

Registros de tortugas marinas en el mar Mediterráneo y en el norte del océano Atlántico: ¿Encontraremos ocurrencias inesperadas?



Pablo Escudero Mollá

Tutores: Eva Graciá, Luís M. D. Barcelos

Trabajo de Fin de Grado en Ciencias Ambientales
Departamento de Biología Aplicada. Área de Ecología
Facultad de Ciencias Experimentales
Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante)
Grupo de Biodiversidad de las Azores
Facultad de Ciencias Agrarias y Medioambientales
Universidad de las Azores (Portugal)

Curso 2021/2022



UAc
UNIVERSIDADE
DOS AÇORES

RESUMEN:

Comprender la ecología de las tortugas marinas es fundamental para llevar a cabo su conservación, ya que poseen una gran distribución geográfica y realizan grandes rutas migratorias. En este trabajo se describen los patrones de distribución geográfica de las tortugas marinas que habitan en el Mediterráneo y en el Atlántico norte utilizando mapas de calor con registros procedentes de bases de datos científicas. Además, se identifican anomalías en los registros de ocurrencias y se discute sobre la idoneidad de estas fuentes de datos en el estudio de la ecología y distribución de las tortugas marinas.

Palabras clave: Tortugas marinas, distribución, anomalías de registros, Mediterráneo, Atlántico norte.



ABSTRACT:

Understanding the ecology of marine turtles is fundamental for their conservation, due to their wide geographic distribution and large migratory routes. In this work I describe the geographical distribution patterns of the sea turtles found in the Mediterranean and North Atlantic using heat maps with records from scientific databases. Moreover, I identify unexpected occurrences records and discuss about the suitability of this type of data for the study of marine turtles ecology and distribution.

Key words: Marine turtles, distribution, occurrence records anomalies, Mediterranean, North Atlantic.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	7
3. OBJETIVOS	7
4. METODOLOGÍA.....	8
4.1. Área de estudio	8
4.2. Especies de tortugas.....	9
4.3. Colecta de datos	9
4.4. Análisis de datos.....	10
5. RESULTADOS.....	11
6. DISCUSIÓN	16
7. CONCLUSIONES	19
8. AGRADECIMIENTOS.....	20
9. BIBLIOGRAFÍA	20



1. INTRODUCCIÓN

Comprender la ecología de los animales es fundamental para llevar a cabo su conservación, y especialmente en aquellas especies que realizan grandes rutas migratorias ocupando una gran distribución geográfica (Webster et al., 2002; Kot et al., 2022). Las migraciones son rutas bidireccionales que unen los espacios que utilizan para desempeñar sus funciones vitales con la finalidad de aumentar la supervivencia (Márquez, 1990; Bolten, 2003). En el caso de las especies marinas migratorias, sus ciclos ecológicos pueden desarrollarse tanto en el medio marino como en el terrestre (Bellido et al., 2018). Recorren largas distancias atravesando cuencas oceánicas enteras siendo dependientes de diversos hábitats para alimentarse y reproducirse, así como de conexiones entre estos (Dunn et al., 2019). El desplazamiento de los individuos es un proceso clave para la dinámica de las poblaciones ya que favorece el flujo genético, pero a su vez estos movimientos influyen en la densidad y distribución espacial de la especie (Smith y Smith, 2007). Comprender las relaciones entre las especies, su entorno y los factores que determinan su distribución ha sido históricamente un objetivo de la teoría ecológica (MacArthur, 1972; Guisan y Zimmermann, 2000). Los cambios en la distribución y en los patrones migratorios pueden ser respuesta a posibles cambios en las condiciones ambientales (Lutcavage et al., 1997; Hawkes et al., 2009; Hamann et al., 2010), por otro lado, las grandes expansiones nos pueden informar de mejoras en la calidad del hábitat si los factores de amenaza han disminuido o si las nuevas condiciones ambientales son favorables para el desarrollo (Pérez et al., 2015; Camiñas et al., 2021).

Como el resto de los reptiles, las tortugas marinas son animales ectotermos, carecen de mecanismos internos reguladores de la temperatura del cuerpo, aunque se ha demostrado que han desarrollado la capacidad de conservar cierto calor procedente de la actividad muscular (Eckert et al., 1989). Aun así, la ectotermia restringe la distribución a las regiones más cálidas ya que sus actividades fisiológicas están limitadas por la temperatura (Martins et al., 2020). Poseen una distribución muy amplia abarcando una gran diversidad de ecosistemas, todos ellos fundamentales para las diferentes etapas de su ciclo de vida (Carr et al., 1978). Tardan décadas en alcanzar la madurez por lo que han desarrollado una alta esperanza de vida para garantizar el éxito reproductivo y mantener la población. Además, las condiciones ambientales influyen en la dinámica de las poblaciones siendo buenos indicadores del estado y calidad de los ambientes costeros y marinos (Frazier, 2000; Margaritoulis et al., 2003; Hawkes et al., 2009; Pérez et al., 2015). Por estos motivos, estudiar la distribución y selección de hábitats de las tortugas marinas es clave para su conservación (Hamann et al., 2010; Mello-Fonseca et al., 2021).

Son diversas las amenazas que soportan las tortugas marinas, por ello todas las especies actuales están incluidas en los diversos libros y catálogos de especies amenazadas además de poseer figuras de protección tanto a nivel nacional como internacional (Camiñas, 2002). Los cambios en las condiciones ambientales del hábitat pueden modificar los patrones de distribución, alimentación y reproducción, por ello el cambio climático es una de las principales amenazas (Lutcavage et al., 1997; Fonseca, 2011). La pérdida de la superficie de costa debido al incremento del nivel del mar provoca el desplazamiento de las áreas de anidación (Hawkes et al., 2009) y al mismo tiempo, el incremento de la temperatura de la arena modifica la proporción de sexos, en general inclinándose hacia las hembras (Santidrián et al., 2015). Las corrientes oceánicas influyen en la dispersión de individuos y en su fidelidad a áreas concretas ya que las utilizan para orientarse y para la búsqueda de alimento (Carreras et al., 2006; Bowen et al., 2007). La presión pesquera representa otra de las amenazas importantes en todo el mundo, siendo los de arrastre y los palangres los artes de pesca más efectivos (Camiñas, 2002; Camiñas et al., 2020). Las capturas de palangre son especialmente graves en el mar Mediterráneo (Camiñas et al., 2006, Báez et al., 2017). Algunos estudios han determinado que la frecuencia de las capturas y el tamaño de las tortugas captadas dependerá del tipo de arte empleado (Báez et al., 2013). A pesar de todo se han ido adaptando a los diversos cambios durante toda su historia, de manera que es importante estudiar su situación y conocer las estrategias evolutivas que hacen que las tortugas marinas permanezcan en el planeta (Pascual, 1985). Son diversos los estudios que destacan la resiliencia de algunas poblaciones debido al alivio de algunas de amenazas desarrollando respuestas al cambio climático (Hamann et al., 2010). Se ha observado la capacidad de colonizar nuevos lugares de anidación en la misma región geográfica en respuesta a condiciones inadecuadas (Fuentes et al., 2011). Al mismo tiempo, las poblaciones del Mediterráneo están en auge, siendo la tortuga boba (*Caretta caretta*) la que está mostrando una mayor expansión poblacional, con nidificaciones incluso en el levante español (Tomás et al., 2008; Báez et al., 2020). Por otro lado, la problemática de las capturas incidentales en la pesca está alcanzando cada vez mayor atención debido a las diferentes figuras de protección de las especies de tortugas a nivel internacional (FAO, 2004; López-Mendilaharsu et al., 2006; Marco et al., 2020). Se han desarrollado sistemas selectivos para la pesca de arrastre con el objetivo de reducir la mortalidad, por otro lado, se sabe muy poco de las muertes producidas por las heridas de anzuelos y redes de individuos que son liberados de nuevo al mar (Camiñas, 2002).

