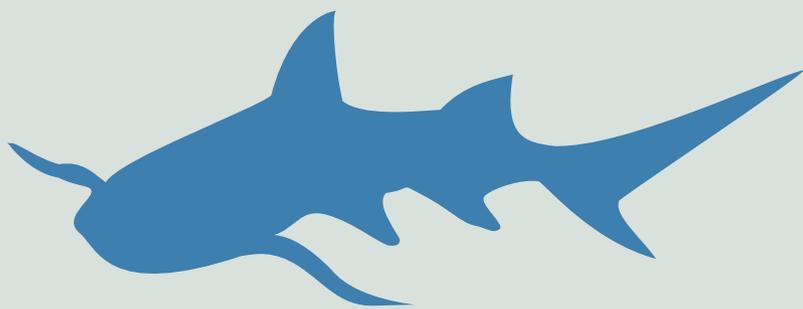
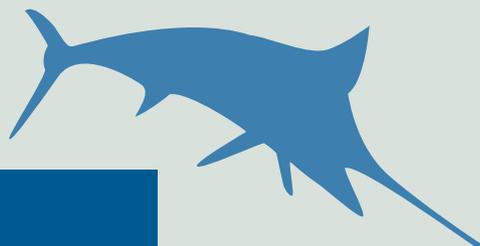


Estudios de mercado y recaptura de especies marinas



Estudios de mercado y recaptura de especies marinas

Instituto Español de Oceanografía
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Estudios de mercado y recaptura de especies marinas

Autores

Cristina Rodríguez-Cabello
Juan Gil
Jesús Canoura
Ignacio Sobrino
Carmen Gloria Piñeiro
Lorena Rodríguez
Juan Antonio Camiñas
Julio Valeiras
Raquel Goñi
David Díaz
Begoña Villamor
Enrique Rodríguez-Marín
Jorge Landa
Javier Sánchez
José Iglesias
Lidia Fuentes
Juan José Otero

Victoria Ortiz de Zárate
José Luis Cort
Alicia Delgado de Molina
José Carlos Santana
Jose Miguel de la Serna
Dolores Godoy
Manolo Quintans
José Benito Peleteiro
M. Begoña Santos
Juan Carlos Pazos
Carmela Porteiro
Jaime Mejuto
Ana Ramos-Cartelle
Luis J. López-Abellán
Eduardo Balguerías-Guerra
Antonio Celso Fariña
Pilar Pereda

Coordinación

Cristina Rodríguez-Cabello

Abstract

Nowadays many different marine animals are being tagged. This book summarizes recent tagging programs carried out by the Spanish Institute of Oceanography (IEO). Although the objectives of these various studies mainly depend on the species and each project in particular, the general aim is to better understand the biology and ecology of these animals the structure and dynamics of their populations and their capacity to respond to human activities.

This book provides an overview of different aspects of this technique such as a brief history of tagging, the types of tags currently used, including both conventional and electronic tags, where and how to put them on the marine animals, some recommendations regarding how to perform a tagging survey and where to go or what to do if anyone recovers a tagged fish or marine animal. The book then summarizes the main species tagged by the IEO, making a short description of their biology followed by some of the results obtained from tagging studies undertaken until now.

Other applications are to know the spatial distribution (spawning or feeding areas), estimate growth parameters, mortality and survival rates, longevity, the size of the population or identifying stocks. Nowadays the advances in electronics have also open new fields such as the possibility of tracking an animal and knowing its habitat preferences and behaviour. Besides some of these tags have the capacity of recording this information during long periods and sending the data from long distances even without the need to recover the animal.

Tagging activities constitute a very useful tool to improve the knowledge of many species and contribute to their management and conservation. For that reason this methodology is included in many IEO projects in which other activities like the monitoring of the fishery (landings, fishing effort, fleet characteristics, fishing areas, biological sampling, etc.) are carried out. Some projects are related with coastal pelagic fisheries including anchovy, sardine and mackerel or oceanic pelagic fisheries like tuna and billfish species and pelagic sharks. Others are focused on benthic and demersal species such as hake, black spot seabream, anglerfish, flatfish, etc. Nevertheless not all species can be tagged, as they have to survive being caught and handled before being release. For this reason, tagging techniques may not easily be applied to some species.

Edita: Instituto Español de Oceanografía
Ministerio de Ciencia e Innovación
Copyright: Instituto Español de Oceanografía
Avda. del Brasil, 31. 28020 Madrid
Telf. 915 974 443 / Fax 915 947 770
E-mail: ieo@md.ieo.es
<http://www.ieo.es>

Proyecto editorial y realización: Cuerpo 8, Servicios Periodísticos, S.L.

NIPO: 473-08-006-7

ISBN: 978-84-95877-47-3

Depósito legal:

Impresión y encuadernación: Impresos y Revistas, S.A.



Índice

Presentación	9
Prólogo	11
Resumen	13
Capítulo 1. Introducción	15
1.1 Breve historia de la técnica del mercado	17
1.2 Para que sirve el mercado	19
Capítulo 2. Tipos de marcas	21
2.1 Marcas convencionales externas	25
2.2 Marcas convencionales internas	31
2.3 Marcas electrónicas	35
Capítulo 3. Como realizar el mercado	41
Capítulo 4. Especies marcadas	47
Moluscos	
4.1 Pulpo	50
Crustáceos	
4.2 Langosta roja	57
Tiburones	
4.3 Pintarroja	65
4.4 Alitán	73
4.5 Cazón	79
4.6 Tintorera	85
Peces óseos	
4.7 Sardina	93
4.8 Caballa	100
4.9 Atún rojo	110
4.10 Atún blanco o bonito	120
4.11 Patudo	131
4.12 Listado	141
4.13 Rabil	147
4.14 Pez espada	152
4.15 Besugo	161
4.16 Merluza	169
4.17 Austromerluza negra	178
4.18 Austromerluza antártica	187
4.19 Rape blanco	196
4.20 Rape negro	203
4.21 Rodaballo	209
Reptiles	
4.22 Tortuga boba	216
Capítulo 5. Qué hacer si encuentra algún ejemplar marcado	229
Referencias	239
Glosario de acrónimos y siglas	249
Apéndice	255

Presentación

Prólogo

Cada vez son más las especies marinas sobre las que se realizan estudios basados en el marcado no sólo de peces, sino de otras especies pertenecientes a varios grupos zoológicos, tales como moluscos, crustáceos, reptiles ó mamíferos marinos. La finalidad de este guía no es otra que difundir algunos de estos estudios, principalmente los realizados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y dar a conocer los entresijos de esta técnica cada vez más extendida, y algunas de sus aplicaciones.

El gran avance de la tecnología en el campo de la electrónica y sistemas de comunicaciones ha contribuido al desarrollo de las marcas electrónicas y ha abierto nuevas posibilidades en este terreno. En este libro, se describe brevemente para que sirve el marcado, el tipo de marcas más frecuentemente utilizadas, qué información se puede obtener del marcado, las especies que se marcan actualmente y cómo actuar o dónde acudir cuando se encuentra algún ejemplar con marca.

La recuperación de un ejemplar marcado es siempre una gran satisfacción ya que poco a poco se consigue aumentar o mejorar los conocimientos sobre esa especie en cuestión. Por tal motivo se suele recompensar de alguna manera a la persona que colabora y entrega la información, en algunos casos dependiendo del interés comercial de la especie, o de la financiación del proyecto de marcado, esta compensación es económica; en otros casos es una gratificación. Queremos que esta guía sirva también a modo de recompensa, para agradecer a todas aquellas personas que desinteresadamente colaboran para aumentar los conocimientos de las especies que habitan nuestros mares y poder en un futuro mejorar su gestión y adoptar medidas para su conservación. Esperamos que este libro o guía sea de utilidad y sirva para difundir una parte de los trabajos que se llevan a cabo en el Instituto Español de Oceanografía.

Resumen

En qué consiste

Se trata de colocar una marca, dispositivo o señal en un animal para poder identificarlo individualmente. Las marcas pueden ser de diversos tipos, formas y colores. Todas van provistas de un número o código que sirve para identificar el ejemplar y una dirección o apartado de correos para poder enviar la marca en caso de que se recupere.

Para qué sirve

Los resultados obtenidos del marcado y posterior recaptura de los ejemplares son una herramienta muy valiosa para contribuir a mejorar el conocimiento de la biología y ecología de una especie, examinando ciertos aspectos como son: el crecimiento, los movimientos o migraciones, la mortalidad o supervivencia, la abundancia y distribución de la especie, el hábitat y diferenciación de poblaciones o stocks.

Tipos de marcas

Dejando a un lado las marcas naturales, como pueden ser las producidas por parásitos o heridas y que también pueden servir para identificar los ejemplares, como en el caso de los cetáceos, la mayoría de los distintivos que se utilizan para este fin y que vamos a describir a continuación son artificiales. Con el paso del tiempo ha ido aumentando su disponibilidad y diversidad tanto a nivel del material de fabricación, como de diseño (tamaño, forma, color), así como el método de colocación en el pez, etc., todo ello en función de la especie que se va a marcar y de los objetivos prioritarios del proyecto de marcado. Básicamente podemos distinguir entre marcas convencionales, por un lado, y marcas electrónicas, por otro, aunque existe otro tipo de clasificación en función de su colocación. En este sentido, se habla de marcas externas las cuales son fácilmente visibles, y marcas internas las cuales se introducen en el interior del pez.

Especies marcadas

Actualmente la técnica de marcado se aplica a muchas especies, tanto terrestres como marinas, pertenecientes a diversos grupos zoológicos: peces, crustáceos, reptiles, moluscos y mamíferos. A continuación vamos a ver algunos ejemplos sobre todo aplicados a especies marinas y de interés comercial. En cualquier caso, no todas las especies pueden ser marcadas, porque es necesario cumplir una serie de requisitos para poder llevar a cabo con éxito un experimento de marcado. En uno de los apartados de esta guía, se describen los distintos aspectos a tener en cuenta para obtener buenos resultados.

Proyectos de mercado llevados a cabo por el IEO

Se describen los principales proyectos de marcado actualmente en ejecución o en marcha llevados a cabo por el Instituto Español de Oceanografía (IEO). En primer lugar, se describe brevemente la especie, su distribución, crecimiento, reproducción, alimentación, etc. A continuación, se presenta la información del marcado, es decir, campañas realizadas, número de ejemplares marcados y algunos de los resultados obtenidos hasta la fecha a partir de las recapturas disponibles. En algunas especies, los programas de marcado se llevan realizando desde hace más de 20 años, como es el caso del atún rojo, por lo que la información disponible es bastante amplia. En otros casos por el contrario como la merluza, los proyectos son relativamente recientes, no obstante los resultados son bastante interesantes y prometedores.

Dado el carácter migratorio de algunas especies es posible recuperar algún ejemplar marcado procedente de otra Institución. Así ocurre, por ejemplo, con el atún rojo, que es capaz de llevar a cabo migraciones trasatlánticas pudiéndose recuperar en nuestras aguas ejemplares marcados en la costa de Estados Unidos. En el caso de algunos tiburones pelágicos, como la tintorera (*Prionace glauca*) o el cazón (*Galeorhinus galeus*) a menudo se recapturan ejemplares marcados por otras instituciones como es el caso de los ejemplares marcados en aguas más al norte de la Península Ibérica (Irlanda, Reino Unido) que frecuentan el mar Cantábrico. Por ese motivo también se han incluido algunos datos sobre el cazón aunque en este caso la información procede de otros centros de investigación.

Qué hacer si encuentra algún ejemplar marcado

En el estudio se dan una serie de instrucciones y recomendaciones a seguir en el caso de encontrar algún ejemplar marcado. En cualquier caso, es conveniente no arrancar la marca del pez, pero sí recoger datos en el momento de su captura como: la fecha, situación, arte de pesca, y si es posible la talla y el peso del ejemplar. Avisar en el menor tiempo posible al Centro o Institución que figura impreso en el código de la marca. En caso de duda avisar a cualquiera de los Centros Oceanográficos repartidos por la costa española para lo cual se facilita una lista de direcciones y teléfonos de cada uno de ellos, así como las principales especies marcadas en cada zona y por cada Centro. Siempre hay una gratificación, en algunos casos es de tipo económico y se compra el ejemplar.

Al final de esta guía se incluyen una serie de direcciones de internet correspondientes a otros organismos internacionales que también realizan actividades de marcado. En ellas se muestra información sobre las especies que marcan, muchas de las cuales, dado su comportamiento migratorio, es posible que se puedan recapturar en aguas lejos de su lugar de origen. Entre estos Organismos se puede citar el Centro de Medio Ambiente, Pesquerías y Acuicultura del Reino Unido (CEFAS) que anualmente marca muchas especies de elasmobranchios como rayas, tintoreras, cazones, mielgas, musolas y alitanes, entre otras.

Glosario

Se incluye una lista con los acrónimos y algunas palabras técnicas utilizadas en la guía para su mejor comprensión.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Breve historia de la técnica de marcado

1.2 Para qué sirve el marcado

1.1 Breve historia de la técnica de marcado

Parece ser que los primeros intentos de marcar a un animal datan de la época romana. Entre 218 y 201 a.C., un oficial romano ató una nota a la pata de un ganso, describiendo los planes militares. Cuando el ganso fue liberado, regresó al nido que estaba cerca de otro puesto militar donde había sido previamente capturado (Delany, 1978). Sin embargo, los primeros registros corresponden al año 1595 y son de halcones peregrinos marcados por Enrique IV. Lo que si es seguro es que el marcado o anillamiento de aves se desarrolló mucho antes que en animales acuáticos. De hecho no se conoce con exactitud la fecha en que se marcó por primera vez un pez. Walton publicó en 1653 que ya por entonces se estaban realizando programas de marcado con salmones a nivel local (Walton and Cotton, 1989). Experiencias que contribuyeron a demostrar que el salmón atlántico regresaba del mar al río para desovar. En Norteamérica, el marcado en peces se llevo a cabo por primera vez en 1873 por Charles Atkins y se realizó también en salmones (Rounsefell and Kask, 1945). Al principio, como hemos visto, la atención se centró en salmones pero rápidamente se extendió a otras especies marinas, sobre todo con el desarrollo y uso de distintos tipos de marcas a partir de finales de 1800 (Emery and Wydoski, 1987). En 1894, el disco de Petersen (Figura 1.1) diseñado por él mismo, comenzó a utilizarse con bastante éxito en peces planos y el bacalao. El marcado de otras especies marinas no se llevó a cabo hasta después de la I Guerra Mundial. El primer intento de marcar una especie pelágica de gran tamaño se debe a Sella, quien en 1911 ató una cadena de cobre alrededor del pedúnculo caudal de un atún rojo (Jakobsson, 1970). Varios intentos posteriores utilizando anzuelos, cintas de cuero o discos Petersen, y cintas de plástico, tuvieron escaso éxito. Sólo se empezaron a obtener resultados prometedores a partir de 1950, cuando se introdujeron las marcas tipo spaghetti (Wilson, 1953) y tipo dardo (Mather, 1963) (Figura 1.2).

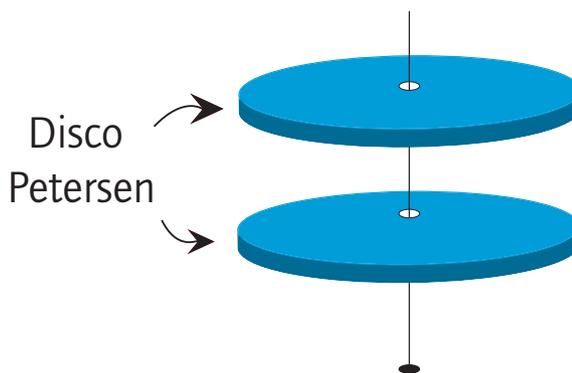


Figura 1.1. Esquema del disco de Petersen.

En 1953, Wilson desarrolló la marca *spaghetti* en forma de bucle. Fue el primero en aplicarla en el rabil y el patudo obteniendo buenos resultados por su escasa resistencia al flujo del agua. A partir de entonces, este tipo de marca se empezó a utilizar en otras especies y en tñidos de menor tamao. No obstante, seguía existiendo la dificultad y el inconveniente de poder marcar especies de gran tamao que no podían ser izadas a bordo para ser marcadas sin que sufrieran daos. Este fue el principal motivo de que se desarrollaran las marcas tipo dardo gracias a Mather (Mather, 1963), que diseñó la primera marca de este tipo que recordaba a un pequeño arpon, con la punta de acero inoxidable (Figura 1.2). Posteriormente se fueron adaptando según las especies distintas formas de inserción y colocación de la marca. En 1930, por primera vez se marcan especies pelágicas de pequeño tamao como el arenque del Pacífico (*Clupea harengus pallasi*) con pequeñas chapas metálicas en el interior de la cavidad del pez (Rounsefell and Dahlgren, 1933; Jakobsson, 1970). Fueron las primeras marcas internas que se aplicaron en peces que a pesar de no ser visibles exteriormente, poseen otras ventajas como la de ser retenidas durante más tiempo y no causar efectos adversos en el pez que pueden influir en su comportamiento, la predación, o favorezcan el enmalle en un arte de pesca. Debido a su escaso tamao se utilizaron principalmente para marcar especies pelágicas pequeñas que no se manipulan individualmente, tales como el arenque, la anchoa, el merlán, etc. La forma de detectarlas se produce gracias a los potentes imanes que se encuentran o se instalan en las fábricas de conserva por donde pasa el pescado que se va a procesar. Posteriormente se fueron desarrollando otros tipos de marcas internas.



Figura 1.2. Marcas tipo dardo con distinta forma de inserción en el pez. Foto C. Rodríguez-Cabello.

Una revisión extensa basada en cerca de 900 trabajos sobre el marcado publicados desde 1884 hasta 1980 se puede encontrar en el trabajo de Mc Farlane y colaboradores. En dicho trabajo se resumen los principales tipos de marcas, así como las especies en las cuales se han utilizado (Mc Farlane *et al.*, 1990). Entre las especies mencionadas figuran los salmones (*Salmo salar*), la trucha (*Salmo trutta*), el atún rojo (*Thunnus thynnus*), el atún blanco (*Thunnus alalunga*), el marlin (*Makaira indica*), el arenque (*Clupea harengus*), la platija (*Pleuronectes platessa*), el eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*), el halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) y el bogavante (*Homarus americanus*), entre otros.

1.2 Para qué sirve el mercado

Los primeros estudios de mercado se realizaron con el fin de determinar, en primera instancia, los movimientos ó migraciones e identificar stocks. Sin embargo, desde 1930 los estudios se han ido ampliando con el fin de proporcionar información sobre el crecimiento, la mortalidad o el tamaño de la población (Ricker, 1956). En los últimos años, también se han realizado estudios dirigidos a comprobar la viabilidad del mercado y de los distintos tipos de marcas. De esta forma podemos resumir los principales objetivos o aplicaciones que tiene esta técnica como los siguientes:

- Estudio del patrón de migración (áreas de puesta, áreas de alimentación, etc.).
- Descripción de la distribución espacial y estudios de identificación de stocks o mezcla de poblaciones.
- Estudio del crecimiento.
- Estimación de la mortalidad a partir de la tasa de recaptura (mortalidad natural, mortalidad por pesca o mortalidad debida al mercado).
- Estimación de la tasa de supervivencia (después del escape del arte de pesca, de la fase de cría en un cultivo, etc.).
- Estudios relacionados con la abundancia del recurso y medidas de gestión para aumentar la población.
- Estudios relacionados con la gestión de áreas marinas y planificación de políticas de conservación, seguimiento y repoblación de especies.
- Estudios relacionados con la viabilidad de utilizar la técnica de mercado (tipo de marca más adecuado, retención de la marca, etc.).

Muchos de estos objetivos no son excluyentes entre sí, sino que a partir de un experimento de mercado se pueden obtener diversos resultados, siempre y cuando haya un número suficiente de recapturas o datos disponibles. Asimismo, a menudo es necesario disponer de alguna información complementaria para poder contrastar o validar los resultados, tales como conocer la tasa de recuperación e información de las recapturas, o el esfuerzo de pesca y su distribución espacial.

Por otro lado, el desarrollo del mercado electrónico, como veremos más adelante, ha permitido abrir nuevos campos y aplicaciones tanto relacionadas con la biología de las especies como con la gestión pesquera. En cuanto a las áreas de aplicación podemos destacar las siguientes:

- Estudio del comportamiento de los peces en relación con la actividad pesquera y su interacción con otras especies.
- Mejora de la eficiencia de los artes.
- Mejora de las estimaciones de abundancia a partir de campañas de acústica.
- Estudio del patrón de migración tanto a nivel de movimientos horizontales como verticales dentro de la columna de agua.

Capítulo 2. Tipos de marcas

2.1 Marcas convencionales externas

2.2 Marcas convencionales internas

Marcas de cable de acero codificadas (CWT)

Marcas de implante visible tipo Alfa (VIA)

Marcas de implante visible tipo elastómero (VIE)

Marcado con sustancias químicas

2.3 Marcas electrónicas

Marcas transpondedoras

Marcas de transmisión

Marcas archivo ó DST (Data Storage Tags)

Marcas satélite (Pop up Tags)

2.4 Cómo realizar el marcado

No existe un único tipo de marca y por lo tanto una única técnica de marcado que sea apropiada para todas las especies, ni para todas las etapas de vida de una especie en particular. Por el contrario, existen varios tipos de marcas cuya elección dependerá de la especie en cuestión y de los objetivos del programa de marcado (Figura 2.1).

En líneas generales, las características más importantes que debe reunir cualquier tipo de marca son las siguientes:

- Las marcas serán lo más pequeñas posible para evitar que se modifique el comportamiento normal del ejemplar.
- Las marcas externas no serán demasiado visibles, a fin de no hacer al pez más vulnerable a la predación, pero lo suficiente para que la marca se distinga fácilmente para quien la encuentre. Se trata de dos condiciones opuestas que generalmente se resuelven a favor de la segunda.
- Por último, han de ser baratas y fáciles de colocar ya que, en general, se necesita marcar un número grande de ejemplares para poder obtener suficiente número de recapturas que permitan llevar a cabo los análisis posteriores. Cuanto más fácil sea la colocación mayor cantidad de individuos podrán ser marcados en menos tiempo y, por otro lado, menor tiempo se empleará en la manipulación del ejemplar con lo que se reducirá la posible mortalidad a consecuencia del marcado.
- Cada marca debe tener un número que identifique únicamente al pez al que va sujeta y debe ser fácilmente visible.

Actualmente existen en el mercado infinidad de modelos y diseños que se ajustan mejor a cada especie. Una primera clasificación de las marcas está en función de su colocación en el pez o ejemplar. Hablamos de marcas externas que son las que se insertan sobre el pez, bien sea en la musculatura, aletas, opérculo y son visibles exteriormente, y de marcas internas que se insertan en el interior del pez haciendo una pequeña incisión, bien sea en la cavidad abdominal,

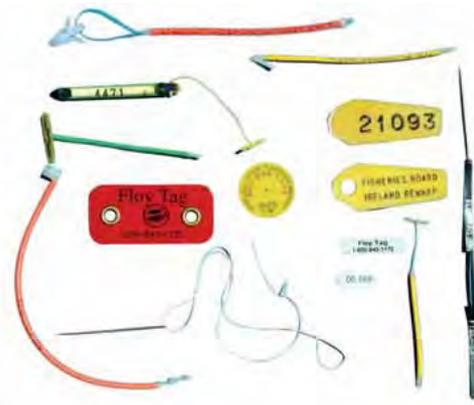


Figura 2.1. Distintos tipos de marcas convencionales externas. Foto C. Rodríguez-Cabello.

en la musculatura o en el cartilago. En este caso, las marcas no son visibles, razón por la que es necesario abrir el ejemplar para recuperarlas, aunque en algunos casos se pueden detectar desde el exterior (Figura 2.2).

En los trabajos de Jones (1979) o de Thorsteisson (2002) entre otros, se describen muchos de estos tipos. No obstante, con el desarrollo en los últimos años de la tecnología electrónica (Arnold and Deward, 2001), se abre un nuevo campo que merece una atención especial. Podemos clasificar las marcas como convencionales, que incluiría a las anteriores y marcas electrónicas, las cuales a su vez también pueden ser internas y externas. En esta guía vamos a hablar primero de las marcas convencionales, tanto externas como internas y a continuación de las marcas electrónicas.

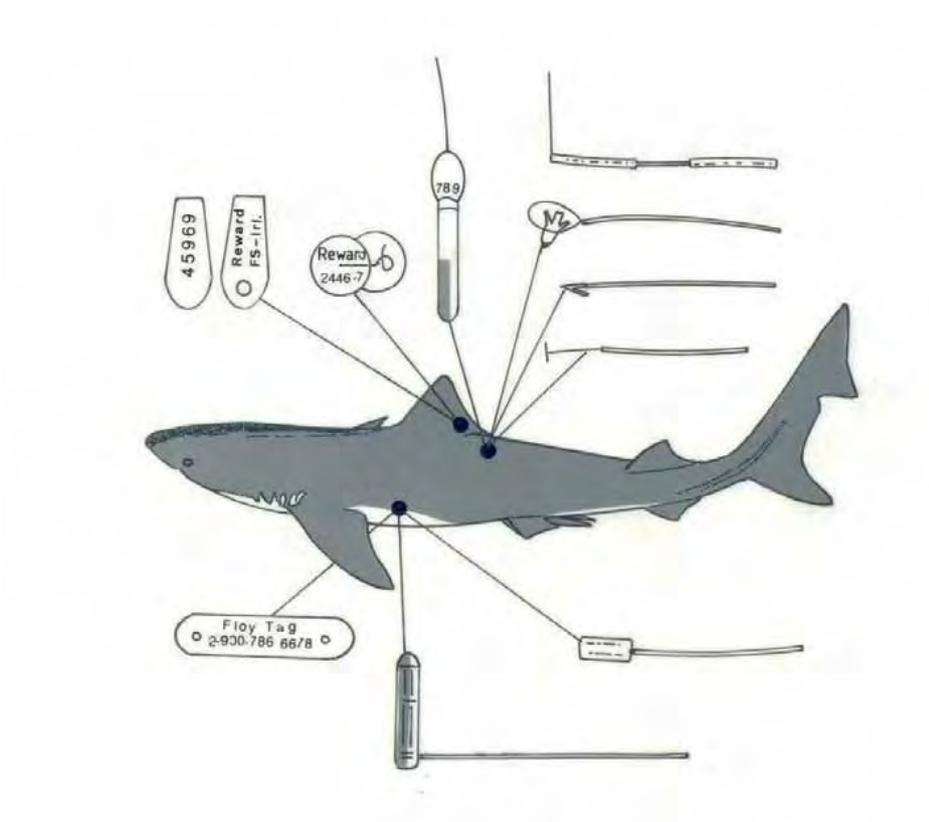


Figura 2.2. Principales tipos de marcas. En la parte superior algunas marcas externas, en la inferior marcas internas. Dibujo R. Gancedo.

