of *C. caretta* and contribute to their well-being, as well as to deepen the knowledge that they have about this species.

Key words: *Caretta caretta*, loggerhead turtle, plastics, marine litter, digestive contents

3.- Introducción

La ingesta de plásticos durante el comportamiento de alimentación ha sido descrita en un ancho abanico de animales, desde zoopláncton microscópico hasta grandes ballenas (*Kühn et al., 2015*). Más de 700 especies de animales marinos

comen actualmente plásticos (Gall y Thompson, 2015), aunque este número aumenta con el paso del tiempo según avanzan las investigaciones y debido a la creciente presencia de plásticos en los mares y océanos. Referente a las tortugas, se han hecho estudios evaluando la ingesta de plásticos en las 7 especies y en todas ellas se han encontrado restos de estos (Nelms et al., 2016). Esto es debido a la flotabilidad de los plásticos, que coincide con el hábitat natural de las tortugas (Bjordal, 2017); es decir, podremos encontrar un alto porcentaje de plásticos flotando en la superficie, que es justo donde las tortugas pasan el mayor tiempo de su vida (Renaud y Carpenter, 1994) (recordamos que las tortugas son reptiles y por tanto tienen pulmones y la necesidad de mantenerse o subir periódicamente a la superficie a respirar). Se sabe entonces que, cuando las tortugas se encuentran en superficie con hambre o durante sus movimientos migratorios, no dudan en ingerir cualquiera de los plásticos que se les pongan en su camino.

3.1.- *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)

Englobando todos los mares podemos encontrar 7 especies (Nicholls, 1988) de tortugas marinas de 2 familias y 6 géneros, de las cuales la mayoría de ellas se encuentran en amenazadas. La tortuga boba (*loggerhead* en inglés) o *Caretta caretta* pertenece a la familia *Cheloniidae*.

3.1.1.- Taxonomía

Reino: *Animalia*
Filo: *Chordata*
Clase: *Reptilia*
Subclase: *Anapsida*
Orden: *Testudines*
Superfamilia: *Chelonioidea*
Familia: *Cheloniidae*
Género: *Caretta*
Especie: *Caretta caretta*



Figura 1.- *C. caretta*, individuo juvenil. Imagen tomada en el Centro de Rescate de Palma Aquarium por Guillem Félix, el 05/06/2018.

3.1.2.- Distribución

Esta especie está ampliamente representada en todo el mundo, ya que se puede encontrar nadando entre el Océano Pacífico, el Atlántico y el Índico tal y como se indica en la figura 2. Pasa la mayor parte de vida en el agua, sobre todo en superficie ya que al ser un reptil tiene que salir a la superficie a respirar aire. Habita aguas superficiales, pero es capaz de sumergirse durante largos periodos si la necesidad de pesca así lo requiere. Además, la hembra saldrá del agua también a la hora de desovar.



Figura 2.- Distribución de *Caretta caretta*. Fuente: www.fao.org

En el Mar Mediterráneo la mayor densidad de aparición se centra en la parte más occidental, desde el Mar de Alborán hasta las Islas Baleares, el estrecho de Sicilia, el mar Jónico y sobre las plataformas continentales del norte del mar Adriático, frente a Túnez-Libia, Egipto, y la costa sureste de Turquía (Casale y Margaritoulis, 2010).

3.1.3.- Ciclo de vida

Tienen una longevidad aproximada de entre 50-70 años y su madurez sexual tendría lugar cuando su caparazón alcance los 70 cm de longitud curva (en el Mediterráneo) (Casale y Margaritoulis, 2017), que serían aproximadamente entre los 12 y los 30 años de edad. La hembra es capaz de almacenar semen de diferentes machos, así que un mismo desove puede estar constituido por huevos fecundados por diferentes machos. Tienen una baja tasa de reproducción ya que tienen un promedio de 4 puestas y luego permanecen entre 2 y 3 años sin poner ningún huevo. Las hembras, por geomagnetismo, se guiarán hasta la playa en la que nacieron para volver allí a poner sus huevos. En cada nido puede haber unos 90-110 huevos en el Mediterráneo y 100-130 en otras regiones (Pritchard et al., 2000). La incubación de los huevos variará según la localización del nido, pero estaría alrededor de 60 días. El sexo de los neonatos vendrá determinado por la temperatura de incubación, rondando los 26 y 32°C (a temperaturas más bajas, obtendremos una ratio más elevada de machos). Durante sus primeros años como juveniles son muy susceptibles de ser devoradas por animales acuáticos ya que su caparazón aún no es lo suficiente duro como para defenderse con él.

3.1.4.- Morfología

El caparazón de la tortuga boba es moderadamente ancho y ligeramente aserrado en los individuos juveniles, a medida que van madurando, este margen se va redondeando. Es la tortuga con caparazón duro más grande del mundo (Ernst, 2009). Cuentan con 5 pares de escudos costales, el primer par más pequeño que los

demás. Las aletas delanteras son más cortas respecto otras especies de tortugas y presentan dos uñas en cada aleta (a los machos les ayudarán para posarse encima de la hembra para la fecundación), y en las traseras poseen de dos a tres uñas. La coloración del caparazón varía según su crecimiento, siendo al principio de color marrón claro hasta alcanzar un color más rojizo; con el plastrón pasa algo similar, en los juveniles es color café y amarillo anaranjado en los adultos. Las tortugas adultas miden uno promedio de 1 metro de longitud de caparazón y un peso de 100 kg (en el Mediterráneo, mientras que en el Atlántico occidental pueden alcanzar hasta los 150 kg) (Eckert et al., 1999).

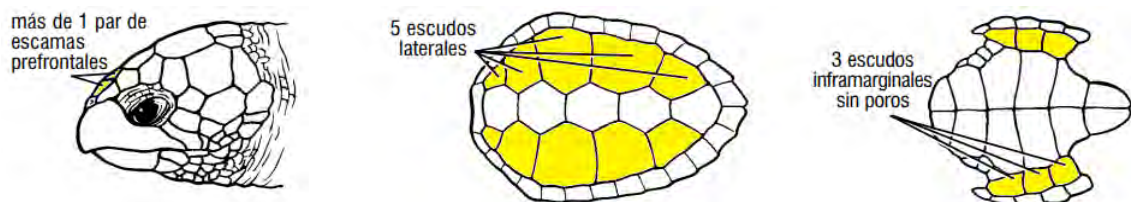


Figura 3.- Morfología distintiva de *C. caretta*. Fuente: *La Anatomía de las Tortugas Marinas*, por J. Wynkenen (fotografía modificada).

El dimorfismo sexual no está presente en la anatomía externa de los juveniles (se puede determinar mediante una necropsia, laparoscopia, exámenes histológicos y ensayos radioinmunológicos) (Valente, 2007), sino que va apareciendo según su crecimiento: los machos adultos poseerán un pico más largo que las hembras y las uñas más largas y curvadas. Las hembras adultas tienen el caparazón más curvado que los machos. Algunos estudios destacan que la diferenciación sexual comienza a ser aparente en tortugas con una longitud de caparazón de entre 60 y 67 cm (Hughes, 1974).

3.1.5.- Alimentación

Su alimentación puede ir variando a medida que van haciéndose adultos, aun así, son carnívoros durante la mayor parte de sus vidas. Los neonatos se alimentan de esponjas, medusas, algas del género *Sargassum*, pequeños gasterópodos y crustáceos. Los juveniles y adultos se alimentan de conchas, almejas, cangrejos herradura, y otros crustáceos. Durante sus migraciones en mar abierto, se alimentan principalmente de medusas (como *Veleva vellela* o *Pelagia noctiluca*, y pueden ser fácilmente confundibles con plásticos transparentes) (Frick et al., 2009; Pham et al., 2017), pterópodos, algunos moluscos flotantes, calamares y peces (Bjorndal, 2017; Houghton et al., 2000; Tomás et al., 2001; Bentivegna et al., 2003). Aparte de *V. vellela* o *P. noctiluca*, se sabe que la medusa *Cotylorhiza tuberculata*, de unos 15 cm de diámetro, es una de sus presas más predominantes (Revelles et al., 2007a), lo que las hace más sensibles a ingerir plásticos. Su potente mandíbula y su afilado pico les permite cazar y romper las conchas o cáscaras de sus presas. Además, se ha sugerido que los peces son un componente importante de la dieta de *C. caretta* en el Mediterráneo occidental (Tomás et al., 2001), pero el nivel trófico de los individuos encontrados en el Archipiélago Balear, como lo revela el $\delta^{15}\text{N}$ (Peterson y Fry, 1987), es mucho más bajo que el de especies ictiófagas típicas de la

misma área (Lepoint et al., 2000; Jennings et al., 1997; Pinnegar and Polunin, 2000; Polunin, 2001; Revelles et al., 2007b).

3.1.6.- Población

La especie *C. caretta* es reconocida por tener 10 unidades regionales de manejo (MRU), áreas donde las tortugas sufren amenazas similares, en todo el mundo, caracterizadas por diferencias en sitios de anidación (Figura 4), estudios de ADN mitocondrial y nuclear, movimientos y uso del hábitat en todas las etapas de la vida. Estas 10 subpoblaciones las encontraríamos en: Océano Atlántico Noroeste, Noreste, y Sudoccidental, Mar Mediterráneo, Océano Índico Noreste, Noroccidental, Suroriental y Suroeste, Océano Pacífico Norte y Sur (Wallace et al., 2010).

