



22— CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS

22- CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS

Libro Amigo de los Bosques

El papel utilizado en la impresión de este libro ha sido fabricado a partir de madera procedente de bosques y plantaciones gestionadas con los más altos estándares ambientales, garantizando una explotación de los recursos responsable con el medio ambiente y beneficiosa para las personas.

Cubierta e interiores: Bio Top Imprenta



Con la colaboración de la Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM).



Fundación Banco Santander no se hace responsable de las opiniones vertidas por el autor.

Prohibidas la reproducción total o parcial de esta publicación sin autorización de la empresa editora.

© Para esta edición y todas las restantes: Fundación Banco Santander
del texto: CRAM
de la fotografía en pág. 8: Marcel Gubern
de las fotografías en págs. 9 y 12: Ferrán Aguilar
del resto de imágenes: CRAM

ISBN: 978-84-17264-14-7

Impreso en España en 2019

Impresión: VA Impresores

5—PRESENTACIÓN

7—OBJETIVOS

9—ACCIONES DEL PROYECTO

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

25—RESULTADOS

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

37—CONCLUSIONES

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

43—BIBLIOGRAFÍA



PRESENTACIÓN

Las tortugas marinas son especies en peligro de extinción en mares y océanos de todo el mundo. Las principales amenazas que ponen en peligro su supervivencia son la interacción pesquera, la contaminación y la pérdida progresiva de su hábitat. Por todo ello, requieren una atención especial en campañas y estrategias de conservación de la biodiversidad marina.

El proyecto realizado por CRAM –Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos, establecida en El Prat de Llobregat (Barcelona)– dentro del programa de Recuperación de Patrimonio Natural de Fundación Banco Santander, tuvo como objetivo mejorar el estado de conservación de las tortugas marinas que habitan el Mediterráneo. Para ello se han desarrollado cuatro grandes líneas de trabajo en torno a la tortuga boba (*Caretta caretta*), la más frecuente en este ámbito.

Dichas líneas de acción han sido dirigidas principalmente a obtener un mayor conocimiento sobre estos animales en aras de favorecer su conservación, así como a mitigar los efectos negativos de su principal amenaza, la pesca accidental, a través de la sensibilización y colaboración del sector pesquero, paralelamente al diseño de una tecnología específica que permita aumentar las posibilidades de supervivencia de estos animales. La última de estas líneas de acción se ha dedicado a fomentar la investigación a través del desarrollo de nuevos ámbitos de estudio para contribuir al equilibrio poblacional de esta especie.

Para el desarrollo del proyecto se convocó a diferentes administraciones, universidades, entidades, y expertos relacionados con el ámbito temático de actuación, ofreciendo información de las acciones a desarrollar y solicitando el asesoramiento científico-técnico necesario, así como las autorizaciones pertinentes para el buen desarrollo de los trabajos. Entre las administraciones participantes se encuentra la Generalitat de Cataluña, con sus respectivos departamentos competentes, el Departamento de Territorio y Sostenibilidad, y el Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. También se han hecho partícipes del proyecto a la Diputación de Barcelona, a la Diputación de Tarragona, y al Ayuntamiento del Prat de Llobregat.

Paralelamente, se han abierto líneas de colaboración con la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad Politécnica de Valencia.

Así mismo, entre las entidades colaboradoras en el proyecto se cuentan el Oceanogràfic de Valencia, la Estación Biológica de Doñana-CSIC y la organización Chelonia.

Todas las acciones desarrolladas en el marco del proyecto han permitido a CRAM y a otras entidades abrir nuevas líneas de actuación para el futuro, sentando las bases para el desarrollo de nuevos proyectos dedicados a la conservación de las tortugas marinas.



OBJETIVOS

CONSERVACIÓN – Para recomendar estrategias eficaces de conservación de la especie es fundamental conocer su distribución y migraciones. Por este motivo, se ha desarrollado una línea de actuación en torno a la marcación y seguimiento vía satélite, con la colaboración de universidades y otras entidades de conservación.

INVESTIGACIÓN – En el marco del proyecto también se inició un estudio de reproducción asistida en cautividad de tortugas marinas, a través de diferentes fases de estudio. El objetivo principal de esta acción es obtener información valiosa que permita, en un futuro, realizar la reproducción asistida en cautividad de especies amenazadas, posibilitando obtener crías que puedan contribuir al equilibrio poblacional de las especies con su reintroducción en el medio natural.

SENSIBILIZACIÓN – La pesca accidental es la principal causa de regresión de la población de tortugas marinas. Para ello se desarrolla y fomenta en la actualidad una capacitación pesquera, así como campañas periódicas de sensibilización que sumen sinergias de colaboración con el sector pesquero y la Fundación CRAM. Con este objetivo de trabajo conjunto también se pretende aumentar el número de tortugas marinas recuperadas procedentes de la pesca accidental, promoviendo, al mismo tiempo, un sector pesquero formado en relación con los novedosos protocolos de actuación referidos a la especie vulnerable objetivo del proyecto.

INNOVACIÓN – A raíz de una publicación científica reciente, en la que se evidenció que la principal causa de muerte de tortugas capturadas en redes de arrastre era el síndrome de la embolia gaseosa, también conocido como “mal de los buzos”, se diseñó y construyó en el marco del proyecto una cámara hiperbárica específica para tortugas marinas, con el fin de ofrecer un tratamiento eficaz que permita aumentar significativamente las posibilidades de supervivencia de los animales afectados.



ACCIONES DEL PROYECTO

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

El estudio en el medio marino es especialmente complicado y actualmente aún sigue existiendo un gran desconocimiento acerca de la gran diversidad de especies que habitan en él. En el caso de las tortugas marinas, a pesar de que en las últimas décadas se ha podido avanzar en el conocimiento de su comportamiento y migraciones, todavía queda mucho por descubrir.

Con el objetivo de mitigar las amenazas directas que existen sobre estas especies, se genera la necesidad de comprender qué uso hacen estos animales del medio en el que viven y las distintas rutas migratorias que realizan. Por este motivo, en los últimos años se ha venido desarrollando una amplia gama de tecnologías que posibilitan un mejor estudio de estas migraciones marinas. Estas tecnologías son capaces de emitir una señal que queda registrada vía satélite, aportando información sobre el lugar en el que se encuentra el ejemplar marcado en el momento de emitir la señal. En el caso de las tortugas marinas, que llevan el sistema incorporado al caparazón, la emisión ocurre cuando éstas salen a la superficie a respirar.

El Sistema Argos (sistema de satélites que recoge, procesa y disemina información ambiental desde plataformas fijas y móviles en todo el mundo) se ha convertido en un referente para los investigadores en las últimas décadas. Colocando estos dispositivos en los animales posibilita una cobertura global de la señal vía satélite, lo cual permite hacer un seguimiento en tiempo real de los ejemplares, conociendo así en todo momento la ruta que siguen.

Actualmente no existen muchos datos sobre estas tortugas en el Mediterráneo, por tanto toda la información recabada en el marco del proyecto aporta nuevos datos que ayudan a entender mejor su situación en los mares, sumando información sobre sus lugares de estancia, distancias y posibles rutas migratorias. Todo ello, a su vez, contribuye a estimar los grupos poblacionales –como por ejemplo el grupo de la población reproductiva–, así como a compararlos con otras poblaciones del mundo y a ayudar en la toma de decisiones sobre la gestión para su conservación.

Los animales seleccionados para el proyecto han sido dos ejemplares adultos (uno de ellos una hembra con folículos activos), un subadulto, y dos ejemplares juveniles, para obtener datos sobre los diferentes ciclos vitales de estos animales.

En el caso de marcar ejemplares juveniles, el objetivo principal es valorar el éxito de la reintroducción de estos animales en su hábitat natural después de su estancia en un centro de recuperación, y conocer los hábitos de esta especie en sus primeros años –los conocidos como “años perdidos”–. Saber cuál es el comportamiento de



Tipo de dispositivo de seguimiento vía satélite.

Equipo CRAM colocando dispositivo de seguimiento vía satélite.

las tortugas, las zonas que recorren y dónde se concentran, es clave para proteger a estos animales tan amenazados. Existen muy pocos trabajos a nivel mundial que estudien el comportamiento y la tasa de supervivencia de estos neonatos después de su paso por un centro de recuperación. Los avances actuales y punteros en tecnología empiezan a permitir el seguimiento de estos ejemplares.

El seguimiento vía satélite también se emplea para marcar hembras durante sus periodos de puesta, como ha sido el caso de uno de los ejemplares objeto de estudio en el proyecto. Este punto tiene un interés especial en la actualidad, ya que en los últimos años se ha observado un aumento considerable del número de puestas de huevos en toda la costa mediterránea occidental, hecho inédito y con muy pocos precedentes hasta hace pocos años. Existen numerosas teorías intentando explicar este aumento que apuntan hacia los posibles efectos del cambio climático sobre el comportamiento de determinadas especies. Hace años, las playas mediterráneas occidentales no eran lo suficientemente cálidas en las épocas de anidación de estas especies. Los nidos en el Mediterráneo occidental pueden representar un mecanismo a través del cual las tortugas estén explorando nuevos territorios para anidar y aumentar sus espacios de puesta. Pueden configurar, incluso, un modo de garantizar un número de machos adecuado para la preservación de la especie, dado que el sexo de estos animales viene determinado por la temperatura de incubación, manteniéndose esta región del Mediterráneo más fría que otras zonas ya consolidadas de puesta. No obstante, todavía es muy pronto y se tienen pocos datos para poder sacar conclusiones con un sólido fundamento científico.

Las tortugas marinas que se encuentran en época de anidación realizan varias puestas en diferentes localizaciones. Por tal motivo, marcar a estos animales cuando salen a realizar una puesta en las playas es de gran interés científico, ya que con los datos recabados se abre la posibilidad de predecir mejor el comportamiento de estas especies y actuar de forma más eficaz ante la presencia de un nido en dichas costas –hecho que tiene un gran valor en el ámbito de la conservación–.

