

MONOGRAFÍAS DE LA ASOCIACIÓN CHELONIA

Volumen I



Biología de las tortugas marinas e incidencia de la pesca de arrastre en su conservación en el Mediterráneo y Golfo de Cádiz

Sebastián Bitón Porsmoguer



**Biología de las tortugas marinas e
incidencia de la pesca de arrastre
en su conservación en el Mediterráneo
y Golfo de Cádiz**

**Monografías de la Asociación CHELONIA
Volumen I**

**Biología de las tortugas marinas e
incidencia de la pesca de arrastre
en su conservación en el Mediterráneo
y Golfo de Cádiz**

Sebastián Bitón Porsmoguer

Edita: Asociación Chelonia.

© Sebastián Bitón Porsmoguer.

© Asociación Chelonia, de esta edición, 2009.

© Fotografía de portada: Pérez-Muñiz.

Primera edición, Abril 2009.

Impreso en España por AINUDARIA, s.g.c., S.L.

I.S.B.N.: 978-84-613-1854-4

Depósito Legal: M-19817-2009



Sebastián Bitón Porsmoguer, oceanógrafo y buceador científico, se ha dedicado estos últimos años a la biología de las tortugas marinas y al impacto de las redes de arrastre sobre la población de las diferentes especies presentes en las aguas españolas, tanto atlánticas como mediterráneas.

Esta publicación es uno de los primeros trabajos de evaluación de capturas accidentales de tortugas marinas por los barcos arrastreros en España, una de las consecuencias de la sobreexplotación de los recursos y del excesivo número de embarcaciones pesqueras.

Agradecemos la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente, por la financiación del presente proyecto, así como de IFREMER (Francia), que nos ha facilitado las fotografías e ilustraciones de sus ensayos con los dispositivos de escape (TED).

Obra dedicada a la memoria a mi tío, Michel.

Sebastián Bitón Porsmoguer, océanographe et plongeur scientifique, s'est consacré ces dernières années à la biologie des tortues marines et à l'impact des filets de traîne sur les populations des différentes espèces présentes dans les eaux espagnoles, tant atlantiques que méditerranéennes.

Cette publication est l'un des premiers travaux d'évaluation de captures accidentelles de tortues marines par les chalutiers espagnols, l'une des conséquences de la surexploitation des ressources et du nombre excessif de bateaux de pêche.

Nous remercions la collaboration du Ministère de l'Environnement, et du Milieu Marin, pour le financement du présent project, ainsi qu' à IFREMER qui a eu l'amabilité de nous faciliter les photographies et illustrations de ses essais sur les dispositifs d'échappement de tortues marines (TED).

Ouvrage dédié en mémoire à mon oncle, Michel.

PRÓLOGO

Pocos animales despiertan en el ser humano las simpatías de las que gozan las tortugas marinas. La opinión pública, comenzando por los más pequeños, disfruta de la visión de unos animales prodigiosos, ligados a imágenes de arrecifes de coral y playas paradisíacas donde pequeñas tortuguitas salen de la arena corriendo en tropel rumbo a la orilla de un mar tropical.

Las tortugas marinas son animales realmente sorprendentes; se cuentan entre los escasísimos reptiles que han sido capaces de colonizar el medio marino, honor que comparten sólo con una familia de serpientes. Las transformaciones que han llevado a cabo han sido numerosas y profundas, comenzando por adaptaciones para tolerar el exceso de sal, modificaciones en las extremidades para convertirlas en aletas, o sistemas de orientación de los que todavía hoy sabemos poco o nada. No ha sido fácil por parte de los vertebrados conquistar el medio terrestre, pero tampoco lo ha sido volver al medio marino desde la tierra firme. La dificultad del proceso se pone de manifiesto en el hecho de que las tortugas marinas hembras están obligadas a realizar una inevitable etapa terrestre para depositar en las playas de todo el Planeta unos huevos que en el mar se ahogarían. Son momentos críticos de la vida de estos animales, que nos hablan del alto coste que ha significado su adaptación a la vida en los mares.

Hoy día conocemos bastante bien la biología de casi todas las especies de tortugas marinas descritas para la ciencia (no daré cifras de especies porque no hay un consenso real sobre eso en la comunidad científica), aunque los aspectos que influyen en su conservación a menudo se nos han escapado con demasiada ligereza. Hace algunos años realizamos algunos trabajos sobre conservación de tortugas, en los que señalábamos la conveniencia de distinguir dos grandes grupos de amenazas, una distinción que nos llevaba a considerar causas “antiguas” y causas “modernas”. Entre las primeras señalaba por ejemplo la recolección de huevos, la caza para la obtención de *carey* y/o carne, o las capturas con fines ornamentales (sobre todo animales disecados). Hoy día podemos felicitarnos de haber ganado en gran parte del mundo la batalla de las causas antiguas, mediante medidas que han ido de la sensibilización de las poblaciones locales, a las mejoras económicas o la aprobación y mejor aplicación de las leyes conservacionistas. Sin embargo, en lo que respecta a las causas modernas, la situación es por desgracia muy diferente. Amenazas de carácter global como la contaminación, el cambio climático o la sobrepesca están poniendo en peligro de nuevo a unas tortugas que comenzamos a proteger de cazadores y recolectores de huevos hace sólo unas décadas.

Este libro es una prueba de que el camino que tenemos por delante es largo y complejo, posiblemente más de lo que a fecha de hoy podemos prever. La situación de la pesca en todo el mundo es crítica, con grupos enteros de especies que están desapareciendo como consecuencia de unas políticas de explotación mal reguladas y peor gestionadas, en nada sostenibles y difícilmente reconvertibles. Los caladeros de nuestros mares y océanos se agotan sin que políticos, pescadores y científicos se pongan de acuerdo en las soluciones, y donde los intereses particulares acaban enterrando las posibilidades de obtener modelos de gestión sostenibles a largo plazo del medio marino, poniendo en peligro unos recursos de los que dependen cientos de millones de personas. Hoy día, los muchos éxitos cosechados en la conservación del medio terrestre se contraponen con un evidente fracaso general en el mar,

donde los tiburones son explotados sin control ni piedad hasta su completa extinción en muchas regiones, las poblaciones de muchas especies de peces de interés comercial se encuentran en niveles críticos y donde millones de aves, cetáceos, pinnípedos y tortugas mueren ahogados o sufren mutilaciones como consecuencia de enmallamientos en redes abandonadas. Por desgracia, sabemos aún muy poco sobre el impacto que factores como el cambio climático o la contaminación están provocando en la biodiversidad marina, pero todo parece indicar que el ritmo de desaparición de especies es muy superior a nuestra capacidad real para poner en práctica soluciones efectivas.

En el Mediterráneo español y Golfo de Cádiz el impacto de la pesca en las tortugas marinas es bien conocido en lo que se refiere al arte del palangre, con cifras de alrededor de veinte mil tortugas capturadas cada año sólo en España. Sin embargo, la información sobre la incidencia de otros artes es escasa y poco concreta; no disponemos apenas de datos sobre los enmallamientos accidentales en redes abandonadas o en redes de deriva, o sobre mortalidad de tortugas a causa de la contaminación; y sobre todo, apenas disponemos de información sobre las temibles redes de arrastre, uno de los artes de pesca más destructivos -si no el que más- de los empleados por el ser humano en el océano.

La obra de Sebastián Bitón es una excelente aproximación al impacto de las redes de arrastre en las poblaciones de tortugas marinas en España. Cuando conocí a Sebastián hace aproximadamente dos años, nuestra primera reunión (un café en el Parador de Manzanares) bastó para llegar al compromiso mutuo de trabajar desde la Asociación Chelonia en la realización de proyectos de conservación de tortugas marinas; a finales de 2008 el Ministerio de Medio Ambiente concedió una subvención para nuestro proyecto “Evaluación de las capturas accidentales de tortugas marinas en el Mediterráneo español”, lo que hizo posible entre otras cosas plasmar los resultados de las campañas realizadas por Sebastián durante 2007 y 2008 en esta obra, iniciando con ello además la serie de Monografías de la Asociación Chelonia, que cuenta ya con tres volúmenes en curso.

Creo sinceramente que esta obra es un valioso punto de partida sobre el que trabajar para conocer más y mejor la problemática de las redes de arrastre; como detalla el autor, la evaluación de las capturas por barcos arrastreros es sólo el primer paso en una línea de actuación para llevar a cabo dos campañas anuales de evaluación de capturas a bordo de barcos arrastreros, así como realizar instalaciones experimentales de dispositivos excluidores de tortugas (TED en sus siglas en inglés), el primero de los cuales está ya listo para ser instalado durante el verano de 2009.

Sólo queda felicitar al autor por el buen trabajo realizado y agradecer al Ministerio de Medio Ambiente y a las personas que han colaborado en el trabajo de campo, pescadores y biólogos, por su contribución a esta iniciativa de conservación.

Dr. Manuel Merchán
Presidente de la Asociación Chelonia

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CARACTERÍSTICAS DEL MAR MEDITERRÁNEO Y GOLFO DE CÁDIZ

Hidrografía y topografía del mar Mediterráneo y Golfo de Cádiz

1. Golfo de Cádiz y mar de Alborán
2. Presentación de las flotas estudiadas y del arte de pesca
3. Hidrografía del Golfo de Cádiz
4. Topografía del Golfo de Cádiz
5. Hidrografía del mar Mediterráneo
6. Topografía del mar Mediterráneo

BIOLOGÍA DE LAS TORTUGAS MARINAS

Biología de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linnaeus, 1758)

1. Introducción

2. Biología de las tortugas marinas

1. Descripción morfológica y fisiológica

- 1.1 Características morfológicas
- 1.2 Respiración
- 1.3 Regulación térmica
- 1.4 Balance interno de sales y líquidos

2. Reproducción

- 2.1 Los ciclos de reproducción
- 2.2 El comportamiento gregario de las tortugas marinas
- 2.3 El apareamiento

3. Anidación

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Características del nido
- 3.3 El desove y momentos posteriores
- 3.4 Los huevos

4. Eclosión y primeros estadios de desarrollo

5. Las fases juveniles

- 5.1 El régimen alimentario
- 5.2 Morfología
- 5.3 Áreas geográficas

6. La fase preadulta

7. La fase adulta

- 7.1 Crecimiento y madurez sexual
- 7.2 Migraciones

- 7.2.1 Ejemplos de migraciones en el océano Pacífico, Atlántico Occidental y Caribe

- 7.2.2 Migración en el mar Mediterráneo

8. Alimentación

9. Depredadores, parásitos y enfermedades

10. Mortalidad y supervivencia

EVALUACIÓN DE CAPTURAS POR BARCOS ARRASTREROS

Estimación de las capturas accidentales de las diferentes especies de tortugas marinas por las flotas pesqueras con redes de arrastre en el Golfo de Cádiz (Isla Critina, Huelva) y en el mar Mediterráneo (Almería, Murcia y Valencia) – Estadísticas Campaña 2007/2008 – Propuestas de soluciones

Preámbulo

1. Capacidad de buceo de las tortugas marinas
2. Evaluación de las capturas accidentales de tortugas marinas por redes de arrastre
 - 2.1 Épocas de mayor captura
 - 2.2 Capturas medias de tortugas marinas por redes de arrastre en las zonas de estudio
3. Estimación de capturas accidentales de tortugas marinas por redes de arrastre en el litoral sur español
4. Características oceanográficas de las aguas con menor y mayor incidencia de capturas accidentales de tortugas marinas
 - 4.1 Corrientes superficiales en el Levante español
 - 4.2 Temperaturas de las aguas mediterráneas
 - 4.3 Patrón general de la circulación de las aguas superficiales en el Golfo de Cádiz
 - 4.4 Temperaturas de las aguas superficiales en el Golfo de Cádiz
5. Resumen y conclusiones
 - Ficha de observación de capturas de tortuga boba (*Caretta caretta*)
6. Ensayo de IFREMER sobre los dispositivos de escape de tortugas marinas (TED)
 - 6.1 Presentación general
 - 6.2 Detalles del dispositivo
 - 6.3 Nuevo dispositivo
 - 6.4 Ensayos en España

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

Presentación y justificación

El proyecto de investigación presentado a continuación enfocará sus objetivos sobre la tortuga boba (*Caretta caretta*) y las capturas accidentales por las flotas pesqueras con redes de arrastre. Las tortugas marinas sufren las consecuencias de pescas intensivas, bien mediante redes de arrastre o bien con palangres de superficie particularmente en el mar Mediterráneo.

España es uno de los países comunitarios, y a nivel mundial, con una de las flotas pesqueras más importantes. Es, además, uno de los primeros consumidores de pescado y productos derivados de la actividad pesquera en el mundo. Dichas actividades requieren del uso de redes y de palangres de superficie, que provocan las capturas accidentales de las diferentes especies de tortugas marinas que conviven en las aguas del mar Mediterráneo y en el Golfo de Cádiz, principal vía de acceso y de salida al océano Atlántico.

Se ha demostrado en varios proyectos de investigación la incidencia de las capturas accidentales por la pesca con palangre de superficie sobre la población de tortugas marinas. Sin embargo no disponemos de datos concretos sobre la captura accidental de tortugas marinas con redes de arrastre.

Conocemos la interacción entre las tortugas marinas y las redes de arrastre en el Mediterráneo. Informes diversos confirman la captura de tortugas marinas por las flotas. Las que producen mayor preocupación son las del Golfo de Gabés y del norte del mar Adriático, tanto por su volumen como por ser áreas utilizadas por las tortugas del Mediterráneo para pasar el invierno (Bradai, 1992).

Los últimos trabajos sobre el impacto de las redes de arrastre en Grecia (Margaritoulis et al., 2001) e Italia permitieron saber que las capturas anuales estaban comprendidas entre 400-600 y los ejemplares capturados eran cerca de 3.000 (Laurent et al., 1996, 2001).

Conocemos también capturas de las otras flotas mediterráneas en el norte de África (Egipto), Oruç A. (2001), y en la costa europea (Francia). En cuanto a España, y como se ha dicho anteriormente, los datos respecto a las capturas de tortugas marinas con redes de arrastre son muy escasos y se consideran como bajos o inexistentes (Camañas, 2005).

Sin embargo, parece ser que las capturas realizadas en el Mediterráneo se encuentran en los mismos niveles que las llevadas a cabo en zonas como el Golfo de México o las costas atlánticas estadounidenses y australianas donde el alto índice ha obligado a las autoridades a establecer legislaciones específicas (Laurent et al., 2001). A esto se une el hecho de que la mortalidad en este arte suele ser considerablemente mayor que en otros métodos de pesca. Por todo ello se propuso este proyecto de investigación, que tendrá como principal objetivo estimar las capturas accidentales de tortuga boba por las flotas pesqueras de arrastre en el

Mediterráneo (Valencia, Murcia y Almería) y en el Atlántico sur español (Golfo de Cádiz), así como proponer eventuales soluciones según el nivel de capturas observado.

El proyecto pretende también apoyar la explotación de los recursos marinos, para contribuir al necesario equilibrio entre la conservación de las especies y el mantenimiento del sector pesquero.



CARACTERÍSTICAS DEL MAR MEDITERRÁNEO Y GOLFO DE CÁDIZ

HIDROGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA DEL MAR MEDITERRÁNEO Y GOLFO DE CÁDIZ

1. Golfo de Cádiz y mar de Alborán

El proyecto se llevó a cabo en la zona marítima del Golfo de Cádiz (océano Atlántico) y la del mar de Alborán (mar Mediterráneo).

La zona de pesca de arrastre de la flota pesquera de Isla Cristina (Huelva) está comprendida entre el Estrecho de Gibraltar ($36^{\circ}01' 05'' 20'' W$) y la frontera con Portugal ($7^{\circ}23' 48''$).

La segunda área geográfica concierne a la zona de pesca de arrastre de la flota pesquera de Almería, comprendida entre el estrecho de Gibraltar ($36^{\circ}01' 05'' 20'' W$) y el Cabo de Gata, así como el mar de Alborán.



Figura 1 - Área de Estudio

2. Presentación de las flotas estudiadas y del arte de pesca

2.1 Las flotas pesqueras estudiadas

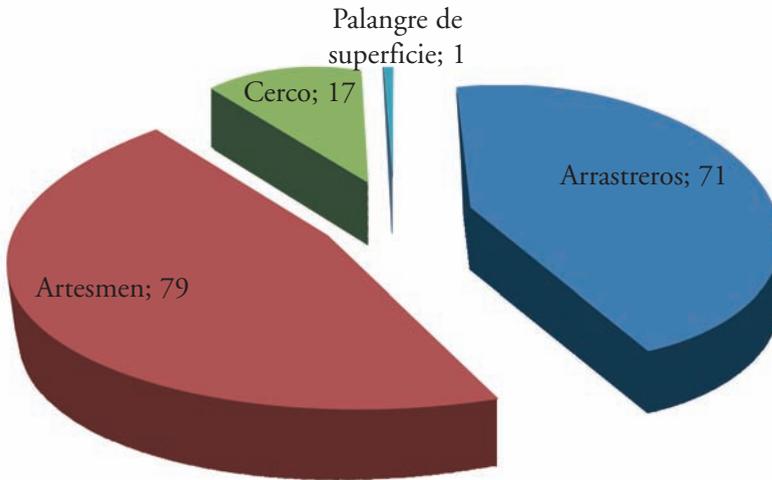
2.1.1 Artes de pesca

Para conocer en detalle la composición de las flotas existentes en las áreas de estudio, repartimos la flota pesquera en cinco categorías: arrastreros, artes menores, cerqueros, palangre de fondo y palangre de superficie (datos obtenidos de la base del MAPA en 2005, actual Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - MARM).

Provincias	Puertos	Arrastre	Artes men.	Cerco	Palangre de fondo	Palangre de superficie
Huelva	Isla Cristina	71	79	17	0	1
	Ayamonte	26	32	0	0	2
	Lepe	23	41	4	0	0
	Huelva	2	10	2	0	0
	Palos	0	2	2	0	0
	Punta Umbría	13	56	21	0	0
Cádiz	Chipiona	2	43	0	0	0
	Conil	0	75	0	0	0
	Sanlúcar de Barrameda	44	50	17	0	0
	El Puerto de Santa María	25	7	1	0	0
	Rota	1	42	0	0	0
	Cádiz	0	20	1	0	0
	Barbate	5	30	47	0	0
	Tarifa	0	66	4	12	15
Málaga	Algeciras	0	51	14	5	0
	Línea	0	105	1	2	0
	Estepona	9	75	10	0	0
	Marbella	6	34	8	0	0
	Fuengirola	11	50	5	1	0
	Málaga	18	46	9	2	0
Granada	Vélez-Málaga	19	55	16	2	0
	Motril	30	14	8	1	5
Almería	Adra	5	22	18	1	1
	Roquetas de Mar	0	22	2	2	2
	Almería	36	41	23	0	1
	Carboneras	4	20	7	4	40
	Garrucha	18	37	1	2	7
Murcia	Águilas	18	43	8	2	5
	Mazarrón	8	20	18	0	0
	San Pedro del Pinatar	1	75	7	0	1
	Cartagena	11	33	6	1	5
TOTAL		406	1296	277	37	85

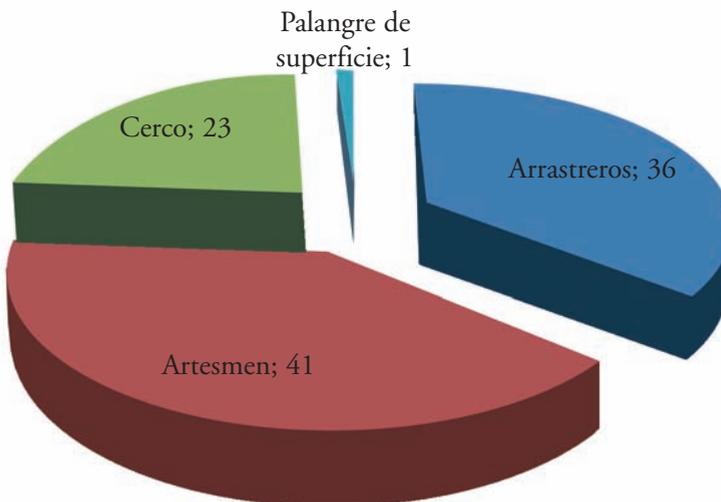
Si analizamos los datos facilitados por el Ministerio, podemos observar que el puerto de Isla Cristina (Huelva) tiene la flota de barcos con redes de arrastre más importante del Golfo de Cádiz y de toda Andalucía y parte del Levante, con más de 70 barcos registrados.

Flota pesquera del puerto de Isla Cristina (Huelva) en 2005



En el Mediterráneo, es el puerto pesquero de Almería el que cuenta con la flota de arrastre más importante, con más de 35 barcos.

Flota pesquera del puerto de Almería en 2005



En proporción con las flotas andaluzas y murcianas, los barcos arrastreros de Isla Cristina y Almería representan más del 26% de la flota de barcos con redes de arrastre.

2.1.2 Principales especies capturadas en Andalucía por las flotas estudiadas

Las flotas andaluzas, según datos facilitados por la Junta de Andalucía para 2005, habían capturado principalmente:

Especies comerciales	Peso (Kg)	(% s/Total)
Sardina	16.979.072	31,57
Merluza de Portugal	6.880.398	12,80
Boquerón	5.327.048	9,90
Caballa del Sur	4.467.289	8,30
Chirla	4.056.655	7,54
Caballas	4.049.895	7,53
Jureles	3.761.717	7,00
Pulpo	2.468.909	4,60
Bacaladilla	1.794.702	3,33
Corruco	1.702.549	3,16
Merluza	1.118.971	2,10
Gamba Blanca	383.910	0,71
Cigala	354.718	0,66
Gamba roja o Alistao	259.421	0,48
Langostino	169.359	0,32
TOTAL 2005	53.774.613	100

Datos presentados de las capturas realizadas en 2005 por las flotas pesqueras de Almería y de Isla Cristina (Huelva) respectivamente.

Especies comerciales	Peso (Kg)	(% s/Total)
Caballas	1.269.560	23,5
Sardina	1.005.369	18,6
Caballa	751.942	13,9
Jurel Mediterráneo	512.028	9,5
Gamba roja o Alistao	151.255	6,9
Merluza	108.855	3,3
Rapes	68.205	2,8
Gamba blanca	46.622	2,0
Camarones o Quisquillas	36.750	1,5
Cigala	23.958	1,5
TOTAL 2005	3.974.544	83,5

Cuadro 1 - Capturas de la flota pesquera de Almería – Año 2005 – Junta de Andalucía

Especies comerciales	Peso (Kg)	(% s/Total)
Sardinas	2.089.627	29,8
Chirla	1.426.821	20,4
Pulpos	1.071.850	15,3
Boquerón	305.721	4,4
Merluza	220.616	4,2
Choco	181.319	3,1
Cigala	127.653	2,6
Gamba blanca	127.326	2,2
Calamares	107.635	2,1
Calamarín picudo	59.395	1,8
TOTAL 2005	5.717.963	85,9

Cuadro 2 - Capturas de la flota pesquera de Isla Cristina (Huelva) – Año 2005 – Junta de Andalucía



Fotografía 1 – Arrastrero del Puerto de Isla Cristina (Huelva) en un caladero de Gamba blanca en el Golfo de Cádiz.



Fotografía 2 – Arrastrero del puerto de Almería faenando en un caladero de Gamba roja



Fotografía 3 - Flota con redes de arrastre del puerto pesquero de Almería



Fotografía 4 - Flota con redes de arrastre del puerto pesquero de Isla Cristina (Huelva)

2.2 El arte de pesca de arrastre

El arte es de tipo Baka de arrastre de fondo con puertas (ver fotografía 5), de tipo huelvano, de una longitud comprendida entre unos 60 y 70 m con 15 – 20 m de abertura horizontal (según la potencia que disponga el motor del barco). El tamaño de la malla de la red es de 40 mm.



Fotografía 5 – Maniobra con red de arrastre a bordo de arrastrero en Almería

Consiste fundamentalmente en una red en forma de calcetín que se remolca desde la embarcación manteniéndola abierta. De esta forma, todo lo que encuentra durante el recorrido queda atrapado en el interior de la red. Para mantener la red abierta durante la pesca, existen unas piezas metálicas o de madera, denominadas puertas, que ofreciendo resistencia al agua se mantienen separadas. Además, la parte superior de la boca de la red lleva flotadores, y la inferior va lastrada. Inicialmente, el arte del arrastre era remolcado por dos embarcaciones con el fin de mantener abierta la boca de la red. Actualmente lo hace una sola embarcación.

La maniobra destruye los fondos, donde crecen algas, plantas y otros organismos, ya que el arte está en contacto directo con el fondo marino y cada vez se usan artes que escarban más a fondo. Sería faltar a la verdad si no mencionáramos también, que el arrastre puede ser positivo en dosis adecuadas, ya que remueve la materia orgánica. Por ejemplo: en profundidades en las que apenas llega la luz solar produce un efecto beneficioso, descubriendo larvas, gusanos o pequeños crustáceos que sirven de alimento a especies interesantes y que podrían quedar enterradas por efecto de las corrientes o la sedimentación de los aportes terrestres. El arte de arrastre está en constante evolución y existen numerosas modalidades según las especies objeto de la pesca.

La maniobra se realiza por popa, lanzando el arte, la malleta, las puertas y la cantidad de cable que exige la profundidad de las aguas. Profundidad generalmente situada alrededor de las 355 fms (461 m) para Isla Cristina y 388 fms para Almería. La duración de los arrastres suele estar entre 4 y 6 horas, a una velocidad de 2,4 nudos.



