

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Plan de Acción del Mediterráneo
Centro de Actividad Regional para Zonas Especialmente Protegidas**

**Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas
Manual del Profesor**

Documento elaborado por
Guido Gerosa y Monica Aureggi
CHELON - Programa de Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas

EDITORES TÉCNICOS

Ilustraciones: Graciano Ottaviani

Colaboraciones técnicas: George Balazs
Therese Conant

Versión en inglés: Monica Aureggi
Federico Mazzella
Sarah Thomson
Monica Lesni

Redacción: Guido Gerosa

Versión en español: Inmaculada Montero

Revisión de la versión española: María Jesús de Pablo (Ministerio de Medio Ambiente, España)
Daniel Cebrián (PNUMA-PAM CAR/ZEP, Túnez)

Índice

Introducción.....	4
Cómo usar la “Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas”.....	7
Un resumen de la anatomía y la fisiología de la tortuga marina.....	8
Forma del cuerpo, esqueleto y órganos internos.....	8
Fisiología del buceo.....	10
La homeostasis.....	12
Ciclo de vida de la tortuga marina.....	14
Otros detalles.....	14
Madurez sexual y longevidad.....	17
Tortugas marinas y epibiontes.....	17
Origen de las especies de tortuga mediterránea.....	18
Distribución de las zonas de nidificación en el Mediterráneo.....	18
Hábitos alimenticios.....	19
Tortuga boba.....	20
Tortuga verde.....	20
Tortuga laúd.....	20
Ingestión de plástico y otros vertidos.....	21
Principales amenazas.....	22
En tierra.....	22
➤ Desarrollo turístico.....	22
➤ Creciente presencia humana.....	22
➤ Iluminación artificial.....	23
➤ Conducción de vehículos en la playa.....	23
➤ Extracción de áridos.....	23
➤ Fenómenos erosivos en las playas.....	23
➤ Vertidos en playas.....	23
➤ Equipamiento turístico recreativo en playas.....	23
➤ Depredación.....	23
➤ Inundaciones.....	24
En el mar.....	25
➤ Captura incidental.....	25
➤ Pesca fantasma.....	25
➤ Captura deliberada de tortugas.....	25
➤ Colisión con embarcaciones.....	25
➤ Contaminación y vertidos marinos.....	25
➤ Explosiones submarinas.....	26
➤ Depredación.....	26
➤ Patologías y parásitos.....	26
Métodos de pesca.....	27
Pesca fantasma.....	28
Palangre.....	29
Especies capturadas y tamaño.....	30
El anzuelo.....	30
Cortar la línea.....	30
La importancia de recuperar la línea manualmente.....	31
Retirar el anzuelo.....	32
Especimen enredado.....	32

Red de arrastre.....	32
Especies capturadas y tamaño.....	32
Subir una tortuga a bordo.....	33
Palangre.....	33
Red de arrastre.....	33
Red de trasmallo.....	33
Devolver la tortuga al mar.....	34
Hipotermia.....	34
Red de trasmallo.....	34
Especies capturadas y tamaño.....	34
La tortuga en cubierta.....	35
Tortugas sanas o heridas.....	35
Tortugas inactivas.....	
Evaluación del estado de la tortuga.....	37
Tortugas muertas.....	37
Qué hacer con una tortuga muerta.....	37
De la tortuga inactiva a la tortuga herida.....	37
Técnicas de recuperación.....	38
Reanimar a una tortuga.....	38
Pruebas de reflejos.....	39
Bibliografía.....	41

Introducción

Hoy día resulta evidente que, en lo que respecta a las tortugas marinas, las estrategias usadas en la conservación de la biología marina reconocen el papel fundamental que juega el pescador profesional. En la última actualización del Plan de Acción del Mediterráneo todos los expertos coincidieron en incluir como prioridades: “la prohibición de la explotación y la minimización de las capturas incidentales” (PNUMA, 1998: Anexo III, página 2, punto 8). Las estrategias para alcanzar este resultado se pueden aplicar a nivel legislativo, ejecutivo, o a nivel de la investigación aplicada. Delimitar las áreas de pesca o las temporadas de pesca, aplicar la normativa vigente o modificar los artes de pesca más utilizados son sólo algunos ejemplos que se han sugerido recientemente (Gerosa y Casale, 1999).

Aunque no de forma explícita, estas propuestas reconocen la importancia del papel del pescador y de sus actividades en el mar para la conservación de las tortugas marinas. El Plan de Acción del Mediterráneo afirma de forma aún más clara y detallada en el capítulo sobre “Medidas de aplicación cuyo objetivo es reducir la mortalidad en el mar y eliminar el consumo y el uso locales” que hay que: “llevar a cabo campañas entre los pescadores a fin de instarlos a poner en libertad a las tortugas marinas capturadas incidentalmente...” (PNUMA, 1998: Anexo III, página 4, punto 17). El capítulo sobre “información, educación y formación” también señala que “debería desarrollarse un programa de información pública para los pescadores que incluya material de información especializada (PNUMA, 1998: Anexo III, página 5, punto 22).

La Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas y el Manual del Profesor tienen como objetivo, proporcionar las herramientas recomendadas por los expertos en tortugas, así como por aquellos agentes implicados en su conservación.

La guía, más concretamente, es un mecanismo de información directa que ha sido elaborado para usarlo en este caso *in situ* en el pesquero, a través de una evaluación detallada cuya redacción ha sido muy apreciada por los pescadores. En esta se describen, a través de ilustraciones y textos sencillos, algunos métodos para manejar tortugas marinas desde el momento en que son capturadas incidentalmente hasta el momento en que son liberadas en el mar, así como su conservación a bordo hasta que son entregadas a las autoridades.

El único propósito de esta guía es el de permitir que se lleve a cabo un análisis del estado de salud de la tortuga que se encuentra a bordo. Con objeto de ayudar a los pescadores en los casos difíciles, se proporcionan algunas pruebas básicas que permiten determinar si el animal está sano, herido, inactivo o muerto, aumentando así la posibilidad de salvar a la tortuga. Cada método de pesca está desarrollado en dos páginas (excepto el palangre, donde la delicada fase de retirada del anzuelo ha requerido más espacio), de modo que el usuario tenga una idea más clara sobre qué hay que hacer y cuáles son las recomendaciones para cada método de pesca.

La guía está diseñada para seguirse paso a paso, y el uso de ilustraciones en lugar del texto permitirá al pescador encontrar fácilmente la página deseada.

Las últimas páginas de esta guía contienen un glosario donde se explican algunos términos que aparecen en el texto. También hay espacio para anotaciones y direcciones.

La guía conforma un todo con el Manual del Profesor (el libro que usted está leyendo ahora) y que se dirige a todos aquellos que estén encargados de dar formación a los pescadores sobre aspectos relativos a las tortugas marinas y sobre las técnicas descritas en la guía.

El Manual del Profesor es una versión más detallada de la Guía, que incluye páginas adicionales sobre la biología de las tortugas marinas y los problemas de las tortugas. Concretamente, las primeras páginas tratan de la anatomía y fisiología de estos reptiles para que el lector pueda entender mejor la metodología propuesta en la guía. Los distintos temas se redactaron con el fin de permitir a los formadores de pescadores, elegir los temas de acuerdo a sus necesidades de formación.

Las referencias citadas en el texto del Manual del Profesor que se describen detalladamente al final de este documento, proporcionan material adicional para completar los temas que se tratan en el mismo.

En el Manual del Profesor los temas han sido descritos de manera concisa, evitando repetir los temas que han sido recientemente publicados y actualizados en otros documentos. Se recomienda particularmente, leer este manual considerando además los siguientes documentos técnicos:

- Definición y Clasificación de Tipos de Artes de Pesca
FAO, Documento Técnico sobre Pesca No. 222. Revisión no.1. Roma, FAO. 1990
- Manual sobre la conservación de las tortugas marinas en el Mediterráneo.
UNEP (MAP) SPA/IUCN/CWS/Departamento de Pesca, MANRE, Chipre. 1995
- Manual sobre la identificación de las tortugas marinas en el Mediterráneo.
CAR/ZEP (PNUMA-PAM), Túnez, Tunicia. 1996
- Interacción de las tortugas marinas con la pesca en el Mediterráneo.
CAR/ZEP (PNUMA-PAM), Túnez, Tunicia. 1999

Cómo usar la “Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas”

Dado que este documento está escrito para aquellos que tendrán que enseñar a los pescadores cómo usar la guía, en esta página se proporcionan detallados ejemplos prácticos que permiten comprender mejor cómo usarla.

La Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas se diseñó como una herramienta útil que pudiese proporcionar unas sencillas recomendaciones sobre cómo manejar una tortuga marina atrapada en un arte de pesca.

La guía tiene varias partes: un capítulo introductorio, un capítulo general sobre la conservación y la biología de las tortugas marinas y una sección práctica que incluye dos páginas para cada una de las tres artes de pesca tratadas que afectan a las tortugas marinas, un capítulo sobre la evaluación del estado de la tortuga, y un capítulo sobre técnicas de recuperación. El último capítulo contiene un glosario y espacio para anotar direcciones útiles y otras anotaciones.

Siguiendo los iconos en la página adyacente podrá encontrar los diferentes capítulos. Ahora que conoce el contenido, comencemos con un ejemplo simple para mostrarle las claves del uso de la guía.

En el ejemplo se asume que usted es un pescador trabajando en un barco pesquero que usa la red de arrastre y que ha atrapado incidentalmente una tortuga marina en su red.

Escoja el icono 

que representa la red de arrastre y vaya a la página que se le indica. Los primeros párrafos le dicen que traiga la tortuga a bordo cuidadosamente. Después, leyendo el texto y siguiendo las ilustraciones, se dará cuenta de que tiene que ir a las páginas sobre la evaluación del estado de la tortuga, lo que se indica con el icono 

++ a fin de poder determinar el estado de la tortuga que está en su barco.

Si sigue el texto y las flechas de esas páginas, podrá determinar en qué estado se encuentra la tortuga que ha quedado atrapada (sana, herida, inactiva o muerta).

Supongamos que la tortuga no se mueve tras ser levantada, las flechas indican dos posibilidades, lo que junto con las ilustraciones le llevarán al capítulo sobre las técnicas de recuperación , a fin de que pueda aplicar las mismas a la tortuga y determine qué tipo de tortuga tiene consigo.

Ahora, supongamos que la tortuga no responde a las técnicas de recuperación y que usted la cataloga como inactiva. Lea atentamente la recomendación al final del capítulo  con objeto de poder confirmar el diagnóstico. Vaya después de nuevo a la página que se refiere a su arte de pesca, el icono de la red de arrastre  y lea el párrafo relativo a la tortuga inactiva. El estado de tortuga inactiva requiere más atención que ningún otro porque se le recomienda tener a la tortuga a bordo en observación durante 24 horas, lo que posiblemente permita la reanimación de la tortuga. Supongamos que tras 24 horas la tortuga se reanima; lea entonces el párrafo relativo a la tortuga sana o herida y libérela siguiendo las instrucciones.

Dado que las tortugas marinas son animales delicados y no se manejan fácilmente, a fin de utilizar la guía correctamente se recomienda la lectura atenta de todas sus páginas antes de emprender cualquier tipo de acción.

Al final de la guía también aparece un glosario que deberá ser usado cuando no se entienda un término que aparece en el texto. La sección para direcciones útiles y anotaciones tiene como objetivo proporcionar espacio para tomar notas y apuntar números de teléfono de contacto o nombres de personas que puedan ayudar a los pescadores.

Un resumen de la anatomía y la fisiología de la tortuga marina

- **La forma del cuerpo, el esqueleto y los órganos internos**

Vista desde fuera, una tortuga tiene un tronco largo con su cuerpo encerrado en una estructura dorsal convexa y rígida. Vista de frente, sobresale una cabeza pesada junto con un cuello (no-retractil) y dos patas delanteras, mientras que vista desde atrás se observa la cola con la cloaca y dos patas traseras (Figura 1). Las extremidades son pentadáctiles (Figura 2); las extremidades pectorales están desarrolladas, son alargadas y modificadas en forma de aletas (Figura 1), lo cual les permite un fácil desplazamiento en el mar.

Se encuentran bien adaptadas al medio marino gracias a un caparazón de forma hidrodinámica. El caparazón tiene una parte dorsal convexa, el caparazón propiamente dicho y una parte ventral casi plana, el plastrón (Figura 1). Estas dos partes están unidas entre sí por ligamentos.

El caparazón, de forma alargada desde el eje antero-posterior, consiste en una estructura ósea formada por huesos del esqueleto interno u otros huesos planos y anchos unidos (Figuras 2 y 3).

Caparazón y plastrón están cubiertos de escamas córneas, denominadas escudos, o con una piel curtida como sucede en el caso de la especie *Dermochelys coriacea*. La capa externa no coincide ni en número ni en forma con las placas óseas que están por debajo (Figura 3).

El cráneo (Figura 4) que posee características distintivas primitivas y especializadas es compacto, con una sola parte móvil, la mandíbula. Esta se mueve por medio de unos músculos fuertes localizados en unas anchas cavidades entre la parte superior del cráneo y la cámara ósea de la cavidad cerebral. La boca no tiene dientes, solo un pico córneo y afilado que cubre la superficie alveolar de las mandíbulas superponiéndose a una estructura ósea (Figura 4). Los órganos internos se encuentran dentro del caparazón y muestran una disposición característica siguiendo la estructura del esqueleto (Figura 5).