Cabe añadir también que el seguimiento satelital es una potente herramienta de educación y sensibilización medioambiental, ya que permite a la ciudadanía un mayor conocimiento de estos vulnerables animales y sus posibles amenazas a través del seguimiento de sus rutas en internet. Este acercamiento es un modo de sensibilizar a la sociedad sobre el valor natural de su entorno, promoviendo la protección de estos animales y contribuyendo a la educación del colectivo, en especial de las nuevas generaciones que en el futuro tendrán que regular de forma responsable las acciones humanas que inciden directamente en la preservación del patrimonio natural.

En el marco del proyecto se realizó el seguimiento de la ruta efectuada por cinco individuos de tortuga boba (*Caretta caretta*), cuatro de ellos durante largos periodos de tiempo. Los individuos objeto de estudio fueron seleccionados teniendo en cuenta el gran interés que los datos recabados pueden aportar a la comunidad científica.



Por un lado, se realizó el seguimiento de una hembra adulta que hizo intento de anidación en Cataluña y que presentaba folículos en desarrollo en el momento de la reintroducción, por lo que la marcación resultaba muy interesante para obtener datos sobre el lugar de una posible anidación posterior, consiguiendo de este modo un mayor conocimiento sobre posibles zonas de puesta de huevos de esta especie en el Mediterráneo occidental.

Actualmente, los avisos sobre animales realizando puestas en las costas españolas son fortuitos y en muchos casos dependen de ciudadanos que vean a los animales y alerten a las autoridades competentes. El hecho de marcar a una hembra con folículos activos permite no sólo saber si realiza más puestas, sino conocer el punto concreto de la puesta reciente al que poder acudir de forma inmediata para delimitar la zona, proteger el nido y proceder adecuadamente en cada caso, con el fin de optimizar la viabilidad de los individuos nacidos de ese nido.

Hembra adulta marcada tras la puesta.



Por otro lado, en el estudio se incluyó un ejemplar adulto de tortuga boba que llevaba diez años en cautividad por la amputación de una aleta. Existen diferentes estudios que confirman la supervivencia de animales que han perdido una aleta, e incluso dos aletas siempre que estas sean contralaterales, por lo cual esta actuación permite ampliar el conocimiento, que en el caso de estas especies es complicado por el reducido número de ejemplares, y constatar la readaptación a su medio natural de un ejemplar tras una previa y larga cautividad por recuperación.

Otros dos ejemplares juveniles fueron incluidos en el estudio de seguimiento vía satélite dado el gran interés que supone seguir la ruta de animales que, tras nacer y criarse en cautividad, se han reintroducido en su medio natural. Por último, se incluyó en el proyecto a un ejemplar subadulto de tortuga boba para cubrir de este modo todos los rangos de edad de esta especie en el estudio.

Para el desarrollo de la acción de seguimiento vía satélite se ha contado con la colaboración de la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad Politécnica de Valencia, la Estación Biológica de Doñana-CSIC y la Entidad de Conservación Chelonia.

Ejemplar juvenil en su regreso al mar.



Breve historia clínica de cada ejemplar

CC15/006 - "6" (Código interno del animal – Nombre familiar)

Se trata de un ejemplar nacido en agosto de 2014, procedente de un nido puesto en la Platja Llarga de Tarragona. Una gran parte de neonatos de este nido no pudieron alcanzar la superficie y quedaron sepultados en la arena. De doce ejemplares que pudieron salir a superficie y fueron rescatados, finalmente sólo sobrevivieron tres. Los animales neonatos de estas especies son muy delicados y su cría y manejo en las primeras fases de vida son muy complicados. Su sistema inmunológico es muy sensible y su supervivencia es muy baja.

Estos tres ejemplares supervivientes fueron trasladados al CRAM el 17 de junio de 2015. En el caso del ejemplar llamado "6", en el momento de su llegada al Centro estaba muy debilitado siendo necesaria su hospitalización con cuidados intensivos, alimentación diaria y control veterinario exhaustivo. Progresivamente fue aumentando de peso y los resultados de las analíticas fueron cada vez más positivos. No obstante,

Los tres ejemplares supervivientes a su llegada al CRAM.



este animal presentaba problemas severos de flotabilidad positiva y de movilidad en las aletas anteriores, por lo que se llevaron a cabo programas de rehabilitación y fisioterapia, y fue necesaria una intervención quirúrgica para mejorar su capacidad de inmersión. Gracias a todo el esfuerzo clínico se consiguió una total recuperación del individuo y pudo liberarse finalmente el 31 de agosto de 2016 en Tarragona.

Intervención quirúrgica realizada al ejemplar "6".

CC15/005 - "9"

La procedencia de este ejemplar es la misma que la del ejemplar "6", el nido de la Platja Llarga de Tarragona. A diferencia de "6", su evolución siempre fue favorable y no presentó ninguna patología destacable durante su primer periodo de crecimiento. Fue liberada con éxito el 31 de agosto de 2016 en la Platja Llarga de Tarragona con un dispositivo de seguimiento satelital instalado.

CC16/003 - "Ona"

Ingresó en el Centro de CRAM el 13 de enero de 2016 con un peso de 9,7 kg. Un pescador la encontró nadando a la deriva recubierta por algas, cerca del cabo de Creus. Durante la exploración se detectaron dos lesiones debidas, probablemente, a



la colisión con embarcaciones (principalmente con las hélices). Dado el estado de las lesiones, que se encontraban cicatrizadas, se evidenciaba que el animal llevaba bastante tiempo viviendo con ellas. Presentaba, además, otra lesión más reciente, muy infectada y probablemente también producida por la colisión con una embarcación.

Las lesiones de este tipo debilitan a estas especies de forma severa. El hecho de encontrar al animal nadando a la deriva cubierto de algas es indicativo de un largo periodo de enfermedad. A su llegada al centro se realizaron radiografías para confirmar que no existían fracturas internas, así como analíticas sanguíneas y ecografías.

"Ona", tras meses de recuperación y curas, se liberó el 18 de septiembre en la playa del Prat de Llobregat (Barcelona), con 13,1 kg de peso y un dispositivo de seguimiento vía satélite instalado en su caparazón.

CC06/014 - "Luna"

El animal ingresó en el CRAM proveniente de Tarragona, el 29 de junio de 2006, gracias a la colaboración de un particular. A su llegada presentaba una zona de compresión muy severa en la articulación del hombro de su aleta anterior derecha. Este

"9" durante su estancia en el CRAM.



El ejemplar “Luna” durante unas pruebas clínicas de seguimiento.

cuadro, conocido como “enmallamiento”, es frecuente en tortugas marinas y se debe a cuerdas, plásticos u otros objetos contaminantes presentes en el mar que, por su morfología longitudinal, quedan enrollados en la aleta de los animales. La compresión en esa zona resulta siempre muy severa, reduciendo la vascularización y, en casos avanzados, produciéndose la necrosis de la extremidad.

El caso de “Luna” era muy severo y su aleta derecha estaba ya necrosada, sin movilidad y en muy mal estado. Por este motivo, el equipo veterinario optó por la amputación de la extremidad como única opción viable para mantener la vida del animal. Tras la cirugía y un largo proceso de curas y seguimiento veterinario, “Luna” consiguió recuperarse de la amputación. El animal fue catalogado como “no liberable” debido a la ausencia de una aleta anterior y, desde entonces, se mantuvo en las instalaciones del CRAM como tortuga residente, alternando periodos en las piscinas exteriores y las interiores en función de la temperatura ambiental.

Actualmente existen estudios en tortugas marinas que señalan que estos animales son perfectamente viables para la vida en libertad sin una extremidad, e incluso sin dos, siempre que sean contralaterales. Por esta razón se decidió incluir a “Luna” en un estudio para evaluar y valorar si el animal era aún capaz de expresar sus comportamientos naturales, pese a permanecer diez años en cautividad.

El estudio se llevó a cabo a través de un programa detallado de enriquecimiento ambiental supervisado por Xavier Manteca, catedrático de la Facultad de Veterinaria



“Mascletà” en el momento de pesaje en el CRAM.

de la Universidad Autónoma de Barcelona y especialista en bienestar animal. Dicho programa consistía en ofrecer al animal una serie de objetos, algunos naturales que el animal pudiera encontrar en su medio natural y otros de tipología antrópica, estableciendo unos objetivos para cada uno de ellos. En una segunda fase, se procedió a analizar la reacción del animal ante dichos estímulos de forma objetiva mediante unos criterios previamente establecidos. El estudio se desarrolló en una piscina aislada visual y acústicamente del resto, y todo el proceso se monitorizó con videocámaras. De esta manera, se consiguió reducir o eliminar el posible vínculo que el animal habría podido establecer con las personas a través del alimento.

Tras una respuesta muy positiva al programa de enriquecimiento, se decidió calificar al animal como apto para la reintroducción y finalmente se puso en libertad el 18 de septiembre de 2016, con un dispositivo de seguimiento vía satélite, en la playa del Prat de Llobregat (Barcelona).

CC16/010 - “Mascletà”

“Mascletà” ingresó el 23 de junio de 2016 alrededor de las 4 de la madrugada, tras salir a desovar en la playa de Castelldefels (Barcelona). A causa de los preparativos

previos a la celebración de la festividad de San Juan en la playa, el ejemplar había sido trasladado a las dependencias de la policía municipal, por lo cual se decidió su ingreso en el Centro para liberarlo de nuevo con la mayor brevedad posible. Finalmente, y tras una revisión veterinaria en la que se confirmaba la presencia de folículos para futuras puestas de huevos, el animal fue liberado al día siguiente con un dispositivo de seguimiento satelital que permitía detectar el momento de desove de la tortuga en cualquier playa.

ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

Las tortugas marinas son animales muy viajeros, que realizan grandes migraciones a través de mares y océanos. Una tortuga que nazca en las playas mediterráneas viajará por mar abierto durante quince años aproximadamente, hasta convertirse en un animal juvenil. Las tortugas juveniles se alimentan en la costa hasta que llegan a adultas, momento en el cual se reproducen y vuelven a la zona donde nacieron para desovar, reiniciando así el ciclo de vida. El resto de su vida será un viaje continuo entre las zonas de alimentación y las zonas de reproducción. Las cópulas se producen en el mar, delante de las playas de puesta, unos meses antes de la época de anidación. Los machos siempre permanecen en el mar y sólo las hembras salen a tierra para desovar.