2.1 Marcas convencionales externas

El disco de Petersen, diseñado por Petersen en 1896, (Figura 1.1 capítulo 1) ha sido una de las marcas que ha tenido más éxito y que más se ha empleado en la historia de la biología halieútica. Aunque ha sufrido diversas modificaciones con los años, en esencia, consiste en dos discos de plástico que se colocan cada uno a cada lado de la aleta dorsal o músculo del pez y se conectan entre sí por un alambre de acero inoxidable o alfiler. Antiguamente se empleaba el hilo de plata, pero se ponía quebradizo después de un año y la marca se desprendía. El número de la marca así como la referencia del organismo o institución que lleva a cabo el marcado está grabado en la superficie de los discos. Los principales inconvenientes que tiene este tipo de marcas son, por un lado, la tendencia a recubrirse de algas y cirrípedos y, por otro, pueden limitar el crecimiento de la aleta. En peces planos como la platija, la marca se pone inmediatamente debajo de la aleta dorsal. En las rayas se ponen en una de las aletas pectorales entre las aberturas branquiales y el ápice de la aleta. En los peces redondos o en los tiburones también se ponen debajo de la aleta dorsal (Figura 2.2). Cuando se marcan peces, los discos deben estar flojos en el hilo, con una holgura hasta de 5 mm, según la talla del pez, para permitir el crecimiento.

Otro tipo de marcas de uso muy extendido sobre todo en tiburones son las que se conocen como **Rototags**. Básicamente existen dos modelos, la Jumbo, que tiene forma semi rectangular (Figura 2.3) y la ORI de forma circular. Este tipo de marcas fueron diseñadas en principio para el ganado pero posteriormente se adaptaron a especies de vida salvaje y marinas. Estas marcas



Figura 2.3. Modelo Jumbo utilizado en el marcado de algunos tiburones como el cazón o la tintorera. Foto C. Rodríguez- Cabello.

se colocan con la ayuda de un aplicador en el borde de la aleta dorsal a través de un agujero realizado con un punzón. Están hechas de nylon y al igual que ocurre con las marcas Petersen tienen tendencia a cubrirse de algas y otros invertebrados, lo que puede influir en el crecimiento.



Figura 2.4. Marca tipo dardo y arpón utilizado para marcar atunes rojos de gran tamaño (>20 k) desde la embarcación. Foto E. Rodríguez-Marín.

Las marcas dardo, también conocidas como *spaghetti*, tuvieron su origen en los estudios de marcado de especies pelágicas principalmente los túnidos (McFarlane *et al.*, 1990). Se desarrollaron en principio para facilitar el marcado de individuos en el agua ya que muchas especies pelágicas llegan a alcanzar tallas muy grandes que imposibilitan subirlas a bordo (Figura 2.4).

El diseño original se fue adaptando a distintas especies entre ellas los tiburones (Casey and Kohler, 1992) y en la actualidad existen muchos modelos sobre todo en la forma de inserción (Kohler and Turner, 2001). Se trata de un filamento de plástico (vinilo o nylon) unido a una punta o flecha también de plástico o acero inoxidable. La información se encuentra grabada en el filamento de plástico o dentro de una cápsula unida al filamento (Figura 2.5).



Figura 2.5. Marcas tipo dardo ó *spaghetti* en tubos con alcohol preparadas para ser colocadas con la ayuda de una aguja o punzón. Foto M. Ruiz.



Figura 2.6. Marcas de distintos tamaños del tipo dardo (T-bar) y pistola utilizada para insertar las marcas. Foto C. Rodríguez-Cabello.

Una de las más extendidas por su fácil colocación y bajo coste es la **marca dardo tipo T** (T-bar en inglés). Para su colocación es necesaria normalmente una pistola con una aguja de acero inoxidable a través de la cual se inserta la marca en la musculatura del pez (Figura 2.6). Generalmente la marca se suele colocar en el dorso del pez a la altura de la aleta dorsal. La principal ventaja de este tipo de marcas es su fácil colocación.

La marca Lea es un cilindro de plástico que contiene un mensaje, un número y una letra de clave impresos en papel. Generalmente el cilindro es amarillo en la parte central y azul en los extremos (Figura 2.7). Esta marca se llama “hidrostática” porque su flotabilidad en el agua es neutra. Se usa exclusivamente en peces redondos y normalmente se pone delante de la primera aleta dorsal, preferiblemente con hilo de nylon trenzado blando; el hilo metálico y el monofilamento de nylon cortan la carne del pez, causan heridas y la marca acaba desprendiéndose. Esta marca se ha usado principalmente en arenque, caballa y bacalao, aunque en la actualidad está en desuso.



Figura 2.7. Marca Lea. Foto C. Rodríguez-Cabello

Marcas para moluscos

Los Moluscos forman uno de los grandes filos del reino animal. La variedad de formas, tamaños, tipos de vida y ciclos vitales es extraordinaria, basta con comparar un mejillón, un caracol y un calamar. En las técnicas de marcado podemos establecer dos grandes grupos: los que poseen concha externa como los gasterópodos (caracoles, lapas) o bivalvos (mejillón, almeja, vieira, etc) y los que poseen concha interna como los cefalópodos (pulpo, calamares o sepias).

Los gasterópodos o bivalvos se han marcado de dos maneras; una de ellas consiste en lijar ligeramente la concha para obtener una superficie suave y seca y a continuación pegar con adhesivo impermeable una marca Petersen (Figura 2.8) con un código o número (Thomson, 1963); el otro método, conveniente para las vieiras, es hacer un agujero en la oreja anterior de la valva plana con un taladro mecánico y con alambre de acero inoxidable sujetar un disco Petersen numerado (Rolfe and Franklin, 1973).

En el caso de los cefalópodos, por ejemplo el pulpo, también se han aplicado marcas externas tipo Petersen o tipo dardo las cuales generalmente se insertan en uno de los brazos o tentáculos (capítulo Pulpo, figuras 1.1 y 1.4), así como marcas internas, sustancias químicas (principalmente en la fase larvaria) o tipo implantes.



Figura 2.8. Marcas Petersen aplicadas sobre un grupo de mejillones (de www.star-oddi.com).

Marcas para crustáceos

Los crustáceos se marcaron inicialmente sujetando discos Petersen con hilo metálico al caparazón, pero con el inconveniente de que se pierden en la muda. Para resolver este problema, en los cangrejos se ha empleado la **marca de sutura**; un trozo de alambre quirúrgico se pasa por la línea epímera del crustáceo (línea de unión entre dos segmentos del abdomen) y se enhebra un disco Petersen a las extremidades del alambre uniéndose con un precinto (Mistakidis, 1959) (Figura 2.9). Se han empleado diversos procedimientos para marcar crustáceos decápodos, incluidos los citados discos Petersen, marcas dardo (tipo T-bar, ver ficha 4.2 capítulo Langosta, figuras 1.3 y 1.4) y bucle insertadas en la unión del cefalotórax y el abdomen. Una de las más utilizadas es la marca **Streamer**, que consiste en una lámina de polietileno en uno de cuyos extremos va pegada una aguja, la cual se introduce a través del tejido muscular donde se va a insertar la marca hasta que la parte fina de la lámina queda centrada en el interior del ejemplar y a continuación se despega la aguja (Figura 2.10). Están disponibles en varios colores y en la lámina va impreso el código para identificar al ejemplar y a la institución que lo marcó. También se han utilizado marcas internas (pequeñas placas de plástico) para marcar camarón ((Neal, 1969) y marcas electrónicas de radio-seguimiento en langostas y centollos para estudiar su comportamiento.



Figura 2.9. Aplicación de una marca de sutura en un crustáceo (de Mistakidis, 1959).



Figura 2.10. Marcado de una langosta utilizando la marca de streamer (de www.star-oddi.com).

Marcas para reptiles

Las marcas más comúnmente usadas en tortugas marinas están hechas de metal o plástico, y se aplican en los bordes posteriores de las aletas (Figura 2.11). Algunos investigadores han desarrollado marcas que se aseguran al borde del caparazón, pero la información detallada sobre su nivel de éxito aun no está disponible.

Las marcas plásticas más frecuentemente usadas en tortugas marinas consisten en dos piezas que requieren un aplicador o pinza especial para embonar ambos lados, son del tipo Jumbo. Una vez colocadas, no pueden separarse sin destruir la marca. Una herramienta adicional, como un punzón para cuero u otro objeto puntiagudo, es usualmente necesaria para perforar la aleta antes de usar la pinza. La marca cerrada consiste en dos placas paralelas giratorias, unidas por el extremo donde la marca pasa a través de la aleta.

El plástico puede ser susceptible a un mayor o menor desgaste, fragilidad y quebradura dependiendo del tipo de material, el comportamiento de la tortuga y las características del hábitat marino donde el marcado se llevará al cabo. Asimismo, la forma abierta de la mayoría de las marcas plásticas las hace susceptibles de enredarse en redes de enmalle, pudiendo aumentar así la vulnerabilidad y mortandad de estas especies al quedar atrapadas en las redes. Por esta razón se empezaron a usar marcas metálicas. Las más utilizadas actualmente, están hechas de titanio puro o aleaciones y los modelos más conocidos son: Monel 400 e Inconel 625 (Figura 2.12). Estas marcas requieren una pinza especial para su aplicación correcta. Sin embargo, excepto para las duras aletas delanteras de la tortuga laúd, no se requiere normalmente la perforación previa debido al diseño auto-perforante de la marca. Cuando se presiona la pinza, la punta afi-

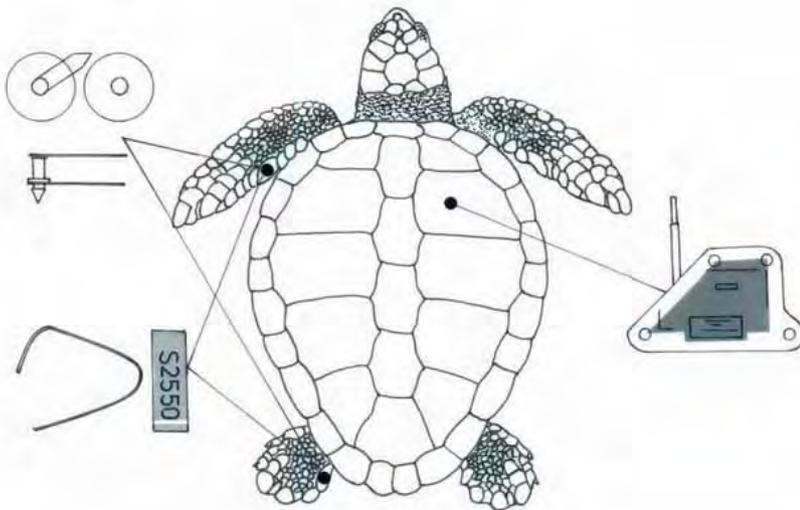


Figura 2.11. Diferentes tipos de marcas utilizadas en las tortugas marinas. En la parte superior izquierda marca de plástico, en la inferior izquierda marca metálica (acero monel, inconel, titanio) y en la derecha marca electrónica PIT. Dibujo R. Gancedo.

lada de la marca perfora a través de la aleta y pasa por un orificio en el extremo opuesto de la marca, donde se dobla y engancha. La forma de la marca cerrada es rectangular u oval para evitar que los extremos o partes salientes puedan quedar atrapadas en una red.

En el caso de las tortugas también se pueden colocar marcas electrónicas que se describen a continuación. Las marcas más utilizadas son los transmisores pasivos integrados o PIT o las marcas de satélite modelo SPOT (ver apartado de marcas electrónicas). En la Figura 2.13 se muestra un ejemplo de este tipo de marcas y su colocación en una tortuga laud.



Figura 2.12. Marcas metálicas tipo Monel 400 y el alicate especial utilizado para marcar tortugas marinas. Foto X. Valeiras.



Figura 2.13. Colocación de una marca de radiosatélite en una tortuga laud. Foto cedida por ANILTAK.

2.2 Marcas convencionales internas

Las marcas internas se utilizaron inicialmente en peces como el arenque, la anchoa o el merlán los cuales habitualmente se desembarcan en grandes cantidades para transformarlos en harina o aceite o para realizar conservas. Al no manipularse los ejemplares individualmente las probabilidades de que las marcas externas fueran observadas eran muy pequeñas. Este tipo de marcas consisten en pequeñas placas de acero con letras y números de identificación. Se colocan o proyectan en la cavidad del cuerpo con unas pinzas o una pistola (Aasen *et al.*, 1961). Para quitar los trozos de hierro que hayan podido caer accidentalmente entre los peces, los transportadores de cinta que los llevan a la fábrica tienen poderosos separadores magnéticos, que también detectan las marcas de acero y así se pueden descubrir los peces marcados.

Posteriormente se han ido desarrollado otros tipos de marcas internas. En camarones y gambas se usan principalmente marcas fabricadas en plástico y de forma rectangular (Figura 2.14). Las marcas se insertan lateralmente en la musculatura del primer segmento abdominal haciendo una pequeña incisión por la parte ventral. La información va impresa en la marca y aunque estos crustáceos se descargan en grandes cantidades, se manipulan por separado, por lo que la marca puede ser detectada.

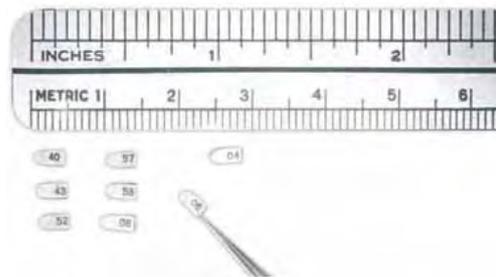


Figura 2.14. Marcas internas utilizadas para el camarón (de Neal, 1969).

La ventaja de estas marcas es que son muy duraderas, lo que es útil para especies que viven muchos años. Sin embargo, tienen el inconveniente de que es necesario abrir el pez para identificar el ejemplar.

Otro tipo de marca interna fue diseñada en 1936 por Rousenfell (Rousenfell and Kask, (1945). Consiste en un disco de plástico unido a un filamento que se inserta en la cavidad del cuerpo

haciendo una pequeña incisión y el filamento queda al exterior. La información suele estar grabada tanto en el disco como en el filamento. Este tipo de marca fue el prototipo de las marcas dardo que se desarrollaron posteriormente y que hemos citado en el apartado anterior (Figura 2.15).



Figura 2.15. Marca de anclaje. Foto C. Rodríguez-Cabello.

Marcas de cable de acero codificadas (CWT)

Las marcas de cable de acero codificadas (del inglés Coded Wire Tags CWT), consisten en un trozo de cable de acero inoxidable magnetizado de unos 0.25 mm de diámetro y 1 mm de longitud. La marca se puede identificar por medio de una serie de ranuras o números (Figura 2.16). Se implantan con una aguja hipodérmica en un tejido del pez, generalmente en el extremo anterior de la cabeza (narinas), aunque también en el tejido próximo a la mandíbula. La longitud estándar es 1.1 mm aunque para especies muy pequeñas también se fabrican en 0.5 mm. Fueron diseñadas en un principio para peces de pequeño tamaño pero también se han aplicado con éxito en crustáceos.

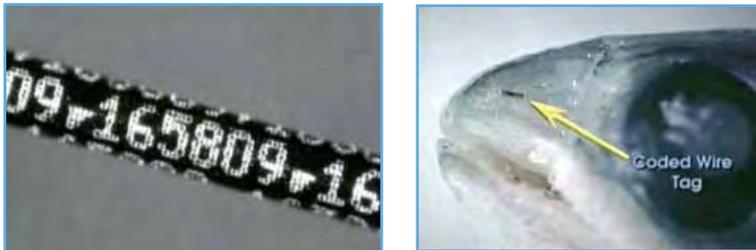


Figura 2.16. Marca CWT con códigos insertada próxima a las narices, para identificar el ejemplar. (de www.nmt.us. Northwest Marine Technology, Inc.).

Las ventajas de este tipo de marcas son: se pueden utilizar en ejemplares muy pequeños, producen un impacto mínimo, tienen una alta tasa de retención, son de bajo costo y se pueden identificar individualmente los ejemplares. Entre las limitaciones figuran: el alto coste del equipo necesario para detectarlas, es necesario abrir el animal para poder leer la marca e identificar al ejemplar porque las marcas no son visibles exteriormente.

Marcas de implante visible tipo Alfa (VIA)

Este tipo de marca consiste en una sustancia formada por un compuesto elastómero que se inyecta con una especie de jeringa en un tejido del animal, generalmente transparente como es

el tejido adiposo próximo a los ojos, o la membrana de las aletas (Figura 2.17). Esta sustancia no irrita el tejido y no parece tener ningún efecto adverso. En algunas especies se han inyectado en otros sitios como en la mandíbula. Están disponibles en varios colores y dos medidas, una estándar 1.0 x 2.5 mm y otra grande 1.5 x 3.5 mm.



Figura 2.17. Marca de Implante (VIA) en el tejido próximo al ojo de un salmónido (de www.nmt.us. Northwest Marine Technology, Inc.).

Las ventajas de este tipo de marcas son las siguientes: los ejemplares se pueden identificar individualmente, existe una alta tasa de retención de la marca, producen un impacto mínimo en el crecimiento y la supervivencia del animal, son visibles externamente y son de bajo coste. La visibilidad aumenta usando luz ultravioleta. Algunas de las limitaciones son que no se pueden utilizar en ejemplares muy pequeños, no todas las especies poseen tejidos apropiados y la marca puede quedar enmascarada o ser difícil su identificación por la pigmentación.

Marcas de implante visible tipo elastómero (VIE)

Están formadas por dos componentes de silicona que se mezclan inmediatamente antes de usarse. Estas marcas se inyectan con una jeringa como si fuera un líquido el cual rápidamente se solidifica (Figura 2.18). Las marcas se suelen aplicar debajo de un tejido transparente o translúcido y son visibles externamente. Se han utilizado en un gran número de especies tanto cefalópodos, crustáceos, reptiles y anfibios.

Las hay disponibles en colores fluorescentes y no fluorescentes. Ambos colores son muy visibles con luz ambiente, pero en el primer caso su visibilidad se incrementa al aplicar luz ultravioleta.



Figura 2.18. Marcas de Implante (VIE) situadas delante y detrás del ojo del pez, iluminadas con luz ultravioleta (de www.nmt.us. Northwest Marine Technology, Inc.).

Marcado con sustancias químicas

Generalmente se trata de sustancias químicas que se aplican de distintos modos:

- Inyectándolas directamente en la musculatura del pez o cavidad peritoneal
- Sumergiendo las especies que se van a marcar en un baño conteniendo dicha sustancia
- Incorporándola en el alimento como en el caso de los peces o animales de cultivo

Suelen consistir en compuestos químicos fluorescentes (alizarina, fluoresceína, tetraciclina), tintas (china, rojo neutro, rodamina) o compuestos metálicos (sulfuro de mercurio y cadmio). El método se basa en la capacidad que tienen estas sustancias de incorporarse en los tejidos (óseo, cartilaginoso, etc.) del animal al poco tiempo de ser suministradas y de esta forma es posible identificar el ejemplar o el momento en que produjo el marcado. Hace unos años se descubrió que el antibiótico tetraciclina y sus derivados se fijan en las zonas óseas del cuerpo, siendo muy útiles para la validación del crecimiento por el método de piezas óseas (otolitos, espinas, vértebras). (Ver ficha 4.16 capítulo Merluza).

Por ejemplo en el estudio de las migraciones de angulas, se han empleado en ocasiones colorantes como el rojo neutro y el marrón Bismarck y en el estudio del crecimiento del pulpo se ha empleado el colorante alizarina para teñir las larvas. (Ver ficha 4.1 capítulo Pulpo).

Estas técnicas tienen el inconveniente de que, aunque cada vez más los productos que se utilizan son menos nocivos, en general todas estas sustancias tienen cierta toxicidad, y pueden afectar a la especie, y al consumidor final, por lo que entre otras recomendaciones hay que estimar bien la dosis.

2.3 Marcas electrónicas

Para comprender mejor el funcionamiento, aplicación y utilidad de cada tipo de marca conviene tener unos conocimientos previos básicos sobre las ondas acústicas, sus características, su modo de transmisión, etc., para lo cual hemos incluido un apéndice con algunos de estos conceptos y los aspectos teóricos de la biotelemetría.

A modo de introducción podemos decir que el agua de mar es prácticamente opaca a la radiación electromagnética. Las señales de radio se atenúan en el agua rápidamente y a no ser que la antena esté muy cerca del transmisor es muy difícil recibir la señal y poder seguir a los animales marinos a grandes distancias, por lo que el seguimiento basado en ondas de radio es prácticamente imposible. En el medio marino, por tanto, las marcas electrónicas más utilizadas se pueden incluir en dos grandes grupos: las marcas acústicas, basadas en ondas acústicas, y las marcas archivo que son como pequeños ordenadores con un reloj integrado y varios sensores capaces de recoger la información y almacenarla durante varios años. Entre los sensores que suelen incorporar estas marcas figura uno que mide la intensidad de luz ambiente (para estimar la posición geográfica), un sensor que mide la presión del agua (para estimar la profundidad), un sensor para medir la temperatura del agua y otro para la temperatura interna del animal. Tienen el inconveniente de su alto coste y que es necesario recuperar el pez para obtener la marca interna. Este problema se ha intentado solucionar con el desarrollo de las marcas por satélite o Pop-up, parecidas a las marcas archivo, con la diferencia de que en un momento determinado, programado por el investigador, se desprenden del pez, suben a la superficie y desde ahí envían la información registrada vía satélite.

Las marcas acústicas, que se suelen fijar a los peces externamente, aunque también pueden colocarse internamente, emiten sonidos de alta frecuencia que son inaudibles por el pez y por los humanos, pero permiten que la marca se localice mediante un sonar o por medio de un hidrófono colocado en el casco de una embarcación en movimiento o en una estación fija. La mayoría de las marcas acústicas emiten ultrasonidos en frecuencias que van desde 30 a 300 kHz, los cuales se producen a partir de las vibraciones originadas en un transductor. Las ondas con estas frecuencias se propagan bien en el agua de mar, mientras que las ondas de radio electromagnéticas se absorben rápidamente. El tamaño de la marca está condicionado en gran medida por el tamaño del transductor, y a su vez el tamaño de este o su diámetro es inversamente proporcional a la frecuencia que emite (Priede, 1986). Es decir a mayor diámetro menor frecuencia y por tanto mayor distancia de alcance, ya que cuanto menor sea la frecuencia mayor es el alcance de la onda. Así, por ejemplo, un transductor grande emite una onda acústica de 32 kHz la cual puede llegar a 2.5 km (Klimley *et al.*, 1998), un transductor pequeño emite a una frecuencia de 300 kHz y por tanto el alcance no supera los 400 m. Las frecuencias de 30 a 50 kHz

se suelen utilizar en especies pelágicas que realizan grandes desplazamientos, mientras que las frecuencias mayores se utilizan en especies costeras o estuáricas. Las frecuencias muy altas (150-300 kHz) se aplican cuando se necesita que la marca sea muy pequeña.

Las marcas acústicas pueden ser a su vez de transmisión, es decir que emiten continuamente la señal o impulso o transpondedoras las cuales sólo emiten la señal cuando reciben otra señal externa, por ejemplo procedente de un sonar. A su vez, estas últimas pueden estar codificadas individualmente o pueden ser de pulso, lo que permite seguir a un grupo o banco de peces al mismo tiempo.

Marcas transpondedoras

Marcas de seguimiento pasivo integrado o PIT (Passive Integrated Transponding Tags): estas marcas consisten en una bobina electromagnética encapsulada y un microchip, los cuales se insertan dentro de la cavidad del pez con la ayuda de una jeringa. La marca es inerte hasta que se activa inductivamente con un lector, el cual proporciona energía a la marca para transmitir un único código alfanumérico (Figura 2.19). Estos sistemas proporcionan la posibilidad de usar hasta 34 billones de códigos distintos y trabajan con frecuencias que van de 125 a 400 KHz, pero el rango de detección de la señal es limitado. El tamaño de estas marcas oscila entre 11 y 28 mm de longitud y de 2,1 a 3,5 mm de diámetro. Estas marcas pueden durar toda la vida del pez y no es necesario anestesiarse o matar el pez para obtener los datos del marcado.



Figura 2.19. Marca PIT (de www.star-oddi.com).