Figura 1. Una tortuga marina

Figura 2. Esqueleto de la tortuga marina (siguiendo las agujas del reloj)

Escápula
Húmero
Radio
Fontanela
Coracoide
Pubis

Tibia
Fémur
Peroné
Costillas
Cúbito
Vértebras

Figura 3- Escamas córneas y placas óseas del caparazón y el plastrón

Huesos
Escamas córneas

Placa nucal
Placa costal
Placa neural
Placa suprapigial
Placas pigiales
Huesos periféricos

Escama de la nuca
Escama neural
Escama costal
Escama pigial
Escamas marginales

Huesos
Escamas córneas

Huesos del epiplastrón
Hueso del entoplastrón
Huesos del hioplastrón
Huesos del hipoplastrón
Huesos del xifiplastrón

Escamas intergulares
Escamas gulares
Escamas humerales
Escamas pectorales
Escamas abdominales
Escamas femorales
Escamas anales
Escamas post-anales
Escamas inframarginales

Figura 4 Cráneo y cabeza de *Caretta caretta*

Perifrontal
Frontal

Supraoccipital
Parietal
Postorbital
Esquamosal

Perimaxilar
Maxilar
Dental
Angular
Supraangular
Articular
Yugal
Cuadratoyugal
Cuadrato

Nasal
Supraocular
Temporales
Parietal
Perifrontales
Frontoparietal
Frontal
Supraocular
Pico córneo
Postoculares

Figura 5. Órganos internos de la tortuga marina: 1. Lengua, 2. Tráquea, 3. Esófago, 4. Corazón (aurícula), 5. Corazón (ventrículo), 6. Hígado, 7. Estómago, 8. Pulmón, 9. Bazo, 10. Vesícula biliar, 11. Duodeno, 12. Intestinos, 13. Riñón, 14. Vejiga, 15. Gónadas, 16. Cloaca.

- **Fisiología del buceo**

A pesar de la brevedad de las fases respiratorias, las tortugas marinas a veces pasan del 19 al 26% de su tiempo en la superficie flotando y alimentándose, orientándose y copulando. Por esta razón pueden considerarse animales marinos buceadores (Lutcavage y Lutz, 1997).

Siendo animales con respiración pulmonar, han tenido que desarrollar estrategias adaptativas al buceo. Las adaptaciones más importantes por lo que respecta a la respiración son, por ejemplo, un sistema eficiente de transporte de oxígeno, la capacidad de almacenar oxígeno en la sangre y en los tejidos y una tolerancia extraordinaria a la hipoxia (Lutcavage y Lutz, 1997).

Las tortugas marinas tienen los pulmones en forma de cuña. Estos se encuentran debajo del caparazón, en la cavidad pleuroperitoneal y están sujetos firmemente a la espalda dorsal a lo largo del eje de las vértebras (Figura 5). Los pulmones tienen una consistencia esponjosa y están llenos de cámaras. Las costillas están soldadas al caparazón (Figura 2) y no existe un verdadero diafragma que separe los espacios torácico y visceral. Por esta razón, los músculos pélvicos, gulares y pectorales se usan para ventilar el pulmón; como resultado, inspiración y expiración funcionan al mismo tiempo y los músculos respiratorios mejoran la capacidad de ventilación respiratoria más allá de las propiedades elásticas pasivas del propio pulmón

(Berkson, 1966, Lutcavage y Lutz, 1997). Además, las tortugas marinas sólo necesitan unas pocas inhalaciones que duran de 2 a 3 segundos para vaciar y volver a llenar sus pulmones incluso tras largos períodos de inmersión (Lutcavage *et al.*, 1989).

Las tortugas marinas muestran una gran diversidad en cuanto al tiempo máximo de inmersión que pueden soportar; este varía entre 2 y 5 horas (Byles, 1988) y no parece existir una correlación entre la profundidad máxima de la inmersión y la duración de la misma (Lutcavage y Lutz, 1997). Los intervalos en la superficie parecen variar en función de la profundidad de las áreas costeras, en zonas costeras poco profundas los intervalos en la superficie son más cortos y en zonas marinas más profundas, más largos (Lutcavage y Lutz, 1997).

En base a mediciones de consumo de oxígeno y estimaciones de almacenamiento total de oxígeno, se han calculado límites aeróbicos de 33 minutos para una tortuga boba de 20 kg. de peso (Lutz y Bentley, 1985), y de unos 70 minutos para un espécimen adulto de tortuga laúd (Lutcavage *et al.*, 1992). A pesar de estas diferencias, el oxígeno almacenado en la sangre es sorprendentemente similar en las dos especies, con alguna diferencia en la distribución.

En inmersiones poco profundas, las tortugas dependen del pulmón como principal reserva de oxígeno, mientras que la tortuga más oceánica, *Dermochelys coriacea*, que hace inmersiones profundas, depende más del oxígeno acumulado en la sangre y en los tejidos (Lutcavage y Lutz, 1997) puesto que llegan a profundidades que provocarían el colapso total de los pulmones (Lutcavage *et al.*, 1990; Butler y Jones, 1982).

Dentro de las especies mediterráneas de tortuga, aquella que con toda probabilidad alcanza mayores profundidades es *Dermochelys coriacea* que puede sumergirse a más de 1.000 metros de profundidad (Eckert *et al.*, 1989), seguida de *Caretta caretta* que se ha detectado a 233 metros (Sakamoto *et al.*, 1990) y *Chelonia mydas*, detectada a 110 metros. Esta última tiende a permanecer en aguas poco profundas (de 20 a 50 metros) (Lutcavage y Lutz, 1997). Estas profundidades son excepcionales puesto que, según otros estudios, el colapso total del pulmón de las tortugas que hacen inmersiones a grandes profundidades parece sobrevenir cuando se exponen a presiones existentes en profundidades que varían entre 80 y 160 metros (Berkson, 1967).

Vale la pena mencionar también que la habilidad para sumergirse depende considerablemente de la edad del espécimen, y más aún de su biomasa. De hecho, la profundidad de la inmersión y la duración de la inspiración aumentan en función de la capacidad de almacenar oxígeno del pulmón, la madurez del sistema de transporte de oxígeno y el desarrollo estructural del pulmón (Lutcavage y Lutz, 1997)

A pesar de que las tortugas están acostumbradas a sumergirse continuamente, una inmersión forzosa puede desencadenar una reacción fisiológica que, en muchos casos, puede amenazar la supervivencia del espécimen. Uno de los temas principales de la Guía para el Pescador sobre el Manejo de las Tortugas Marinas trata precisamente sobre cómo actuar en tales circunstancias.

Es interesante señalar que durante la inmersión voluntaria, a pesar de que el volumen de oxígeno disminuya continuamente (Lutcavage y Lutz, 1997), los consiguientes aumentos de dióxido de carbono son relativamente pequeños, lo que sugiere que está funcionando un sistema eficiente de intercambio iónico (Lutcavage y Lutz, 1997) y que, dado que los niveles

de lactato en sangre pueden considerarse bajos, esas inmersiones son completamente aeróbicas (Lutcavage *et al.*, 1989). Esta situación es completamente diferente en el caso de tortugas que se sumergen de manera forzosa, puesto que el oxígeno se consume rápidamente, se activa la glicólisis anaeróbica y la alteración del equilibrio ácido-base puede provocar la muerte (Lutcavage y Lutz, 1997). Durante una inmersión de 15 minutos de un ejemplar adulto atado de tortuga verde, la saturación arterial de oxígeno disminuye del 90 al 45 por ciento y la concentración de lactato en sangre se multiplica por diez. (Wood *et al.*, 1984). En el caso de la *Caretta caretta*, el nivel de oxígeno en sangre disminuyó hasta niveles insignificantes en menos de 30 minutos, mientras que el nivel de lactato en sangre se duplicó en el período entre 30 y 90 minutos de inmersión forzosa (Lutz y Bentley, 1985).

El aumento del nivel de lactato en sangre que ocurre en inmersiones prolongadas y forzosas en juveniles de tortuga boba parece más grave que en el caso de las tortugas verdes adultas (Lutcavage y Lutz, 1997). Aparte de lo ya expuesto, es necesario añadir que una vez que la tortuga ha empezado a respirar, se necesitan muchas horas para restablecer los valores fisiológicos normales (Lutz y Bentley, 1985).

Finalmente, existen algunas “adaptaciones de defensa” que aumentan de forma considerable las probabilidades de supervivencia de un espécimen. Un espécimen que experimenta una inmersión forzosa puede disminuir el consumo de oxígeno reduciendo el ritmo cardíaco de 20 a 30 pulsaciones por minuto a menos de una pulsación por minuto (Berkson, 1967) o reservando el oxígeno no consumido y los sustratos aeróbicos para el cerebro y el corazón, mientras que otros tejidos se vuelven anaeróbicos (Lutcavage y Lutz, 1997). Las tortugas bobas poseen una habilidad extraordinaria para sobrevivir a varias horas de anoxia (Lutz *et al.*, 1980), y su cerebro es capaz de mantener el nivel de ATP (adenosin trifosfato) y la homeostasis iónica reduciendo el ritmo metabólico a un nivel que puede ser cubierto por glicólisis anaeróbica (Lutcavage y Lutz, 1997).

Aunque existen pocos estudios sobre este tema, y a menudo son contradictorios, algunas tortugas marinas en el Golfo de California son presuntamente capaces de hibernar y de vivir de 1 a 3 meses sin comer ni respirar, a una temperatura inferior a los 15° C (Felger *et al.*, 1976).

Además, existen algunas modificaciones de la arteria pulmonar que son capaces de reducir los problemas de descompresión (Sapsford, 1978), incluso se ha comprobado la existencia de formación de trombos debido a la presencia de burbujas de gas en los capilares de tortugas verdes que murieron, debido a un ascenso rápido tras una inmersión en la que soportaron presiones de más de 14,5 atmósferas (Berkson, 1967).

La duración de la inmersión de las tortugas marinas no varía sólo en función de la capacidad total de almacenar oxígeno, sino del ritmo metabólico durante la inmersión, y este último depende de la actividad, del tamaño, de la temperatura corporal y del estado hormonal y de alimentación del espécimen (Lutcavage y Lutz, 1997).

Figura 6. Glándula de la sal en una tortuga boba.

- **La homeostasis**

Las tortugas marinas pasan la mayor parte de sus vidas en el mar, un entorno que presenta una concentración tres veces superior a la de sus fluidos corporales (Tabla 1, adaptada por Lutz, 1997). En consecuencia, y debido a razones de presión osmótica, experimentan continuamente problemas de pérdida de agua y de absorción de sal.

Las vías potenciales por las que las tortugas marinas pierden agua son el aparato respiratorio, el tegumento, los intestinos, el riñón y la glándula de la sal.

Con respecto a la pérdida de agua de las tortugas marinas debido a la respiración, esta se puede considerar mínima dado que la humedad relativa de la brisa marina que inhalan será de un 100 % y el gas que exhalan tendrá un contenido de agua similar (Benley, 1976). Es evidente que una tortuga marina que se mantiene en un ambiente seco perderá mucha más agua (por ejemplo, en la cubierta de un pesquero expuesto al sol).

La segunda vía por la que se pierde agua es el tegumento, que estando en contacto directo con el agua marina tiene que enfrentarse al problema de la ósmosis transcutánea. Los dos tipos de proteínas queratinosas de la epidermis (la queratina que cubre el cuello y las patas, y la queratina de las escamas del caparazón) y la estructura de la piel y el caparazón de la tortuga marina, le sirven de elementos de gran resistencia a la pérdida de agua (Benley, 1976; Lillywhite y Maderson, 1982). Una exposición excesiva al sol y al aire aumentaría considerablemente la pérdida de agua en este caso. En circunstancias normales, la pérdida de orina a través de los líquidos filtrados por el riñón tiene una concentración similar a la de los fluidos corporales. Sin embargo, la orina puede tener un mayor nivel de concentración que el plasma tras una prolongada deshidratación (Prange y Greenwald, 1980) lo que evitará una considerable pérdida de agua. Se estima que la pérdida de agua asociada a la defecación es muy baja (Lutz, 1997).

Con lo que respecta a las glándulas de la sal, la situación es diferente. Estas glándulas, que son glándulas lacrimales modificadas (Schmidt-Nielsen y Fange, 1958) son capaces de eliminar fluidos con una concentración seis veces mayor que la de la sangre y dos veces mayor que la del agua marina. En la práctica, una tortuga marina que ingiere 1 litro de agua marina no se verá afectada por la secreción de 500 mililitros de lágrimas, dejando una ganancia neta de 500 mililitros de agua (Lutz, 1997). De esta forma, en el caso de una tortuga marina capaz de ingerir agua de mar, la glándula de la sal proporciona una ganancia neta de agua, mientras que en el caso de una tortuga que no sea capaz de ingerir agua, la pérdida de sal a través de esta glándula especializada implicará una pérdida de agua considerable.

Las tortugas marinas presentan una resistencia significativa a los cambios en el equilibrio interno de agua salada. Observaciones recientes y pasadas relativas a tortugas capturadas por pescadores demuestran que si las tortugas se mantienen a la sombra y se las humedece ocasionalmente con agua de mar, pueden vivir en cubierta durante semanas, en el caso de *Caretta caretta* (Gerosa, datos no publicados), y durante meses en el caso de *Chelonia mydas* (Carr, 1954).

Tabla 1 Concentración de sal (mm.litro⁻¹) del plasma de la tortuga marina y del agua de mar, y porcentajes de concentraciones medias de plasma con respecto a concentraciones de agua marina

	Na	K	Ca	Mg	Br	Cl	Presión	Referencias
--	----	---	----	----	----	----	---------	-------------

							osmótica	
Agua de mar	470	10	10,2	54	0,8	548	949	Kennish, 1994
Plasma								
<i>Chelonia mydas</i>	158	1,5					370	Holmes y McBean, 1964
<i>Caretta caretta</i>	145	3,8	1,5	2,1		107	321	Lutz y Dunbar-Cooper, 1987
<i>Caretta caretta</i>	140	3,2	1,3	1,2	0,3	110	320	Lutz <i>et al.</i> , 1986
Porcentaje agua de mar vs. plasma	3,2	3,5	7,3	32,7	2,7	5,1	2,8	

El ciclo de vida de las tortugas marinas

Las tortugas marinas pasan la mayor parte de su vida en el agua, pero su existencia comienza en tierra como crías, posteriormente como adultos, las hembras regresan a tierra para desovar. El ciclo de vida, que se define como el tiempo transcurrido entre el nacimiento de un espécimen de tortuga marina hasta su muerte, transcurre la mayor parte del tiempo en el agua y sólo parcialmente en tierra.