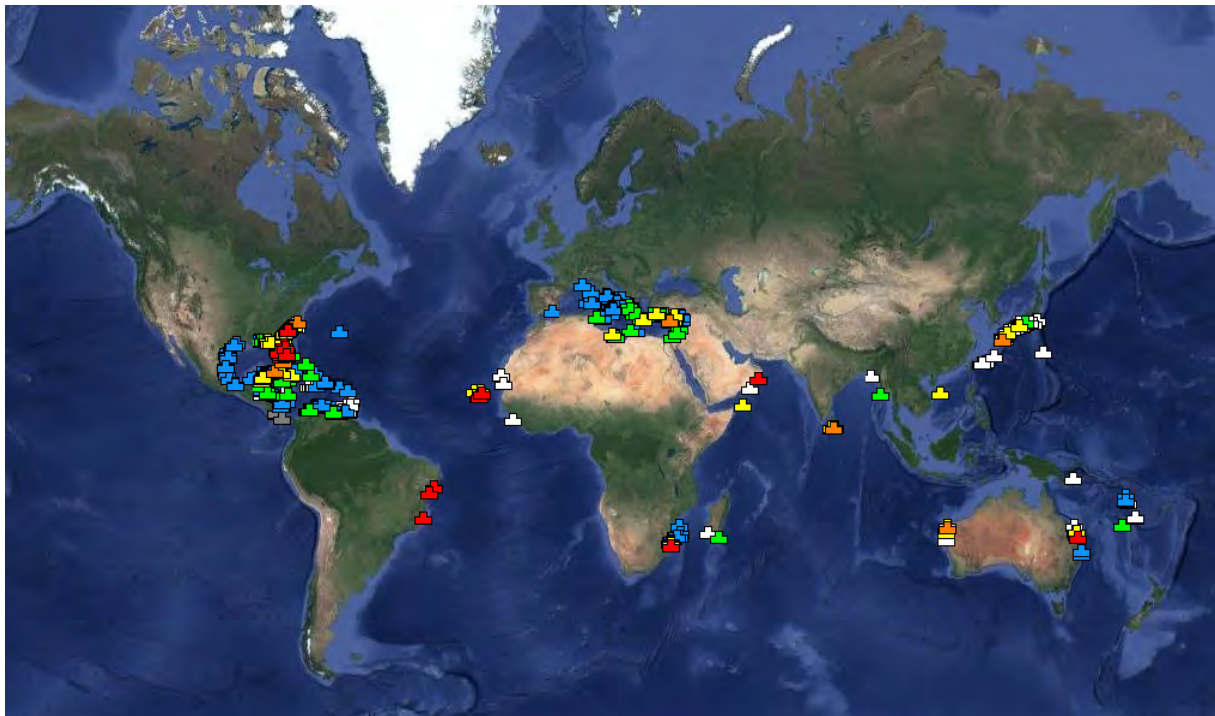


Figura 4.- Representación gráfica de las áreas de puesta de la especie *C. caretta* y su cantidad. El color rojo representa >1000 nidos, naranja 500-1000, amarillo 100-500, verde 25-100, azul <25 y el blanco representa nidos no cuantificados. Fuente: The State of the World's Sea Turtles, <http://seamap.env.duke.edu/swot>

Podemos observar como los dos puntos cruciales de *C. caretta* se centran en la costa atlántica de Florida, el Mar Caribe y el Mar Mediterráneo.

El tamaño poblacional mundial hoy en día es desconocido, pero un sistema común para la abundancia se basa en el número anual de nidos. Un total de aproximadamente 200,000 nidos son colocados entre las 10 MRU (Tabla); considerando un rango de entre 3 y 5,5 nidos por hembra, obtendríamos un valor de entre 36000 y 67000 hembras anidadoras anualmente (Wallace et al., 2010).

Tabla 1.- Abundancia de anidación y porcentaje relativo de cada una de las 10 poblaciones de *C. caretta*.

*Las seis MRU (que comprenden aproximadamente el 90% de los nidos anuales actuales a nivel mundial) para los que las series de datos a largo plazo estaban disponibles y se incluyeron en los análisis de tendencias a nivel de subpoblación y población mundial.

§La abundancia actual de la subpoblación del Pacífico Sur es una de las más bajas, probablemente alrededor del 1% de la abundancia total. Fuente: Casale et al., 2017.

Subpopulation (RMU)	Current abundance (nests yr ⁻¹)	%
North West Atlantic*	83,717	41.8
North East Atlantic	15,000	7.5
Mediterranean*	7,200	3.6
South West Atlantic*	7,696	3.8
North West Indian*	70,000	35.0
North East Indian	25	0.0
South West Indian*	4,600	2.3
South East Indian	2,955	1.5
North Pacific*	9,053	4.5
South Pacific [§]	n/a	
Total	200,246	100.0

Como podemos observar, en el Mediterráneo solo contamos con un 3,6% de los nidos globales de toda la especie.

3.1.7.- Hábitat

La mayor parte de su vida la pasan en mar abierto y en aguas costeras poco profundas. Normalmente no salen a tierra excepto las hembras para desovar. Los neonatos vivirán entre algas del género *Sargassum* (*Spotila, 2004*) de las cuales también se alimentaran hasta que su mandíbula y su musculatura se vaya haciendo apta para animales con cáscara. Los juveniles y adultos viven a lo largo de la plataforma continental (*Spotila, 2004*), aunque algunas hembras adultas migran también hacia mar abierto con profundidades de más de 1000 m, como por ejemplo el Océano Pacífico (*Hatase et al., 2002*). Las aguas marinas superficiales en las que se encuentran las tortugas bobas oscilan entre los 13,3 y los 28 °C.

3.1.8.- Principales amenazas

Las principales amenazas que afectan a las tortugas marinas están bien descritas en la literatura: pesca incidental (captura accidental en artes de pesca para otras especies, como la pesca de arrastre (*Domènech et al., 2015*)), captura (el uso directo de las propias tortugas por su carne, su caparazón, o sus huevos), pérdida excesiva de huevos por depredadores, desarrollo costero que afectará al hábitat por la imposibilidad del desove debido a construcciones de puertos deportivos, o por masificación, contaminación y enfermedades, y problemas derivados del cambio climático, así como el aumento de la temperatura de las playas en las que desovan (afectando a la ratio macho-hembra) como a la frecuencia e intensidad de tormentas, por ejemplo. Otra de las amenazas en auge es la basura marina (*Darmon et al., 2017*). De todas estas amenazas la más importante y con mayor impacto sobre la población es la pesca incidental, seguido por el desarrollo en la costa y el consumo de sus cuerpos (*Wallace et al., 2010*). Para intentar remediar esta situación se han implementado dispositivos excluidores de tortugas marinas (TEDs), que les proporcionan una vía de escape cuando se ven arrinconadas.

3.1.9.- Amenazas sobre *C. caretta* en el Mar Mediterráneo

El Mar Mediterráneo es uno de los mares con más actividad humana y por tanto, sus habitantes están expuestos a amenazas tales como la sobrepesca, las técnicas de pesca destructivas, exceso de urbanismo en costa, calentamiento global y contaminación (*Greenpeace, 2008*). De hecho, considerando sólo restos plásticos, el Mar Adriático (incluido en el Mediterráneo) representa el mar con el lecho marino más contaminado de Europa con 2,63 artículos/ha (*Galgani et al., 2000*). Es un mar pequeño y cerrado puesto que su única entrada y salida de agua es el estrecho de Gibraltar, un pequeño canal de apenas 13 km de largo. Por tanto, a medida que incrementa la temperatura atmosférica global, el agua se va evaporando, pero no recibe un aporte de agua de lluvia tan fuerte como para mantener un equilibrio; así pues, la salinidad del Mediterráneo va aumentando año tras año por su condición de mar casi cerrado. El hecho de que la temperatura y la salinidad aumente, obliga a algunas especies a migrar hacia zonas con las condiciones deseadas. El éxito del desarrollo de los huevos y crías está directamente influenciado por las características de la playa, pero también se ve afectado por condiciones ambientales tales como la temperatura (*Hamman et al., 2003*). El desarrollo embrionario y la supervivencia (*Packard y Packard, 1988; Horrocks y Scott, 1991; Resetarits, 1996; Matsuzawa et al., 2002*), así como la determinación del sexo (*Mrosovsky e Yntema, 1980; Janzen y Paukstis, 1991; Mrosovsky y Provanha, 1989; Shine, 1999*) se ven afectados por la ubicación del nido (*Mazaris et al., 2008*). Como resultado, actualmente se están encontrando nidos en el Mediterráneo occidental, que antes no tenían lugar.

A pesar de las amenazas naturales, la gran mayoría de amenazas que presenta son de origen humano, como las nombradas anteriormente, y sin olvidar el factor turístico que obliga a grandes cruceros a hacer largas rutas entre nuestras aguas, que generará impactos físicos (colisiones) y acústicos.

Sin embargo, la contaminación es la amenaza más dañina que podamos conocer. Por un lado, podríamos hablar de la contaminación química (*Novillo et al., 2017 y referencias incluidas*) que se provoca al verter líquidos residuales de fábricas e industrias, que comienza en los ríos, pero que acaba en el mar, o bien los desechos de barcos y cruceros; no obstante, la contaminación que más preocupa es la física. Hablamos de residuos sólidos y no biodegradables, como por ejemplo: tapones y etiquetas de botellas, bastoncillos de los oídos, palos de chucherías, sedales de pesca, bolsas de plásticos. Todos estos elementos que finalmente acaban en el mar son la causa de muerte de millones de animales anualmente: algunos los ingieren y otros son pasto de amputaciones y/o deformaciones.