Fotografía 6 – Arrastre de la red en el caladero de gamba roja (Almería)

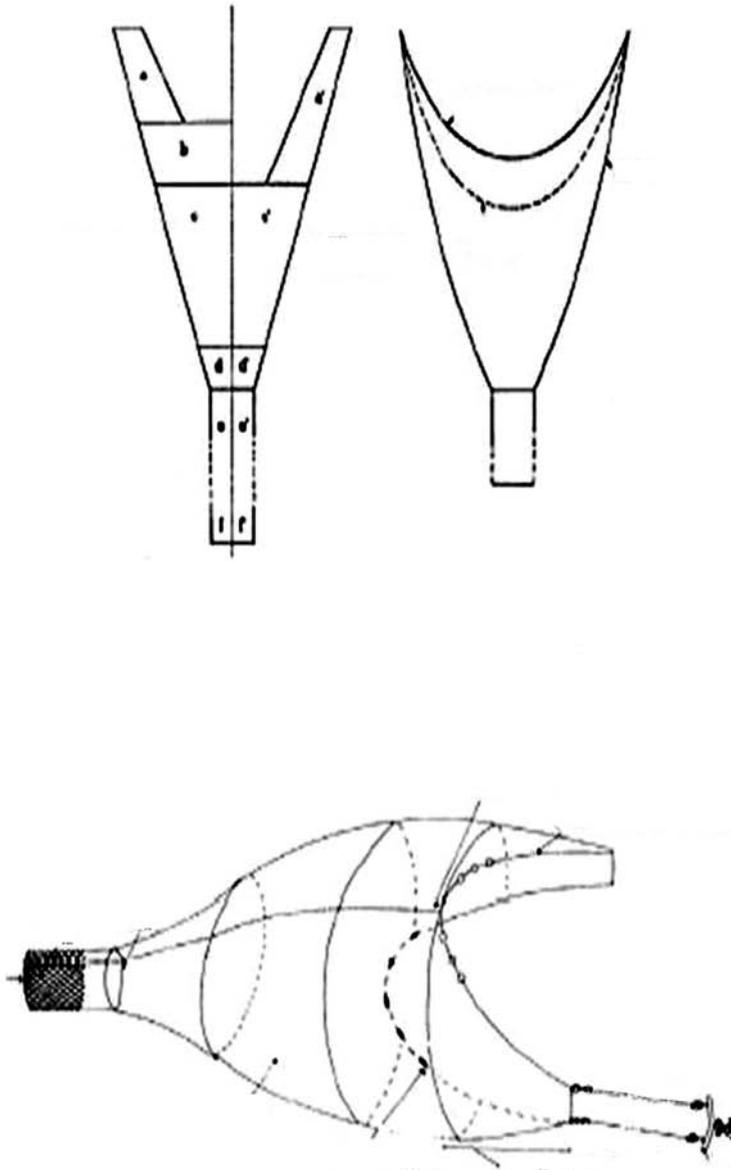


Figura 2 – Esquema de arte estándar de arrastre de fondo, idéntico al utilizado en Almería

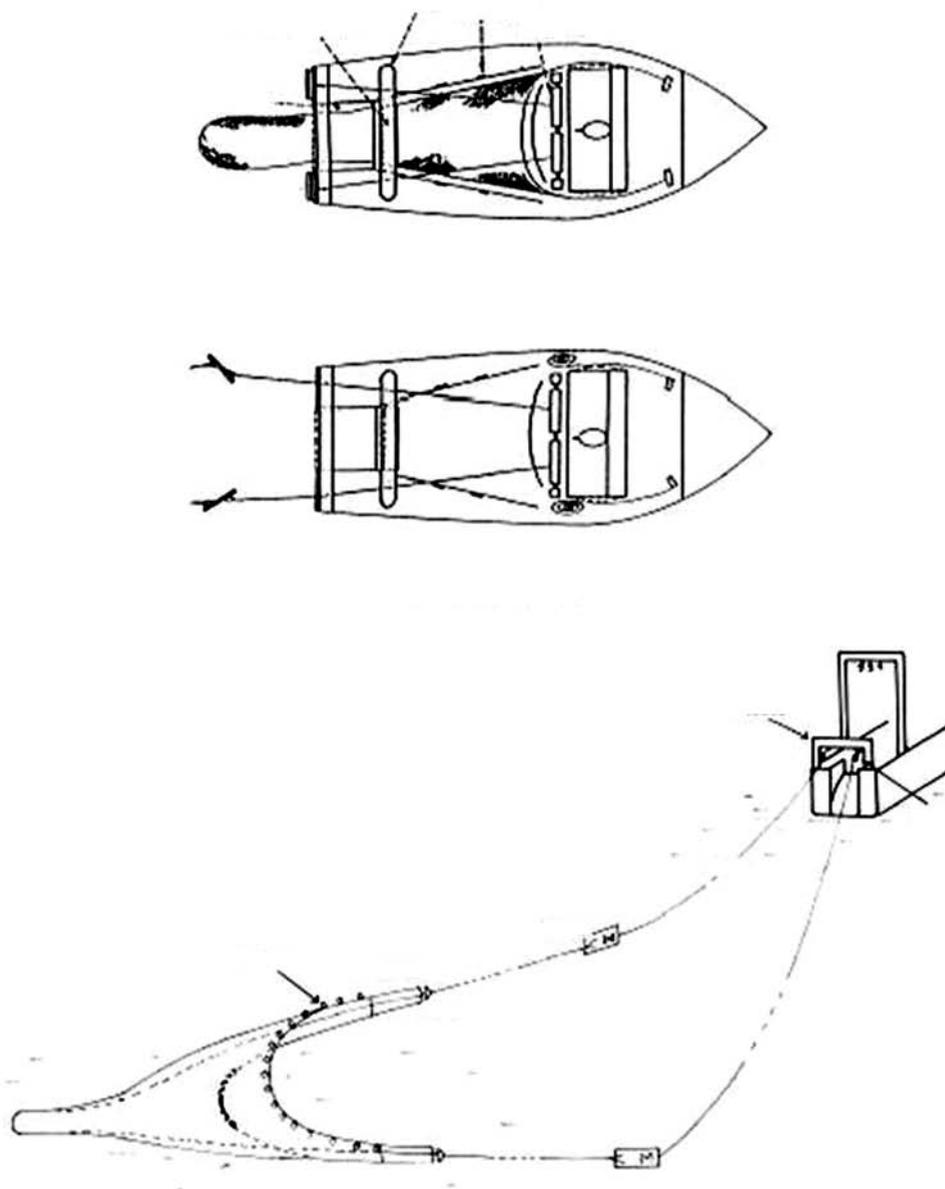


Figura 3 – Detalles del sistema de arrastre

3. Hidrografía del Golfo de Cádiz

Las zonas de estudio se caracterizan por ser las zonas marítimas que conectan por una parte el océano Atlántico y por otra, el mar Mediterráneo. En la parte atlántica, se observa la entrada de dos masas de aguas diferentes: el agua superficial atlántica (ASA) y el agua central atlántica (ACA) que se unen en el Estrecho de Gibraltar por la corriente del Golfo de Cádiz. En el lado mediterráneo de la salida del Estrecho de Gibraltar, observamos la masa de aguas mediterráneas (AM). Dichas aguas tienen mayor densidad y salinidad.

Hay que destacar la influencia de los ríos Guadalquivir y Guadiana asociados a zonas estuáricas y mariscales del parque nacional de Doñana en el Golfo de Cádiz, así como ríos menores como el Piedra, Tinto, Odiel y Barbate. Se detallará el patrón general de circulación superficial en el capítulo sobre características de las aguas con mayor y menor tasa de capturas de tortugas marinas.

4. Topografía del Golfo de Cádiz

El Golfo de Cádiz y su margen continental en particular se caracterizan por una gran extensión y una superficie plana en su centro. Se revela importante el fuerte hidrodinamismo en la distribución de los sedimentos en la plataforma.

Dicho hidrodinamismo es el responsable de la formación de grandes estructuras sedimentarias. La topografía del Golfo de Cádiz se caracteriza por la existencia de vastos fondos de naturaleza no consolidados (gravas, arenas, fangos) que permiten su explotación por las flotas de arrastre suratlánticas, con una gran amplitud tanto geográfica como batimétrica.

Existe una banda de afloramientos rocosos localizados entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Tinto, situados a lo largo del límite de la plataforma interna y media. Dichos afloramientos son de composición calcárea y se relacionan con antiguos cordones litorales preholocenos, que se ven rodeados por arenas gruesas y gravas de la misma composición.

Existe otra franja de afloramientos rocosos, esta vez, entre la desembocadura del río Guadalquivir y el estrecho de Gibraltar. Son de la edad pliocena y alcanzan el veril de los 40 m de profundidad. Los sustratos que componen la franja son duros y están compuestos por conglomerados con cantos de cuarzo y cuarcita, con un elevado contenido en moluscos y arenas calcáreas y restos de conchas.

Destacamos la existencia cerca de la costa en la plataforma interna, contorneando el Golfo de Cádiz, de una amplia franja arenosa que se extiende en el sector noroccidental.

Al sudeste, los fondos arenosos son bioclásticos y localmente coralinos. Un elemento de gran importancia para la pesca artesanal son los abundantes bajos, lajas y placeres en la plataforma interna, localizados dentro del veril de los 30 m de profundidad.

En las aguas afuera notamos la presencia de una amplia cobertura de fangos terrígenos cubriendo la mayor parte de la plataforma continental media y externa. Sin embargo, en el límite de la plataforma continental dominan los sustratos arenosos. Los fangos conocen una variación granulométrica en el gradiente batimétrico, que va de una franja de limos arenosos en las áreas próximas a las desembocaduras de los ríos, a limos finos de mayores profundidades.

En los fondos superiores a los 200 metros de profundidad, o sea en el talud continental, la compleja morfología submarina y el hidrodinamismo, explicado fundamentalmente por la interacción entre las corrientes profundas procedentes del Mediterráneo y las masas de agua hacia el este en la plataforma continental, controlan la dinámica y la distribución de los sedimentos.

Las arenas bioclásticas, silicoclásticas y fangosas, fangos arenosos y contouritas arenosas y fangosas, constituyen los principales tipos de sedimentos del área de estudio. El desarrollo de dichos sedimentos se ve relacionado por procesos gravitacionales y según las corrientes de salida de las aguas mediterráneas.

En cuanto al estudio de los sedimentos, podemos calificar 4 zonas:

1. Entre el litoral y los 70 m: arenas finas con algunos afloramientos rocosos de poca importancia.
2. Entre los 70 y 125 m de profundidad con una transición pequeña donde domina fangos plásticos.
3. A partir de dicha profundidad, observamos arenas fangosas (125-270 m) con corales de profundidad (*Dendrophyllia ramea*) en profundidades comprendidas entre los 130 y 150 m, que forman el borde del talud.
4. A partir de los 300 m, donde dominan arenas fangosas.

5. Hidrología del mar Mediterráneo

En primer lugar, estudiaremos la circulación superficial de las aguas del mar Mediterráneo que se forma de un complejo sistema de masas de agua. Dichas aguas se desplazan en sentido paralelo al ecuador, de oeste a este.

El mar Mediterráneo se caracteriza por un clima árido, lo que implica que domine la evaporación sobre la precipitación. Este déficit se ve compensado por la aportación de agua del océano Atlántico por el Estrecho de Gibraltar.

El Atlántico actúa como una reserva del Mediterráneo. Como consecuencia, las aguas del océano Atlántico circulan por el Mediterráneo sufriendo un aumento de la concentración de sales, por la evaporación, con gran influencia estacional. El aumento de la salinidad provoca que las aguas aumenten su densidad, hundiéndose paulatinamente. Así, en el extremo oriental del Mediterráneo las aguas se encuentran totalmente modificadas, volviendo hacia el Oeste en profundidad y apareciendo nuevamente en el Atlántico por el Estrecho de Gibraltar.

Como se ha indicado en la parte “Hidrología del Golfo de Cádiz”, en el Estrecho de Gibraltar existen como consecuencia dos corrientes superpuestas y de movimiento inverso: una corriente superficial de entrada de aguas atlánticas y una salida más profunda de aguas mediterráneas más densas.

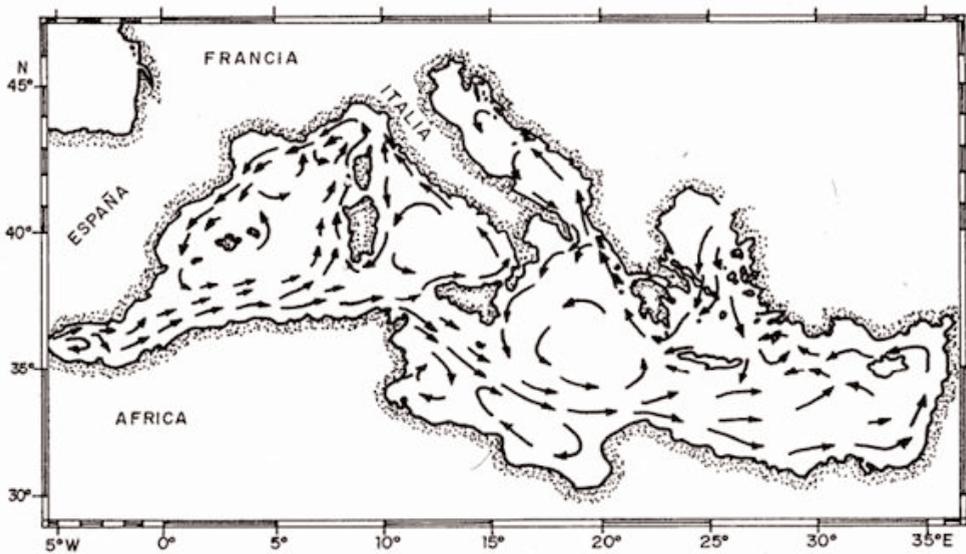


Figura 4 – Esquema de circulación general superficial de las aguas en el Mediterráneo. Tomado de Díaz del Río, 1991

La corriente superficial del océano Atlántico afectada por la fuerza de Coriolis la empuja hacia la derecha obligándola a discurrir pegada a la costa africana. Este proceso provoca una circulación tipo ciclónico en las diferentes cuencas de los puntos de entrada o de las áreas de formación de las masas de agua.

Para ilustrar el fenómeno, existe un gran giro ciclónico entre el Cabo de Gata y el Cabo de Palos que origina un desplazamiento de agua entrante en dirección O-E.

Las tres zonas hidrográficas e hidrodinámicas, que se diferencian y que entran dentro de la plataforma continental mediterránea española y francesa del Golfo de León, forman el límite occidental de la cuenca mediterránea. Estas son el mar de Alborán, la plataforma continental en el mar Catalo-Balear, y finalmente la correspondiente al Golfo de León. Enfocaremos el estudio sobre una de estas zonas, el mar de Alborán.

El mar de Alborán se caracteriza por una hidrodinámica dirigida esencialmente por el flujo de agua atlántica que entra por el Estrecho de Gibraltar.

Varios estudios realizados en la zona demuestran la existencia de diferentes estructuras para la circulación general. Todos comparten una división del mar de Alborán en dos zonas:

- la occidental, que se caracteriza por un giro ciclónico permanente.
- la oriental, con mayor variabilidad con giros puntualmente ciclónicos o anticiclónicos de posición e intensidad variable, dependiendo de la formación normal o anormal del frente Almería-Orán (Figura 5).

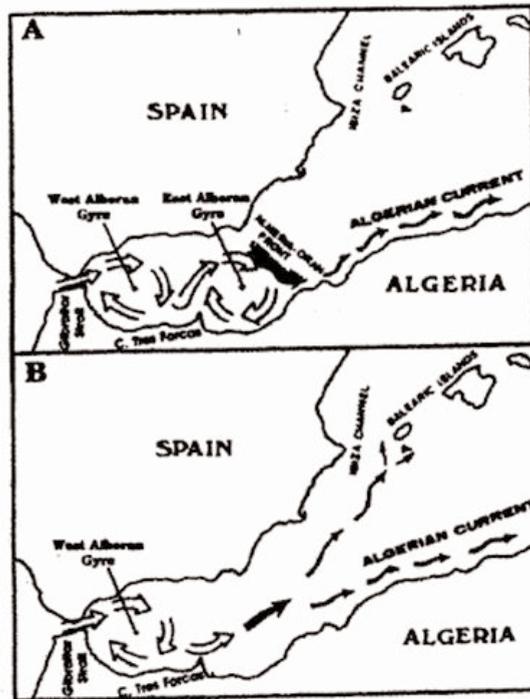


Figura 5 – Patrones de circulación de las Aguas Atlánticas en el mar de Alborán y en la Cuenca Argelina. A) situación normal, con el frente Almería - Orán formado, B) situación anómala, sin presencia del frente. López-Jurado et al, 1996

Todo lo dicho anteriormente es a grandes rasgos una visión general de la circulación superficial en el Mediterráneo español. El estudio de la columna de agua hasta 500 m de profundidad concluyó en diferentes características en cuanto a temperatura y salinidad, debido a la presencia y existencias de diferentes masas de agua con termohalina propia para cada una de ellas.

Podemos diferenciar varias masas de aguas:

1. Las *Aguas Atlánticas (AW)* entran en superficie del océano Atlántico mediante el Estrecho de Gibraltar, tal como se explicó anteriormente.
2. Las *Aguas Atlánticas Locales (LAW)* son aguas modificadas, en principio más frías y saladas que las de origen y se encuentran generalmente entre 0 y 300 m de profundidad. Se mueven según la circulación general ciclónica. Baján paralelamente a la costa española en dirección sur, formando la corriente catalana, y pasando por el canal de Ibiza hacia el sur, con alguna deflexión hacia el Norte.
3. Las *Aguas Atlánticas Modificadas (MAW)* son el resultado de la mezcla entre aguas atlánticas (AW) y aguas mediterráneas (MW) presentes en la cuenca argelina. Las encontramos en superficies comprendidas entre 0 y 150 m penetrando en la cuenca balear del Sur de los canales de las islas.
4. Las *Aguas Levantinas Intermedias (LIW)* que se forman por evaporación y que retornan desde el Mediterráneo oriental por un giro anticiclónico, a lo largo de la costa norte del Mediterráneo. Las solemos observar en la zona intermedia, hasta profundidades que pueden alcanzar los 700 m con altos niveles de sal y temperatura elevada.
5. Las Aguas Intermedias de Invierno (WIW) y las Aguas Profundas (DW) son masas de agua estacionales, concretamente invernales, que se forman en un primer caso, en el norte del mar Balear y en un segundo caso, en el Golfo de León y mar Ligur. Las “Aguas Intermedias de Invierno” se localizan en una capa intermedia y se pueden dirigir hacia el sur del mar Balear por el canal de Ibiza, mientras que las Aguas Profundas se encuentran en la capa de fondo del Mediterráneo Occidental desconociéndose en detalle su circulación.

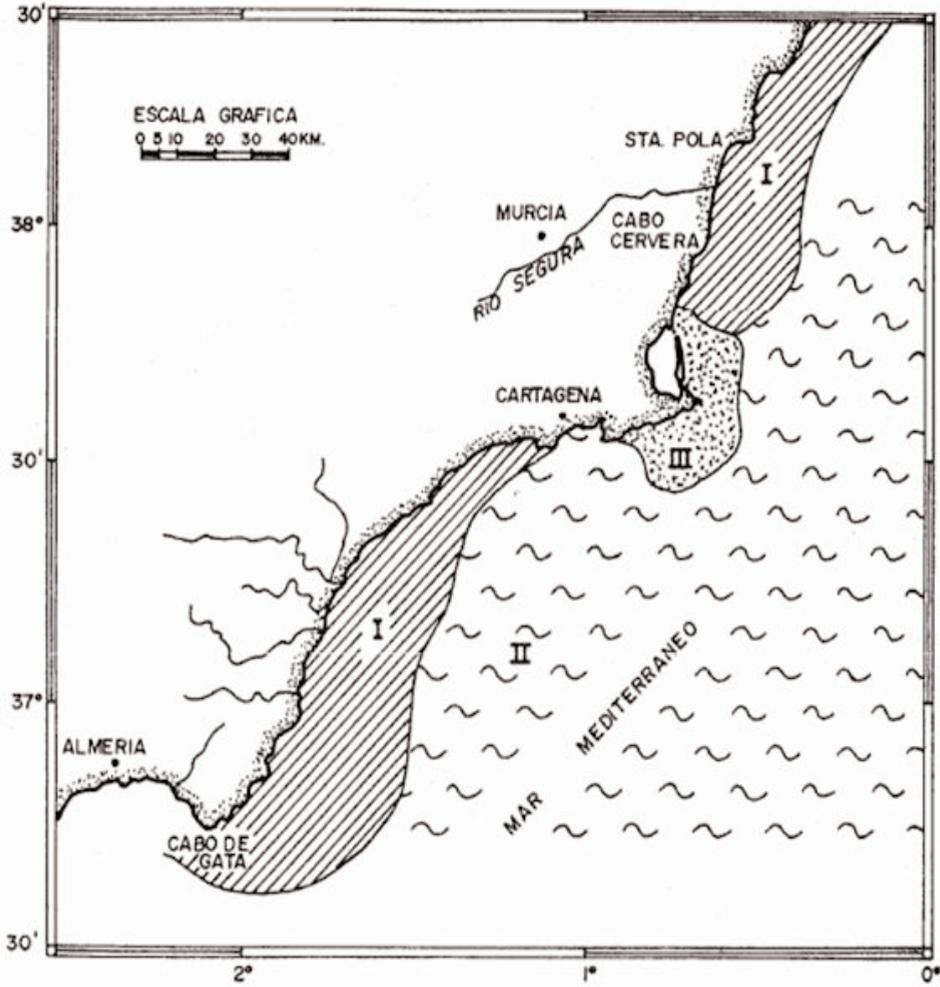


Figura 6 – Masas de agua superficiales localizadas en la zona de estudio (Cabo de Gata); la masa de agua I es más salada que la II (masa atlántica) mientras que la III tiene influencias de aguas hipersalinas del mar Menor. Tomado de Díaz del Río, 1991

6. Topografía del mar Mediterráneo

La superficie del mar Mediterráneo es de aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados, y está situado entre Europa y África. Al Oeste, el Estrecho de Gibraltar es el punto de unión del océano Atlántico y el mar Mediterráneo y al este es el Estrecho del Bósforo a través de los Dardanelos el que une el mar Mediterráneo con el mar Negro.

El mar Mediterráneo tiene una profundidad máxima de 5.093 m en la Fosa Helénica, y posee una profundidad media próxima a los 1.500 m. Notamos grandes diferencias según la zona analizada. La cuenca mediterránea se divide en varias subcuencas separadas entre ellas por altas estructuras, penínsulas o islas.

Conocemos la actual cuenca mediterránea occidental tras una serie de complejas interacciones de convergencia de las placas africana y euroasiática, con un posterior relleno sedimentario.

Hoy en día, distinguimos cinco unidades morfológicas:

- Plataforma continental
- Talud continental
- Glacis continental
- Llanura batial
- Mar de Alborán

Destacamos dos unidades de gran importancia para el presente proyecto: la Plataforma Continental y el Talud Continental.

La superficie de la Plataforma Continental es ocasionalmente irregular y de anchura variable, con una formación basada principalmente en sedimentos recientes (Neógeno y Cuaternario) que se depositaron sobre una superficie erosiva Messiniense.

Los sedimentos aluviales aportados por los ríos de la Cuenca, Ródano y Ebro, forman extensas plataformas en los Golfos de León y de Valencia. La Cuenca Neógeno-Cuaternaria de Valencia se prolonga aguas afuera sobre la plataforma continental, con una capa de sedimentos de gran dimensión y que se adapta al sustrato con pequeños pliegues tendidos que se orientan hacia el Sistema Ibérico.

Estas características se repiten frente a la Cuenca periférica Neógena de Murcia, entre el Cabo de Huertas y el Cabo de Palos.

La plataforma continental tiene una pendiente de un 0.33 %, localizándose la ruptura de pendiente a los 110 m de profundidad aproximadamente, con variaciones de unas zonas a otras del Mediterráneo occidental, superando los 200 m frente a Córcega y con menos amplitud de forma significativa desde Cabo de Palos hasta el Estrecho de Gibraltar.

En cuanto al talud continental, éste no tiene características topográficas uniformes en el Mediterráneo Occidental, puesto que en unas zonas dispone de un sustrato rocoso y en otras partes de una capa de sedimentos que atenúa el relieve. Las pendientes del talud son, en general, elevaciones comprendidas entre 6° y 10°, de la ruptura de pendiente de la plataforma, hasta los 2.000 m de profundidad aproximadamente.

Los márgenes continentales cercanos a sistemas montañosos tienen una pendiente de talud muy pronunciada, alcanzando los 15° en algunas zonas (Alpes ligúricos, Córcega, Argelia, etc). Al contrario de los márgenes situados en las zonas de propagación, el talud tiene una bajada suave, sin relieves de importancia, como en el Golfo de León, mar Catalán y Levante ibérico.

Existen accidentes en el talud que se revelan de gran importancia y que se caracterizan por surcos excavados o desarrollados a partir del borde de la plataforma, aguas afuera, y que constituyen los valles y cañones submarinos.

Los Cañones submarinos los forman valles de morfología abrupta, estrechos, con sección transversal tanto en “V” como de fondo plano. Dichos cañones empiezan en las proximidades de la costa, en la plataforma continental o en las zonas superiores del talud continental.

Su formación se ve condicionada por varios mecanismos que van desde procesos sedimentarios y erosivos, a procesos de tipo tectónico. Consideramos una erosión submarina efectuada por una combinación de procesos de transporte de sedimentos por diversas formas (corriente de turbidez), en zonas favorecidas por las directrices estructurales, asociada a una erosión subaérea en los casos en que su cabecera corta la plataforma continental.

La existencia de accidentes estructurales, situados en el margen continental y de ríos en el continente, son, a veces, motivos determinantes para la génesis de los cañones submarinos.

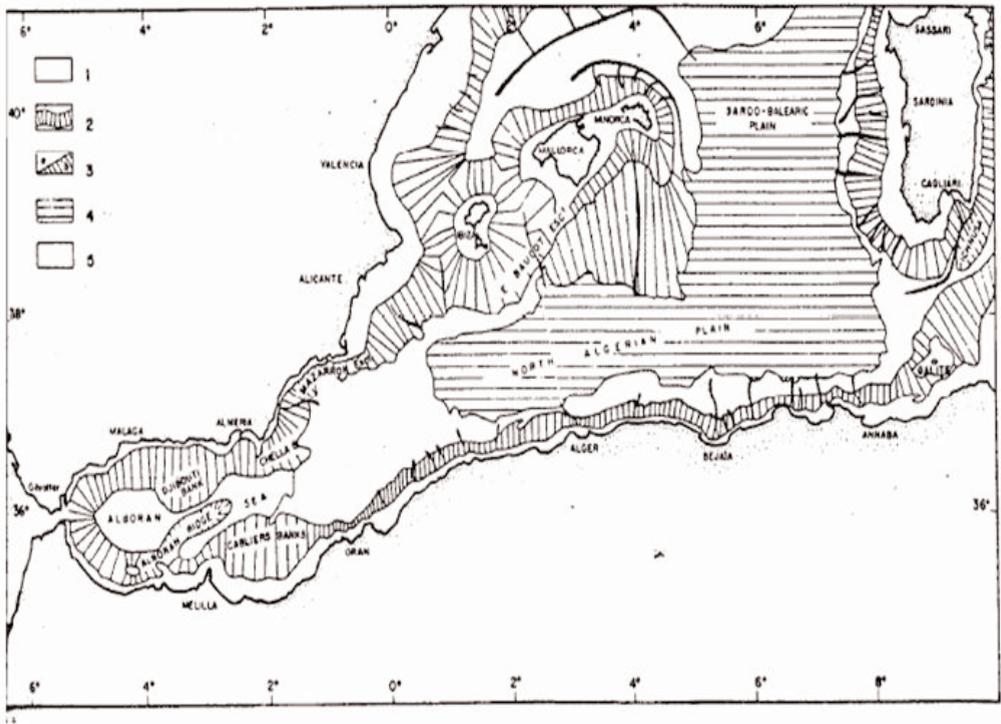


Figura 7 – Esquema de las unidades fisiográficas de la Cuenca Mediterránea Sur-Occidental: 1) Plataforma continental, 2) Talud, 3) Glacis Continental, 4) Llanura batial, 5) Cuenca de Sedimentación. Tomado de Díaz del Río, 1991



BIOLOGÍA DE LAS TORTUGAS MARINAS

1. INTRODUCCIÓN – BREVE RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

Actualmente tenemos censados unos 75 géneros y más de 220 especies de tortugas, de las cuales 6 géneros y 8 especies son tortugas marinas (véase Cuadro 3).

Generos	Especies	Subespecies	N. Común
<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>	<i>caretta</i>	Boba
<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>	<i>gigas</i>	Perica
<i>Chelonia</i>	<i>mydas</i>	-	Blanca
<i>Chelonia</i>	<i>agassizii</i>	-	Prieta
<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>	<i>imbricata</i>	Carey
<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>	<i>bissa</i>	Carey
<i>Lepidochelys</i>	<i>kempii</i>	-	Lora
<i>Lepidochelys</i>	<i>olivacea</i>		Golfina
<i>Dermochelys</i>	<i>coriacea</i>	<i>coriacea</i>	Laúd
<i>Dermochelys</i>	<i>coriacea</i>	<i>sclegelii</i>	Tinlada
<i>Natator</i>	<i>depressus</i>		Kikila

Cuadro 3 – Distribución de las especies y subespecies de tortugas marinas (Márquez, 1990)

Las tortugas marinas han existido desde hace como mínimo 200 millones de años, en el período Triásico, incluso antes de que los grandes reptiles acuáticos, terrestres y voladores dominaran la Tierra. La mayoría de estos grandes reptiles se extinguieron entre el Cretácico (unos 13 millones de años) y principios del Cenozoico (unos 65 millones de años). No disponemos de muchos restos fósiles de las formas más primitivas de las tortugas y hoy en día es difícil conocer la evolución que sufrieron a lo largo de los períodos pasados. Se descubrieron restos fósiles de reptiles del período Pérmico Superior y en otros periodos posteriores, cuya observación y análisis llegaron a la conclusión de que podrían emparentarse con las tortugas actuales.