Las siete especies de tortuga marina que existen en el mundo tienen en común un ciclo de vida muy similar, con unas pequeñas diferencias. Las crías se adentran en el mar y solo serán vistas de nuevo como juveniles en mar abierto en la zona en la que se alimentan. Se desconoce el tiempo que tarda una cría en convertirse en un juvenil que nada en mar abierto así como la zona oceánica en donde pasan la mayor parte de su vida. Como juveniles tiende a encontrarse de nuevo en la zona de crecimiento. Una vez en la zona de alimentación compartirán espacio con los adultos. Durante el período reproductivo migran de la zona de alimentación a la zona de apareamiento. Las hembras se encuentran con los machos en la zona de nidificación durante un tiempo; tras el encuentro, los machos regresan a la zona de alimentación y las hembras pasan la estación en la zona de nidificación. Al final del período reproductivo las hembras migrarán a la zona de alimentación. Una vez se ha producido el desove en la playa, las crías tardan en salir del huevo unos dos meses y, posteriormente se dirigen, arrastrándose, hacia el mar.

- **OTROS DETALLES (Figura 7)**

Tras salir del nido, las tortugas marinas se dirigen al mar y comienzan la fase pelágica que se cree que dura varios años. La fase pelágica temprana que se da en la mayoría de las especies de tortugas marinas es la que peor se conoce y se ha denominado “el año perdido” (Carr, 1982; Bolten y Balazs, 1995). Las crías usan tres tipos distintos de pistas para mantener la orientación en su migración hacia mar abierto. Mientras están en la playa son capaces de encontrar el mar arrastrándose hacia la zona más brillante del horizonte, alejándose de las sombras elevadas de vegetación y dunas (Witherington y Martin, 1996). Una vez en el mar, se orientan inicialmente hacia el mismo nadando entre las olas; la migración hacia mar abierto continúa cuando establecen una orientación magnética usando la costa más cercana (Lohman y Lohman, 1996).

Una vez que entran en el mar experimentan un período de actividad en el que nadan continuamente y de forma hiperactiva (período frenético) que dura aproximadamente 24 horas. Al segundo o tercer día (período post-frenético), las crías empiezan a nadar solamente

durante el día; los períodos frenéticos y post-frenéticos varían de especie a especie (Wyneken y Salmon, 1992)

Las tortugas marinas inician la migración hacia mar abierto (Jones, 1968), refugiándose a menudo en sistemas de corrientes circulares (vórtices y remolinos) que las hacen desplazarse. Se desarrollan en estas zonas durante un tiempo prolongado (años), hasta convertirse en juveniles (Musick y Limpus, 1997).

El hábitat pelágico y oceánico de la guardería de juveniles en el mar, se encuentra asociado a algas flotantes y líneas de deriva que existen cerca de las fronteras de las principales corrientes (Witham, 1991). La captura frecuente de juveniles demuestra que están presentes en todo el Mediterráneo (Margaritoulis *et al.*, en prensa). La duración de este período varía de una especie a otra y entre poblaciones. Las tortugas verdes aparentemente pasan menos tiempo en la guardería oceánica que las tortugas bobas. Estas últimas pasan mucho más tiempo en la fase pelágica que las tortugas verdes (Musick y Limpus, 1997).

El fin de esta fase del ciclo de vida lo marca la reaparición de juveniles en el hábitat de desarrollo de juveniles - nerítico y demersal -. Desde un punto de vista fisiológico, el cambio de la fase pelágica a la fase demersal está marcado por la mayor capacidad de los especímenes más adultos para hacer inmersiones más profundas y durante períodos más largos de tiempo que los juveniles (ver página xx). Las tortugas bobas son una excepción porque son pelágicas incluso durante la fase adulta (Musick y Limpus, 1997). Durante esta fase, los juveniles pueden efectuar migraciones hacia la zona de alimentación en latitudes más cálidas. Algunos investigadores citan la existencia de migraciones estacionales de juveniles en el Mediterráneo (Camiñas y De La Serna, 1995).

Una vez que el juvenil alcanza el tamaño adulto (es decir, cuando son más grandes que el tamaño mínimo para la reproducción), se les encuentra en el hábitat de alimentación de los adultos, que es un área generalmente separada del hábitat de nidificación. Las tortugas de tamaño adulto que se encuentran en los hábitat de alimentación pueden ser sexualmente maduras o inmaduras (Musick y Limpus, 1997). Aunque existen áreas de alimentación por todo el mundo, las principales áreas de alimentación de las tortugas marinas se localizan tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, en zonas donde la temperatura media de la superficie marina es de 20° C y en zonas de plataforma continental relativamente poco profundas (Musick y Limpus, 1997).

En el caso de algunas poblaciones, el hábitat de alimentación de los adultos coincide geográficamente con el área de desarrollo de los juveniles. Esto sucede por ejemplo en el Golfo de Gabès (Túnez) y en el Mar Adriático, ambos en el Mediterráneo, donde se han encontrado poblaciones de juveniles y adultos (Margaritoulis, 1988; Argano *et al.*, 1992; Bradai, 1992; Laurent y Leuscure, 1994; Lazar, 1995; Lazar *et al.*, 2000; Vallini *et al.*, en prensa).

Al principio de la época de reproducción, los individuos machos y hembras adultos migran desde la zona de alimentación a la zona de reproducción (migración reproductiva), que están generalmente situados cerca de las zonas de nidificación. Las hembras de tortuga marina normalmente no se reproducen todos los años mientras que los machos pueden reproducirse cada año o cada dos años (Wibbels *et al.*, 1990; Limpus, 1993). El intervalo medio entre estaciones reproductivas de la misma hembra varía entre especies, siendo dicha variación entre 1 y 9 años (Miller, 1997; Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

No existe un gran conocimiento sobre el comportamiento de las tortugas durante la fase del cortejo. La mayoría de las observaciones han sido realizadas en cautividad. El apareamiento sucede a menudo cerca de la playa de nidificación pero podría ocurrir en los corredores migratorios. El apareamiento tiene lugar uno o dos meses antes de la fase estacional de desove (Limpus y Miller, 1993). La cópula puede durar varias horas y las parejas pueden ser avistadas en la superficie del mar. Existe citas de apareamientos múltiples de hembras durante la época de nidificación (Hirth, 1997). En el caso de la tortuga verde, el caparazón de las hembras más viejas presenta marcas permanentes y profundas en sus bordes, en la parte donde las garras del macho se aferran a la hembra (Miller, 1997).

Al final del período de apareamiento, los machos regresan al hábitat de alimentación de los adultos mientras que las hembras nadan entre los hábitat de reproducción y de nidificación, denominado hábitat de arribada. La hembra adulta arriba en la playa de nidificación para desovar varias veces a intervalos de dos semanas aproximadamente, aunque este intervalo varía de una especie a otra (Miller, 1997). Las áreas de nidificación se dan en la región de nacimiento de la tortuga, aunque no existe un conocimiento profundo el rango de kilómetros que la define puesto que varía entre 0 y 290 kilómetros (Bjorndal *et al.*, 1983; Limpus *et al.*, 1992).

La playa de nidificación es una playa a la que normalmente se accede desde el mar, lo suficientemente alta como para prevenir la inundación de los huevos por las mareas, con un sustrato adecuado para permitir el intercambio de gases en la cámara del huevo y capaz de proporcionar el nivel adecuado de calor y humedad para los huevos (Mortimer, 1982). El proceso de desove es similar para las distintas especies de tortugas marinas y ha sido descrito detalladamente por varios autores (Hendrikson, 1958; Carr y Ogren, 1960; Miller, 1997).

Los huevos, blancos y esféricos, y con un diámetro de 4 a 6 centímetros dependiendo de la especie, se entierran en la arena a una profundidad de unos 50 centímetros y se incuban durante un período de entre 50 y 70 días dependiendo de la especie y de la temperatura. El número de huevos por desove y el número de desoves por estación también varía de una especie a otra. La media por desove alcanza generalmente 100 huevos (Hirth, 1980). Las condiciones medioambientales de la zona de nidificación han de ser favorables a ciertos aspectos de vital importancia para permitir el desarrollo del embrión, tales como el intercambio de gases, la humedad y la temperatura, (Mortimer, 1990). La temperatura es uno de los elementos más importantes que afectan a las tortugas marinas puesto que también determina el sexo de las crías. Aunque la temperatura de incubación varía entre especies, las temperaturas más frías generan normalmente machos y temperaturas más cálidas, hembras. El éxito de la incubación es normalmente bastante alto (un 80 por ciento o más) a menos que intervengan factores externos (Magnuson *et al.*, 1990).

La eclosión del huevo tiene normalmente lugar por la noche (Bustard, 1967; Witherington *et al.*, 1990). Este fenómeno está controlado por un gradiente de la temperatura de la arena en la superficie (Gyuris, 1993). Las crías que están en el nido no son individuos independientes, y se enfrentan al desafío de salir del nido, pudiéndolo conseguir gracias a la ayuda del grupo. La primera tortuga joven que rompe el huevo no empieza a escarbar inmediatamente sino que permanece quieta hasta que sus compañeras empiezan a salir de los huevos. Las tortugas que están en la capa superior comienzan a arañar el techo y las que están en la capa inferior compactan la arena que cae desde arriba. Se ayudan unas a otras escalando la cámara de huevos en forma de botella y a menudo emergen del nido en grupos (Carr y Hirth, 1961).

Figura 7 Ciclo de vida de las tortugas marinas (en el sentido de las agujas del reloj)

“El año perdido”

Hábitat guardería de juveniles

Hábitat de desarrollo de juveniles

Hábitat de alimentación de adultos

Migración reproductiva

Hábitat de reproducción

Hábitat de arribada

Hábitat de nidificación

Madurez sexual y longevidad

Debido al complejo ciclo de vida de las tortugas marinas que incluye diferentes etapas que se desarrollan en distintos hábitat, los datos que provienen de observaciones en la naturaleza no son suficientes para lograr una estimación de la edad de las tortugas marinas (Bjorndal y Zug, 1995). Se usan tres métodos para estimar la edad a la cual las tortugas alcanzan su madurez sexual: i) la cronología del esqueleto, basada en la idea de las marcas periódicas o las señales de crecimiento en las partes duras tales como las escamas o los huesos, nos dan una estimación de la edad del individuo (Zug *et al.*, 1986); ii) los datos sobre las tortugas que son recapturadas (Bjorndal y Bolten, 1995); y iii) los modelos estadísticos de crecimiento (Frazer y Ehrhart, 1985). Se ha estimado que las tortugas bobas alcanzan la madurez sexual de media entre los 25 y los 35 años si están en libertad (Chaloupka y Musick, 1997), mientras que la media para las tortugas laúd es a los 9 años (Zug y Parham, 1996) y la tortuga verde entre los 40 y 60 años (Bjorndal y Zug, 1995).

Teniendo en cuenta estas estimaciones y considerando que se ha observado que el período reproductivo para la tortuga verde es de al menos 23 años, (Hirth, 1997), podría estimarse que esta especie podría vivir hasta los 80 años. Para las tortugas bobas, la longevidad se estima en más de 60 años (Dodd, 1988).

Tortugas marinas y epibiontes

La tortuga marina puede considerarse un pequeño ecosistema móvil. De hecho, es muy fácil encontrar distintas especies de animales y plantas viviendo en el caparazón y en la piel de las tortugas capturadas. Además de las algas más comunes (Green, 1998; Senties *et al.*, 1999) es posible encontrar especímenes de distintos tipos de animales tales como: esponjas -Demospongiae-, hidroideos y corales -Hydrozoa, Anthozoa-, moluscos -Gasteropoda, Bivalvia-, gusanos segmentados -Polychaeta-, sanguijuelas -Clitellata-, balanos -Cirripedia-, pulgas de mar y cangrejos -Malacostraca-, briozoos -Gymnolaemata-, tunicados -Asciacea- y peces -Osteíctios- (Dood, 1988; Frazier *et al.*, 1985; Frazier *et al.*, 1991; Frazier *et al.*, 1992, Hirth, 1997; Frick *et al.*, 1998; Frick *et al.*, 2000).

La presencia de esta gran variedad de especies está relacionada con la distribución geográfica. Las especies más frecuentes, incluso en el Mediterráneo, pertenecen a la subclase de los balanos, Cirripedia (*Chelonibia testudinaria*, *Chelonibia caretta*, *Conchoderma virgatum*, *Lepas hillii*). Probablemente, esto se debe a que son fáciles de identificar y a su tamaño (Gramentz, 1988a; Basso, 1992). Por otro lado, otras especies como la rémora (*Echeneis*

remora) que pertenece a la clase Osteíctios, son poco frecuentes tanto en el Mediterráneo como en otros mares (Green, 1998; Frazier, 1971; Gerosa y Aureggi, datos no publicados).

Los epibiontes se pueden encontrar en cualquier parte del cuerpo de la tortuga incluso en las heridas (Oliverio *et al.*, 1992) pero muchas especies prefieren el caparazón (Gramentz, 1988a; Frick *et al.*, 1998).

Dejando aparte su efecto negativo en la hidrodinámica del espécimen, la presencia de epibiontes no suele erosionar la parte del cuerpo de la tortuga donde han arraigado, aunque algunas especies tales como el balano *Stephanolepas muricata*, parece causarle heridas al animal (Hendrickson, 1958).

Los problemas más graves aparecen cuando hay una presencia excesiva de especies incrustadas. Cuando la superficie cubierta por epibiontes se extiende a todo el cuerpo y su peso se convierte en el 33% del peso de la tortuga, puede haber complicaciones motoras y un aumento de masa, lo que, en el caso de los juveniles, puede originar una enfermedad que les debilita progresivamente o causarles incluso la muerte en algunos casos (Basso, 1992).