En 2008, la Comisión Europea adoptó la Directiva Marco de la Estrategia Marina (Comisión Europea, 2008/56/EC) cuyo objetivo es lograr un Buen Estado Ambiental (GES) para 2020, considerando 11 Descriptores cualitativos. La basura marina es el Descriptor 10 de la Directiva y GES se alcanza cuando las "propiedades y cantidades de desechos marinos no causan daños al medio marino y costero". (*Borja et al., 2010, 2011, 2013; Cardoso et al., 2010; Claussen et al., 2011; Galgani et al., 2010, 2013; Mee et al., 2008; Suarez de Vivero y Rodriguez Mateos, 2012; Franeker et al., 2011; Matiddi et al., 2017*). Hasta 80% de los residuos acumulados en tierra, litoral, superficie oceánica y fondo marino son de plástico (*Barnes et al., 2009*).

3.1.10.- Estado de conservación

Según la Lista Roja de la IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) esta especie ha sido catalogada como VN, es decir, Vulnerable (Categoría para especies que experimentaron una importante reducción en la población o una fragmentación o disminución en su distribución natural), en las evaluaciones de 1982, 1986, 1988, 1990, 1994 y 2015, mientras que en el 1996 (hace ahora 22 años) fue evaluada como EN, en peligro de extinción. El escenario general sugiere que, sobre la base del conocimiento actual, la extinción de la especie a nivel global es altamente improbable que ocurra a corto y mediano plazo (*Casale et al., 2017*).

Esta especie, que figura en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y que hasta hace solo tres años fue clasificada en todo el mundo como "en peligro" (*IUCN, 2013*), se la consideró como especie "prioritaria" según la Directiva Hábitat de la Unión Europea.

Además de haber sido clasificada como "en peligro" mundialmente, en el Mar Mediterráneo se clasificó como "en peligro crítico". Esta situación ha cambiado debido a que las poblaciones nidificantes están aumentando por las medidas de protección realizadas en las últimas décadas. Según la IUCN, estas medidas y las políticas de protección deben continuar para no regresar a la situación anterior (*Casale y Margaritoulis, 2017*).

3.1.11.- Situación de la tortuga boba en el Mar Mediterráneo

Es la más común en el Mar Mediterráneo. De hecho, actualmente se encuentran dos poblaciones diferentes: 1) las nacidas en Florida, que después de cruzar a nado todo el Atlántico llegan a nuestras aguas para reposar, alimentarse en el lado occidental (Carreras et al., 2006) y una vez son lo suficientemente grandes para poder atravesar de nuevo el estrecho de Gibraltar (Revelles et al., 2007b), tratan de volver a cruzar el océano de nuevo para reproducirse; y 2) una población nacida en el propio Mediterráneo (Carreras et al., 2011) y con anidación regular en el extremo oriental (Margaritoulis et al., 2003). El Mediterráneo oriental (sudoeste y sudeste de la Península Ibérica y el archipiélago balear) está habitado mayoritariamente por tortugas nacidas al otro lado del Atlántico: no pertenecen a la población propia del Mediterráneo (Carreras et al., 2011).

3.1.12.- Tortugas marinas y basuras marinas

A pesar de su ancha distribución por todo el mundo (habita en los océanos Índico, Pacífico y Atlántico) (Spotilla, 2004) las tortugas bobas siempre han demostrado haber ingerido plásticos (Bugoni et al., 2001; Limpus et al., 2001; Tomás et al., 2002; Parker et al., 2005; Casale et al., 2008; Lazar and Gračan, 2011; Campani et al., 2013; Camedda et al., 2014; Hoarau et al., 2014; Casale et al., 2016; Nicolau et al., 2016, Nelms et al., 2015). Sus altos índices de ingestión de plástico, debido a la frecuencia y no a la cantidad, las hacen ser buenas bioindicadoras para el monitoreo de contaminación por plástico en los océanos (Pham et al., 2017). Gracias a esto, fueron propuestas como especies indicadoras para el Descriptor 10 del *European Union's Marine Strategy Framework Directive* (MSFD) (“indicador 10.2.1”, Galgani et al., 2014).

Debido al esófago que presentan las tortugas (diseñado para no permitir el retroceso de materiales) una vez que tragan un plástico, este no tiene más opción que continuar todo el tracto digestivo del animal pudiendo, entre otras cosas, provocar una obstrucción (Bugoni et al., 2001; Di Bello et al., 2006) que dificulte su expulsión, la de otros materiales, o que incluso se llegue a necrosar la zona afectada, llevando así a la posible muerte del animal (figura 5). En este punto cabe destacar la diferente procedencia y material de dichos plásticos, ya que la ingestión de muchas etiquetas de botellas no provocará el mismo daño que la ingestión de muchos tapones rígidos de las mismas botellas. Además, los largos tiempos de retención de residuos plásticos en el intestino pueden provocar la liberación de productos químicos tóxicos (por ejemplo: ftalatos, PCB) que pueden actuar como disruptores endocrinos y, por lo tanto, pueden comprometer la aptitud de las tortugas (Teuten et al., 2009).



Figura 5.- Esófago de *C. caretta*.
Imagen tomada por Guillem Félix.

3.1.13.- Objetivos

El objetivo del presente estudio es determinar la cantidad y diversidad de basura marina que ingieren individuos de la especie *C. caretta* en aguas del Mediterráneo, en concreto, con tortugas varadas en las Islas Gimnesias. Nunca antes se han estudiado tan a fondo, ni existe literatura que recoja este tema sobre las tortugas que llegan a las costas de Mallorca, Menorca e Ibiza. Además, también se pretende comparar esta basura con la cantidad de comida que reste en el tubo digestivo, con el fin de evaluar cual es el daño que la basura está provocando en ellas. Esto nos servirá para conocer su situación y saber si realmente la ingestión de basura puede ser la causa de muerte o no. Este estudio también tiene como objetivo mejorar el conocimiento actual sobre la ecología y la conservación de la tortuga boba. Como especies migratorias, las tortugas representan un buen ejemplo de la necesidad de estrategias globales para la conservación (*Spotilla, 2004*).

El uso del monitoreo de MSFD para la presencia de plástico en el medio marino nos permitirá comparar datos ambientales y biológicos, y evaluar su relación, al mejorar el empleo de *C. caretta* como "muestra de plástico" de la basura en el medio marino a escala regional.

4.- Material y métodos

4.1.- Nomenclatura

Para identificar todos los individuos que han sido estudiados se ha implantado una nomenclatura: se ha indicado la especie a la que pertenece (*Caretta caretta*: Cc) y a continuación la fecha de recogida del individuo (día/mes/año). Además, dos caracteres importantes de los cuales se tomaron medidas son la longitud curva del caparazón (LCC) y la longitud recta del caparazón (LRC). Para medir la longitud curva se coloca una cinta métrica justo donde empieza el primer escudo central (detrás de la cabeza) del caparazón hasta la división que aparece en los últimos escudos del final del caparazón. Con la cinta métrica tiene que seguirse la forma curva del caparazón. En la LCR no se tiene en cuenta la curvatura.

4.2.- Sexaje

En el caso de las tortugas muertas el sexaje se realizó al hacer la necropsia observando a simple vista (en caso de que fueran maduras sexualmente) el aparato genital. Esto no fue posible en todos los casos debido al mal estado de conservación de algunas tortugas. En el caso de las tortugas vivas fue posible gracias a las laparoscopias realizadas por el enfermero veterinario y la veterinaria del Centro de Rescate.

4.3.- Área de estudio

El área de estudio de este proyecto han sido las aguas del archipiélago de las Islas Baleares, más concretamente centrándonos en la Isla de Mallorca. La isla de Mallorca es la isla más grande de todo el archipiélago, con 3640,11 km², lo que la convierte en la isla más extensa de España y la sexta más extensa del Mar Mediterráneo. Su perímetro costero es de aproximadamente 416 km (INE, 1985) a los que han llegado los sujetos de este estudio.



Figura 6.- Mapa de las Islas Baleares. Fuente: www.todacultura.com

Para llevar a cabo este estudio han sido analizados 13 ejemplares de tortuga boba muertos (1 de Menorca y 12 de Mallorca) varados y 13 animales vivos (1 de Menorca, 2 de Ibiza y 10 de Mallorca).

De todos los animales (vivos o muertos) se registran los datos en unas fichas individuales indicando peso, medidas y otras observaciones, como heridas o marcas. Después, todos los datos se recopilan en una hoja de cálculo formando así una tabla descriptiva con todos los datos.

El archipiélago se divide en 11 zonas según el MeteoNav, el Servicio de AEMET para la navegación marítima y seguido por la Fundación Palma Aquarium. La zona A comprende la Serra de Tramuntana de Mallorca desde el Cap des Llebeig de Sa Dragonera hasta el Cap de Formentor. La zona B comprende desde el Cap de Formentor hasta el faro de Capdepera. La zona C va desde el faro de Capdepera hasta el Cap de Ses Salines. La zona D comprende el archipiélago de Cabrera. La E, desde el Cap de Ses Salines hasta el Cap de Llebeig de Sa Dragonera. La zona F comprende el norte de Menorca, desde Cap de Bajolí hasta l'Illa de l'Aire. La G, el sur de Menorca desde l'Illa de L'Aire hasta el Cap de Bajolí. La H comprende el este de las Islas Pitiusas desde la Punta des Moscarter hasta el Cap de Barbaria. La zona I comprende el oeste de las Islas Pitiusas desde el Cap de Barbaria hasta la Punta des Moscarter. La zona J (canal entre Menorca y Mallorca) comprendido entre las líneas imaginarias que unen el Cap de Formentor con el Cap de Bajolí y el faro de Capdepera con l'Illa de l'Aire, y la K (canal entre Mallorca y las Islas Pitiusas) comprendido entre las líneas imaginarias que unen el Cap des Llebeig de Sa

Dragonera con la Punta des Moscarter, y el Faro de n'Enciola de Cabrera con el faro de La Mola de Formentera. Las 11 zonas están indicadas en la siguiente figura:



Figura 7.- Representación de las 11 zonas en las que se divide todo el archipiélago balear. Fuente: Fundación Palma Aquarium.