Pero es en los sedimentos de mediados y finales del periodo Triásico (hace unos 200 millones de años) donde se descubren fósiles claramente identificados como tortugas y es a partir de esta fecha cuando evolucionan, en particular las que pertenecen al suborden Amphichelydia.

Dicho suborden incluye a la mayoría de las tortugas de la era Mesozoica, como las del grupo *Proganochelys*, tortuga posiblemente semiacuática. Los fósiles muestran el caparazón con su forma actual y con elementos óseos suplementarios que todavía poseen algunas tortugas terrestres africanas y a veces la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*).

El género *Triassocheles*, muy común en el Triásico superior en Europa, pertenecía al grupo anterior. En el Jurásico, las formas del suborden Amphichelydia seguían siendo las dominantes, con especies como las del género *Meiolania*, tortugas gigantes terrestres que tenían cuernos en la cabeza y la cola terminada en una armadura ósea dotada de pinchos.

Numerosas formas del último grupo indicado, se extinguieron en el Cretácico Superior, cuando en Norteamérica existieron las gigantescas tortugas marinas. Se incluyen en el suborden Cryptodira como por ejemplo *Archelon*, con una longitud de 3 metros y una envergadura de más de 4 metros a nivel de las aletas anteriores y *Protostege*, de dimensiones similares.

Los fósiles de las dos especies tenían placas costales del caparazón muy angostas. Como consecuencia, presentaban amplias fontanelas transversales y escudos córneos que cubrían posiblemente el caparazón de casi dos metros de largo, así como el plastrón, de modo similar a como ocurre en las tortugas actuales (ver Figura 8).

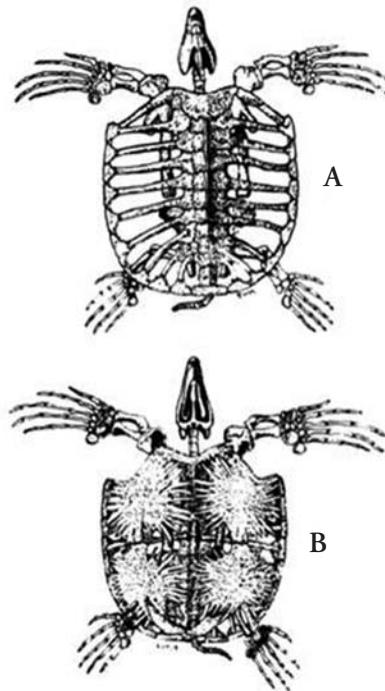


Figura 8 – Archelon. A) Vista dorsal; B) Vista ventral. Dibujo adaptado de Wieland, 1902, Romer, 1956 y Pritchard 1979

A finales del Jurásico y principios del Cretácico aparecieron y se diversificaron las tortugas, que ya en la época disponían de las principales características de las especies actuales.

La familia Cheloniidae incluye a las tortugas marinas actuales. Los primeros individuos del grupo aparecieron a finales del Mesozoico en el Cretácico superior (hace unos 100 millones de años), con un gran número de géneros que se extinguieron antes de que se terminase el Cenozoico, quedando en la actualidad sólo 5 géneros con 7 especies.

El origen de la familia Dermochelyidae no está claramente determinado. Desde el Cenozoico, a partir del Eoceno, se encontraron individuos de cuatro géneros, pero hoy en día sólo permanece una especie del género *Dermochelys*, que se originó en el Mioceno hace unos 25 millones de años.

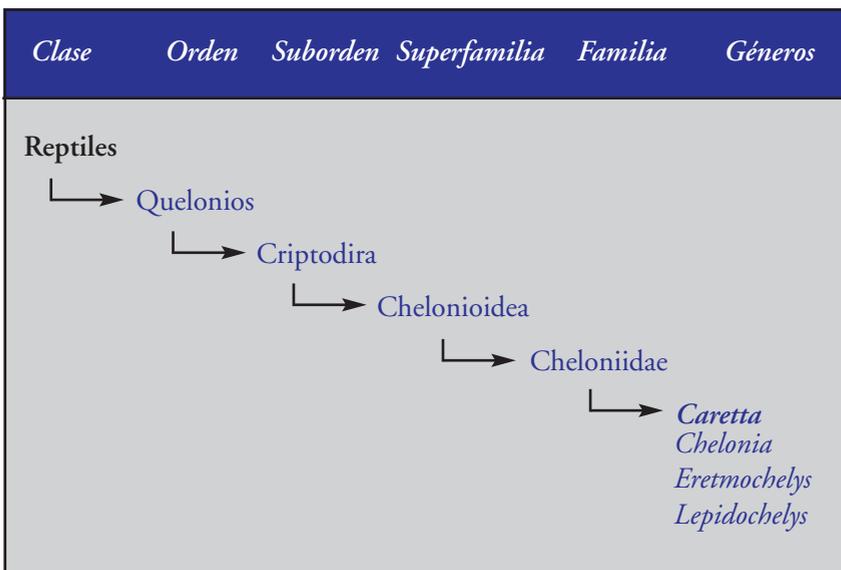
Según las clasificaciones modernas, las tortugas se incluyen en el Orden Testudinata, con tres subórdenes reconocidos: Amphichelydia, Cryptodira y Pleurodira.

Los individuos del suborden Amphichelydia, todos extintos, vivieron sobre todo en el periodo Mesozoico, algunos llegaron hasta el Plioceno y Pleistoceno. Se caracterizaban por tener un cuello poco o nada retráctil. No está muy clara su taxomanía. Se dividía en 9 familias con 47 géneros.

Las tortugas del suborden Pleurodira, con un cuello retráctil en el plano horizontal, sólo se ven representadas hoy por individuos de agua dulce del hemisferio sur. Están agrupadas en 13 géneros con 50 especies.

Por último, el suborden Cryptodira agrupa las tortugas con cuello retráctil en el plano vertical. En este grupo se encuentra la mayoría de los géneros vivos e incluye a todas las especies de tortugas marinas. Hoy en día, contamos 10 familias con 62 géneros y 173 especies, distribuidas en los climas tropicales, subtropicales y templados.

El cuadro siguiente indica la descripción sistemática de las tortugas marinas:



Cuadro 4 – Descripción sistemática de los quelonios – Según Grasse, 1970

2. BIOLOGÍA DE LAS TORTUGAS MARINAS

1. Descripción Morfológica y Fisiológica

1.1 Características morfológicas

Las especies de la clase Reptiles son animales vertebrados de respiración pulmonar y sangre fría (poiquilotermos). Además, gozan de mecanismos metabólicos y conductas que ayudan a regular la temperatura del cuerpo.

A los anfibios les caracteriza el hecho de que su piel siempre está húmeda. Las tortugas, al contrario, tienen la piel seca, casi sin glándulas con una protección de escamas córneas, cuyo espesor varía entre delgado hasta muy grueso (escudos). Dichas propiedades les permiten salir del agua sin temer el desecamiento. Tampoco sufren mudas de piel como las serpientes y lagartijas. Las tortugas presentan una descamación continua por el desgaste normal de la epidermis.

La principal característica de las tortugas reside en el caparazón, que les ha permitido escapar a una buena parte de sus depredadores. Esta protección se forma dorsalmente por el caparazón y ventralmente por el plastrón, unidos uno al otro por los puentes. Dicha estructura se compone de placas óseas dispuestas como un mosaico y que arriba forman una bóveda, cubierta por escudos córneos. Tiene dos aperturas, una en la parte delantera para la cabeza y los miembros anteriores y atrás, hacia abajo, para la cola y los miembros posteriores.

La existencia del caparazón y su papel confiere a las tortugas propiedades defensivas ventajosas y hace que sea un animal que haya podido sobrevivir en las diferentes eras geológicas hasta llegar hasta nuestra era, en tal abundancia que refleja el éxito de su morfología y de su evolución. Sin embargo, el hombre está poniendo en peligro dicho éxito y esta hazaña de la naturaleza, amenazando la supervivencia de las especies.

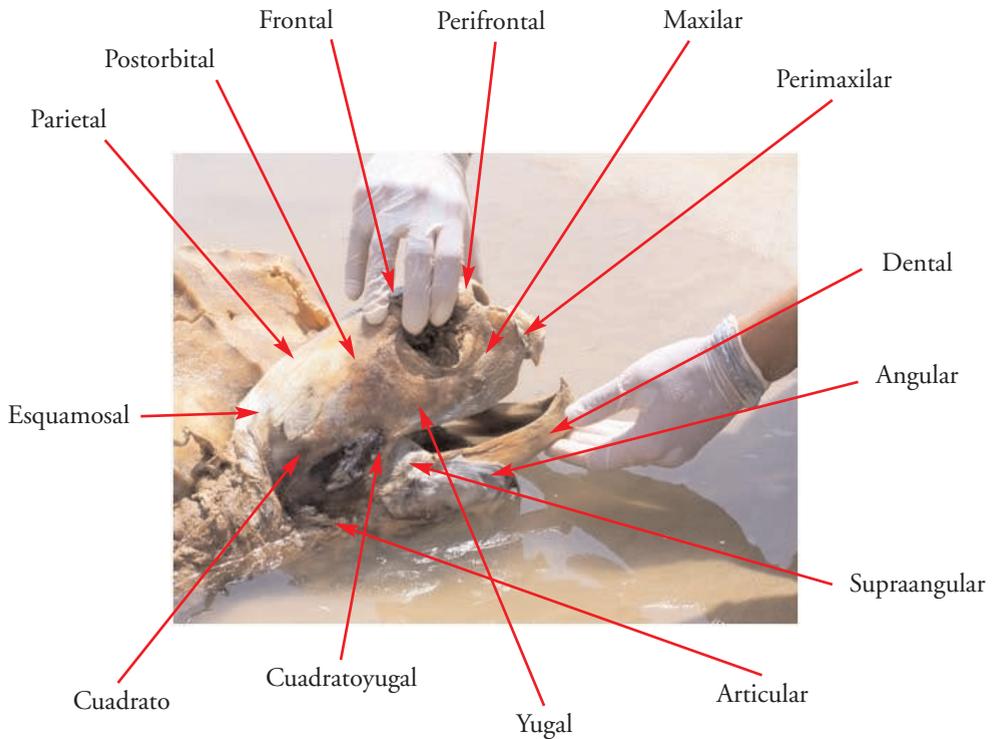
La evolución del caparazón ha permitido pasar de escamas córneas de la concha a gruesos y duros escudos que protegen mejor al animal. Todas las tortugas marinas no gozan de dicha evolución, puesto que las de la familia Dermochelyidae, con un único representante, la tortuga laúd (*Dermochelys*), en vez de tener una concha dura ósea, dispone de un mosaico de pequeños huesos poligonales, que no están fijados al esqueleto axial. La piel de esta especie es un excelente aislante térmico, por su gran contenido en grasa, lo que les permite nadar en mares templados o fríos, donde ninguna otra especie de tortuga podría permanecer durante largos periodos. Al igual que el caparazón, también el plastrón ha sufrido modificaciones evolutivas, con una progresiva simplificación a una forma más reducida.



*Fotografía 7 - Ejemplo de piel de una tortuga laúd (*Dermochelys coriacea coriacea*) encontrada en las Playas de Matalascañas (Huelva) – Agosto de 2007*

Las tortugas se reproducen mediante huevos con cáscara, que puede estar ligera o completamente calcificada. Dichos huevos se conocen como del tipo amniota, que tienen diferentes membranas embrionarias, como las aves y mamíferos. Estas membranas, el amnios y el alantoides, contienen nutrientes líquidos necesarios para el desarrollo del embrión, proporcionándole un medio acuoso con características estables. Dichas propiedades incrementan la supervivencia de la nueva generación y permite a los padres ahorrar energía y reserva, poniendo como consecuencia menos huevos y permitiendo una reproducción continua.

La cabeza de las tortugas está cubierta de escamas córneas, no presenta dientes en los maxilares, sino una vaina córnea similar al pico de las aves, llamada ramphoteca o tomium, que permite romper conchas de caracoles y almejas o cortar limpiamente los pastos marinos.



Fotografía 8 – Descripción de las diferentes partes del cráneo de tortuga Laúd (Dermochelys coriacea coriacea) encontrado en las Playas de Matalascañas (Huelva) – Agosto de 2007

El sistema auditivo de las tortugas no está muy desarrollado por carecer de la parte externa. La parte interna está conectada con el oído medio a través de la columela, por detrás y encima del ángulo posterior de la mandíbula hasta llegar al tímpano (muy difícil de detectar externamente).

El esqueleto del cuerpo de las tortugas marinas tiene características muy especiales, ya que el caparazón se forma con el crecimiento de placas óseas de origen dérmico que se fusionan dorsalmente a las costillas y a las vértebras. El conjunto forma una estructura de notable rigidez.

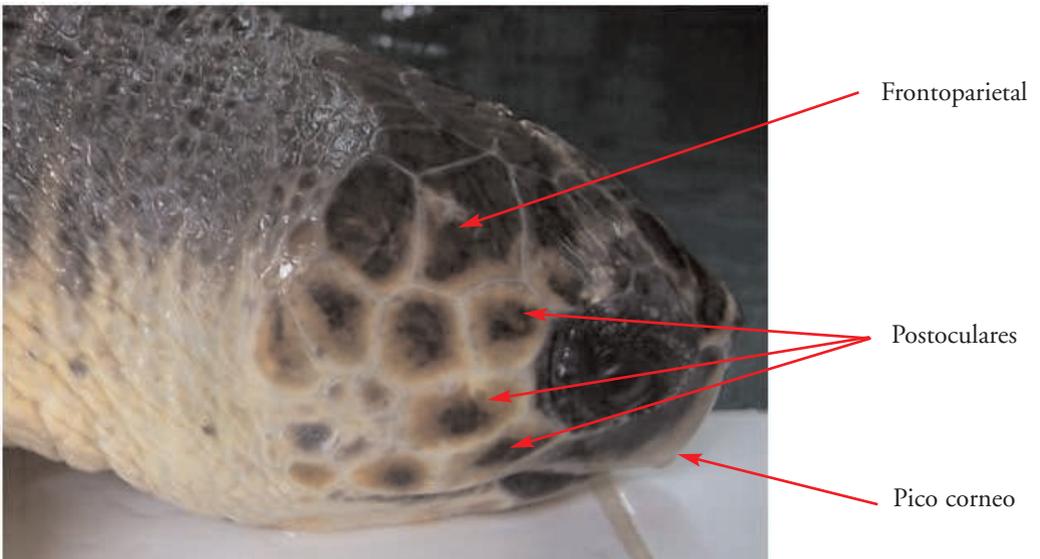
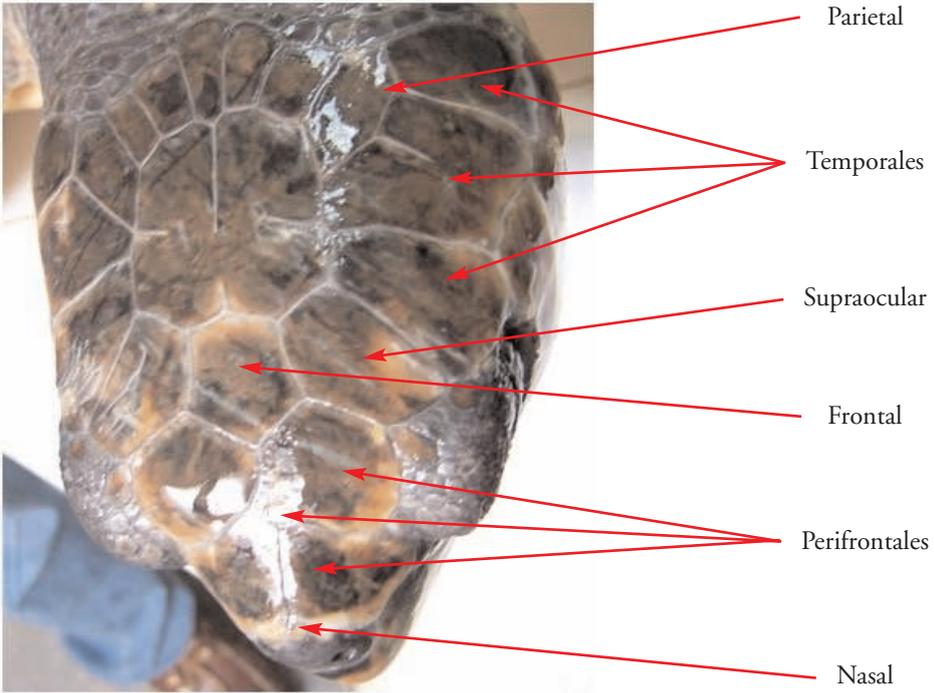
Lo mismo ocurre lateralmente con la parte ventral (plastrón), que está totalmente soldada al caparazón en las tortugas terrestres, pero sólo parcialmente mediante tejido cartilaginoso en las marinas. Ello permite cierta distensión en dirección vertical, y facilita los movimientos de la respiración. Al tener el cuerpo dentro de una estructura rígida, los huesos de las cinturas pectoral y pélvica se quedaron dentro del mismo. Las clavículas e interclavículas se fusionaron al plastrón y los huesos que forman las cinturas pectoral y pélvica adoptaron una morfología particular.

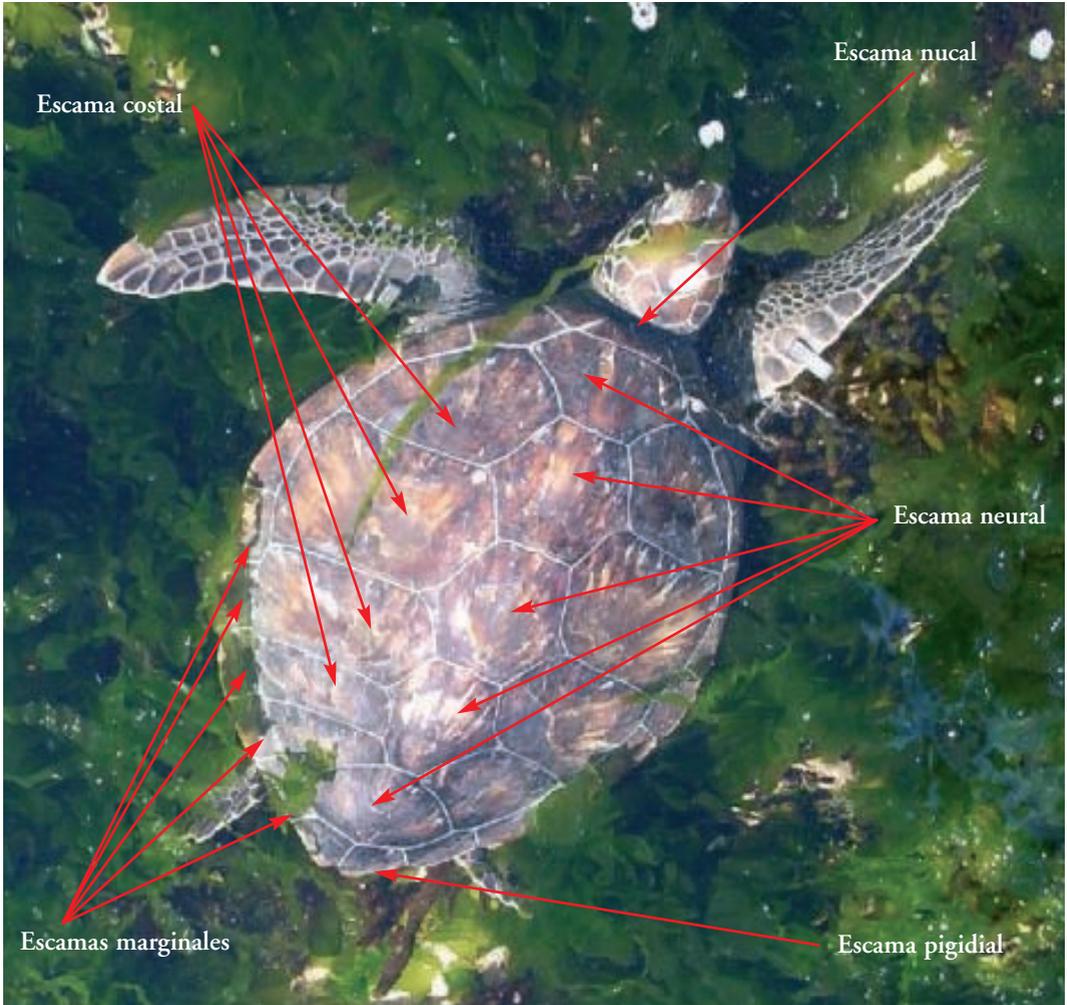


Fotografía 9 - Vértices (parte superior) y otros huesos de una aleta (parte inferior) de una tortuga boba (Caretta caretta) encontrados en las playas de Matalascañas (Huelva) – Octubre de 2007

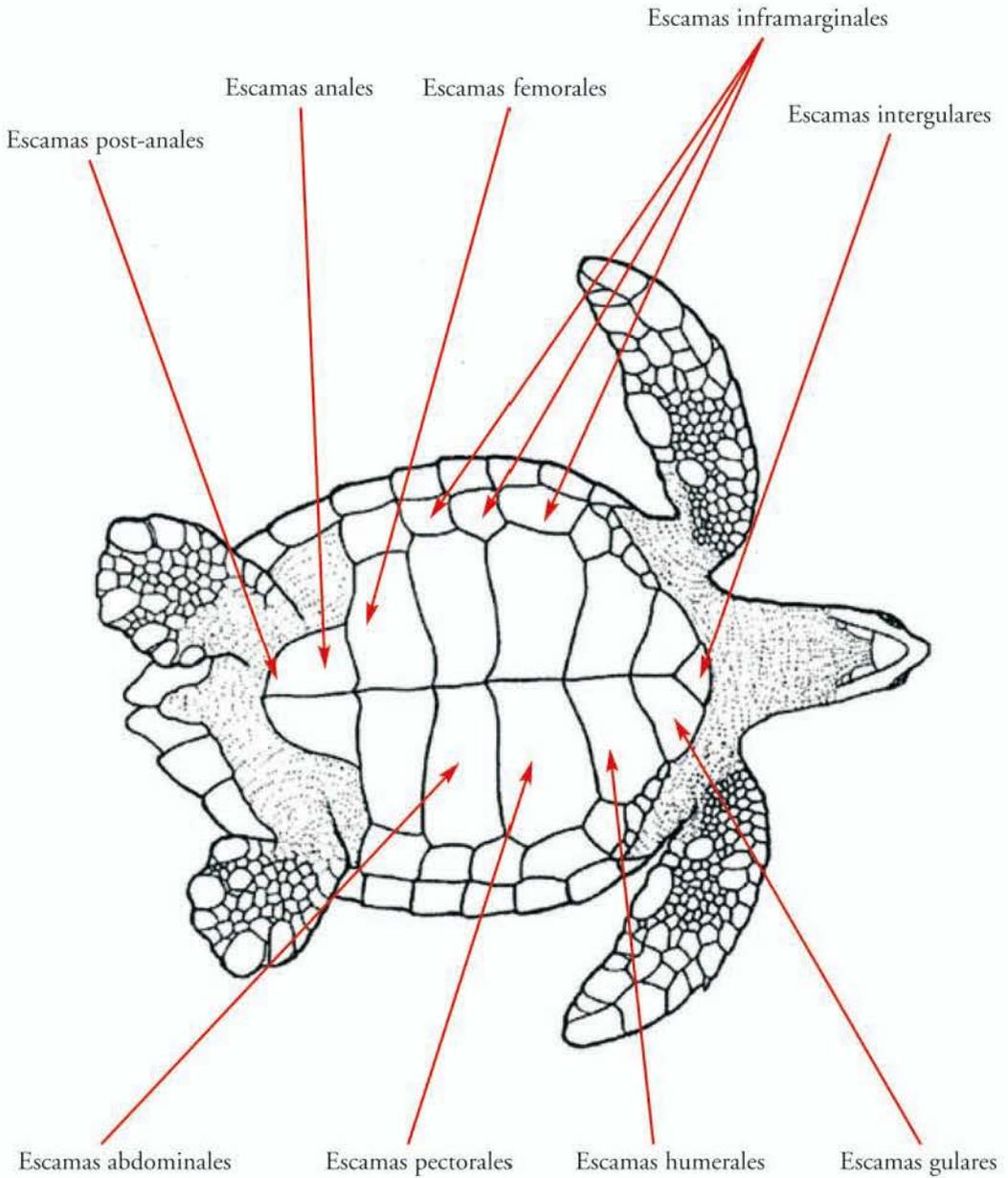
Las tortugas marinas tienen las extremidades en forma de remos, con los dedos unidos y muy largos, solamente con una a dos garras reducidas. La cola, corta en hembras y larga y prensil en machos, es un apéndice cónico cuya base ventral dispone de un único agujero cloacal. En tortugas, la retracción de las aletas es casi nula, de la misma manera que la cabeza, el cuello y la cola.

La mayoría de los reptiles poseen corazón de tres cavidades, dos aurículas y un ventrículo parcialmente dividido por el septum; los cocodrilos son los únicos reptiles que tienen el ventrículo totalmente dividido, dando lugar a un corazón con cuatro cavidades.