En el norte del océano Atlántico y en el mar Mediterráneo habitan seis de las siete especies de tortugas marinas existentes: boba (*Caretta caretta*), laúd (*Dermochelys coriacea*), verde (*Chelonia mydas*), kempi (*Lepidochelys kempii*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y olivácea

(*Lepidochelys olivacea*). Por otro lado, la tortuga plana (*Natator depressus*) únicamente se encuentra en el norte de Australia (Carr et al., 1978). Su vida se desarrolla principalmente en el agua, por ello su morfología y fisiología ha derivado considerablemente hasta alcanzar diversas adaptaciones para la vida en el mar, pero como reptiles que son, tienen la necesidad de emerger a la superficie de forma periódica ya que poseen respiración pulmonar (Meylan y Meylan, 2000). Normalmente se encuentran en aguas más cálidas que 10°C y evitan las aguas próximas a los polos (Goldstein et al., 2021). Solo la tortuga laúd, debido a su caparazón sin escamas, aumenta la flotabilidad y mediante mecanismos de intercambio de energía disminuye el gasto energético durante el nado consiguiendo llegar a las zonas más septentrionales (Eckert, 1989). El ciclo de vida de las tortugas marinas comienza cuando las crías salen de los nidos dirigiéndose hasta el agua donde pasan años alimentándose hasta alcanzar la madurez, siendo la fase juvenil el periodo menos conocido de su biología (Carr, 1986; Bowen y Karl, 2007). Los machos casi nunca salen del agua ya que el apareamiento se produce en el océano, son las hembras las que salen a las playas y una vez hecha la puesta migran de vuelta a las zonas de alimentación (Goldstein et al., 2021). Aunque su comportamiento y permanencia en las zonas oceánicas varía dependiendo de las características de la población o del hábitat (Bolten, 2003).

Conocer la distribución de las tortugas marinas es fundamental para saber diferenciar los movimientos de cada especie, mejorando así los conocimientos sobre su ecología y facilitando la gestión de áreas marinas de interés (Casale et al., 2007; Dunn et al., 2019; Kot et al., 2022). Pero el seguimiento de sus poblaciones es difícil debido a su alta dispersión por los océanos (Webster et al., 2002; Briscoe et al., 2016) además de la falta de superposición de los diferentes estudios y bibliografía disponible (Kot et al., 2022). Como especies amenazadas que son, la transmisión de información de forma coordinada y homogénea sobre su estado es fundamental para la conservación (Camiñas et al., 2021). Es conveniente que los registros tengan base científica ya que nos proporcionan información sobre su interacción con el medio además de su localización (Eckert, 2000; Montorti et al., 2014).

2. ANTECEDENTES

Este trabajo de fin grado se ha llevado a cabo en Terceira (Azores) desde marzo hasta junio de 2022. La naturaleza volcánica del archipiélago, su ubicación en el medio del océano Atlántico y la influencia del Golfo favorecen la presencia de una biodiversidad marina única en esta región del Atlántico (Borges et al., 2010; Barreiros, 2013).

En este contexto en cual se ha inspirado el estudio, se ha realizado una revisión de los registros de presencia en bases de datos científicas de las tortugas marinas de España y las Azores.

3. OBJETIVOS

Este trabajo tiene la finalidad de describir en detalle el patrón de distribución geográfico de las tortugas marinas que se encuentran en el Mediterráneo y en el norte del Atlántico. Se utilizan registros de bases de datos científicas, que permiten explorar tanto los patrones regulares como anomalías en la distribución, y discutir sobre la idoneidad del uso de estas bases de datos en trabajos científicos.

Para ello se marcaron los siguientes objetivos específicos:

- Recopilar registros en el Mediterráneo y en el norte del Atlántico de presencia de tortugas marinas en bases de datos científicas.
- Describir los patrones de distribución geográfica de cada especie en base a sus registros.
- Identificar registros anómalos y discutir su posible origen.
- Discutir sobre la idoneidad de las bases de datos científicas utilizadas.

4. METODOLOGÍA

1.1. El área de estudio seleccionada

Las tortugas marinas son animales que están en continuo movimiento abarcando todas las cuencas oceánicas (Meylan y Meylan, 2000). A pesar de su pequeño tamaño, el mar Mediterráneo se considera uno de los puntos calientes de tortugas marinas (Casale, 2008) ya que muchos individuos del Atlántico se alimentan en sus aguas (Margaritoulis et al., 2003; Báez et al., 2017).

Para un adecuado alcance del estudio, se delimitó un área situada entre los 30º y 45º N de latitud y los 80º O y 35º E de longitud (Figura 1), pudiendo así abarcar diversas zonas de interés destacadas en la bibliografía consultada. Entre ellas, la región del Estrecho de Gibraltar, ya que forma la conexión entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico (Bellido et al., 2010; Báez et al., 2017). Por otro lado, la costa este americana puesto que es un espacio importante de cría para muchas poblaciones de tortugas del Atlántico norte (López-Castro et al., 2013; Mansfield et al., 2021). A mitad de camino, las islas Azores constituyen un espacio de crecimiento y maduración para muchas tortugas antes de dirigirse a las zonas de reproducción (Barreiros, 2013).

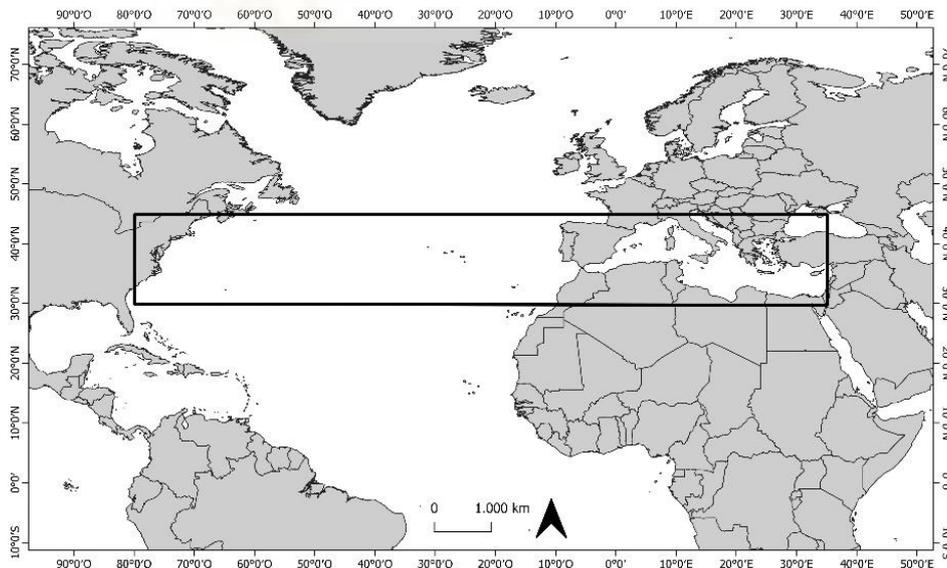


Figura 1. Área de estudio.

1.2. Especies de tortugas

Este estudio abarca las seis especies de tortugas marinas registradas en el Mediterráneo y en el norte del Atlántico desde 1935 (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución global y categoría de conservación de las especies de tortugas marinas del área de estudio según la UICN.