4.4.- Animales muertos

Este estudio ha sido realizado enteramente con carcasas de especímenes de *C. caretta*, hayan sido varados o hayan sido encontrados flotando en la superficie. La procedencia de estos animales es exclusiva de las costas de la isla de Mallorca, a excepción de uno de los ejemplares cuya procedencia fue la isla de Menorca. Una vez localizados los cuerpos, se procede a su recogida, siguiendo el protocolo de la red de varamientos, por parte del equipo del Centro de Rescate del Palma Aquarium, empresa contratada por el Govern de les Illes Balears desde 2014 como centro de referencia de los animales marinos tanto vivos como muertos que se presenten en Mallorca, y colaboradora con los agentes de medioambiente de Menorca. La necropsia, el procesamiento y la toma de muestras se llevó a cabo en las instalaciones de dicha empresa. En lo que al presente estudio se refiere, se ha procedido a extraer la mayor parte posible del tubo digestivo de cada uno de los ejemplares. Para comenzar, las extracciones se llevaban a cabo con la ayuda del enfermero veterinario encargado del Centro de Rescate, mientras que las posteriores extracciones se han llevado a cabo por parte de la autora sin supervisión dado que ya se había recibido la formación necesaria para realizarlas en solitario. Los ejemplares que no se pudieron procesar en el momento fueron preservados en cámara de congelación de -18°C .

Para poder llevar a cabo las respectivas necropsias se hizo uso del material quirúrgico básico adaptado a animales con zonas rígidas. Una vez localizado el tubo digestivo se intentó cerrar con bridas o hilo de grosor medio en la zona del esófago y de la cloaca para evitar la salida de material.

Con el tubo digestivo ya extraído, se dividió en 3 partes: esófago, estómago e intestino. Esto no ha sido posible en todos los individuos debido a su mal estado de conservación y deterioro. En dos de los individuos estudiados (Cc080717 y Cc140817A) se ha procesado sin separación. A continuación, sobre un tamiz con luz

de malla 0,5 mm se abrió cada una de las partes con un corte longitudinal. Se lavó con agua sobre el tamiz intentando que se desprendiese todo el material que se hallaba dentro de la sección.

Dividimos todo aquello que encontramos en diferentes categorías (a grandes rasgos encontramos:

- Plástico: todos los artículos de plástico o sintético
- Basura: cualquier otra basura no sintética
- Contaminantes: otros desechos industriales y desechos de barcos
- Comida

Dentro de cada una de estas 4 categorías, vemos clasificaciones (más estrictas) siguiendo el protocolo de la *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas (2013)*.

- Plástico: pellets, probablemente industrial, lámina (SHE, de ahora en adelante), hebra, espuma, fragmentos y otros
- Basura: papel, restos de comida, otros usos y anzuelos
- Contaminantes: carbón, aceite, parafina y plumas
- Comida: comida natural (medusas, por ejemplo), natural no considerado comida (madera) (NFO, de ahora en adelante)

Con el material totalmente separado por zona del tubo digestivo, y por categoría de contenido, se contaron los ítems y se midió su volumen húmedo con la ayuda de una probeta (cuanto más pequeña, más exactitud). Se introdujo un volumen determinado dentro de la probeta, y a continuación se introdujo el material que quisimos cuantificar. Se observó la diferencia de volumen y se anotó. En el caso de tratar con un material excesivamente pequeño, se le designó 0,1 ml de volumen. Después, se dejó secar en una placa de Petri o algún recipiente similar a temperatura ambiente como mínimo durante 72 horas para poder obtener su peso seco (el tiempo de secado es variable en función del material que deseamos secar). Con el material ya seco, se pesó con una balanza de 3 decimales de precisión. Todos estos datos fueron recogidos en una misma tabla. Cuando finalizó todo el proceso, se guardaron y etiquetaron todas las muestras correctamente.

Tras haber extraído cinco tubos digestivos (incluidos en este estudio) en Palma Aquarium, se procesaron en la Universidad de Valencia a modo de entrenamiento. El resto de muestras fueron procesadas en las instalaciones del Palma Aquarium, y pesadas en el laboratorio de Botánica de la Universitat de les Illes Balears.

4.5.- Animales vivos en recuperación en el Centro de Rescate del Palma Aquarium

La segunda parte de este estudio se ha podido realizar gracias al almacenaje y etiquetaje de los residuos sólidos que expulsaron tortugas de la especie *C. caretta* en su estada en tanques de recuperación del Centro de Rescate de Palma Aquarium. Los animales que llegan vivos a nuestras costas o que

son rescatados por pescadores y/o navegantes y que presentan síntomas de enfermedad residen en los tanques del Centro hasta comprobar que están en un estado adecuado para volver al mar después de haberles realizado las pruebas pertinentes. Durante ese tiempo, las tortugas son alimentadas con regularidad con calamar (*Loligo vulgaris*), mejillón (*Mytilus galloprovincialis*), sardina (*Sardina pilchardus*) y langostino (*Penaeus monodon*) y se comprueba que carecen de obstrucciones intestinales, pudiendo ser la causa de éstas los plásticos, observando sus heces diariamente. Desde 2015 se han ido recopilando los objetos expulsados de las 13 tortugas durante toda su estancia, y a lo largo de este estudio han sido tratados y clasificados siguiendo el mismo protocolo que con los individuos muertos, pero sin tener en cuenta el volumen húmedo ya que algunas muestras estaban almacenadas desde 2015. Después de su correcta clasificación, se etiquetó siguiendo el mismo procedimiento que las demás muestras.

Se han tenido en cuenta la cantidad de días que las tortugas han estado residiendo en el centro, ya que todos los residuos recolectados no tienen fecha de etiquetaje, y por tanto los pueden haber ido soltando progresivamente a medida que iban comiendo comida. De media se ha obtenido que las tortugas han pasado $88,27 \pm 58,12$ días en el centro antes de ser liberadas. Esta media puede haberse visto afectada por el individuo Cc031017, que en el momento de la redacción de esta memoria aun reside en el centro esperando a estar totalmente recuperada para ser liberada. Presenta una fractura en la médula ósea y en las aletas traseras, así como una herida grave en el caparazón que afecta a su flotabilidad. El hecho de no tenerla en cuenta se debe a que aun puede expulsar más restos que tuviera obstruidos. Si no la tenemos en cuenta, la media de las demás tortugas se quedaría en 62 ± 45 días. Además, para calcular este promedio, también se han eliminado los datos de las 2 tortugas que solo estuvieron en el centro el día que entraron, debido a su repentina muerte y que distorsionan los resultados (Tabla 5).

Todos los datos recopilados se reunieron en una hoja de cálculo y fueron procesados mediante el test estadístico de Wilcoxon-Mann-Whitney, que es el test no paramétrico equivalente al *t de Student* (adecuado para comparar dos medias). Se realizó un test no paramétrico porque así lo indicaron los test de Bartlett (homogeneidad de varianzas) y de Shapiro-Wilk (normalidad). Este test se utilizó para comprobar si había diferencias significativas entre NC y C (explicado a continuación). Se han podido realizar con el programa R Studio.

5.- Resultados

Al igual que la metodología, dividiremos este apartado en dos partes, diferenciado los animales vivos de los muertos debido a la diferente metodología empleada.

5.1.- Resultados de los animales muertos

Tal y como se ha comentado en la metodología, hemos obtenido resultados de 4 categorías generales diferentes: Plástico, Basura, Contaminantes y Comida. Se han trabajado con 3 cifras decimales siempre que ha sido posible, excepto para el volumen húmedo ya que las probetas no nos permiten tal exactitud.

Tabla 2.- Tabla resumen de los datos de los objetos encontrados en cada uno de los individuos muertos (identificación a la izquierda). Se separan en "Plástico", "Basura", "Contaminante" y "Comida" totales. Dentro de cada una de estas 4 categorías se separa en "Volumen húmedo", expresado en ml, y "Peso seco", expresado en g. Abajo, el total, el promedio y la desviación típica de todos los datos en conjunto de cada columna.

	Plástico total		Basura total		Contaminante total		Comida total	
	Volumen húmedo (ml)=	Peso seco (g)=	Volumen húmedo (ml)=	Peso seco (g)=	Volumen húmedo (ml)=	Peso seco (g)=	Volumen húmedo (ml)=	Peso seco (g)=
Cc170617	3,2	0,088	0	0	0	0	2,8	2,87
Cc080717	2,1	0,049	0	0	0	0	5,8	0,966
Cc140817	0,1	0,001	0	0	0	0	0	0
Cc140817A	0,5	0,062	0,1	0,061	0	0	0,1	0,001
Cc140817B	0,4	0,058	0	0	0	0	0,2	0,017
Cc110418	1,1	0,063	0	0	0	0	9,3	0,33
Cc010418	0,1	0,017	0	0	0	0	8	0,644
Cc151017	4	0,112	1	0,774	0	0	19	5,414
Cc161216	0,1	0,011	0	0	0	0	7,1	1,865
Cc170217	4,1	0,597	0	0	0	0	5,1	1,822
Cc070318	8,4	2,314	0	0	0	0	37,2	3,796
Cc270218	2	0,305	0	0	0	0	24,1	6,041
Cc150318	0,2	0,019	0	0	0	0	2	0,69
Total=	26,3	3,696	1,100	0,835	0	0	120,7	24,456
Promedio=	2,023	0,284	0,085	0,064	0	0	9,285	1,881
Desv.típica=	2,329	0,607	0,266	0,206	0	0	10,661	1,984

Se ha obtenido un total de plástico (entre los 13 individuos) de 26,3 ml de volumen mojado, siendo la media por tortuga de $2,023 \pm 2,329$ ml. Aún así, cabe destacar que esta media puede haberse distorsionado por una de las tortugas que presenta valores muy por encima de la media de los demás (Cc070318). Esta tortuga, Cc070318, llegó viva al Centro de Rescate pero murió a las pocas horas. A la hora de realizar la necropsia se descubrió que la causa de la muerte fueron dos obstrucciones que tenía en el intestino, causadas en su mayoría por plásticos. El volumen húmedo del total de residuos que presentaba esta tortuga es de 45,6 ml y el peso seco fue de 6,11 g, valores alejados de la media. En cuanto al peso seco, en conjunto dieron un total de 3,696 g y una media de $0,284 \pm 0,607$ g.