De este modo, durante los meses cálidos, las hembras reproductoras salen de noche a las playas para depositar sus huevos en el nido que construyen bajo la arena. La tortuga busca un lugar de puesta, cava un agujero con las aletas traseras, pone los huevos, los tapa, y camufla la zona antes de volver al mar. El tiempo de incubación es de aproximadamente dos meses. Una vez que se produce la eclosión de los huevos, las crías permanecerán bajo tierra unos cuatro días. Pasado este período empezarán a moverse y esto producirá una pequeña depresión en la superficie de la arena. Con la llegada de la noche y el descenso de temperaturas, decenas de pequeñas tortugas saldrán del nido e inmediatamente iniciarán su camino hacia el mar.

Tratándose de una especie amenazada y catalogada como vulnerable por la legislación española, es necesario hacer todo lo posible para proteger tanto a las hembras como a los nidos y las crías que nazcan de los mismos, así como a sus hábitats de anidación.

En ocasiones, ingresan en los centros de recuperación animales con enfermedades o lesiones para las cuales no existe un tratamiento que permita una recuperación completa para ser reintroducidos en el medio natural. Estos casos presentan oportunidades de investigación que permitirán aumentar paulatinamente el conocimiento sobre estas especies protegidas en aras de su conservación presente y futura, siempre con métodos mínimamente invasivos que respeten el bienestar de los individuos. Estos ejemplares no recuperables son una fuente vital de información para el colectivo científico.



Distintos momentos de la toma de muestras de sangre para el estudio.



Dentro de este marco de investigación, el caso concreto de la reproducción de estas especies presenta aún muy pocos datos sobre sus valores hormonales, sus ciclos reproductivos y su reproducción en condiciones no naturales. En efecto, la reproducción asistida ha sido viable en muy pocos centros en todo el mundo, pero su repercusión es muy importante ya que es una gran herramienta para conservar esta especie.

En el estudio del CRAM para la reproducción asistida se han incluido seis animales en edad reproductiva, cuatro de los cuales han sido considerados como no aptos para la vida silvestre por las lesiones o condiciones que presentan. Respecto a los otros dos ejemplares, uno de ellos se reintrodujo con éxito en su medio natural después de diez años en cautividad y tras finalizar el estudio; el otro ingresó en el Centro en junio de 2016 con folículos en desarrollo, motivo por el cual se decidió incorporarlo al estudio, resultando de gran interés científico los resultados hormonales y ecográficos de una hembra en pleno ciclo reproductivo, posibilitando además contrastar dichos resultados con los del resto de animales objeto de estudio.

Durante este proyecto de investigación se realizaron extracciones periódicas de sangre para, en una primera fase, poner a punto los equipos diseñados para otras especies y adecuarlos a tortugas marinas. Una vez realizada esta acción, se tomaron muestras de sangre de forma mensual durante quince meses a través del seno cervical dorsal, con el objetivo de recoger valores de determinadas hormonas relacionadas con los ciclos reproductivos.

Previa y paralelamente, se realizaron estudios ecográficos de forma mensual para valorar el estado de las gónadas, a través de la fosa prefemoral, tratando de localizarlas y determinar el estado de desarrollo de las mismas.

Ecografía de un ejemplar durante el estudio.

Zona de acceso a la fosa prefemoral.



"4x4" en el CRAM.

Para el desarrollo de este estudio de reproducción asistida en cautividad se contó con la colaboración del Oceanográfico de Valencia y la Estación Biológica de Doñana-CSIC.

Breve historia clínica de cada ejemplar

El proyecto se llevó a cabo en seis ejemplares de la especie *Caretta caretta*, adultos y catalogados como no recuperables.

CC95/023 – "4x4":

Fue capturado en edad juvenil y mantenido en cautividad en muy malas condiciones y muy poco espacio durante más de veinticinco años. Estas especies necesitan una correcta alimentación, luz solar para un correcto crecimiento y un espacio suficiente para poder nadar. Todo ello contribuye a un desarrollo óseo y muscular adecuado durante su época de crecimiento, que en estas especies es de muchos años. En el caso de "4x4", el animal no recibió estos cuidados y actualmente sufre deformaciones óseas externas en el caparazón e internas a nivel articular, lo que no le permite una correcta natación. Por este motivo ha sido uno de los machos incluido en el proyecto de reproducción.



CC96/005 – “Massa Gran”:

“Massa Gran” es la tortuga de mayores dimensiones del Centro con sus más de 120 kg de peso. Fue cedida al CRAM en 1996 desde el Instituto de Ciencias del Mar con el objetivo de incluirla en diversos estudios científicos.

“Casimiro” en su tanque.

CC09/004 – “Casimiro”:

Fue capturada por accidente en unas redes de trasmallo en el delta del Ebro y en un primer examen presentó pérdida casi completa de la visión en el ojo izquierdo, heridas en aletas anteriores y síntomas de neumonía. Tras un tratamiento inicial en el que se recuperó de las heridas y los problemas pulmonares, se observó que este animal presenta muy poca o nula visión por alteraciones en ambos ojos. Casimiro lleva en el CRAM desde 2009 por lo que, en principio, se consideró un macho candidato para el estudio.

CC09/004 – “Damm”:

El motivo de ingreso de esta tortuga marina fue el enmallamiento en redes de deriva, a causa de lo cual perdió el ojo derecho y su visión en el ojo izquierdo quedó

muy reducida. Ingresó en el CRAM en 2009 y su condición clínica era muy crítica. Por este motivo necesitó cuidados intensivos durante varios meses hasta, poco a poco, recuperarse.

CC06/014 – “Luna”:

Se trata del mismo ejemplar que hemos descrito en los estudios de seguimiento vía satélite. “Luna” formó parte de ambos estudios; al tratarse de un individuo adulto tomamos muestras de sangre mensuales y realizamos ecografías periódicas hasta su liberación.

CC16/010 - “Mascletà”

Se trata del mismo ejemplar que hemos descrito en los estudios de seguimiento vía satélite. Tratándose de una hembra adulta con folículos en desarrollo, “Mascletà” también formó parte de ambos estudios, siendo de gran interés para ambas líneas del proyecto, durante el cual se realizó una toma de muestra sanguínea para el estudio hormonal y el estudio ecográfico completo.



Personal del CRAM durante la formación a pescadores.

SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

La sensibilización y capacitación del sector pesquero es una de las líneas prioritarias para la conservación de las tortugas marinas, ya que la pesca accidental es la principal causa de muerte de estos animales.

Por este motivo, en el marco del proyecto se ha desarrollado una campaña dirigida a los pescadores de arrastre de Cataluña, centrandose especial atención en la zona del delta del Ebro, por ser la única zona en todo el litoral español en la que está permitida la pesca de arrastre a menos de 50 m de profundidad y en la que la interacción con tortugas marinas es mayor que en otras zonas. Para el desarrollo de la acción y programación de las reuniones con el sector pesquero se contó con el apoyo y la colaboración de la Dirección General de Pesca y Asuntos Marítimos de la Generalitat de Cataluña, así como del representante territorial de las diferentes cofradías de la zona.

Las jornadas de formación y sensibilización a la flota pesquera de arrastre se realizaron durante el primer trimestre de 2017, con el objetivo de capacitar a este sector para actuar correctamente ante una captura accidental de tortugas marinas y aunar esfuerzos que permitan aumentar las posibilidades de supervivencia de estos animales.

El contenido de las reuniones formativas a pescadores se centraba en explicar las amenazas de estas especies, la descripción del síndrome descompresivo que pueden sufrir las tortugas marinas, las pautas básicas de manejo de estos animales desde que quedan atrapados en las redes hasta su llegada a puerto, y el importante papel con el que los pescadores contribuyen a la conservación de estas especies. Para ello se

preparó material divulgativo y trípticos con información básica para llevar en el barco, además de facilitar el contacto telefónico directo con el personal cualificado del CRAM para resolver las posibles dudas de los pescadores hasta su llegada a puerto.

La formación se realizó de forma personalizada, barco a barco, para establecer un vínculo cercano con todos los patrones de embarcación e implicarlos desde la proximidad en la preservación de las tortugas marinas. Además de facilitar la información imprescindible para actuar correctamente ante una captura accidental, se obsequió a todos los pescadores con un presente que simboliza la muestra de agradecimiento por su predisposición a colaborar.

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

Un estudio científico de 2014 ha demostrado que las tortugas marinas capturadas accidentalmente en redes de arrastre pueden sufrir un síndrome descompresivo o embolia gaseosa. Esta enfermedad, nunca descrita previamente en animales marinos, ha sido ampliamente estudiada en medicina humana ya que puede producirse en buceadores. El origen de la Enfermedad Descompresiva (E.D.) es la formación de burbujas de gas inerte, que en el caso del aire comprimido es el nitrógeno (N_2), el cual ni se metaboliza ni combina con ningún sistema biológico, y permanece disuelto, aunque inactivo en la sangre y en el organismo durante la descompresión, debido a un fenómeno de saturación de gas.

En el caso de las tortugas marinas, el estrés provocado por la captura altera los mecanismos fisiológicos que estos animales buceadores poseen para prevenir esta enfermedad. De esta forma, su torrente sanguíneo se ve hipersaturado de nitrógeno, que en estado gaseoso forma burbujas que se distribuyen por todo el organismo, agravando el cuadro a medida que pasa el tiempo y llegando frecuentemente a causar la muerte de estos animales. Por la agudeza y agresividad de esta enfermedad los ejemplares requieren tratamiento veterinario inmediato.

Para poder tratar a los animales con síndrome de descompresión es imprescindible contar con una cámara hiperbárica, que puede disolver el nitrógeno en sangre en pocas horas y evitar la muerte del animal afectado. Dado que se estima que el número de capturas en esta forma de pesca es elevado, se hace fundamental disponer de la tecnología apropiada para hacer un abordaje veterinario exitoso.