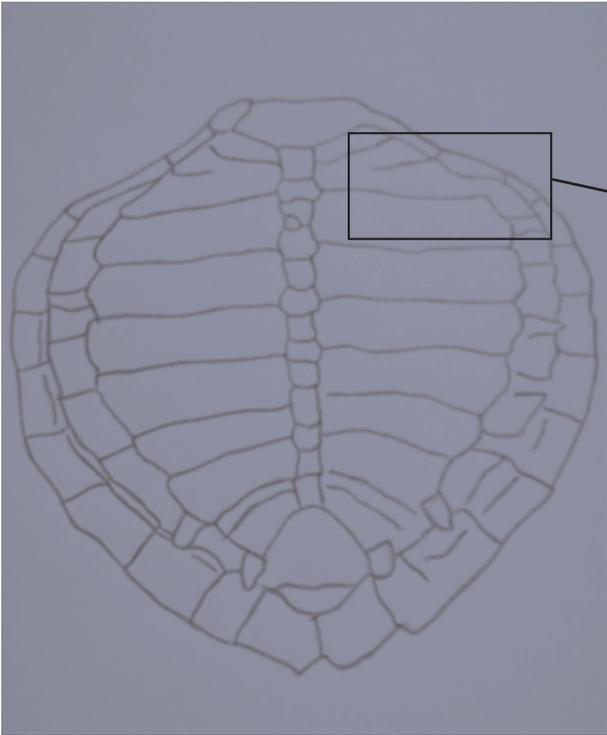
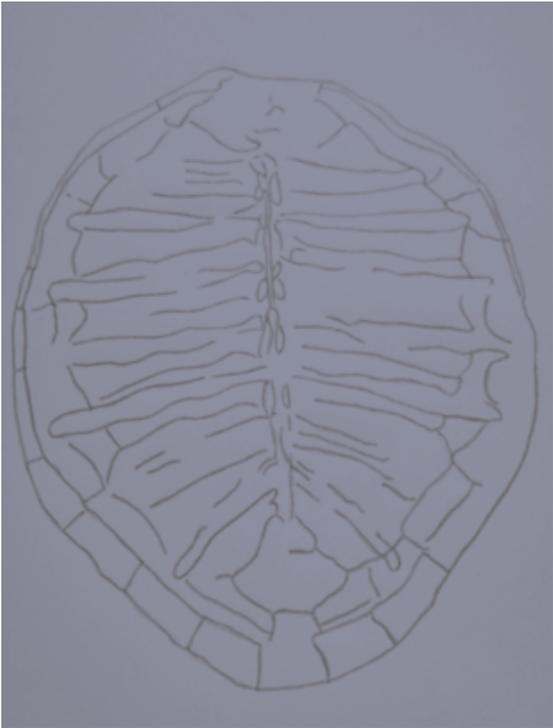




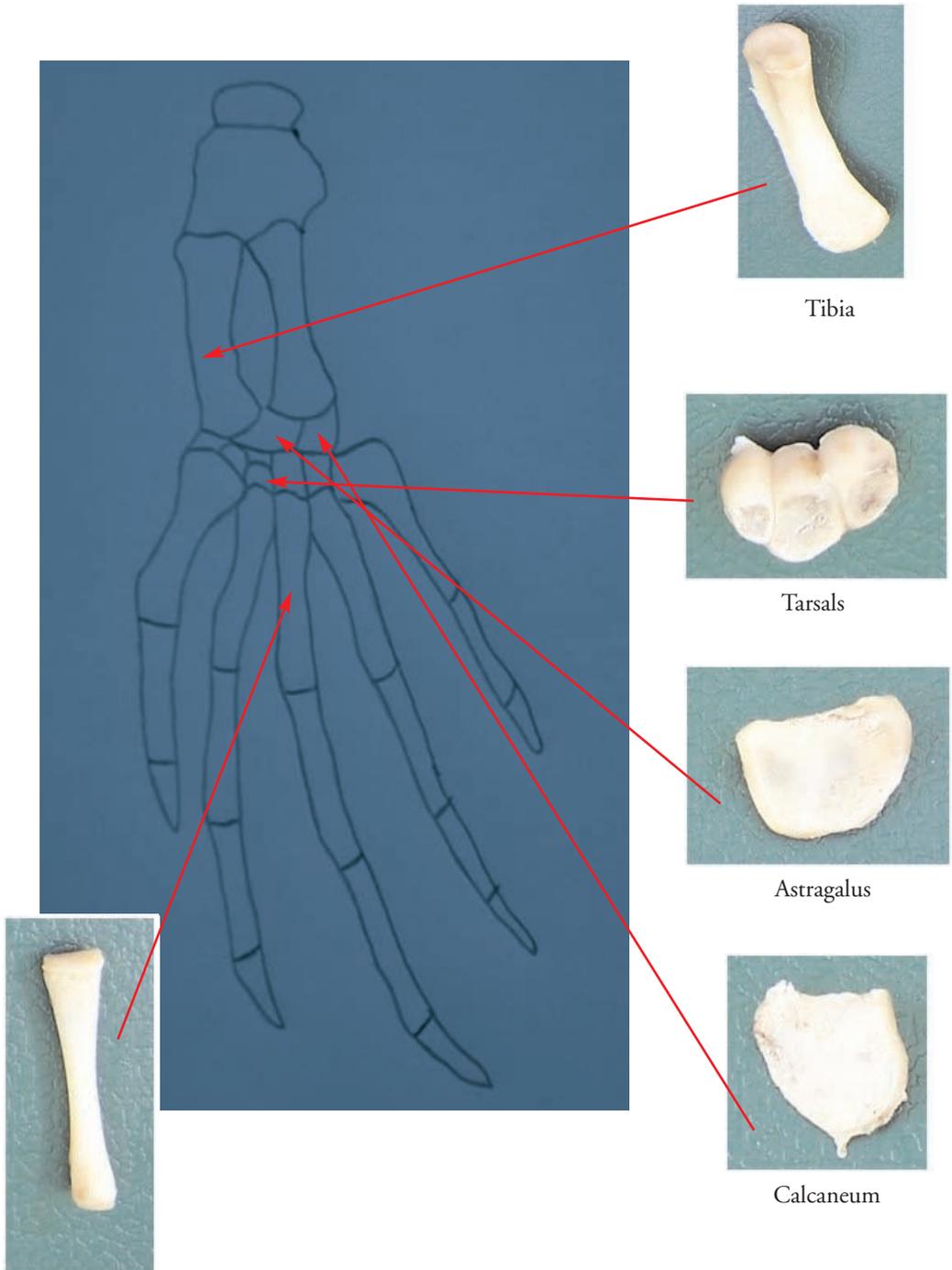
Escudos córneos (caparazón). Foto Karumbé



Escamas córneas (plastrón).









1.2 La respiración

Los pulmones de las tortugas marinas están adheridos a la superficie dorsal interna del caparazón. La ausencia de diafragma, así como de movimientos de la caja torácica para llevar a cabo la inhalación y exhalación, ha implicado el desarrollo de mecanismos accesorios, como el bombeo gular para ayudar a la entrada y salida de aire de los pulmones.

Parece ser que en el mecanismo de la respiración de las tortugas marinas podría intervenir cierto movimiento del plastrón, a diferencia de la mayoría de las demás tortugas. Esta flexibilidad se localiza en la línea media y en los puentes, por la existencia de tejido conectivo cartilaginoso. En el agua, las tortugas marinas podrían respirar por exhalación pasiva, debido a la presión hidráulica transmitida a los pulmones por las partes blandas dentro del caparazón. Al contrario, cuando las tortugas están fuera del agua, respiran por inhalación pasiva, probablemente por la acción del vacío que ejerce la gravedad sobre los pulmones, el peso de las vísceras y el posible movimiento de los músculos.

También parecen intervenir los músculos abdominales (transversos) y pectorales (mayores), capaces de subir y bajar el plastrón facilitando así la inhalación del aire.

Para que la tortuga marina pueda exhalar completamente el aire requiere una compresión de las vísceras hacia arriba en el interior de la cavidad abdominal. Como se trata de movimientos más complejos, intervienen un mayor número de músculos, como el serrato mayor. Cuando observamos una inhalación completa, la tortuga marina puede permanecer sumergida y en actividad durante un período de 30 minutos sin signos de anoxia. En este caso también intervienen la desaceleración del ritmo cardiaco (bradicardia), la capacidad del cerebro para mantener su funcionamiento con reducidas concentraciones de oxígeno y una adaptación de las células sanguíneas (hematíes) para liberar el oxígeno hacia los tejidos, en vez de absorberlo.

Según estudios biológicos, algunas tortugas de agua dulce (de la familia Tryonichidae) son capaces de absorber oxígeno por el tejido papilar vascularizado de la boca y del que tapiza la cloaca. A las tortugas marinas esta propiedad física les proporcionaría menos del 2 % del oxígeno consumido.

La boca, los orificios nasales y la glotis de las tortugas marinas bloquean el tracto digestivo mientras están sumergidas. Al permanecer en el fondo, permiten que entre agua por la cavidad bucal por un ligero bombeo provocado por el movimiento del piso de la boca, que le permite activar sus sentidos gustativo y olfativo.

Algunas especies, como la tortuga verde o la tortuga boba, pueden permanecer bajo el agua sin subir a la superficie de 9 a 10 horas; la tortuga Lora, en condiciones experimentales y en situación de mínima actividad, ha llegado al límite de las 24 horas.

1.3 La regulación térmica

El tema de la regulación térmica es esencial para los reptiles, ya que disponen de poca capacidad para retener el calor metabólico. Esto se explica por una superficie de aislamiento muy débil, que se materializa por una piel muy fina.

Uno de los medios para intentar mantener la temperatura corporal se realiza mediante los ritmos exógenos, tales como permanecer por periodos más o menos prolongados en lugares soleados (heliotermia).

Las tortugas marinas tienen el mismo problema con la dificultad añadida de recibir además las influencias del medio que les rodea, siendo el agua mejor conductor térmico que el aire. Esta problemática les obliga a preferir zonas templadas o tropicales con aguas superiores a los 20°C. Las diferencias de temperatura que pueden soportar las tortugas marinas dependen sobre todo del tamaño del animal y de su estado de salud. Según estudios realizados en Estados Unidos (Universidad de Maryland, Scharz, 1978), las tortugas marinas morirían a temperaturas inferiores a los 5°C–6°C, dejarían de alimentarse alrededor de los 10°C, y de disminuir sus actividades y dejarse llevar por las corrientes al alcanzar los 15°C. Los ejemplares jóvenes podrían soportar temperaturas más bajas hasta incluso 3,5 ó 4,5°C. Lo que no soportan las tortugas marinas, sea cual sea su edad, es la bajada brusca de temperatura. La tortuga Laúd no parece muy afectada por las bajas temperaturas ni tampoco por las variaciones importantes de las mismas, ya que dispone de una piel gruesa y un mecanismo termorregulador que le permite soportar grados muy inferiores a los grados mínimos indicados para las otras especies. Lo que sí afecta a todas las especies de tortugas marinas son temperaturas superiores a los 35°C, que provocan lasitud y la muerte al superar los 40°C durante períodos prolongados.

Las tortugas marinas, para intentar mantener sus cuerpos a cierta temperatura, tienen varias posibilidades, que ya hemos observado y comprobado. Se dejan llevar a la deriva por las corrientes sobre todo en días soleados. Esta actitud les permite aumentar el calor corporal de 2 a 5 grados por encima de la temperatura del mar y, además, favorece la digestión y acelera el metabolismo. Otra técnica observada es la de exponerse al sol en playas aisladas, como se ha podido ver en Hawai, Galápagos o en la Isla de la Reunión.

Además, pueden resolver el problema de la temperatura enterrándose parcialmente en el lodo, con el fin de conseguir temperaturas más estables, pasando el periodo de mal tiempo, o incluso el invierno, en forma aletargada. Dicho estado físico se caracteriza por una disminución de sus actividades, que reduce al mínimo, aunque su metabolismo no se detiene totalmente. No lo consideramos como una hibernación, tal como lo observamos en algunos mamíferos, sino como un mecanismo adaptativo debido a sus implicaciones fisiológicas.

1.4 El Balance interno entre sales y líquidos

Las tortugas marinas viven en un medio muy salino, lo que les obliga a ingerir grandes cantidades de sal junto al alimento. Esta excesiva concentración supone una importante pérdida de agua por los riñones.

Esta circunstancia queda resuelta por dos mecanismos:

1. La secreción de una orina muy concentrada, con un alto contenido en amonio y urea, en vez de ácido úrico. La concentración de la orina se desarrolla tanto en la vejiga urinaria como en la cloaca, antes de ser expulsada junto con los restos fecales.
2. La secreción de una solución hipertónica por glándulas especiales (llamadas glándulas de la sal), colocadas en las órbitas oculares. Dicha solución es un líquido espeso, muy visible cuando las tortugas salen a la playa para desovar.

2. La Reproducción

2.1 Los ciclos de reproducción

Los ciclos de reproducción de las tortugas marinas se ven regulados por estados fisiológicos y cambios ambientales. Una vez que los individuos han alcanzado la madurez sexual, la reproducción tiene lugar en momentos secuenciales con pocas variaciones a lo largo de la vida. Para muchos vertebrados, el verano es un período propicio por tener largos días y estimular el desarrollo gonadal.

Una vez terminada la reproducción, se acaba la estimulación endógena para pasar a la migración hacia las zonas de alimentación. Dichos ciclos de reproducción son circanios, dicho de otra manera, se repiten cada año, cada 2 ó 3 años y en algunos casos especiales pueden ser irregulares.

Así, según la especie, la frecuencia de reproducción varía. Para las especies de pequeño tamaño como la tortuga Lora o la Golfina, el ciclo habitual es anual, para las tortugas Carey y Boba, el ciclo es bianual y para la tortuga Verde, la Prieta y la Laúd, el ciclo suele ser bianual o trianual.

Estos períodos no son definitivos y pueden sufrir modificaciones de un año o más, por motivos tales como la escasez de alimento, cambios ambientales o enfermedades. Estas modificaciones, en cuanto a la regularidad reproductiva, se han observado sobre todo en individuos jóvenes y viejos. Como consecuencia, los individuos con mayor regularidad reproductiva son los que se encuentran en las edades medias e, incluso, maduros que gozan de varios años de experiencia.

Otra observación interesante y que conforta la influencia de la edad sobre la reproducción, es la realizada sobre el número de huevos. En efecto, cuanto más longeva se hace la hembra, más huevos pone, hasta que llegue a cierta estabilidad durante varias temporadas y que el número decline con el envejecimiento.

Además de tener la frecuencia anual explicada anteriormente, la reproducción también recibe cierta influencia en función de las fases lunares, las mareas, la temperatura e incluso de la fuerza y dirección del viento, lo que le añade un componente mensual, quincenal o decenal en el momento del desove.

Por motivos morfológicos y fisiológicos, las tortugas no hacen una única puesta, sino que cada temporada pueden realizar de 2 a 5 puestas de huevos, siendo la frecuencia y el número de éstas una característica de la especie. Como ejemplo, las especies Lora y Golfina, que son principalmente de frecuencia anual formando arribadas, tienen un ciclo reproductivo lunar de 28 días, durante los cuartos menguantes.

Para otras especies que no son de frecuencia anual y que no forman arribadas, su ciclo es más corto, variando de 10 a 14 días. La tortuga Laúd recibe especial influencia de la luna nueva, con un aumento de las puestas de huevo en ese momento. Para esta especie, el número de puestas llega incluso a superar las 3 en una temporada e incluso un mismo individuo llega a realizar más de 7 puestas en una sola temporada.

Especies	Periodo de puesta	Longitud del Caparazón	Puestas por Temporada	Intervalos entre puesta y puesta (Días)	Periodo entre sesión y sesión (Años)	Nº de huevos por puesta
<i>D. coriacea</i>	Noche	148	6	9	2	81
<i>C. mydas</i>	Noche	99	3	12	3	112
<i>N. depressus</i>	Noche y día	90	3	16	2	52
<i>L. kempii</i>	Día	64	2	20-28	1	110
<i>L. olivacea</i>	Noche	66	2	17-30	2	109
<i>E. imbricata</i>	Noche y día	78	3	14	3	130
<i>C. caretta</i>	Noche	87	3	14	2-3	112

Cuadro 5 – Datos sobre el ciclo reproductivo de las tortugas marinas

2.2 El comportamiento gregario de las tortugas marinas

Las tortugas marinas pasan la mayor parte de sus vidas como individuos solitarios. Sin embargo, en momentos determinados, algunas hembras forman grupos llamados “flotillas”. El comportamiento gregario en muchas especies responde a cierta facultad de reconocimiento a individuos de su propia especie, incluso de la misma edad, sexo, o a la pareja, ya sea temporal o definitiva, por los colores, sus formas, sus olores o sonidos (Sanamoto et al., 1993).

Se reúnen para formar flotillas y también en el momento del apareamiento. Las tortugas marinas, en un medio donde la visión se ve bastante limitada, utilizan el sentido olfativo. Especialmente las especies Lora y Golfina que disponen de unos poros entre los escudos del puente que son aperturas de las glándulas de Rathke. Dichas glándulas producen sustancias odoríferas parecidas a las feromonas de los insectos. Como consecuencia, para las tortugas marinas, el papel desempeñado (atracción de macho y hembra, ovulación de la hembra, etc) no sólo se limita a este propósito, sino que tendría otras finalidades.

Entre las otras finalidades posibles podemos indicar la siguiente: las hembras parecen ser más sensibles al olor emitido por estas glándulas en el momento de la puesta, y más concretamente, en la elección de la playa idónea cuando escaban con el pico en la arena reconociendo así el olor de las hembras de su misma especie. Además, en las playas se reconoce de forma irrefutable este olor en los periodos de los desoves. Reconocen así el sitio donde las hembras tendrán que anidar. Sin embargo, no todas las especies utilizan este método, puesto que las especies Verde y Prieta del género *Chelonia*, cometen errores y efectúan largos recorridos antes de encontrar el sitio y poner los huevos.

2.3 El apareamiento

Las tortugas marinas son animales con fecundación interna. Los machos tienen un pene único, que presenta un surco medio longitudinal que durante la cópula dirige el esperma hacia el fondo de la cloaca de la hembra.

Las tortugas marinas se aparean en el mar. La hembra acepta al macho tolerando mordiscos en el cuello y extremidades. Toma una postura horizontal pasiva y el macho por encima la retiene con la ayuda de las garras curvadas situadas en cada aleta anterior (una o dos según la especie).

El mejor momento para el apareamiento es durante las primeras horas del día. Es poco frecuente después de mediodía. Además, como se ha podido observar en numerosas ocasiones, las tortugas se aparean con más frecuencia antes de iniciarse las nidificaciones.

El esperma, que permanece al menos temporalmente en los pliegues de la parte media de los oviductos, deberá penetrar en los óvulos antes de que se depositen las diferentes capas amnióticas y la cáscara, que dan forma definitiva a los huevos.

Se desconoce el mecanismo que activan los espermatozoides en cantidad necesaria para cada desove. Y tampoco si la fertilización se realiza antes de cada desove o si los óvulos fertilizados se utilizan en la temporada de reproducción. Puede que ocurra lo que llamamos la fertilización tardía, que consiste en que el esperma se almacena un cierto tiempo para fertilizar los óvulos, que formarán los huevos la temporada siguiente. No es imposible, sabiendo que las hembras de ciertas especies llegan a anidar cada dos, tres o cuatro años. Sin embargo, lo más creíble es que haya apareamiento previo.

Es interesante observar el peso de masa corporal que pierde cada especie en el momento del desove, que depende de la talla del individuo. La tortuga Laúd que es el mayor representante (en tamaño) de las tortugas marinas, suele perder en cada desove, un 1,4 % de su masa corporal. Otras especies, como la Golfina o la Lora, llegan a perder un 9,9 y 8,7 % de su masa corporal respectivamente. Las otras especies presentan valores intermedios (ver cuadro 6).



Fotografías 10 y 11 – Ejemplar macho (izda.) y hembra (dcha.). Foto Karumbé

Especies	Ciclo en años	Desoves al año	Huevos N°-Peso (gr)	Peso Total de los huevos (promedio/Kg) Desove/Ciclo*		(*) Peso total promedio Tortuga	
							PTPT%
<i>C. caretta</i>	2,3	4,0	104-40,8	4.243	16.972	80,0	21,2
<i>C. agassizzi</i>	2,3	2,8	75-39,6	2.970	8.316	52,2	15,9
<i>C. mydas</i>	2,3	2,6	114-50,3	5.734	14.622	138,0	10,6
<i>E. imbricata</i>	2,3	3,5	143-28,8	4.118	9.471	53,9	17,6
<i>L. kempii</i>	1-2	2,3	104-28,8	3.349	7.703	38,6	19,9
<i>L. olivacea</i>	1-2	2,3	111-32,4	3.596	8.271	38,1	21,7
<i>N. depressus</i>	2,3	2,8	53-75,2	3.986	11.161	71,9	15,5
<i>D. coriacea</i>	2-3	5,5	73-77,6	5.665	31.157	394,0	7,9

Cuadro 6 - Parámetros promedios de reproducción, determinados para las diferentes especies de tortugas marinas y la proporción del peso corporal utilizado en el desove total durante cada temporada de anidación

3. Anidación

3.1 Generalidades

Las tortugas marinas suelen efectuar la anidación durante el verano y con preferencia en playas arenosas. Las playas se sitúan en zonas tropicales y subtropicales, aproximadamente entre los 40°N y 30°S, con temperaturas superiores a los 24°C en el agua superficial del mar.

Se sabe hoy en día que las tortugas vuelven a las playas donde nacieron. Es todavía una incógnita saber cómo se orientan desde los diferentes lugares de alimentación, para volver exactamente a las mismas playas. Utilizan las corrientes marinas y gradientes de temperatura, con incluso el uso de señales magnéticas durante la navegación. No descartamos tampoco el posible papel de los sonidos al acercarse al lugar de nidificación, por el propio oleaje de la playa que emitiría un sonido característico según está configurada, el tipo de costa, la profundidad, la inclinación, etc.

Una vez en la playa parece ser que las tortugas captan el olor de la arena y la humedad para precisar el sitio exacto de la nidificación. Se han comprobado en numerosas ocasiones las importantes migraciones de las tortugas marinas para acceder a las playas donde van a nidificar.

Un estudio detallado de las playas llegó a la conclusión de que a cada especie le corresponde un cierto perfil de playas. La pendiente parece ser un factor determinante en la elección de la playa. Playas abiertas, continentales, bastante aisladas, con poca pendiente (cerca de 5°), corresponden a un perfil que prefieren las tortugas del género *Lepidochelys*. Las playas de mayor pendiente entre 5° y 10°, limitada en su zona marítima por barreras de coral o rocosas con poca profundidad, son las que suelen preferir las tortugas de los géneros, *Eretmochelys*, *Caretta* y *Chelonia*. Por último, las playas con pendiente que superan los 10 grados, sin barrera en la zona marítima, son las que prefieren las tortugas marinas del género *Dermochelys*.

Una vez en la playa, las tortugas marinas según su especie eligen zonas diferentes. El análisis de las zonas de anidación llegó a las conclusiones siguientes.

Las tortugas del género *Dermochelys*, individuos de mayor tamaño y peso y que prefieren como hemos visto las playas con una pendiente bastante pronunciada, suelen nidificar en la zona situada a pocos metros de la línea de mareas más altas. Los ejemplares del género *Lepidochelys* prefieren subir un poco más para llegar a la primera berma o terraza. La tortuga verde (*Chelonia*) es la especie que más recorrido efectúa para nidificar, llegando en muchas ocasiones hasta la segunda terraza.

La tortuga Carey (*Eretmochelys*) llega también a la segunda terraza para nidificar pero sin recorrer tanta distancia como la tortuga verde, siendo muy frecuente observar su nidificación

entre arbustos. Por último, la tortuga boba (*Caretta caretta*) suele nidificar en zonas intermedias, al final de la primera terraza y al primer intento.

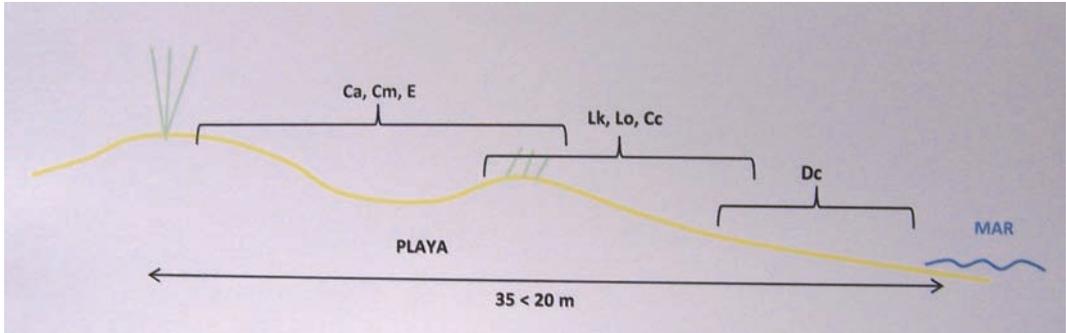


Figura 9 – Sitios de anidación de las tortugas en las playas, según el comportamiento de las diferentes especies: Ca, Cm: *Chelonia*, Cc: *Caretta*; Ei: *Eretmochelys*; Lk, Lo: *Lepidochelys*, Dc: *Dermochelys*

3.2 Características del nido

Las características del nido cambian según la especie y la talla de la tortuga. Sin embargo, las tortugas suelen efectuar los mismos gestos y tener el mismo comportamiento a la hora de formar el nido. Se compone de una cama que aloja el cuerpo de la tortuga. En la parte posterior la tortuga realiza un segundo hoyo más pequeño y más profundo donde depositará sus huevos (entre 70 y 240).

Para formar el nido, las tortugas marinas desalojan la arena seca con las aletas anteriores para crear la cama. Después, con movimientos alternos, excavan la cavidad donde dejarán los huevos. Los nidos de las tortugas marinas se hacen de tal manera que favorecen la incubación y desarrollo óptimo de los embriones. La forma del cántaro del nido le da resistencia mecánica, lo que hace que el tapón de arena que cubre los huevos, al ser de menor diámetro, impide que la presión los aplaste. En numerosas ocasiones se ha podido comprobar deformaciones en las crías recién nacidas, debido a una excesiva presión de la arena sobre los huevos, aunque sea ligera.

Otra característica de los nidos es la profundidad. Varía de unos 30 cm para las tortugas *Lepidochelys*, a los 70 cm para los individuos del género *Dermochelys*, con un diámetro mayor, desde unos 22 hasta un poco más de 30 cm para ambos géneros. Las demás tortugas realizan nidos con características medias a las mencionadas. El estudio detallado de los nidos permitió llegar a ciertas conclusiones en cuanto a las condiciones, que acondicionan el interior de los mismos.

El lugar donde son construidos es el principal factor que mantiene la humedad y temperatura dentro de cierta estabilidad. Como prueba de ello, cuando en la superficie la arena sufre importantes variaciones, que van desde los 26°C hasta más de 45°C, en la profundidad de los nidos (entre los 30 y 60 cm), dichas variaciones se reducen de 6 a 8°C con extremos de 27 y 36°C.

A pesar de importantes oscilaciones como hemos visto en el entorno, en la cámara de incubación los cambios térmicos son mínimos, ya que unas cuantas horas después del desove, la temperatura dentro de la masa de huevos se estabiliza y generalmente se sitúa alrededor de 1°C a 2°C por encima de la temperatura media ambiental.

Durante toda la incubación las temperaturas diarias varían en el mismo orden (de 1 a 2°C) en el interior del nido e, incluso, a medida que va avanzando la incubación esta diferencia se va reduciendo a 0,5°C. La temperatura media de la masa de los huevos, y por efecto del metabolismo, va subiendo poco a poco y de forma constante, pasando de los 26 y 27°C a una media máxima de 34 – 35°C, cerca ya del día de la eclosión de los huevos.

Las condiciones óptimas para la incubación de los huevos se sitúan entre los 30°C y los 32°C. Cada grado de diferencia adelanta o retarda 2 ó 3 días la eclosión. En el caso de no alcanzar las temperaturas idóneas e incluso en el caso de exceder dichas temperaturas, el nivel de mortalidad se incrementa sensiblemente.

La incubación, si se realiza en buenas condiciones, dura entre unos 48 y 55 días. No podemos olvidar la humedad que, igual que las temperaturas, tiene un papel importante en la evolución de la incubación y en el momento de la eclosión. Su falta o exceso provoca un incremento de la mortalidad. El nivel de humedad apropiado es de aproximadamente un 14 %.

Una de las características de las temperaturas es que orientan sobre el sexo de las crías. En efecto, si el nido se encuentra a la sombra donde las temperaturas no suelen superar los 30°C en su interior, las crías serán hembras. En el caso contrario, si las temperaturas sobrepasan los 30°C, entonces las crías serán machos.

3.3 El desove y momentos posteriores

El desove es el proceso por el cual los huevos son depositados en el nido. Los huevos se encuentran parcialmente envueltos en un líquido mucoso y lubricante que parece tener además propiedades bactericidas y fungicidas. Los huevos pueden salir de uno en uno o en cantidades de tres o cuatro. Cuando termina de poner los huevos, la tortuga regresa inmediatamente al mar, intentando disimular las huellas del nido que dejó, recubriéndolas de arena.



Fotografía 12 – Desove de una tortuga marina

3.4 Los huevos

Los huevos de los reptiles además de ser de gran tamaño tienen varias membranas o capas embrionarias, es decir, llenas de líquido amniótico, de diferentes viscosidades, así como una mayor cantidad de vitelo. Es una membrana externa, resistente, calcificada y dura. La ventaja de disponer de dichas características es que ello les confiere mayor protección contra golpes, pero también contra la deshidratación. Las tortugas marinas producen huevos amnióticos, lo que implica ciertas ventajas en comparación con los huevos de los anfibios, ya que les permiten reproducirse en tierra.

Los huevos de las tortugas marinas, al disponer de varias membranas, también tienen mayor cantidad de materia nutritiva para que el embrión alcance mayor tamaño y con mayor estabilidad. Por ello, la fertilización del óvulo ocurre antes de la formación de las diversas capas mencionadas.

El contacto con la arena y la humedad hace que los huevos, al absorber agua, aumenten algo de peso. El embrión colocado en un medio terrestre dispone de más oxígeno. Comprobamos un continuo intercambio de gases y agua entre el huevo y el exterior, provocado por el consumo de los nutrientes y la producción de calor metabólico. En la eclosión del huevo, notamos una pérdida de humedad debido a la transpiración y a la subida de la temperatura. La relación entre el peso del neonato y el peso del huevo es de 0,52:1 (en el cuadro 7 se indican las correspondencias para las diferentes especies).