Cuando los epibiontes cubren zonas alrededor de la cabeza, en particular, los ojos y el interior de la boca, pueden aparecer dificultades para ver y para alimentarse (Hendrickson, 1958; Basso, 1992). El área alrededor de los ojos se ve especialmente afectada por una sanguijuela muy común en tortugas atrapadas incidentalmente en el Mediterráneo: *Ozobranchus branchiatus* (Gramentz, 1988a; Basso, 1992).

Orígenes de las especies de tortuga mediterránea

Tres de las siete especies actuales de tortuga marina se encuentran regularmente en el Mediterráneo: la tortuga boba (*Caretta caretta*, Linneo, 1758), la tortuga verde (*Chelonia mydas*, Linneo, 1758) y más raramente, la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*, Vandelli, 1761).

Las poblaciones de tortuga boba nidifican en el Mediterráneo desde hace unos 12.000 años y proceden de las poblaciones del Atlántico Occidental, aunque divergen genéticamente de las mismas (Bowen *et al.*, 1993). Aparte de las diferencias morfológicas y biológicas, estudios genéticos recientes han confirmado la subdivisión de la especie en el Mediterráneo (Laurent *et al.*, 1998).

La investigación sobre la tortuga verde revela que en los últimos 10.000 años se produjo una colonización del Mediterráneo a partir de las poblaciones atlánticas. Esta teoría se basa en la relación genética existente entre las tortugas verdes observadas en Chipre y las poblaciones atlánticas (Bowen *et al.*, 1992; Encalada *et al.*, 1996). Es más probable que al estar localizadas en el Mediterráneo Oriental, estas tortugas se hayan encontrado aisladas durante mucho tiempo de las poblaciones atlánticas (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

Distribución de las zonas de nidificación en el Mediterráneo

La tortuga boba y la tortuga verde nidifican regularmente en el Mediterráneo pero no se conocen áreas de nidificación de la tortuga laúd en el mismo. Esta última ha sido vista nadando en la zona oeste del Mediterráneo (Capocaccia, 1968; Delaugerre, 1987), ocasionalmente atrapada en artes de pesca o varadas a lo largo de la costa (Margaritoulis,

1986; Basso, 1992; Castells y Mayo, 1992; Taskavak y Farkas, 1998; Miraglia *et al.*, en prensa).

Considerando que el Mediterráneo está dividido en dos cuencas diferentes, la Oriental y la Occidental, conectadas por el canal de Sicilia, la distribución de las zonas de nidificación de ambas especies queda restringida a la cuenca Oriental.

La tortuga boba que se encuentra en todo el Mediterráneo es la especie más común. Sus principales zonas de nidificación se encuentran en Grecia, Chipre, Turquía y Libia; otras zonas de nidificación menos importantes se encuentran en Egipto, Israel, Italia, El Líbano y Túnez (Figura 8). A partir de las cifras registradas anualmente y sin tener en cuenta Libia, donde es preciso investigar más (Laurent *et al.*, 1999), la capacidad de nidificación de la tortuga boba en el Mediterráneo se estima que puede variar entre 3.375 y 7.085 nidos por estación (Margaritoulis *et al.*, en prensa).

Figura 8- Zonas de nidificación de *Caretta caretta* en el mar Mediterráneo
Nidos por estación

>1000
500-1000
100-500
<100

Se cree que la tortuga verde se encuentra sólo en el Mediterráneo Oriental, debido al gradiente de temperatura del agua a lo largo de la costa (Groombridge, 1990) aunque se han encontrado algunos juveniles en la cuenca occidental (Rafa y Salinas, 1990; Laurent, 1996; Meschini *et al.*, en prensa).

Las principales zonas de nidificación de la tortuga verde han quedado reducidas a unas cuantas playas localizadas en la cuenca oriental a lo largo de la zona sudoriental de las costas turcas (Yerli y Cambolat, 1998; Aureggi *et al.*, 2000) y en Chipre (Hadjichristophorou y Demetropoulos, 1998; Godley *et al.* 1998a) (Figura 9). Aunque el registro regular de datos sobre la capacidad de nidificación de la tortuga verde en el Mediterráneo sólo se ha llevado a cabo durante los últimos años, la media anual de creación de nidos en las playas del Mediterráneo es por lo menos de 1.000 nidos.

Figura 9 – Zonas de nidificación de *Chelonia mydas* en el mar Mediterráneo
Nidos por estación

>500
<50

Hábitos alimenticios

La ecología de las zonas de alimentación de las tortugas marinas es muy poco conocida. Siguiendo el modelo de hábitat basado en las fases ontogenéticas descritas en el ciclo de vida (ver página xx), las tortugas marinas se toparán con distintos hábitat y, por consiguiente, con distintas fuentes de alimento.

- **La tortuga boba**

La tortuga boba es carnívora y sus mandíbulas están adaptadas a las funciones de triturar y desmenuzar (Pritchard, 1979).

Se han visto crías de tortuga boba en estrecha asociación con el alga *Sargassum sp.*, cuando ésta se encuentra flotando en la superficie del mar (Bolten y Balazs, 1995).

Los juveniles de tortuga boba comen principalmente celentéreos –principalmente, medusas- y cefalópodos pero también incluyen en su dieta otros moluscos, además de crustáceos y macroplankton gelatinoso (Bjorndal *et al.*, 1997), lo que muestra que se alimentan de lo que encuentran. Estos juveniles permanecen en el hábitat de crecimiento de juveniles durante un período que varía de 3 a 10 años, o incluso más, dependiendo del individuo y de la cuenca oceánica (Musick y Limpus, 1997).

Mientras está en el hábitat de desarrollo de juveniles, la tortuga boba se alimenta a lo largo de la columna de agua, capturando medusas y tunicados en la superficie y a profundidades medias, pero aparentemente concentran sus esfuerzos en alimentarse en el fondo (Bjorndal, 1997).

En el hábitat de alimentación adulto, la tortuga boba se alimenta de una variedad de invertebrados bentónicos, incluyendo moluscos, crustáceos y esponjas, a los cuales tritura antes de tragárselos (Mortimer, 1995). El análisis de la dieta de algunos especímenes capturados en Túnez y en el Adriático Oriental indica que básicamente, la tortuga boba se alimenta de invertebrados bentónicos, gasterópodos, cangrejos ermitaños, holoturias y, lamelibranquios (Laurent y Lescure, 1994) para el caso del estudio en Túnez, así como de equinodermos y crustáceos para el caso del Adriático Oriental (Lazar *et al.*, en prensa).

- **La tortuga verde**

La tortuga verde es herbívora. Tiene una mandíbula con bordes aserrados que en algunas poblaciones se asemejan a pseudo-dientes bastante largos (Pritchard, 1979).

Las crías de tortuga verde se hallan en estrecha asociación con el alga *Sargassum sp.*, cuando ésta se encuentra flotando en la superficie del mar (Carr y Meylan, 1980). Su dieta es similar a la de la tortuga boba hasta que se convierten en herbívoras en una fase posterior (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

Cuando están en el hábitat de desarrollo de juveniles, las tortugas verdes adquieren una dieta herbívora y como herbívoros, ocupan un lugar único entre las tortugas marinas con lo que respecta a la alimentación; se alimentan fundamentalmente de fanerógamas marinas y de algas, aunque también son consumidores carnívoros, concretamente de cnidarios –medusas-, espongiarios –esponjas- y tunicados (Bjorndal, 1997). En el Mediterráneo se alimentan fundamentalmente de fanerógamas marinas y de algas (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

- **La tortuga laúd**

La tortuga laúd tiene una frágil mandíbula en forma de tijera que sufriría un daño importante si se la sometiera a algo mucho más duro que su alimentación tradicional, medusas generalmente (Pritchard, 1979).

La tortuga laúd tiene hábitos principalmente pelágicos y pasa la mayor parte del tiempo en aguas oceánicas. La distribución de las zonas de alimentación de la tortuga laúd parece depender en gran manera de la distribución de medusas, tunicados y otros organismos gelatinosos de los que se alimenta y que se concentran a menudo cerca de las zonas de convergencia o de los límites de las masas de agua. Se alimenta en la columna de agua que va desde la superficie a grandes profundidades (Eckhert *et al.*, 1989). Dado que la habilidad para capturar y consumir presas gelatinosas no depende del tamaño, no parece que haya una razón para un cambio en la dieta entre las distintas clases de tamaño, como es el caso de otras especies de tortugas marinas (Bjorndal, 1997).

Ingestión de plástico y otros vertidos

Está ampliamente demostrado que las tortugas marinas ingieren plástico y otros materiales no-deseables de origen antrópico. Tomando en consideración sólo los envases plásticos, se sabe que cada año se arrojan al mar más de 24.000 toneladas de estos materiales (Welch, 1988).

Muchas playas mediterráneas, aunque no sean frecuentadas por turistas o sean parte de una reserva o parque nacional, se cubren de montones de vertidos provenientes del mar (Gerosa *et al.*, 1995; Broderick y Godley, 1996; Clarke *et al.*, 2000), lo que pone de manifiesto la situación crítica del Mediterráneo en cuanto a contaminación por vertidos.

Algunos estudios que cubren amplios períodos revelan que, en algunas áreas, la cavidad estomacal de un 80% de las tortugas marinas contiene este tipo de materiales (Stanley *et al.*, 1988), aunque se considera un porcentaje más realista, un 50% (Nottingham, 1988; Plotkin y Amos, 1988; Bjorndal *et al.*, 1994; Shaver y Plotkin, 1998).

Con respecto a las especies de tortugas marinas en el Mediterráneo, la más expuesta a ese fenómeno es *Chelonia mydas* (32%) seguida por *Caretta caretta* (26%) y por *Dermochelys coriacea* (24%) (Balazs, 1985). Los juveniles se ven más expuestos a la ingestión de estos materiales que los adultos y esto es válido para todas las especies salvo para la tortuga boba (Magnuson *et al.*, 1990).

Sucede además que las crías se sienten particularmente atraídas por los pequeños pedazos flotantes de alquitrán que una vez ingeridos pueden bloquear tanto el pico como el esófago y causar la muerte (Carr, 1987; Lutcavage *et al.*, 1997).

Estos porcentajes dramáticamente altos se deben a que las tortugas se dejan transportar pasivamente por las corrientes marinas durante largos períodos de tiempo, lo que aumenta la probabilidad de encontrar vertidos concentrados en artes de pesca temporales y en zonas de hundimiento de masas de agua (Magnuson *et al.*, 1990).

Con respecto a los objetos ingeridos por las tortugas, los que se encuentran habitualmente son bolsas y planchas de plástico (32,1%), seguidas de bolas de alquitrán (20,8%) y partículas plásticas (18,9%) (Magnuson *et al.*, 1990). Las tortugas también ingieren una gran variedad de materiales sintéticos a la deriva incluyendo globos, espuma de poliuretano y láminas de polietileno, líneas de pesca de un solo filamento, hojas de aluminio, alquitrán, vidrio, goma y precintos de latas de bebida, aunque en menor medida que los materiales para los cuales se dan porcentajes (Plotkin y Amos, 1988; Magnuson *et al.*, 1990). Las bolsas de plástico y otras formas de desechos plásticos sólidos, blancos o transparentes (como por ejemplo, espuma de

poliuretano, PVC), se confunden con medusas y otros tipos de presa (Gramentz, 1988b). Además, los plásticos cubiertos con huevos de peces o con organismos incrustantes tales como algas y briozoos, pueden incluso oler y saber como verdaderos alimentos (O'Hara, 1988). De hecho, se cree que los animales hambrientos no son tan capaces de distinguir el alimento natural del desecho que aparenta ser alimento (Balazs, 1985).

Debido a la lenta digestión que puede durar hasta seis meses (Schulman y Lutz, 1995), la ingestión de todos estos materiales puede causar un bloqueo intestinal, provocar la liberación de sustancias químicas tóxicas, reducir la absorción de nutrientes, causar la acumulación de gases en el intestino grueso, reducir la sensación de hambre, inhibir la actividad de alimentación y de apareamiento, disminuir la capacidad reproductiva, causar sofoco, úlceras, heridas intestinales, deterioro físico, desnutrición y muerte por falta de alimento (Mrosovsky, 1981; Wehle y Coleman, 1983; Wallace, 1985; O'Hara *et al.*, 1986; Bryant, 1987; Farrell, 1988; Gramentz, 1988b; Welch, 1988; McGavern, 1989; Schulman y Lutz, 1995). Algunas sustancias procedentes de los plásticos pueden acumularse en los tejidos, y los ingredientes tóxicos pueden originar una disminución de grosor en las cáscaras de los huevos, daño en los tejidos y comportamientos aberrantes (Wehle y Coleman, 1983; O'Hara *et al.*, 1986). Finalmente, también está demostrado que la ingesta de materiales sintéticos causa la muerte de algunas tortugas (Shaver y Plotkin, 1998; Bjorndal *et al.*, 1994).

Principales amenazas

Como resultado de la actividad humana, las poblaciones de tortugas marinas han disminuido en todo el mundo a lo largo de las últimas décadas.

Las amenazas a las que se enfrentan en el Mediterráneo son diversas. En esta sección se han agrupado de acuerdo a los dos medios en los que pasan su vida: tierra y mar.

Ilustración "Principales amenazas": Las tortugas marinas aparecieron en el planeta Tierra hace aproximadamente 110 millones de años, pero en los últimos 50 años, las afecciones de origen antrópico sufridas por estos reptiles, los han llevado al borde de la extinción.

EN TIERRA

- **Desarrollo turístico**

La pérdida de playas de nidificación debido al desarrollo del turismo es una de las principales amenazas en el Mediterráneo, en donde la mayoría de las costas han experimentado un desarrollo en las últimas décadas (Margaritoulis *et al.*, en prensa). El impacto negativo de edificios tales como hoteles, clubes, etcétera, emplazados cerca de las playas de nidificación se explica en razón del uso de la iluminación, el aumento de la presencia humana, vehículos, basuras, carreteras y demás.