Marcas de seguimiento por Sonar

Permiten identificar la posición exacta de un pez marcado con respecto al barco. A diferencia de otro tipo de marcas electrónicas estas se caracterizan porque sólo transmiten la señal acústica cuando reciben una señal o pulso de un sonar. Las frecuencias ultrasónicas se producen al estimular un transductor de cerámica de forma anular con una frecuencia determinada. Como en el caso anterior, el tamaño de la marca depende del tamaño del transductor, cuyo diámetro es inversamente proporcional a la frecuencia. El rango de acción es también inversamente proporcional a la frecuencia, de tal modo que por ejemplo frecuencias pequeñas de 30 kHz poseen un rango de 1 Km, y frecuencias altas de 300 kHz poseen un rango de menos de 400 m. Las altas frecuencias 150 a 300 kHz se suelen utilizar para especies de agua dulce, o donde se requiere que la marca sea pequeña, o cuando se dispone de sonares específicos de alta frecuencia.

Marcas de transmisión

Las marcas de transmisión acústica y radio continua han ido aumentando de tamaño al desarrollarse nuevas aplicaciones. Son más grandes que las PIT y requieren una batería interna para suministrar energía al transmisor y al microchip (si lo llevan). La duración de la batería es un aspecto fundamental en los estudios de telemetría y en general esta en función del tamaño de esta, la fuente de energía y el rango y frecuencia de las señales emitidas. Por regla general los estudios de telemetría se llevan a cabo durante periodos cortos de tiempo (horas o meses). Existen básicamente dos tipos de marcas en función de si la señal es a modo de pulso o codificada.

Marcas de pulso

Las marcas de transmisión acústica y radio continua en forma de pulso transmiten la señal en pulso en un nivel seleccionado. Aunque en teoría se puede realizar el seguimiento de varios peces o individuos marcados al mismo tiempo, usando múltiples frecuencias o pulsos, en la práctica es difícil distinguir más de 5 pulsos en una frecuencia individual.

Las ondas de radio, que sólo se pueden emplear en aguas de baja salinidad, son útiles en estudios de agua dulce, ya que se ven menos afectadas por obstáculos, turbidez, estratificación térmica, que las ondas acústicas (no electromagnéticas). Este tipo de señales pueden llegar hasta la superficie y ser detectadas a gran distancia porque hay pocas pérdidas de la señal en el aire. Los receptores pueden estar en barcos, en estaciones en tierra o en aviones. Trabajan en frecuencias que van desde 20 a 250 MHz.

Las ondas acústicas se emplean en el mar porque el sonido se transmite a mayor distancia. Se utilizan frecuencias de 30-300 kHz. Permiten seguir a una especie en mar abierto utilizando un simple sistema receptor consistente en un hidrófono direccional, un receptor portátil y unos audífonos. Este método proporciona solamente información, no muy precisa, acerca del movimiento del pez respecto al barco. Para conocer la posición exacta es necesario disponer de al menos dos hidrófonos fijos adicionales, para estimarla por triangulación.

Tanto las marcas electrónicas basadas en ondas de radio como en ondas acústicas, se pueden programar para que transmitan el pulso o señal a un intervalo de tiempo determinado o prefijado.

Marcas codificadas

Las marcas codificadas emiten una señal digital codificada en una frecuencia acústica o de radio específica. Cada señal en teoría puede ser única, lo que ofrece la posibilidad de que muchos ejemplares se puedan seguir al mismo tiempo individualmente en una única frecuencia y esta información pueda ser registrada y almacenada automáticamente en un ordenador.

Marcas archivo o DST (Data Storage Tags)

Como su nombre indica permiten almacenar mucha información dependiendo del sensor y son capaces de proporcionar estimaciones directas de la posición geográfica a distintos intervalos de tiempo y durante bastante tiempo. Los últimos avances en este tipo de marcas es que pueden ser programadas para recoger datos de temperatura, profundidad, salinidad, presión, luz e indicadores químicos y fisiológicos a determinados intervalos de tiempo, pudiéndose registrar datos durante 5 años y almacenarlos hasta más de 20. Su inconveniente, además de su elevado precio, es que para obtener la información es necesario recuperar el pez. A menudo, se coloca también una marca externa, para facilitar la identificación del ejemplar (Figura 2.20).



Figura 2.20. Modelo Mk9 (de wildlife computers).

Marcas satélite (Pop up Tags)

Al igual que las marcas anteriores DST, estas permiten almacenar muchos datos pero en lugar de ser necesario recuperar la marca, se transmiten los datos vía satélite a unas estaciones receptoras. Hasta la fecha este tipo de marcas sólo pueden transmitir un número limitado de datos, aunque tengan almacenada gran cantidad de información (Figura 2.21).



Figura 2.21. Marca satélite modelo SPOT 5 (de wildlife computers).

El progreso de este tipo de marcas ha sido posible gracias al desarrollo del sistema de posicionamiento y recopilación de datos (CLS) ARGOS. El sistema Argos consiste en un equipo adicional de adquisición y emisión de datos incorporado en los satélites orbitales de la NOAA, y en unos receptores o estaciones fijas en tierra y unos sistemas de procesamiento de esos datos. Los equipos del satélite registran los datos emitidos por las marcas y posteriormente envían esta información a las estaciones en tierra. Una vez ahí se procesa la información y se puede conocer la posición exacta de la marca y los datos enviados por la misma. Este tipo de marcas necesitan disponer de una antena la cual es necesario que se encuentre por encima de la superficie para poder emitir los datos. Cada transmisión lleva aproximadamente de 0.5 a 1 segundo. Un satélite Argos debe recibir al menos tres transmisiones. El sistema usa frecuencias de radio UHF y el sistema de localización Doppler depende de la frecuencia transmitida. Al principio este tipo de marcas se limitaban a animales terrestres o a especies marinas pero de gran tamaño y que frecuentemente subían a la superficie. En la actualidad se han desarrollado un tipo de marcas conocidas como Pop up que se desprenden del pez en un momento prefijado y flotan hacia la superficie desde donde transmiten los datos al satélite Argos (Figura 2.22).



Figura 2.22. Marca satélite Pop Up modelo Mk10 -PAT 25 (de wildlife computers).

El sistema Argos está programado actualmente para operar al menos hasta el año 2010. Con más de 7.000 plataformas activas en todo el mundo, Argos se ha convertido en el sistema de refe-

rencia para la observación y el control del medio ambiente. El sistema de base fue desarrollado por:

- La Agencia Espacial Francesa (CNES)
- La Administración Nacional Americana Oceánica y Atmosférica (NOAA)
- La Administración Nacional Americana Aeronáutica y Espacial (NASA)

Los nuevos copartícipes en esta cooperación internacional que suministrarán satélites adicionales serán:

- La Agencia Espacial Japonesa (NASDA)
- La Organización Europea Meteorológica por Satélite (EUMETSAT)

Entre las muchas aplicaciones que posee el sistema, algunas ya descritas anteriormente, en el medio marino podemos destacar las siguientes: definir las corrientes en los mapas oceánicos mediante el seguimiento de boyas oceanográficas, monitorear flotas de barcos pesqueros, seguir de cerca barcos que transportan materias peligrosas, o seguir la pista de las aves en vuelo u otro animal que lleve un emisor Argos. Asimismo, el emisor puede enviar información sobre la temperatura de la superficie del mar, la velocidad del viento o la frecuencia del latido del corazón.

Esquemáticamente el sistema Argos funciona de la siguiente manera:

- Los emisores automáticos Argos envían mensajes a los satélites situados en la órbita más cercana de la tierra.
- Los satélites retransmiten a tierra los mensajes a las estaciones receptoras.
- Estas estaciones reenvían automáticamente los mensajes a los centros de procesamiento de Argos.
- Los centros de procesamiento calculan la ubicación del emisor, analizan la información de los captadores y envían la información procesada.

Capítulo 3. Cómo realizar el mercado

Para que el marcado de una especie tenga éxito, hay que tener en cuenta una serie de factores que vamos a describir brevemente. Ya hemos visto que se pueden utilizar actualmente muchos tipos de marcas, y que no existe una marca ideal u óptima, la elección de una u otra dependerá de la especie en cuestión, del tamaño medio de los ejemplares que se desean marcar, del objetivo del estudio y de la duración del experimento entre otros factores, incluidos los medios económicos. En cualquier caso, el primer paso consiste en **capturar** a los ejemplares vivos y en buen estado. Esta operación requiere que la especie sufra el menor daño posible con el arte de pesca y que el tiempo que el ejemplar permanece fuera del agua, sea el menor posible. Así y todo, muchas especies no soportan los fuertes cambios de presión que se producen al pasar de la profundidad en la que viven a la de superficie, por lo que no todas las especies llegan vivas ó en buen estado a bordo para ser marcadas. Esto ocurre principalmente con las especies que habitan en el fondo o a cierta profundidad. Entre los efectos que se producen a menudo en los peces con los cambios bruscos de presión se pueden citar los siguientes: 1) vejiga natatoria hinchada; 2) evaginación del estómago; 3) extrusión del ano; 4) ojos hinchados, (Figura 3.1). Estas alteraciones en la mayoría de los casos son irreversibles y conducen inevitablemente a la muerte. Además de estos daños se producen otros como consecuencia de la captura ó al introducir el arte a bordo, como son la pérdida de escamas, pérdida de algún miembro, heridas y golpes. Como resultado la mayoría de las especies mueren al poco tiempo de la captura y si sobreviven no son aptas para el marcado ya que la capacidad de supervivencia posterior al marcado es prácticamente nula.



Figura 3.1. Efecto de la despresurización en una especie de fondo *Mora moro*. Nótese los ojos saltones, el estómago evaginado y la vejiga natatoria hinchada en la zona ventral. Foto C. Rodríguez-Cabello.

Una vez superada esta primera fase, la siguiente es la de **manipulación**. Muchas especies son muy resistentes a la captura y posterior manipulación como es el caso del bacalao ó la pintarroja. Sin embargo, otras especies son muy delicadas como por ejemplo las sardinas ó el chicharro que a pesar de llegar vivas a bordo enseguida sufren daños y pierden escamas lo que posteriormente conducirá a la muerte por infecciones.



Figura 3.2 y 3.3. Captura de especies de fondo con un arte de arrastre y especies pelágicas con un arte de cerco. Fotos C. Rodríguez-Cabello.

La tercera y última fase sería el **mercado**. A continuación se dan una serie de recomendaciones para llevar a cabo con éxito un experimento de marcado.

1. Elegir el método de captura óptimo para que la especie sufra el menor daño posible con el arte de pesca. Por ejemplo, si se utiliza un arte de arrastre, limitar el tiempo de arrastre para evitar que el copo llegue muy lleno con el consiguiente perjuicio para las especies, así como realizar las operaciones de virado e izado a bordo lo más lentas posibles para que las especies puedan adaptarse mejor a los cambios de presión (Figuras 3.2 y 3.3).

2. El tiempo de manejo ó manipulación del pez desde que es capturado hasta que es marcado y liberado debe ser el mínimo posible. Un consejo es ensayar antes con peces muertos para adquirir la destreza necesaria, sobre todo si el tipo de marca que se va a colocar es interna ó electrónica.

3. En algunos casos puede ser necesario el empleo de algún tipo de anestésico, para la cual se debe consultar la lista de los más adecuados así como la dosis óptima (Thorsteisson, 2002).

4. Es aconsejable, en lo posible, mantener los ejemplares una vez marcados en tanques ó instalaciones adecuadas durante algunas horas antes de ser liberados, para estudiar su supervivencia y recuperación tras el marcado, así como la posible pérdida de las marcas. Muchas especies, tras el trauma sufrido por su captura y posterior manipulación durante el marcado, quedan algo aturdidas y estresadas y por lo tanto se vuelven más vulnerables a los predadores. En esos casos, conviene tomar las



Figura 3.4. Heridas producidas por una marca dardo tipo T-bar en una pintarroja. Foto C. Rodríguez-Cabello.

máximas precauciones al liberar de nuevo los ejemplares ante la presencia de otros predadores como las aves (alcatraces, gaviotas) o túnidos, tiburones, orcas, etc. En algunos casos la producción de ácido láctico ocasionado por el stress puede continuar una vez terminado el marcado (Wendt and Saunders, 1973). Si los niveles de ácido láctico son muy elevados pueden causar irremediablemente la muerte del pez. La temperatura del agua también parece jugar un papel importante ya que la recuperación es más lenta a temperaturas más bajas pero el exceso de ácido láctico es menor, por lo que se recomienda mantener a los ejemplares en agua relativamente fría. El fin último es evitar que la mortalidad después del marcado sea importante.

5. El tipo de marca debe ser el más adecuado para cada especie y la colocación se debe realizar en el lugar más apropiado, para lo cual se aconseja tener unos conocimientos previos de la anatomía y comportamiento de la especie. Se recomienda revisar los trabajos anteriores realizados con esa especie o similares para obtener mejores resultados (Figura 3.4).

6. Por último, el éxito del marcado depende en gran medida del número de ejemplares que se recapturan posteriormente o en años sucesivos, para lo cual es necesario en la mayoría de los casos la colaboración del sector pesquero. Es muy importante por tanto difundir las actividades de marcado, bien sea a través de posters, cartas a las cofradías de pesca, lonjas o puntos de venta, comunicados en prensa, radio, etc., con el fin de que llegue la información al mayor número de personas, relacionadas con el sector.

Capítulo 4. Especies marcadas

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 4.1 Pulpo | 4.12 Listado |
| 4.2 Langosta | 4.13 Rabil |
| 4.3 Pintarroja | 4.14 Pez Espada |
| 4.4 Alitán | 4.15 Besugo |
| 4.5 Cazón | 4.16 Merluza |
| 4.6 Tintorera | 4.17 Austromerluza negra |
| 4.7 Sardina | 4.18 Austromerluza antártica |
| 4.8 Caballa | 4.19 Rape blanco |
| 4.9 Atún rojo | 4.20 Rape negro |
| 4.10 Atún blanco ó bonito | 4.21 Rodaballo |
| 4.11 Patudo | 4.22 Tortuga boba |

A continuación vamos a describir las principales especies sobre las cuales el Instituto Español de Oceanografía ha llevado a cabo experimentos de marcado. En muchos casos se continúa marcando estas especies por lo que es posible recapturar ejemplares. En otros casos los proyectos de marcado han finalizado temporalmente y si bien no se descarta que en un futuro próximo se puedan reanudar, utilizando otra metodología (otro tipo de marcas o en otras áreas o en otra época del año), las posibilidades de encontrar ejemplares marcados son más escasas.

En general, como ya hemos comentado, el diseño de la actividad de marcado va a depender de los objetivos que se quieran conseguir y de la biología y comportamiento de la especie. Para cada una de las especies se hace una breve descripción de las principales características biológicas y a continuación se presentan información sobre las campañas de marcado realizadas y los resultados más importantes obtenidos hasta la fecha.

El mayor número de actividades de marcado realizadas por el IEO ha sido con peces, dada la importancia comercial que tienen muchas de estas especies, no obstante, cada vez se llevan a cabo más estudios de marcado con otros grupos taxonómicos. En esta guía se ha seguido un orden evolutivo, es decir, primero moluscos, en segundo lugar crustáceos, a continuación peces y por último reptiles.

Además de las especies aquí citadas se han realizado experimentos de marcado con otras especies, que no se incluyen por diversas razones, principalmente porque al ser un marcado oportunista (es decir no dirigido a estas especies) no se ha marcado un número considerable de ejemplares y por lo tanto tampoco existe apenas información de las recapturas. Entre estas especies figuran: el olayo o bocanegra (*Galeus melastomus*), la raya santiaguesa (*Leucoraja naevus*) y la mielga (*Squalus acanthias*). También se ha llevado a cabo algún experimento con el juarel o chicharro (*Trachurus trachurus*) si bien la metodología empleada no ha sido la más adecuada por lo que no se han obtenido resultados.

4.1 Pulpo

Autores: Javier Sánchez, José Iglesias y Lidia Fuentes. IEO Vigo

Nombre científico: *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

Nombre común: Pulpo

Identificación:

El pulpo se caracteriza por tener un cuerpo blando con un cerebro bien desarrollado y ocho brazos, cada uno de los cuales posee dos filas de ventosas (Figura 1.1). Como en los vertebrados, los dos ojos grandes y complejos del pulpo tienen cristalino, lo que les proporciona una visión aguda. Estos animales pueden cambiar, de forma muy rápida, el color y la textura de su piel. Pasan gran parte de su vida camuflados o mimetizados con su entorno y son territoriales.



Figura 1.1. Pulpo con una marca tipo Petersen. Foto J. Sánchez.

Distribución y Hábitat:

Es un cefalópodo que vive en áreas costeras, en fondos de hasta 150 m de profundidad, preferiblemente en zonas rocosas aunque también habita en fondos arenosos y en campos de algas. Es un animal cosmopolita, ya que se localiza en los mares templados de todo el planeta donde la temperatura del agua se encuentra en el rango de entre 10 y 30° C. Suele realizar migraciones horizontales, de zonas más someras a más profundas en invierno y en sentido contrario en verano, con el objetivo de reproducirse.

Crecimiento:

Poseen un crecimiento muy rápido. Aunque pueden llegar a medir 1 m de longitud, raramente sobrepasan los 60 u 80 cm. La duración del ciclo vital desde que nacen hasta que mueren es de un año y medio (las hembras) o dos (los machos). El crecimiento es exponencial hasta la maduración sexual. Esta se produce en las hembras a partir de 500 gr, y en los machos a partir de 100 gr. Una vez que han eclosionado todos los huevos la hembra muere, como ocurre en la mayor parte de los cefalópodos; esto es lo que se conoce como reproducción semélpara.

Reproducción:

En los pulpos se observa dimorfismo sexual: el tercer brazo derecho en los machos es más corto y posee un canal o surco en toda su longitud. Por este canal discurren los espermatozoides que son una especie de cápsulas conteniendo espermatozoides. Este brazo se denomina hectocótilo y es el que se utiliza para copular. En la cópula, que puede durar horas, el macho le transfiere a la hembra los espermatozoides, introduciéndole el hectocótilo dentro del manto.



Figura 1.2. Detalle de la puesta en racimo de un pulpo. Foto C. Moxica.

Las hembras, cuando han sido fecundadas y están preparadas para soltar los huevos, rechazan a los machos, dejan de alimentarse y se retiran a un refugio para depositarlos.



Figura 1.3. Paralarva de un pulpo de dos semanas de vida. Foto J. Sánchez.

La puesta la componen cientos de miles de huevos (100.000 a 500.000) de 3 milímetros de largo dispuestos en forma de racimos, que la hembra va depositando y pegando a la pared de su refugio (Figura 1.2). El desarrollo embrionario depende de la temperatura: a 25°C los huevos tardan menos de un mes en eclosionar mientras que a 13°C se prolonga hasta tres meses. Al nacer, las paralarvas miden algo menos que 3 milímetros y pesan 1 miligramo. Sus rasgos morfológicos son iguales al de un adulto, de ahí la denominación de paralarva; poseen tres ventosas en cada brazo y 65 cromatóforos repartidos dorsal y ventralmente (Figura 1.3).

Alimentación:

Los recién nacidos pasan el primer y segundo mes de vida alimentándose de pequeños crustáceos planctónicos, después de lo cual se asientan en el fondo y se nutren principalmente de otros crustáceos, peces, moluscos de concha y también de otros cefalópodos.

Pesca y cultivo:

Son los animales marinos de más rápido crecimiento. Esto, unido a que están compuestos principalmente de proteínas y que existe una enorme demanda mundial para consumo humano, han hecho del pulpo una especie de enorme interés tanto a nivel pesquero como para ser cultivado en granjas marinas. Galicia es la comunidad pionera a nivel mundial en esta actividad, existiendo hoy en día pequeñas empresas que engordan pulpos en jaulas flotantes. Desafortunadamente y a pesar del gran esfuerzo que se está dedicando a la investigación, todavía no se ha podido cerrar el ciclo de cultivo de esta especie y por consiguiente las empresas que se dedican al engorde dependen de la captura en el mar de juveniles de talla mínima legal (1 kg en aguas gallegas).

Datos del marcado

Marcado de subadultos

Entre 1998 y 2001 se desarrolló en el Centro Oceanográfico de Vigo, por el equipo de cultivos, un proyecto denominado “Marcado y liberación de paralarvas y juveniles de pulpo cultivado”. Los objetivos que se plantearon fueron determinar qué marcas eran las más adecuadas para el marcado de pulpo y qué zona del cuerpo del animal era el idóneo para insertar las marcas. Para ello se realizaron ensayos utilizando una gran variedad de estilos de marcas (loops, marcas de conejos, cinchas, cintas plásticas flexibles, lancetas, discos de Petersen (Figura 1.1), marcas tipo T (Figura 1.4) marcas plásticas circulares, banderillas plásticas rectangulares, soportes de bisutería, pins comerciales y quemaduras con nitrógeno líquido). Una vez determinada la marca más efectiva, se realizaron estudios de persistencia en diferentes partes del cuerpo (manto y brazos), llegándose a la conclusión de que los discos de Petersen, y sobre todo las marcas tipo T, aplicadas en el III brazo izquierdo, son las más adecuadas para el marcado externo del cefalópodo *Octopus vulgaris* (Fuentes *et al.*, 2006).



Figura 1.4. Operaciones de marcado con marcas T-bar en el 3º brazo izquierdo. Fotos J. Sánchez.

Durante el desarrollo del proyecto se marcaron (utilizando marcas “T”) 465 ejemplares de pulpo con un rango de pesos de 703 a 987 gramos y una proporción machos: hembras de 1:1. Los animales se transportaron a bordo del buque de investigación oceanográfica “José María Navaz” en bolsas individuales, dentro de tanques de 200 litros llenos de agua saturada de oxígeno (Fuentes, 2005).

Se liberaron en tres zonas de la Ría de Vigo (Figura 1.5): externa, en la cara norte de las Islas Cíes, a una profundidad de 45,5 m, donde fueron soltados 109 individuos; interna, en la ense-

nada de San Simón, con una profundidad media de 5 m, se liberaron 86 pulpos. Los 271 individuos restantes fueron liberados en una zona media, equidistante entre las anteriores (norte de las islas Estelas), con un rango de profundidad de 21 a 38 m. Las zonas externas y media son áreas de pesca habitual de pulpo. La zona interna, con gradientes de salinidad más extremos, no es zona de pesca de esta especie.



Figura 1.5. Zonas de suelta (o) (externa, media, interna) y recapturas (●) de subadultos de pulpo marcados en la Ría de Vigo.

Se recapturaron un total de 37 individuos, lo que representó un porcentaje del 8%. Entre los recapturados, un 80,5% de peces se pescaron dentro de un radio de 5 Km del punto de suelta, lo cual indicó un comportamiento sedentario. Como hecho excepcional se capturó un individuo a 85 Km, 140 días después de su suelta, posiblemente arrastrado por las corrientes superficiales. La mayor parte de las recapturas tuvieron lugar en los primeros 25 días desde su suelta, lo cual es perfectamente explicable teniendo en cuenta que la mayor parte de los animales fueron liberados en áreas de pesca de esta especie, que se realiza usualmente con nasas. Algunos individuos permanecieron en el mar hasta 195 días después de ser liberados. El índice de crecimiento diario (DGR) fue de 10 a 15 gramos diarios. Los machos representaron un 59,5% del total de recapturas.

Marcado de paralarvas

Los objetivos que se plantearon en el proyecto de marcado en relación a las paralarvas fueron, por una parte, optimizar una técnica de marcado efectiva, determinando la dosis óptima (concentración y duración del baño); y, por otra parte, probar la fiabilidad del método a escala de laboratorio para, posteriormente, llevar a cabo marcados masivos. Las paralarvas fueron marcadas utilizando un compuesto fluorescente (alizarin complexone®) mediante la técnica de inmersión en baño (Fuentes, 2000). Esta técnica consiste en sumergir a las larvas durante un tiempo en agua de mar que contiene esta sustancia, para lo cual es necesario controlar el tiempo y la concentración del compuesto evitando así la toxicidad y posible mortalidad de las larvas (Figura 1.6). De esta forma, los estatolitos adquieren una tonalidad rojiza que puede observarse en el microscopio de fluorescencia (Fuentes *et al.*, 2000). Los estatolitos son estructuras calcáreas que se alojan en el cerebro de los cefalópodos y su función es el mantenimiento del equilibrio, control de la aceleración lineal, rotación y balanceo del cuerpo, pero además se utilizan para determinar la edad.

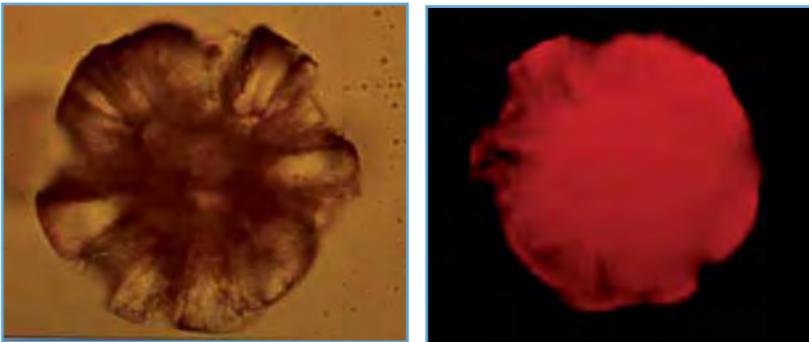


Figura 1.6. Figura 1.6. Estatolito de pulpo (izda.). Estatolito marcado con alizarin complexone® (dcha.). Fotos L.Fuentes.