Por estos motivos, en el marco del proyecto se ha trabajado también en el diseño y construcción de una cámara hiperbárica adaptada específicamente a las tortugas marinas. Dicha tecnología, la segunda en España y única en Cataluña, permitirá, por un lado, salvar a ejemplares de tortuga marina de muertes accidentales, y por otro, poner a disposición de otros centros de recuperación de la península los parámetros de diseño de la cámara.



RESULTADOS

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

Localizaciones postsuelta y rutas seguidas

“6”: La tortuga identificada como “6” emitió de forma regular desde su liberación, el 31 de agosto de 2016, hasta la última señal recibida el 1 de enero de 2017, realizando un total aproximado de 3.328 km. Durante este periodo realizó movimientos circulares en el noroeste mediterráneo, mayoritariamente frente a las costas catalanas y las islas Baleares, llegando a aproximarse al mediterráneo francés.

De los resultados obtenidos en función de la batimetría, se observó que durante el estudio frecuentó zonas oceánicas, alejadas de la costa, y no zonas neríticas.

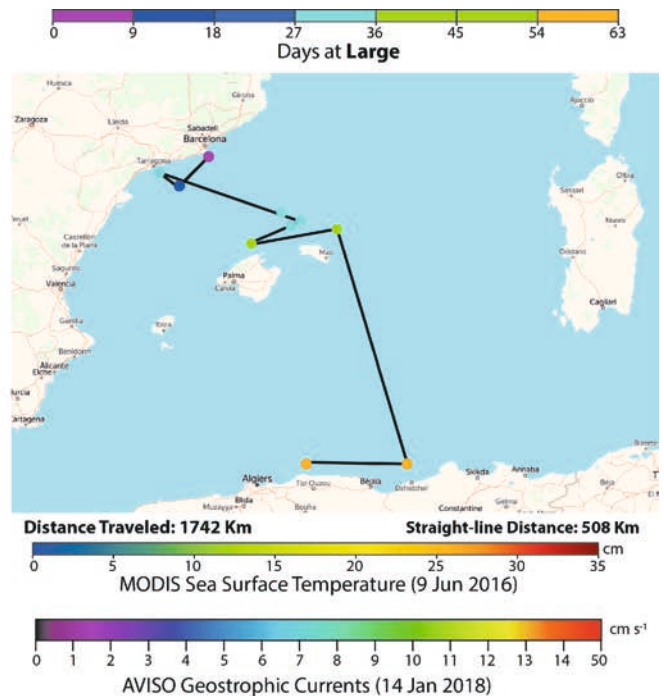
“9”: La tortuga identificada como “9” emitió durante un periodo de 37 días, desde el 31 de agosto de 2016 al 7 de octubre de 2016. Debido a la brevedad del periodo en el que permaneció emitiendo la información obtenida es limitada. Los movimientos iniciales fueron muy similares a los de “6”, realizando trayectorias circulares en el noroeste mediterráneo, mayoritariamente frente a las costas catalanas y las islas Baleares. La distancia total recorrida por “9” ha sido de 1.129 km.

“Ona”: El dispositivo instalado en la tortuga identificada como “Ona” ha emitido 65 veces durante 18 días, desde el 18 de septiembre hasta el día 6 de octubre de 2016. Los puntos registrados muestran que el ejemplar ha permanecido en áreas correspondientes a la zona continental.

“Luna”: La tortuga marina identificada como “Luna” ha emitido de forma regular a partir de su reintroducción en el medio natural el día 18 de septiembre de 2016 desde el Mediterráneo noroccidental, llegando hasta la última emisión por satélite el día 14 de enero de 2018. En esa fecha había alcanzado regiones oceánicas del Atlántico, a 630,13 km de la costa este de Florida. Durante este periodo se ha observado una migración hacia aguas atlánticas a través del estrecho de Gibraltar, bordeando la costa peninsular, el norte de Marruecos, y desplazándose a 278 km de las islas Canarias. El recorrido realizado por el animal ha sido considerablemente constante y lineal, en el margen de corrientes geostroóficas de baja y media velocidad, en el tránsito por el océano Atlántico. El desplazamiento total realizado por este ejemplar es de 10.174 km, considerando la distancia entre los puntos emitidos en un total de 483 días de emisión satelital.



Puntos geográficos seguidos por el ejemplar “6”. El mapa de puntos configura las emisiones del dispositivo adherido al caparazón, registradas por el sistema Argos. Los puntos presentan una coloración variable mostrando la distancia en número de días que lleva emitiendo el emisor, permitiendo dibujar un recorrido coherente, correspondiente al día de emisión <<Days at large>>. El mapa también muestra datos oceanográficos <<Sea surface temperature>> y <<Geostrophic currents>> de fácil correlación con la ruta del ejemplar, además de ser variables directamente condicionantes para estos animales en su desplazamiento en la fase acuática.



“Mascletà”: La tortuga identificada como “Mascletà” fue seleccionada con el objetivo de localizar posibles puestas, ya que la tortuga se marcó habiendo constatado mediante estudio ecográfico la presencia de foliculos en desarrollo. Finalmente no se obtuvieron datos precisos sobre localizaciones de posibles puestas, aunque la ruta seguida por la tortuga permitió realizar hipótesis sobre posibles puestas en la costa catalana y en Baleares en las semanas posteriores al marcado, además de poder seguir la migración de la tortuga hacia la costa africana. La tortuga permaneció emitiendo durante un total de 58 días recorriendo 1.742 km.

Cabe destacar que la tecnología empleada en el seguimiento de ejemplares para la obtención de datos es de gran valor para entender las rutas que siguen estos animales, aumentando el conocimiento que se tiene acerca de la especie con el fin de aplicarlo a posteriores planes de conservación. Aun así, no todos los puntos reflejados en el mapa constatan una localización exacta, pudiendo existir márgenes de error considerablemente elevados. Por ello cada señal transmite un indicador de calidad de la misma, mostrando los márgenes de error en distancia teórica que se aplican en cada punto.

Puntos geográficos seguidos por el ejemplar “Luna”.

Puntos geográficos seguidos por el ejemplar “Mascletà”.

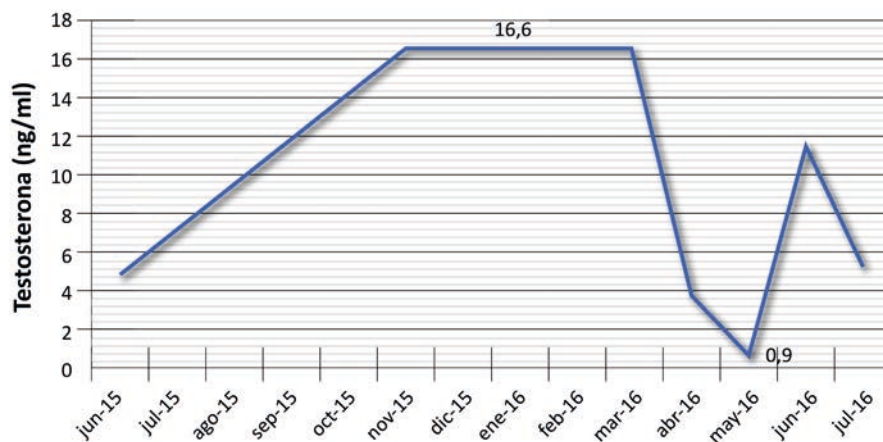
ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

Parámetros hormonales y estudio ecográfico

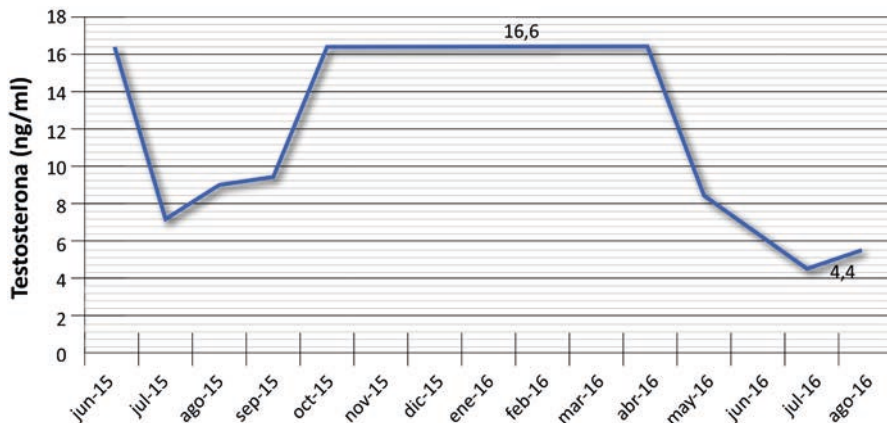
Evaluación de resultados de los ejemplares estudiados

"4x4": La tortuga marina identificada como "4x4" ha mostrado niveles máximos medibles por el instrumental utilizado (16,6 ng/ml) y constantes entre los meses de noviembre y marzo, observándose un aumento en los meses previos. Posterior al último ascenso registrado en el mes de marzo, los niveles de testosterona se reducen considerablemente alcanzando la concentración mínima registrada en este ejemplar (0,9 ng/ml) en el mes de mayo. En los meses posteriores los valores registrados oscilan en un rango medio.

"Massa Gran": La tortuga marina identificada como "Massa Gran" ha mostrado de forma mantenida niveles máximos medibles por el instrumental utilizado (16,6 ng/ml) entre los meses de octubre y abril, observándose un aumento en los meses previos. Posteriormente al último ascenso registrado en el mes de abril, los niveles de testosterona se reducen, alcanzando la concentración mínima registrada en este ejemplar (4,4 ng/ml) en el mes de julio. Con ello se puede observar todo el período en que se registran valores de fase de reproducción alta y valores indicativos de la presencia hormonal específica. Cabe decir que la primera muestra obtenida de junio (año 2015) difiere del resultado obtenido en junio del año siguiente.



Valores de testosterona obtenidos de la tortuga identificada como "4x4" durante un período anual. En el eje Y se observa el rango de valores de testosterona en nanogramos por mililitro, siendo el valor máximo obtenido el máximo detectable por el instrumental de medida utilizado en el estudio. En el eje X se observa el período anual en el que han sido obtenidos los resultados para el ejemplar de estudio.