Nombre, Especie	Distribución general	Categoría de conservación
Boba , <i>Caretta caretta</i>	Se distribuye en todas las regiones subtropicales y templadas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y mar Mediterráneo.	Atlántico: Vulnerable. Mediterráneo: Preocupación menor.
Laúd , <i>Dermochelys coriacea</i>	Se encuentra en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y mar Mediterráneo desde latitudes subtropicales hasta subpolares.	Atlántico: Vulnerable.
Kempi , <i>Lepidochelys kempii</i>	Principalmente en el Golfo de México y costa oriental de EE. UU., aunque también se puede observar a lo largo de las costas de Gran Bretaña y Europa occidental	Atlántico: En peligro crítico.
Verde , <i>Chelonia mydas</i>	Principalmente en aguas tropicales y en menor medida subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y mar Mediterráneo.	Atlántico: En peligro. Mediterráneo: En peligro.
Carey , <i>Eretmochelys imbricata</i>	Principalmente en aguas tropicales y en menor medida subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico.	Atlántico: En peligro crítico.
Olivácea , <i>Lepidochelys olivacea</i>	Principalmente en aguas tropicales y en menor medida subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico.	Atlántico: Vulnerable.

1.3. Colecta de datos

Las principales fuentes de registros de tortugas marinas son mediante capturas accidentales en la pesca, varamientos y avistamientos de individuos aislados (Camiñas et al., 2021). Sin embargo, el alto grado de similitud entre especies puede llegar a errores en la identificación (Barcelos et al., 2021). Además, su observación se dificulta debido a que son animales que pasan prácticamente toda su vida en el mar (Camiñas, 2002).

La información recopilada determinará la calidad del estudio, de manera que es conveniente que los registros estén respaldados por expertos (Eckert, 2000). De manera que se han utilizado plataformas en las que los datos son validados por personal cualificado antes de ser publicados en las mismas (Halpin et al., 2009; Montorti et al., 2014).

Para este trabajo se utilizaron los registros presentes en las siguientes bases de datos:

1. OBIS-SEAMAP (Ocean Biodiversity Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations) del Sistema de Información de Biodiversidad Oceánica (OBIS). En esta aplicación se recopilan datos de observación de colaboradores de todo el mundo sobre la distribución de mamíferos, aves y tortugas marinas. Presenta registros desde 1935 hasta la actualidad.
2. SIARE (Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España) de la Asociación Herpetológica Española (AHE). Se trata de un portal donde se recopilan registros aportados por los usuarios sobre anfibios y reptiles del territorio español. Presenta registros desde 1975 hasta la actualidad.

1.4. Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos disponibles de cada tortuga, se revisaron y se adecuaron al mismo formato de coordenadas. Se seleccionaron los registros que quedaban dentro del área de estudio (Figura 1) y se clasificaron según la especie y base de datos procedente.

La representación gráfica de los datos hace posible una mejor interpretación de la información recopilada, facilitando así la identificación de anomalías en los mismos (Moreno, 1991).

Los datos recopilados se introdujeron en QGIS 3.16, un sistema de información geográfica libre, obteniendo una representación espacial de los registros de cada especie. Se utilizaron mapas de densidades o de calor “heatmaps” para la visualización de patrones espaciales. Estas proyecciones buscan representar la tendencia o pauta global de la distribución de los datos, mostrando un gradiente de concentración de los registros (Moreno, 1991).

Los mapas obtenidos se contrastaron con la información presente en diversas publicaciones científicas en busca de anomalías en los registros, interpretándose de forma visual registros fuera de la región de mayor densidad de la especie o ausencia de registros en lugares en los que la especie debería de estar presente.

5. RESULTADOS

Se obtuvieron 39.918 registros de tortugas, de los cuales el 95% proceden de la base de datos de OBIS-SEAMAP y el 5% restante del SIARE (Tabla 2).

La especie de la que se obtuvieron más registros fue la tortuga boba (*Caretta caretta*) representando el 82,18% de los registros totales. La tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) representó el 7,77% de los registros siendo la segunda especie más registrada. La tortuga kempi (*Lepidochelys kempii*) representó el 5,56% de los registros totales siendo la tercera especie más registrada y la verde (*Chelonia mydas*) la cuarta con el 4,37% de los registros. La segunda especie menos registrada fue la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) representando el 0,12%, y la olivácea (*Lepidochelys olivacea*) fue la especie menos registrada representando el 0,01% del total de los registros (Tabla 2).

La tortuga boba (*Caretta caretta*) y laúd (*Dermochelys coriacea*) fueron las especies más registradas en ambas bases de datos. En el SIARE la tortuga verde (*Chelonia mydas*) fue la tercera especie con más registros, mientras que en OBIS-SEAMAP fue la kempi (*Lepidochelys kempii*). Las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) y olivácea (*Lepidochelys olivacea*) fueron las menos registradas en ambas bases de datos (Tabla 2).

Tabla 2. Número de registros obtenidos por especie y fuente de datos.

Especie	Nombre común	OBIS-SEAMAP	SIARE	TOTAL
<i>Caretta caretta</i>	Boba	31.090	1.713	32.803
<i>Dermochelys coriacea</i>	Laúd	2.938	163	3.101
<i>Lepidochelys kempii</i>	Kempi	2.201	19	2.220
<i>Chelonia mydas</i>	Verde	1.692	51	1.743
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	42	7	49
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olivácea	1	1	2
TOTAL		37.964	1.954	39.918

Tanto en el mar Mediterráneo como en el norte del océano Atlántico se han obtenido registros de las seis especies estudiadas. En el mar Mediterráneo la especie más registrada fue la boba (*Caretta caretta*), la segunda fue la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), verde (*Chelonia mydas*) la tercera, kempi (*Lepidochelys kempii*) la cuarta, carey (*Eretmochelys imbricata*) la quinta y la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) la menos registrada. Por otro lado, en el Atlántico norte la tortuga boba (*Caretta caretta*) fue la especie con más registros, la segunda fue la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), kempi (*Lepidochelys kempii*) la tercera, verde (*Chelonia mydas*) la cuarta, carey (*Eretmochelys imbricata*) la quinta y la menos registrada la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) (Tabla 3).

Tabla 3. Número de registros obtenidos por especie y procedencia (mar Mediterráneo y océano Atlántico).

Especie	Nombre común	Mediterráneo	Atlántico	TOTAL
<i>Caretta caretta</i>	Boba	5.301	27.502	32.803
<i>Dermochelys coriacea</i>	Laúd	101	3.000	3.101
<i>Lepidochelys kempii</i>	Kempi	4	2.216	2.220
<i>Chelonia mydas</i>	Verde	27	1.716	1.743
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	3	46	49
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olivácea	1	1	2
TOTAL		5.437	34.481	39.918

La mayoría de los datos de tortugas marinas obtenidos se localizan próximos a las zonas continentales, los registros oceánicos son escasos para algunas de las especies. Dentro de estos, la mayoría muestran patrones agregados mientras que otros son más dispersos. El levante español fue la única región del área de estudio donde se registraron todas las especies de tortugas. En las islas Azores se registraron todas las especies menos la tortuga kempi (*Lepidochelys kempii*). En el Mediterráneo, las regiones donde se han obtenido registros de seis especies se encuentran en los extremos oriental y occidental de la cuenca. En el noroeste del Atlántico la única especie no registrada fue la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*), al igual que en la costa atlántica española. Al mismo tiempo, la región entre los 40º y 50º O muestra una mayor agregación de los registros, además de coincidir datos de todas las especies menos la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*). Otras áreas donde se observan registros abundantes son las próximas a las islas, siendo las Azores y las Baleares las que registraron mayor número de datos (Figura 2).