Los huevos de las tortugas marinas tienen una forma esférica con cascarón suave y de textura parecida al pergamino. No tienen alto nivel de calcificación, formada por el depósito de cristales de calcita y de aragonita (carbonato de calcio, de cristalización hexagonal y rombohédrica, respectivamente). El diámetro medio de los huevos de las diferentes especies presentado en el cuadro 4 es característico de cada especie, tal como el número total promedio de huevos en cada proceso de nidificación. La especie que menos huevos pone, pertenece al género *Natator* con 53 huevos de media, contra los 143 de la tortuga del género *Eretmochelys*. En cuanto al diámetro de los huevos, los de diámetro más pequeño pertenecen a la tortuga del género *Eretmochelys*, con unos 36,4 cm y los de diámetro más grande pertenecen al género *Dermochelys*, con unos 52,3 cm.

Especies	Peso de los huevos (gr) - (A)	Peso de las crías (gr) - (B)	(B) - (A)	Diámetro de los huevos C	Longitud del caparazón (mm) - (D)	(D) / C
<i>C. caretta</i>	40,7	20,7	0,51	39,6	43,6	1.101
<i>C. agassizii</i>	39,6	21,8	0,55	41,6	46,6	1.200
<i>C. mydas</i>	50,3	26,3	0,52	48,8	50,4	1.041
<i>E. imbricata</i>	28,8	16,7	0,58	36,4	41,3	1.135
<i>L. kempii</i>	32,2	17,2	0,53	38,5	43,9	1.140
<i>L. olivacea</i>	32,4	16,2	0,49	38,8	40,3	1.039
<i>N. depressus</i>	75,2	43,8	0,58	51,2	60,4	1.179
<i>D. coriacea</i>	77,6	42,4	0,55	52,3	58,4	1.117

Cuadro 7 – Proporción entre el peso de los huevos y el peso de las crías en tortugas marinas

4. Eclosión y primeros estadios de desarrollo.

Las crías salen del nido a los 45 días aproximadamente. En el momento de la eclosión, las tortugas rasgan el cascarón con un dentículo que poseen en la punta del pico.



Fotografía 13 – Tortuga Carey. Foto Pérez-Muñiz

Una vez rota la cáscara, cuyo proceso para el conjunto de la nidada puede durar entre 2 y 3 días, se inicia la eclosión generalizada con movimientos activos y simultáneos. La nidada se encuentra ya en la superficie y puede empezar una frenética carrera hacia el mar. Todavía se desconoce cómo se orientan. Tal vez, la mayor luminosidad del horizonte marino que contrasta con el lado terrestre, tal vez el sonido de las olas o quizás también la inclinación de la pendiente de la playa, les ayudan a tomar esta misma dirección. Una vez en el agua, tras pasar varios obstáculos y enemigos, desaparecen en alta mar en poco tiempo. La salida del nido suele ocurrir al atardecer o en la madrugada. La arena de la playa no está caliente y hay menos depredadores. En caso de realizarse en pleno día y cuando la arena alcanza altas temperaturas (unos 45°C), algunas crías pueden quedar atrapadas en el camino y morir por deshidratación e insolación.

Durante la incubación, el embrión consume la mayor parte de la proteína contenida en la albúmina (clara) y en el vitelo (yema), como gasto del propio desarrollo. Parte de las sustancias energéticas (glúcidos y lípidos) también se agotan por los cambios fisiológicos y metabólicos.

Al llegar al final de la incubación, la albúmina y el vitelo se encuentran casi agotados y sólo queda algo de lípidos y glúcidos (grasas y azúcares), que la tortuga utilizará para romper el cascarón, salir del nido y alcanzar el agua y la zona de alimentación.

Según esto, las crías sólo disponen de energía (del vitelo), que se gastará en menos de una semana. Esto implica que deben encontrar una zona de alimentación adecuada, para poder seguir su migración. El ombligo de las crías se cierra completamente durante las dos primeras semanas. Las crías suelen tener ciertas dificultades en el agua para sumergirse, debido al alto contenido de grasas del vitelo consumido. Tras pasar dos a tres días, y cuando la flotabilidad se haya modificado, pueden sumergirse con facilidad.

Desconocemos hacia dónde se dirigen. Sin embargo, podemos deducir que durante un tiempo se dejan llevar por las corrientes marinas hacia lugares donde se acumulan abundantes mantos de sargazo, que les proporcionan alimentación variada y lugar para descansar. Durante esta primera etapa de la vida, las tortugas tienen hábitos pelágicos. No las volvemos a ver hasta después de un año aproximadamente, cuando aparecen en zonas de alimentación, alcanzando ya el caparazón unos 15 cm. Durante este período son todas carnívoras, lo que favorece el crecimiento y la velocidad de desarrollo, para salir cuanto antes de la etapa más crítica de la depredación.

La longitud del caparazón varía según la especie, de los 39 mm hasta los 60 mm. Las más pequeñas corresponden a las tortugas *Caretta*, *Lepidochelys* y *Eretmochelys*; las *Chelonia* son de un tamaño medio. En las crías, la longitud relativa de las aletas y de la cabeza es siempre mayor que en las edades adultas, lo que se irá modificando con el crecimiento. Las aletas anteriores de las crías de la *Dermochelys* son siempre mayores que las del resto de especies, como adaptación a la vida pelágica.

La coloración dorsal de las crías es más o menos común a todas las especies. Como se puede apreciar en la fotografía 13, va de color marrón oscuro a negro. Se debe, sin duda, a una adaptación evolutiva que privilegia el metabolismo. En efecto, dichos colores permiten mayor absorción de calor, que incrementa la actividad y su velocidad de crecimiento. La parte ventral es de color oscura (*Caretta*, *Eretmochelys* y *Lepidochelys*). Las tortugas Laúd (*Dermochelys*), por su parte, presentan franjas blanquecinas longitudinales. Las crías de los géneros *Chelonia* y *Natator* tienen la parte ventral de color blanco cremoso. Este color es también una adaptación a la vida pelágica, para poder escapar de sus depredadores, nadando buena parte del tiempo en la superficie. Así, pasan desapercibidas con la luz del día. Con el crecimiento, todas las especies se van aclarando y al término del primer año, el vientre toma un color blanco grisáceo con manchas oscuras en los escudos.

5. Las fases juveniles

Es una fase de la vida de las tortugas marinas que supone cierta dificultad a la hora de determinar su principio. La entrada en la fase juvenil de las tortugas pasa por un desarrollo en su organismo que implica cambios morfológicos y de comportamiento.

Concretamente, las crías pasan a este momento juvenil cuando se les agotan las reservas alimenticias del saco vitelino y se incorporan a una alimentación activa. Esto suele suceder durante la primera semana de vida libre, después de la salida del nido. En cuanto a los cambios morfológicos, el principio de la fase juvenil implica el cierre de la cicatriz umbilical, que ocurre al final de la segunda semana en el mar abierto, y la reabsorción del dentículo que tienen en la punta del pico. Este cambio se ha observado en el curso del primer mes de vida libre.

Durante todo este período, sin embargo, no se observan cambios fisiológicos. No olvidemos tampoco el momento de la migración hacia zonas costeras, cambiando sus hábitos pelágicos a neríticos, cuando se alimenta principalmente de organismos bentónicos, Musick J.A. & C.J. Limpus (1997). Como consecuencia, podemos observar dos fases en el desarrollo juvenil: una fase inicial o infantil y la fase tardía.

5.1 El régimen alimentario

En cuanto al régimen alimentario en las fases juveniles, la gran mayoría de las tortugas son carnívoras. Destacan la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la negra (*Chelonia agassizii*), que, según las observaciones, empiezan un cambio alimenticio hacia un régimen herbívoro después del primer año de vida, (Demirayak F. 1999). Se acercan a las costas buscando aguas someras abundantes en pastizales marinos y mantos de algas, incluso penetrando en bahías y lagunas costeras.

Los hábitos alimentarios varían según las diferentes especies. Las tortugas de los géneros *Lepidochelys*, *Caretta*, *Eretmochelys* y *Natator*, hasta el primer año en el mar son carnívoras, volviéndose principalmente bentónicas y después se acercan a las costas y frecuentan fondos someros para alimentarse de crustáceos y moluscos. Las tortugas *Eretmochelys*, empiezan a alimentarse de esponjas y otros organismos fijados en las rocas y arrecifes coralinos. La excepción es la tortuga Láud, que conserva sus hábitos pelágicos.

5.2 Morfología

Otra observación pertinente corresponde a la coloración, que en las fases juveniles de las crías se va perdiendo, pasando de colores oscuros a los colores de las tortugas adultas, aclarándose más rápidamente en la parte ventral, que a lo largo del segundo año llega a ser blanquecina o amarillo crema.

Hay casos particulares, como la tortuga Láud (*Dermochelys coriacea*), que posee una parte ventral negra y salpicada de abundantes manchas blancas, parte de ellas colocadas en franjas longitudinales, y de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*), que tiene la parte central grisácea.

Durante esta etapa juvenil, en el caparazón y en el plastrón observamos duras espinas en los escudos dorsales y laterales, que desaparecen en la fase preadulta, excepto para las tortugas Laúd (*Dermochelys*), que no presentan estas espinas, ni tampoco se le desarrollan las garras. Al contrario que a las demás especies, las garras y las escamas se van suavizando y desvaneciendo hasta desaparecer totalmente.

Las fases juveniles finalizan cuando se desarrollan los caracteres sexuales secundarios. Ningún estudio ha permitido determinar con exactitud la edad en que esto ocurre. Por lo tanto, de forma externa es imposible distinguir las hembras de los machos, a no ser que se observen directamente las gónadas por medio de laparoscopia o ultrasonido, o en caso de ejemplares muertos, con la disección.

Otro aspecto que caracteriza a las crías son sus medidas morfométricas. La cabeza y las aletas tienen un mayor tamaño proporcionalmente, que la longitud total del caparazón. Es un aspecto característico de las crías, que se va atenuando con el crecimiento. Un ejemplo claro es el de las crías de la tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*), cuya proporción de la cabeza con el caparazón es cercana al 40%. Esta proporción se va reduciendo, hasta alcanzar aproximadamente el 20% en los adultos.

Es algo que solemos ver en todas las diferentes especies de tortugas marinas, observando incluso cambios entre la relación de la longitud y la amplitud del caparazón, excepto para las tortugas de los géneros *Lepidochelys* y *Natator*.

5.3 Áreas geográficas

A pesar de parecer contradictorio, las tortugas juveniles llegan a cubrir áreas geográficas más extensas que los adultos. Es frecuente tener la oportunidad de encontrarlos en lugares muy alejados de las zonas de donde se supone que proceden. Para ilustrar lo anteriormente expuesto, hay pruebas de que se ha observado una flotilla de tortuga Boba (*Caretta caretta*) al suroeste de Gibraltar.

6. La fase preadulta

Por definición, los ejemplares se encuentran en la fase preadulta cuando se inician los signos externos sexuales (caracteres sexuales secundarios) y cuando aparecen externamente. Dichos signos no se aprecian con claridad para las hembras y se notan sobre todo en los machos. Será difícil, por lo tanto, diferenciar una hembra juvenil de una hembra preadulta. En los machos, esta fase se ve de forma más evidente, mediante cambios físicos significativos.

En efecto, podemos notar un mayor desarrollo de las garras, que van adquiriendo forma curvada, y de la cola, que se hace más gruesa y larga, pudiendo llegar a superar los extremos de las aletas posteriores. Estos cambios demuestran la capacidad de actividad sexual del ejemplar, ya que las garras y la cola les sirven para sujetar dorsalmente el caparazón de la hembra durante el apareamiento.

Aparte de los signos sexuales, podemos notar cambios en el peso, que aún están por determinar con más precisión. Sí se puede ya observar el menor peso de las hembras en comparación con los machos. También notamos que el caparazón es menos alto y más alargado, así como que el peto de los machos se hace más blando y que está ligeramente hundido en la parte central.

En la fase preadulta, los ejemplares ya tienen la coloración de los adultos.

Diferentes especies	Características de la coloración en las diferentes edades
<p>Tortuga Boba (<i>Caretta Caretta</i>)</p>	<p>Las crías son marrón oscuro con márgenes claros, excepto las quillas del plastrón, que son más claras. Los adultos dorsalmente son marrón-rojizos, con manchas irregulares claras y oscuras, flancos anaranjados y parte ventral cremosa.</p>
<p>Tortuga Negra (<i>Chelonia agassizii</i>)</p>	<p>Las crías dorsalmente son marrón oscuro casi negro, con márgenes muy claros, ventralmente crema, caso blanco con las puntas de las aletas oscurecidas. Los adultos tienen el dorso casi negro, brillante, con manchas de tono gris verdoso jaspeado, de forma radial o irregular, en ocasiones de colores brillantes verdes, marrones, amarillentos y rojizos, particularmente juveniles y preadultos; la cabeza y las aletas casi siempre son negras. Ventralmente los colores van de crema al gris verdoso, por lo general con manchas difusas e irregulares color azul-verdoso, más oscuras en las aletas.</p>
<p>Tortuga Verde (<i>Chelonia mydas</i>)</p>	<p>Las crías dorsalmente son de color marrón oscuro o casi negro, con una delgada franja blanca alrededor del caparazón y los lados posteriores de las aletas. Ventralmente son blancas. Los adultos dorsalmente varían del verde al gris y marrón, desde muy claros hasta muy oscuros y desde colores lisos a muy brillantes, combinaciones de amarillo, marrón y verde, dispuestas en arreglos radiados o en manchas irregulares en cada escudo. Las poblaciones del Pacífico occidental generalmente son más de colores más oscuros (con mayor proporción de melanina). En los juveniles las escamas de la cabeza y las de la parte superior de las aletas están bordeadas por una delgada franja amarillenta que se va perdiendo con la edad. Por la parte ventral son de color crema o casi blanco.</p>
<p>Tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>)</p>	<p>Las crías dorsalmente son de color marrón oscuro con márgenes claros; la parte ventral del mismo color, presenta manchas más claras. Con las puntas de las aletas generalmente más oscuras. En el estado adulto estas tortugas tienen los colores más atractivos y brillantes que existen, aunque las del Pacífico generalmente son más oscuras que las del Atlántico. Los escudos dorsales presentan brillantes manchas jaspeadas en forma radial, marrones amarillentas y rojizas. La cabeza y las aletas por lo común son más oscuras que el resto del cuerpo y generalmente sus escamas presentan un borde blanco amarillento. Ventralmente van del crema al blanco amarillento.</p>

Diferentes especies	Características de la coloración en las diferentes edades
<p>Tortuga Lora (<i>Lepidochelys kempii</i>)</p>	<p>Las crías son totalmente negras cuando están mojadas o grises cuando están secas. Esta coloración cambia con la edad, así que a los diez meses dorsalmente presentan zonas blanquecinas y el plastrón ya es casi blanco. Los adultos son de coloraciones lisas; dorsalmente son gris-olivo y el vientre puede ser blanco o amarillo cremoso.</p>
<p>Tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>)</p>	<p>Las crías son dorsal y ventralmente de color gris oscuro a negro; en ocasiones el caparazón y las aletas presentan un delgado borde amarillento. Los adultos dorsalmente van del olivo-gris al olivo-amarillento, generalmente limpias de epibiontes; cabeza y aletas del mismo color. Ventralmente van del crema al gris verdoso claro, con manchas oscuras en los extremos de las aletas. Los flancos del cuello a veces ligeramente amarillentos o rosáceos.</p>
<p>Tortuga Plana (<i>Natator depressus</i>)</p>	<p>Las crías exhiben una coloración muy particular, con los escudos del caparazón que presentan un patrón de retícula gris oscura con el centro olivo-gris pálido y todo el contorno del caparazón y aletas con una delgada banda color crema. Ventralmente son de color blanco-cremoso, con una mancha gris azulosa difusa en la parte centro-distal de cada aleta. Los adultos son dorsalmente de tono olivo-gris con el contorno pardo amarillento; la cabeza y las aletas son del mismo color olivo-gris. Por el lado ventral son de color blanco cremoso, con manchas oscuras en los extremos de las aletas. Los flancos del cuello ligeramente amarillentos.</p>
<p>Tortuga Laúd (<i>Dermochelys coriacea</i>)</p>	<p>Las crías son negras, dorsal y ventralmente, su piel está cubierta por una fina retícula escamosa, con pequeñas manchas blancas dispuestas en líneas a lo largo de las quillas y alrededor de las aletas. El pico y los flancos del cuello son más claros. Los adultos son negros con manchas blancas esparcidas en todo el cuerpo, las cuales son más abundantes hacia la parte ventral, que en ocasiones es casi blanca o aparece reticulada. Este patrón es variable, con individuos mucho más oscuros que otros, los juveniles casi siempre son más claros, con las manchas blancas siguiendo los bordes de las quillas. Cuando están fuera del agua a veces adquieren tonalidades rosáceas en los flancos cerca del cuello y en las aletas. Las hembras generalmente presentan una mancha rosada en la parte superior de la cabeza.</p>

Cuadros 8 y 9 – Características de la coloración en las diferentes edades de las varias especies de tortugas marinas – Fuente: Centros oceanográficos mexicanos

Al alcanzar la fase preadulta las tortugas ya se comportan como adultos y se orientan hacia las áreas donde se encuentran los grupos reproductores. Estos grupos reproductores viajarán hacia las zonas de nidificación, aunque haya todavía dudas de que migren con los demás ejemplares. Probablemente no efectúen su primera migración reproductiva hasta que estén verdaderamente listas para su primer desove. Las tortugas marinas preadultas frecuentan áreas similares a los ejemplares juveniles. Se observan principalmente en la zona nerítica, muy cerca de la costa, aunque no siempre en aguas someras.

7. La fase adulta

En esta etapa de la vida de las tortugas marinas, enfocaremos nuestro estudio sobre varios temas de notable importancia, disponiendo de datos fiables, conscientes de la dificultad de estudiar de manera permanente una misma tortuga marina e incluso sin saber cuál es su edad.

7.1 El crecimiento y la madurez sexual

El crecimiento, en términos biológicos, es un elemento que se ve afectado directamente por varios factores, como el entorno físico, la disponibilidad de alimentos y la competencia, además de los patrones genéticos hereditarios.

En el caso de las tortugas marinas, y antes de concretar datos de la fase adulta, en sus etapas de crías y juveniles presentan tallas características para cada especie (ver cuadro 10), que representan una referencia para seguir el desarrollo de cada una de ellas. En las etapas de crías y juveniles el nivel de crecimiento es mayor que en las fases preadultas y adultas, en las cuales se reduce de manera importante, una vez alcanzada la madurez sexual. A pesar de ello, el crecimiento de las tortugas adultas es continuo y como consecuencia, el peso corporal y la longitud del caparazón sufren un aumento extraordinario en comparación con el tamaño de las crías al nacer (ver cuadro 10).

Especies	A- Peso de las crías (Kg)	B- Longitud de las crías (Cm)	C- Peso de las adultas (Kg)	D- Longitud de las adultas (Cm)	C/A	D/B
<i>C. caretta</i>	0.0207	4.36	80.0	91.9	3865	21.08
<i>C. agassizii</i>	0.0218	4.66	52.2	77.5	2394	16.63
<i>C. mydas</i>	0.0263	5.04	138.0	96.4	5247	19.13
<i>E. imbricata</i>	0.0167	4.13	53.9	82.2	3227	19.9
<i>L. kempii</i>	0.0172	4.39	38.6	65.7	2244	14.96
<i>L. olivacea</i>	0.0162	4.03	38.1	67.6	2352	16.77
<i>N. depressus</i>	0.0438	6.04	71.9	84.6	1641	14.01
<i>D. coriacea</i>	0.0424	5.84	390.0	146.5	9198	25.08

Cuadro 10 – Proporción del crecimiento total medio de los adultos respecto a las crías recién nacidas de las diferentes especies de tortugas marinas

Todavía hoy en día, no tenemos datos fiables en cuanto a las observaciones del crecimiento de las tortugas marinas, así como de la maduración sexual. En principio, su crecimiento es lento y la maduración tardía, aunque muchos resultados de las investigaciones se contradicen. No logramos obtener datos concretos, simplemente por la dificultad de seguir de forma permanente la posible evolución que puede sufrir un sujeto determinado. La experiencia de varios años de investigación ha permitido sacar conclusiones en cuanto al marcado de ejemplares juveniles, que no ha mostrado plena efectividad por las pérdidas o el desgaste rápido de las marcas, que impiden seguir a largo plazo a la tortuga.

Sin embargo, lo que sabemos seguro es que el crecimiento en las diferentes especies animales y vegetales se desarrolla por ciclos, con momentos de alternancia entre crecimiento rápido y crecimiento lento. Varios factores influyen sobre el fenómeno biológico de las tortugas marinas como la edad, la abundancia de alimentos, la época de reproducción, las migraciones, los factores genéticos y ambientales.

Un aspecto realmente muy interesante en término biológico es que dichos factores se pueden comprobar mediante marcas identificables en algunas estructuras óseas, tales como escamas, opérculos, vértebras, espinas y otolitos en los peces, o bien, haciendo cortes muy delgados. Estas marcas se ilustran con círculos concéntricos, que se relacionan con el crecimiento. Los mejores resultados se obtuvieron con huesos largos como el húmero, fémur, tibia, etc. La esqueletocronología se está utilizando para evaluar la edad y el crecimiento en los vertebrados. Dicho método consiste en realizar cortes histológicos en los huesos largos, indicados anteriormente, y medir el grueso de cada capa de priosteo. El diámetro externo de cada hueso ilustra el crecimiento en su mayor nivel. El primer círculo o anillo interno se suele identificar como el primer año de vida. En el caso de las tortugas marinas, se observa una reabsorción del núcleo, que se utiliza para determinar la fecha del inicio del crecimiento.

Además del estudio de los huesos y de su estructura, varias instituciones que cuidan de tortugas marinas en cautividad utilizan marcadores vivos como la tetraciclina inyectada, que identifica las marcas con los cortes de los huesos y permite conocer el crecimiento a partir de la deposición del marcador. Otra técnica para determinar la edad, sobre todo en mamíferos, es el peso del lente cristalino del ojo, ya que parece tener un crecimiento continuo. Varios ensayos se hicieron sobre la tortuga verde en Gran Caimán (Antillas Occidentales), obteniendo resultados interesantes. Comparando el tamaño de los cristalinos y la clase o grupos de edad a los que pertenece el sujeto, nos dimos cuenta de que estaban relacionados, sin tener en cuenta la talla y el peso del individuo.

Con todos estos métodos que nos permiten evaluar o estudiar de forma más precisa el crecimiento y la edad de un individuo, llegamos a ciertas conclusiones. En primer lugar, las diferentes especies de tortugas marinas no tienen el mismo ritmo de crecimiento, como era de suponer, considerando las diferentes características morfológicas en la edad adulta. Otra consideración de notable importancia y que se ha demostrado en numerosas ocasiones, es que el crecimiento en las fases crías y juveniles es más rápido que en las fases preadultas y adultas. A pesar de ello, también se ha comprobado que el crecimiento en las fases adultas es continuo, pero reduciéndose de forma considerable hasta incluso dificultar las mediciones consecutivas.

El estudio del crecimiento entre las diferentes especies de tortugas marinas, permitió observar que el ritmo de crecimiento de las tortugas marinas del género *Chelonia* era más lento en comparación con las demás especies. Su dieta alimenticia, vegetariana, es sin duda la explicación, ya que la aportación de proteínas es inferior a un régimen carnívoro, lo que reduce el ritmo de crecimiento. Asimismo, las tortugas marinas, estudiadas en cautividad, muestran notables diferencias con los ejemplares estudiados en medios naturales. Dichas diferencias se concretan en la maduración sexual por ejemplo, llegando entre los 8 y 15 años para las tortugas marinas en cautividad y entre 15 y 50 años en libertad.

Un hecho algo sorprendente es que la supuesta edad en la que las tortugas llegan a la madurez sexual completa, que es en proporción muy alta, es incompatible con el ciclo biológico de la

especie, y, concretamente, con el nivel de mortalidad tan alta que conocen las especies en las fases de huevo, cría y juvenil. Para ser viables como especie, la tasa de mortalidad de las tortugas marinas en las fases tardías posjuvenil, preadulta y adulta deberían situarse alrededor del cero. Por desgracia, la realidad y las numerosas observaciones en libertad demuestran todo lo contrario, encontrando de forma casi continua individuos en estas fases de edades muertos en las playas.

Para intentar explicar este desfase entre los niveles de mortalidad y la edad de madurez sexual, se argumenta que el incremento anual obtenido es una medida media, considerando las tallas separadas en clases modales fijas de longitud del caparazón de 40 cm hasta la talla media de maduración de 90 cm. Para obtener este incremento anual, se ha tomado como referencia la especie *Chelonia mydas* en el norte de Australia. Al extrapolar este incremento medio (que corresponde a una única especie) a las etapas juveniles, se ha subestimado el ritmo de crecimiento, obteniendo resultados que corresponden a las edades extremas. Por lo tanto, es un error querer aplicarlas a todas las especies por igual.

Existen varias circunstancias que pueden modificar de forma significativa el crecimiento y la edad de maduración sexual. En el caso de las tortugas marinas, se ha observado que la simple presencia de machos aceleraba el proceso de maduración de las hembras, y viceversa.

7.2 La migración

En términos generales, para que se realice la migración debe reunirse una serie de condiciones ambientales y biológicas, que estimulan a cada una de las especies. Los motivos de las migraciones pueden ser variados, tales como la edad, el alimento, la reproducción, la densidad de población, la estación del año, y factores ambientales, como la lluvia, etc.

Un elemento importante es el estado fisiológico, ya que, cuando aún no se presentan las condiciones para las migraciones, éstas obedecen a ritmos endocrinos, que en los vertebrados se ven regulados por la hipófisis (glándula endocrina de los vertebrados). En el caso de que existan cambios climáticos cíclicos, las migraciones se efectúan con normalidad y previsión. En el caso de fenómenos naturales extraordinarios, como el del Niño, que implica el paso periódico, enérgico y permanente de una corriente cálida cercana a la costa, desplazándose de Sur a Norte, desde el Norte de Chile, y modificando todo el clima de la zona pacífica americana, se observan cambios en los abundantes organismos planctónicos, que repercuten en todo el ciclo biológico de los demás organismos del ecosistema.

En el caso de las tortugas marinas, se ha observado que durante el Niño, también sufrían su efecto y se caracterizaba por un retraso en los arribos a las zonas de reproducción, en una temporada más corta, con una disminución del número de nidos producidos por cada especie.

Las tortugas marinas suelen migrar, teniendo cada población sus áreas, rutas y temporadas bien determinadas. Desconocemos si los machos acompañan a las hembras desde las áreas de alimentación hasta las de reproducción o al contrario. La primera migración es la que hacen las crías recién nacidas. Cuando llega el caparazón a un tamaño de unos 15-25 cm, es cuando las tortugas se acercan a las zonas costeras. Desconocemos cuál es el destino final, pero son, sin duda, lugares con gran cantidad de alimentos (pequeños crustáceos, medusas, moluscos, pterópodos, tunicados, huevos y larvas de variados orígenes, etc). La mejora progresiva de las técnicas de seguimiento mediante marcas de acero inoxidable y de plástico, pero sobre todo el marcado con radios vía satélite, nos permite hoy en día disponer de datos más precisos sobre el comportamiento migratorio de las tortugas marinas. Además, el seguimiento de las tortugas por satélite nos permite conocer su relación con las corrientes marinas, con los frentes de convergencia, downwellings, y concentraciones de plancton e incluso, evaluar su tasa de mortalidad según las capturas accidentales (Luschi et al., 2003; Polovina et al., 2004; Hays et al., 2003)



Fotografía 14 – Ejemplo de dispositivo localizador de tortugas. Foto Karumbé

7.2.1 Ejemplos de las migraciones en el océano Pacífico, Atlántico Occidental y Caribe

Si analizamos la migración de cada especie, podemos observar notables diferencias. En efecto, las especies *Caretta caretta* y *Caretta gigas* migran de forma muy similar, distribuyéndose por las aguas costeras tropicales y subtropicales, pero cuando migran realizan largas travesías cruzando grandes extensiones oceánicas. Una de las mejores formas de entender dicho comportamiento es ilustrándola con ejemplos concretos de desplazamiento. En el caso de la tortuga perica (*Caretta caretta gigas*) se han observado flotillas de miles de ejemplares juveniles, preadultos y adultos al suroeste de la península de Baja California. No conocemos con exactitud el origen de dichas tortugas, pero varias capturas confirmaron que cruzaban todo el océano Pacífico. Un ejemplar liberado en Okinawa (Japón), fue capturado frente a San Diego en California, 2 años y 4 meses después.