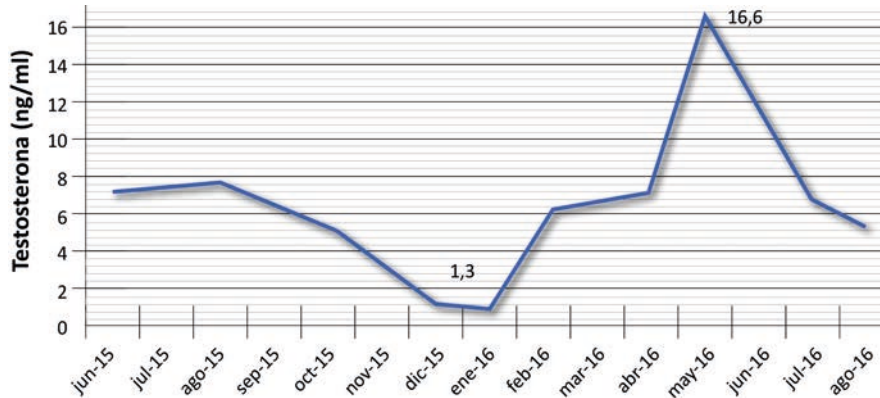
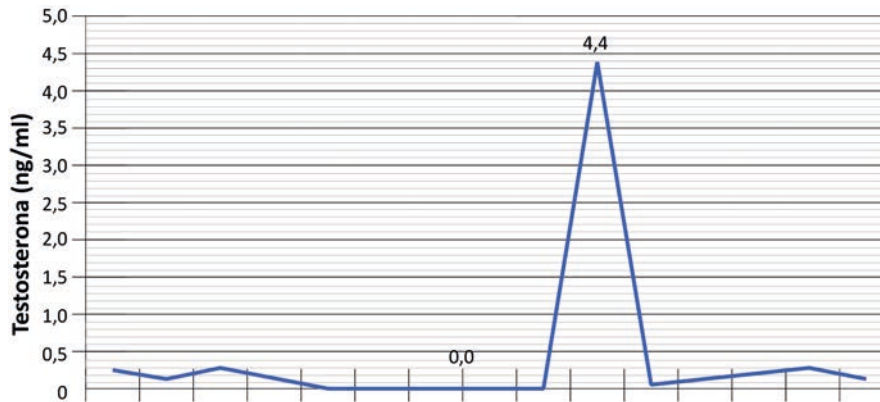


Valores de testosterona obtenidos de la tortuga identificada como "Massa Gran" durante un período anual.

"Casimiro": La tortuga marina identificada como "Casimiro" ha mostrado niveles basales en gran parte de las muestras analizadas. Entre los meses de octubre y febrero no se han obtenido muestras con presencia de testosterona, obteniendo valores de 0,0 ng/ml como resultado. Cabe destacar el valor obtenido para la muestra del mes de marzo, considerándose una cifra máxima (4,4 ng testosterona/ml) teniendo en cuenta todos los resultados obtenidos para este ejemplar. El aumento se habría producido en menos de 30 días. Aun así, no se descarta la posibilidad de haber obtenido un resultado contaminado, ya sea en la extracción de la muestra, como en el procesado de laboratorio para su obtención. No obstante, dicho valor en ejemplares con niveles máximos detectables por el instrumental en gran parte de los meses muestreados correspondería al valor mínimo obtenido de testosterona (observar gráfico II-3).

"Luna": La tortuga marina identificada como "Luna" únicamente ha mostrado un ascenso de testosterona en el mes de mayo. A excepción de los meses más fríos de diciembre y enero (1.3 ng/ml), los resultados para los niveles de este ejemplar han oscilado entre 3 y 7 ng/ml de testosterona.

"Damm": En la tortuga marina identificada como "Damm", para la evaluación del ciclo hormonal se ha tomado el estradiol como hormona de referencia. En los resultados de las muestras obtenidas se observa un incremento gradual y los ciclos se muestran más marcados. En este caso se observa un incremento de las concentraciones plasmáticas de beta-estradiol a partir de enero, alcanzando su ascenso máximo en julio. Los valores mínimos se obtienen entre octubre y diciembre.



Gráficos II-3 y II-4: Valores de testosterona obtenidos de las tortuga identificadas como "Casimiro" y "Luna" durante un período anual.

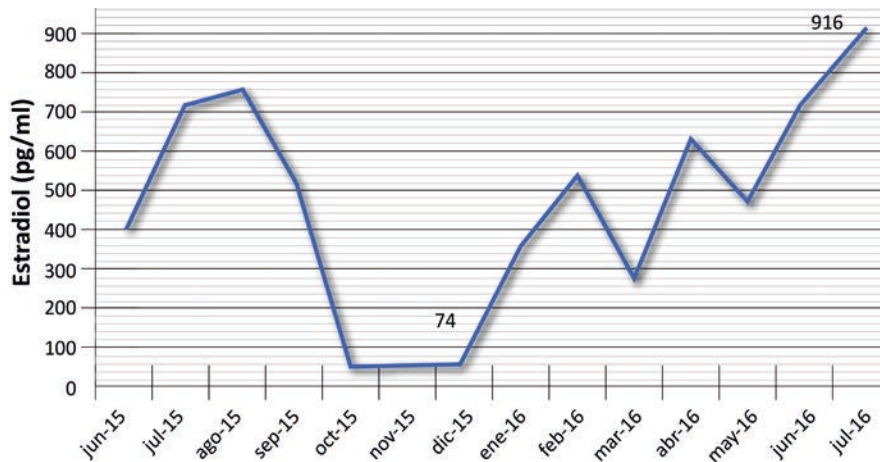
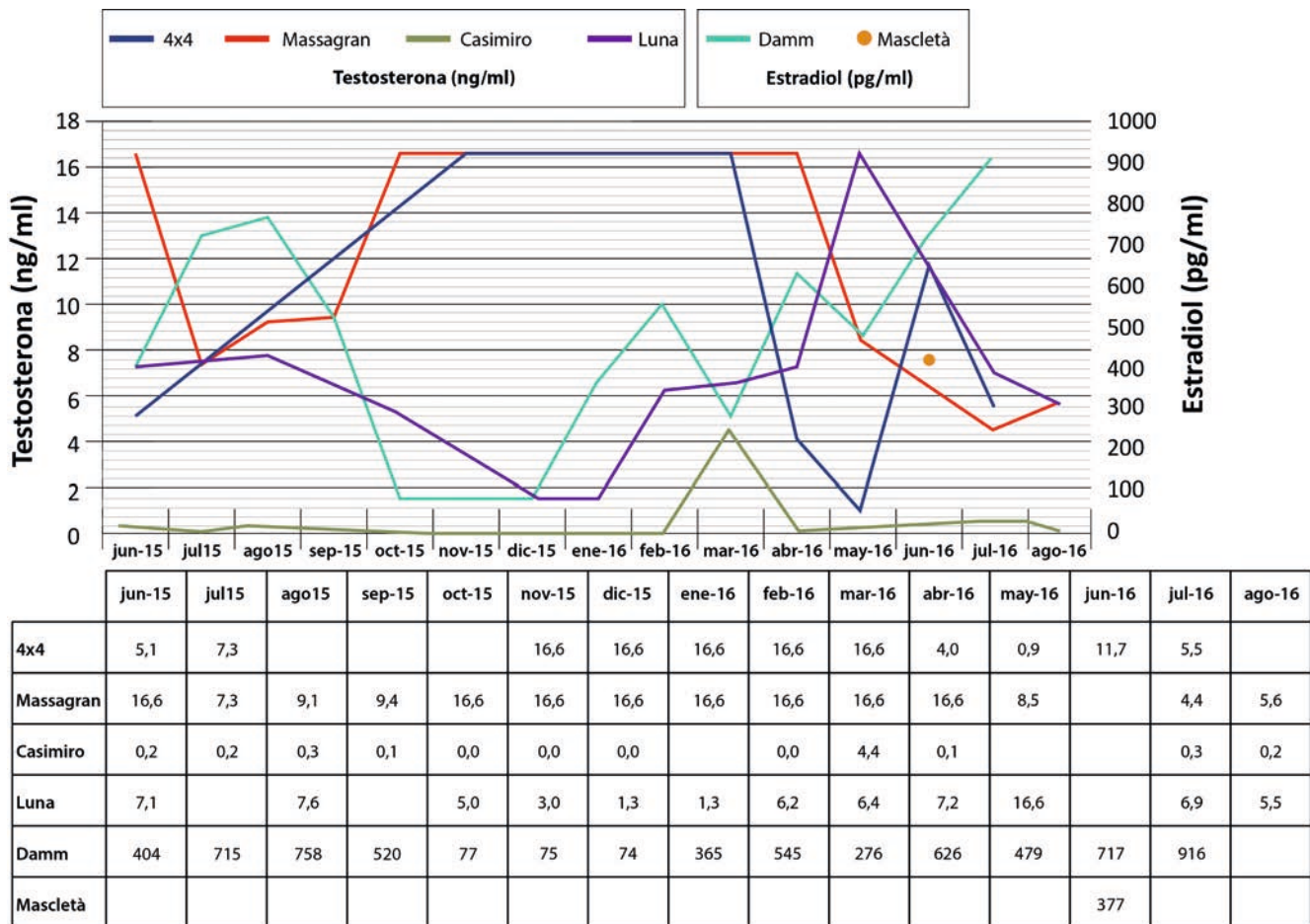


Gráfico II-5: Valores de estradiol obtenidos de la tortuga identificada como "Damm" durante un período anual.