En relación al total de basuras, el volumen húmedo de todas ellas darían 1,1 ml y una media de $0,085 \pm 0,266$ ml, mientras que el peso seco sería en conjunto de 0,835 g y $0,064 \pm 0,206$ g de media. Estos valores no son significativos en comparación con las otras categorías. En ninguna de las tortugas se encontró ningún residuo catalogado como Contaminante, por lo que esta categoría va a ser obviada de ahora en adelante.

De comida, se obtuvo que entre las 13 tortugas suman un total de 120,7 ml de volumen húmedo, lo que corresponde a una media de $9,285 \pm 10,661$ ml. En cuanto

a peso seco, obtenemos 24,456 g totales, que de media significa que encontramos $1,881 \pm 1,984$ g en cada tortuga.

Debido que las categorías de Basura y Contaminantes son muy inferiores en comparación con la de Plásticos y Comida, estableceremos una relación únicamente entre las dos últimas. Agruparemos por un lado todo lo que no es comida (Plástico, Basura y Contaminantes) y por otro lado la comida. Del volumen mojado total de No Comida (NC, a partir de ahora) obtenemos 27,4 ml y una media de $0,703 \pm 4,902$ ml; para el peso seco de NC obtenemos un total de 4,531 g y una media de $0,116 \pm 0,775$ g. Sin embargo, para la Comida (C, de ahora en adelante) obtenemos un volumen húmedo total de 120,7 ml y una media de $9,285 \pm 33,665$ ml; para el peso seco total se obtienen 24,456 g y $1,881 \pm 6,763$ g de media.

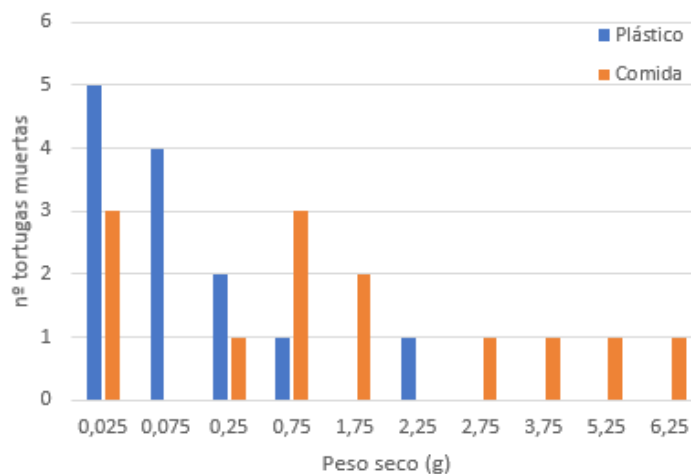


Figura 8.- Relación de la cantidad de tortugas muertas con el peso seco ingerido de plástico (azul) y con el peso seco ingerido de comida (naranja).

Tras haber aplicado un test de Wilcoxon-Mann-Whitney, no se encuentran diferencias significativas ($W=121,5$, $p=0,061$) entre los totales de los volúmenes húmedos de NC y C, pero sí que las hay entre las medias de los pesos secos ($W=126$, $p=0,035$). Se puede establecer una relación 1:4,41 entre ambas categorías (NC, C, respectivamente) en cuanto a volumen húmedo nos referimos, y una relación 1:5,40 en cuanto al peso seco.

Una parte de los plásticos encontrados tienen colores transparentes o con poco color (puede haberse ido degradando), aunque hay algunas excepciones con colores muy vistosos. En referencia a la categoría C se destaca la presencia de esponjas y cuerpos de ascidias, así como algunos trozos de crustáceos, plantas y maderas.

Como se puede observar en la tabla 3, un total de 12 de las 13 tortugas (92,31%) vararon en Mallorca, y solo una de ellas (7,69%) varó en Menorca. Además, todas estas tortugas solo son procedentes de 4 de las 11 zonas en las que dividimos el archipiélago, aunque descontaremos las zonas H e I ya que las tortugas que varan en esas zonas son atendidas por el centro de Ibiza. Por lo tanto, podemos resumir que llegan tortugas a 4 de las 9 zonas que engloban Mallorca y Menorca. De las 4 zonas, hay dos que predominan sobre el resto: la zona B cuenta con 5 tortugas y la E con 6, mientras que las zonas C y G solo cuentan con una tortuga en cada una.

Como zona en la que podemos encontrar una mayor abundancia (46,15%) de varamientos, hablamos de la zona E (figuras 9 y 10).

Tabla 3.- Tabla resumen de las tortugas muertas; de izquierda a derecha: zona en la que se ha encontrado el individuo, peso (kg), LRC y LCC (cm), la causa de varamiento y el sexo (en caso de que fuera posible).

	Zona	Zona	Peso (kg)	LRC (cm)	LCC (cm)	Causa varamiento	Sexo
Cc170617	E (Ma)	Illes Malgrats (Calvià)	12	42	47	desconocida	hembra
Cc080717	G (Me)	Son Bou (Alayor)	9	40	42	interacción pesca	macho
Cc140817	C (Ma)	Cala Morlanda (Manacor)	4,5	35	38,5	desconocida	desc
Cc140817A	B (Ma)	Font de Sa Cala (Capdepera)	2,05	24	24,5	enmallamiento	desc
Cc140817B	B (Ma)	Font de Sa Cala (Capdepera)	1,61	21,5	24	enmallamiento	desc
Cc110418	E (Ma)	Ses Salines (Colònia Sant Jordi)	4,53	32	35	desconocida	desc
Cc010418	E (Ma)	Santa Ponsa (Calvià)	5	35	37,5	desconocida	desc
Cc151017	B (Ma)	Cala Agulló (Capdepera)	13	45	48	interacción pesca	hembra
Cc161216	E (Ma)	Puerto Andratx	22,85	56	60	traumatismo	hembra
Cc170217	B (Ma)	Es Barcarés (Alcudia)	11	46	50	traumatismo colisión	hembra
Cc070318	E (Ma)	Santa Ponsa (Calvià)	7,35	36	40	enfermedad	macho
Cc270218	B (Ma)	Cala Agulla (Capdepera)	23,9	60	64	desconocida	desc
Cc150318	E (Ma)	Camp de Mar (Peguera)	12	46	49	desconocida	desc

Average=

9,907	39,885	43,038
-------	--------	--------



Figura 9.- Mapa del archipiélago dividido por zonas, señalando la zona de máximos varamientos (E) de tortugas muertas.



Figura 10.- Mapa de Mallorca señalando (con puntos rojos) los 6 lugares donde se produjeron los varamientos de las tortugas muertas.

Observando la media de peso ($9,91 \pm 6,81$ kg), LRC (longitud recta del caparazón, $39,89 \pm 10,69$ cm) y LCC (longitud curva del caparazón, $43,04 \pm 11,38$ cm) vemos reflejado que los individuos que varan en las aguas baleares son aun juveniles.

Finalmente, también fue posible observar el sexo de 6 de las 13 tortugas (el desconocimiento del sexo de las 7 restantes se debe, en la mayoría de casos, al mal

estado de conservación del cuerpo), destacando que hay el doble de hembras varadas (4) que de machos (2).

5.2.- Resultados de los animales vivos

Tabla 4.- Tabla resumen de los datos de los objetos encontrados en cada uno de los individuos vivos (identificación a la izquierda). Se separan en "Plástico", "Basura", "Contaminante" y "Comida" totales. Dentro de cada una de estas 4 categorías se separa en "Nº items" y "Peso seco", expresado en g. Abajo, el total, el promedio y la desviación típica de todos los datos en conjunto de cada columna.

	Plástico total		Basura total		Contaminante total		Comida total	
	Nº items=	Peso seco (g)=	Nº items=	Peso seco (g)=	Nº items=	Peso seco (g)=	Nº items=	Peso seco (g)=
Cc191116	7	2,234	0	0	0	0	17	2,780
Cc250217	3	0,182	0	0	0	0	72	11,410
Cc021216	1	2,810	0	0	0	0	2	1,804
Cc030817	0	0	0	0	0	0	123	16,907
Cc281017	2	0,961	0	0	0	0	0	0
Cc260817	31	1,723	0	0	0	0	6	0,366
Cc280716	1	4,425	0	0	0	0	0	0
Cc080717	0	0	2	22,187	0	0	0	0
Cc181017	51	13,863	0	0	0	0	1	0,034
Cc020617	0	0	2	13,387	0	0	0	0
Cc150218	1	0,958	0	0	0	0	0	0
Cc031017	10	0,812	0	0	0	0	1	0,137
Cc131115	0	0	1	10,931	0	0	0	0
Total=	107	27,968	5	46,505	0	0	222	33,438
Average=	8,231	2,151	0,385	3,577	0	0	17,077	2,572
Desv.típica=	14,797	3,616	0,738	6,932	0	0	36,005	5,123

En este caso, podemos observar que sí que encontramos algunos residuos pertenecientes a la categoría "Basura", siendo la más abundante. Se ha obtenido un total de 107 ítems plásticos, así como una media de $8,231 \pm 14,797$ ítems por tortuga, mientras que de peso seco, el total es de 27,968 g y $2,151 \pm 3,616$ g por tortuga. Si nos referimos a la categoría de basuras, obtenemos un total de 5 ítems, lo que representa $0,385 \pm 0,738$ ítems por tortuga. El peso seco de la basura total sería de 46,505 g, es decir, $3,577 \pm 6,932$ g por tortuga. La categoría de contaminantes vuelve a quedar vacía también en este caso. Finalmente, en la categoría de comida, se obtienen 222 ítems totales, es decir, $17,077 \pm 36,005$ ítems por tortuga, y su peso seco es de 33,438 g, lo que suponen $2,572 \pm 5,123$ g por tortuga.