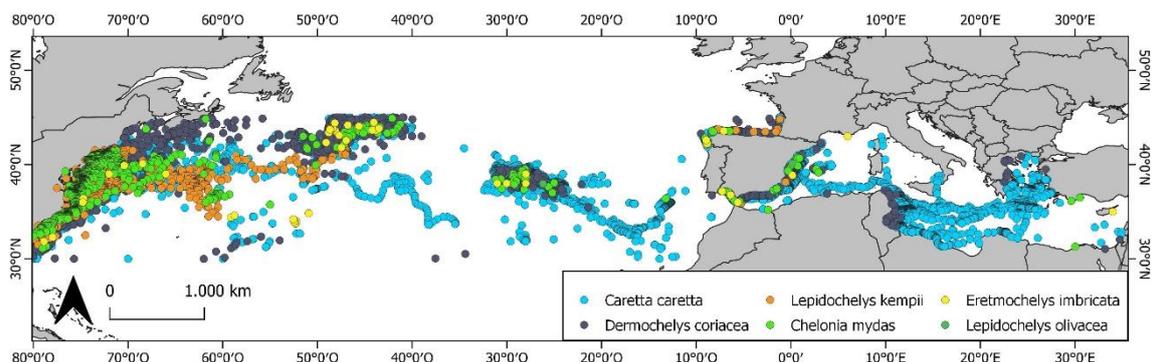


Figura 2. Mapa general de los registros totales obtenidos de tortuga boba (*Caretta caretta*), laúd (*Dermochelys coriacea*), kempi (*Lepidochelys kempii*), verde (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y olivácea (*Lepidochelys olivacea*).

La tortuga boba

En el Mediterráneo la tortuga boba (*Caretta caretta*) muestra una gran densidad de registros. En el Mediterráneo se mostraron más próximos a la costa española y a gran parte de la africana hasta el mar Egeo. Se obtuvieron menos registros en latitudes mayores. En el Atlántico también se observó una gran densidad. Gran parte de los registros se encuentran próximos a la costa americana con tendencia hacia la parte más septentrional. Se observa una agrupación alrededor de las Azores y Madeira creando una conexión entre ellas y la península ibérica, aunque no se obtuvieron datos de Portugal continental. Por otro lado, el oeste del atlántico se observa una agregación de registros separados de la mayoría (Figura 3).

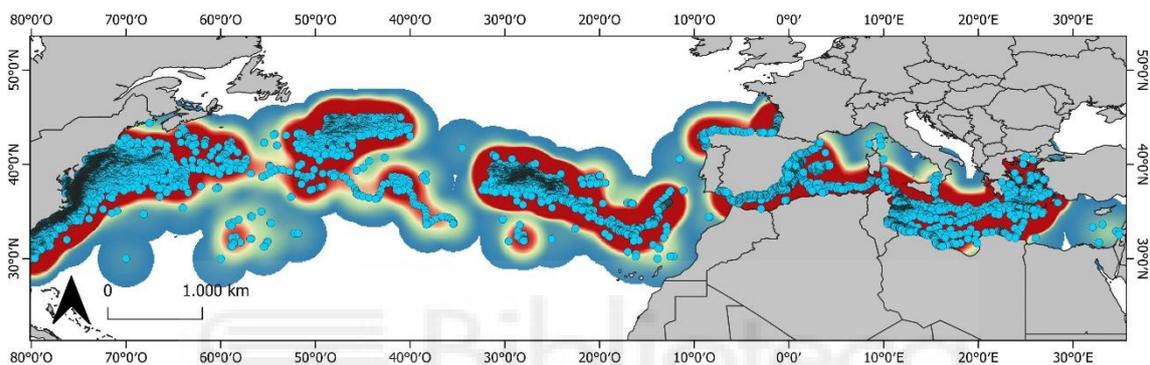


Figura 3. Mapa de calor de distribución geográfica de la tortuga boba (*Caretta caretta*). Leyenda: Puntos, registros de la especie; Color rojo, mayor densidad de registros.

La tortuga laúd

Los registros de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Atlántico mostraron un patrón de concentraron similar a la tortuga boba (*Caretta caretta*) en la parte oeste con mayor agrupación hacia el norte (Figura 2). Se observa una gran densidad en el mar Cantábrico y en las zonas próximas al estrecho de Gibraltar al igual que en las Azores, aunque se observan algunos registros alejados hacia el este y hacia el sur. Al mismo tiempo, se observa una pequeña agrupación de individuos en la parte suroeste. En el Mediterráneo, la costa de Túnez y del sur de España son las áreas de mayor densidad, aunque también se observaron abundantes registros a lo largo del levante español y Baleares. Por otro lado, se obtuvieron algunos registros en el mar Egeo y algunos más aislados en la costa de Argelia y en el Mediterráneo más oriental (Figura 4).

Registros de tortugas marinas en el Mediterráneo y en el norte del Atlántico: ¿Encontraremos ocurrencias inesperadas?

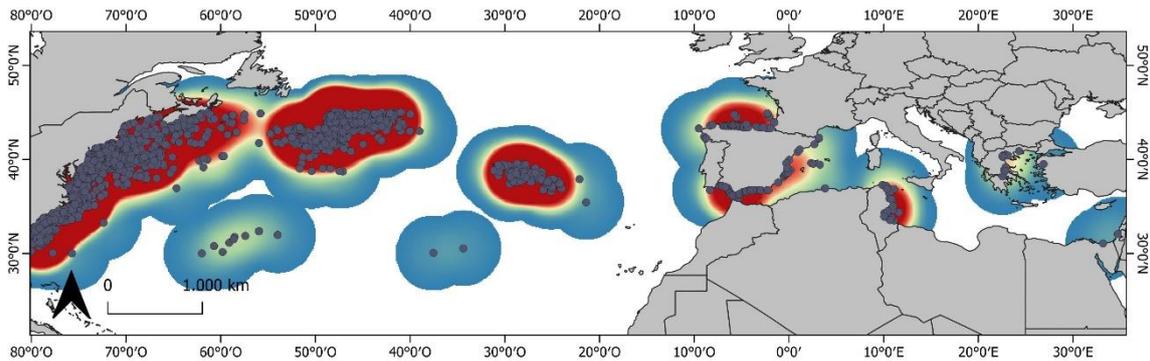


Figura 4. Mapa de calor de distribución geográfica de la de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

Leyenda: Puntos, registros de la especie; Color rojo, mayor densidad de registros.

La tortuga kempí

Los registros de tortuga kempí (*Lepidochelys kempii*) se observan con mayor densidad próximos a la costa americana, aunque se observan agrupaciones de registros hacia la parte más norte. No se han obtenido registros en las Azores ni en gran parte del océano Atlántico. Se ha registrado a lo largo de la costa norte de España, desde Galicia hasta la costa francesa y una pequeña agregación en el golfo de Cádiz. Los registros en el Mediterráneo son escasos, únicamente se han obtenido tres registros en el levante español y uno en el estrecho de Gibraltar (Figura 5).

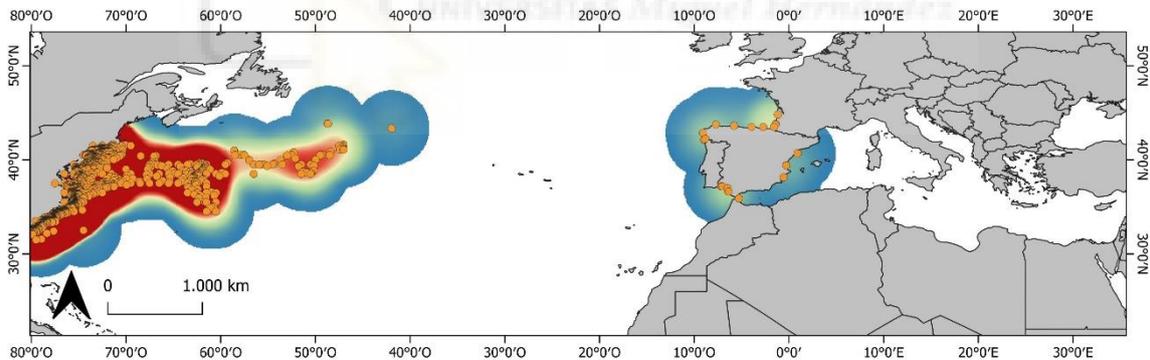


Figura 5. Mapa de calor de distribución geográfica de la de tortuga kempí (*Lepidochelys kempii*).