- **Creciente presencia humana**

El desarrollo acontecido en las playas de nidificación y su creciente uso por parte de los turistas o por los residentes puede tener un impacto negativo en la nidificación de la tortuga marina, la incubación de los huevos y las crías. El problema más grave y más frecuente se presenta para las hembras que están construyendo sus nidos y son molestadas durante este proceso (Margaritoulis, 1985; Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995). De hecho, la actividad nocturna en las playas de nidificación puede hacer que la hembra interrumpa el

proceso de nidificación, concretamente en la fase inicial (salida del mar y excavación de la cavidad para depositar los huevos) (Carr y Giovannoli, 1957; Carr y Ogren, 1960; Hirth y Samson, 1987). Los grupos de ecoturismo que van a visitar a las tortugas afectan el comportamiento normal post-desove; las hembras pasan menos tiempo cubriendo los huevos y camuflando la zona de desove (Johnson *et al.*, 1996). El tránsito pedestre en la playa puede causar una menor ratio de salida del huevo de las crías debido a que la arena que cubre el nido está demasiado compacta (Mann, 1978). Además, los caminos trazados por el tránsito pedestre pueden desorientar a las crías que se arrastran hacia el mar (Hosier *et al.*, 1981; Witherington, 1999).

- **Iluminación artificial**

Muchos estudios concluyen que la iluminación artificial de la playa tiene un impacto negativo en las hembras que están nidificando y en las crías. Las tortugas verdes adultas evitan las áreas muy iluminadas en las playas de nidificación (Witherington, 1986; Gerosa *et al.*, 1995); de hecho, se ha contabilizado una disminución del número de nidos en las áreas que estaban muy iluminadas en comparación con las áreas que lo estaban menos (Margaritoulis, 1985). Además de las luces que proviene de los edificios, hay otras fuentes de luz que pueden tener un impacto negativo que afecta al comportamiento en época de nidificación; tal es el caso de la luz de los vehículos que transitan cerca de las playas de nidificación, o en las mismas (Arianoutson, 1988; Witherington y Martin, 1996), luces de antorchas, fuegos de campamento (Margaritoulis, 1985; Arianoutson, 1988) y flashes de cámaras fotográficas (Campbell, 1994).

Dado que la respuesta visual al brillo es el componente principal del comportamiento de las crías que salen del huevo en su búsqueda del mar (Witherington, 1995), la iluminación artificial puede causar una desorientación que puede resultar fatal. Las crías que ven alterado su instinto de búsqueda del mar por estímulos no naturales, mueren a menudo de cansancio, deshidratación, devoradas o por otras causas (Witherington y Martin, 1996). Los atropellos de crías en carreteras son algunos de los casos que más se conocen (Irwin *et al.*, 1998; Witherington, 1999; Gerosa *et al.*, en prensa), pero también acaban atrapadas entre la vegetación o los vertidos (Yerly y Demirayak, 1996) o abrasadas en las llamas de un fuego abandonado (Mortimer, 1979).

- **Conducción de vehículos en la playa**

La conducción de vehículos en las playas de nidificación durante la noche puede hacer que la hembra renuncie a desovar, y logra desorientar a las crías que están saliendo de los huevos (Magnuson *et al.*, 1990). Conducir directamente sobre los huevos que están siendo incubados puede causar una compactación de la arena, lo que disminuye el ratio de éxito de las crías en su salida de los huevos (Mann, 1978;). Además, las huellas de los vehículos en la playa alteran la habilidad de las crías para alcanzar el mar (Witherington, 1999; Hosier *et al.*, 1981). Además, el tráfico de vehículos en las playas de nidificación contribuye a la erosión, particularmente durante la acción de marea alta o en playas de estrecha franja en las que la conducción se concentra en la trasplaya y en las dunas primarias (Magnuson *et al.*, 1990).

- **Extracción de áridos**

El impacto de la extracción de áridos en las playas de nidificación es importante porque cambia el aspecto natural de la playa y disminuye la posibilidad de que una tortuga encuentre un lugar adecuado para desovar (Sella, 1982). Estas actividades pueden desincentivar el desove de las tortugas puesto que las zonas utilizadas para el mismo pueden hallarse cubiertas de barro (Yerli y Demirayak, 1996).

- **Fenómenos erosivos en las playas**

La erosión de las playas de nidificación puede resultar en la pérdida parcial o total de los hábitat más aconsejables para desovar (Servicio Nacional de Pesca de Maine y Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, 1991). El desarrollo costero implica que la actividad humana interfiere con los procesos naturales, pudiendo acelerar los ritmos de erosión.

- **Vertidos en playas**

En las playas de nidificación se puede encontrar un volumen considerable de vertidos tales como plástico, objetos de vidrio, residuos hospitalarios y bolas de alquitrán que provienen del mar (Gerosa *et al.*, 1996); también se han encontrado capas de vertidos entre la arena y a distintas profundidades (Gerosa *et al.*, 1995; Kasperek, 1995; Broderick y Godley, 1996). Todo ello puede reducir el espacio necesario para el desove en la playa (Gerosa *et al.*, 1996) y desincentivar a las crías para que salgan del huevo (Yerli y Demirayak, 1996). En la playa, además de los desechos que provienen del mar, se encuentra también un volumen considerable de desechos abandonados por los turistas que visitan la zona (Gerosa y Casale, 1994).

- **Equipamiento turístico-recreativo en playas**

El mobiliario ubicado en las playas tales como tumbonas, quioscos, sombrillas, así como pequeñas embarcaciones de recreo, canoas, pequeños botes, etcétera pueden constituir un obstáculo físico que impida el éxito del desove, ya que interfieren con la incubación de los huevos e impiden que las crías lleguen arrastrándose hasta el mar (Magnuson *et al.*, 1990; Arianoutson, 1988; Witherington, 1999). El número creciente de obstáculos en las playas dificulta la nidificación, lo que hace que el número de intentos fallidos de nidificación documentados vaya en aumento. Esto también tiene que ver con el hecho de que un número creciente de obstáculos se dejan durante toda la noche en las playas de nidificación (Magnuson *et al.*, 1990).

- **Depredación**

Los nidos de las tortuga marinas pueden ser atacados por distintos depredadores tales como zorros, chacales, perros, jabalíes y cerdos asilvestrados, etcétera. Todos estos animales son capaces de encontrar los huevos enterrados en la arena y destruir la mayor parte de los nidos (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1989; Brown y MacDonald, 1995; Margaritoulis *et al.*, 1996a; Yerli y Demirayak, 1996; Broderick y Godley, 1996). Además, una vez que el nido ha sido atacado, otros depredadores como el cangrejo fantasma y algunas aves, pueden llegar y comerse las sobras (Aureggi y Gerosa, datos no publicados).

Las crías pueden ser atacadas por depredadores justo antes de la eclosión del huevo, en el momento de salir del huevo, o mientras se arrastran hacia el mar (Broderick y Godley, 1996; Aureggi *et al.*, 1999). Incluso los adultos que llegan a la playa para desovar pueden ser atacados por los chacales (Peters *et al.*, 1994; MacDonald y Brown, 1992) pero es muy raro que un perro domesticado ataque a una tortuga (Caldwell, 1959).

- **Inundaciones**

Los nidos de las tortugas marinas cerca del límite de la marea alta corren el riesgo de inundarse lo que puede afectar la tasa de éxito de salida del nido de las crías. Las tormentas en el mar también pueden contribuir a la inundación de los nidos de tortugas (Magnuson *et al.*, 1990; Van Piggelen y Strijboch, 1993; Gerosa *et al.*, 1995; Yerli y Demirayak, 1996;) y alterar la tasa de éxito de las crías.

EN EL MAR

- **Captura incidental**

El número de tortugas atrapadas incidentalmente en artes de pesca se ha convertido en una de las principales amenazas a nivel mundial, y por supuesto, también en el Mediterráneo. Este tema se trata más detalladamente en el libro de Gerosa y Casale, 1999.

- **Pesca fantasma**

Los aparejos perdidos o abandonados en el mar pueden tener un impacto negativo sobre las tortugas marinas. Esas artes continúan atrapando y enredando numerosos organismos marinos de forma indiscriminada, causando heridas, estrangulación, muerte por inanición y ahogos (ver página xx).

- **Captura deliberada de tortugas**

La explotación de tortugas tiene efectos negativos sobre el volumen de sus poblaciones. Hace unos años, en el Mediterráneo, ésta era una práctica normal (Sella, 1982; Argano *et al.*, 1990); hoy se limita a unos cuantos países del Mediterráneo (Mayor y Castello Mas, 1983; Grametz, 1989; Laurent, 1990; Laurent *et al.*, 1996). A veces matan las tortugas a bordo y las devoran, especialmente cuando algún miembro de la tripulación considera a la tortuga un alimento exquisito (Panou *et al.*, 1992; Gerosa y Casale, 1999).

- **Colisión con embarcaciones**

La colisión con pesqueros puede herir o matar a las tortugas marinas. Las regiones en las que existe una mayor preocupación son aquellas en las que existe un mayor tránsito de pesqueros y una mayor concentración de tortugas (Magnuson *et al.*, 1990; Bentivehna y Paglialonga, 1998; Margaritoulis *et al.*, en prensa).

- **Contaminación y vertidos marinos**

La ingestión de vertidos marinos puede tener una variedad de efectos negativos sobre las tortugas marinas (ver página xx). El efecto de los contaminantes provenientes de la industria, la agricultura y de los núcleos urbanos son aún difíciles de evaluar. Dado que las tortugas necesitan nadar cerca de la superficie para poder respirar, se encuentran con sustancias químicas que pueden causar cáncer de piel (Lutz *et al.*, 1986), e inhabilitar los órganos de los sentidos y de la glándula de sal (Lutcavage *et al.*, 1995; George, 1997). El método de respiración de las tortugas marinas que consiste en una rápida inspiración cerca la superficie antes de sumergirse, introduce emisiones de fracciones gaseosas procedentes del petróleo en sus pulmones, lo que incide en un menor crecimiento del animal (Lutcavage *et al.*, 1997). La ingestión de alimentos contaminados y de bolas de alquitrán provoca una disminución de la capacidad reproductiva del animal y otros problemas fisiológicos (Lutcavage *et al.*, 1997). Además, el alquitrán se adhiere completamente en el cuerpo del animal, que puede provocar la inmovilidad de las aletas y entorpecer su capacidad natatoria (Grametz, 1986; Basso, 1992). Se han detectado pesticidas, metales pesados, y residuos de hidrocarburos alifáticos – policlorobifenilos- en las tortugas marinas y en sus huevos (Storelli *et al.*, 1998a, 1998b; George, 1997; Godley *et al.*, 1999; Storelli y Marcotrigiano, 2000). Algunos estudios recientes también citan la hipótesis de que los contaminantes pueden afectar el éxito reproductivo de las tortugas (Aguirre *et al.*, 1994).

- **Explosiones submarinas**

El uso de explosivos submarinos puede herir o matar a las tortugas marinas y puede alterar o destruir sus hábitat (Margaritoulis, 1985; Arianoutsou, 1988).

- **Depredación**

Generalmente las crías y juveniles de tortugas marinas son devorados por depredadores, por el contrario, esto es menos común con los especímenes adultos. Las crías que consiguen llegar al mar pueden ser devoradas por una amplia variedad de peces y, en menor medida, por aves marinas (Stancyk, 1982). El tiburón tigre es el mayor depredador de juveniles y adultos (Stancyk, 1982). En el Mediterráneo, la foca monje también devora especímenes adultos (Margaritoulis *et al.*, 1996b).

- **Patología y parásitos**

No existe mucha información disponible para evaluar los efectos de las enfermedades y los parásitos en las poblaciones de tortugas marinas. Los veterinarios han dedicado una mayor atención a esta especie sólo durante los últimos años. La mayoría de las enfermedades de las tortugas marinas se han detectado en individuos en cautividad (Kinne, 1985). La única enfermedad estudiada en detalle es el fibropapiloma que afecta a distintos especímenes de distintas poblaciones y distintas especies de tortuga marina, con una mayor incidencia en tortugas verdes (Balazs, 1991; Herbst, 1994). No se ha detectado ningún caso de fibropapiloma en el Mediterráneo. Sin embargo, si se han detectado infecciones severas por *Spirorchidae*, helmintos que producen trastornos cardiovasculares en la tortuga boba (Wolke *et al.*, 1982).

Figura 10 Principales amenazas de las tortugas marinas

AMENAZAS NATURALES

Depredadores
Inundaciones
Erosión de las playas

Depredadores
Enfermedades
Parásitos

AMENAZAS HUMANAS

Desarrollo turístico
Creciente presencia humana
Iluminación artificial
Conducción de vehículos en la playa
Extracción de áridos
Fenómenos erosivos en las playas
Vertidos en playas
Equipamiento turístico-recreativo en playas

Captura incidental

Pesca fantasma
Captura deliberada de tortugas
Colisión con embarcaciones
Contaminación
Vertidos
Explosiones submarinas

Métodos de pesca

En el mar Mediterráneo se utilizan distintos métodos de pesca. Si comparamos las listas actualizadas de métodos de pesca propuestas por la FAO (Nédelec y Prado, 1990) con la bibliografía relativa a las tortugas marinas, podemos concluir que los métodos de pesca más comunes que interaccionan con estos reptiles marinos se agrupan en tres categorías: palangre, red de arrastre y red de trasmallo.

Por el momento no es posible dar una estimación del número exacto de tortugas marinas atrapadas incidentalmente cada año en el Mediterráneo; si extrapolamos las cifras relativas sólo al palangre, se obtiene la cifra alarmante de más de 35.000 capturas/año de tortugas bobas en el Mediterráneo Central y Oriental (Panou *et al.*, 1992) de las cuales, entre 15.000 y 20.000 capturas/año fueron capturadas exclusivamente por los buques de pesca españoles en la zona de las Islas Baleares (Mayol, 1986; Camiñas, 1988; Aguilar *et al.*, 1995; Camiñas, 1997).