Las concentraciones de alizarin probadas fueron 20, 40, 60, 200 y 300 mg l⁻¹, y las duraciones de baño aplicadas 1, 3, 6 y 24 horas. Con la finalidad de determinar la dosis de marcado óptima, a cada uno de los estatolitos se les asignó un código de calidad de marca (0, 1, 2 y 3) dependiendo de la intensidad de la marca en las tres zonas que fueron definidas en el estatolito (núcleo, zona intermedia y borde). Además se llevó a cabo un experimento adicional para evaluar el efecto del alizarin en la mortalidad de las paralarvas. Los únicos tratamientos que produjeron

mortalidades significativas fueron los de 300 mg l⁻¹ a las 6 y 24 horas (Fuentes *et al.*, 2006). Se concluyó que es posible marcar paralarvas de pulpo (*Octopus vulgaris*) a escala masiva (hasta 3.500 paralarvas l⁻¹) con un 100% de fiabilidad usando alizarin complexone. La mejor calidad de marca de los estatolitos fue obtenida con concentraciones de 60 a 300 mg l⁻¹ y duraciones de baño de 3 a 24 horas. Pero, teniendo en cuenta no sólo la calidad de la marca, sino también la mortalidad en el proceso de marcado y el coste del alizarin, se sugiere trabajar con concentraciones de 60 a 200 durante 3 a 24 horas.

A modo de experiencia preliminar, 800.000 paralarvas de pulpo marcadas con alizarin complexone (60 mg l⁻¹ durante 3 y 6 horas) fueron liberadas en la Ría de Vigo. Los intentos de recaptura realizados con periodicidad quincenal en los siguientes meses, utilizando mangas de plancton de 300 y 500 micras de luz, resultaron infructuosos. Probablemente fue debido a la rápida dispersión de las paralarvas liberadas y los efectos de la mortalidad natural y la predación.

Con los valores de las recapturas obtenidas, además de estimar el posible efecto de la suelta en la población natural, se conocerán datos sobre la reproducción, distribución de la especie en una ría, así como la composición del zooplancton existente en la zona de estudio. Estos datos básicos sobre la biología de la especie servirán como información complementaria aplicable al cultivo integral del pulpo en Galicia.

4.2 Langosta Roja

Autores: Raquel Goñi y David Díaz. IEO Baleares.

Nombre científico: *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)

Nombre común: Langosta, langosta europea, langosta roja

Identificación:

Cuerpo alargado y robusto, de color marrón a marrón-violáceo con manchas amarillentas. Caparazón más o menos cilíndrico. Rostro reducido a un pequeño diente situado en el centro de la "V" que forman las dos grandes espinas supraorbitarias de aspecto triangular. Anténulas con flagelos cortos. Antenas con el flagelo más largo que el cuerpo del animal. Borde posterior del caparazón sin espinas o dientes. Se distingue taxonómicamente de la langosta mora o blanca (*Palinurus mauritanicus*) porque esta posee una espina en la parte anterior en el propodio del primer pereiópodo y a diferencia de *P. elephas* en el abdomen hay dos surcos por cada somito abdominal (Figura 2.1).



Figura 2.1. Langosta *Palinurus elephas* en fondos someros de la reserva marina de las Islas Columbretes (Mediterráneo Occidental). Foto IEO-COB.

Distribución:

La langosta roja se distribuye en el Atlántico nororiental desde Noruega hasta Marruecos y en el Mediterráneo excepto en el extremo oriental y sur-oriental (Holthuis, 1991). Aunque no citado por Holthuis, *Palinurus elephas* también está presente en las Islas Canarias, Azores y Madeira (Goñi and Latrouite 2005) (Figura 2.2).



Figura 2.2. Distribución geográfica de *Palinurus elephas*. (de Goñi and Latrouite, 2005.).

Hábitat:

Palinurus elephas vive entre la costa y los 230 m de profundidad en hábitats rocosos y coralígenos con refugios naturales (Goñi and Latrouite 2005). En el Mediterráneo noroccidental las postlarvas pelágicas se asientan en el fondo durante el verano preferentemente en agujeros vacíos de dátil de mar (*Lithophaga lithophaga*), y grietas entre 5 y 15 m de profundidad (Díaz *et al.*, 2001), aunque también han sido observados hasta los 35 m de profundidad al final del verano (Goñi and Latrouite 2005). Se conoce poco sobre el hábitat preferente de los juveniles, pero observaciones en aguas de Irlanda indican que viven en grietas y que tienden a formar grupos (Mercer 1973). Los adultos viven en solitario o en parejas en la base de paredes o bloques sobre fondos de cascajo o maërl. Ocasionalmente se encuentran en fondos blandos y en praderas de fanerogamas.

Crecimiento:

Palinurus elephas presenta un ciclo vital complejo con una fase larvaria pelágica y una fase juvenil y adulta bentónica. Al eclosionar, las larvas filosomas miden 2 mm de longitud total (LT) y quedan a merced de las corrientes marinas costeras y oceánicas. La duración de la fase pelágica es de unos 4-5 meses, al final de la cual las filosomas se transforman en las larvas puerulus que presentan ya la morfología de la langosta adulta y llegan a alcanzar los 2 cm LT. En este momento se produce el asentamiento y se inicia la fase bentónica dónde se desarrollan la fase juvenil y adulta pudiendo alcanzar 50 cm LT. En el Mediterráneo las hembras adultas mudan 1-2 veces por año, principalmente entre abril y mayo (Marín 1987), y posiblemente también en invierno tras la eclosión de los huevos. Los machos adultos mudan como media dos veces al año, preferentemente en invierno y en otoño (Goñi and La-

trouite 2005). El número de mudas por año esta inversamente relacionado con la talla y decrece tras la madurez sexual con mayor rapidez en hembras que en machos. Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy estimados por Marin (1987) para la langosta de Córcega son: Machos: CL (logintud asintótica) = 166 CL (longitud del cefalotórax) mm, $k = 0.151$, $t_0 = 0.348$; Hembras: CL = 136 mm, $k = 0.189$, $t_0 = 0.342$. Sin embargo, la talla máxima en poblaciones menos explotadas del Mediterráneo puede superar los 160 mm CL en hembras y 180 mm CL en machos, y 170 mm CL y 200 mm CL en hembras y machos respectivamente de poblaciones del Atlántico (Mercer 1973, Goñi and Latrouite, 2005). Aunque datos publicados indican que la edad máxima es de 15 años (Marin 1987), estudios en poblaciones no explotadas sugieren que puede superar los 20 años (Goñi *et al.*, datos no publicados).

Reproducción:

La reproducción tiene lugar entre julio y octubre, dependiendo del área geográfica, con un pico en septiembre–octubre (Goñi and Latrouite 2005). La puesta tiene lugar a los pocos días de la cópula y la fecundación es externa ya que en el momento de la puesta los huevos pasan a través de la masa espermátforica depositada por el macho en el esternón de la hembra (Mercer 1973). La talla de primera madurez varía regionalmente; en el Atlántico se estima entre 82 y 95 mm de cefalotórax (CL) y en el Mediterráneo entre 76 y 83 mm CL, según la localidad. Estas tallas corresponden a edades de entre 3 y 4 años (Goñi and Latrouite, 2005). El periodo de incubación de los huevos dura 4-5 meses en el Mediterráneo y 6-10 meses en el Atlántico (Mercer, 1973, Goñi *et al.*, 2003). *Palinurus elephas* pone entre 30.000 y 200.000 huevos en una sola puesta anual (Goñi *et al.*, 2003).

Alimentación:

La langosta es carnívora generalista y oportunista, alimentándose de una variedad de organismos bentónicos, principalmente moluscos, equinodermos y crustáceos. Algunos autores consideran a la langosta roja como un animal carroñero, pero aunque puede comer carroña habitualmente se alimenta de presas y por tanto es un depredador activo (Goñi *et al.*, 2001).

Predadores:

Tanto el pulpo (*Octopus vulgaris*) como el mero (*Epinephelus marginatus*) y otros serránidos (*Serranus* spp), lábridos (*Labrus* spp) y escorpénidos (*Scorpaena* spp) son depredadores de la langosta en el Mediterráneo Occidental (Marin 1987, Quetglas *et al.*, 2001). Además algunos peces pelágicos depredan las larvas puerulus (Fage, 1927; Hedlt, 1929).

Pesca:

La pesca de la langosta tiene una larga tradición en España pero en la actualidad las pesquerías dirigidas están prácticamente restringidas a islas y archipiélagos del Mediterráneo, mientras en el Atlántico la especie es capturada de forma accesoria en pesquerías de enmalle dirigidas a peces (Goñi and Latrouite 2005). Como ocurrió en otras áreas, para paliar la caída de las capturas de langosta, durante las últimas décadas el trasmallo ha ido reemplazando a la nasa y otros métodos de pesca más selectivos pero menos eficientes. Las descargas oficiales en España en el año 2000 alcanzaron 2 toneladas en el Atlántico y 98 toneladas en el Mediterráneo. Sin embargo estas cifras subestiman las capturas reales, pues una parte significativa pero desconocida de las mismas, se comercializa fuera de los canales oficiales. El uso de coeficientes de corrección estimados para algunas localidades sugieren que las capturas podrían alcanzar las 200-400 toneladas/año en años recientes, con un precio de primera venta en 2006 de hasta 60 €/kilo.

Datos del mercado

Las experiencias de marcado-recaptura de langosta se iniciaron en 1997 y se vienen realizando anualmente durante las campañas de pesca experimental, destinadas a conocer la evolución de la población protegida en la reserva marina de las Islas Columbretes (RMIC) y durante los embarques de observadores a bordo de pesqueros artesanales en los caladeros de Columbretes, Baleares y Gerona. Para el marcado se utilizan marcas Hallprint T-bar (Figura 2.3 y 2.4) del mismo tipo que las utilizadas en el marcado de pintarroja y otros peces en esta guía.



Figura 2.3. Marcado de langosta con marcas T-bar y pistola Tag-fast (Hallprint). Foto IEO-COB.



Figura 2.4. Langosta con doble marca azul. Experiencias para estimar la tasa de pérdida de marcas. Foto D. Díaz.

La marca se inserta entre el espacio intersomital del segundo somito del abdómen, de modo que permita el movimiento del abdomen y minimice la mortalidad y la pérdida de la marca en el momento de la muda. También se han realizado experiencias de doble marcado que han permitido estimar la tasa de pérdida de marca. (Figura 2.4).

Los estudios de marcado-recaptura de langosta realizados por el equipo de Reservas Marinas del Centro Oceanográfico de Baleares tienen como objetivos principales el estudio de los patrones de movimiento y crecimiento de la especie. Los movimientos de la langosta adulta se han estudiado en particular en la reserva marina de las Islas Columbretes que protege fondos de pesca tradicional de langosta, en los que la pesca comercial está prohibida desde 1990.

El objetivo principal del proyecto LANGOSTA es el estudio del efecto reserva sobre la langosta en la RMIC. Desde que comenzó el proyecto en 1997 se han marcado 10.037 langostas y se han recapturado 3.043 (Tabla 2.1). Los resultados de este estudio indican que como consecuencia del cese de la pesca en la RMIC, la densidad de langosta en su interior es 10 veces superior a la de los caladeros explotados cercanos. Los resultados de las experien-

Año	Marcadas	Recapturadas
1997	701	232
1998	1.605	564
1999	2.268	800
2000	1.185	519
2001	1.534	552
2002	1.351	337
2003	24	5
2004	408	65
2005	470	43
2006	487	5
TOTAL	10.037	3.043

Tabla 2.1. Número de langostas marcadas y recapturadas por año en el proyecto LANGOSTA desarrollado en la reserva marina de las Islas Columbretes hasta 2006.

cias de marcado-recaptura han demostrado la existencia de un proceso de exportación de biomasa de langosta desde la reserva a la pesquería adyacente (Goñi *et al.*, 2006). Asimismo han permitido diagnosticar el desplazamiento masivo de langostas desde fondos someros de la RMIC a zonas más profundas fuera de la misma en respuesta a una tormenta severa que azotó la zona en el invierno de 2001 y que acusó un marcado descenso de la densidad de langosta en el interior de la RMIC (Goñi *et al.*, 2007).

En la Figura 2.5 se puede observar que la mayor parte de las capturas provenientes de la pesquería se producen en el borde de la RMIC, donde se concentra el esfuerzo de flota artesanal (75% de los lances de pesca a menos de 1 km, Goñi *et al.*, 2006). Los datos de marcado-recaptura también permiten estudiar los movimientos de la langosta. Así, en Colum-

bretes se ha estimado la distancia media recorrida por las langostas liberadas en el interior de la RMIC (independientemente del tiempo en libertad) en 2,5 km aproximadamente, aunque se han recapturado ejemplares a más de 30 km de distancia del punto de liberación (Figura 2.6).

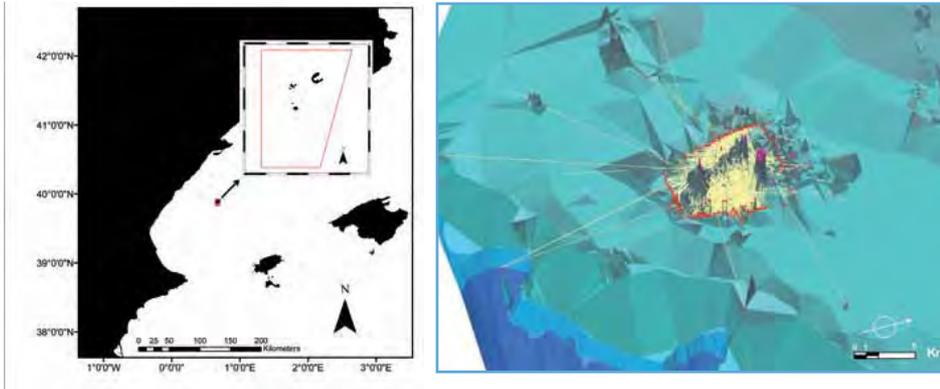


Figura 2.5. Distribución espacial de las langostas marcadas dentro de la RMIC y recapturadas en caladeros próximos. Se puede observar un gran número de recapturas en el borde de la RMIC (puntos en color rojo).

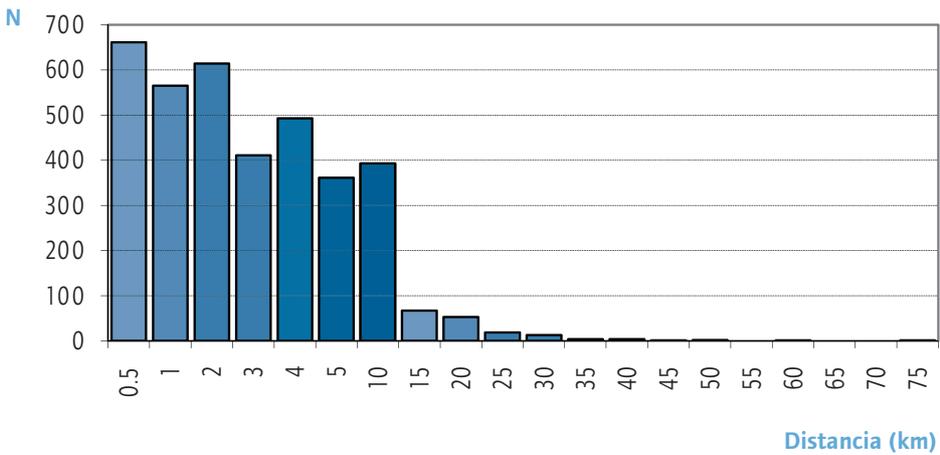


Figura 2.6. Número de recapturas en función de la distancia recorrida (distancia en línea recta entre las posiciones de liberación y de recaptura). Recapturas dentro y fuera de la RMIC combinadas.

Un problema general de los estudios que utilizan métodos de marcado-recaptura que dependen de la recapturas de la pesquería comercial, es que el patrón espacio-temporal de las recapturas esta determinado por el del esfuerzo de pesca. Por ejemplo, en el caso de la langosta de las Islas Columbretes la periodicidad de las recapturas dentro de la reserva depende de

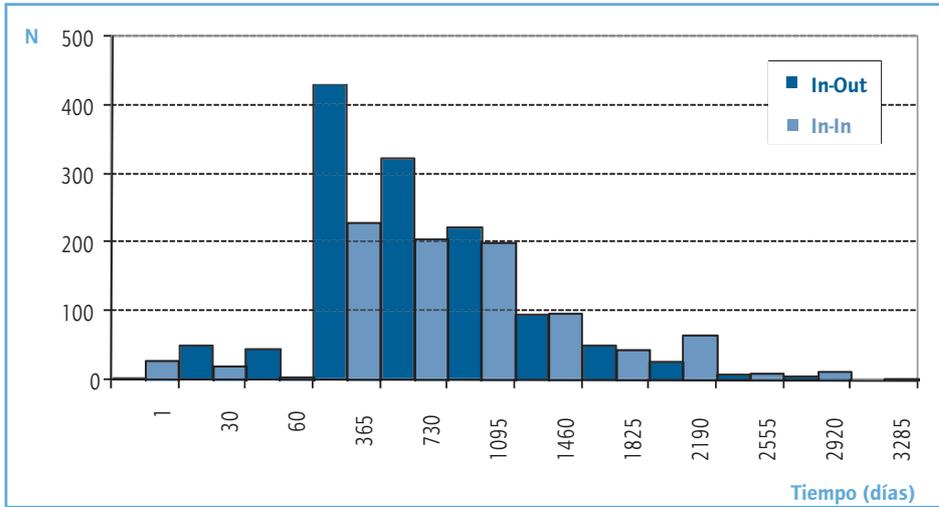


Figura 2.7. Número de recapturas en función del tiempo en libertad. Barras oscuras: recapturas de langostas marcadas dentro y recapturadas fuera de la reserva. Barras claras: recapturas de langostas marcadas y recapturadas dentro de la RMIC.



Figura 2.8. Ejemplar juvenil de langosta con una marca de radio-seguimiento adherida transversalmente en el caparazón. Foto D. Díaz.

los periodos de las campañas de pesca experimental dentro de la reserva y de la estacionalidad de la pesquería fuera de ella (Figura 2.7). Así el marcado y la recaptura dentro de la reserva se realizan una vez al año (campaña anual en junio), mientras que las recapturas en el exterior de la misma las realizan los pescadores cada año durante los 6 meses de temporada de langosta. La simplicidad del sistema de marcado ha permitido realizar experiencias de marcado-recaptura en caladeros de Baleares y Gerona para conocer el patrón de movimientos y crecimiento de los ejemplares juveniles, que normalmente se devuelven al mar y en las que participan voluntariamente los pescadores. En este estudio los pescadores colaboradores marcan y devuelven al mar las langostas de talla inferior a la legal, anotando en un cuaderno la posición, fecha y talla de cada individuo marcado. Así mismo, la recaptura de langostas marcadas depende enteramente de la colaboración de los pescadores que proporcionan datos de las mismas mediante un estadillo en el que se recoge una gran cantidad de información además de los datos esenciales de posición, fecha y talla de la recaptura.

Para conocer el comportamiento de los juveniles de langosta se ha realizado una experiencia de marcado de individuos mediante marcas de radio-seguimiento. Esta tecnología requiere un despliegue importante tanto económico como logístico, puesto que no basta con marcar los individuos, sino que hay que instalar aparatos receptores que recogen las señales emitidas por las marcas. El sistema de marcado es externo y la marca se adhiere mediante cola epoxi de secado rápido en el caparazón de la langosta, previamente secado con aire a presión o etanol. Una vez seco se pone un poco de cola en el surco posterior del caparazón y se coloca la marca, evitando cubrir la parte emisora de señal (Figura 2.8). En este caso se utilizaron marcas cilíndricas de 4 cm de longitud y 13 mm de diámetro. Este método, debido a la muda y consiguiente pérdida de la marca, es adecuado para estudios cuyos objetivos puedan cumplirse en periodos de tiempo cortos. A partir de esta experiencia se ha podido conocer la profundidad, frecuencia, área y tiempo de campeo, número de refugios para un mismo individuo, variación del tiempo de campeo acorde con las fases lunares y patrón de movimiento a corta escala (Díaz *et al.*, 2007).

4.3 Pintarroja

Autora: Cristina Rodríguez-Cabello. IEO Santander

Nombre científico: *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Pintarroja, Pintarrosa, Pintacola, Pintalacola, Reñon, Lija

Identificación:

Cuerpo cilíndrico alargado y con piel áspera. Color pálido con abundantes manchas oscuras pequeñas por el dorso y aletas (Figura 3.1). Se distingue de la otra especie similar, conocida como alitán, por el tamaño de las machas y por los pliegues nasales que en esta especie son lisos y están casi unidos (Compagno, 1984).



Figura 3.1. Pintarroja en un fondo somero con una marca tipo dardo. Foto F. Sánchez.

Distribución:

Especie muy común en el océano Atlántico, se distribuye desde Senegal hacia el Norte a lo largo de la costa africana y europea hasta las islas Shetlands (Escocia) y el sur de Noruega (Springer, 1979). También se encuentra en el Mediterráneo y el mar Adriático, pero no en el mar Negro, ni en el mar Rojo (Figura 3.2).

En el Mar Cantábrico, se distribuye de forma continua a lo largo de toda la costa aunque a menudo vive en grupos. Estos agrupamientos a veces están dominados por ejemplares de un sólo sexo o de similar tamaño.

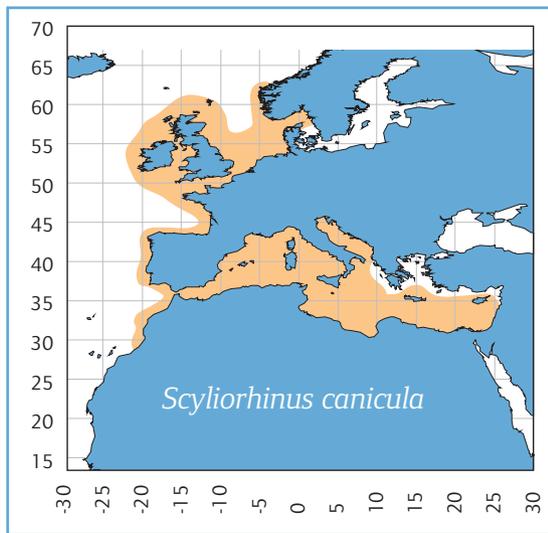
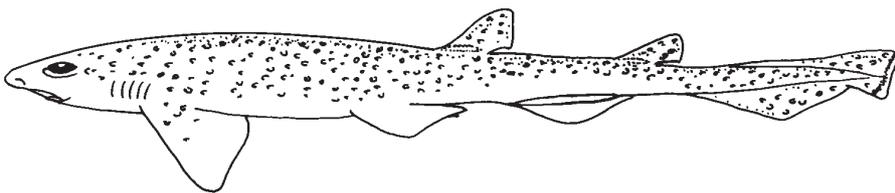


Figura 3.2. Mapa de distribución de la pintarroja.

Crecimiento:

Salen del huevo con una talla de 9-11 cm. Puede alcanzar una talla máxima de 100 cm aunque raramente sobrepasa los 75 cm en el Cantábrico, si bien se alcanzan tallas más grandes a medida que aumenta la latitud. En el Mediterráneo difícilmente sobrepasan los 60 cm. Los machos alcanzan tallas mayores que las hembras. La talla en que adquiere la madurez sexual varía en función de la situación geográfica (latitud principalmente) pero es aproximadamente 54 cm a



la edad de 6 o 7 años (Rodríguez-Cabello *et al.*, 1998). Según los datos de marcado el crecimiento es muy rápido al principio, hasta que alcanza la madurez sexual. Puede vivir 20 años o más (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2005a).

Reproducción:

Especie ovípara de fecundación interna que pone huevos muy característicos por su forma rectangular provista de largos filamentos en cada ángulo (Figura 3.3). El número de huevos puestos al año difiere mucho según los autores, por término medio se podría decir que ponen unos 60 huevos al año. Estas cápsulas ovígeras las fijan las hembras a las rocas y a los organismos del fondo tales como algas, briozoos, hidrozoos etc., y tardan unos 8-10 meses en eclosionar.

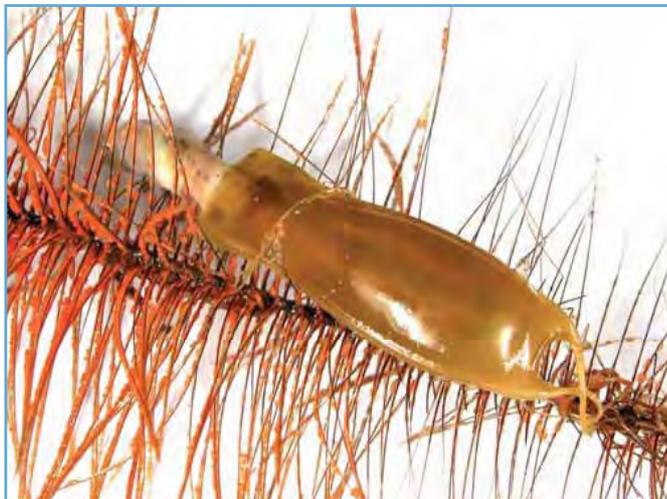


Figura 3.3. Detalle de un huevo de pintarroja recién eclosionado, fijado sobre el antozoo *Bathypahtes patula*. Foto F. Sánchez.

Alimentación:

Se alimenta principalmente de crustáceos y peces demersales y bentónicos, aunque su dieta es muy variada y también incluye moluscos y otros invertebrados (poliquetos). La importancia de los peces en la dieta aumenta con la talla del predador, mientras que los crustáceos son más importantes en los ejemplares jóvenes (Olaso *et al.*, 1998; 2002). Generalmente presenta actividad nocturna.

Hábitat:

Esta especie no sólo tiene una distribución muy amplia geográficamente sino también batimétricamente (50–450 m de profundidad) aunque es más abundante en profundidades de 150–300 m (Sánchez, 1993; Sánchez *et al.*, 2002; Rodríguez-Cabello *et al.*, 2004). Así puede encontrar-

se en fondos próximos a la costa y en la plataforma continental sobre fondos rocosos, de arena y fango (Wheeler, 1978; Compagno, 1984). El rango de temperatura también es muy amplio y puede ir desde 10,5 °C a 17,5 °C. Aunque la mayoría de los ejemplares se localizan entre 11 y 13 grados. El rango de salinidad va desde 35,45‰ a 35,82‰ (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2007).