Leyenda: Puntos, registros de la especie; Color rojo: mayor densidad de registros.

La tortuga verde

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) mostró mayor densidad en la costa americana con algunas agrupaciones en la parte más septentrional y en las Azores. También se observaron registros agregados en la costa de Galicia y Golfo de Cádiz. En el Mediterráneo la mayor densidad se mostró en el mar Balear, aunque también se observaron registros en la región del Estrecho de

Gibraltar. En el resto del Mediterráneo no se han obtenido datos salvo tres registros en su parte más oriental (Figura 6).

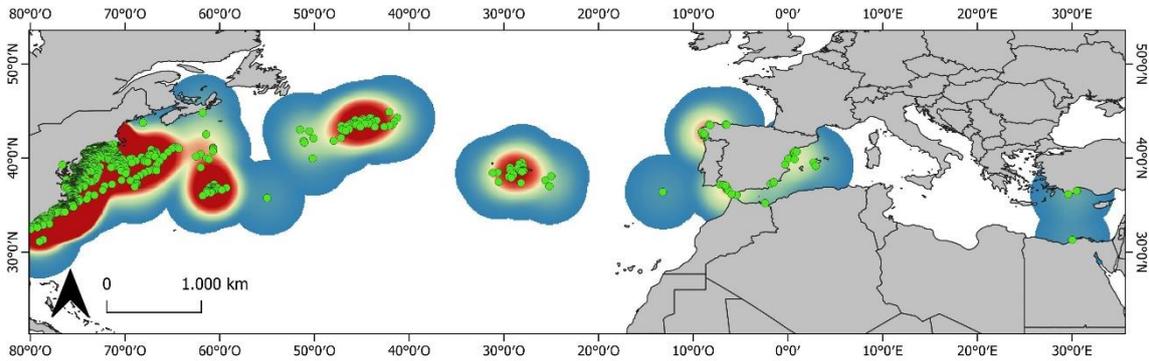


Figura 6. Mapa de calor de distribución geográfica de la de tortuga verde (*Chelonia mydas*). Leyenda: Puntos, registros de la especie; Color rojo: mayor densidad de registros.

La tortuga carey

Los registros de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Atlántico se observan algo más separados de la costa americana mostrando algunas concentraciones hacia el este. Se obtuvieron cuatro registros en las Azores. Se observaron registros en la costa gallega y en la zona del Estrecho de Gibraltar. Por otro lado, en el Mediterráneo únicamente se observan tres individuos aislados ubicados en la costa española, costa francesa y Chipre (Figura 7).

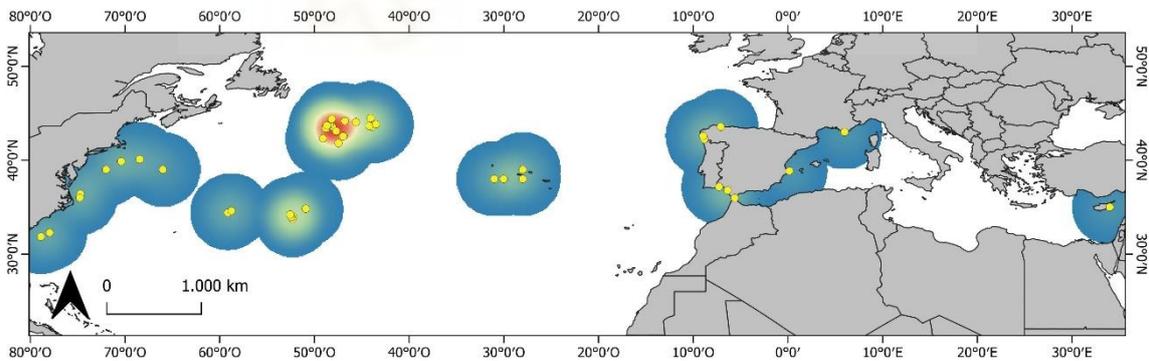


Figura 7. Mapa de calor de distribución geográfica de la de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Leyenda: Puntos, registros de la especie; Color rojo: mayor densidad de registros.

La tortuga olivácea

La tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) es la tortuga con menor representación en el área estudiada. Se ha registrado en dos ocasiones: uno en el Mediterráneo, en el levante español y otro en Atlántico, en el archipiélago de las Azores (Figura 8).

Registros de tortugas marinas en el Mediterráneo y en el norte del Atlántico: ¿Encontraremos ocurrencias inesperadas?

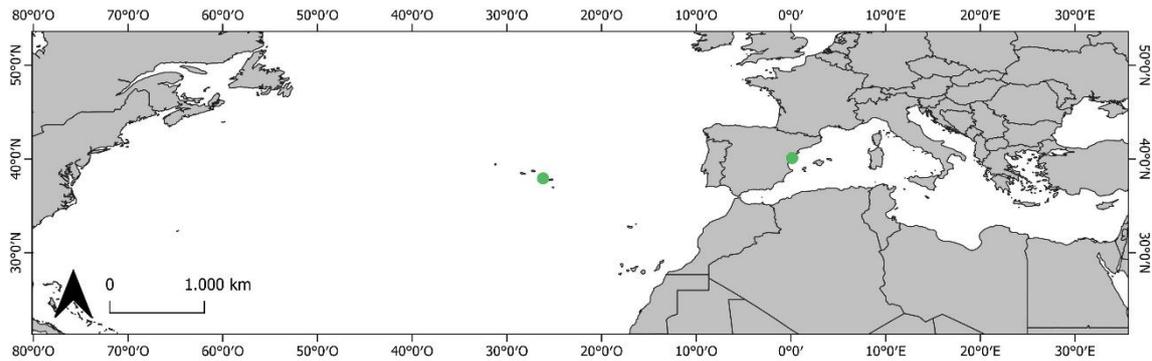


Figura 8. Mapa de los registros de tortuga olivacea (*Lepidochelys olivacea*).

6. DISCUSIÓN

Patrones generales

Se han obtenido registros de todas las especies que habitan en el océano Atlántico y en el mar Mediterráneo, aunque se puede observar una diferencia considerable en el número de datos recopilados de cada una (Tabla 2). La mayoría mostró patrones similares en cuanto a su distribución geográfica, lo que facilitó la identificación de áreas clave para las tortugas marinas. Por otro lado, permitió la identificación de anomalías, mostrando zonas que se encuentran fuera del área de mayor densidad de la especie o en zonas con escasos registros pese a estar incluidas en el rango de distribución esperable.

La costa americana supone una de las zonas de alta densidad de registros ya que se ve favorecida por la corriente del Golfo, parámetro determinante de la distribución espacial de las tortugas marinas (Lohmann y Lohmann, 2003; Hamann et al., 2010). La mayoría de las especies utilizan esta corriente como ruta principal desde las playas de anidación hacia mar adentro. Además, en el interior de estas corrientes se ubica el mar de Sargazos, un importante hábitat de alimentación y crecimiento para las tortugas marinas del norte del Atlántico (Laffoley et al., 2011; Mansfield et al., 2021). Es por ello por lo que se observa una elevada densidad de registros desde el noroeste hacia la parte más norte del Atlántico, aunque puede deberse intensificado por el mayor esfuerzo en el seguimiento por parte del Centro de Ciencias Pesqueras del Sudeste (SEFSC), ya que ha recopilado datos de todas las especies menos de la tortuga olivacea (*Lepidochelys olivacea*) en esta región. Las islas Azores se encuentran en un punto estratégico debido a su localización y la influencia de la corriente del Golfo, obteniendo una gran cantidad de registros de las tortugas que atraviesan el Atlántico. De manera que, aunque no se hayan documentado áreas de cría (Barcelos et al., 2021), las Azores suponen un punto de alimentación

importante (Barreiros, 2013). La región del golfo de Cádiz también representa un hábitat importante para muchas tortugas (Bellido et al., 2018) siendo la entrada del océano Atlántico a la costa suroeste española, conectándolo con el mar Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar. A continuación, se encuentra el mar de Alborán, otra de las regiones con registros de la mayoría de las especies que, junto con las zonas anteriormente mencionadas, representan un área de paso y alimentación para las tortugas marinas de esta región (Báez et al., 2020). Además, el balance hídrico negativo del Mediterráneo impulsa la entrada del agua desde el Atlántico (Millot 2005), provocando una mayor densidad de registros en esta zona (Figura 2). El levante español es otra de las áreas de alta densidad de registros y se trata de la única región de toda el área de estudio en haber registrado todas las especies de tortuga marinas estudiadas.