Si las estimaciones relativas a otros métodos de pesca comunes se añaden a estas cifras; concretamente al trasmallo, para el cuál aún no se tienen datos disponibles, es evidente que la interacción de las tortugas marinas con la industria pesquera es uno de los problemas más urgentes que deben ser resueltos para asegurar la supervivencia de las tortugas marinas en el Mediterráneo (Tabla xx). En el libro de Gerosa y Casale (1999) se hace una descripción de los principales artes de pesca y una revisión del fenómeno de la interacción de las tortugas marinas con la industria pesquera en el Mediterráneo.

Aunque por ahora no es posible evitar la mortalidad derivada del uso de los artes de pesca -aproximadamente un 10% para el palangre, un bajo porcentaje para la pesca de arrastre y más del 50% para el trasmallo-, (Gerosa y Casale, 1999), es posible aumentar la probabilidad de que las tortugas marinas sobrevivan el lapso de tiempo que transcurre entre su captura y su liberación -el tiempo durante el cual los pescadores están en contacto con las tortugas-.

Tabla 2 Estimación de las capturas incidentales de tortugas marinas y mortalidad directa en las pesquerías mediterráneas (Fuentes usadas: Laurent, 1998, Gerosa y Casale, 1999)

Método de pesca	País con datos disponibles	Número anual de capturas	Mortalidad directa (%)
Palangre	Argelia, Grecia, Italia, Malta, Marruecos, España	300-35.637	0,4-16,7(rápida) 24,4 (como consecuencia)
Red de arrastre	Croacia, Egipto, Francia, Grecia, Italia, España, Túnez, Turquía	Baja-4.000	0,0-10
Red de trasmallo	Croacia, Chipre, Francia, Italia, Turquía	Baja-625	10,0-100

Realmente el objetivo de este manual es proporcionar a los pescadores metodologías sencillas que reduzcan la mortalidad directa e indirecta de las tortugas marinas, concretamente, la mortalidad debida a un manejo incorrecto de las tortugas capturadas en el mar. De esta manera, los pescadores conscientes del papel que juegan, serán capaces de contribuir a la conservación de las tortugas marinas reduciendo la tasa de mortalidad indirecta. Se espera que un mejor conocimiento de las tortugas marinas reduzca el consumo de carne de tortuga, la venta ilegal de caparazones de tortuga y su matanza injustificada. Todas estas causas de muerte van unidas a menudo a un escaso conocimiento, a prejuicios y a viejas tradiciones presentes en algunas localidades mediterráneas (Argano *et al.*, 1990; Laurent *et al.*, 1996; Godley *et al.*, 1998b; Kopsida *et al.*, en prensa).

Pesca fantasma

La estimación mundial del número de artes comerciales de pesca o de partes de las mismas que se pierden o se abandonan, arroja cifras de entre 1.350 y 135.000 toneladas métricas de materiales a la deriva en los océanos de todo el mundo (Merrell, 1980; Welch, 1988). La enorme diferencia (de casi dos grados de magnitud) de este dato publicado pone de manifiesto la dificultad de este tipo de estudio y la escasez de datos disponibles sobre este tema. También resulta difícil distinguir cuando la muerte ha sido causada por artes a la deriva o por artes de pesca operativas.

Aunque hay distintos tipos de artes a la deriva, todos ellos continúan atrapando y enredando organismos marinos de forma indiscriminada (Magnuson *et al.*, 1990). Además de esto, los vertidos plásticos entre los que se encuentran las redes abandonadas a la deriva, tienden generalmente a concentrarse a lo largo de la línea de costa (O'Hara, 1988) donde existe una alta probabilidad de capturas de tortugas marinas.

El peor tipo de arte abandonado a la deriva parece ser el trasmallo. Dado que permanecen en el agua un tiempo ilimitado y no están sujetos a ningún control, continúan siendo atractivos para las tortugas marinas carnívoras, como *Caretta caretta* que encuentran en el pescado atrapado en la red una fuente fácil de comida (Ehrhart *et al.*, 1990; Gerosa y Casale, 1999).

Las líneas de pesca de un solo filamento de los palangres pelágicos que pierden los pesqueros, son el tipo de desecho más común que enmalla a las tortugas (O'Hara, 1988). De hecho, es habitual encontrar tortugas marinas de distintas especies enmalladas (Balazs, 1985) incluso el enmalle puede resultar de encuentros fortuitos con estas artes. El enredo con las redes fantasma parece ser menos peligroso cuando procede de redes de pesca de arrastre. De hecho este último arte no tiene un tamaño de malla que permita a la tortuga enmallarse, permaneciendo normalmente suspendido por pesas de plomo que mantienen la red en el fondo del mar. Además, el elevado coste de este arte de pesca no incita a su abandono y su pérdida está relacionada generalmente con una rotura debida a la presencia de obstáculos naturales o artificiales situados en el fondo del mar. Según la opinión de algunos autores, un 68% de todos los casos de tortugas marinas enmalladas se debe a las capturas por pesca fantasma (O'Hara e Iudicello, 1987).

Los desechos de artes de pesca tienen consecuencias muy serias sobre las tortugas. En algunos casos las tortugas marinas sólo resultan heridas, pero por lo general, los efectos son fatales y acaban estranguladas, muertas por inanición o ahogadas (Carr, 1987; Laist, 1987; McGavern, 1989; Gregg, 1988).

El palangre

- **Especies capturadas y tamaño**

El uso del palangre es un arte de pesca que puede ser la causa de las capturas incidentales de distintos tipos de especies de tortugas marinas (Gerrior, 1996). La especie de tortuga marina mediterránea que se captura más frecuentemente es *Caretta caretta*, lo que se explica en virtud de sus hábitos alimenticios (ver página xx), y de un número mayor de individuos de esta especie en la cuenca mediterránea. El cebo común, casi exclusivamente animal, atrae a los especímenes de *Caretta caretta*, y las captura con los grandes anzuelos escondidos que pueden medir hasta 11 centímetros de largo (De Metrio *et al.*, 1983).

En lo que respecta al tamaño de las tortugas, este método es aparentemente selectivo, debido al distinto tamaño de los anzuelos utilizados. En concreto, el palangre parece atrapar una mayor proporción de especímenes con una longitud de curva del caparazón (LCC) superior a los 50 centímetros (Gerosa y Casale, 1999).

- **Los anzuelos**

El anzuelo es un instrumento sencillo pero eficiente para pescar. Tanto la forma como los materiales de los que está hecho han sufrido muy pocos cambios en el pasado.

El tamaño de los anzuelos utilizados por los pescadores profesionales varía entre 8 y 11 centímetros (De Metrio *et al.*, 1983), y generalmente están hechos de hierro. A pesar de su coste elevado, los anzuelos de acero se usan más que los de hierro, tal y como se observa en palangres japoneses que operan en aguas internacionales del Mediterráneo (Gerosa y Casale, 1999).

El número de anzuelos que usa cada barco varía bastante; hay palangres de 20 kilómetros de largo que contienen entre 800 y 1.000 anzuelos (De Metrio *et al.*, 1983), y palangres de 60 kilómetros de largo que contienen 2.400 anzuelos (Aguilar *et al.*, 1995).

- **Cortar la línea**

Uno de los métodos más comunes y fáciles de usar por los pescadores en un palangre, es el de cortar la línea que tiene atrapada a la tortuga y devolver la tortuga inmediatamente al mar. Este método, que se sugiere en este manual, necesita ser descrito más en detalle para optimizar las posibilidades de supervivencia de la tortuga.

La línea tiene que cortarse cuando la retirada del anzuelo presenta peligros tanto para la tortuga como para la persona que tiene que manejarla, o no es posible su extracción (ver página xx). Es un método apropiado para todos los tipos distintos de anzuelo y para cualquier parte del cuerpo de la tortuga donde el anzuelo se haya clavado.

Si por ejemplo la tortuga es grande y pesada y no puede subirse a bordo, el mejor método es el de cortar la línea tan cerca del animal como sea posible, apoyándose en el borde del pesquero si es necesario. Si la tortuga puede subirse a bordo, el mejor método consiste en cortar la línea tan cerca del pico o del ojal del anzuelo como sea posible (siempre que el anzuelo sea visible). Toda esta operación tendrá lugar tras subir la tortuga a bordo y concluir que el anzuelo no puede retirarse (ver página xx).

Antes de cortar la línea, sosténgala suave y firmemente para evitar un tirón que podría causarle daños internos a la tortuga. Así, el anzuelo permanecerá dentro del cuerpo de la tortuga y ésta ingerirá parte de la línea que sobra. En algunos casos, los anzuelos de hierro acaban por disolverse gradualmente en agua salada; además, se sabe que las tortugas pueden llegar a alojar varios anzuelos (Argano *et al.*, 1992).

Por otro lado, otros estudios concluyen que el 28,9% de las tortugas que han tragado anzuelos mueren inmediatamente tras ser devueltas al mar (Mas y García, 1990; Aguilar *et al.*, 1995).

Por lo tanto, se recomienda que los pescadores sigan utilizando anzuelos de hierro en vez de acero, porque la acción del agua salada que las tortugas ingieren disuelve los anzuelos de hierro más fácilmente que en el caso del acero, mientras que estos últimos permanecen intactos durante mucho tiempo.

Por lo que respecta a la parte de la línea que es ingerida, se conocen varios casos de muerte debido a los efectos de la línea en el intestino (Bjorndal *et al.*, 1994). Si la línea se corta de manera que el pedazo que se ingiere sea pequeño, se pueden aumentar las posibilidades de supervivencia de la tortuga. De hecho, se conocen casos en los que las tortugas han sido capaces de expulsar el anzuelo y la línea al que estaba unido (Mas y García, 1990).

Figura 11 - El anzuelo del palangre

Muerte
Cabo
Asta
Ojal

- **La importancia de recuperar la línea manualmente**

El palangre puede ser considerado aún una forma de pesca artesanal. La mayoría de los palangres son generalmente pequeños o medianos y se usan localmente. Las nuevas tecnologías se introdujeron hace unos años para mejorar este método tan duro y repetitivo. Por ejemplo, la introducción de métodos automáticos de recogida de la línea a bordo, puede

ayudar a los pescadores en el proceso de recuperar las líneas. El ahorro de tiempo y de esfuerzo ha hecho posible la introducción de líneas más largas, con más anzuelos, lo que ha aumentado la productividad de este método.

Por lo que respecta a las tortugas, el aumento de la velocidad de recuperación de las líneas y el abandono de la recuperación manual que era mucho más cuidadosa, ha aumentado el daño causado a las tortugas capturadas de forma incidental.

Como no es posible modificar el comportamiento de las tortugas de querer liberarse del anzuelo y evitar el consiguiente daño que eso produce, la única manera de intervenir es la de mantener alerta a los pescadores desde el momento en que una tortuga es capturada. Desde que se avista a la tortuga, el pescador debe parar la recuperación o tracción mecánica de la línea principal, girar el barco hacia la tortuga sin perder de vista los ramales y proceder a subir la tortuga a bordo manualmente. Esta última fase es muy delicada y es necesario recordarlo. Las tortugas experimentan una fuerte reacción a la luz artificial (en caso de pesca nocturna) y esto puede causarle mayor daño al animal mientras trata de escapar.

- **Retirar el anzuelo**

Los anzuelos suelen causar daños a las tortugas que no pueden ser evaluados inmediatamente (Aguilar, 1995). El caso menos dañino para las tortugas es cuando éstas tienen clavado el anzuelo externamente, en su cuerpo o en su boca. En estos casos es posible retirar el anzuelo sin causar un daño serio a la tortuga. Sin embargo, lo más frecuente es que la tortuga haya ingerido completamente el anzuelo y que éste se haya alojado en el tramo superior del intestino, especialmente en el esófago. En este caso la retirada del anzuelo y el manejo del mismo son mucho más complicados.

Retirar el anzuelo de la boca de una tortuga o de otra parte de su cuerpo es una tarea delicada que requiere habilidad e instrumental veterinario (Walsh, 1999). En cualquier caso, a veces es mejor retirar el anzuelo incluso si las condiciones no son las ideales (como cuando la tortuga está a bordo) y el personal que lo lleva a cabo no está especializado. Siempre se recomienda pensar cuidadosamente antes de intentar retirar el anzuelo. Todas las fases de la retirada del anzuelo, deben llevarse a cabo cuidadosamente; el procedimiento debe interrumpirse en cuanto surjan dificultades.

La ventaja de retirar pronto el anzuelo consiste en prevenir mayores daños, además de la infección provocada por la presencia del anzuelo dentro del cuerpo (Balazs *et al.*, 1995) Si la tortuga tiene el anzuelo clavado externamente (por ejemplo, en aletas, cuello o cola) se sugiere retirar el anzuelo de todas formas a menos de que se encuentre cerca de partes vitales como los ojos, la nariz o la cloaca. Si sólo se ve una parte del anzuelo en la boca, no siempre se recomienda actuar. No todos los anzuelos parcialmente visibles pueden ser retirados de manera segura.

Dejando aparte cualquier eventualidad, es necesario señalar que sólo los anzuelos en los que se ve enteramente el asta pueden ser retirados y, que en cualquier otro caso, la línea debe cortarse tal y como se describe en el párrafo “cortar la línea” (ver página xx). La posición del anzuelo también es importante; por ejemplo, si el giro necesario para retirar el anzuelo puede dañar cualquier órgano vital -ojos o nariz-, lo mejor es no retirar el anzuelo.