Predadores:

Se desconocen, aunque ocasionalmente se ha encontrado ejemplares recién nacidos o menores de 20 cm en el estómago de algún rape y congrio. También se ha citado en el norte de Europa la presencia de algún ejemplar en la dieta del bacalao.

Pesca:

Se pesca con enmalle, palangre y redes de arrastre, no siendo su carne muy apreciada por lo que en la mayoría de los casos es descartada. No obstante se desembarcan anualmente un promedio de 200 toneladas en el mar Cantábrico (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2005b). En España los mayores desembarcos proceden de la flota de arrastre (84%) que la captura de forma accesoría (Figura 3.4).



Figura 3.4. Captura obtenida en un arrastrero. Foto F. Sánchez.

Datos del marcado

Las campañas de marcado de esta especie se realizan anualmente en otoño, aprovechando las campañas que realiza el Instituto Español de Oceanografía para estimar la abundancia de las especies de interés comercial tales como merluza, rape, gallos, cigala, etc. El arte empleado en estas campañas es una red de arrastre y la marca utilizada para la especie es una marca externa tipo dardo modelo T (Figura 3.5).



Figura 3.5. Tipo de marcas y operaciones de marcado realizadas en la pintarroja. Fotos C. Rodríguez-Cabello.

El marcado de esta especie comenzó en 1993 y ha continuado hasta la fecha. En total se han marcado 12.140 pintarrojas (6.482 machos y 5.658 hembras). En la Tabla 3.1 se detalla el número de pintarrojas marcadas y recapturadas anualmente.

Año	Machos	Hembras	Total	Recapturas
1993	428	475	903	4
1994	357	426	783	4
1995	243	224	467	11
1996	374	454	828	16
1997	650	600	1.250	28
1998	394	390	784	30
1999	290	335	23	31
2000	659	422	1.081	27
2001	533	489	1.022	35
2002	383	292	675	22
2003	593	386	979	29
2004	640	590	1.230	35
2005	938	677	1.615	46
TOTAL	6.482	5.658	12.140	318

Tabla 3.1. Número de ejemplares marcados y recapturados en cada año.

Como se puede apreciar la zona de marcado se extiende por todo el Cantábrico desde Galicia al Bidasoa, aunque la mayor densidad de ejemplares marcados se localiza en el Cantábrico central (Asturias y Cantabria) (Figura 3.6). Hasta la fecha (2008) se han obtenido 424 recapturas lo que supone una tasa de recaptura del 3,5% que es una cifra similar a la obtenida en otras especies.

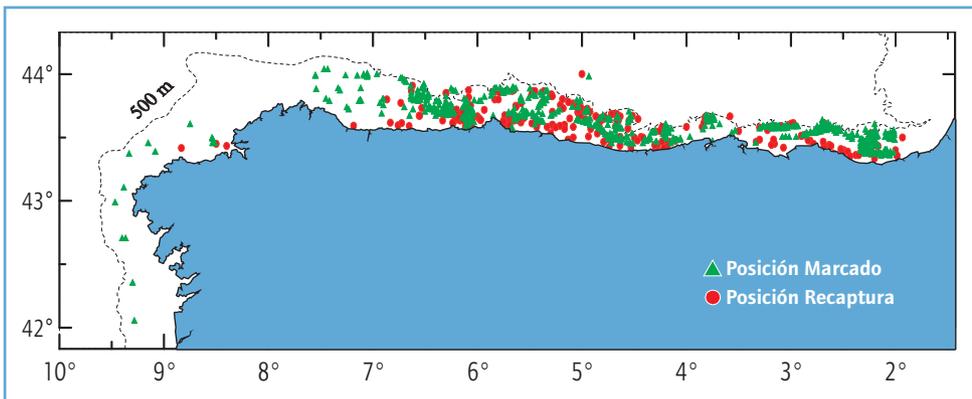


Figura 3.6. Situación de los ejemplares marcados y recapturados.

El máximo tiempo en libertad registrado ha sido 11 años, aunque el 75% de las recapturas se producen dentro de los tres primeros años en libertad (Figura 3.7) (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2004).

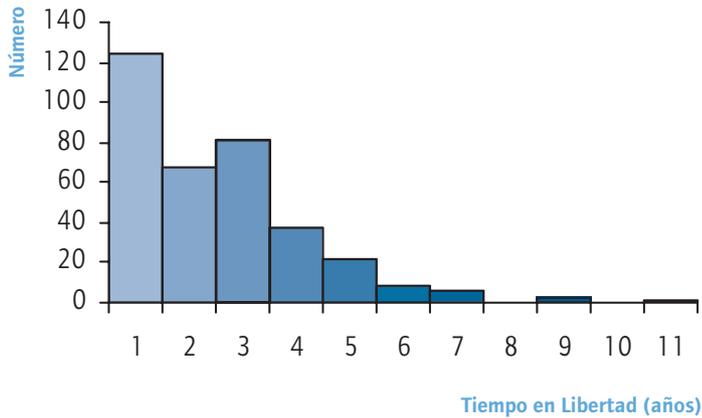


Figura 3.7. Número de pintarrojas recapturadas en función del tiempo en libertad.

La máxima distancia recorrida por dos ejemplares ha sido de 149 y 158 millas náuticas respectivamente. No obstante el 80% de las recapturas de los ejemplares recapturados han recorrido una distancia inferior a las 20 millas náuticas y no existen diferencias entre machos y hembras (Figura 3.8).

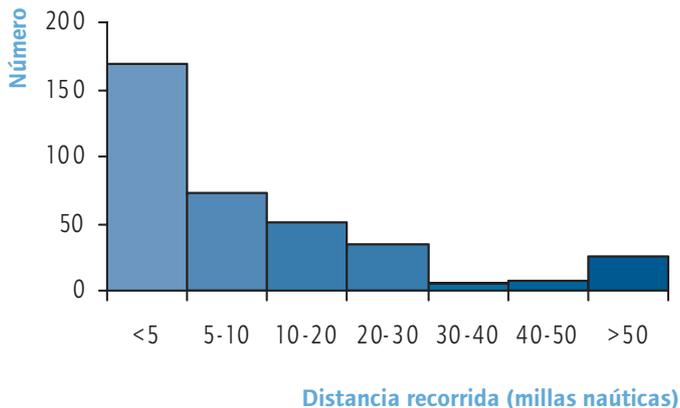


Figura 3.8. Promedio de distancias recorridas por las pintarrojas recapturadas.

La pintarroja con mayor crecimiento registrado desde que se marcó ha sido un ejemplar de 33 cm y recapturado con 71 cm, es decir 38 cm en 5 años.

Los datos de marcado y recaptura han permitido estimar los parámetros de la ecuación de crecimiento para ambos sexos utilizando distintos modelos. El crecimiento es ligeramente mayor en machos que en hembras y rápido al principio (Figura 3.9). La pintarroja sale del huevo con una talla de 9-11 cm y al año alcanzaría 18-21 cm, en el segundo año la talla media sería de 30 cm y a partir de los 60 cm (7-8 años), el crecimiento se ralentiza mucho, alcanzando los machos tallas más grandes que la hembras en el Mar Cantábrico (Rodríguez-Cabello *et al.*, 2005).

Respecto a los desplazamientos que realiza, como se puede observar en la Figura 3.10, en el mar Cantábrico, la pintarroja no se mueve al azar. La mayor parte de las recapturas, tanto de machos como hembras, indican que los movimientos se producen hacia el este u oeste, sectores 3 y 7 respectivamente. Es decir, la pintarroja se desplaza principalmente a lo largo de la plataforma continental.

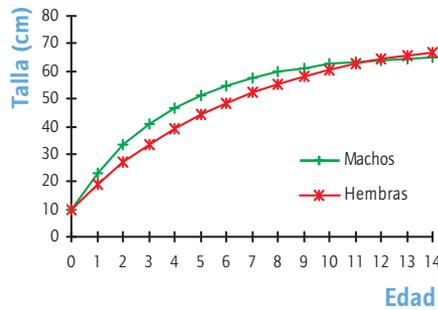


Figura 3.9. Curvas de crecimiento obtenidas para la pintarroja a partir de los datos de marcado y recaptura.

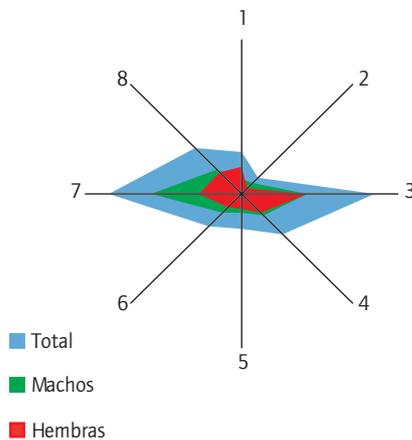


Figura 3.10. Distribución geográfica por sectores de los movimientos realizados por las pintarrojas recapturadas.

4.4 Alitán

Autora: Cristina Rodríguez-Cabello. IEO Santander

Nombre científico: *Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Alitán, pintarroja

Identificación:

Cuerpo alargado y robusto. Muy parecido a la pintarroja, de la que se diferencia principalmente por que las machas negras son menos numerosas y están más dispersas (Figura 4.1) y por los faldones nasales que en esta especie están bien separados y distanciados del arco bucal (Figura 4.3). Presenta dos aletas dorsales en posición atrasada, la primera algo mayor que la segunda. La base de la aleta anal es de longitud igual o mayor que la distancia existente entre ambas dorsales (Compagno, 1984).



Figura 4.1. Alitán. Foto C. Rodríguez-Cabello.

Distribución:

Se distribuye en el Atlántico Nordeste, desde las islas Shetlands donde es poco habitual, al sur de Escandinavia e Islas Británicas hasta Marruecos, incluyendo el Mediterráneo, aunque menos frecuente en la parte oriental (Wheeler, 1978). Ausente en el Mar Negro. Es una especie común pero no muy abundante (Figura 4.2).

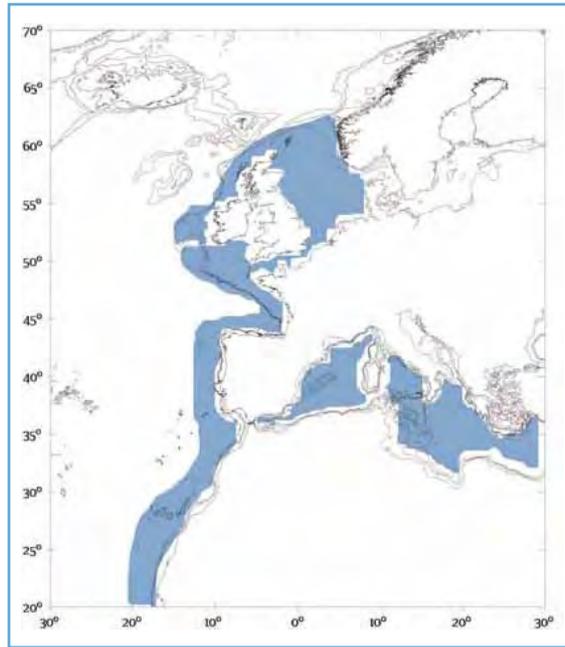


Figura 4.2. Distribución del alitán en el Atlántico y Mediterráneo.

Crecimiento:

La talla al nacer es de 16 cm aproximadamente. La longitud máxima observada es de 162 cm, aunque es raro encontrar ejemplares que sobrepasen los 110 cm. Al igual que su congénere la pintarroja, existen diferencias según las zonas y la latitud en cuanto a la talla de madurez sexual. En general las hembras maduran entre los 76 y 81 cm y los machos entre 63 y 79 cm (Capapé, 1977).

Reproducción:

Es una especie ovípara. El huevo está protegido por una cápsula córnea de color marrón mucho menos transparente que la de la pintarroja. La puesta se realiza a lo largo de todo el año y en cada una de ellas las hembras expulsan dos huevos. Pueden llegar a poner 107 huevos anualmente. Los ejemplares salen del huevo al cabo de unos 9 meses. La puesta se realiza entre las algas a poca profundidad.

Alimentación:

Es una especie generalista, come principalmente moluscos y crustáceos, además de una gran variedad de peces bentónicos y demersales. Al igual que la pintarroja posee también un comportamiento carroñero oportunista (Barrull y Mate, 2002).

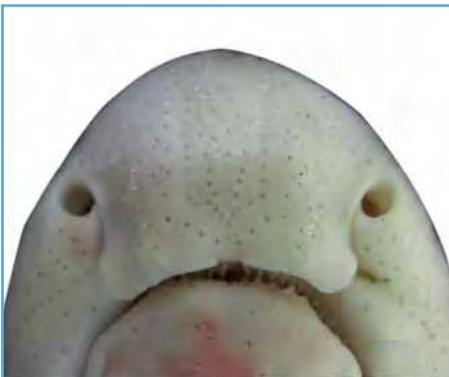
Hábitat:

Tiburón bentónico que se encuentra principalmente en profundidades de 0 a 90 m, aunque puede habitar a más de 200 m. Prefiere substratos duros, aunque también puede encontrarse en fondos de arena. Es activo al atardecer y por la noche, de día permanecen descansando sobre el fondo marino (Moreno, 1995).

Pesca:

Esta especie, al igual que la pintarroja se captura de forma accesoria, en las pesquerías dirigidas a otras especies. No obstante el hecho de ser menos abundante y habitar en fondos más someros y duros que la pintarroja, hace que las capturas de esta especie sean muy escasas principalmente con el arrastre.

a) Pintarroja



b) Alitán



Figura 4.3. Diferencias entre una pintarroja (a) y un alitán (b) en las solapas nasales. Fotos C. Rodríguez-Cabello.

Datos del mercado

El marcado de esta especie se produce al mismo tiempo y de la misma forma que el de la pintarroja. Es decir, con marcas dardo tipo T y en las campañas que realiza anualmente el Instituto Español de Oceanografía en el Mar Cantábrico (Figura 4.4). El hecho de que el número de ejemplares marcados de esta especie sea tan bajo se debe principalmente a su menor abundancia en la zona de muestreo y que habita en fondos más someros y principalmente rocosos, donde no accede el arte de arraste utilizado en estas campañas. Por otro lado, algunos ejemplares capturados fueron destinados a los acuarios del Museo Marítimo de Cantabria (MMC).



Figura 4.4. Una pintarroja junto un alitán marcado. Nótese la diferente coloración de ambas especies.
Foto X. Valeiras.

Al igual que la pintarroja es una especie muy resistente y con gran capacidad para soportar periodos largos fuera del agua lo que la hace idónea para el marcado. No obstante su escasez dificulta que se puedan obtener buenos resultados. Es una especie óptima para mantener en acuarios sin embargo no se dispone aún de mucha información sobre las migraciones y su crecimiento en libertad.

Año	Machos	Hembras	Total
1993	7	9	16
1994	1	0	1
1995	1	3	4
1996	14	7	21
1997	0	0	0
1998	1	3	4
1999	13	8	21
2000	4	1	5
2001	2	0	2
2002	0	2	2
2003	3	3	6
2004	1	1	2
Total	47	37	84

Tabla 4.1. Alitanes marcados anualmente.

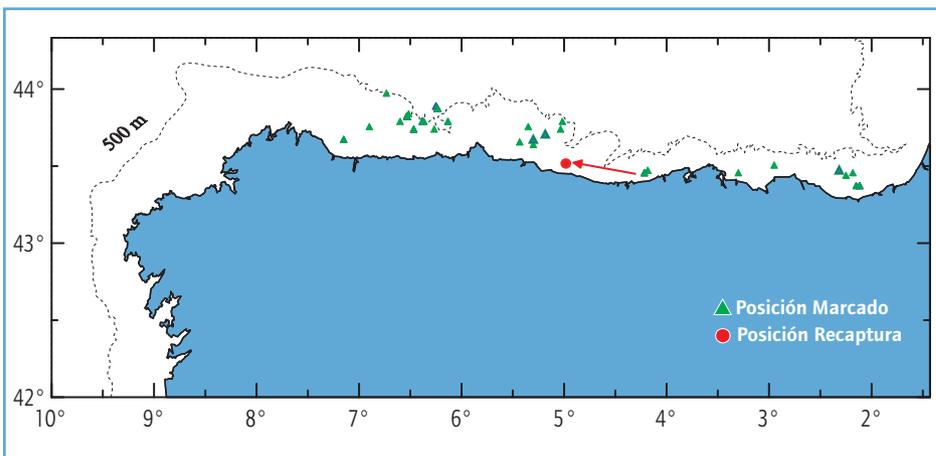


Figura 4.5. Localización de los ejemplares marcados y la recaptura.

En total se han marcado, hasta el año 2005, 84 ejemplares (Tabla 4.1). La zona de marcado se extiende por todo el Cantábrico (Figura 4.5). La mayoría de los alitanes marcados fueron ejemplares inmaduros entre 22 y 50 cm (Figura 4.6).

El ejemplar recapturado, un macho, estuvo 5 años y medio en libertad, durante los cuales recorrió 34,4 millas y creció 48,5 cm. Tenía una talla de 73,5 cm cuando se recapturó y era todavía un ejemplar inmaduro. Fue capturado con red de enmalle, cerca de Ribadesella a unos 42 m de profundidad.

Existen otros organismos que también han marcado ocasionalmente esta especie en sus campañas de arrastre, como es el caso de CEFAS (Reino Unido) que lleva a cabo campañas similares, en el canal de la Mancha. No obstante no se dispone de más información acerca del marcado de esta especie o si se han producido recapturas en otras áreas.

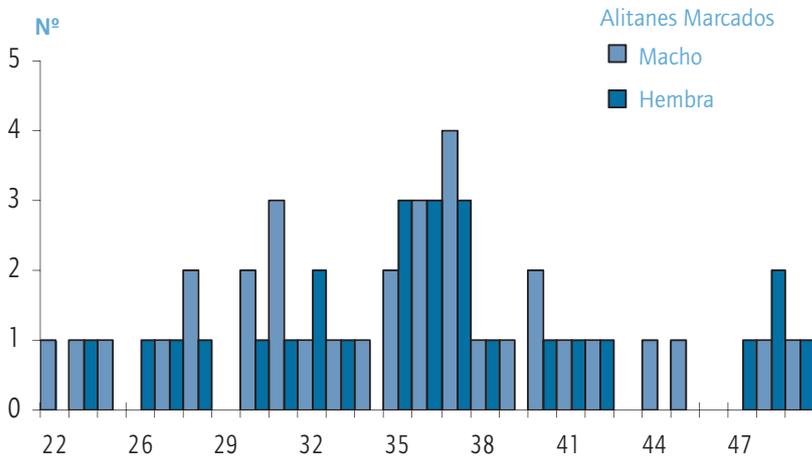


Figura 4.6. Distribución de tallas de los ejemplares marcados.

4.5 Cazón

Autora: Cristina Rodríguez-Cabello. IEO Santander

Nombre científico: *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Cazón, tolo

Identificación:

Cuerpo fusiforme y cabeza deprimida con el morro semitranslucido, largo, apuntado y algo grueso. Pliegues labiales moderadamente largos. Segunda dorsal mucho más pequeña que la primera y similar a la anal. Lóbulo caudal característico y bien desarrollado. Color grisáceo por el dorso y blanco en el vientre (Figura 5.1).



Figura 5.1. *Galeorhinus galeus*. (Linnaeus, 1758). Foto C. Rodríguez-Cabello.

Distribución:

Especie muy común en el océano Atlántico, se distribuye en aguas templadas y frías, cerca y lejos de la costa en profundidades de 20 a 471 m. Presente en el Atlántico Este, desde Islandia y Noruega hasta Namibia y Sudáfrica, y en el Mediterráneo (Compagno, 1984). Forma pequeños cardúmenes de carácter migratorio (Figura 5.2).

Crecimiento:

Las crías nacen con una talla de 35 cm. Alcanza una talla máxima de 195 cm. Distintos autores señalan que los machos adquieren la madurez sexual con 120 cm (unos 8 años de edad) y las hembras entre 130 y 185 cm cuando tienen aproximadamente 11 años de edad (Moreno, 1995). Pueden vivir 40 años o más. Los machos alcanzan tallas mayores que las hembras.

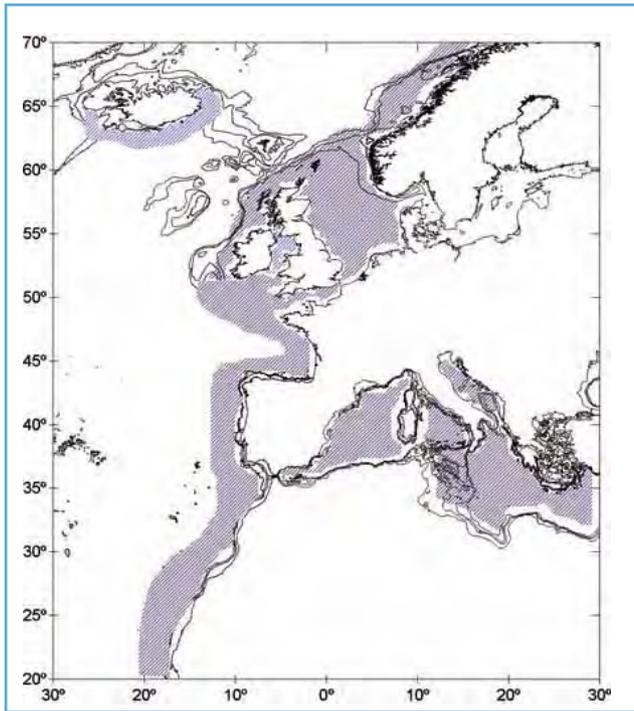


Figura 5.2. Distribución del cazón en el Atlántico Norte.

Reproducción:

Especie ovovivípara de fecundación interna. Las hembras, en función de su talla, paren un número variable de crías que pueden llegar a camadas de hasta 50 fetos, aunque normalmente en-

tre 25 y 35 fetos. El tiempo de gestación dura unos 10 o 12 meses (Ranzi, 1932; Capapé *et al.*, 2005) y la puesta la puede realizar durante todo el año (Lo Bianco, 1909).

Alimentación:

Se alimenta principalmente de lirio o bacaladilla, faneca y otros peces demersales y pelágicos, aunque ocasionalmente también forman parte de su dieta crustáceos, calamares y sepias.

Hábitat:

Son tiburones de hábitos pelágicos y demersales. En algunas áreas hay cierta segregación de sexos y tallas. Los machos suelen preferir aguas más profundas mientras que las hembras habitan aguas más próximas a la costa. Las hembras fecundadas se desplazan a aguas más someras y en algunas zonas las crías o juveniles de 1 año de edad permanecen en los estuarios o bahías hasta que se unen a los adultos.

Pesca:

Su carne es muy apreciada por lo que su aprovechamiento es casi integral y puede llegar a alcanzar grandes precios en lonja. Se pesca con todo tipo de artes de red y anzuelo. Los mayores desembarcos se producen con la flota de arrastre que la captura de forma accesoria.

Datos del mercado

El Instituto Español de Oceanografía no marca directamente esta especie, sólo ocasionalmente si aparece algún ejemplar, principalmente durante las campañas de arrastre de fondo que se realizan anualmente en el Cantábrico y Galicia. No obstante, dado que no es infrecuente que nos avisen de la recaptura de algún ejemplar marcado, hemos decidido incluirlo en esta guía. Varios organismos han realizado campañas de marcado de esta especie.

La mayoría de los ejemplares recapturados en el Cantábrico y sur de España proceden de tres centros de investigación. Dos de ellos se encuentran en el Reino Unido; CEFAS (Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science), organismo pionero en el marcado de muchas especies no sólo de tiburones (Burt *et al.*, 2006) y el NOC (National Oceanography Centre), el cual desde 2005 ha marcado un total de 2.571 cazones. El otro organismo pertenece a Irlanda

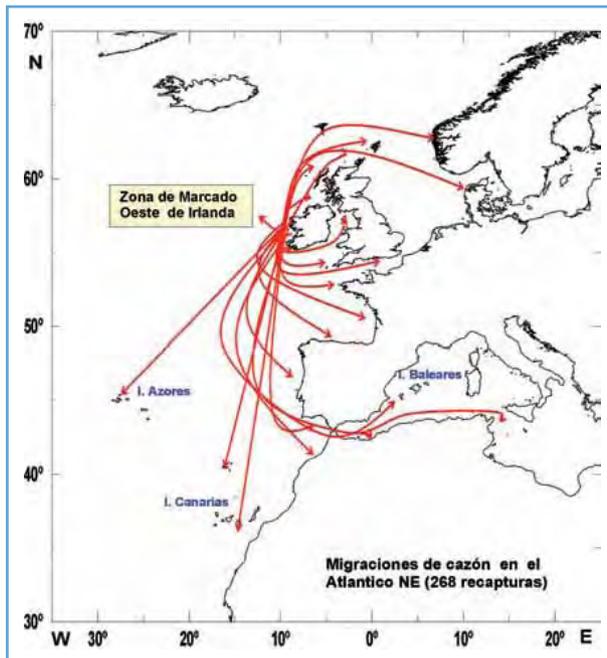


Figura 5.3. Recapturas de algunos cazones marcados en Irlanda (datos proporcionados por Mark Corps miembro del CFB).

CFB (Central Fisheries Board) que comenzó a marcar tiburones en 1970 con la ayuda voluntaria de los pescadores deportivos. Hasta finales del año 2005, el CFB ha marcado en total 4.767 cazones en aguas irlandesas y hasta esa fecha se han recapturado 360 (7,6%). En el mapa se muestran esquemáticamente las migraciones de esta especie a partir de las recapturas procedentes de ejemplares marcados en la costa irlandesa (Figura 5.3) y en el Reino Unido (Figura 5.4), respectivamente.