Patrones específicos e identificación de anomalías en los registros

La tortuga boba ha sido la especie más registrada. Ha mostrado una alta densidad en el Mediterráneo, ya que desde 2001 utiliza playas de esta región como espacios de anidación esporádicos (Tomás et al., 2018), lo que ha generado que en el Mediterráneo se encuentre en la categoría de preocupación menor según la UICN (Camiñas, 2020). Al mismo tiempo, las Baleares suponen otro punto con alta densidad de individuos debido a que es un área importante de alimentación para la especie y origen de la ruta que se dirige hacia la costa argelina y a lo largo de la costa africana (Figura 3). De manera que podemos decir que la situación de esta especie ha mejorado en las últimas décadas debido a los programas de conservación llevados a cabo desde finales del siglo XX, por lo que se podrían aplicar al resto de especies. Aunque esta situación también puede verse favorecida por el aumento de las temperaturas en las playas de puesta tradicionales, mostrando así una posible adaptación al cambio climático (Carreras et al., 2018).

También por ser la tortuga boba la especie más frecuente, es la que mejor permite detectar vacíos de información. Se trata de espacios donde debería haber registros por formar parte del rango de distribución esperable de las tortugas, pero en los que existe menor esfuerzo en la investigación, escaso número de barcos que circulen por la zona o falta de traspaso de información a las bases de datos consultadas en este trabajo. En el Atlántico se observan entre los 30º y 40º O aproximadamente, espacio entre la agrupación de datos del noroeste con las Azores; y entre los 10º y 35º O aproximadamente, entre las Azores y la península Ibérica (Figura 2). Por otro lado, en el Mediterráneo no se han obtenido registros oceánicos, exceptuando los de la tortuga boba (Figura 3). Al mismo tiempo se observa una ausencia de registros en Portugal

continental (Figura 2), su origen puede deberse a una falta de comunicación de datos entre agrupaciones ya que, en otras bases de datos más amplias, sí presentan registros. Esto destaca el compromiso que se plantea entre bases de datos globales y enfocadas a la ciencia ciudadana, que suman alto grado de esfuerzo pero que incluyen registros dudosos por falta de validación de expertos; frente a las que se generan por parte de expertos, de alta calidad en las identificaciones, pero con un esfuerzo acumulado mucho menor y parcial en términos geográficos.

Probablemente por su escasa densidad, los registros de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Mediterráneo se observan muy separados entre sí, siendo la especie registrada a mayor latitud (Figura 7). Al comprobar las fechas se observó que los registros se sitúan próximos en el tiempo (2012). Esto nos indica que la especie se mueve por el Mediterráneo, pero siendo escasa ya que es una de las especies más amenazadas (Tabla 1). De manera similar, la tortuga verde (*Chelonia mydas*) no fue muy registrada en el Mediterráneo, aunque fue la tercera especie con más registros de esta cuenca. Los registros aislados en el extremo oriental son debidos a que allí se encuentran sus playas de anidación (Carreras et al., 2014), por lo que sería conveniente conocer como interactúan las diferentes poblaciones de esta especie y sus movimientos ya que se ha demostrado que están aumentando durante los últimos años en esta cuenca (Camiñas et al., 2021). En el Atlántico, se ha demostrado que diversas poblaciones de tortuga verde y carey se alejan del mar de Sargazos y utilizan los alrededores de las Bermudas como hábitat de desarrollo durante muchos años (Meylan et al., 2011). Esto podría ser la causa de los registros encontrados más al suroeste, tanto de estas especies como de la tortuga boba y laúd (Figura 2). Los registros aislados de tortuga laúd también pueden tener su origen en los movimientos de esta especie desde las playas de anidación en el mar Caribe hacia latitudes mayores, por lo que los registros más aislados en la parte suroeste del atlántico pueden suponer una ruta secundaria en dirección a hábitats de alimentación (Hays et al., 2004).

Los registros de tortuga kempí (*Lepidochelys kempii*) confirman el paso de la especie al Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar donde se observa uno de los registros (Figura 4). Esto puede significar una ampliación de la distribución y por ello se debe plantear una evaluación de la especie (Tomás et al., 2003; Tomás y Raga, 2008). En las Azores no se han obtenido datos de esta tortuga (Figura 5), pero si hay citas históricas de avistamientos en dichas aguas (Deraniyagala, 1939; Bolton y Martins, 1990).

Por último, los registros de tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) son inesperados tanto en esta región del Atlántico como en el Mediterráneo ya que se trata de una tortuga de hábitos

más tropicales, aunque estas anomalías podrían estar relacionadas con comportamientos nómadas descritos en otras regiones oceánicas (Plotkin, 2010). Se han encontrado conductas similares de individuos de esta especie desplazándose hacia latitudes superiores (Varo-Cruz et al., 2011), lo que podría ser consecuencia de cambios en el área de distribución provocados por el cambio climático. Lo que plantea la necesidad de un mayor esfuerzo de investigación y seguimiento de la especie para demostrar la falta de registros en la zona (Revuelta et al., 2015).

7. CONCLUSIONES

Las bases de datos científicas utilizadas han permitido describir los patrones de distribución geográficos de las especies estudiadas, aunque presentan grandes diferencias en el número de registros encontrados.

La abundancia de registros permite identificar correctamente la mayor parte de las áreas de importancia para la conservación, como las zonas de alimentación y de nidificación. El levante español en el Mediterráneo y la costa este americana en el Atlántico, son un buen ejemplo de regiones con abundantes tortugas marinas. Además de destacar las islas como espacios clave para la investigación ya que permiten obtener abundantes registros debido a su localización, como es el caso de las Azores y las Baleares.

La ausencia de registros en algunas zonas está relacionada con la escasez de información debido a la falta de esfuerzo científico, alimentado por la dificultad en el seguimiento y la falta de comunicación de datos entre diferentes entidades. Lo que plantea la necesidad de un mayor compromiso en la transmisión de información de forma homogénea y verificada.

La gran cantidad de registros de tortuga boba (*Caretta caretta*) se deben a su abundancia, por ser la especie más frecuente en el área estudiada y presentar una expansión poblacional en los últimos tiempos. La recuperación de sus poblaciones es fruto del éxito de los programas de conservación llevados desde finales del siglo XX. Programas similares podrían aplicarse a otras especies más amenazadas.

Especies como la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), kempí (*Lepidochelys kempii*) y verde (*Chelonia mydas*) obtuvieron una representación intermedia en el área estudiada. Las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) y olivácea (*Lepidochelys olivacea*) son especies ocasionales en

esta región, de manera que las recientes y excepcionales incursiones como la olivácea en el Mediterráneo ponen de manifiesto la necesidad de aumentar el seguimiento sobre este tipo de procesos.