Si el anzuelo está alojado en la boca de la tortuga, se sugiere estimular a la tortuga para que abra la boca y nos deje ver donde se encuentra el anzuelo y su posición. Es posible inducir a

la tortuga a que abra la boca con la ayuda de estímulos mecánicos en la mejilla (cerca del pico), o golpeando suavemente la parte anterior del pico con un objeto blando. En cualquier caso, hay que prestar atención a la reacción de la tortuga.

Teniendo cuidado de no ser mordido por la tortuga, se puede empezar a retirar el anzuelo sosteniendo el asta del mismo. Si hay más de un par de alicates a bordo puede ser posible recuperar el asta del anzuelo con uno de ellos. Sosteniéndolo firmemente entre los dedos pulgar e índice, o entre las tenazas de los alicates, hay que hacerlo girar hacia la aleta del anzuelo, empujándolo hacia afuera. Tan pronto como aparezca la muerte del anzuelo, continúe girándolo hasta que el asta esté completamente fuera. Corte entonces la muerte del anzuelo con los alicates; así el anzuelo no encontrará más obstáculos y podrá ser retirado fácilmente, rotándolo en la dirección opuesta hasta la posición inicial.

Es esencial tener en cuenta ciertas consideraciones sanitarias durante la retirada del anzuelo. Además de estar terminantemente prohibido fumar mientras se maneja un animal o se está próximo a él, lo mejor es usar una solución desinfectante o un antiséptico para las manos y el instrumental. En su defecto, es esencial lavarse las manos cuidadosamente con jabón.

A fin de evitar malas experiencias con el afilado pico de las tortugas, es importante recordar a los pescadores que las tortugas son animales que utilizan el pico como única defensa. De todas formas, la movilidad limitada del cuello de la tortuga es una garantía de seguridad para aquellos que manejan las tortugas a una distancia adecuada de la boca. Por último, es siempre necesario tener cuidado con las manos cuando se retire el anzuelo; cabe destacar que el animal puede sufrir durante este proceso.

- **Espécimen enredado**

Aunque sucede relativamente poco, el palangre puede enmallar a una tortuga; se han encontrado animales enmallados en la línea principal y en los ramales. Una tortuga enmallada no muestra normalmente signos externos de serios daños. El hecho de haber sido capturada significa que no ha sido capaz de sumergirse; esto puede debilitar a la tortuga e incluso matarla. En el peor de los casos, una tortuga enredada viva puede tener clavado un anzuelo interna o externamente y, por lo tanto, la primera acción debe consistir en liberar a la tortuga de la línea. Se recomienda usar unos alicates porque la línea normalmente está hecha de un material duro.

La red de arrastre

- **Especies capturadas y tamaño**

El tipo más común de red de arrastre que se utiliza en el Mediterráneo es la red de arrastre de fondo. Dado que este método se utiliza para pescar en el fondo del mar, las tortugas son capturadas más en función de su tamaño que de su especie (salvo en el caso de la tortuga boba que es pelágica).

El tamaño del caparazón del espécimen capturado con la red de arrastre supera normalmente los 40 centímetros (Kontos y Webster, 1985; Laurent *et al.*, 1996; Laurent, 1996; Margaritoulis *et al.*, en prensa) y es probable que, el bajo número de especímenes encontrados representen a aquellos en tránsito entre la fase pelágica y la demersal (Gerosa y Casale, 1999).

Subir una tortuga a bordo

- **Palangre**

Cuando una tortuga es capturada utilizando la red de arrastre o la red de trasmallo, lo más probable es que el espécimen esté enredado externamente, mientras que con el palangre la tortuga puede haber ingerido el anzuelo y parte de la línea. Los pescadores están acostumbrados a subir a bordo la pesca manualmente de los ramales, y si la pesca es muy voluminosa, pueden utilizar objetos puntiagudos o garfios. Esta costumbre debe evitarse en todos los casos. Si se sube la tortuga a bordo tirando de los ramales a los cuales está presa, el peso del animal puede causar mayores daños a los órganos internos lo que disminuye drásticamente sus posibilidades de supervivencia. Además, el uso de objetos puntiagudos o garfios puede originar nuevas heridas que podrían matar a la tortuga.

La mejor manera de subir una tortuga a bordo sería la de usar una red humedecida de tamaño adecuado. Recuerde que es mejor manejar una tortuga con cuidado a la hora de depositarla en la cubierta del barco para después liberarla de las mallas de la red humedecida. Cuando no se disponga de este tipo de red, se recomienda subir a la tortuga manualmente. La mejor manera de agarrar al animal, por orden decreciente de seguridad, consiste en agarrarle por el caparazón, por las aletas frontales tan cerca de la axila como sea posible, y por las patas traseras tan cerca del caparazón como sea posible.

- **Red de arrastre**

Las tortugas generalmente suben a bordo junto con la red, y la tripulación no se da cuenta de que hay una tortuga a bordo hasta que la red no está en el barco. Aunque los pescadores no puedan ver a la tortuga hasta ese momento, es recomendable tomar algunas precauciones. La medida de seguridad más importante consiste en vaciar la red. En muchos barcos que usan la red de arrastre, la red se abre normalmente a una altura considerable sobre la cubierta. De esta manera, la tortuga puede sufrir daños porque caerá sobre la cubierta y se podrá lastimar. Por lo tanto, es recomendable abrir la red con la pesca una vez que esté en cubierta para evitar que la tortuga se caiga.

Como sucede con cualquier tipo de red de pesca, en la pesca de arrastre la tortuga puede estar enmallada en la red y, por lo tanto, se recomienda proceder con cuidado para poder liberar al animal en el mar.

- **Red de trasmallo**

La eficiencia de la red de trasmallo depende de su capacidad para enredar a un espécimen y mantenerlo enmallado hasta que los pescadores puedan recuperar la red. Por esta razón, cuando una tortuga se enmalla, se la encuentra normalmente con heridas en la piel debido a sus esfuerzos por liberarse. Antes de subir la tortuga a bordo, tal y como se describe en el párrafo dedicado al palangre, es absolutamente necesario liberar a la tortuga de la red que ha atrapado parte de su cuerpo, o en su totalidad. Se recomienda el uso de alicates para facilitar la liberación de la tortuga.

Devolver la tortuga al mar

La operación de devolver una tortuga al mar, ya esté sana o herida, ha de realizarse cuidadosamente.

Antes de devolverla al mar es necesario poner el motor del barco en punto muerto, asegurándose que las artes de pesca no están siendo usadas. Una vez liberada, y dado que la tortuga comenzará a nadar en cualquier dirección, es recomendable tomar un par de sencillas

precauciones para evitar que la tortuga sufra heridas por la hélice del barco o por los artes de pesca. Se recomienda que antes de devolverla al mar se compruebe que no hay barcos de pesca en los alrededores para que el animal no sea capturado por otras redes.

La mejor manera de devolver una tortuga al mar es desde la popa o desde la trampilla trasera, si es posible, de manera que la tortuga vaya en dirección opuesta a la ruta del barco evitando así una colisión con el mismo. La mayoría de los barcos profesionales no tienen una trampilla trasera y la cubierta está unos metros por encima de la superficie del mar. En este caso, la tortuga debe ser devuelta con la cabeza al frente, en posición vertical, evitando un fuerte impacto del plastrón contra el agua.

La operación de devolver la tortuga al mar concluye con la observación del comportamiento de la tortuga en el agua. Es necesario asegurarse de que la tortuga está lo suficientemente lejos y a salvo antes de encender el motor.

Hipotermia

La hipotermia es un estado particular de una tortuga inactiva. Es el principio de la congelación que afecta a las extremidades, los ojos o el cuello; éstos pueden estar parcialmente congelados y las patas pueden quedarse rígidas (Sadove *et al.*, 1998). Este caso se da raramente en el Mediterráneo.

La hipotermia sucede cuando la temperatura del agua es de aproximadamente 10° C. Temperaturas más bajas, entre 5° y 6° C, pueden causar la muerte del animal (George, 1997).

Los especímenes que se encuentran en esta situación fisiológica particular no se quedan atrapados fácilmente con los métodos de pesca tradicionales porque se encuentran en la superficie del mar donde flotan sin moverse, pareciendo estar muertos. Los juveniles se aturden más rápidamente que los adultos (George, 1997).

La red de trasmallo

- **Especies capturadas y su tamaño**

Este arte de pesca no es selectivo ni en cuanto a la especie ni en cuanto al tamaño de las tortugas capturadas.

La red de trasmallo es una red de pesca que se coloca verticalmente de tal manera que delimita o confina masas de agua y captura cualquier organismo marino de tamaño superior al tamaño de la malla (UNI, 1981). Las redes de trasmallo pueden considerarse artes de pesca pasivas; las tortugas son atrapadas casualmente cuando se trasladan de un lado a otro. Sin embargo, según señalan los pescadores (Panou *et al.*, 1992), las tortugas intentan alimentarse activamente de los peces que quedan atrapados en la red y llegan a dañarla. Esto sugiere que la red de trasmallo podría ser considerada un arte de pesca activa, puesto que atrae a las tortugas y aumenta su posibilidad de quedar atrapadas (Gerosa y Casale, 1999).

Si la red está situada cerca de las zonas de nidificación de tortugas marinas, podría atrapar incluso a las crías que acaban de salir del huevo (Margaritoulis, 1995; Haddoud y El Gomati, 1997; Baran y Kasperek, 1989; Aureggi y Gerosa, datos no publicados).

La tortuga en cubierta

- **Tortugas sanas o heridas**

Las tortugas sanas o heridas que se suben a bordo normalmente empiezan a arrastrarse por cubierta tan pronto como se encuentran libres. Se recomienda mantener a la tortuga bajo control tanto por la seguridad del animal como por la de los pescadores. Una vez que se haya completado el procedimiento indicado en este manual, es necesario devolver el animal al mar tan pronto como sea posible.

- **Tortugas inactivas**

Un estado de inactividad de la tortuga indica claramente que el estado de salud del animal es crítico. Estos especímenes deben ser manejados con mucho cuidado para no causarles ningún daño adicional. Sin embargo, esta operación, no es peligrosa para el pescador.

Una vez que se llega a la conclusión de que la tortuga está inactiva, es necesario seguir una serie de procedimientos que permitan reanimar al animal.

1. Escoja un lugar

La fase más importante se refiere a la elección del lugar donde la tortuga inactiva pasará un máximo de 24 horas como sugieren los expertos. Sería mejor recomendar a los pescadores que decidan esto con anterioridad, de tal manera que toda la tripulación esté de acuerdo y conozca el lugar elegido a bordo.

El lugar escogido debe estar fuera de la zona usada normalmente para pescar, a la sombra y además debe proporcionar un apoyo firme a la tortuga, de manera que la tortuga no se caiga cuando el barco cabecee.

2. La posición inclinada

Uno de los daños más comunes a los que están expuestas las tortugas enmalladas es la presencia de agua de mar en los pulmones lo que puede hacer que el animal empiece a ahogarse. Para facilitar que el agua de mar salga de los pulmones es necesario poner la zona posterior del animal en una posición más elevada que la de la parte anterior de su cuerpo.

La inclinación depende del tamaño de la tortuga: a mayor tamaño, mayor inclinación. Como regla general, una tortuga de tamaño mediano (longitud del caparazón de 50 centímetros) debe tener su zona posterior inclinada unos 30 centímetros a partir del suelo. Por otro lado, una inclinación excesiva puede impedir una correcta respiración, lo cual no es lo ideal para reanimar a una tortuga.

La embolia no es normalmente un problema para las tortugas marinas gracias a sus particulares características fisiológicas (ver página xx). La metodología descrita anteriormente garantiza que las tortugas puedan expulsar las posibles burbujas de aire presentes en su zona posterior, evitando que el cerebro sufra posibles daños.

3. La importancia de un lugar a la sombra

Tal y como ya se ha mencionado, es fundamental mantener la tortuga a la sombra. La radiación directa del sol hace que la temperatura corporal del animal aumente, lo que puede hacer que empeore el estado de la tortuga. La temperatura ideal para reanimar a una tortuga debe estar entre los 25° C y los 30° C. Las temperaturas inferiores a los 25° C aumentan de manera notable el tiempo de recuperación, mientras que las temperaturas superiores a los 30° C se aproximan al máximo que pueden soportar (Stabenau *et al.*, 1993).

Al mismo tiempo, la transpiración excesiva no compensada por una rehidratación puede causar deshidratación, lo que añadirá estrés fisiológico a los problemas ya existentes. El uso de una toalla mojada para cubrir el cuerpo, incluyendo la cabeza, reducirá la pérdida de agua y creará un microhábitat húmedo.

Vale la pena recordar que las personas encargadas de tener la tortuga bajo observación deben mojar regularmente la toalla con agua de mar hasta que la toalla esté empapada. El agua debe ponerse en la parte superior del caparazón de manera que la cabeza y los ojos estén siempre mojados. De hecho, debido a su forma y a la presencia de la glándula de sal, los ojos son la parte del cuerpo más sensible a la deshidratación.

4. Veinticuatro horas a bordo

Como ya se ha indicado a lo largo de esta guía, muchos expertos recomiendan que la tortuga se mantenga a bordo 24 horas, siempre con su zona posterior en una posición más elevada que la parte anterior de su cuerpo (Balazs *et al.*, 1995). Si durante ese tiempo la tortuga no responde al menos a una de las técnicas de recuperación (ver página xx), podrá considerarse muerta.

Con objeto de detectar cualquier signo que permita concluir que la tortuga se reanima, es necesario llevar a cabo evaluaciones periódicas durante las cuales será necesario añadir agua de mar a la toalla y aplicar las técnicas de recuperación al menos cada dos horas.

Si no puede mantener la tortuga a bordo 24 horas, no hay tiempo suficiente para determinar si la tortuga está muerta o no. En esos casos, siempre que sea posible, hay que llevar la tortuga al puerto más cercano y ponerla en manos de las autoridades competentes, indicando el tiempo que la tortuga ha pasado a bordo. Si esto no es posible, hay que aplicar las técnicas de recuperación una última vez y devolver la tortuga al mar.