Las marcas que se suelen emplear en esta especie son de plástico externas Rototag modelo Jumbo, aunque también se han utilizado discos de Petersen (Figura 2.3, capítulo 2), colocándose normalmente en la primera aleta dorsal. Muchos cazones se han recapturado en aguas irlandesas próximas a la situación donde fueron liberados y al poco tiempo de ser marcados. Otras recapturas pro-

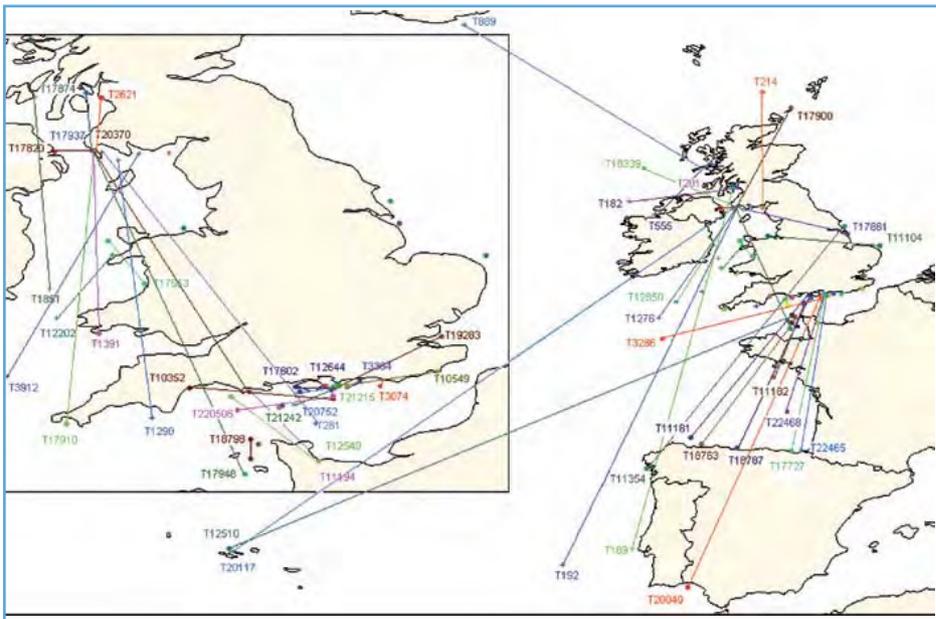


Figura 5.4. Migraciones realizadas por ejemplares marcados en distintas áreas del Reino Unido. El número indica el código de la marca.

ceden de distintos países como Dinamarca, Noruega, Mar del Norte, Islas Faroes, Reino Unido, Francia, España, Portugal, Marruecos, Islas Canarias e Islas Azores. Tres ejemplares fueron recapturados en el Mediterráneo, frente a las costas de España, Túnez y Algeria. Estos datos han sido proporcionados por miembros del Central Fisheries Board (www.cfb.ie).

La mayor distancia recorrida por un cazón ha sido de 2.185 millas. Este ejemplar fue marcado y posteriormente liberado en la bahía de Tralee (Irlanda) y recapturado en el Mediterráneo en la costa de Túnez al cabo de menos de 3 años. El 5 de mayo de 2008 un barco de arrastre recapturó en el Golfo de Cádiz un cazón marcado en el Reino Unido (CEFAS) en la década de los 70 (probablemente 1974), es decir hace unos 34 años. El máximo periodo de tiempo que un individuo de esta especie ha estado en libertad desde que fue marcado en Australia, ha sido de 42 años (Hurst *et al.*, 1999).

En la Tabla 5.1 se muestran los ejemplares de esta especie marcados en los últimos años por dos de los organismos europeos que mayoritariamente marcan esta especie.

Organismo	2000	<2001	2002	2003	2004	2005	Total
Irlanda (CFB)		3554	237	238	312	426	4767
Reino Unido	920	717	580	354			2571

Tabla 5.1. Cazones (*Galeorhinus galeus*) marcados en Inglaterra e Irlanda.

4.6 Tintorera

Autores: Jaime Mejuto, Cristina Rodríguez-Cabello, Ana Ramos-Cartelle y Manolo Quintans. IEO Coruña

Nombre científico: *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Tintorera, tiburón azul

Identificación:

Morro muy largo y agudo. Pliegues labiales muy cortos. Sin carena inter-dorsal. Primera dorsal muy por detrás de las escapulares. Escapulares muy largas y estrechas. Color azul oscuro intenso en el dorso y muy blanco en la zona ventral, piel muy suave (Figura 6.1).



Figura 6.1. *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758.) Foto J. Heredia.

Distribución:

Son los tiburones pelágicos oceánicos más comunes y de distribución más amplia. Realiza migraciones anuales en latitud o trasatlánticas. Se encuentra repartido en la práctica totalidad del Atlántico medio (Aasen, 1966) principalmente entre 50° N y 50° S (Figura 6.2). En

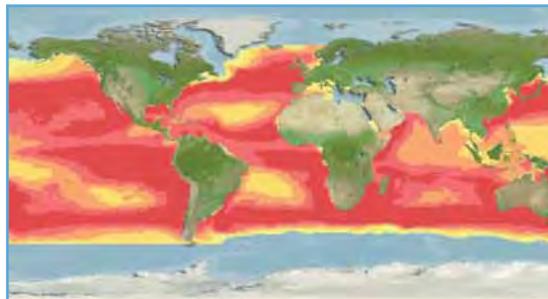


Figura 6.2. Distribución geográfica de la tintorera (de Aquamaps en www.fishbase.org). En rojo las zonas con más probabilidad de ocurrencia.

el Atlántico Este, se distribuye desde Noruega a la costa oeste de Sudáfrica, incluyendo el mar Mediterráneo (Bigelow y Schroeder 1948; Compagno, 1984) y en el oeste desde Terra-nova a Argentina.

Crecimiento:

La talla al nacer es de 45 cm (Pratt, 1979), entre 35 y 50 cm (Tortonese, 1956). La talla máxima 383 cm, aunque es posible que puedan pasar de los 4 m y vivir más de 20 años. Se han empleado las vertebras para estimar la edad y datos de marcado-recaptura (Skomal y Natanson, 2003). Según estos autores ambos sexos crecen igual hasta la edad de 7 años a partir de la cual el crecimiento desciende en los machos. La talla media en el primer año estaría próxima a los 95 cm y en el segundo año entre 125-135 cm.

Reproducción:

Es una especie vivípara, muy prolífica. El número de crías por camada puede variar de 4 a 135 (Nakano, 1994) y podría depender en parte del tamaño de la hembra (Compagno, 1984; Mejuto y García-Cortés, 2005). El periodo de gestación es de 9 a 12 meses. La hembra puede retener el esperma 1 año. Según algunos autores los machos maduran a los 4-5 años cuando alcanzan 180 cm y las hembras lo hacen cuando tienen 6 años con una talla de aproximadamente 220 cm (Pratt, 1979; Castro y Mejuto, 1995). Diversos autores indican que existe segregación sexual durante el periodo reproductivo y una posible área de cría. Antes del desove las hembras se alejan de la población de machos y se dirigen a zonas poco profundas, con salinidad y temperaturas menores.

Alimentación:

Consumen presas relativamente pequeñas, principalmente peces y cefalópodos pelágicos, aunque también figuran en su dieta peces de fondo e invertebrados. Las presas incluyen clupeidos, pez aguja, peces voladores, pez lanceta, merluza, bacalado, abadejo, eglefino, caballas, túnidos, etc. Los calamares constituyen una presa muy importante para estos tiburones.

Hábitat:

Se trata de una especie pelágica que vive tanto en la superficie del mar abierto como en zonas costeras (Tortonese, 1956; Compagno, 1984 Barrull y Mate, 2002), desde la superficie hasta, al menos 600 m de profundidad. Se distribuye en ambos hemisferios en un rango de temperatura del agua de 7° a 16°C, si bien puede tolerar aguas de 21°C o incluso más. Se encuentra frecuentemente formando grandes agregaciones.

Pesca:

La tintorera se captura con distintos artes en el océano Atlántico, Golfo de México y en el Caribe, incluyendo palangres, redes de enmalle, liñas de mano, caña y carrete, redes de arrastre, curricán y arpones, pero se obtiene principalmente como captura fortuita de las pesquerías pelágicas de palangre, que buscan túnidos y pez espada, y también, a veces, como especie objetivo. También hay pesquerías recreativas en algunos países, como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido e Irlanda (Anón, 2005). Es probable que la captura total esté subestimada, debido a una información errónea sobre las capturas fortuitas, o a la información probablemente inadecuada de los desembarques de numerosas pesquerías (Anón, 2005). ICCAT informó que las capturas anuales nominales alcanzaron 36.895 t en 1997. El promedio de los desembarcos estimados desde 1981 a 2004 se cifra en 13.347 t. A efectos de gestión se considera un único stock en el Atlántico y el del Mediterráneo se considera aparte.

Datos del mercado

El mercado de tintorera así como de otros tiburones pelágicos (marrajo, cailón, jaquetón, tiburón zorro, martillo, etc.) asociados a la pesquería de pez espada, comenzó de forma oportunista en 1984. Desde entonces se han llevado a cabo por un lado campañas de marcado dirigidas a estas especies y al pez espada en los años 1997 y 1998 en el Atlántico Noreste (entre 20°-40° N) y por otro el mercado de forma oportunista, desde 1985 hasta la actualidad, con la ayuda de la flota española de palangre de superficie que faena en estas aguas y en los océanos Índico y Pacífico así como de observadores embarcados a bordo de barcos comerciales. El tipo de marcas utilizadas ha variado muy poco, en la mayoría de los casos se emplean marcas convencionales externas tipo spaghetti (Figura 1.2 capítulo 1) similares a las utilizadas en otras especies como el pez espada o los túnidos. En la Tabla 6.1. se muestra el número de ejemplares marcados durante las campañas científicas llevadas a cabo en 1997 y 1998 y en la Tabla 6.2. las especies y ejemplares marcados de forma oportunista desde 1985

Especie	Nombre común	Año 1997	Año 1998
<i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón zorro	6	9
<i>Prionace glauca</i>	Tintorera	515	290
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Marrajo	75	8
<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo	1	5

Tabla 6.1. Número de tiburones marcados y liberados durante las campañas de 1997 y 1998.

Especie	Nombre	Océano Atlántico	Océano Pacífico	Océano Índico	Total
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Marrajo	1.986	200	39	2.225
<i>Prionace glauca</i>	Tintorera	1.512	33	254	1.799
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Jaquetón de ley	172	1	56	229
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Jaquetón sedoso	76	8	71	155
<i>Lamna nasus</i>	Cailón, Marrajo del Norte	74	2	7	83
<i>Sphyrna zygaena</i>	Cornuda, Tiburón martillo	58		2	60

Tabla 6.2. Número de tiburones marcados y liberados por la flota española durante 1985-2004 de forma oportunista.

al 2004. En estas campañas se marcaron un total de 4.662 tiburones de los cuales cerca del 87% se liberaron en el Atlántico, 9% en el océano Índico y 4% en el Pacífico. En la Figura 6.3 se indica el número de ejemplares marcados anualmente por la flota española de palangre en los tres océanos y en la Figura 6.4 se representa la distribución espacial y el número de tintoreras marcadas por área.

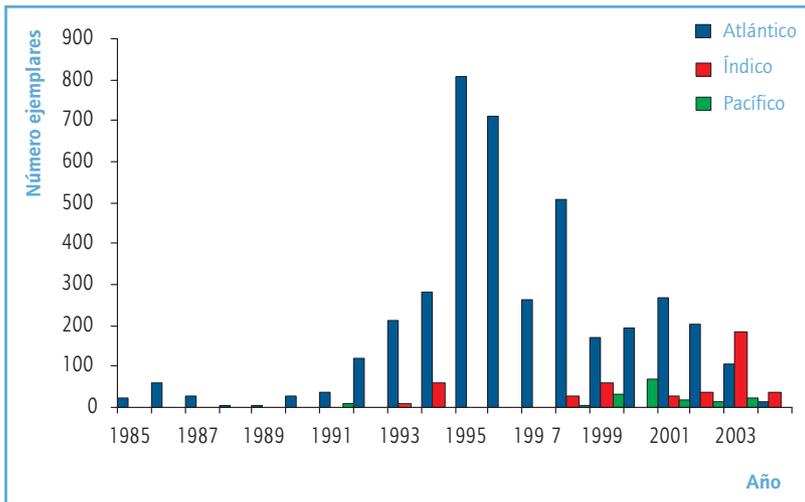


Tabla 6.3. Tiburones pelágicos marcados de forma oportunista por la flota española en distintos océanos.

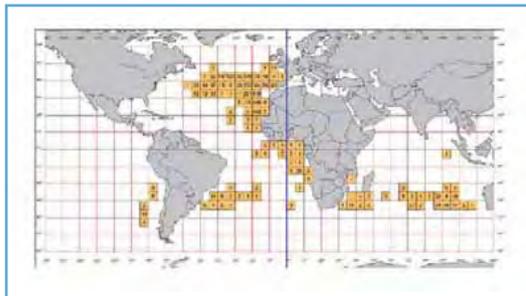


Figura 6.4. Número de tintoreras marcadas por la flota española en distintas áreas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico por rectángulo de 5 x 5 grados.

Se recapturaron 227 tintoreras, 73 procedentes de las campañas científicas de marcado y 154 del mercado oportunista, lo que da como resultado unas tasas de recaptura del 7,9% y 3,3%, respectivamente. En la Figura 6.5 se muestra la distribución espacial y número de tintoreras recapturadas por la flota española de palangre de superficie, no sólo de ejemplares correspondientes a nuestro programa de marcado sino de otros países que también marcan esta especie como Estados Unidos, Irlanda, Reino Unido y Portugal, entre otros. En total, unos 2.435 tiburones recapturados, 2.208 de otros países.

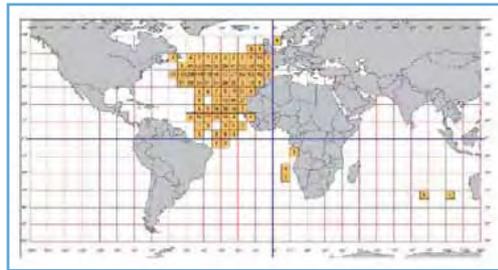


Figura 6.5. Número de tintoreras recapturadas por la flota de palangre española en distintas áreas por rectángulo de 5 x 5 grados.

Los movimientos de las tintoreras recapturadas correspondientes al programa de marcado de España (Instituto Español de Oceanografía) indican que existe una gran variabilidad y no un patrón muy definido (Figura 6.6).

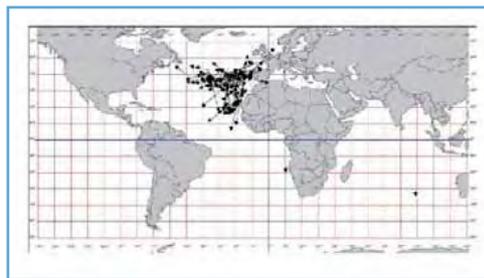
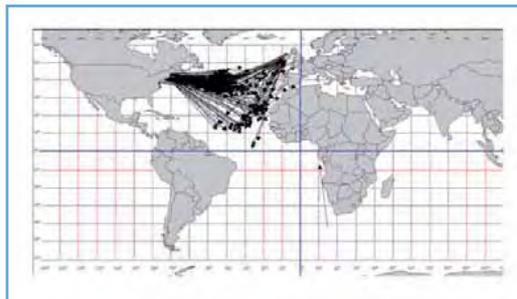
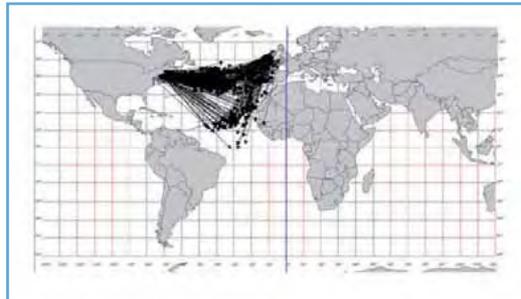


Figura 6.6. Movimientos rectilíneos de tintoreras marcadas y recapturadas por la flota española.

En el caso de los ejemplares marcados por Estados Unidos en el Atlántico NW (40° N) se observa un patrón de migración dirigido principalmente hacia el este y sureste, mientras que las tintoreras marcadas en aguas de Irlanda (50° N) muestran preferencia por la dirección oeste y suroeste (Figura 6.7). No obstante hay que tener en cuenta que las recapturas dependen en parte de las estrategias de marcado usadas por cada país y del patrón espacio-temporal de esfuerzo de pesca aplicado por la flota que comunica las recapturas (Mejuto *et al.*, 2003).

El ejemplar que más tiempo ha estado en libertad ha sido 3.843 días, es decir, 10 años y 6 meses aproximadamente. Dado el gran número de tintoreras recapturadas correspondientes a los distintos programas de marcado, se han representado las recapturas en función del tiempo en libertad (Figura 6.7). Como se observa en los mapas, la tintorera realiza grandes desplazamientos, incluso en periodos cortos inferiores a un año. Generalmente entre el este y oeste del Atlántico Norte es donde se han marcado más ejemplares, no obstante también se dirige hacia zonas tropicales y ecuatoriales en el mismo año de marcado, aunque se obtienen más recapturas en estas áreas cuanto mayor es el tiempo en libertad.



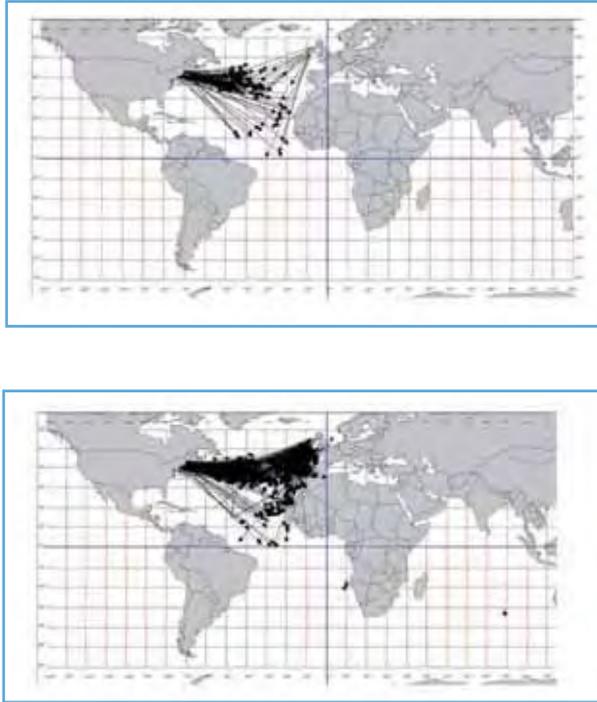


Figura 6.7. Movimientos rectilíneos de tintoreras marcadas y recapturadas por diversos países (España, Irlanda y Estados Unidos principalmente) según el tiempo en libertad. De arriba abajo menos de 1 año en libertad, de 1 a 2 años, de 2 a 3 y de 3 a 4 años.

En líneas generales se puede afirmar que la tintorera es una especie altamente migratoria en el Atlántico, realizando migraciones trasatlánticas sin llegar a detectarse movimientos transoceánicos. Los resultados sugieren migraciones restringidas dentro de cada hemisferio. Los movimientos parecen estar fuertemente influidos por la temperatura del agua (Vas, 1990; Nakano, 1994). Efectúa migraciones estacionales latitudinales a ambos lados del Atlántico Norte (Stevens, 1976; Mejuto *et al.*, 2005; Queiroz *et al.*, 2005) y Atlántico Sur (Hazin *et al.*, 1990). Aparentemente existe una frontera en sus movimientos migratorios que se localiza en la región ecuatorial.

4.7 Sardina

Autores: José Benito Peleteiro, M. Begoña Santos,
Juan Carlos Pazos y Carmela Porteiro. IEO Vigo
Nombre científico: *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)
Nombre común: Sardina

Identificación:

La sardina posee un cuerpo alargado y fusiforme, ligeramente comprimido, con el borde del abdomen estrecho como la quilla de una nave. El opérculo presenta unas estrías radiales que permiten su identificación.

Posee un color azulado con reflejos plateados y verdosos. Las escamas son grandes, delgadas y plateadas y se desprenden con facilidad haciéndolo un animal de difícil manipulación (Figura 7.1)



Figura 7.1. *Sardina pilchardus*. (Walbaum, 1792).

Distribución:

La sardina se encuentra entre las isotermas 10° y 20°C en el Atlántico nordeste y el Mediterráneo. En el Atlántico, su área de distribución se extiende desde Islandia y el Mar del Norte hasta Senegal en la costa africana. También está presente en el Mediterráneo Oeste, el Adriático y el Mar Negro (Parrish *et al.*, 1989).

Hábitat:

La sardina es una especie pelágica que forma grandes cardúmenes distribuidos a lo largo de la plataforma desde los 10 a los 100 m. Los juveniles tienden a encontrarse separados de los adultos en aguas costeras asociados a las rías y desembocaduras de ríos (Cabanas *et al.*, 2007).

Crecimiento:

Los huevos de sardina son pelágicos y su desarrollo depende de la temperatura, generalmente dura entre 3 y 4 días a 15°C (Miranda *et al.*, 1990). Tras la eclosión las larvas permanecen en el plancton en zonas de afloramiento a profundidades de entre 10-25 m durante el día y más cerca de la superficie de noche.

Una vez que las larvas se convierten en juveniles, al aparecer las escamas, realizan migraciones hacia la costa a aguas menos profundas donde forman grandes bancos. En estado adulto se mueven a aguas más profundas. Los individuos adultos pueden alcanzar una talla máxima de 27,5 cm si bien lo habitual está entre hasta los 15-20 cm. El crecimiento individual presenta gran variabilidad.

Reproducción:

La sardina alcanza la madurez entre los 2 y 3 años de edad. Produce un gran número de huevos (de 50.000 a 60.000) que son fecundados externamente (el esperma del macho se segrega simultáneamente). Los huevos poseen un gránulo de grasa que les permite flotar y entran a formar parte del plancton. El desove se lleva a cabo tanto en aguas costeras (20 a 25 m) como en mar abierto (hasta los 100 km de la costa).

La reproducción es estacional, con el desove progresando generalmente de norte a sur a lo largo de su rango geográfico (de noviembre a junio en la costa mediterránea africana, de septiembre a mayo en la costa europea mediterránea, de junio a agosto en el Mar del Norte y el Mar Negro, y de abril en adelante en el Canal de la Mancha).

La sardina puede continuar reproduciéndose por varios años, es una ponedora múltiple, es decir, realiza varias puestas a lo largo del periodo de freza.

Alimentación:

La sardina es una filtradora pasiva, filtrando el agua a través de las prolongaciones (branquiespinas) que poseen en la parte interna de las branquias. Se alimenta principalmente de crustáceos planctónicos (*Calanus*, *Pseudocalanus*, *Temora*) y otros miembros del plancton de mayor tamaño. Los adultos también consumen huevos de su propia especie (Garrido *et al.*, 2007). A medida que la sardina crece su nivel trófico disminuye probablemente como resultado de un aumento de la importancia de fitoplancton en la dieta (Bode *et al.*, 2004).

Depredadores:

Los huevos y larvas de sardina son vulnerables a los cambios de salinidad y temperatura, corrientes, insolación extrema, falta de alimento y/o depredadores (incluyendo sardinias adultas que pueden ingerir los huevos).

En aguas de la Península Ibérica y el Golfo de Vizcaya, los juveniles y adultos son presa de otros peces (merluza, bonito, caballa, atún, gallo, mero, alosa, pez espada, pez de San Pedro, etc.) y varias especies de aves y delfines. La sardina aparece como la presa principal en la dieta del delfín común (*Delphinus delphis*) en aguas gallegas (Santos *et al.*, 2004) y portuguesas (Silva, 2001) y muy importante en aguas francesas (Meynier *et al.*, 2008). La sardina también forma parte de la dieta de la marsopa (*Phocoena phocoena*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), y el delfín de flancos blancos (*Lagenorhynchus acutus*) (Santos *et al.*, 2007).

Pesca:

Se captura generalmente con artes de cerco y también con redes de enmalle, con cebo y arrastre (en aguas africanas). En aguas europeas, Portugal y España poseen importantes flotas de cerqueros para la pesca de esta especie y las capturas anuales combinadas de los dos países oscilan entre las 100.000 y 260.000 toneladas. Existen pesquerías menos importantes a lo largo de la costa mediterránea europea, y en la costa atlántica francesa.

Datos del mercado

Durante el verano del 2004 se llevó a cabo una campaña de marcado de sardina dentro del proyecto SARDYN (SARDine DYNamics and stock structure in the North-east Atlantic, Q5RS-2002-000818) financiado por la UE (Figura 7.2). En la campaña de marcado participaron dos equipos de investigadores, uno español del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO y otro portugués del Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR).



Figura 7.2. Logo del proyecto SARDYN.

Para llevar a cabo la campaña se realizaron una serie de pruebas preliminares, con el fin de determinar la marca más adecuada y de poner a punto la metodología que permitiese mantener a los animales en cautividad para estudiar su comportamiento ante las diferentes marcas (Figura 7.3). La sardina es una especie difícil de mantener durante largos períodos en el laboratorio (Olmedo *et al.*, 1990).



Figura 7.3. Sardinas en uno de los tanques en el CO Vigo. Foto J. C. Pazos.



Figura 7.4. Diferentes tipos de marcas consideradas inicialmente para el marcado de sardina. Foto J. C. Pazos.

Mediante el alquiler de cerqueros comerciales se capturaron sardinas tanto en Vigo como en Ollao y tras un periodo de aclimatación al laboratorio, se llevaron a cabo las pruebas con las diferentes marcas disponibles (T-bar, Fingerling y Streamer, entre otras, Figura 7.4)

Dado que la sardina es una especie muy sensible a la manipulación y el músculo es extremadamente delicado, se comprobó que la marca más adecuada era la de tipo Streamer, ya que la T-bar se soltaba muy fácilmente y la *fingerling* resultaba muy poco visible.