Del número de ítems total de NC obtenemos 112 ítems y una media de $7,126 \pm 20,419$ ítems; para el peso seco de NC obtenemos un total de 74,473 g y una media de $4,819 \pm 9,946$ g. Sin embargo, para C obtenemos un número de ítems total de 222 ítems y una media de $25,735 \pm 62,975$ ml; para el peso seco total se obtienen 33,438 g y $3,788 \pm 9,502$ g de media.

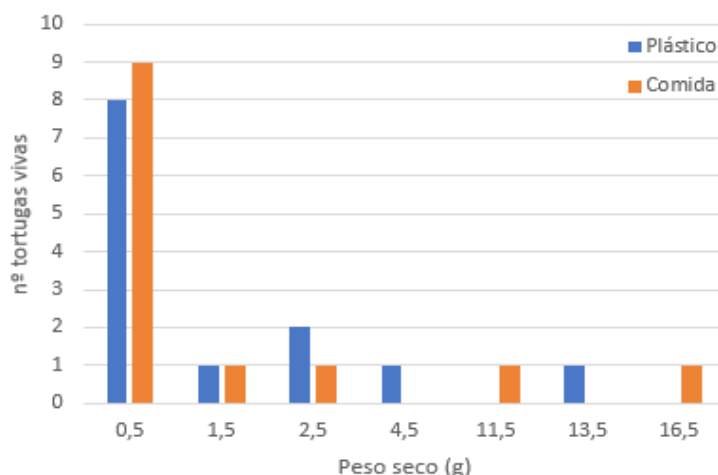


Figura 11.- Relación de la cantidad de tortugas vivas con el peso seco ingerido de plástico (azul) y con el peso seco ingerido de comida (naranja).

Una vez más, compararemos entre NC y C mediante el test estadístico Wilcoxon-Mann-Whithney. Obtenemos que no hay diferencias significativas entre el número de ítems totales ($W=61,5$, $p=0,2403$), pero sí que las hay en el peso seco de ambas categorías ($W=42$, $p=0,02965$). Podemos establecer una relación 1:1,98 (NC:C) para el número de ítems y una relación 2,22:1 (NC:C, también) para el peso seco. Los plásticos encontrados tienen colores opacos y muy vistosos, como por ejemplo los tapones de botellas.

Tabla 5.- Tabla resumen de los detalles de las tortugas vivas. De izquierda a derecha: zona en la que se encontró el animal varado, el peso (kg), LRC y LCC (cm), la causa de varamiento, el sexo y los días que estuvo en el Centro de Recuperación.

	Zona	Peso (kg)	LRC (cm)	LCC (cm)	Causa varamiento	Sexo	Días en centro	
Cc191116	B (Ma)	Colonia Sant Pere	9,24	37	41	enmallamiento	hembra	140
Cc250217	D (Ma)	Cabrera	48	65	69	problemas flotación	hembra	70
Cc021216	C (Ma)	Porto Colom	40	63	69	flotación	hembra	71
Cc030817	C (Ma)	Cala Santanyi	11,5	43,5	45,5	enmallamiento	hembra	112
Cc281017	I (Ibi)	Punta Pedrera	27	56	60	enmallamiento	macho	87
Cc260817	I (Ibi)	Sant Antoni de Portmany	23	54	59	enmallamiento e ingesta	macho	27
Cc280716	A (Ma)	Dragonera	5,8	38	39,5	enmallamiento	macho	1
Cc080717	G (Me)	Platja de Son Bou (Alayor)	9	40	42	interacción con pesca	macho	1
Cc181017	E (Ma)	Cabrera	37	64	67	enmallamiento	macho	97
Cc020617	B (Ma)	Cala Ratjada	21	58,5	52	interacción con pesca	hembra	95
Cc150218	D (Ma)	Canal Cabrera	21,13	51	56	exceso de celo	hembra	40
Cc031017	A (Ma)	Port de Sóller	32	56	61	traumatismo por colisión	hembra	229
Cc131115	A (Ma)	Sa Dragonera	29,3	61	65	palangre	macho	3

Average= 24,152 52,846 55,846

88,273

En la primera columna de la Tabla 5, en relación a la zona de llegada, podemos observar como 10 (76,92%) tortugas proceden de Mallorca, 2 (15,38%) de

Ibiza y 1 (7,69%) de Menorca. De las 11 zonas en las que dividimos el archipiélago, no hay ninguna de ellas que podamos destacar ya que las diferencias son solo de 1 tortuga, pero la que más varamientos ha recibido ha sido la zona A, con 3 (23,08%), seguida de las zonas B, C, D e I, con 2 (15,38%) y E y G con 1 tortuga por zona (7,69%).



Figura 12.- Mapa del archipiélago dividido por zonas, señalando la zona de máximos varamientos de tortugas vivas (A).



Figura 13.- Mapa de Mallorca señalando (con puntos rojos) la zona de varamientos de las tortugas vivas.

De la misma tabla (tabla 5) también podemos extraer la información de que las tortugas vivas, al igual que las fallecidas, son juveniles aun por su LRC ($52,85 \pm 9,69$ cm de media), aunque estas son más grandes y pesan más que las fallecidas.

En este caso, como antes de ser liberadas todas las tortugas tienen que pasar un riguroso examen médico, si que contamos con todos los sexos. De ello, extraemos que hay la misma proporción de hembras que de machos, 7:6 respectivamente, desviándose levemente hacia el sexo femenino.

5.3.- Resultados comunes

Según la tabla de datos en la que se encuentran recogidos todos los valores, podemos afirmar que las dos categorías dominantes son la SHE (láminas de plástico) y NFO (natural, pero no comida). En las tortugas muertas la porcentaje de frecuencia de SHE es del 76,92%, predominando en el intestino, mientras que de NFO su porcentaje es del 100%. En cuanto a las tortugas vivas, tanto el porcentaje de SHE como el de NFO es del 46,15%.

6.- Discusión

El presente estudio cumple con la hipótesis de partida de que las tortugas boba ingieren plásticos de manera habitual. Esto es debido a que todos los individuos estudiados presentaban cantidades de No Comida (NC) variables. Esto se contrapone con estudios que revelan que solo el 48,1% de las tortugas mediterráneas estudiadas guardaban dichos residuos (*Casale et al., 2008*). Aun así, este estudio apoya otros en los que se encontraron residuos antropogénicos en el 75,9% de las tortugas estudiadas del Mediterráneo occidental (*Tomás et al., 2002*). A

pesar de esto, la presencia de estos residuos no ha sido tan alta como se esperaba según la hipótesis inicial. Los resultados muestran una ingesta de Comida más elevada que de No Comida en tortugas muertas, pero no en las vivas. La causa de esta afirmación es que con las tortugas vivas solo se han tomado datos de los residuos expulsados mientras iban comiendo, es decir, no se tienen datos para poder comparar NC con C en las tortugas vivas.

Como se puede observar en los histogramas (Figuras 8 y 11), la cantidad de tortugas que ingieren plástico y comida está igualado en las tortugas vivas, mientras que por el contrario, en las muertas hay más tortugas que ingieren más comida que plástico. Además, se observa como los valores de peso seco son más altos en las vivas que en las muertas.

En ningún caso la causa de muerte de estos animales fue la ingesta de dichos residuos, lo cual nos reafirma que las tortugas son muy resistentes, acorde con los resultados de otros estudios (*Plotkin and Amos, 1988; Bjorndal et al., 1994; Shaver and Plotkin, 1998; Tomás et al., 2002*). Este hecho se debe a que aunque las tortugas no puedan digerir ciertos materiales, son capaces de expulsarlos ya que los residuos se han encontrado mayoritariamente en el intestino. Otros residuos que no pueden digerir son las plantas, lo que confirma que las tortugas no están preparadas para una dieta herbívora y son totalmente carnívoras (*Casale et al., 2008*). Otras evidencias que nos dejan ver que son carnívoras es la presencia de partes del cuerpo de individuos del género *Lepas anatifera*, que vive sobre otros objetos marinos flotantes o sobre las propias tortugas.

Comparando los dos grupos muestrales, muertas y vivas, y sabiendo que las vivas tienen un LRC unos 13 cm mayor en promedio, se puede observar que las mayores ingieren mucho más plástico que las pequeñas. Esto puede deberse o bien a que 1) van almacenando los plásticos en su intestino durante años, o 2) porque las tortugas más grandes tienen el valor de comer objetos más grandes, que casualmente, muchas veces confunden con tapones de botellas, por ejemplo. Otro motivo de confusión es la transparencia que presentan algunas bolsas de plástico o algunas etiquetas de botellas, que pueden ser fácilmente confundibles con medusas (*Mrosovsky, 1981, Gramentz, 1988, Plotkin et al., 1993, Revelles et al., 2007a*), que forman parte de la dieta de las *Caretta caretta*. A pesar de esto, hay autores que afirman que a medida que van haciéndose adultas, las tortugas bobas ganan la capacidad de discernir colores (*Bartol y Musick, 2003*) y evitar comer sólidos que no sean presas (*Swimmer et al., 2005, Narazaki et al., 2013*).