En el caso de la tortuga negra (*C. agassizii*), se la observa con bastante frecuencia desde las costas californianas, Golfo de California, México, el norte de Perú, pero es en el Golfo de California y en el área central de México donde se concentran, coincidiendo con importantes playas de anidación, como Michoacán.

Conocemos también la presencia de hembras o de grupos reproductores en varias islas del Pacífico, como Isla de Cañas en Panamá, las Galápagos en Ecuador, Isla de Coco en Costa Rica, y Malpelo en Colombia. Durante el verano, se pueden observar individuos solitarios, desde Colombia y Canadá, hasta Chile. Aparentemente, las migraciones entre las zonas de alimentación y de reproducción se realizan siempre cerca de la franja costera.

La tortuga verde (*C. mydas*) se distribuye de forma generalizada por toda la zona tropical, e incluso subtropical, en la plataforma continental y cerca de islas. No la solemos encontrar en aguas templadas. Junto con la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*), que son las especies más tropicales, sus zonas geográficas se limitan a las isotermas de los 20°C y sus desplazamientos no se aventuran fuera de dichos límites durante las diversas estaciones del año. Tenemos conocimiento de presencia de tortugas Carey o Verde fuera de estos límites, pero siempre fueron ejemplares solitarios en fases no reproductivas.

Sabemos que las tortugas marinas realizan grandes migraciones, principalmente desde áreas de alimentación hacia zonas de reproducción, con distancias que a veces pueden superar varios miles de kilómetros. Las tortugas marinas que se reproducen en la Isla de Ascensión, suelen orientarse hacia el oeste, cruzando el océano hacia mejores zonas de alimentación, llegando al norte de Brasil. Allí permanecerán entre uno y tres años y volverán a la isla de Ascensión para la reproducción, cerrando así un ciclo migratorio transoceánico. La tortuga Carey (*E. imbricata*) es una especie que podemos encontrar sola o en grupos limitados en casi todas las costas continentales e insulares tropicales. Vive en estrecha relación con los sistemas coralinos (formación de arrecifes) y se la considera como la especie más tropical de las tortugas marinas. Su zona de distribución no excede las latitudes 25°N y 35°S, donde prefiere convivir en aguas claras, con numerosa fauna bentónica en zonas rocosas de arrecifes de coral o con mantos de algas. No es de las especies que efectúan grandes migraciones y siempre, o casi siempre, la solemos observar próximas a las zonas de anidación.

La tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) es, entre las especies de tortugas marinas, la de distribución geográfica más limitada. Los adultos viven casi exclusivamente en el Golfo de México, mientras que se puede observar a juveniles y preadultos frecuentar zonas costeras templadas del noroeste del océano Atlántico. En este caso, se pueden ver arrastradas por la corriente del Golfo, paralela a la costa atlántica de los Estados Unidos, para llegar hasta aguas europeas. La comunidad científica considera a las tortugas de esta especie, en la eventualidad de encontrarlas en dichas aguas, como perdidas o extraviadas. Y para ilustrar lo dicho anteriormente, difícilmente las tortugas podrán volver a la zona de origen e integrarse de nuevo a su población. Tenemos constancia de la presencia de tortuga Lora en el Mediterráneo cerca de la isla de Malta, y ya en el Atlántico, en las islas Azores, Bermudas, Madeira y costa de

Marruecos. Es una especie que convive en zonas costeras con fondos arenosos y lodosos, con abundancia de crustáceos. En su fase juvenil, las tortugas Lora se pueden encontrar en bahías, lagunas costeras o desembocadura de ríos. En cuanto a los ejemplares adultos, en época de reproducción, de abril a julio, suelen reunirse en la bahía de Florida, o en el Delta del río Mississippi.

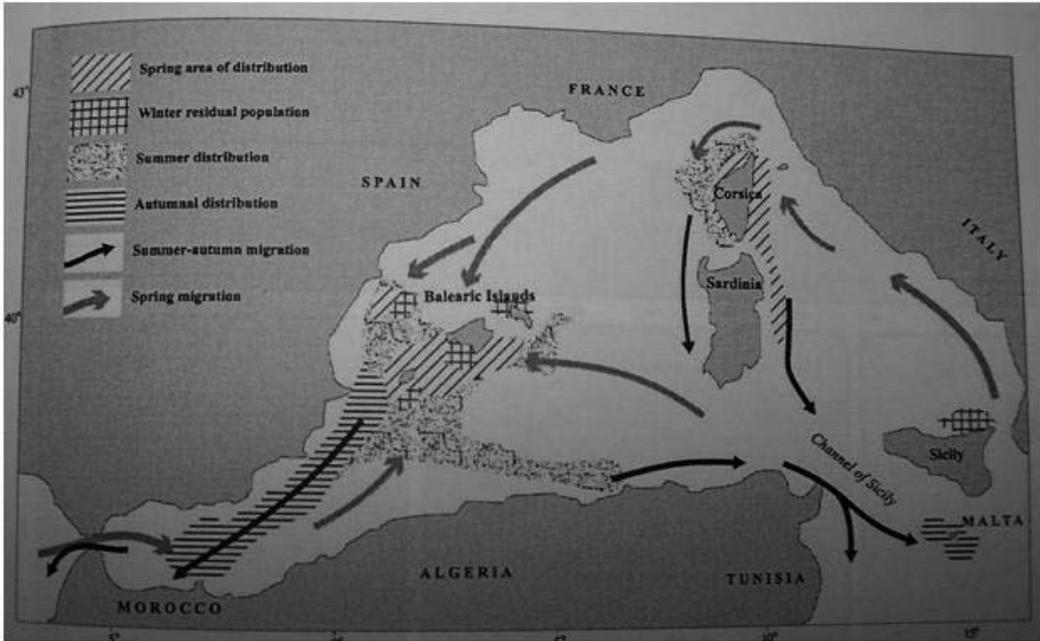
La tortuga Golfina (*L. olivacea*) está bien distribuida en el Pacífico oriental, constatamos su presencia desde el norte de California y el Golfo de California, hasta Chile, siendo México, Centroamérica, sur de Panamá y Colombia las zonas de concentración por motivos alimentarios. Su presencia en la costa americana es máxima entre septiembre y octubre durante el tiempo de la anidación. La época de reproducción, que suele empezar a partir del mes de abril o mayo, provoca una llegada progresiva. Cuando ya la mayoría han anidado tres o cuatro veces, migran de nuevo. Según datos facilitados por el Instituto Nacional mexicano de Pesca, y según las marcas puestas en los años 1980, se recuperó un individuo marcado en La Escobilla (Oaxaca) y recuperado en San Diego (California) a 2.780 km, un recorrido efectuado en 356 días.

La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) se ha adaptado a aguantar aguas más frías (hasta 10°C) principalmente por su piel, que como ya hemos indicado antes es un excelente aislamiento térmico. Por este hecho, su distribución es más amplia y se puede observar en las aguas tropicales y templadas, alcanzando en período de temporadas cálidas Alaska (mar de Bering) y Chiloé (Chile).

La golfina (*L. olivacea*) es una de las especies de tortugas marinas, que, aunque no de forma tan numerosa, suele formar grupos de una decena de individuos, nadando dentro de las zonas de giros, a lo largo de los frentes marinos. No se dispone en la actualidad de muchos datos en cuanto a sus recorridos, ya que los datos de las marcas puestas sobre esta especie no están disponibles todavía desde los centros oceanográficos mexicanos o estadounidenses. Sin embargo, según las observaciones realizadas desde México, se han capturado individuos con marcas que procedían de Chile, lo que significa que debían haber efectuado recorridos de hasta 9.000 km.

7.2.2 La migración en el mar Mediterráneo

La migración de las tortugas marinas en el mar Mediterráneo sigue una orientación lógica con movimientos circulares, según las corrientes superficiales predominantes.



*Figura 10 – Migración de las tortugas marinas en la cuenca mediterránea.
Fuente Camiñas, 1992*

Los principales movimientos observados concuerdan con dichas corrientes, aunque también se ha comprobado que se movían a contracorriente, probablemente para encontrar nuevas zonas de alimentación (Cardona et al., 2005). Los desplazamientos en el mar Mediterráneo de las tortugas marinas parecen coincidir con las estaciones. Como consecuencia, las especies que realizan las anidaciones en el Mediterráneo Occidental se dirigen allí en otoño e invierno y vuelven a su zona de origen en primavera (Bentivegna, 2002).

A continuación, adjuntamos datos sobre los movimientos de las tortugas marinas según la temperatura de la superficie, altura del nivel del mar y batimetría, según el Plan de Conservación de Tortugas Marinas (junio 2006).

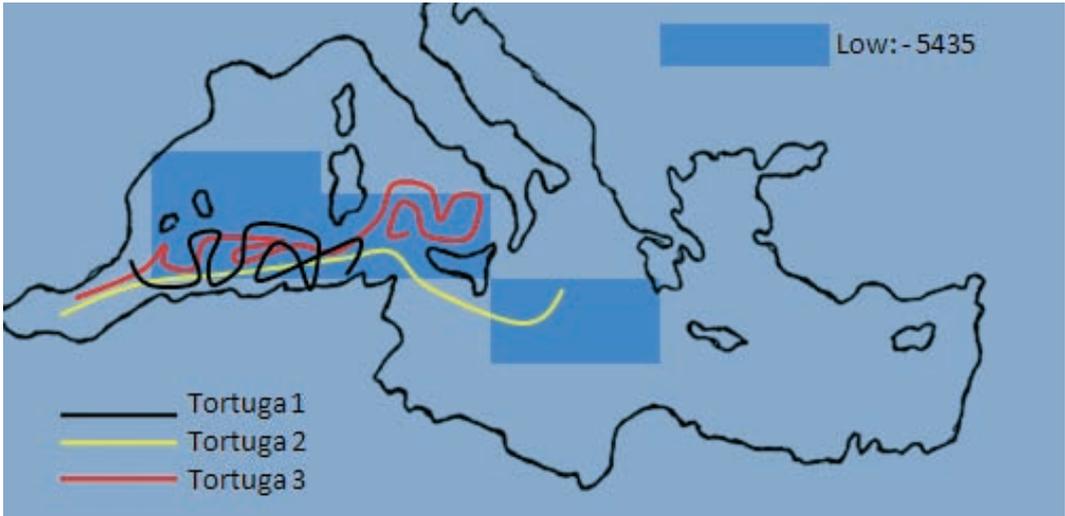


Figura 11 - Patrones de desplazamiento de las principales tortugas marcadas en el año 2004. Por una parte una migración a través del Atlántico y por otra la permanencia principalmente en aguas profundas de Alborán e islas Baleares

El análisis de los datos facilitados por el Plan de Conservación de tortugas marinas demuestra que, en el océano abierto, las tortugas marinas se desplazan con una clara preferencia con aguas de 18°C (Lazar B & N. Tvrtkovic 1995). También destacamos notables correlaciones entre las zonas de mayor desplazamiento de tortugas marinas y las zonas de anomalías y de alta profundidad, tal como lo muestran las gráficas presentadas en las páginas anteriores.

Otros estudios demuestran que a partir del mes de septiembre la mayoría de las tortugas prefieren orientarse hacia aguas más cálidas en el norte de África o hacia el este en general (Kawadia et al., 2006). Otra parte se queda en una zona delimitada entre el sur de Baleares y el mar de Alborán. Es un dato de gran importancia para gestionar las poblaciones de tortugas, sabiendo que, según estimaciones, el 50 % de los individuos serían originarios de las playas del Atlántico Occidental y del Caribe (Hawkes et al., 2006). Se explican los desplazamientos migratorios a pautas de alimentación en hábitats pelágicos, aunque algunos estudios indican que esta frecuencia de tortugas atlánticas en el Mediterráneo se compone esencialmente de machos (Casale et al., 2002).

La velocidad de desplazamiento de las tortugas, y en particular de las tortugas bobas del Mediterráneo, ronda la media de 1,2 km por hora, mientras sus homólogas atlánticas lo hacen de 0,7 a 1,2 km/h (O'Hara, 1980).

Sabemos que las tortugas siguen las corrientes, e incluso se dejan llevar por ellas, gran parte del día. La comunidad científica no desconoce la importancia del Mediterráneo Occidental como zona de congregación y de alimentación para las tortugas, tanto originarias del propio mar Mediterráneo como atlánticas (Jeffrey et al., 2000). Además, el mar Mediterráneo tiene una función fundamental no sólo durante varios meses, sino durante todo el año (Bowen et al., 2004).

Se estiman 0,6 tortugas por km² en el mar Mediterráneo (más de 2,5 millones de km²). Estudios científicos confirman que las tortugas marinas prefieren quedarse en la superficie a pocos metros de profundidad, realizando pocas inmersiones por debajo de los 40 metros.

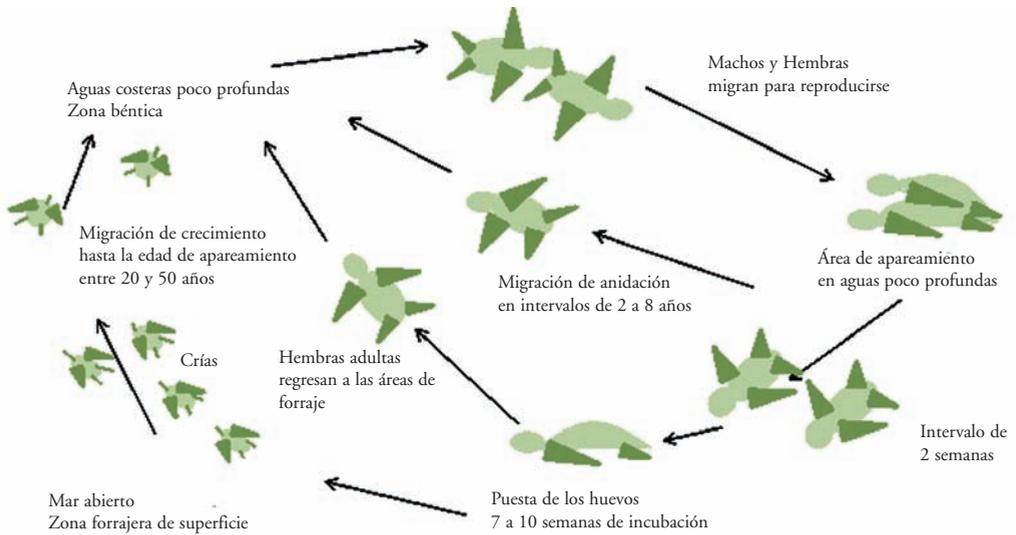


Figura 12 – Esquemización del ciclo migratorio de las tortugas marinas

8. Alimentación

Todas las especies de tortugas marinas, cuando son crías o juveniles, son carnívoras, excepto en el caso de las tortugas verde y negra (*Chelonia*) que al final de la fase juvenil comienzan un régimen alimentario vegetariano basado en algas y céspedes marinos.

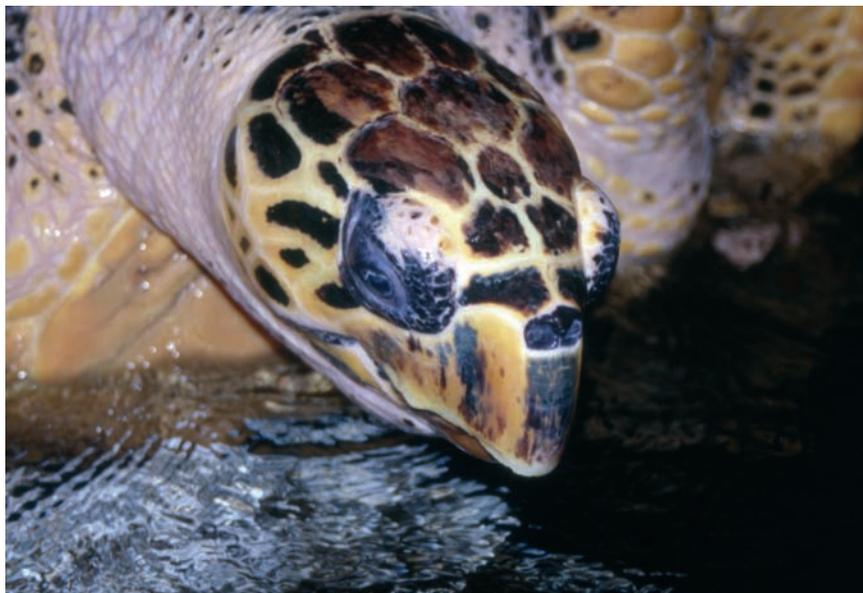
La alimentación de las tortugas marinas es muy variada y comprende esponjas, medusas, corales, crustáceos, moluscos, tunicados, peces y vegetales.

Las características físicas del órgano bucal de las diferentes especies varían según la clase de alimentos. Concretamente, la boca está adaptada para cortar, triturar, o, sencillamente, tragar, con el aparato digestivo igualmente adaptado para poder digerir alimentos enteros. Si observamos el órgano bucal por género, comprobamos notables diferencias. Las tortugas del género *Chelonia*, tienen el pico con bordes aserrados, con el fin de cortar algas y otros vegetales. *Caretta* y *Lepidochelys* poseen mandíbulas muy fuertes, con un pico grueso, para triturar alimentos muy duros, como exoesqueletos calcáreos o quitinosos de moluscos y crustáceos. *Eretmochelys* posee un pico más largo, que puede introducir entre las oquedades de los arrecifes coralinos o sustratos rocosos, para capturar esponjas, truncados, moluscos y crustáceos. *Dermochelys* posee un pico delgado y filoso, con bordes de ganchos y puntas, para capturar con más facilidad organismos resbaladizos, principalmente medusas.

La primera parte del sistema digestivo de las tortugas marinas presenta una serie de papilas con forma de espinas cónicas y alargadas, con puntas agudas orientadas hacia adentro. En la tortuga Laúd (*Dermochelys*), estas espinas son más numerosas y se pueden observar incluso en la cavidad bucal. La función principal de las espinas es la de evitar que las presas se escapen una vez introducidas en la boca, especialmente en el caso de las medusas.



Fotografía 15 - Tortuga marina (Lepidochelys olivacea). Foto Pérez-Muñiz



*Figura 13 – Picos en tortugas marinas, arriba tortuga carey, abajo tortuga verde.
Fotos Pérez-Muñiz*

En cuanto a los hábitos de alimentación, las diferentes especies muestran grandes particularidades. La tortuga boba (*Caretta caretta caretta*) del Atlántico y la Perica (*C. c. gigas*) del Pacífico tienen hábitos muy similares. Son carnívoras, con una dieta basada en crustáceos y moluscos bentónicos. Sin embargo, en las primeras fases de sus vidas, y mientras migran, la base de su alimentación reside en organismos epipelágicos. Estas especies suelen alimentarse de caracoles, sin que la dureza de la concha suponga un obstáculo. Los principales organismos o especies consumidas son los siguientes:

- Gasterópodos : *Strombu*, *Cassis*, *Busycon*, *Cypraea*
- Bivalvos
- Crustáceos: *Calappa*, *Callinectes*, *Portunus*
- Peces: Sciénidos, Clupeidos

La captura accidental de tortugas bobas en Francia (Laurent y Lescure, 1994), permitió descubrir en sus estómagos restos de organismos que detallamos a continuación:

Presas	Tortuga boba <70 cm		Tortuga boba >70 cm	
	Parte del cuerpo	Número	Parte del cuerpo	Número
Espojas				
Chondroliidae	Lóbulos	50	Lóbulo	11
<i>Tethya citrina</i>	Enteras	7	Enteras	11
Cefalópodos				
Octopoda incirrata	Fragmentos de brazos	7		
Gasterópodos				
Prosobranquios	Cuerpos	7	Pies	44
Bivalvos				
Bivalvos			Cuerpos y pies	22
Crustáceos decápodos				
Anomora	Cefalotorax-Abdomen	14	Cefalotorax-Abdomen	44
Equinodermos				
Holothurios	Enteros	14	Enteros	44
Vertebrados				
Teleosteos	Enteros	28	Enteros	22

Cuadro 11 – Análisis de los contenidos en los estómagos de tortugas marinas

Las tortugas verde (*Chelonia mydas*) y negra (*C. agassizii*) son las únicas especies herbívoras. Como hemos indicado anteriormente, en sus fases crías y juveniles son carnívoras, igual que las demás especies. Pero a lo largo del crecimiento cambian el régimen carnívoro por el vegetariano. En las fases del inicio de la vida, el régimen carnívoro les ayuda a conseguir un mayor crecimiento y poder así alcanzar un tamaño suficiente para garantizar su supervivencia.

La observación del contenido en los estómagos de tortuga verde (*C. mydas*) permitió descubrir que se alimentaban de céspedes marinos (géneros *Syringodium*, *Diplanthera*, *Halophila*). Los adultos suelen alimentarse de día en aguas someras. Su dieta se compone esencialmente de zacates marinos (*Zostera*, *Thalassia*, *Cymodocea*, *Syringodium*, *Halodule*, *Diplanthera* y *Halophila*) y de algas (*Gelidium*, *Gracilaria*, *Gracilaropsis*, *Hypnea*, *Caulerpa*, *Vidalia*, *Bryothamnion*, *Cryptonemia*, *Agardhiella*). Junto con estos alimentos, la presencia de especies animales en sus estómagos es accidental y se ingiere de forma involuntaria. Normalmente suele representar menos de un 2 % de los alimentos consumidos (Laurent L., 1991).

Los ejemplares adultos de tortuga negra (*C. agassizii*) se alimentan igualmente en praderas de césped marino (*Zostera*, *Thalassia*, etc). Sin embargo, sus preferencias se orientan hacia algas como *Gigartina*, *Grateloupia*, *Sargassum*, *Ulva*, *Gracilaria*, *Rhodimenia*, *Gelidium*, etc. Ahora bien, el régimen vegetariano no es permanente, sino que varía según el hábitat. Así, durante las migraciones se las puede observar alimentándose de organismos epipelágicos, como tunicados (*Pyrosoma*), huevas de moluscos, de peces, etc.

Otra especie de hábitos carnívoros es la tortuga Carey, tanto del Atlántico (*Eretmochelys imbricata imbricata*), como del Pacífico (*Eretmochelys imbricata bissa*). Sus presas de predilección son esponjas, celenterados, tunicados, crustáceos, moluscos y algas. Durante necropsias de dichas especies, se han encontrado en los estómagos gran cantidad de crustáceos y esponjas.

En cuanto a la tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) forma parte de las especies carnívoras, cuyo régimen se basa principalmente en crustáceos, como el cangrejo azul (*Callinectes*), el de arena (*Areneus*), el dama (*Ovalipes*), el de piedra (*Heppatus*), y otras especies (*Portunus*, *Panopeus*, *Mennipe*, *Catappa*, etc.). Igual que la especie anterior, la tortuga Golfina tiene hábitos alimenticios muy similares, con una dieta basada en crustáceos. Desconocemos los alimentos consumidos en las fases juveniles, pero seguramente es una especie de tortuga marina carnívora durante toda su vida.

En las zonas costeras su dieta se orienta hacia diferentes especies de crustáceos, como las langostillas rojas (*Pleuroncodes*), algunos decápodos como *Portunus*, *Callinectes*, *Pagurus*, etc.

Por último, la tortuga Laúd, tanto del Atlántico (*Dermochelys coriacea coriacea*) como del Pacífico (*D. c. schlegelii*), son carnívoras y se alimentan principalmente de organismos bentónicos, cuando están en zonas costeras, efectuando prolongadas inmersiones. Cuando se alejan de la costa, su régimen alimentario se orienta entonces hacia medusas (*Physalia*, *Cyanea*),

crustáceos (*Libinia*, *Hyperia*), tunicados, peces juveniles, puesta de huevos, y otros organismos epipelágicos.

9. Depredadores, parásitos y enfermedades

Las diferentes especies de tortugas marinas sufren diferentes depredaciones según sus distintas etapas de vida.

En efecto, las crías de tortugas marinas, incluso dentro del huevo, son objeto de ataques. La depredación sigue presente hasta incluso una edad bien avanzada de la tortuga marina.

9.1 Depredación en el nido.

Aparte de la fauna que puede atacar el nido, como mangostas, zorrillos, perros y diversos pájaros, las crías en los huevos pueden ser depredadas por:

-Larvas de moscas pertenecientes a la familia Sarcophagidae invaden e infectan los huevos y crías, provocando la muerte de la mayoría de los mismos.

-Hormigas y escarabajos pueden causar también en algunos casos un alto nivel de mortalidad entre los huevos del nido.

-Ácaros de la familia Macrochelydia se pudieron observar en las superficies epidérmicas de las crías de tortuga Lora.

-Nematodos en las puestas; tanto para los ácaros como para nematodos, el vector de transmisión parece ser el cangrejo fantasma, que alcanza los nidos por sus galerías y transmiten la infección a los huevos de tortuga.

9.2 Depredación al salir del nido

Una vez eclosionadas, las tortugas se orientan rápidamente hacia el mar. Durante este período son presa de cangrejos, perros, cerdos, zorrillos, gaviotas, águilas, buitres, etc. También destacamos la notable pérdida provocada por parte de reptiles como los varanos, lagartos y serpientes.

9.3. Depredación en el mar

En el mar, las crías son depredadas por una gran variedad de peces y aves (pelícanos, fragatas, gaviotas, cormoranes, etc.). En estado adulto las tortugas siguen siendo objeto de ataques, principalmente de tiburones. En el momento de la anidación, no es extraño observar tortugas con defectos físicos, escotaduras semicirculares en el borde posterior del caparazón o la pérdida parcial o total de una aleta debido a mordeduras de escualos.

9.4. El mayor depredador de las tortugas marinas, el hombre

Es el hombre el que origina la tasa de mortalidad más alta en tortugas marinas, con capturas accidentales causadas por una pesca intensiva desmesurada y por invadir de forma irracional su hábitat natural.

9.5 Parásitos y Enfermedades

Pocos estudios científicos hacen referencia a los parásitos o las enfermedades que pueden sufrir las tortugas marinas en el medio natural. A pesar de ello, veamos las principales patologías que les afectan.

1. Tumores epidérmicos

Se conoce la existencia de estas enfermedades llamadas papilomas o fibropapilomas. Sin embargo, se desconoce la causa exacta de la presencia de dichos tumores, pero parecen consecuencia de la contaminación marina.



Fotografía 16 – Tortuga verde con fibropapilomas

2. Parásitos intestinales

Las especies de parásitos intestinales más abundantes son los trematodos, cestodos y nematodos. También se observó la presencia de sanguijuelas (*Ozobranchus* sp), que invaden la piel, generalmente del cuello y las axilas, sin que tengamos con frecuencia informes que detallen sus efectos nocivos en el organismo de las tortugas.

3. Alteraciones físicas genéticas

Una de las observaciones más frecuentes en cuanto a alteraciones físicas genéticas reside en una parálisis de las aletas posteriores que se ven también menos desarrolladas. Se desconoce el origen de dicha parálisis, que les imposibilita para hacer el nido y desovar en condiciones normales. Sin embargo, no impide que las tortugas afectadas acompañen a los individuos sanos. Una de las posibilidades de conocer un poco más en detalle las circunstancias de esta parálisis, sería incubar los huevos de dichas tortugas, para saber si el problema tiene carácter hereditario o si ha sido transmitido a lo largo de sus vidas.