Tras elegir el tipo de marca (Streamer) y el color (rojo) se realizaron más pruebas para estudiar la posición más adecuada de la marca en el pez. Se probó la marca en el opérculo y en el pedúnculo cerca de la cola (Figura 7.5), sin embargo las pruebas demostraron que en el opérculo no era funcional ya que impedía la alimentación adecuada de la sardina, por ser una especie filtradora.



Figura 7.5. Marca Streamer en opérculo y pedúnculo caudal de sardina. Fotos J. C. Pazos.

A pesar de que la marca Streamer en el pedúnculo caudal dió los mejores resultados, pudimos comprobar que con el tiempo la marca producía una erosión en el paquete muscular, que al evitar la cicatrización de la herida causaba finalmente la pérdida de la marca. A la vista de estos resultados se optó por fijar la marca con una brida de plástico.



Figura 7.6. Marca con el número de teléfono internacional para favorecer la recuperación de las marcas.
Foto J. C. Pazos.

La marca iba rotulada con un teléfono de contacto gratis e internacional para facilitar la información de las recapturas y un número de identificación del ejemplar que había sido previamente pesado y medido (Figura 7.6).

Se llevó a cabo una campaña de divulgación en la televisión y en la prensa, tanto a nivel local como nacional y se dieron charlas en las cofradías y en los puertos para interesar a los pescadores en el motivo de la campaña. El mismo proceso se siguió en Portugal. Además se imprimieron posters en 6 idiomas (castellano, gallego, portugués, vasco, francés e inglés) que fueron distribuidos en mercados, supermercados, puertos y fábricas de conservas en las áreas costeras de España y Portugal. Una distribución similar (pero menos intensiva) se llevo a cabo en los países vecinos (Francia, Marruecos, Reino Unido e Irlanda). Como recompensa se ofrecieron camisetitas y gorras, rotuladas con el anagrama del proyecto.

Las sardinas fueron capturadas al cerco con pesqueros comerciales y trasladadas y mantenidas a bordo en tanques de polietileno diseñados para esta campaña (Figura 7.7). Una vez a bordo y antes de proceder a su marcado, se introdujeron en tanques con anestésico para intentar reducir en lo posible el stress asociado con la manipulación para llevar a cabo el marcado. Tras el marcado se pasaban a otro tanque donde se recuperaban, a la espera de terminar el marcado diario y ser devueltas al mar.

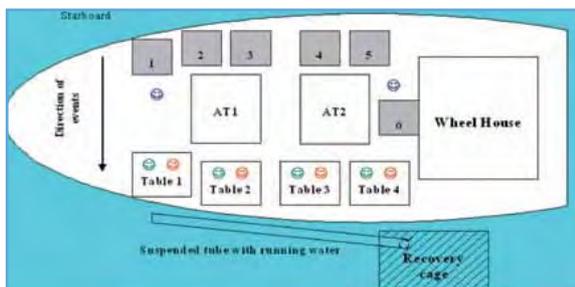


Figura 7.7. Esquema de la distribución tanques y equipos en el cerquero. Diagrama Yorgos Stratoudakis.

Las campañas se realizaron en cuatro puntos de la Península Ibérica, Figueira da Foz y Olhão en la costa de Portugal, y Portonovo y Gijón en la costa española (Figura 7.8), durante los meses de agosto y septiembre del año 2004. En total se marcaron 21.500 sardinas en 4 campañas de marcado (11.500 en la costa española y 10.000 en la portuguesa) con una mortalidad directa debido al marcado inferior al 10%. Un 75% de las sardinas marcadas fueron reclutas (entre 10-16 cm) aunque también se marcaron sardinas adultas (hasta 24 cm).



Figura 7.8. Mapa de los puntos de marcado en las costas española y portuguesa. Diagrama Yorgos Stratoudakis.

La mortalidad inicial durante el manejo fue del 10 al 15% pero una vez puesta en marcha la campaña y ajustado el manejo a bordo del barco se redujo al 2%.

Se confirmaron las capturas de 32 ejemplares marcados (11 provenientes de los marcados en Portonovo, 17 de Olhão y 4 de Figueira da Foz) lo que supone un porcentaje de recaptura del 0,15%. Ninguno de los ejemplares marcados en Gijón se recuperó. Todas las recapturas tuvieron lugar entre 1-35 días después del marcado (la mayoría en la primera semana y a pocos kilómetros del punto de marcado). Dos de los ejemplares marcados en Olhão fueron recuperados 12 días tras el marcado (y aunque uno fue obtenido en Portimão en el Algarve ambas sardinas habían sido capturadas en la parte oeste del Golfo de Cádiz (cerca del puerto de Isla Cristina) a una distancia aproximada de 55 km del punto de marcado (indicando una velocidad media de 3-11 km/día). Solamente se recuperaron 5 juveniles (4 marcados en Figueira y 1 en Olhão). La última marca se recuperó 1 mes tras el marcado a 10 km del punto de marcado.

4.8 Caballa

Autora: Begoña Villamor. IEO Santander

Nombre científico: *Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Caballa, verdel, Sarda

Identificación:

El cuerpo es alargado y fusiforme, disminuyendo en anchura hasta el pedúnculo caudal estrecho, que lleva dos cortas quillas laterales. La cabeza es alargada y la boca es grande llegando al extremo de cada maxilar por debajo de la parte media del ojo respectivo o algo más atrás. La primera de las dos aletas dorsales se origina, aproximadamente, al nivel de las aletas pectorales y tiene 12-14 radios bastante débiles que pueden replegarse en una foseta que hay en el lugar donde está inserta. La segunda aleta dorsal tiene aproximadamente la misma longitud que la primera pero sólo la mitad de la altura, y tiene 12 (9-15) radios blandos. El espacio entre las dos aletas dorsales es dos veces la longitud basal de las aletas. Este gran espacio entre las dos aletas dorsales es una característica anatómica que puede ser utilizada para separar la caballa atlántica de los demás escómbridos (Figura 8.1).



Figura 8.1. *Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758). Foto I. Bruno.

Distribución:

Todas las especies de la familia Scombridae a la que pertenece la caballa son de origen tropical, pero la distribución de *S. scombrus* se extiende a ambos lados del Atlántico Norte hasta 65° N. En el Atlántico Nordeste, la caballa se encuentra en aguas costeras desde Mauritania hasta Noruega, extendiéndose en los mares Mediterráneo y Negro (Whitehead *et al.*, 1986). La caballa de aguas europeas está considerada una raza distinta de la de aguas norteamericanas (Garstang, 1898). Desde 1995 la caballa que se distribuye en aguas del oeste europeo constituye un único stock (ICES, 1996), que se extiende desde el sur de la Península Ibérica hasta el norte de Noruega, incluyendo el mar del Norte y Skagerrak, y se denomina caballa del Atlántico Nordeste (NEAM).

Hábitat:

La caballa del Atlántico Nordeste vive en cardúmenes pelágicos que se desplazan próximos a la superficie (hasta los 50 m de profundidad) en aguas de la plataforma y talud superior. Es un pez de tamaño medio, puede alcanzar una talla de 50 cm y vivir más de 15 años.

Crecimiento:

La tasa de crecimiento de la caballa es elevada durante el primer año de vida (alcanza 24,6 cm a la edad 1) y después se ralentiza rápidamente (29,5 cm y 32,7 cm a las edades 2 y 3 respectivamente). La caballa llega a 41,5 cm a los 10 años de edad y los individuos más viejos (más de 15 años) alcanzan 44 cm (Villamor *et al.*, 2004; Villamor, 2007).

Reproducción:

La caballa alcanza la madurez sexual a la edad de 2-3 años, esto es con 25-32 cm, y realiza la puesta en el borde de la plataforma europea desde el sur de la Península Ibérica hasta el oeste de Escocia (ICES, 2005). Las principales zonas de puesta se encuentran al oeste y suroeste de Irlanda, talud Céltico, y en el Cantábrico (Reid, 1997) (Figura 8.2). La temperatura óptima para la puesta es de 10°C, por lo que existe un gradiente de puesta temporal (de enero a julio) y latitudinal en el Atlántico Nordeste, relacionado con el calentamiento estacional de las aguas. La puesta en el Cantábrico tiene lugar de febrero a junio, alcanzando su máximo en abril (Solá *et al.*, 1990; ICES, 2002). Las mayores concentraciones de huevos se han detectado al sur y oeste de 44° 30' N (Lago de Lanzós *et al.*, 1993). Durante el periodo de puesta cada hembra expulsa unos 300.000 huevos. Las larvas eclosionan con una talla de 3 a 3,5 mm al cabo de 5 a 10 días.

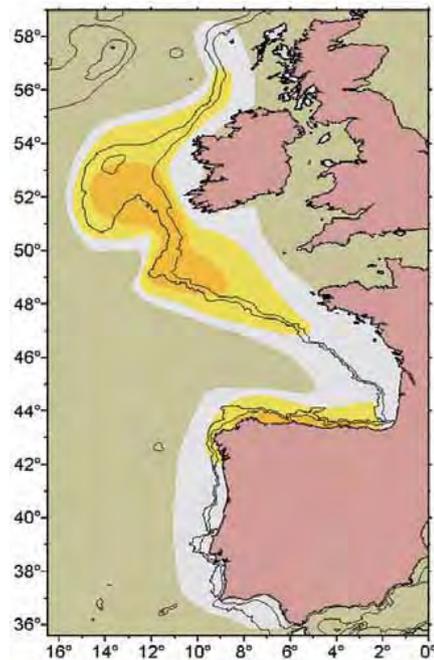


Figura 8.2. Distribución esquemática de las áreas de puesta de la caballa del Atlántico Nordeste basada en la media de la producción diaria de huevos de 1977 a 1995 (modificado de Reid, 1997).

Alimentación:

La dieta de los juveniles (21-29 cm) y adultos de caballa (30-45 cm) en el Mar Cantábrico varía estacionalmente en composición y tamaño de la presa (Olaso *et al.*, 2005). En primavera, la dieta de los juveniles consiste en eufausiáceos, larvas de crustáceos y otros organismos del zooplancton, mientras que en la dieta de los adultos los eufausiáceos constituyen el 90%. Además, en esta estación la caballa depreda sobre sus propios huevos (Olaso *et al.*, 2004). En otoño, los juveniles comen organismos del zooplancton, mientras que los adultos se alimentan fundamentalmente de bacaladilla (90% de su alimento en peso).

Pesca:

La pesquería de caballa del Atlántico Nordeste (NEAM) es actualmente una de las más valoradas de la Unión Europea. Tiene una enorme importancia económica y social para los países ribereños europeos. La captura media anual en el periodo 1972 a 2004 fue 650.000 t (ICES, 2006) cuyo valor económico representa unos 150 millones de euros. En los años más recientes las mayores capturas de la pesquería correspondieron a las flotas de Noruega y Reino Unido (27% de la captura total para cada país). Los otros países que capturan cantidades significativas (entre el 5% y 10% de la captura total) son Dinamarca, Irlanda, Holanda, Rusia y España.

La captura media española de caballa en el periodo 1994-2004 fue de 38.000 t (ICES, 2006), que representa un 6% de la captura media del total del stock en el mismo periodo.

Las flotas españolas explotan la pesquería de caballa en aguas del norte y noroeste de la Península Ibérica con distintos artes: anzuelo (línea de mano), cerco, arrastre y redes de enmalle. En el primer semestre, predominan los adultos en las capturas, que son realizadas sobre todo en el Mar Cantábrico con línea de mano (representa el 50% de la captura total). En el segundo semestre, las capturas están constituidas sobre todo por juveniles y se realizan principalmente en el suroeste de Galicia con arte de cerco (Villamor *et al.*, 1997; Punzón *et al.*, 2004; Villamor, 2007).

Datos del mercado

Los experimentos de marcado de esta especie comenzaron en 1997 a raíz de un proyecto europeo cuyos objetivos principales fueron: 1) clarificar el patrón de migración de los adultos de caballa por la plataforma continental europea y 2) determinar el patrón de reclutamiento espacial de los juveniles en el noroeste de Irlanda y oeste de la Península Ibérica. En este proyecto han participado organismos de investigación marina de Portugal (IPIMAR), España (IEO y AZTI), Irlanda (MI) y Noruega (IMR).

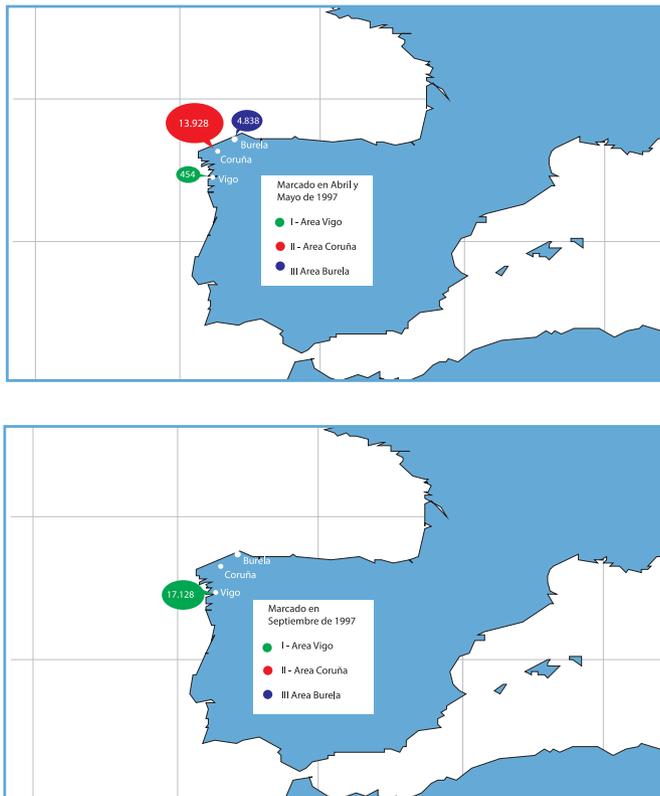


Figura 8.3. Número de caballas marcadas por área de marcado en las campañas del IEO realizadas en abril-mayo (arriba) y septiembre (abajo) de 1997.

El IEO realizó en 1997 dos campañas de marcado de caballa en el noroeste de la Península Ibérica. La primera en abril-mayo, coincidiendo con la época de puesta, para marcar adultos y juveniles, y la segunda en septiembre, época de reclutamiento, para marcar juveniles (Figura 8.3). El arte de pesca utilizado consistía en 4 aparejos de anzuelo de línea de mano, provisto cada uno de 8-10 anzuelos, con nylon rojo como cebo. Se utilizaron tres tamaños de anzuelos para poder pescar tanto caballas adultas como juveniles (Figura 8.4)



Figura 8.4. Aparejo de anzuelo y detalle de carretes y anzuelos utilizados en las campañas de marcado de caballa. Fotos M. E. García.

En las dos campañas de marcado se usaron indistinta y simultáneamente marcas externas e internas, para obtener la mayor información posible de las recapturas. Noruega y Dinamarca fueron los países encargados de informar sobre las recapturas de las marcas internas, ya que sus fábricas de transformación de pescado poseen dispositivos para detectar metales. Otros países involucrados en la pesquería de caballa carecen de estos dispositivos y sólo pueden informar de las recuperaciones de marcas externas.

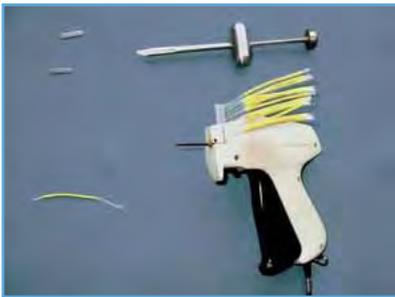


Figura 8.5. Tipo de marca, pistola e inyector utilizado en el marcado externo (abajo) e interno (arriba) de caballa. Foto B. Villamor.

Las marcas externas fueron de tipo dardo “T-bar” de material de plástico, provista de una vaina externa de color amarillo de unos 3 cm y rematada con un anclaje en forma de T (Figura 8.5). La marca se colocó en el dorso del pez, a 1 cm del punto posterior de la base de la primera aleta dorsal y desplazado a 0,5 cm lateralmente (Figura 8.6).



Figura 8.6. Proceso de marcado externo de caballa (izquierda) é imagen de una caballa con la marca externa insertada (derecha). Fotos M. E. García.

Las marcas internas consisten en una chapa metálica de acero inoxidable de extremos redondeados, de 20 mm de longitud, 4 mm de ancho y 1 mm de espesor (Figura 8.5). La marca lleva inscrito el nombre de la institución (IEO) y el código de la marca. La marca interna se inyectó en la parte ventral del pez, mediante unos inyectores especiales, a un centímetro por delante y encima de la posición del ano, de modo que quedara alojada en la pared muscular de la cavidad abdominal (Figura 8.7).

Se marcaron un total de 36.348 caballas (adultos y juveniles), 19.235 con marcas externas y 17.113 con marcas internas.



Figura 8.7. Proceso de marcado interno. Fotos M. E. García.

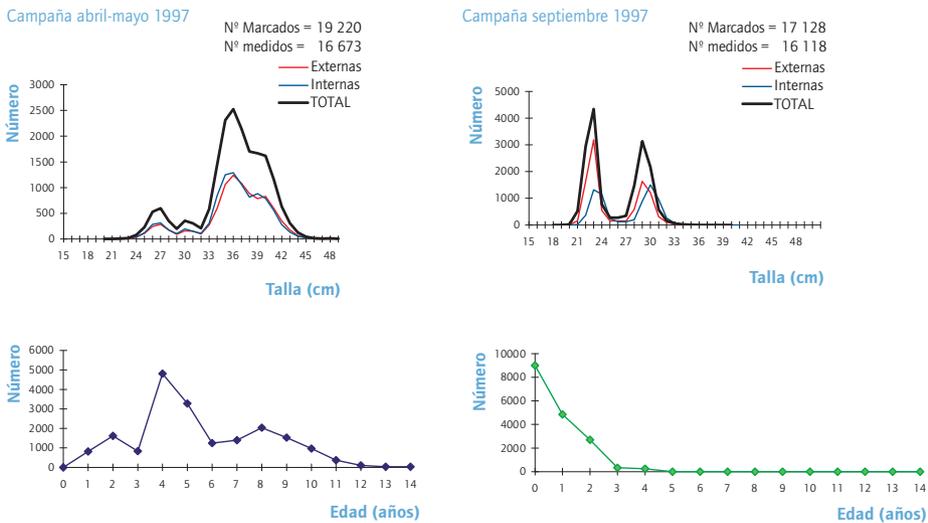


Figura 8.8. Distribución de tallas y edades de las caballas marcadas.

En la Figura 8.8 se muestra la distribución de tallas y edades de las caballas marcadas. Los adultos (4 y 5 años) predominaron en el noroeste y Cantábrico (División VIIIc), siendo la edad 4 la más abundante y representando el 27% y 25% respectivamente. En la Subdivisión IXa Norte (aguas del sur de Galicia) predominaron los juveniles: las edades 1 y 2 en abril-mayo (49% y 36% respectivamente), mientras que la edad 0 fue la más abundante en septiembre (53%) (Villamor, 2007).

Para la consecución del mayor número posible de recapturas se dio amplia publicidad del experimento de marcado de caballa a los organismos científicos de investigación pesquera y a las organizaciones de pescadores de la mayor parte de los países atlánticos europeos. La información consistió en una carta explicativa del proyecto, un póster anuncio de las campañas y un formulario con instrucciones para rellenar en caso de una recaptura. Se usó el idioma respectivo de cada país o Comunidad Autónoma en el caso de España. En el capítulo 5 de este manual se muestra el cartel y la información solicitada.

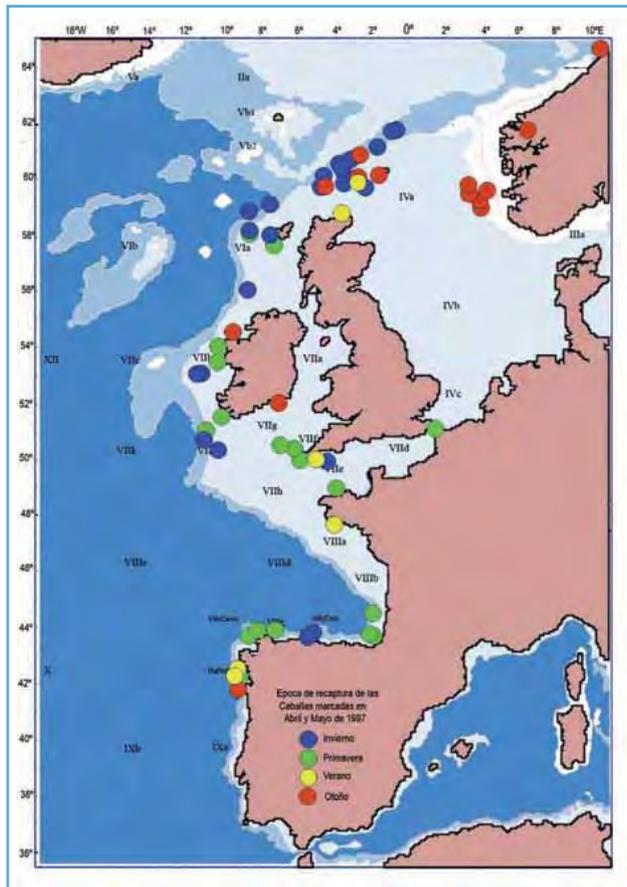


Figura 8.9. Recapturas de caballas marcadas en la campaña de abril-mayo de 1997 obtenidas hasta marzo de 2001, representadas por círculos. Los colores de los círculos representan las estaciones del año cuando fueron recapturadas.

Del total de caballas marcadas (36.348) se recibió notificación de 197 recapturas hasta marzo de 2001. De éstas, 124 fueron marcas externas y 73 internas, lo que supone una tasa global de recaptura de 0,54%. Las recapturas de caballas marcadas en las áreas del noroeste y Cantábrico (áreas de adultos) fueron en su mayoría adultos y tuvieron lugar sobre todo en aguas del oeste y norte de Europa. En la Figura 8.9 se muestra la localización de las recapturas de las caballas marcadas en abril-mayo.

La mayoría de las recapturas de caballas marcadas en el área de distribución de juveniles (aguas del sur de Galicia, zona IXa) se registraron cerca del área de marcado. En la Figura 8.10 se muestra la localización de las recapturas de las caballas marcadas en septiembre. Estos resultados indican que los juveniles no siguen el patrón de migración de los adultos. Las recapturas muestran que los juveniles permanecieron en las zonas de cría durante el año siguiente al de la campaña de marcado (esto es, mientras tenían 1 o 2 años).

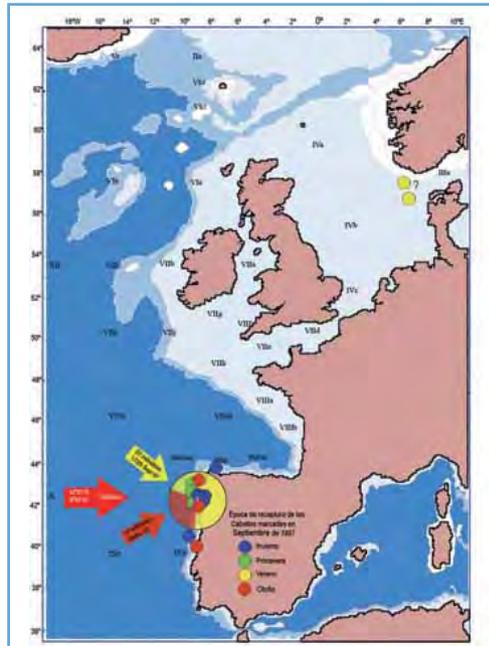


Figura 8.10. Recapturas de caballas marcadas en la campaña de septiembre de 1997 obtenidas hasta marzo de 2001, representadas por círculos. Los colores de los círculos representan las estaciones del año cuando fueron recapturadas. El círculo grande representa 77 recapturas (63 recapturadas en verano y 14 en otoño) realizadas todas ellas en posiciones próximas.

En resumen, teniendo en cuenta la información proporcionada por los datos de marcado y recaptura se puede definir el patrón de migración de la caballa en el Atlántico NE (Figura 8.11). Los adultos de caballa realizan, entre primavera y verano, y desde las zonas de puesta Sur y Oeste, una migración por el oeste de las Islas Británicas hacia norte de las Islas Faroes, mar de Noruega y parte norte del Mar del Norte. Entre septiembre y diciembre la caballa se concentra principalmente en la División IVa del ICES (mar de Noruega y parte norte del Mar del Norte). Durante el invierno retornan hacia el sur por el oeste de las Islas Británicas buscando las zonas de puesta. Los estudios de marcado-recaptura mostraron que los juveniles tienden a permanecer en las áreas de cría anteriormente descritas, hasta la edad de madurez (3 años), uniéndose a continuación a la ruta migratoria de la población adulta (Uriarte, 1999; Uriarte y Lucio, 2001; Uriarte *et al.*, 2001; Villamor, 2007).