Evaluación de resultados en comparativa

De los ejemplares analizados hormonalmente con testosterona se observan dos individuos con valores que siguen un patrón estable en cuanto a niveles altos de testosterona, coincidiendo el período en el que presentan dichos valores. Estos ejemplares, "4x4" y "Massa Gran", corresponden a ejemplares adultos en los que el estudio ecográfico ha hecho observables gónadas masculinas. Dicho patrón induce a establecer ciclos más estables y predecibles en ejemplares adultos, en comparación con individuos más jóvenes que presentan valores más oscilatorios a lo largo

Gráfico II-6: Valores de testosterona y estradiol de las tortugas objeto de estudio. Muestras obtenidas en un período anual de forma mensual (eje X). Han sido analizadas dos hormonas que se muestran en los ejes Y de la gráfica. Testosterona en nanogramos por mililitro (eje Y izq.) y estradiol en picogramos por mililitro (eje Y dcha.).

del periodo anual, reduciéndose los meses con presencia de ascensos hormonales, como es el caso descrito de “Luna”.

El último ejemplar analizado con testosterona es “Casimiro”, que muestra valores ínfimos de esta hormona, siendo el ascenso máximo igual al valor inferior de otros ejemplares hormonal y morfológicamente descritos como machos en el estudio ecográfico.

Los ejemplares analizados hormonalmente con estradiol incluidos en el estudio corresponden a “Damm” y “Masclètà”. En el primer ejemplar descrito se pudo realizar el muestreo en un período anual para observar posibles patrones. Durante el estudio se presentó la oportunidad de realizar la ecografía y extracción de muestra sanguínea para el análisis de estradiol de una hembra reproductora. Ambos resultados se muestran en el gráfico II-6.



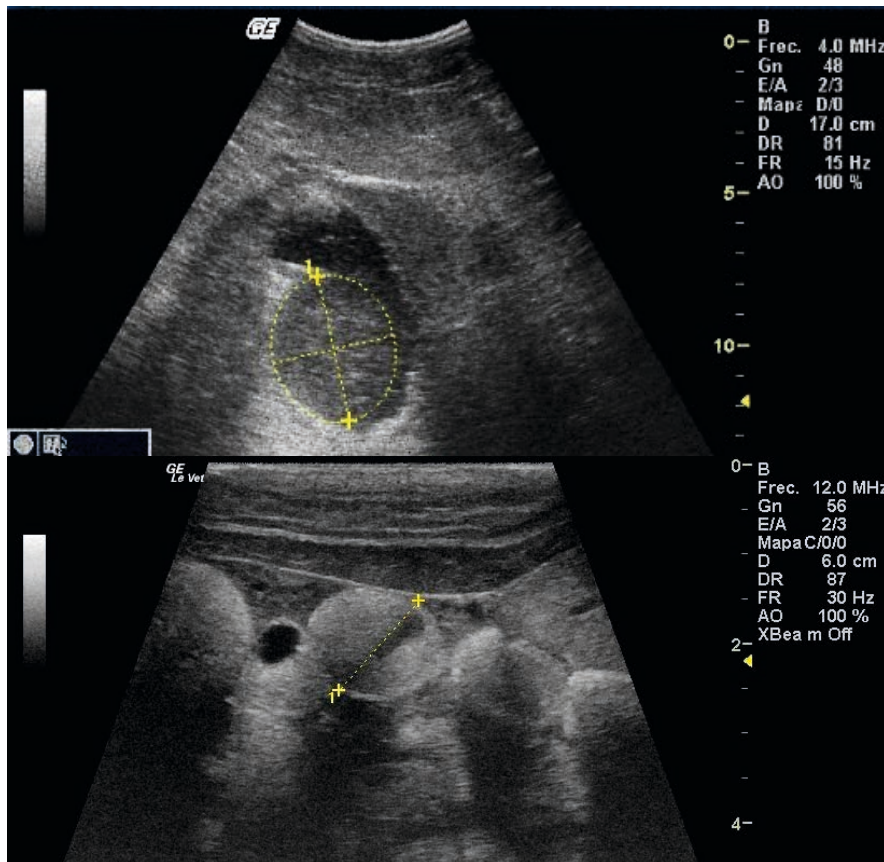
Prueba ecográfica a la tortuga identificada como “Damm”.

Ecografías

Evaluación de resultados

Se han podido obtener imágenes claras de los testículos, sobre todo en los animales identificados como "4X4" y en "Massa Gran" aunque no se aprecian cambios en la morfología del órgano a lo largo del ciclo anual.

En el caso de las hembras, es manifiesta la dificultad de identificar el órgano reproductor en individuos que no estén hormonalmente activos. Por este motivo no fue posible localizar los ovarios en "Damm" durante el estudio. En el caso de "Mascletà", otra tortuga que ingresó en el Centro en 2016 folicularmente activa, sí que se localizaron folículos en todas las fases.



Testículo visible en una de las ecografías realizadas a la tortuga identificada como "4X4".

Folículos en desarrollo visibles en la ecografía realizada a la tortuga identificada como "Mascletà".

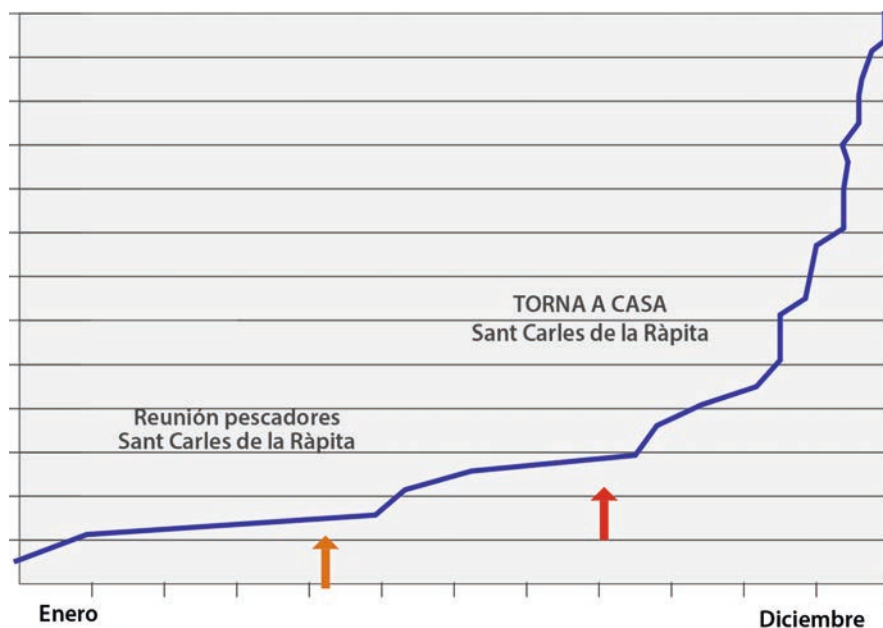
SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

Ingresos de pacientes gracias a la sensibilización pesquera

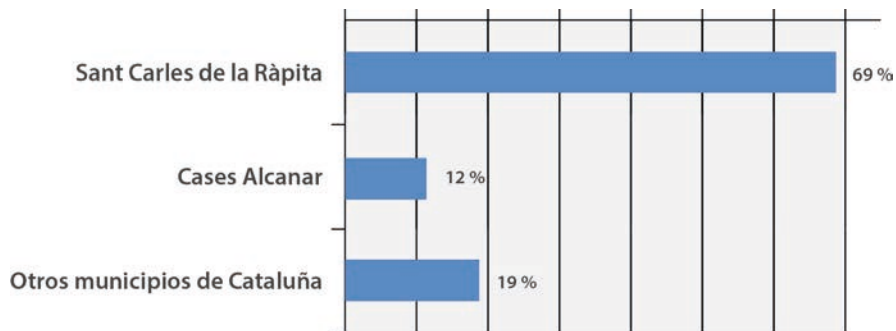
Las jornadas de formación y sensibilización a la flota pesquera de arrastre tuvieron como resultado un aumento considerable de ingresos de tortugas marinas en el centro de recuperación de CRAM, llegando a 26 ejemplares durante el 2017. Estos datos ponen de manifiesto el éxito de la campaña y la buena predisposición del sector pesquero a colaborar con la Fundación CRAM en la conservación de especies marinas amenazadas.

Las jornadas de formación también han permitido actualizar los protocolos de actuación y su aplicación en el sector pesquero, así como realizar un correcto manejo de las posibles capturas accidentales de tortugas marinas por parte de los pescadores de las embarcaciones que han recibido formación dentro del marco del proyecto.

Los animales ingresados previamente a la formación no procedían de las zonas en las que se ha llevado a cabo la campaña con pescadores. Posteriormente, ingresaron animales mayoritariamente provenientes de embarcaciones de Sant Carles de la Ràpita, municipio en que se estableció la colaboración con los pescadores, mostrando



Animales ingresados en las instalaciones de la Fundación CRAM a lo largo del periodo 2017. Se observa un aumento exponencial posterior a las acciones de sensibilización, que aparecen indicadas con flechas en el gráfico.



Animales ingresados en las instalaciones de la Fundación CRAM a lo largo del período 2017, valorando únicamente el parámetro de población de recogida. Se observa el municipio de Sant Carles de la Ràpita con un porcentaje considerablemente mayor.

así un indicio del aumento de los ingresos de pacientes. Con los animales capturados accidentalmente por los pescadores de la zona se realizó un evento público de liberación, para unir la participación del sector pesquero en la recuperación de tortugas marinas con la implicación de la ciudadanía, el Ayuntamiento de Sant Carles de la Ràpita, la Confraria Verge del Carme y la Generalitat de Catalunya.

Dicho evento fue denominado por la Fundación CRAM como *Torna a casa*. En él se pudo consolidar y confirmar la colaboración del sector pesquero de la zona con la Fundación CRAM en la recuperación de tortugas marinas, pues el aumento de ingresos de estos animales fue inmediato y evidente.

En relación con los ingresos anuales de *Caretta caretta* en el Centro de Recuperación CRAM durante el período 2017, y considerando también los ingresos previos a la jornada de formación, el municipio que presenta mayor número de recogida de tortugas para su tratamiento es Sant Carles de la Ràpita. El municipio que le sigue en porcentaje de avisos es Cases d'Alcanar, próximo a la zona en la que los pescadores de las embarcaciones de arrastre recibieron la formación de capacitación al sector pesquero.