4. Otras patologías

La cría en cautividad de las tortugas marinas ha permitido descubrir patologías adicionales:

a. Patologías en el aparato digestivo

En todas las edades de las tortugas criadas en cautividad se pudieron observar infecciones virales en el intestino, provocando inflamaciones con pérdida del tono muscular. Dichas inflamaciones se ven acompañadas por oclusiones, sobretodo en la primera parte del intestino grueso, donde se acumulan el bolo fecal.

b. Patologías en las vías respiratorias

Una de las patologías de las vías respiratorias que afectan a los individuos de más de un año está causada por el *Chlostridium botullinum* tipo C. Es una enfermedad que se declara de forma súbita y periódicamente, en general, cada tres o cuatro años. Se caracteriza por ataques a los pulmones y, en casos de gravedad, al sistema nervioso.

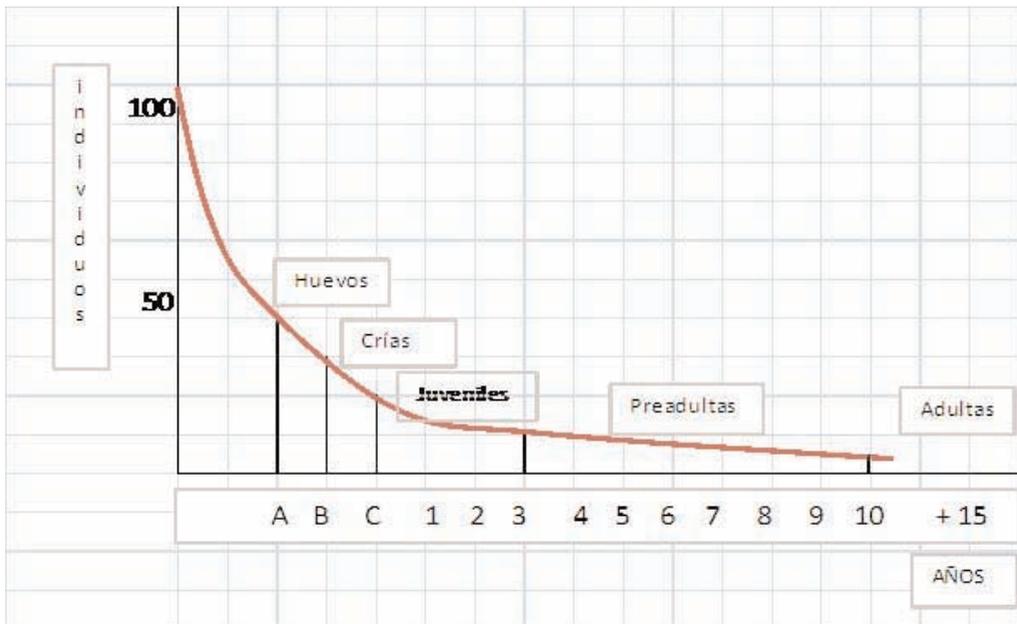
También notamos la presencia de herpes (infección viral) en crías e individuos menores de un año. Dicha infección puede causar una alta tasa de mortalidad, sin que tengamos a fecha de hoy una solución concreta. Sin embargo, una buena higiene y una alimentación adecuada parecen reducir notablemente las infecciones.

c. Patologías de la piel

Las tortugas en cautividad suelen presentar alteraciones cutáneas provocadas por hongos o bacterias, que pueden llegar a causar grandes mutilaciones. Entre los hongos, citar principalmente *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Acromonas*, etc. Los tratamientos residen en aplicaciones tópicas con violeta de genciana, alcohol, pomadas antibióticas, permanganato de potasio, etc.

10. Mortalidad y Supervivencia

La mortalidad natural de las tortugas marinas ha sido objeto de muchos estudios científicos, que permitieron llegar a la siguiente conclusión: las diferentes especies sufren una gran tasa de mortalidad durante sus primeros estadios, concretamente en las fases de huevo y cría. Dicha tasa se va atenuando según adquieren mayores tamaños. Ver la Gráfica que presentamos a continuación.



Gráfica 1 – Mortalidad teórica en las tortugas marinas: A – Durante la incubación, B – la eclosión, C – la migración al mar, y en sus etapas de juvenil, preadulta y adulta

La presencia de parásitos, depredadores, competidores y la abundancia de alimentos influyen en la tasa de mortalidad natural, así como un patrimonio genético, que permite mayor adaptación a cambios ambientales o mayor resistencia a ciertas enfermedades.

El poder migratorio para aprovechar mejor los alimentos, el poder reproductivo y la competencia con las otras especies también influyen sobre la mortalidad natural.

Como ejemplo, ilustraremos lo dicho anteriormente con la tasa de mortalidad que soportan las crías de tortugas marinas de una misma especie (*Lepidochelys olivacea*), en América Central, en el momento de la anidación. Dicha especie suele anidar en México y Costa Rica, aunque en playas de dimensiones muy diferentes. El resultado es que con un esfuerzo reproductor similar, ya que son varias decenas de individuos los que se agrupan en las playas, la tasa de mortalidad es bastante más elevada en la playa más pequeña (Costa Rica). Dicha diferencia se explica por el hábitat, o dicho de otra manera, por el espacio disponible, ya que, en el caso de la playa más pequeña, la mecánica destructiva que se desarrolla durante la anidación es mucho más elevada. La elevada tasa de mortalidad se explica principalmente por sobrepoblación. Pero el otro factor de mortalidad natural es la insolación o la deshidratación, si nacen durante el día. En este caso pueden morir en pocos minutos.

La depredación es otro factor a tener en cuenta y que afecta a las crías desde que salen de los huevos hasta que alcanzan el mar, e incluso, una vez en alta mar. Como se dijo anteriormente, desconocemos lo que ocurre exactamente hasta que alcanzan unos 15 cm. Es fácil de entender que corren muchos riesgos con la presencia de numerosos depredadores marinos. Se quedan en zonas pelágicas, siguiendo corrientes marinas, hasta unos tres años. La mortalidad sigue siendo alta a esa edad, pero va disminuyendo con el crecimiento. Al superar el caparazón los 15–25 cm de longitud, sólo grandes peces son capaces de depredar sobre ellas.



EVALUACIÓN DE CAPTURAS POR BARCOS ARRASTREROS

Preámbulo

Disponemos desde hace ya varios años y a través de numerosos estudios científicos, de valoraciones concretas de las capturas accidentales de tortugas marinas, provocadas por el palangre de superficie. Es de lejos, el arte de pesca más dañino para las tortugas marinas. Sin embargo, cuando hablamos de las redes de arrastre de las flotas españolas, y andaluzas en particular, y de las eventuales capturas accidentales de tortugas marinas que provocan, carecemos de datos concretos e incluso se califican a fecha de hoy, de “nulas o no estimadas”.

El objetivo del proyecto es llegar a una estimación concreta de las capturas accidentales provocadas por las flotas con redes de arrastre. El presente trabajo se ha realizado mediante observaciones en barcos pesqueros de los puertos de Isla Cristina (Huelva) y Almería. Además de consultas a instituciones públicas relacionadas con el sector pesquero y consultas a pescadores, para llegar a un promedio del número de capturas accidentales por campaña.

Los daños causados por las redes de arrastre a las tortugas marinas suelen ser más importantes que con otros métodos de pesca, puesto que el animal está atrapado en la red y no puede subir a la superficie para respirar. La otra causa es que la red aprieta el cuerpo de la tortuga, causando lesiones de mayor gravedad que con un anzuelo. Muchas veces, se observan importantes cortes en las aletas, debido a la red donde se quedó atrapada, obligando a realizar amputaciones.

La pesca con redes de arrastre y sus consecuencias en cuanto a las capturas accidentales de tortugas marinas, están poco estudiadas, tal vez porque no se ha podido comprobar con exactitud un número notable de capturas accidentales en el mar Mediterráneo como para estudiar el tema a fondo.

Sin embargo, contamos en Andalucía con importantes flotas pesqueras con redes de arrastre (Isla Cristina y Almería). Sabemos que en otros países como Francia, Italia, Turquía y Grecia se han empezado a estimar las capturas anuales realizadas por este arte de pesca y que podrían alcanzar entre 500 y 3.000 individuos (Grecia e Italia). Evidentemente, no estamos hablando de tantas capturas como en el caso de la pesca con palangre de superficie. Sin embargo, la mortalidad es mucho más elevada con las redes de arrastre por los motivos explicados anteriormente.

Hasta la fecha, no disponemos en España de un estudio concreto de valoración de capturas accidentales con redes de arrastre y es imprescindible que conozcamos el impacto de su uso, para proponer medidas en el caso de que sea necesario.

Las flotas pesqueras de arrastre se especializan en la captura de crustáceos (gamba blanca para Isla Cristina y gamba roja para Almería), siendo los crustáceos una de las especies base de la dieta de las tortugas marinas. Las zonas de pesca de ambas flotas tienen una notable importancia, ya que la flota pesquera de Isla Cristina faena en el Golfo de Cádiz, que es la

puerta de entrada de las tortugas marinas, nacidas en el Caribe, hacia el mar Mediterráneo, y por otra parte, la flota pesquera de Almería faena en el entorno del mar de Alborán, que es una de las zonas más frecuentadas por las tortugas marinas, por su riqueza biológica ya mencionada. Como consecuencia, las capturas accidentales son altamente probables sobre todo en verano, cuando se van calentando las aguas superficiales. Las redes de arrastre se mantienen en alta profundidad entre 100 y 400 m.

El estudio de los desplazamientos de las tortugas marinas demuestra que pueden alcanzar dichas profundidades para alimentarse y que frecuentan las zonas del mar Mediterráneo con mayor profundidad, coincidiendo con las zonas de pesca de las flotas pesqueras de arrastre, tal como lo demuestran los datos que presentamos a continuación.

1. Capacidad de buceo de las tortugas marinas

Antes de evaluar las capturas accidentales por las redes de arrastre, conviene estudiar las capacidades de buceo de las tortugas marinas, ya que las redes de arrastre se utilizan a profundidades concretas, (Houghthon et al., 2002). Sabemos que las tortugas suelen frecuentar más a menudo las aguas superficiales.

Sin embargo, el cuadro adjunto nos indica que pueden alcanzar aguas más profundas. Podemos observar que *C. caretta* puede alcanzar profundidades de hasta 210 m, con un tiempo de inmersión habitual de alrededor de media hora. Las redes de arrastre se suelen utilizar a mayores profundidades (entre 100 y 500 m), por lo cual la posibilidad de capturar tortugas marinas es real.

Especies	Profundidad (m)		Tiempo de inmersión (mn)		% Tiempo
	Máx.	Habitual	Máx.	Habitual	
<i>C. caretta</i>	211	9-12		17-30	80-94
	99	13.5-16.6		14.8-20.5	
<i>L. kempfi</i>		50	300	12.7-18.1	96
			167	16.7	
<i>L. olivacea</i>	290			54.3	
				28.6	
<i>C. mydas</i>	110				
		20	66	9-23	
<i>E. imbricata</i>			73.5	56.1	
<i>D. coriacea</i>	Sup. 1000		37	4-11	
	475	50-84	34.7	10-14.5	
			2-11		
			7.7		74-91

Cuadro 12 - Profundidades medidas en algunas especies de tortugas marinas en condiciones normales y las máximas registradas, así como el tiempo de inmersión de las mismas

2. Evaluación de las capturas accidentales de tortugas marinas por las redes de arrastre

2.1 Épocas de mayor captura

Después de varios meses de trabajo de investigación y colaboración con pescadores, los resultados obtenidos pueden confirmar la captura de tortugas marinas con redes de arrastre en el Golfo de Cádiz y en el Mediterráneo español. Como consecuencia, es posible realizar estimaciones a nivel nacional.

En efecto, el 12 de agosto de 2008, a las 11 y media de la mañana, se capturó una tortuga marina boba a unas 19 millas náuticas de Isla Cristina, a bordo de la embarcación Nuevo Tío Paco, pesquero arrastrero donde se realizó el proyecto de investigación en Huelva. Faenaba a unos 100 metros de profundidad.



Fotografía 17 – Miembro de la tripulación con la tortuga boba capturada con las redes de arrastre el 12 de agosto de 2008 – Barco arrastrero “Nuevo Tío Paco” del puerto pesquero de Isla Cristina (Huelva)



Fotografía 18 – Tortuga boba capturada con las redes de arrastre el 12 de agosto de 2008 – Barco arrastrero “Nuevo Tío Paco” del puerto pesquero de Isla Cristina (Huelva)

Según el testimonio de los miembros de la tripulación, la tortuga no sufrió ningún daño y el poco tiempo que pasó en la red, le permitió sobrevivir y ser devuelta al mar. Se adjunta, en anexo, la ficha correspondiente a esta captura.

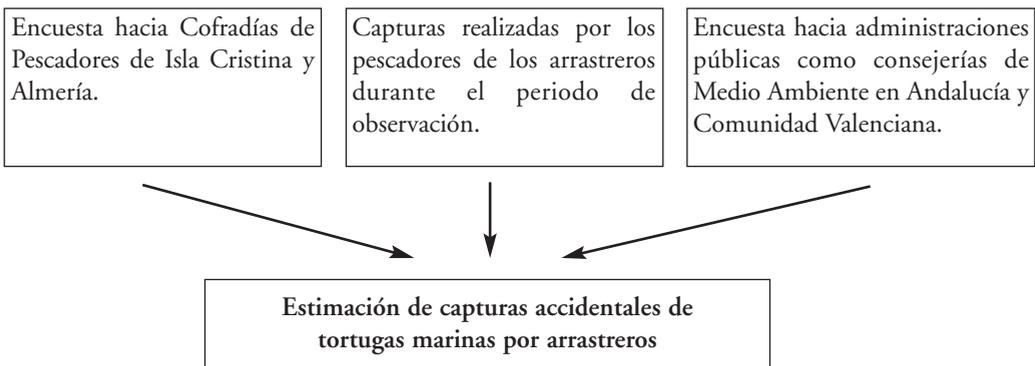
Sabemos, según los datos de capturas accidentales con palangre de superficie, que las capturas en invierno y otoño son muy poco numerosas, e incluso inexistentes, ya que frecuentan aguas más cálidas en el este de la cuenca mediterránea.

Sin embargo, cuando llega la primavera y el verano, es decir cuando las aguas superficiales se calientan, se registran las mayores capturas, desde mayo hasta septiembre aproximadamente. En varios estudios, se ha comprobado la correlación entre el calentamiento de las aguas superficiales y las capturas de tortugas marinas. Podemos confirmar que pasa lo mismo con las redes de arrastre y que las capturas accidentales de tortugas marinas se registran, sobre todo, desde primavera hasta finales de verano.

El testimonio de pescadores de arrastreros de Almería y de la Comunidad Valenciana nos confirma esta teoría, existiendo incluso documentos gráficos de la Consejería Valenciana de Medio Ambiente (Televisión valenciana, Punt2, programa de medio ambiente con emisión en junio del 2.007, Día de los océanos), que confirman, en primer lugar, las capturas accidentales de tortugas marinas por redes de arrastre y en segundo lugar, un número de capturas del mismo orden en las fechas indicadas.

2.2 Capturas medias de tortugas marinas por las redes de arrastre y las zonas estudiadas

La evaluación de las capturas accidentales se hizo de la manera siguiente:



2.2.1 Almería, Murcia y Valencia

Según el estudio e investigación propia en instituciones marítimas y profesionales del sector pesquero de las zonas indicadas, se ha llegado a una media de captura accidental de tortugas marinas, de entre 5 y 6 individuos por campaña y por barco.

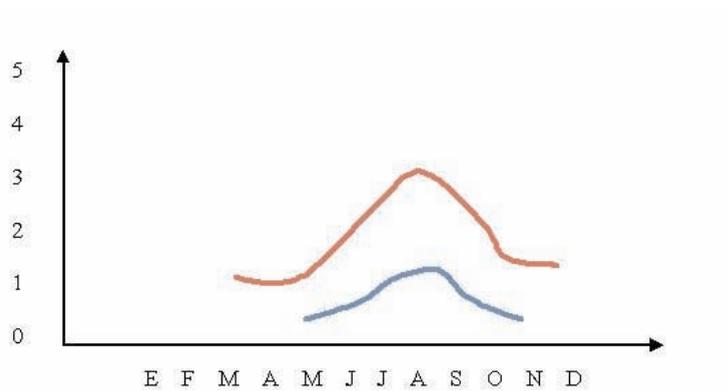
Dichas capturas, como se ha dicho anteriormente, se registran principalmente entre mayo y septiembre de cada año. La media confirmada por la Consejería de Medio Ambiente de Valencia y el testimonio de pescadores de la misma comunidad y de Almería corresponden a la zona mediterránea comprendida entre el estrecho de Gibraltar, Almería, mar de Alborán, Murcia y Comunidad Valenciana. La confirmación de los datos de capturas, tanto en Almería como en la Comunidad Valenciana, nos permite deducir que en Murcia las capturas serían del mismo orden por situación geográfica.

2.2.2 Golfo de Cádiz

En el Golfo de Cádiz, según el testimonio de los pescadores de arrastreros de Isla Cristina y las circunstancias del caso registrado, las capturas de tortugas marinas no ascienden al número indicado en el Mediterráneo y corresponden más bien a una media comprendida entre 1 y 3 individuos por barco y campaña.

Dichas capturas, igual que en el Mediterráneo, ocurren entre mayo y septiembre de cada año. La media más baja se explicaría por una frecuencia menor de las tortugas marinas en el Golfo de Cádiz, que en la cuenca mediterránea y por las temperaturas medias más frías de las aguas superficiales.

Como consecuencia, las capturas accidentales con redes de arrastre corresponderían a las curvas presentadas en la gráfica siguiente.



Gráfica 2 – Capturas medias accidentales de tortugas marinas por barcos pesqueros con redes de arrastre (en rojo, mar Mediterráneo, en azul, Golfo de Cádiz)

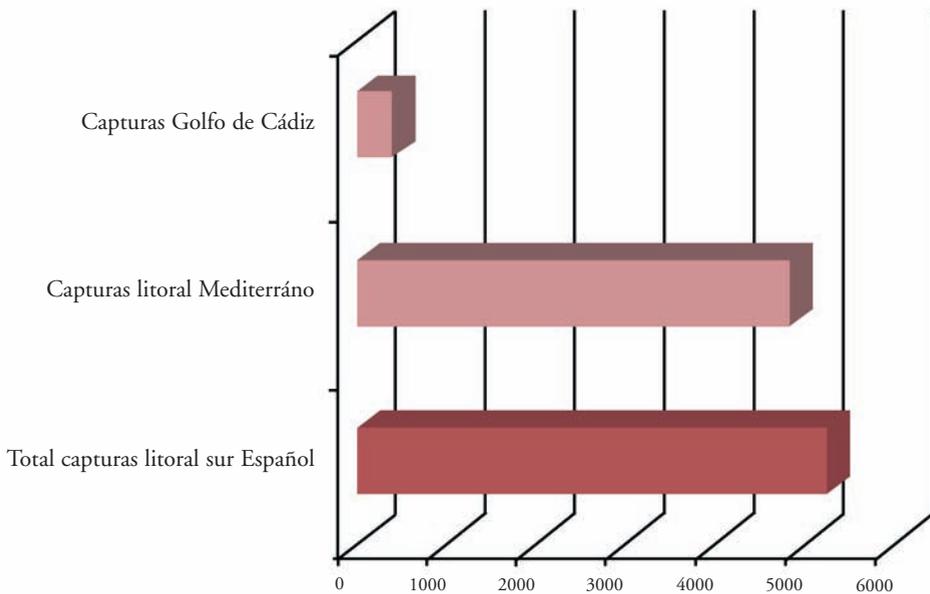
3. Estimación de capturas accidentales de tortugas marinas por las redes de arrastre en el litoral sur Español

Si estudiamos las flotas pesqueras con redes de arrastre por Comunidad y extrapolamos los datos a otras flotas pesqueras mediterráneas, como la catalana y la de Islas Baleares, llegaríamos a un número de capturas accidentales de tortugas marinas del orden siguiente:

. En el Golfo de Cádiz, existen, según datos de la Junta de Andalucía en el 2005, unos 206 barcos pesqueros con redes de arrastre, que corresponderían, tomando como media 2 tortugas por campaña, a unas capturas de 412 individuos.

. En la zona mediterránea, incluyendo Andalucía (parte mediterránea), Murcia, la Comunidad Valenciana, Cataluña e Islas Baleares, existen 971 barcos arrastreros, según datos del libro blanco de Pesca del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Con una captura media de 5 tortugas marinas por campaña, nos da un total de 4.855 individuos.

Como consecuencia, y teniendo en cuenta un nivel de capturas accidentales medio, para que se corresponda mejor a la realidad, las estimaciones para el litoral sur español ascenderían a 5.267 individuos por campaña.



Gráfica 3 – Representación de las capturas accidentales de tortugas marinas en el litoral mediterráneo, en el Golfo de Cádiz y en el conjunto del litoral sur español

En comparación con otros países mediterráneos, analizando la importancia respectiva de cada litoral y la estimación de capturas accidentales de tortugas marinas por redes de arrastre, España se colocaría a la cabeza de la Unión Europea según los datos siguientes:

Países	Evaluación Capturas Tortugas Marinas
Grecia	400-600
Italia	3.000
España	5.000

Cuadro 13 – Evaluación de capturas de tortugas marinas por redes de arrastre en países mediterráneos

4. Características oceanográficas de las aguas con menor y mayor captura de tortugas marinas

4.1 Corrientes superficiales en el Levante español

Las aguas donde mayores capturas de tortugas marinas se observan se localizan en el Levante (área de Valencia). No es por casualidad, puesto que si observamos el mapa de las corrientes superficiales dominantes en el Mediterráneo, podemos darnos cuenta de que es una zona donde se encuentran por un lado una corriente del sur de Murcia, que empieza en el estrecho de Gibraltar (originada por las entradas de las aguas del océano Atlántico) y por otro, una corriente del norte que rodea las islas Baleares. Sabemos que las tortugas marinas se dejan llevar, la mayoría del tiempo, por las corrientes dominantes. Como consecuencia, estaríamos ante una zona de encuentro de tortugas marinas, que vendrían posiblemente del Atlántico y del Mediterráneo oriental.

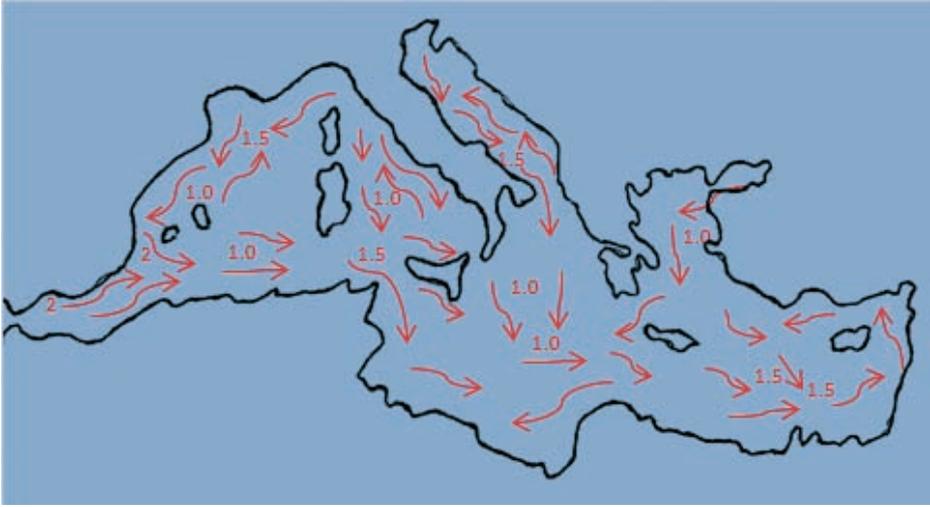


Figura 14 – Corrientes superficiales dominantes en el mar Mediterráneo en los meses de verano

4.2 Temperaturas de las aguas mediterráneas

Las capturas, que alcanzan una media de 5 a 6 tortugas por campaña, concentradas principalmente en los meses de primavera-verano (de mayo a septiembre), tienen lugar en las aguas frecuentadas por los pescadores del Levante español, tanto con redes de arrastre, como con palangre de superficie.

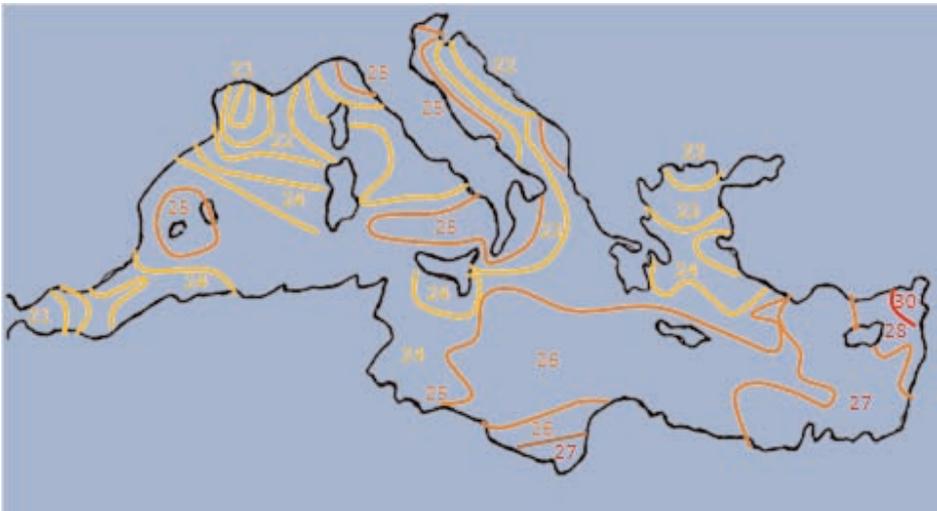


Figura 15 – Temperaturas medias de las aguas superficiales del mar Mediterráneo en verano (junio)

Si observamos la zona de mayor temperatura superficial del agua del mar Mediterráneo español, podemos localizar la misma zona que la de las corrientes superficiales, localizada en el sur de las Islas Baleares, incluyendo el Levante valenciano con temperaturas superiores a los 24°C e incluso a los 25°C. Entre todas las aguas superficiales de las costas españolas, éstas son las más cálidas y explican el número importante de capturas de tortugas marinas.

4.3 Patrón general de la circulación superficial en el Golfo de Cádiz

La cuestión es saber cómo influye la circulación de las aguas superficiales en la presencia de tortugas marinas y su potencial de capturas en el Golfo de Cádiz, que tal como hemos dicho, se considera menos importante que en el Levante del mar Mediterráneo.

Conocemos poco la hidrodinámica que corresponde al Golfo de Cádiz. Sin embargo, tenemos que relacionarlo con la corriente de las Azores. En efecto, una de sus ramas penetra en el Golfo de Cádiz originando un gran giro anticiclónico, el mismo que alimenta de agua el mar Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar.

Los análisis estadísticos nos indican que dicha circulación anticiclónica es un elemento estable y se confirma como principal estructurador del hidrodinamismo de la cuenca (Vargas *et al.*, 2003). A pesar de ello, tenemos que indicar zonas de influencia del continente. Estamos hablando de aparición de estructuras que se ven influenciadas directamente por vientos dominantes, con una presencia casi permanente, como el fenómeno de afloramiento que se observa en el Cabo de San Clemente. Dicho afloramiento ocurre bastante lejos de la costa andaluza, lo que implica una influencia relativamente reducida. Sin embargo, se observa una lengua de agua superficial fría que surge del Cabo de Santa María hacia el este sobre el talud continental. Resumiendo, la circulación de las aguas superficiales en el Golfo de Cádiz “empuja” a las tortugas marinas hacia el mar Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar.

No olvidemos que la corriente de aguas mediterráneas que se dirigen hacia el océano Atlántico se localiza a más de 400 m de profundidad. Como consecuencia, las aguas atlánticas que entran en el mar Mediterráneo localizadas en la superficie, hacen que las tortugas marinas del Caribe o de Canarias no se queden mucho tiempo en el Golfo de Cádiz, no sólo por las corrientes dominantes en la cuenca, sino por las temperaturas de sus aguas superficiales.