5. Tortuga inactiva o tortuga herida

Tras proporcionar asistencia a la tortuga, ésta puede mostrar señales de actividad tales como movimientos de los músculos pectorales y pélvicos, elevación moderada de la cabeza, hiperventilación, aumento del ritmo cardíaco, o movimiento de las aletas (Balazs, 1986; Stabenau *et al.*, 1993); también puede reaccionar a alguna de las técnicas de recuperación (ver página xx) mostrando los primeros signos de reanimación.

Si el animal no se mueve de su sitio o no parece estar incómodo, lo mejor es dejar a la tortuga hasta que sea capaz de mover sus aletas y cambiar de postura. Aunque un animal que se reanima tras un tratamiento puede considerarse herido, se recomienda devolverlo al mar después de algunas horas para darle la oportunidad de recuperarse y permitir el normal funcionamiento de sus funciones fisiológicas en el mar.

Evaluación del estado de la tortuga

La metodología que ha de seguirse cuidadosamente para manejar tortugas marinas depende del estado de salud del animal. Mediante la aplicación de técnicas sencillas, esta guía pretende dotar a los pescadores de las habilidades necesarias para determinar si una tortuga está sana, herida, inactiva o muerta.

La última categoría mencionada se describe en un párrafo aparte, mientras que todas las demás están incluidas en esta sección.

Una vez que la tortuga está a bordo y en cubierta con su plastrón en el suelo, es necesario comenzar a observar su comportamiento.

Las primeras pistas que nos permiten evaluar el estado de la tortuga se refieren a su capacidad para arrastrarse y para elevar enérgicamente la cabeza cuando respira. Sin embargo, no es raro encontrar un animal que se queda quieto y que no respira durante algunos minutos. Por consiguiente, a fin de evaluar el estado del animal es necesario seguir las instrucciones que se detallan a continuación.

En primer lugar, es necesario determinar si se puede levantar al animal. Si este es el caso, sitúese detrás del animal, sujete firmemente con sus manos a ambos lados del caparazón por la parte central y levante al animal horizontalmente unos 30 centímetros. Así evitará ser mordido por la tortuga. Cuando levante al animal, recuerde mantener su espalda derecha y las piernas dobladas mientras levante el peso. Si la tortuga se levanta por encima de 30 centímetros podría ser peligroso para ella puesto que podría resultar herida en caso de caerse.

Cuando se levanta una tortuga sana, ésta reacciona haciendo enérgicos movimientos natatorios. Los movimientos de las aletas pueden hacerle daño en las manos pero normalmente no son tan enérgicos como para causarle heridas o dolor. Por otro lado, una tortuga que no esté en buenas condiciones (ya esté herida o inactiva) no se mueve cuando se la levanta y sus extremidades y cabeza estarán por debajo del plano de la superficie ventral del cuerpo, o plastrón. Una vez realizada esta comprobación, coloque a la tortuga cuidadosamente en el suelo.

Con objeto de poder distinguir una tortuga herida de una tortuga inactiva, es necesario aplicar las técnicas de recuperación (ver página 40).

Tortugas muertas

Una de las principales causas conocidas de muerte de tortugas marinas está relacionada con el hecho de no poder distinguir entre una tortuga que aparentemente no reacciona (tortuga en coma, ver página xx) y una tortuga que está efectivamente muerta.

Devolver una tortuga en estado comatoso al mar, tal y como hacen muchas veces los pescadores, tiene como consecuencia la muerte de la tortuga (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

Con el fin de prevenir esta causa “involuntaria” de muerte, es necesario considerar varios aspectos, puesto que es fácil evitarla.

Además de recordar lo que ya ha sido descrito en este manual, preferimos seguir un esquema que considere la seguridad de las tortugas así como las necesidades de los pescadores que trabajan a bordo.

Para poder determinar *a priori* si una tortuga está muerta o no, es preciso que el animal se encuentre inactivo, con los músculos rígidos (*rigor mortis*) y/o en un estado en el que la carne comienza un estado de putrefacción. El inicio de un proceso de descomposición -

particularmente alrededor de la cabeza y de las aletas- junto con el mal olor, así como el desprendimiento de escamas -particularmente alrededor de la cabeza y/o en el caparazón- son pistas que nos dicen que la tortuga está muerta. Otro caso en el que la tortuga puede considerarse muerta tiene que ver con la ausencia de reacción a, al menos, una de las técnicas de recuperación (ver página 40) una vez que éstas han sido aplicadas durante 24 horas seguidas (Balazs *et al.*, 1995).

Estudios recientes señalan que no debe establecerse un límite temporal a la posibilidad de que una tortuga se recupere y que debe rechazarse la hipótesis sobre la muerte de una tortuga basada en la ausencia de reacción de la misma a al menos una de las técnicas de recuperación (Conant, 2000, comunicación personal).

Por razones prácticas, a fin de animar a una persona a que maneje una tortuga marina que haya sido capturada de forma incidental (los pescadores se pueden irritar con la idea de deber mantener la tortuga a bordo por un período indefinido) y considerando que es posible que la evaluación del estado de la tortuga no sea correcta tras haber estado bajo observación durante un máximo de 24 horas, es razonable asumir que la mejor metodología a seguir es la establecer límites temporales.

- **¿Qué hacer con una tortuga muerta?**

El volumen de información que puede obtenerse de una tortuga muerta es tan grande que vale la pena convencer a los pescadores de que traigan la tortuga al puerto más cercano y de que la entreguen a las autoridades competentes en vez de devolverla al mar.

La mejor manera de transportar a una tortuga muerta es en una nevera, aunque lo mejor de todo es congelarla para evitar el inicio de la descomposición. Por lo tanto, se recomienda tratar a la tortuga como al resto de la pesca.

Para que no se pierda ningún dato, el espécimen debe mantenerse entero y no debe retirarse ningún arte de pesca que pueda estar unido a la tortuga (en concreto, los anzuelos y las líneas de las que penden). Una vez en puerto debe informarse a las autoridades locales. Lo ideal es avisarlas antes si el barco posee un teléfono, una radio o un CB a bordo.

Si no es posible traer a puerto a la tortuga muerta, el animal debe ser devuelto al mar tras haber retirado toda arte de pesca enredada o dentro de su cuerpo tales como anzuelos, filamentos únicos, líneas etc. (Balazs *et al.*, 1995). Si la tortuga tiene un anzuelo en su interior y éste no se ve desde fuera, debe cortarse la línea tan cerca del pico como sea posible de manera a que ésta ya no se vea desde fuera. Estos consejos evitarán que otros seres marinos se enreden al verse atraídos por artes de pesca a la deriva.

Técnicas de recuperación

- **Reanimar a una tortuga**

Las tortugas atrapadas en cualquier tipo de arte de pesca pueden ser subidas a bordo en estado de coma. Si se las devuelve al mar en ese estado no tienen muchas posibilidades de sobrevivir (Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

Se han descrito varias técnicas para reanimar tortugas en estado de coma pero aún no se ha encontrado una metodología que satisfaga a todos los expertos. Se necesita explorar más

detalladamente muchas de las técnicas de recuperación; algunas son muy complicadas para aplicarse en los casos descritos por este manual (Shoop, 1982; Stabenau *et al.*, 1993).

La primera técnica que se recomienda, la de la posición inclinada descrita en la página xx, sólo se ha modificado ligeramente durante los últimos años (Balazs, 1986; Balazs *et al.*, 1995; Demetropoulos y Hadjichristophorou, 1995).

La segunda técnica que se recomienda, a pesar de ser reciente, tiene la ventaja de que se aplica fácilmente y no requiere ningún instrumental. Consiste en balancear a la tortuga con cuidado de derecha a izquierda y de izquierda a derecha sosteniendo los bordes del caparazón, y en levantar ambos lados de la tortuga aproximadamente unos 10 centímetros de forma alternativa (Conant, 2000, comunicación personal). En contraste con la primera técnica descrita que era sobre todo empírica, esta técnica se basa en aspectos fisiológicos de la tortuga y se ha comparado con otros procedimientos alternativos (Stabenau y Vietti, 1999).

Con la ayuda de observaciones empíricas es posible determinar si la tortuga se está reanimando. Algunas experiencias con tortugas en coma muestran las características de las tortugas que empiezan a reanimarse. Por orden cronológico, éstas son: movimiento de los músculos pectorales y pélvicos, elevación moderada de la cabeza, hiperventilación (de 6 a 10 respiraciones por minuto), aumento del ritmo cardíaco y, finalmente, movimiento de las aletas (Balazs, 1996; Stabenau *et al.*, 1993).

A fin de proporcionar una mejor descripción de las técnicas de recuperación mencionadas en la bibliografía, se ilustran a continuación algunos procedimientos que se conocen bien y que no deben ser usados de ahora en adelante.

Se debe evitar a toda costa poner a la tortuga boca arriba (en posición supina) porque como los pulmones están situados en el dorso, bajo el caparazón, el pesado aparato digestivo y otros órganos los aplastarían, lo que entorpecería la ventilación de los mismos (Balazs, 1986).

La práctica de aplastar el plastrón con el pie puede tener dramáticas consecuencias (Hopkins y Richardson, 1984; Oravetz, 1999). El aplastamiento del plastrón puede bloquear la entrada de aire en los pulmones; también puede hacer que las vísceras compriman los pulmones, entorpeciendo la ventilación de los mismos (Conant, 2000, comunicación personal).

Las tortugas marinas reanimadas deben mantenerse a la sombra y humedecidas (página xx), pero bajo ninguna circunstancia deben colocarse en un recipiente que contenga agua (Conant, 2000, comunicación personal).

- **Pruebas de reflejos**

Si se tiene una tortuga inactiva, debe evaluarse su estado de salud para determinar si está viva o muerta. Para ello es posible realizar unas pruebas de reflejos a bordo, incluso sin tener ningún conocimiento científico ni instrumental específico.

Dependiendo de la gravedad, la disminución de las constantes vitales puede ser leve o llegar al coma profundo.

Los estados leves se definen como “aletargamiento de la neurona sensorial” y se caracterizan por la pérdida de actividad en todo el cuerpo, de los síntomas de neurona sensorial y, por

ende, de la respuesta a los estímulos más corrientes. El animal yace a menudo en posición de decúbito, apático y en un estado de indiferencia.

Más serio es el sopor, en el que animal es completamente indiferente a lo que sucede a su alrededor y parece como si estuviera dormido. Los estímulos provenientes de acciones enérgicas tales como golpear la espalda del animal con las manos, humedecer los ojos y la nariz del animal con agua fría y los estímulos eléctricos, pueden hacer que el animal responda débilmente, de manera imprecisa y leve, pero pondrán en evidencia que el animal está todavía vivo.

El grado más crítico, el estado comatoso, se caracteriza por una profunda somnolencia y un estado soporífero con pérdida de la capacidad de reacción a cualquier estímulo. En este estado, el animal retiene solo las funciones vegetativas esenciales, es decir, la respiración y la actividad cardiovascular. Las tortugas marinas, debido a su particular fisiología adaptada al medioambiente marino, son capaces de disminuir el ritmo de sus funciones vegetativas (Felger *et al.*, 1976), de manera que éstas pasan desapercibidas si no se observa a la tortuga durante un tiempo suficiente.

Por lo tanto, en este caso es necesario hacer más observaciones, intentando provocar reacciones a otros estímulos que permitan a la persona que maneja la tortuga, dilucidar si el animal está inactivo o muerto.

El reflejo se define generalmente como una reacción pasiva motora, circulatoria o secretora que constituye una reacción a un estímulo, transmitiéndose a través de un circuito nervioso definido de forma elemental por una vía aferente o sensitiva (ascendente) y por una vía eferente o motora (descendente), (ver arco reflejo en la figura 12).

Por ejemplo, si consideramos un arco reflejo que no incluya al cerebro, sino que incluya exclusivamente a la espina dorsal, tenemos que considerar que el estímulo, proceda de donde proceda -receptores táctiles presentes en piel, mucosa anal, huesos, ojos-, será transmitido por la espina dorsal a partir de la única célula nerviosa que haya recibido el estímulo (vía aferente) y será transmitido inconscientemente a la célula que transforme el estímulo en un impulso motor que será transmitido a su vez (vía eferente) al órgano que reacciona -músculos, vasos sanguíneos, glándulas-.

El valor diagnóstico del reflejo permite a la persona que realiza la observación determinar el estado del sistema nervioso y entender si el animal está inactivo o realmente muerto. Los reflejos tales como tocar una extremidad (lo que produce una reacción de rechazo), cutáneos y mucosos, son generalmente débiles y están ausentes en estado de coma. Los últimos reflejos que desaparecen son los reflejos presentes en la cloaca y en los ojos, citados en la guía, y el reflejo de la pupila, que no se trata en la guía.

1) Reflejo cloacal: consiste en la contracción del esfínter anal externo debido a la estimulación mecánica de la región perianal. En ausencia de este reflejo, la tortuga sufriría de incontinencia urinaria. El reflejo cloacal protege a la tortuga contra la defecación involuntaria.

2) Reflejo ocular: consiste en cerrar el párpado del ojo debido a una estimulación mecánica de la córnea o del área que rodea al ojo. Este reflejo puede considerarse una defensa y el animal lo utiliza como una forma de proteger la superficie ocular que podría dañarse en contacto con cualquier cuerpo extraño.

3) Reflejo de la pupila: consiste en la contracción del músculo constrictor del iris, con su consiguiente alteración, que se traduce en la disminución del tamaño del iris, reduciendo el espesor del mismo; esto se debe un deslumbramiento intenso y repentino. Si no hay una fuente de luz adecuada, por ejemplo, una pequeña linterna, se puede observar el reflejo de la pupila en el cierre y la apertura pasivos de uno o de ambos ojos. Este reflejo no se trata en esta guía, pero se ha considerado su mención dada la importancia que supone para este capítulo.

Bibliografía