Finalmente, en cuanto a las zonas de máximos varamientos en tortugas muertas, se destaca la E, situada al suroeste de la isla, y una de las zonas con más tráfico marítimo por su puerto náutico, turístico y comercial en la capital, Palma. Quizás esta sea una de las causas de porque esta es la zona con más muertes. Para las tortugas vivas, se destaca la zona A, zona noroeste de la isla y una posible causa es que es una zona altamente frecuentada por barcos de pescadores o navegantes recreativos y ellos son quienes las encuentran en el mar.

Cabe destacar la importancia de este estudio como estudio preeliminar y de referencia sobre las Islas Baleares, ya que el objetivo de este era suplir la falta de literatura referente a este territorio. Es necesario ampliar el tamaño muestral tanto

para obtener resultados más estrictos como para poder evaluar mejor su estado de conservación, aunque la presencia de plásticos en aguas baleares son una amenaza para la especie al haberse encontrado en todos los individuos.

7.- Conclusiones

La presencia de plásticos en el Mar Mediterráneo es un hecho real y afecta moderadamente a la especie *C. caretta*. Dichos residuos se encuentran en todos los individuos estudiados aunque las cantidades en contraposición con la cantidad de comida no es tan elevada. De aquí surge un problema a largo plazo y es el de la acumulación física y química de estos residuos, que pueden provocar serios problemas a las tortugas más pequeñas o a las que más frecuentemente los ingieran. Estos residuos se han encontrado mayoritariamente en la sección de intestino y se destacan las categorías de lámina (she) y de natural pero no comida (nfo) tanto en tortugas vivas como muertas. No se han mostrado preferencias en cuanto al color, ni en cuanto a la zona de llegada y se han encontrado más plásticos en las tortugas de mayor tamaño. Se destaca la zona oeste (tanto norte como sur) de la isla de Mallorca como zona crítica de varamientos, posiblemente por la afluencia de embarcaciones de todo tipo.

Es necesario seguir trabajando en este aspecto para poder mejorar su estado de conservación.

8.- Agradecimientos

En primer lugar agradezco a Gloria Fernández, de la Fundación Palma Aquarium, por haberme inspirado a hacer este trabajo, así como a conocer a Jesús Tomás. También le agradezco toda la ayuda recibida por su parte, tanto a la hora de facilitarme muestras y datos, como a la hora de cederme el espacio del Centro de Recuperación para hacer el procesamiento de los animales muertos. De la Fundación Palma Aquarium, también agradezco a Guillem Félix su ayuda a la hora de realizar necropsias y sus enseñanzas de la morfología externa e interna de las tortugas, así como la toma de fotografías. A Jesús Tomás como tutor, y a su alumno de doctorado, Francesc Domènech, por su recibimiento en Valencia, por enseñarme como trabajar, por cederme sus laboratorios, y por su gran atención. Al departamento de Botánica de la Universitat de les Illes Balears por dejarme usar parte de su material. A los evaluadores de este trabajo por su tiempo y esfuerzo. A todos ellos, a mi familia, a mis amigos, y a mi gente, por todo el apoyo y la ayuda recibidos, que sin ellos no habría sido posible.

9.- Referencias

Amenazas del mediterráneo, Greenpeace. "Datos de la sección amenazas"

- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985-1998.
- Bartol, S. M., & Musick, J. A. (2003). Sensory biology of sea turtles. *The biology of sea turtles*, 2, 79-102.
- Bentivegna, F., Ciampa, M., Mazza, G., Paglialonga, A., & Travaglini, A. (2003). Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in Tyrrhenian Sea: trophic role of the Gulf of Naples. In *First Mediterranean Conference On Marine Turtles* (p. 71).
- Bjorndal, K. A. (2017). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In *The Biology of Sea Turtles, Volume I* (pp. 213-246). CRC press.
- Borja, A., Elliott, M., Andersen, J. H., Cardoso, A. C., Carstensen, J., Ferreira, J.G., Heiskanen, A., Marques, J. C., Neto, J. M., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyuarra, M. C., & Zampukas, N. (2013). Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it?. *Marine Pollution Bulletin*, 76(1-2), 16-27.
- Borja, Á., Elliott, M., Carstensen, J., Heiskanen, A. S., & van de Bund, W. (2010). Marine management—towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine pollution bulletin*, 60(12), 2175-2186.
- Borja, Á., Galparsoro, I., Irigoien, X., Iriondo, A., Menchaca, I., Muxika, I., Pascual, M., Quincoces, I., Revilla, M., Rodríguez, J. G., Santurtún, M., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., & Zorita, I. (2011). Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: a methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 889-904.
- Bugoni, L., Krause, L., & Petry, M. V. (2001). Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine pollution bulletin*, 42(12), 1330-1334.
- Camedda, A., Marra, S., Matiddi, M., Massaro, G., Coppa, S., Perilli, A., Ruiu, A., Briguglio, P., & de Lucia, G. A. (2014). Interaction between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). *Marine environmental research*, 100, 25-32.
- Campani, T., Bainsi, M., Giannetti, M., Cancelli, F., Mancusi, C., Serena, F., Marsili, L., Casini, S., & Fossi, M. C. (2013). Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals (Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 225-230.
- Cardoso, A. C., Cochrane, S., Doerner, H., Ferreira, J. G., Galgani, F., Hagebro, C., Hanke, G., Hoepffner, N., Kelzer, P. D., Law, R., Olenin, S., Plet, G. J., Rice, J., Rogers, S. I., Swartenbroux, F., Tasker, M. L., & van de Bund, W. (2010). Scientific Support to the European Commission on the Marine Strategy Framework Directive. *Management Group Report. EUR*, 24336, 57.
- Carreras, C., Pascual, M., Cardona, L., Marco, A., Bellido, J. J., Castillo, J. J., Tomás, J., Raga, J. A., Sanfélix, M., Fernández, G., & Aguilar, A. (2011). Living together but remaining apart: Atlantic and Mediterranean loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in shared feeding grounds. *Journal of Heredity*, 102(6), 666-677.
- Carreras, C., Pont, S., Maffucci, F., Pascual, M., Barcelo, A., Bentivegna, F., Cardona, L., Alegre, F., Sanfélix, M., Fernández, G., & Aguilar, A. (2006). Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology*, 149(5), 1269-1279.
- Casale, P., & Margaritoulis, D. (2017). *Sea turtles in the Mediterranean: distribution, threats and conservation priorities*. IUCN.
- Casale, P., Abbate, G., Freggi, D., Conte, N., Oliverio, M., & Argano, R. (2008). Foraging ecology of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series*, 372, 265- 276.
- Casale, P., Freggi, D., Paduano, V., & Oliverio, M. (2016). Biases and best approaches for assessing debris ingestion in sea turtles, with a case study in the Mediterranean. *Marine pollution bulletin*, 110(1), 238-249.

- Casale, P. & Tucker, A.D. (2017). *Caretta caretta*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2017*: e.T3897A119333622
- Chaloupka, M., & Limpus, C. (2001). Trends in the abundance of sea turtles resident in southern Great Barrier Reef waters. *Biological Conservation*, 102(3), 235-249.
- Claussen, U., Connor, D., De Vrees, L., Leppänen, J., Percelay, J., Kapari, M., & Rendell, J. (2011). Common understanding of (initial) assessment, determination of good environmental status (GES) and establishment of environmental targets (Art. 8, 9 & 10 MSFD). *WG GES EU MSFD* (< https://circabc.europa.eu/sd/d/ce7e2776-6ac6-4a41-846f-a04832c32da7/05_Info_Common_understanding_final.Pdf>).
- Darmon, G., Miaud, C., Claro, F., Doremus, G., & Galgani, F. (2017). Risk assessment reveals high exposure of sea turtles to marine debris in French Mediterranean and metropolitan Atlantic waters. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141, 319-328.
- de Vivero, J. L. S., & Mateos, J. C. R. (2012). The Spanish approach to marine spatial planning. Marine Strategy Framework Directive vs. EU integrated maritime policy. *Marine Policy*, 36(1), 18-27.
- Di Bello, A., Valastro, C., Staffieri, F., & Crovace, A. (2006). Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4), 351-354.
- Domènech, F., Badillo, F. J., Tomás, J., Raga, J. A., & Aznar, F. J. (2015). Epibiont communities of loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*) in the western Mediterranean: influence of geographic and ecological factors. *Journal of the marine biological Association of the United Kingdom*, 95(4), 851-861.
- Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (1999). Taxonomy, external morphology, and species identification. *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*, 21, 11-13.
- Ernst, C. H., & Lovich, J. E. (2009). *Turtles of the united states and Canada*. *JHU Press*.
- Franeker, J.A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P.P., Heubeck, M., Jensen, J.S., Guillou, G.L., Olsen, B., Olsen, K.K., Pedersen, J., Stienen, E.W., & Turner, D.M. (2011). Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental pollution*, 159 10, 2609-15.
- Frick, M. G., Williams, K. L., Bolten, A. B., Bjorndal, K. A., & Martins, H. R. (2009). Foraging ecology of oceanic-stage loggerhead turtles *Caretta caretta*. *Endangered Species Research*, 9(2), 91-97.
- Galgani, F., Claro, F., Depledge, M., & Fossi, C. (2014). Monitoring the impact of litter in large vertebrates in the Mediterranean Sea within the European Marine Strategy Framework Directive (MSFD): Constraints, specificities and recommendations. *Marine environmental research*, 100, 3-9.
- Galgani, F., Fleet, D., Van Franeker, J. A., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poltou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A., & Janssen, C. (2010). Marine Strategy Framework directive-Task Group 10 Report marine litter do not cause harm to the coastal and marine environment. *Report on the identification of descriptors for the Good Environmental Status of European Seas regarding marine litter under the Marine Strategy Framework Directive*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., & Scoullou, M. (2013). Monitoring guidance for marine litter in European seas. *MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). Draft report*.
- Galgani, F., Leaute, J. P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J. C., Poulard, J. C., & Nerisson, P. (2000). Litter on the sea floor along European coasts. *Marine pollution bulletin*, 40(6), 516-527.
- Gramentz, D. (1988). Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 19(1), 11-13.