4.4 Temperaturas de las aguas superficiales en el Golfo de Cádiz

Veamos a través de las figuras adjuntas las temperaturas medias en primavera y verano de las aguas superficiales del Golfo de Cádiz, temperaturas registradas a 5 m de profundidad.

Como comprobaremos, las temperaturas no exceden de marzo a junio los 19°C y de julio a octubre los 23°C, en una zona costera limitada entre Matalascañas y Chipiona, cuando gran parte del Levante mediterráneo oscila entre 24°C y 25°C.

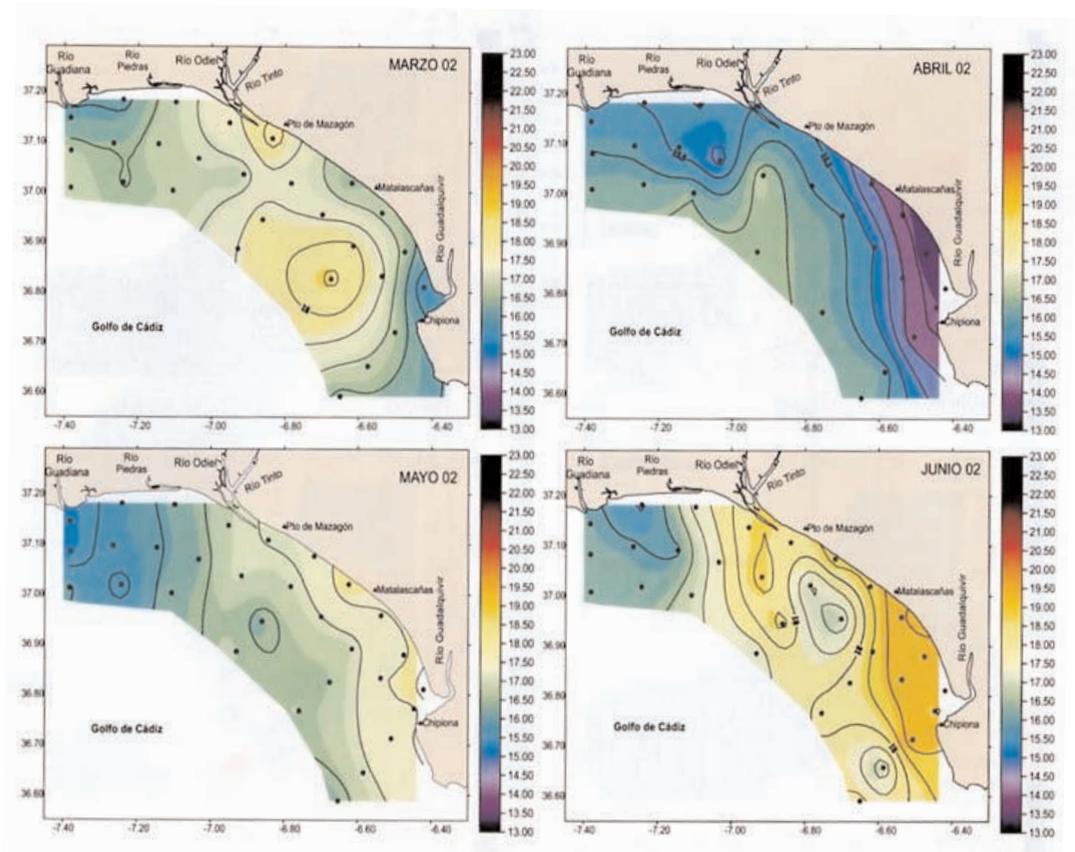


Figura 16 – Distribución espacial de la temperatura (°C) en los muestreos realizados de marzo a junio – Datos a 5 metros de profundidad. Fuente Junta de Andalucía

En verano, las aguas superficiales del Golfo de Cádiz se van calentando. Sin embargo, tal como se puede apreciar en la mitad este, las aguas superficiales se encuentran entre los 18°C y 20°C en el mes de julio. Las tortugas marinas prefieren, por lo tanto, las aguas mediterráneas más cálidas y acceden a ellas por la corriente de las aguas atlánticas superficiales del Estrecho de Gibraltar.

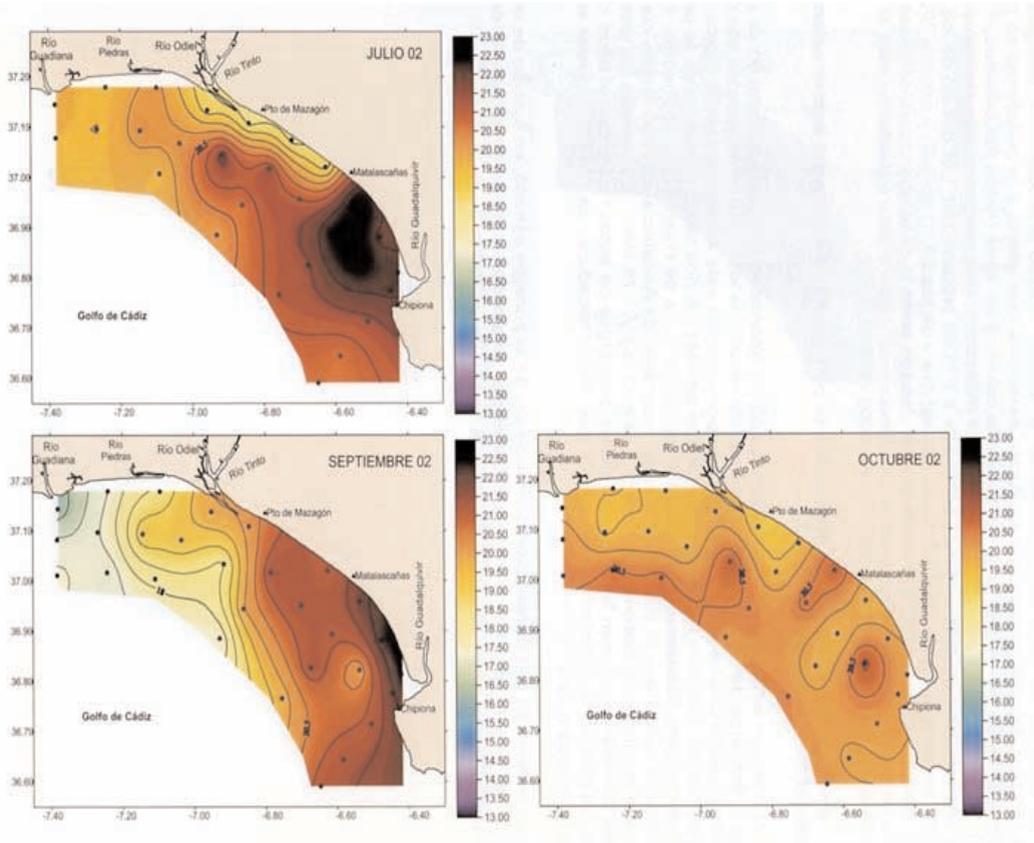


Figura 17 – Distribución espacial de la temperatura (°C) en los muestreos realizados de julio a octubre – Datos a 5 metros de profundidad. Fuente Junta de Andalucía

5. Resumen y Conclusión

Según el estudio realizado, las flotas españolas con redes de arrastres capturarían accidentalmente **unas 5.000 tortugas marinas cada año**.

Un alto porcentaje de dichas capturas correspondería a individuos muertos por ahogamiento y devueltos al mar.

El nivel de capturas accidentales de tortugas marinas se puede calificar de alto en comparación con los otros países mediterráneos, debe suponer la aplicación de medidas para limitar dichas capturas en España.

Según la descripción realizada por los pescadores sobre la especie de tortuga marina capturada accidentalmente, la práctica totalidad corresponde a la tortuga Boba (*Caretta caretta*).

Las mayores capturas de tortugas marinas se registran en el Levante español, zona marítima que cuenta con las más elevadas temperaturas de las aguas superficiales mediterráneas en verano, siendo el punto de encuentro de dos corrientes de aguas superficiales, una del sur, procedente del Estrecho de Gibraltar y otra del norte, que rodea las Islas Baleares, lo que la convierte en una zona altamente frecuentada por las tortugas marinas.

Las tortugas siguen las corrientes superficiales dominantes y se ven atraídas por aguas cálidas, que activan su metabolismo.

Una de las medidas posibles, para evitar capturar no sólo tortugas marinas, sino también mamíferos marinos sería aplicar a la red un dispositivo de escape. IFREMER, el Instituto francés para la investigación marina, ha estudiado y realizado varios ensayos al respecto y ha obtenido resultados interesantes.

Otra solución posible es un cambio del arte de pesca, mediante el uso de nasas que permitan seguir pescando la gamba, de manera más selectiva, y que eviten capturar tortugas marinas y destruir los fondos marinos.

FICHA DE OBSERVACIÓN - Captura TORTUGA BOBA (*Caretta caretta*)

Datos básicos

Fecha	<u>12/08/2008</u>	Puerto	<u>Isla Cristina (Huelva)</u>
Nombre del Barco	<u>Nuevo Tío Paco</u>		
Método de Pesca	<u>Red de Arrastre</u>		

Identificación de la especie / Características de la pesca / Observaciones

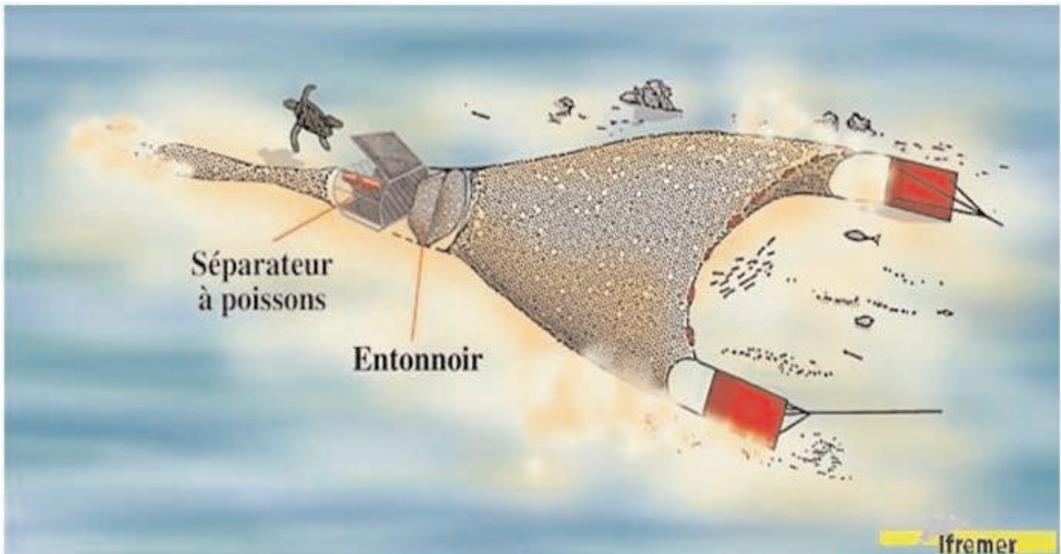
Especie capturada:	<u>Tortuga Boba</u>	Nombre Científico:	<u><i>Caretta caretta</i></u>
Localización de la captura:	<u>37° 11 169 N</u> <u>7° 19 972 W</u>	Hora de la captura:	<u>11.30 de la mañana</u>
Peso aproximado:	<u>NC</u>	Número de la marca:	
<u>Muestras de contaminación:</u>			
Artes de pesca	<input type="checkbox"/> _____	Petróleo	<input type="checkbox"/>
Plástico	<input type="checkbox"/>	Otras	<u>NO</u>
<u>Daños:</u>			
Heridas	<input type="checkbox"/> _____	Cicatrices	<input type="checkbox"/>
Fracturas	<input type="checkbox"/>	Otras	<u>NO</u>
Parásitos visibles <u>NO (según observación de las fotografías y documentos gráficos)</u>			
<u>Biometría (cm):</u>			
Longitud del caparazón	<u>70-80 cm</u>	Anchura del caparazón	<u>60-70 cm</u>
Longitud de la cola	<u>NC</u>	Distancia entre el orificio genital	<u>NC</u>
<u>Características de la pesca:</u>			
Tipo de red	<u>Arrastre</u>	Distancia de la red	<u>60-70 cm</u>
Tamaño de la malla	<u>4 cm</u>	Anchura de la red	<u>15-20 cm</u>
Temperatura del agua	<u>18-19 °C</u>	Estado de la mar	<u>Tranquila</u>
Condiciones atmosféricas <u>Buenas, con viento del levante débil a moderado</u>			
<u>Observaciones:</u>			
Captura de tortuga Boba por el arrastrero onubense del puerto de Isla Cristina, el último día 12 de agosto de 2008 a las 11 y media de la mañana. La tortuga marina presentaba un estado de salud satisfactorio sin presentar lesiones causadas por su captura con la red. Por suerte, no permaneció mucho tiempo atrapada, lo que le salvó la vida. En el caso contrario, hubiera muerto por ahogamiento. Fue liberada unos 20 mm después de su captura.			

6. Dispositivo de escape de tortugas marinas (Turtle Excluder Device – TED)

6.1 Presentación general

Para reducir la captura accidental de tortugas marinas, IFREMER estudió la posibilidad de incorporar a las redes de arrastre dispositivos que permitieran a las tortugas marinas escapar de las mismas.

Dicho dispositivo no reduce la pesca, sino que mediante un sistema de apertura, orienta a las tortugas marinas a salir fuera de la red (ver figura 18).

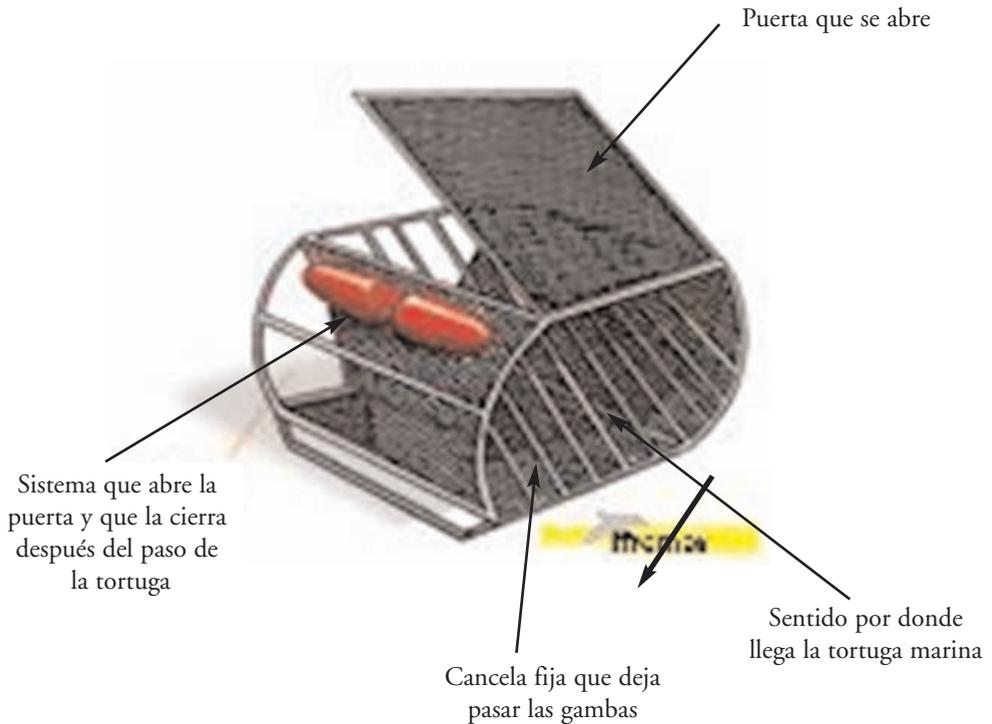


*Figura 18 – Presentación del dispositivo de escape de tortugas marinas en una red de arrastre
– Fuente: IFREMER*

6.2 Detalles del dispositivo

Dicho dispositivo, ya obligatorio en arrastreros especializados en la capturas de crustáceos (gambas) en zonas tropicales, se compone de una cancela oblicua montada en un caja rígida que deja pasar las gambas pero que impide el paso de las tortugas marinas que se ven orientadas hacia arriba saliendo cuando se abre la puerta.

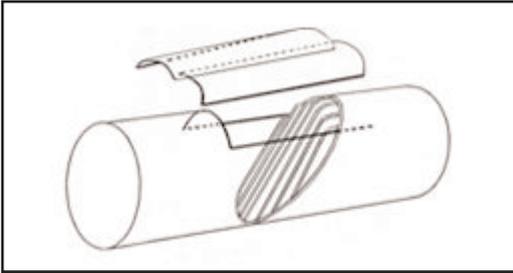
El dibujo presentado a continuación muestra las diferentes partes del dispositivo:



A solicitud de una agrupación de pescadores de gamba en Madagascar, el laboratorio tecnológico pesquero participó en la instalación de dispositivos TED en embarcaciones y elaboró soluciones técnicas actualmente testadas en la Guyana Francesa. Los servicios del laboratorio también fueron solicitados por científicos de la NOAA (Estados Unidos), para dirigir una acción de sensibilización en el Gabón de las ventajas del uso de TED.

6.3 Nuevo prototipo

Durante la visita que realizamos a las instalaciones de IFREMER, en la Bretaña francesa, uno de los responsables del laboratorio nos enseñó el nuevo prototipo. Entre sus propios ensayos, IFREMER elaboró nuevos dispositivos, con cancelas de aluminio más ligeras, (ver fotografía adjunta) asociados a una cancela fija con mallas cuadradas, que impide la captura de pescados.

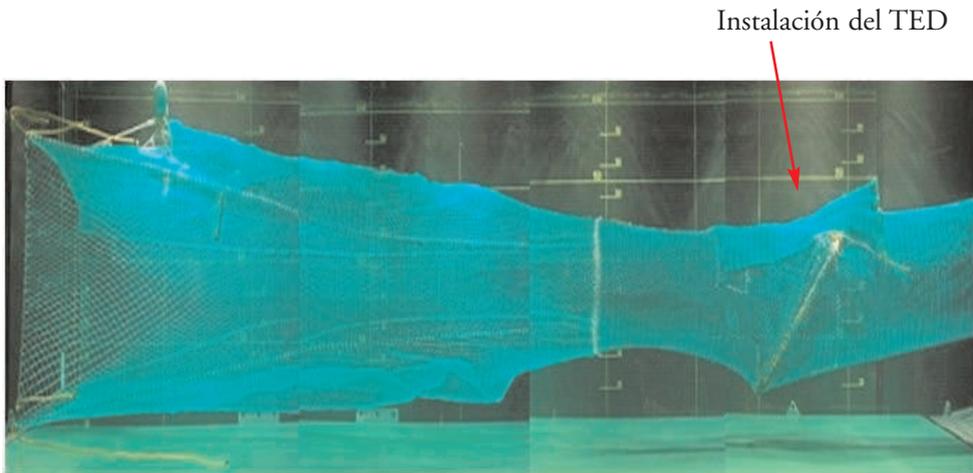


Fotografía 19 – Nuevo dispositivo con material más ligero – Fuente: IFREMER

Los resultados de los ensayos de este dispositivo son prometedores, ya que, además de impedir la captura de tortugas marinas, deja pasar también los peces, reduciendo de forma considerable las especies sacrificadas por la pesca con redes de arrastre.

Se realizaron ensayos en Boulogne-sur-Mer (Francia), con la colaboración de WWF, para reducir las capturas accidentales de tortugas marinas en barcos pesqueros de la Guyana francesa. Dicho trabajo se desarrolló en el laboratorio “Técnicas de captura” de Lorient (Bretaña francesa), con la colaboración de especialistas estadounidenses de la NOAA. Los TED utilizados se constituyen por una cancela rígida colocada en la entrada de la red para filtrar las especies marinas de gran tamaño y especialmente las tortugas marinas.

La fotografía 20, facilitada por el propio laboratorio, muestra la manera de ensayar los nuevos dispositivos en la red. En la parte derecha podemos apreciar la instalación de un TED.



Fotografía 20 – Red testada en el laboratorio de Lorient en las instalaciones de IFREMER en la Bretaña Francesa. – Fuente: IFREMER

Este nuevo prototipo, ligeramente diferente al anterior, funciona de la misma manera. La tortuga marina entra en la red hasta alcanzar el dispositivo TED, llega a la cancela y sale por la apertura prevista en su parte superior.

6.4 Ensayos en España

Teniendo en cuenta el importante nivel de capturas estimadas en España, y en particular en el Levante, la organización de un ensayo en una red de un barco arrastrero tendría un gran interés ecológico y científico.

Es muy probable que la continuación del trabajo realizado para estimar las capturas accidentales de tortugas marinas, sea la preparación de un ensayo, incluyendo la instalación de un TED en una red de un barco arrastrero español, para comparar los niveles de capturas antes y después de la instalación del dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bentivegna F. (2002). Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. *Marine Biology*, 141 (4): 795-800.
- Bowen B.W, Bass A.L., Chow, S-M. Bostrom M. Bjorndal K.A., Bolten A.B, Okuyama T., Bolker B., Epperly S., LaCassella E., Shaver D., Dodd M., Hopkins-Murphy S., Musick J.A., Swingle M., Rankin-Baransky K., Teas W., Witzell W. & P. Dutton (2004). Natal homing in juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Molecular Ecology* 13: 3797-3808.
- Bradai M.N (1992). Les captures accidentelles de *Caretta caretta* au chalut benthique dans le Golfe de Gabes. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 33: 285.
- Camiñas J.A (2005). Interacciones entre las tortugas marinas y las flotas españolas en el Mediterráneo Occidental y el Golfo de Cádiz. Taller de Coordinación de actuaciones relacionadas con la captura accidental de tortuga boba (*Caretta caretta*) por flotas españolas en el Mediterráneo. Secretaria General de Pesca Marítima. MAPA. Madrid, 4 de Octubre de 2005.
- Cardona L.,Revelles M., Carreras C., San Felix M.,Gazo, M. & A Aguilar (2005). Western Mediterranean immature loggerhead turtles: habitat use in spring and summer assessed through satellite tracking and aerial surveys. *Marine Biology*. Volume 147, Number 3 / July 2005: 583-591.
- Casale P, Laurent L., Gerosa G, Argano R (2002). Molecular evidence of mal-biased dispersal in loggerhead turtle juveniles. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 267, 139-145.
- Demirayak F. (1999). The status of the green turtle *Chelonia mydas* in Kanzali, Samandag on the Turkish Mediterranean Coast, T-PVS(99) 74. 26 pp.
- Hays G.C, Broderick, A.C, Godley B.J., Luschi P, & W.J Nichols (2003). Satellite telemetry suggests high levels of fishing-induced mortality in marine turtles. *Marine ecology Progress Series* 262:305-309.
- Hawkes L.A, Broderick A.C, Coyne M.S Godfrey M.H, Lopez -Jurado L.F, Lopez-Suarez P, Merino S.E, & N. Varo (2006). Phenotypically Linked Dichotomy in Sea Turtle Foraging Requires Multiple Conservation Approaches. *Curent Biology* 16, 990-995, May 23, 2006.
- Houghthon J.D.R., Broderick A.C., Godley B.J. Metcalfe J.D & G.C Hays (2002). Diving behaviour during the internesting interval for loggerhead turtles *Caretta caretta* nesting in Cyprus *Mar Ecol Prog Ser* Vol. 227: 63-70, February 2002.

- Jeffrey J., Polovina J.F., Kobayashi D.R., Parker D.M, Seki M.P. & G.H. Balazs (2000). Turtles on the edge: movement of loggehead turtles (*Caretta caretta*) along oceanic fronts, spanning longline fishing grounds in the central North Pacific, 1997-1998. Fish. Oceangr. 9, 71-82, 200.
- Kawadia A, Pees A, Katara I, Valavania VD, Margaritoulis D (2006). Relation of sea turtle *Caretta caretta* migratory patterns to oceanographic processes in the Eastern Mediterranean basin. Proceedings of the 26th Sea Turtle Symposium, Intl'l Sea Turtle Society, Apr. 3-8, 2006, Heraklion Crete, Greece.
- Laurent L. (1991). Les tortues marines des côtes françaises méditerranéennes continentales. Faune de provence (C.E.E.P), 12: 76-90.
- Laurent L., E. MAbd El-Mawla, M.N Bradai, F. Demirayak, & A. Oruç (1996). Reducing Sea Turtle mortality Induced By Mediterranean Fisheries; Trawing Activity in Egypt, Tunisia and Turkey. WWF International Mediterranean Programme, Rome, Italy, 32 pp.
- Laurent L, Camiñas, J.A, Casale P, Deflorio M., De Metrio G., Kapantagakis A., Margaritoulis D., Politou C.y. & J.Valeiras (2001). Assessing marine turtle bycatch in European drifting longline and trawl fisheries for indentifying fishing regulations. Project EC-DG Fisheries 98-008, Final report. Joint Project of Bioinsight, IEO, IMBC STPS and University of Bari, Villeurbanne, France. 267 pp.
- Laurent L, & J. Lescure (1994). L'hivernage des tortues marines couanne dans le sud tunisien. Reuve d'Ecologie (Terre et Vie) 49: 63-86.
- Lazar B & N. Tvrtkovic (1995). Marine turtles in the eastern part of Adriatic Sea: preliminary research. Natura Croatica 4 (1): 59-74.
- López-Jurado, J.L., García Lafuente, J. Pinot, J.M y Álvarez, A., (1996). Water exchanges in the Balearic channels. Bull. L'inst. Oceanograph. Monaco. N°17: 41-63
- Luschi P, Hays G.C. & F. Papi (2003). A review of longdistance movements by marine turtles, and the posible role of ocean currents Oikos. Volume 103, Issue 2 page 293 – November 2003.
- Margaritoulis D. Politou C-Y. & L Laurent (2001). Assessing turtle Bycatch in the Trawl Fisheries of Greece. Proceedings, First Mediterranean Conference on Marine Turtles, Rome 24-28 Octobre 2001.
- Musick J.A. & C.J. Limpus (1997). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Biology of sea turtles. P. Lutz ans J.A. Musck (eds). Boca Raton, FL: CRC Press, 137-163.

-
- O'Hara J. (1980). Thermal influences on the swimming speed of loggerhead Turtle hatchlings. *Copeia*, Vol. 1980, N° 4 (dec. 5, 1980), pp 773-780.
- Oruç A. (2001). Trawl fisheries in the Eastern Mediterranean and their impact in marine turtles. *Zool. Middle East*, 24: 119-126.
- Polovina J.J., Balazs G.H., Howell E.A, Parker D.M, Seki M.P. & P.H Dutton, (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central north Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.* 13, 36-51.
- Samamoto W., Sato K., Tanaka H & Y. Naito (1993). Diving patterns and swimming environment of two loggerhead turtles during internesting. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59 (7): 1129-1137.
- Vargas J.M., García-Lafuente, J. And J. Delgado (2003). Seasonal and wind-induced variability of sea-surface Temperature patterns in the Gulf of Cadiz. *Journal of Marine System.* Vol. 38 (3-4): 205-219



Según los resultados obtenidos, las flotas españolas de arrastre capturarían accidentalmente unas 5.000 tortugas marinas cada año. Un alto porcentaje de dichas capturas correspondería a individuos muertos por ahogamiento y devueltos al mar junto a otras especies descartadas por los pescadores.

El nivel de capturas accidentales de tortugas marinas en España es elevado en comparación con el resto de países mediterráneos, y debería conllevar la aplicación de medidas para limitar dichas capturas.

Según la descripción realizada por los pescadores, la especie capturada con más frecuencia es la tortuga boba (*Caretta caretta*).

El índice más alto de capturas de tortugas marinas se registra en el Levante español, que cuenta con las aguas superficiales más cálidas en verano. Además, es el punto de encuentro de dos corrientes, una del sur procedente del Estrecho de Gibraltar y otra del norte que rodea las Islas Baleares; ello la convierte en una zona altamente frecuentada por las tortugas marinas.