8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de mi tutora Eva, gracias por todo el esfuerzo y atención desde la distancia.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Báez J. C., Bellido J. J., Real R., Vargas-Yáñez M., García-Martínez M., Moya F., Camiñas J. A. (2020) Primer registro de nidificación de tortuga boba (*Caretta caretta*) en el Mar de Alborán: significado biológico e implicaciones del manejo en la conservación. *Boletín Asociación Herpetológica Española*, 31 (2).
- Báez J. C., Macías D., Bellido J., Camiñas J. A. (2017) Differential temporal and spatial distribution of adult loggerhead sea turtles from Gulf of Cádiz to western Mediterranean Sea. *Vie et milieu - Life and environment* 67(1): 1-5.
- Báez J. C., Macías D., Bellido J. J., Camiñas J. A. (2017) Differential temporal and spatial distribution of adult loggerhead sea turtles from Gulf of Cádiz to western Mediterranean Sea. *Vie et milieu - Life and environment*, 67.
- Báez J. C., Macías D., Camiñas J. A., Ortiz de Urbina J. M., García-Barcelona S., Bellido J. J., Real R. (2013) Bycatch frequency and size differentiation in loggerhead turtles as a function of surface longline gear type in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93(5): 1423-1427.
- Barcelos L. M. D., Michielsen G., Sérgio B., Oliveira S., Barreiros J. P. (2021) First record of the Olive Ridley Sea Turtle, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), in the Azores Islands, northeastern Atlantic Ocean (Testudines, Cheloniidae). *Herpetology Notes*, volumen 14: 371-373.

- Barreiros J. P. (2013) Biodiversidade marinha dos Açores. En: <https://www.researchgate.net/publication/259952520> (Acceso 14/03/2022).
- Bellido J. J., Castillo J. J., Pinto F., Martín J. J., Mons J. L. (2010) Differential geographical trends for loggerhead turtles stranding dead or alive along the Andalusian coast, South Spain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90, 225-231.
- Bellido López J., Torreblanca E., Baez J., Camiñas J. A. (2018) Sea turtles in the eastern margin of the North Atlantic: the northern Ibero-Moroccan Gulf as an important neritic area for sea turtles. *Mediterranean Marine Science*, 19(3), 662-672.
- Bolten A. B. (2003) Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. Pages 243-257 in P.L. Lutz, J. Musick and J. Wyneken (editors), *The Biology of Sea Turtles*, volume II. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bolton A. B. y Martins H. R. (1990) Kemp's ridley captured in the Azores. *Marine Turtles Newsletter* 48: 23.
- Borges P. A. V., Costa A., Cunh R., Gabriel R., Gonçalves V., Martins A. F., Melo I., Parente M., Raposeiro P., Rodrigues P., Santos R. S., Silva L., Vieira P. y Vieira, V. (2010) A list of the terrestrial and marine biota from the Azores. *Princípio*, Oeiras. 43 pp.
- Bowen B. W., Grant W. S., Hillis-Starr Z., Shaver D. J., Bjorndal A., Bolten A. B., y Bass, A. L. (2007) Mixed-stock analysis reveals migrations of juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean Sea. *Molecular Ecology*, 16:49-60.
- Bowen B. W., y Karl S. A. (2007) Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology* 16: 4886–4907.
- Briscoe D. K., Parker D. M., Balazs G. H., Kurita M., Saito T., Okamoto H., Rice M., Polovina J. J., Crowder L. B. (2016) Active dispersal in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) during the 'lost years' *Proc. R. Soc. B*.283.
- Camiñas J. A. (2002) Estatus y conservación de las tortugas marinas en España. En *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España* (Pleguezuelos JM, Márquez R & Lizana M Eds.). Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, pp. 347-38.
- Camiñas J. A., Báez J. C., Ayllón E., Marco A., Hernández-Sastre L., López-Pérez M. I., Moreno-Colera H., Macías D., Cadona L., Belda E. J., Bellido J. J., Tomás J. García de los Ríos y de los Huertos A., López-Fernández A., Zaldúa-Mendizábal N., Liria A., Varo-Cruz N.,

- González-Carballo M., Carrillo M., García-Barcelona S. (2021) Estado de conservación de las tortugas marinas en España (revisión del periodo 2013-2018). *Anales de Biología* 43: 175-198.
- Camiñas J. A., Báez J. C., Valeiras J., Real R. (2006) Differential loggerhead bycatch and direct mortality due to surface longlines according to boat strata and gear type. *Scientia Marina* 70: 661-665.
- Camiñas J. A., Kaska Y., Hochscheid S., Casale P., Panagopoulou A., Báez J.C., Numa C., Alcázar E. (2020) Conservation of marine turtles in the Mediterranean sea. Malaga: IUCN.
- Carr A. F. (1986) Rips, FADS, and little loggerheads. *Bioscience* 36:92–100.
- Carr A. F., Carr M. H. y Meylan A. (1978) The ecology and migrations of sea turtles, 7. The West Caribbean green turtle colony. *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 162:1-46.
- Carreras C., Monzón-Arguello C., López-Jurado L. F., Calabuig P., Castillo J. J., Cardona L. (2014) Origin and dispersal routes of foreign green and Kemp's ridley turtles in Spanish Atlantic and Mediterranean waters. *Amphibia-Reptilia* 35: 73-86.
- Carreras C., Pascual M., Tomás J., Marco A. (2018) Sporadic nesting reveals long distance colonisation in the philopatric loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Sci. Rep.* 8(1): 1435.
- Carreras C., Pont S., Maffucci F., Pascual M., Barcelo A., Bentivegna F., Cardona L., Alegre F., San Felix M., Fernandez G., Aguilar A. (2006) Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology*, 149: 1269-1279.
- Casale P. (2008) Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities. WWF Italy, Rome.
- Casale P., Freggi D., Basso R. (2007) A model of area fidelity, nomadism, and distribution patterns of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Mar Biol* 152, 1039-1049.
- Deraniyagala P. E. P. (1939) The distribution of the Mexican loggerhead turtle, *Colpochelys kemp* Garman. *Bull. de L'Institut Ocanographique* 772:1-4.
- Dunn D. C., Harrison A. L., Curtice C., DeLand S., Donnelly B., Fujioka E. I., Heywood E., Kot C. Y., Poulin S., Whitten M., Åkesson S., Alberini A., Appeltans W., Arcos J. M., Bailey H., Ballance L. T., Block B., Blondin H., Boustany A. M., Halpin, P. N. (2019) The importance of migratory

connectivity for global ocean policy. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1911), 20191472.

Eckert K. L. (2000) Diseño de un programa de conservación. En: Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (Eds). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (pp. 3-6). Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE 4.

Eckert K. L., Bjorndal K. A., AbreuGrobois F. A., Donnelly M. (Editores) (2000) *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.

Eckert S. A., Eckert K. L., Ringani P. S., Kooyman G. L., (1989) Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Zool.* 67, 2834-2840.

FAO (2004) Report of the Expert Consultation on Interactions between Sea Turtles and Fisheries within an Ecosystem Context. Series: FAO Fisheries Report, Vol. 738. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Fonseca A. C. (2011) Efectos del cambio climático en la anidación de las tortugas marinas. *Revista de ciencias ambientales*, 41:11-18.

Fuentes M. M. P. B., Bateman B. L., Hamann M. (2011) Relationship between tropical ciclones and the distribution of sea turtle nesting grounds. *Journal of Biogeography* 38, 1886-1896.

Goldstein J. P., Goldstein E. R., Goldstein B. I., Goldstein M. I. (2021) Imperiled Sea Turtles: Ecology and Conservation. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences.

Guisan A. y Zimmermann N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147–186.

Halpin P. N., Read A. J., Fujioka E., Best E. D., Donnelly B., Hazen L. J., Kot C., Urian k., LaBrecque E., Dimatteo A., Cleary J., Good C., Crowder L. B., Hyrenbach K. D. (2009) OBIS-SEAMAP: El Centro Mundial de Datos para Distribuciones de Mamíferos Marinos, Aves Marinas y Tortugas Marinas. *Oceanografía* 22(2):104-115.