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

Diseño de cámara hiperbárica para la recuperación de tortugas marinas

En la acción de innovación del proyecto pudo desarrollarse finalmente la cámara hiperbárica para las instalaciones de la Fundación CRAM, diseñada específicamente para la recuperación de tortugas marinas procedentes de capturas accidentales por embarcaciones de arrastre.



Cámara hiperbárica diseñada específicamente para tortugas marinas. Técnico realizando controles.

Animales recibiendo tratamiento hiperbárico.



CONCLUSIONES

SEGUIMIENTO VÍA SATÉLITE

En el caso de los dos ejemplares juveniles estudiados (los identificados como "6" y "9"), y considerando las rutas realizadas por otros ejemplares con los que puede establecerse comparación desde estudios similares de seguimiento satelital realizados en Valencia y Andalucía, se ha constatado que los individuos juveniles pueden llegar a seguir rutas completamente diferentes aun procediendo del mismo nido, realizando movimientos hacia las costas del norte de África, el sur de Francia, las islas Baleares, etc. Debido a este hecho no se puede esbozar actualmente un patrón migratorio homogéneo entre estos individuos. Para ello se requiere la recopilación de una mayor cantidad de datos en un número más elevado de ejemplares, con retos más exigentes en el caso de animales de temprana edad. Este último es el caso de animales juveniles, cuyo crecimiento es más acelerado, disminuyendo así el tiempo de permanencia del dispositivo situado en el caparazón. En estos casos la tecnología también es más exigente en cuanto a las características del propio dispositivo, dados los requerimientos de peso y dimensiones del animal y la autonomía del mismo.

La tortuga identificada como "Ona" emitió durante 18 días, por lo que la información obtenida era escasa para incluirla en un patrón de migración o en un recorrido a considerar en esta especie. Dicho aspecto es uno de los riesgos que presenta la instalación de este tipo de tecnología en fauna salvaje. Existen variables que no son controlables una vez se reintroduce al animal en su medio natural, lo que en algunos casos no permite la obtención de conclusiones con los datos recopilados. Es el caso de los puntos registrados del dispositivo en este ejemplar.

En el caso de "Luna" se ha podido constatar su total adaptación a la vida en libertad después de 483 días de emisión, con 3.685 puntos registrados gracias a la tecnología de transmisión vía satélite situada en su caparazón. El ejemplar, con antecedentes de cautividad durante un período de 10 años en el Centro de Recuperación, sumado a la causa de ingreso por enmalle, condujo a aplicar la alternativa óptima para su supervivencia. Esta se tradujo en la intervención quirúrgica para la amputación de la aleta anterior derecha. Ambos aspectos han hecho que sea un caso de observación. Los datos recopilados en este estudio permiten constatar que este ejemplar se ha adaptado perfectamente a las condiciones de su hábitat. De este modo, dicha acción ha permitido realizar un seguimiento más preciso sobre su viabilidad y supervivencia en el medio natural después de años en estado de recuperación, y por otro lado, recabar datos sobre las rutas de un ejemplar adulto de la especie.

En el caso de la tortuga identificada como “Mascletà”, su seguimiento vía satélite ha sido empleado para marcar una hembra en periodo de puesta, dada la observación de folículos activos en el centro de recuperación. Este hecho lleva a separar la colocación del dispositivo en dos objetivos para su marcaje, siendo ambos objeto de estudio en el proyecto.

En los últimos años se ha observado un aumento considerable del número de puestas de huevos en toda la costa mediterránea occidental, hecho inédito y con muy pocos precedentes hasta hace pocos años. Existen numerosas teorías intentando explicar este aumento que apuntan hacia los posibles efectos del cambio climático sobre el comportamiento de determinadas especies. Registrar puntos de localización en estos casos es siempre relevante para aportar nuevos datos sobre las rutas, los tiempos de permanencia en la zona, y el comportamiento de una hembra reproductora. Por otra parte, aporta información sobre la posibilidad de localización de otra puesta del animal. Las tortugas marinas en época de anidación realizan varias puestas en diferentes lugares. Por ello, estos datos podrían permitir localizar un posible nido del animal en las playas mediterráneas españolas, favoreciendo la gestión, conservación y supervivencia del mismo. Por lo tanto, marcar a estos animales cuando salen a las playas a realizar una puesta es de gran interés científico, ya que con los datos recabados se abre la posibilidad de predecir mejor el comportamiento de estas especies y actuar de forma más eficaz ante la presencia de un nido, siendo todo ello de gran valor en el ámbito de la conservación.

Los nidos en el Mediterráneo occidental pueden representar un mecanismo a través del cual las tortugas estén explorando nuevos territorios para anidar y aumentar sus espacios de puesta, e incluso un modo de garantizar un número de machos adecuado para la preservación de la especie, dado que el sexo de estos animales viene determinado por la temperatura de incubación, manteniéndose esta región del Mediterráneo más fría que otras zonas ya consolidadas de puesta. Gracias al seguimiento satelital de este último ejemplar, se ha obtenido la firme sospecha de que el animal volvió a las playas españolas a realizar una puesta, teniendo en cuenta uno de los puntos registrados. No obstante, la tecnología empleada aún no permite confirmar este hecho, como tampoco la localización exacta del nido, pero sí posibilita conocer la ruta posterior de una hembra reproductora. De forma general, todavía es muy pronto y se tienen pocos datos para poder sacar conclusiones con un sólido fundamento científico.

ESTUDIO PARA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

Parámetros hormonales y estudio ecográfico

Para el estudio de reproducción asistida el CRAM realizó un seguimiento ecográfico de cada individuo, junto con parámetros hormonales de muestras analizadas obtenidas de forma mensual de los ejemplares. Dada la complejidad de los ciclos reproductivos y hormonales de estos reptiles, y el requerimiento necesario de obtener dicho conocimiento para plantear la reproducción asistida de esta especie, es necesario fijar objetivos ambiciosos en programas de conservación.

En el estudio ecográfico se pudieron obtener imágenes claras de testículos en dos de los individuos del estudio, "4x4" y "Massa Gran". Dichos ejemplares corresponden a animales adultos con un claro dimorfismo sexual desarrollado. Por ello, con estos dos ejemplares se procedió a realizar el estudio hormonal con testosterona. Los valores mostraron un patrón estable en cuanto a niveles altos hormonales, coincidiendo en el mismo período de estudio. El patrón de los resultados ha mostrado valores elevados durante períodos más prolongados en los ejemplares de mayor edad. Los resultados inducen a establecer ciclos más estables y predecibles en ejemplares adultos en comparación a individuos más jóvenes. El periodo con resultados máximos de testosterona oscila entre octubre y abril para los ejemplares adultos del estudio.

En el caso del ejemplar subadulto que corresponde a la tortuga identificada como "Luna", los estudios hormonales fueron analizados con testosterona. El ejemplar también mostraba una cola desarrollada. No obstante, no pudieron ser detectables gónadas morfológicamente diferenciadas. Los parámetros hormonales para este ejemplar muestran unos valores que corresponderían a un ejemplar macho, pero sin un patrón establecido ni ascensos permanentes de testosterona, hecho que se plantea en ejemplares que han alcanzado la madurez sexual en más temprana edad.

En el caso de dos ejemplares de igual anatomía externa, en cuanto al dimorfismo y sin la detección ecográfica de gónadas diferenciadas, se procedió a analizar a aquellos hormonalmente diferentes para valorar y comparar los resultados obtenidos en animales de idénticas características en cuanto al estado de desarrollo. Para ello, el ejemplar identificado como "Casimiro" fue analizado hormonalmente con testosterona y la tortuga "Damm" con estradiol. "Damm" mostró la presencia de estradiol en todo el periodo anual analizado, con su ascenso máximo durante el mes de julio. Dichos valores permiten establecer que este ejemplar corresponde a una hembra.

En el ejemplar identificado como "Casimiro", hormonalmente analizado con testosterona, no se observó la presencia de esta hormona en la mayoría de los meses analizados, o bien se mostraron valores basales. Únicamente durante un mes se detectó un valor destacable, que correspondería a un valor mínimo de testosterona en

ejemplares determinados como machos. Dados estos resultados puede establecerse que el ejemplar "Casimiro" correspondería a una hembra, datos aceptables por las similitudes anatómicas con el anterior ejemplar descrito como "Damm". Cabe destacar la conocida presencia basal de hormonas representativas de machos en hembras y viceversa, mostrándose en ascensos aislados, hecho que reafirman dichos resultados. No obstante, se consideró interesante realizar el estudio hormonal con estradiol para este ejemplar.

En el caso de las hembras, se ha descrito la dificultad de identificar el órgano en individuos que no estén hormonalmente activos. Por esta razón no pudieron localizarse los ovarios de los ejemplares durante el estudio, exceptuando la hembra reproductora que ingresó en el centro folicularmente activa, en la que pudieron ser localizados folículos en todas las fases de desarrollo ("Masclètà"). Dicho ejemplar, en el momento de la ecografía, mostró un valor medio de estradiol dentro del rango observado en la hembra "Damm".

En cuanto a la obtención de semen en el marco del proyecto, no se realizó el abordaje con instrumental para la electroestimulación. Los resultados hormonales obtenidos de los machos han mostrado un grado de excitación y valores por encima de los niveles normales, lo que hace considerar la posibilidad de conseguir cría en cautividad a través de la monta natural e intentar la obtención de semen a través de estimulación manual. Esta opción es más plausible que la obtención de semen por electroestimulación, ya que ésta requiere unos medios técnicos más exigentes. En ese caso, la opción que se valora como más viable es la monta natural puesto que el centro CRAM cuenta con piscinas del tamaño suficiente. Se trata de una línea en fase de estudio y valoración por parte del equipo veterinario.

El estudio de reproducción asistida realizado en este proyecto ha permitido conocer los ciclos hormonales de los machos, determinar el sexo de algunos de los ejemplares y conocer los períodos de los ascensos hormonales, así como los valores obtenidos. No obstante, queda abierta la posibilidad de realizar cría en cautividad gracias a la línea estudiada en este proyecto, con el análisis de nuevos parámetros y variables que permitirán conocer mejor estos ciclos y abordar esta posibilidad como parte de una gestión para la conservación de la especie.