- Hamann, M., Limpus, C. J., Owens, D. W., Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (2003). Reproductive cycles of males and females. *The biology of sea turtles*, 2, 135-161.
- Hatase, H., Takai, N., Matsuzawa, Y., Sakamoto, W., Omuta, K., Goto, K., Arai, N., & Fujiwara, T. (2002). Size-related differences in feeding habitat use of adult female loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analyses and satellite telemetry. *Marine Ecology Progress Series*, 233, 273-281.
- Hoarau, L., Ainley, L., Jean, C., & Ciccione, S. (2014). Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from by-catches in the South-West Indian Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 84(1-2), 90-96.
- Horrocks, J. A., & Scott, N. M. (1991). Nest site location and nest success in the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West Indies. *Marine Ecology Progress Series*, 1-8.
- Houghton, J. D., Woolmer, A., & Hays, G. C. (2000). Sea turtle diving and foraging behaviour around the Greek island of Kefalonia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80(4), 761-762.
- Hughes, G. R. (1974). The sea turtles of south east Africa. Status, morphology and distributions. *Oceanographic Research Institute Investigational Report* 35, 144
- Instituto Nacional de Estadística. (1985). Fondo documental. Longitud en kilómetros de la costa española, por provincias.
- Janzen, F. J., & Paukstis, G. L. (1991). Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution, and experimental design. *The Quarterly Review of Biology*, 66(2), 149-179.
- Jennings, S., Reñones, O., Morales-Nin, B., Polunin, N. V., Moranta, J., & Coll, J. (1997). Spatial variation in the ^{15}N and ^{13}C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: implications for the study of trophic pathways. *Marine Ecology Progress Series*, 109-116.
- Kühn, S., Rebolledo, E. L. B., & van Franeker, J. A. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. In *Marine anthropogenic litter* (pp. 75-116). Springer, Cham.
- Lazar, B., & Gračan, R. (2011). Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*, 62(1), 43-47.
- Lepoint, G., Nyssen, F., Gobert, S., Dauby, P., & Bouquegneau, J. M. (2000). Relative impact of a seagrass bed and its adjacent epilithic algal community in consumer diets. *Marine Biology*, 136(3), 513-518.
- Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, I., Bentivegna, F., Bradai, M. N., Camiñas, J. A., Casale, P., De Metrio, G., Demetropoulas, A., Gerosa, G., Godley, B. J., Haddoud, D. A., Houghton, J., Laurent, L., & Lazar, B. (2003). Loggerhead turtles in the Mediterranean: present knowledge and conservation perspectives. *Loggerhead Sea Turtles* (editors: AB Bolten and BE Witherington). *Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA*, 175-198.
- Matiddi, M., Hochscheid, S., Camedda, A., Baini, M., Cocumelli, C., Serena, F., Tomassetti, P., Travaglini, A., Marra, S., Campani, T., Scholl, F., Mancusi, C., Amato, E., Briguglio, P., Maffucci, F., Fossi, M.C., Bentivegna, F., de Lucia, G.A. (2017). Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*): A target species for monitoring litter ingested by marine organisms in the Mediterranean Sea. *Environmental pollution*, 230, 199-209.
- Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W., & Bjørndal, K. (2002). Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology*, 140(3), 639-646.
- Mazaris, A. D., Kallimanis, A. S., Sgardelis, S. P., & Pantis, J. D. (2008). Do long-term changes in sea surface temperature at the breeding areas affect the breeding dates and reproduction performance of Mediterranean loggerhead turtles? Implications for climate change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367(2), 219-226.

- Mee, L. D., Jefferson, R. L., Laffoley, D. D. A., & Elliott, M. (2008). How good is good? Human values and Europe's proposed Marine Strategy Directive. *Marine pollution bulletin*, 56(2), 187-204.
- Mrosovsky, N. (1981). Plastic jellyfish. *Marine Turtle Newsletter*, 17(5).
- Mrosovsky, N., & Provancha, J. (1989). Sex ratio of loggerhead sea turtles hatching on a Florida beach. *Canadian Journal of Zoology*, 67(10), 2533-2539.
- Mrosovsky, N., & Yntema, C. L. (1980). Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biological Conservation*, 18(4), 271-280.
- Narazaki, T., Sato, K., Abernathy, K. J., Marshall, G. J., & Miyazaki, N. (2013). Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) use vision to forage on gelatinous prey in mid-water. *PLoS One*, 8(6), e66043.
- Nelms, S. E., Duncan, E. M., Broderick, A. C., Galloway, T. S., Godfrey, M. H., Hamann, M., Lindeque, P. K., & Godley, B. J. (2015). Plastic and marine turtles: a review and call for research. *ICES Journal of Marine Science*, 73(2), 165-181.
- Nelms, S. E., Piniak, W. E., Weir, C. R., & Godley, B. J. (2016). Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat?. *Biological conservation*, 193, 49-65.
- Nicholls, E. L. (1988). New material of *Toxochelys latiremis* Cope, and a revision of the genus *Toxochelys* (Testoines, Cheloniodea). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 8(2), 181-187.
- Nicolau, L., Marçalo, A., Ferreira, M., Sá, S., Vingada, J., & Eira, C. (2016). Ingestion of marine litter by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in Portuguese continental waters. *Marine pollution bulletin*, 103(1-2), 179-185.
- Novillo, O., Pertusa, J. F., & Tomas, J. (2017). Exploring the presence of pollutants at sea: Monitoring heavy metals and pesticides in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the western Mediterranean. *Science of the Total Environment*, 598, 1130-1139.
- Packard, G., Packard, M. (1988). Physiological ecology of reptilian eggs and embryos. *Biology of the Reptilia. Ecology B. Defense and Life History*, 16, 523-605.
- Parker, D. M., Cooke, W. J., & Balazs, G. H. (2005). Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. *Fishery Bulletin*, 103(1), 142-152.
- Pham, C. K., Rodríguez, Y., Dauphin, A., Carriço, R., Frias, J. P., Vandeperre, F., Otero, V., Marco R, Santos., Helen R, Martins., Bolten, Alan B., & Bjorndal, K. A. (2017). Plastic ingestion in oceanic-stage loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) off the North Atlantic subtropical gyre. *Marine pollution bulletin*, 121(1-2), 222-229.
- Pinnegar, J. K., & Polunin, N. V. (2000). Contributions of stable-isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. *Oecologia*, 122(3), 399-409.
- Plotkin, P. T., Wicksten, M. K., & Amos, A. F. (1993). Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology*, 115(1), 1-5.
- Polunin, N. V. C., Morales-Nin, B., Pawsey, W. E., Cartes, J. E., Pinnegar, J. K., & Moranta, J. (2001). Feeding relationships in Mediterranean bathyal assemblages elucidated by stable nitrogen and carbon isotope data. *Marine Ecology Progress Series*, 220, 13-23.
- Pritchard, P. C. H., & Mortimer, J. A. (2000). Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. *En: Eckert*, KL, 23-41.
- Renaud, M. L., & Carpenter, J. A. (1994). Movements and submergence patterns of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Gulf of Mexico determined through satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science*, 55(1), 1-15.
- Resetarits Jr, W. J. (1996). Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoologist*, 36(2), 205-215.

- Revelles, M., Cardona, L., Aguilar, A., Borrell, A., Fernández, G., & San Félix, M. (2007b). Stable C and N isotope concentration in several tissues of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from the western Mediterranean and dietary implications. *Scientia Marina*, 71(1), 87-93.
- Revelles, M., Cardona, L., Aguilar, A., & Fernández, G. (2007a). The diet of pelagic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) off the Balearic archipelago (western Mediterranean): relevance of long-line baits. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(3), 805-813.
- Shine, R. (1999). Why is sex determined by nest temperature in many reptiles?. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(5), 186-189.
- Spotila, J. R. (2004). *Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*. JHU Press.
- Swimmer, Y., Arauz, R., Higgins, B., McNaughton, L., McCracken, M., Ballester, J., & Brill, R. (2005). Food color and marine turtle feeding behavior: Can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries?. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 273-278.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M., & Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045.
- Tomás, J., Aznar, F. J., & Raga, J. A. (2001). Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology*, 255(4), 525-532.
- Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., & Raga, J. A. (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 44(3), 211-216.
- Valente, A. L. S. (2007). Diagnostic imaging of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) (Doctoral dissertation, PhD Dissertation).
- Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Hurley, B. J., Finkbeiner, E. M., Bolten, A. B., Chaloupka, M., Hutchinson, B., Abreu-Grobois, F. A., Amorocho, D., Bjørndal, K. A., Bourjea, J., Bowen, B. W., Dueñas, R. B., Casale, P., Choudhury, B. C., Costa, A., Dutton, P. H., Fallabrino, A., Girard, A., Girondot, M., Godfrey, M. H., Hamann, M., López-Mendilaharsu, M., Marcovaldi, M. A., Mortimer, J. A., Musick, J. A., Nel, R., Pilcher, N. J., Seminoff, J. A., Troëng, S., Witherington, B., & Mast, R. B. (2010). Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. *PLoS one*, 5(12), e15465.
- Wyneken, J. (2004). *La anatomía de las tortugas marinas* (No. V109. 9 WYNa). US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center.

10.- Anexo fotográfico

A continuación se adjunta un breve anexo fotográfico de algunos de los residuos sólidos encontrados junto con la identificación de cada uno de los individuos a los que pertenecían. Estas fotos han sido tomadas con una cámara Canon, de la mano de Guillem Félix.