Hamann M., Godfrey M. H., Seminoff J. A., Arthur K. (2010) Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endang Species Res* 11: 245–269.

- Hawkes L. A., Broderick A. C., Godfrey M. H., Godley B. J. (2009) Climate change and marine turtles. *Endang Species Res* 7:137–154.
- Hays G., Houghton J., Myers A. (2004) Pan-Atlantic leatherback turtle movements. *Nature* 429, 522.
- IUCN (2022) The IUCN Red List of Threatened Species, vol. 2020–2023. <https://www.iucnredlist.org>. (Acceso: 10/03/2022)
- J. Frazier (2002) Marine turtles and international instruments: The agony and the ecstasy, *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 5:1-2, 1-10.
- Kot C. Y., Åkesson S., AlfaroShigueto J., Amorocho Llanos D. F., Antonopoulou M., Balazs G. H., Baverstock W. R., Blumenthal J. M., Broderick A. C., Bruno I., Canbolat A. F., Casale P., Cejudo D., Coyne M. S., Curtice C., DeLand S., DiMatteo A., Dodge K., Dunn D. C., Halpin P. N. (2022) Network analysis of sea turtle movements and connectivity: A tool for conservation prioritization. *Diversity and Distributions*, 00, 1–20.
- Laffoley D., Roe H. S. J., Angel M. V., Ardron J., Bates N. R., Boyd I. L., Brooke S., Buck K. N., Carlson C. A. (2011) The protection and management of the Sargasso Sea: the golden floating rainforest of the Atlantic Ocean. Summary science and supporting evidence case. Sargasso Sea Alliance, 44 pp.
- Lohmann K. J. y Lohmann C. M. F. (2003) Orientation mechanisms of hatchling loggerheads. In: Bolten AB, Witherington B (eds) *Loggerhead sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p 44–62.
- López-Castro M. C., Bjorndal K. A., Kamenov G. D., ZenilFerguson R., Bolten A. B. (2013) Sea turtle population structure and connections between oceanic and neritic foraging areas in the Atlantic revealed through trace elements. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 490, 233–246.
- López-Mendilaharsu M., Estrades A., Caraccio M. A., Calvo V., Hernández M., Quirici, V. (2006) Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya. En: Menafra, R. Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. y Conde, D. (Eds.). *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo, pp. 247-257.
- Lutcavage M. E., Plotkin P. T., Witherington B., Lutz P. L. (1997) Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz P, Musick J (eds) *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton, FL, p 387–410.

- MacArthur R. H. (1972) *Geographical ecology*. Harper & Row, New York.
- Mansfield K. L., Wyneken J., Luo J. (2021) First Atlantic satellite tracks of 'lost years' green turtles support the importance of the Sargasso Sea as a sea turtle nursery. *Proc. R. Soc. B* 288: 20210057.
- Mansfield K. L., Wyneken J., Luo J. (2021) First Atlantic satellite tracks of 'lost years' green turtles support the importance of the Sargasso Sea as a sea turtle nursery. *Proc. R. Soc. B* 288: 20210057.
- Marco A., Revuelta O., Abella E., Carreras C., Tomás J. (2018) Patterns of nesting of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the Spanish Mediterranean. 6th Mediterranean Conference on Marine Turtles. Poreč, Croacia.
- Marco A., Vázquez C., Abella E. (2020) Sea turtle bycatch by different types of fisheries in southern Spain. *Basic and Applied Herpetology* 34: 33-45.
- Margaritoulis D., Argano R., Baran I., Bentivegna F., Bradai M. N., Caminas J. A., Casale P., De Metrio G., Demetropoulos A., Gerosa G., Godley B., Houghton J., Laurent L., Lazar B. (2003) Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. In: Bolten AB, Witherington B (eds) *Loggerhead sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA, pp 175–198.
- Márquez M. R. (1990) Species catalogue. Vol. 11: Sea turtle of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*. No. 125, vol. 11. Rome, FAO. 81 pp.
- Martins S., Silva E., Abella E. (2020) Warmer incubation temperature influences sea turtle survival and nullifies the benefit of a female-biased sex ratio. *Climatic Change* 163, 689–704.
- Mello-Fonseca J., Cordeiro C. A. M. M., Ferreira C. E. L. (2021) Spatial distribution of sea turtles on South Atlantic subtropical reefs. *Mar Ecol Prog Ser* 678:125-138.
- Meylan A. B. y Meylan P. A. (2000) Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. En: Eckert, K. L., Bjørndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (Eds). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (pp. 3-6). Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE 4.
- Meylan P. A., Meylan A. B., Gray J. A. (2011) The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. *Bull Am Mus Nat Hist* 357: 1–70.

- Millot C. (2005) Circulation in the Mediterranean Sea: evidences, debates and unanswered questions. *Sci Mar* 69: 5–21.
- Montorti A., Llorente G. A., Villero D. (2014) Recursos SARE: AHEnuario y base de datos. Utilización del SIARE para la incorporación de observaciones de anfibios y reptiles de España. *Boletín Asociación Herpetológica Española*, 25 (2).
- Moreno A. (1991) Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 30, 155-170.
- OBIS-SEAMAP Ocean Biodiversity Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations. (2022). <https://seamap.env.duke.edu/>. (Acceso 10/03/2022).
- Pascual X. (1985) Contribución al estudio de las Tortugas marinas en las costas españolas. 1. Distribución. *Misc. Zool.*, 9: 287-294.
- Pérez S., Marco A., Martins S., Hawkes L. A. (2016) ¿Is this what a climate change-resilient population of marine turtles looks like? In *Biological Conservation*, Volume 193, Pages 124-132.
- Plotkin P. T. (2010) Nomadic behaviour of the highly migratory olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* in the eastern tropical Pacific Ocean. *Endangered Species Research*, 13, 33-4.
- Revuelta O., Carreras C., Domènech F., Gozalbes P., Tomás J. (2015) First report of an olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) inside the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*. 16/2 346- 351.
- S.I.A.R.E. Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España. (2022). <https://siare.herpetologica.es/bdh>. (Acceso 10/03/2022).
- Santidrián Tomillo P., Genovart M., Paladino F. V., Spotila J.R., Oro D. (2015) Climate change overruns temperature resilience in sea turtles and threatens their survival. *Global Change Biol* 21:2980–2988.
- Smith T. M., Smith R. L., Romám E., Romám S. (2007) *Ecología*. 6ª Edición. Pearson Educación, S.A, Madrid.

- Southeast Fisheries Science Center, National Oceanic and Atmospheric Administration (2022). NOAA Southeast Fishery Science Center (SEFSC) Fisheries Log Book System (FLS) Commercial Pelagic Logbook Data. Consulted on <http://www.iobis.org> on 15/06/2022.
- Tomás J. y Raga J. (2008) Occurrence of Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*) in the Mediterranean. *Mar Biodivers Rec* 1: e58.
- Tomás J., Abella E., Abalo-Morla S., Revuelta O., Belda E. J., Marco A. (2018) They keep coming: conservation strategies in response to the increasing number of loggerhead sea turtle nesting events in the Spanish Mediterranean. *Proceedings of the 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, 18-23 February 2018, Kobe, Japón. p. 70.
- Tomás J., Formia A., Fernández M., Raga J. A. (2003) Occurrence and genetic analysis of a Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 67, 367–369.
- Varo-Cruz N., López-Suárez P., Cozens J., Liria-Loza A., Fretey J. (2011) New records of the olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) from the Cape Verde Islands. *Zoologia Caboverdiana*, 2, 53-61.
- Webster M. S., Marra P. P., Haig S. M., Bensch S., Holmes R. T. (2002) Links between worlds: Unraveling migratory connectivity. *Trends in Ecology and Evolution*, 17(2), 76–83.