SENSIBILIZACIÓN AL SECTOR PESQUERO

La sensibilización y capacitación del sector pesquero es una de las líneas prioritarias para la conservación de las tortugas marinas, ya que la pesca accidental es la principal causa de muerte de estos animales. Las acciones llevadas a cabo para influir en el sector pesquero han logrado establecer la colaboración directa y prove-

chosa entre los pescadores de las embarcaciones de arrastre de la zona del delta y la Fundación CRAM, para la recuperación de tortugas marinas capturadas accidentalmente.

Dichas acciones han sido reflejadas por el notable aumento de tortugas ingresadas durante 2017, con un total de 26 ejemplares, siendo el 81% de los pacientes procedentes de capturas de la zona del delta (Sant Carles de la Ràpita y Cases d'Alcanar).

Valorando todos los ingresos anuales durante el periodo 2017 y considerando también los animales ingresados previos a la jornada de capacitación al sector pesquero pertenecientes a otros municipios, el lugar de recogida de los pacientes de Sant Carles de la Ràpita es considerablemente mayor que la suma restante de municipios. Hecho que corrobora el éxito alcanzado con la colaboración del sector pesquero de la zona y la Fundación CRAM, durante el desarrollo del proyecto de sensibilización.

Un hecho que se destaca es la posterior unión a dicha colaboración por parte de los pescadores del municipio de Cases d'Alcanar, próximo a la zona donde se realizó la jornada de capacitación y sensibilización. La proximidad de ambos municipios –Sant Carles de la Ràpita y Cases d'Alcanar– facilitó el contacto entre los pescadores, propiciando que se sumaran a la cooperación para la recuperación de tortugas marinas capturadas accidentalmente.

Las jornadas de formación también han permitido actualizar los protocolos de actuación y su aplicación en el sector pesquero. Así como realizar un correcto manejo por los pescadores de las embarcaciones que han recibido formación dentro del marco del proyecto.

En el marco de dicho proyecto se han establecido contactos con las administraciones competentes y con el sector pesquero, para crear un marco de trabajo conjunto que permita sumar sinergias para la preservación de tortugas marinas.

La sensibilización al sector pesquero ha permitido mitigar los efectos negativos de su principal amenaza, la pesca accidental, a través de la colaboración con las embarcaciones. Por este motivo resulta de vital importancia mantener una estrecha colaboración con los pescadores, realizando campañas periódicas de sensibilización y capacitación pesquera.

A la fecha de redacción de este manual, se puede añadir otro dato muy concluyente sobre el indudable éxito de las acciones de sensibilización pesquera iniciadas en el marco de este proyecto. Durante el año 2018 un total de 65 tortugas marinas han podido ser atendidas y recuperadas, fruto del establecimiento de relaciones de colaboración con el sector pesquero, lo que supone un incremento del 40% de animales atendidos con respecto al año anterior.

I+D: CÁMARA HIPERBÁRICA PARA TORTUGAS MARINAS

Como se ha descrito anteriormente, las tortugas marinas capturadas accidentalmente en redes de arrastre pueden sufrir síndrome descompresivo. La cámara hiperbárica diseñada para atender las necesidades y el tratamiento de las tortugas afectadas cuenta con un gran tamaño –de 1,2 metros de diámetro–, lo que permite que todos los ejemplares ingresados que necesiten del tratamiento puedan ser introducidos en la cámara. Además, se encuentra preparada para su utilización con oxígeno y tres válvulas, una de ellas correspondiendo a la válvula de sobrepresión. El diseño también ha tenido en cuenta la manipulación de la cámara, por ello dispone de ruedas para su transporte y un orificio de salida inferior para su limpieza. Para el seguimiento del animal que se encuentra en el interior dispone de dos visores con luz tipo led, que permiten el control y seguimiento del estado del animal mientras este se encuentra recibiendo el tratamiento hiperbárico.

De este modo, gracias a la acción de innovación del proyecto, las instalaciones de la Fundación CRAM cuentan con la tecnología apropiada para poder tratar y reintroducir en su medio natural ejemplares de tortugas marinas que ingresan con enfermedad descompresiva. Durante el período 2017 se han podido recuperar así 8 ejemplares de la especie *Caretta caretta*, lo que supone más de un 30% de los animales ingresados.

A la fecha de redacción de este manual, se puede añadir que, de los 65 ejemplares de tortuga marina ingresados durante 2018, más de la mitad presentaba síndrome de descompresión y necesitaron del tratamiento hiperbárico para procurar su supervivencia, lo cual muestra la importancia de disponer de dichas tecnologías para aumentar las posibilidades de recuperación de estos animales.

En definitiva, a pesar de que todavía quedan muchos interrogantes por resolver, gracias a este proyecto se han recabado datos de gran valor que permiten enriquecer la información de la que ya se dispone, y avanzar en el conocimiento y protección de una especie tan vulnerable a la acción del hombre como es la tortuga de la especie *Caretta caretta*.

BIBLIOGRAFÍA

- Bentivegna, F. (2002). «Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry». *Marine Biology*, 141(4), 795-800.
- Block, B. A., Jonsen, I. D., Jorgensen, S. J., Winship, A. J., Shaffer, S. A., Bograd, S. J., ... & Ganong, J. E. (2011). «Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean». *Nature*, 475(7354), 86-90.
- Clarkson, P. M. (2016). *Corticosterone and testosterone in two populations of immature Kemp's Ridley sea turtles, Lepidochelys kempii, in the Gulf of Mexico*. (Doctoral dissertation, Southeastern Louisiana University).
- García-Párraga, D., Crespo-Picazo, J. L., Bernaldo de Quiros, Y., Cervera, V., Martí-Bonmati, L., Díaz-Delgado, J., ... & Fernández, A. (2014). «Decompression sickness ('the bends') in sea turtles».
- Godley, B. J., Richardson, S., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Glen, F., & Hays, G. C. (2002). «Long-term satellite telemetry of the movements and habitat utilisation by green turtles in the Mediterranean». *Ecography*, 25(3), 352-362.
- Godley, B. J., Broderick, A. C., Glen, F., & Hays, G. C. (2003). «Post-nesting movements and submergence patterns of loggerhead marine turtles in the Mediterranean assessed by satellite tracking». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 287(1), 119-134.
- Godley, B. J., Blumenthal, J. M., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Hawkes, L. A., & Witt, M. J. (2008). «Satellite tracking of sea turtles: where have we been and where do we go next?». *Endangered Species Research*, 4(1-2), 3-22.
- Gregory, L. F., & Schmid, J. R. (2001). «Stress responses and sexing of wild Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) in the northeastern Gulf of Mexico». *General and comparative endocrinology*, 124(1), 66-74.
- Lewis, R. L., Freeman, S. A., & Crowder, L. B. (2004). «Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles». *Ecology letters*, 7(3), 221-231.
- Licht, P., Wood, J., Owens, D. W., & Wood, F. (1979). «Serum gonadotropins and steroids associated with breeding activities in the green sea turtle *Chelonia mydas*: I. Captive animals». *General and comparative endocrinology*, 39(3), 274-289.
- Mingozzi, T., Mencacci, R., Cerritelli, G., Giunchi, D., & Luschi, P. (2016). «Living between widely separated areas: Long-term monitoring of Mediterranean loggerhead turtles sheds light on cryptic aspects of females spatial ecology». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 485, 8-17.

- Mrosovsky, N. (1994). «Sex ratios of sea turtles». *Journal of Experimental Zoology*, 270(1), 16-27.
- Owens, D. W. (1980). «The comparative reproductive physiology of sea turtles». *American Zoologist*, 549-563.
- Reis, A. (2016). *Plasma Steroid Hormones in Loggerhead and Green Sea Turtle Hatchlings*. (Doctoral dissertation, Florida Atlantic University).
- Rostal, D. C., Owens, D. W., Grumbles, J. S., MacKenzie, D. S., & Amoss, M. S. (1998). «Seasonal reproductive cycle of the Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*)». *General and Comparative Endocrinology*, 109(2), 232-243.
- Snyder, N. F., Derrickson, S. R., Beissinger, S. R., Wiley, J. W., Smith, T. B., Toone, W. D., & Miller, B. (1996). «Limitations of captive breeding in endangered species recovery». *Conservation Biology*, 10(2), 338-348.
- Wibbels, T. H. A. N. E., Owens, D. W., & Amoss, M. S. (1987). «Seasonal changes in the serum testosterone titers of loggerhead sea turtles captured along the Atlantic coast of the United States». *Ecology of East Florida Sea Turtles*, 59-64.
- Wibbels, T., Owens, D. W., Limpus, C. J., Reed, P. C., & Amoss, M. S. (1990). «Seasonal changes in serum gonadal steroids associated with migration, mating, and nesting in the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*)». *General and Comparative Endocrinology*, 79(1), 154-164.
- Wood, J. R., & Wood, F. E. (1980). «Reproductive biology of captive green sea turtles *Chelonia mydas*». *American Zoologist*, 20(3), 499-505.
- Zbinden, J. A., Aebischer, A., Margaritoulis, D., & Arlettaz, R. (2008). «Important areas at sea for adult loggerhead sea turtles in the Mediterranean Sea: satellite tracking corroborates findings from potentially biased sources». *Marine Biology*, 153(5), 899-906.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento existente sobre las tortugas marinas, para favorecer así su conservación, mitigar los efectos negativos de su principal amenaza, la pesca accidental, y fomentar la investigación para contribuir al equilibrio poblacional de esta especie, la Fundación para la Conservación y Recuperación de Animales Marinos (CRAM), ha desarrollado un proyecto destinado a la conservación y preservación de las tortugas marinas que transitan y habitan en el Mediterráneo.

Este Manual describe detalladamente en sus páginas las tres grandes líneas de trabajo propuestas para preservar la biodiversidad marina: investigación, conservación y sensibilización, haciendo especial hincapié en la tortuga boba (*Caretta caretta*), una de las especies más amenazadas por la actividad pesquera, la contaminación y la pérdida progresiva de su hábitat.