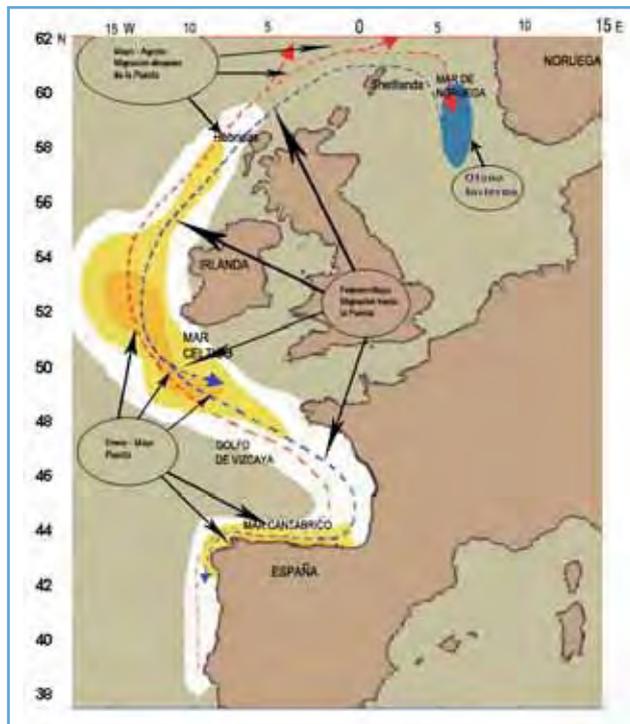


Figura 8.11. Patrón general de la distribución espacial y migración de los adultos de caballa en el Atlántico Nordeste. Resultados de los estudios de marcado recaptura realizados en 1997 en el marco del Proyecto europeo: Spatial pattern of migration and recruitment of north east atlantic mackerel.

4.9 Atún rojo

Autor: Enrique Rodríguez-Marín. IEO Santander

Nombre científico: *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Atún rojo, cimarrón, atún de aleta azul, atún rojo del Atlántico, tonyina

Identificación:

Cuerpo largo, fusiforme y redondeado. Sus ojos son pequeños respecto al resto de los atunes, y las mandíbulas alcanzan el borde anterior del ojo, con dientes cónicos y pequeños, distribuidos en una sola hilera. Aletas pectorales muy cortas, nunca alcanzan el espacio entre las dos dorsales. La altura de la segunda aleta dorsal es mayor que la de la primera dorsal, y ambas están muy juntas. Coloración azul oscuro, tirando a negro, en el dorso y la zona superior, los costados inferiores son plateados, con bandas y puntos grises, que se difuminan después de morir. La primera aleta dorsal es azulada o amarilla, mientras que la segunda dorsal es marrón rojiza. Las pínulas son de color amarillo y la quilla caudal central es negra en los adultos y semi-transparente en los jóvenes.



Figura 9.1. Atún rojo capturado mediante la técnica de cebo vivo, en el momento de ser izado a bordo para marcarlo. Foto E. Rodríguez-Marín.

Distribución y hábitat:

El atún rojo es una especie pelágica oceánica que tiene una amplia distribución en el Atlántico Norte, desde el norte de las costas brasileñas hasta Terranova en el Atlántico Oeste, y desde Cabo Verde hasta el norte de Noruega y por todo el Mediterráneo en el Atlántico Este (en azul en la Figura 9.2).

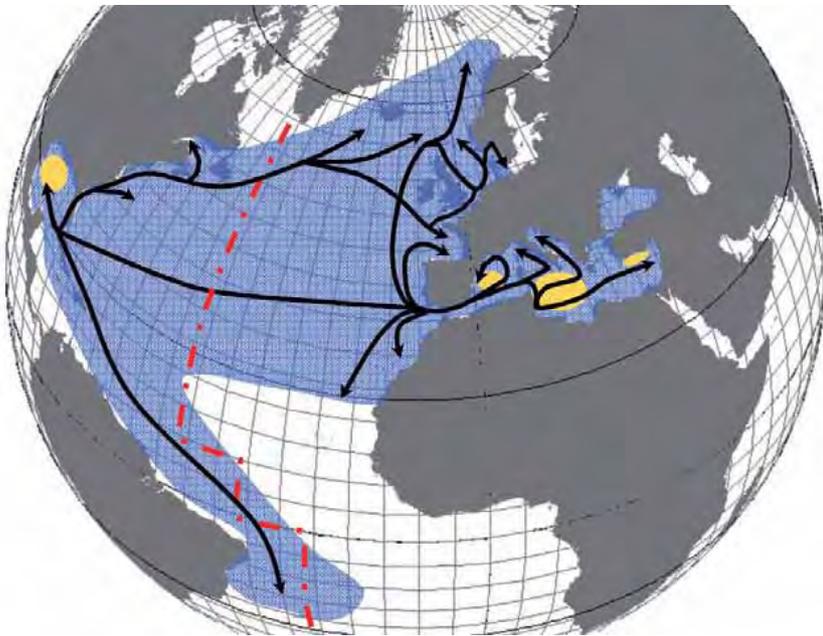


Figura 9.2. Distribución geográfica del atún rojo en el Atlántico. Las líneas negras de la figura representan las principales rutas migratorias y las áreas amarillas las zonas de reproducción. La línea discontinua roja delimita las dos unidades de ordenación o stocks del Atlántico. (Figura tomada de Fromentin 2006).

Es una especie altamente migratoria capaz de efectuar grandes desplazamientos entre las zonas de alimentación y reproducción, llegando a realizar viajes transatlánticos. La distribución se amplía con la edad, de forma que el atún rojo más grande se adapta a las aguas más frías y es capaz de realizar migraciones más extensas. El marcado electrónico ha permitido conocer que el atún rojo es capaz de soportar bajas temperaturas (hasta 3°C) y altas (hasta 30°C) debido a su capacidad para regular su temperatura interna.

También, gracias al marcado electrónico, se ha comprobado que tanto los juveniles como los adultos se sumergen frecuentemente hasta los 500 o 1.000 m de profundidad (Fromentin and Powers, 2005; Fromentin, 2006).

Crecimiento:

El procedimiento para determinar la edad en el atún rojo se ha basado en la identificación de anillos o bandas en piezas esqueléticas (otolitos, espinas y vértebras), pero también se han utilizado las distribuciones de talla y los datos obtenidos de experiencias de marcado y recaptura. El atún rojo atlántico puede alcanzar un tamaño superior a 300 cm y un peso superior a 650 Kg. Estudios muy recientes de validación de la edad basados en la concentración de un isótopo de radiocarbono ^{14}C , demuestran que esta especie puede llegar a vivir más de 35 años.

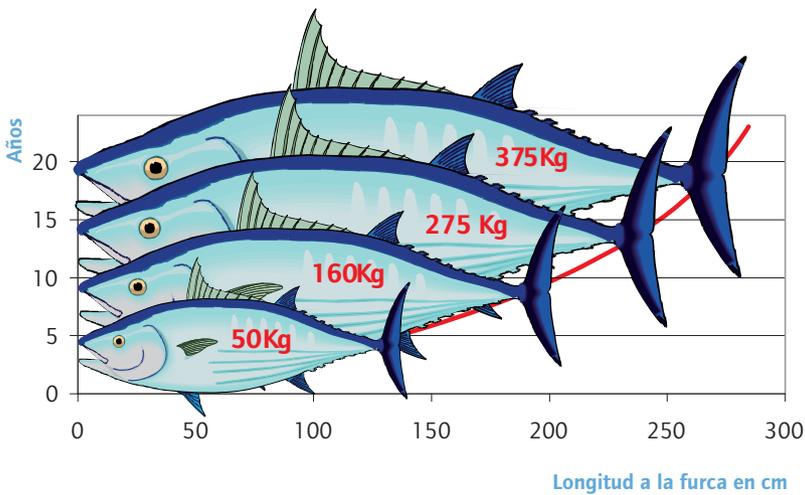


Figura 9.3. Tamaño en longitud y peso para ejemplares de atún rojo de 5, 10, 15 y 20 años.

Los atunes nacidos en junio alcanzan unos 30-40 cm en octubre y después de un año pesan unos 4 Kg y tienen unos 60 cm de talla. Se han descrito pautas estacionales en el crecimiento, de forma que tanto los juveniles como los adultos crecen rápidamente durante el verano y el comienzo del otoño (hasta un 10% mensual), mientras que el crecimiento es mucho menor en el invierno. El incremento en longitud en los adultos se hace cada vez más pequeño pero en cambio si van aumentando en peso. Hay una pequeña diferencia en el crecimiento de machos y hembras a partir de los 10 años, creciendo los primeros más deprisa y alcanzando una mayor talla que las hembras (Mather *et al.*, 1995; Rodríguez-Marín *et al.*, 2007; Rooker *et al.*, 2007)

Reproducción:

Se considera que el atún rojo del Atlántico Oeste desova a la edad de 8 años (120 Kg), en comparación con la edad de 4 años (30 Kg) de los peces del Este. En el Atlántico Oeste, el atún rojo desova en el Golfo de México y en el estrecho de Florida, desde mediados de abril hasta junio. El atún rojo del stock del Atlántico Este desova en el Mediterráneo, desde finales de mayo hasta julio, dependiendo de la zona de desove. Las principales concentraciones de larvas se

forman alrededor de las Islas Baleares, alrededor y fundamentalmente al sur de la isla de Sicilia en el Mediterráneo central y al norte de la isla de Chipre en el Mediterráneo oriental, donde la temperatura del mar en superficie está en torno a los 24°C (Rooker *et al.*, 2007).

Alimentación:

Es una especie que se alimenta de forma oportunista, siendo los peces, los calamares y los crustáceos especies comunes en su dieta. Fundamentalmente depreda sobre especies que viven en la columna de agua, pero también se han descrito especies presa que viven en el fondo.

En general la dieta de los juveniles tiene una mayor presencia de pequeños crustáceos y peces pelágicos y los adultos se alimentan de cefalópodos y grandes peces. Los atunes rojos adultos ocupan el puesto más alto de la cadena alimenticia en un puesto similar a los tiburones pelágicos (Rooker *et al.*, 2007).

Predadores:

Cuando son juveniles o pre-adultos pueden ser presa de tiburones y orcas, a medida que crecen dejan de tener prácticamente predadores, excepto el hombre.

Pesca:

Las capturas mundiales de esta especie en el área de ordenación del Atlántico Este y Mediterráneo se producen mayoritariamente en el Mediterráneo. En cuanto a las capturas de esta especie por las flotas españolas, actualmente se reparte su procedencia al 50% entre el Mediterráneo y el Atlántico Este. Los principales artes de pesca son el cerco, el palangre, las almadrabas y la pesca con caña usando cebo vivo. Las pesquerías españolas de atún rojo aparecen representadas en la siguiente figura, donde se detallan las capturas en peso para las vertientes atlántica y mediterránea españolas (Figura 9.4).

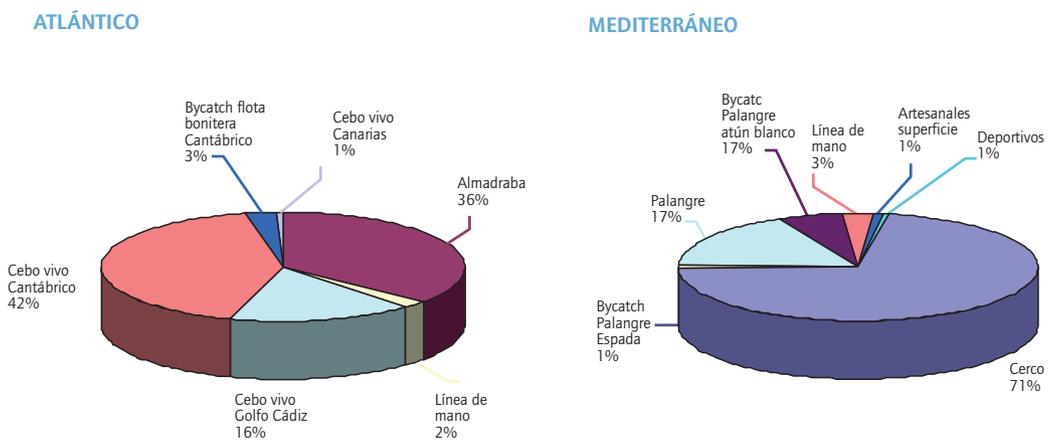


Figura 9.4. Porcentaje de capturas españolas por zona de procedencia y arte de pesca. Valores medios de los años 2001 a 2003.

Datos del Mercado

Marcado convencional.

El mercado con marcas convencionales (Figura 9.5) ha permitido obtener históricamente una información muy valiosa de la biología de esta especie. En el Atlántico Oeste se han marcado con este sistema unos 43.000 atunes desde 1954 (en su mayoría por Estados Unidos y en muy pequeña proporción por Canadá). En el Atlántico Este y Mediterráneo se han colocado unas 17.000 marcas desde comienzos de los años 70 (en su mayoría por España y en muy pequeña proporción por Italia, Grecia y Francia). La mayoría de los atunes marcados en ambos lados del Atlántico han sido ejemplares pequeños (menores de 4 años) si bien tan sólo en el oeste se ha marcado un número significativo de ejemplares medianos y grandes (entre 4 y 8 años y mayores de 8 años, respectivamente).



Figura 9.5. Distintos tipos marcas convencionales. Foto E. Rodríguez-Marín.

La proporción de ejemplares marcados y recapturados antes de un año muestra que los peces menores de 4 años permanecen en las mismas áreas donde fueron marcados, los de 4 a 8 años y mayores de 8 años realizan, en pequeña proporción, migraciones transatlánticas, lo que evidencia la capacidad de grandes desplazamientos hacia zonas de puesta o de alimentación en periodos de tiempo muy cortos. Si tenemos en cuenta tiempos superiores a un año entre el marcado y su posterior recaptura, los atunes de menos de 4 años muestran una mayor dispersión, pudiendo incluso realizar migraciones trasatlánticas (aproximadamente un 8% en ambos sentidos) y observándose un gran intercambio de peces pequeños entre el Mediterráneo y el Atlántico este (ver más adelante). Para los peces medianos y grandes con más de un año en libertad, las proporciones indican desplazamientos del oeste al este del Atlántico e incluso entrando en el Mediterráneo en un 22% y un 13% respectivamente (Rooker *et al.*, 2007).

El Instituto Español de Oceanografía ha realizado marcado convencional de juveniles de atún rojo de forma sistemática, en el Atlántico Nordeste (Golfo de Vizcaya) y en el Mar Mediterráneo (área del Estrecho de Gibraltar, Mar de Alborán y área de las Islas Baleares), desde 1977 hasta la actualidad. Este marcado se ha efectuado en campañas científicas en barcos comerciales, pero también se han realizado marcado oportunista gracias a la colaboración de barcos deportivos y barcos profesionales. Se han marcado cerca de 15.000 atunes alrededor de la Península Ibérica, (Figura 9.6) (Cort, 1990; Rodríguez-Marín *et al.*, 2008).

En el Mediterráneo prácticamente el total de los atunes marcados fueron ejemplares de menos de un año y de un año de edad, mientras que en el Golfo de Vizcaya la mayoría de los ejemplares fueron de uno y dos años de edad. El rincón sur oriental del Golfo de Vizcaya constituye una zona de alimentación estacional de juveniles de atún rojo. A finales de junio llegan a esta zona atunes de 1 a 5 años fundamentalmente, aunque aparecen algunos ejemplares de hasta 9 años, y la abandonan a finales de octubre.

La mayoría de las recapturas de ejemplares marcados y recapturados en menos de un año, se produjeron en las mismas áreas donde los individuos fueron liberados. Algunos atunes marca-

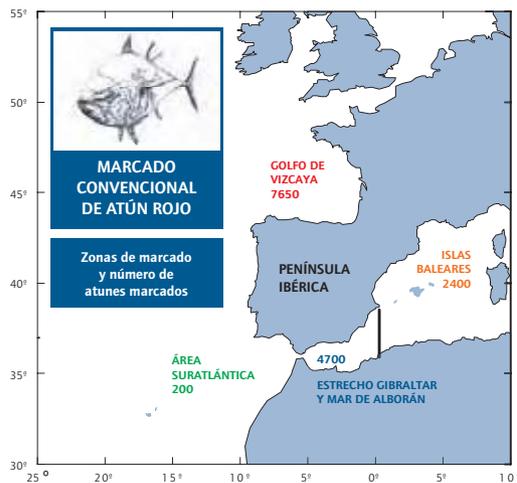


Figura 9.6. Mapa donde se detalla el número de ejemplares juveniles de atún rojo marcados en cuatro áreas alrededor la Península Ibérica: en rojo en el Golfo de Vizcaya, en verde en las costas atlánticas marroquíes, en azul en el Mar de Alborán y en marrón alrededor de las Islas Baleares.

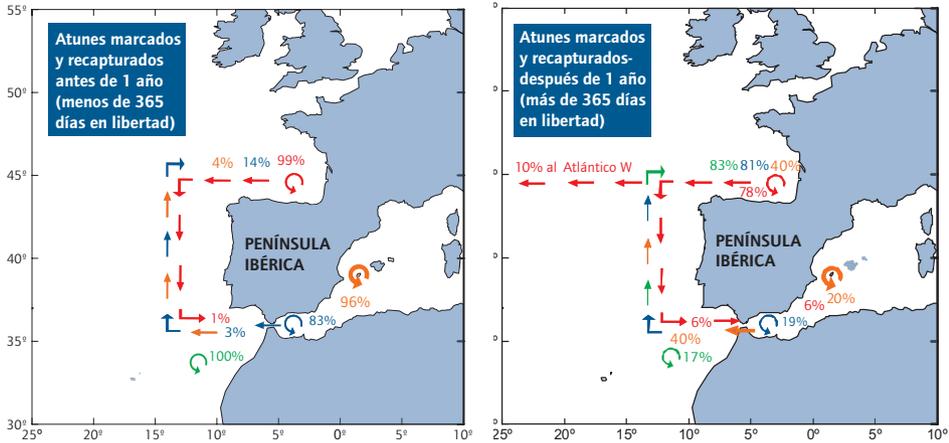


Figura 9.7. Mapas representando las migraciones de atunes juveniles alrededor de la Península Ibérica en función del tiempo transcurrido entre el marcado y su posterior recaptura. A la izquierda con menos de un año y a la derecha con más de un año en libertad. Los números y colores indican el porcentaje de recapturas en función de donde fueron marcados: rojo en el Golfo de Vizcaya, verde en las costas atlánticas marroquíes, azul en el Mar de Alborán y marrón alrededor de las Islas Baleares.

dos en el Golfo de Vizcaya se encontraron en el área sur-atlántica de la Península Ibérica. Además, atunes de menos de un año de edad marcados en el Mediterráneo, aparecieron al otro lado del Estrecho de Gibraltar en aguas del Atlántico y en el Golfo de Vizcaya (ver Figura 9.7).

Las recapturas de ejemplares con más de un año en libertad (más de un año desde que fueron marcados), muestran una imagen completamente distinta, ver Figura 9.7). En el caso de los ejemplares marcados en el Mar Mediterráneo, tanto en la zona del Mar de Alborán como en el área de Baleares, una elevada proporción se recuperó en el Golfo de Vizcaya, lo que evidencia la importante relación entre ambas áreas. En menor proporción se observan recapturas en el Mediterráneo en la misma área donde fueron marcados, lo que muestra que permanecen o regresan al área. También se observan desplazamientos al otro lado del Estrecho de Gibraltar hacia el área sur-atlántica peninsular. Los ejemplares marcados en las costas atlánticas de Marruecos se desplazan en una elevada proporción al Golfo de Vizcaya. De los atunes marcados en el norte de la Península Ibérica, la mayoría de las recapturas se produjeron en la misma área, lo que apoya la teoría de que estos ejemplares regresan cada año a esta zona de alimentación estival. También se evidencia el movimiento desde el Golfo de Vizcaya hacia el área sur atlántica peninsular y el Mediterráneo y una significativa proporción que realiza migraciones transatlánticas hacia el oeste.

La información obtenida gracias al marcado, junto con la información procedente de las pesquerías y el conocimiento de las zonas de puesta y alimentación permiten establecer los movimientos y la estrecha relación de los juveniles de atún rojo del Mediterráneo occidental y el Atlántico Este. Una fracción significativa de los nacidos en junio en el Mediterráneo occidental (posiblemente en la zona de desove de alrededor de las Islas Baleares) atraviesa el Estrecho de Gibraltar en otoño y se desplaza hacia el área que va desde las costas atlánticas marroquíes hasta las Islas Canarias y las Islas Azores, donde pasa el invierno. En la primavera, al cumplir el primer año de vida, migran al Golfo de Vizcaya y al llegar el otoño vuelven a las aguas del

Golfo de Cádiz y zona nor-atlántica marroquí, realizando estas migraciones entre las áreas de invernada y de alimentación estival hasta los 4 años de vida, momento en el que al alcanzar la madurez sexual, se introducen de nuevo en el Mediterráneo para dirigirse hacia las zonas de puesta donde nacieron (Cort, 1990; Mather *et al.*, 1995; Rodríguez-Marín *et al.*, 2008).

La capacidad de desplazamiento de los juveniles puede alcanzar un máximo de 95 km o 50 millas náuticas al día, y los adultos pueden desplazarse hasta 155 km/día o más de 80 millas náuticas al día. Esta velocidad se ha obtenido directamente a partir de recapturas de atunes con sólo un día en libertad y a partir de mayores tiempos de libertad, promediando la velocidad a partir de la distancia recorrida y el tiempo empleado (Cort, 1990; Rooker *et al.*, 2007).

El marcado sirve también para estimar el crecimiento entre la talla medida al marcar y la talla medida al recuperar el ejemplar después de un determinado periodo de tiempo. Así un atún marcado en el Estrecho de Gibraltar en noviembre de 2004 fue recuperado 19 meses más tarde en el Golfo de Vizcaya, habiendo crecido 27 cm. Los datos procedentes del marcado convencional han servido para estimar la curva de crecimiento del stock oeste. A su vez este tipo de marcado se ha utilizado para obtener una estimación de la mortalidad de los atunes, es decir en que proporción mueren, por causas naturales o por pesca, según su edad.



Figura 9.8. Atún rojo marcado con una marca convencional a punto de ser devuelto al mar. Se puede apreciar la cuna de marcado, las marcas preparadas y el paño negro que cubre los ojos para contribuir a su inmovilidad. Foto E. Rodríguez-Marín.

Marcado electrónico

A pesar de que el marcado convencional permite obtener parámetros biológicos valiosos, está limitado por la falta de información entre las posiciones de marcado y recaptura. La información que recogen las marcas electrónicas permite no sólo saber los movimientos, sino también su comportamiento, fisiología y preferencias de hábitat. Las marcas electrónicas recogen información de posición (a partir de la intensidad de luz), temperatura interior del cuerpo y exterior y profundidad (a partir de la presión). Las marcas electrónicas utilizadas en atún rojo han sido fundamentalmente las marcas archivo externas de tipo pop-up y las marcas archivo internas (ver Figura 9.9).

La diferencia reside en que las primeras son exteriores y se programa su liberación sin que sea necesario volver a capturar el pez, pues transmite la información vía satélite. Las segundas, que recogen la temperatura interna, al ser más pequeñas pueden ser utilizadas en atunes de menor tamaño, aunque para ser recuperadas es necesario capturar al atún. Ambas son mucho más caras que las convencionales: Estados Unidos es el país que más se ha implicado en su desarrollo tecnológico desde finales de los 90. Los países europeos han empezado a utilizar estas nuevas tecnologías más tarde y por ello el número de ejemplares marcados en ambos lados del Atlántico es desigual. Actualmente se están empleando marcas archivo internas en ejemplares juveniles, a partir de los 6 Kg.



Figura 9.9. Marcas archivo externas de tipo pop-up y marcas archivo internas utilizadas en el marcado de atún rojo.

En las costas de Estados Unidos, la mayoría en Carolina del Norte y en menor cantidad en el Golfo de Maine y en el Golfo de Méjico (GOM), se han implantado más de 1.000 marcas electrónicas: aproximadamente el 30% son del tipo pop-up e implantadas en atunes con un rango de tallas de 140 a 270 cm. La mayoría de los individuos menores de 200 cm permanecen haciendo pequeños desplazamientos norte-sur y ninguno ha entrado en la única zona de puesta conocida en el oeste, el GOM. Los atunes de más de 200 cm visitaron las zonas de desove en el GOM o en el Mediterráneo y también realizan desplazamientos a zonas altamente productivas como las situadas al este de Flemish Cap (45°W) o al suroeste de la Península Ibérica, zonas que son interpretadas como áreas de alimentación (Block *et al.*, 2005; Rooker *et al.*, 2007).

Categorizando los atunes como reproductores del oeste (si visitaban el GOM en la época de puesta y permanecían al menos 7 días en aguas a más de 24°C), reproductores del este (si visitaban el Mediterráneo o se encontraban en tránsito desde o hacia las zonas de desove en la época de puesta) y como neutrales (si no visitaban ninguna zona de puesta, aproximadamente el 80%) se evidencia que los dos primeros conviven en aguas de la plataforma continental de América del Norte y en el Atlántico Central pero que no se mezclan ni en el GOM ni en el Mediterráneo. Además los reproductores del este no vuelven al oeste una vez que han entrado en el Mediterráneo, si bien, si salen al Atlántico Este. Los reproductores del este que se dirigen al Mediterráneo, después de un tiempo de permanencia en el oeste, lo hacen a una edad superior a los 4 años, edad en la que el 50% de los atunes son sexualmente maduros en el Mediterráneo. Los resultados indican que una porción de atunes nacidos en el Mediterráneo se desplazan y permanecen en el Atlántico Oeste hasta que alcanzan la madurez sexual y vuelven a su lugar de nacimiento. La fidelidad al área de puesta también se ha observado en dos reproductores del oeste que hicieron viajes consecutivos durante tres años al GOM en primavera (Block *et al.*, 2005).

El mayor esfuerzo de marcado electrónico realizado en el Atlántico Este, se ha producido fundamentalmente en el Mediterráneo y con marcas pop-up, aunque también se han usado, en mucho menor número, al sur de Portugal y en Irlanda. Además se han implantado unas 200 marcas archivo internas en ejemplares de uno y dos años de edad en el Golfo de Vizcaya, Mar Adriático y en las costas del Algarve. El Instituto Español de Oceanografía ha participado en la mayoría de los proyectos europeos que han financiado estas actividades de marcado electrónico.



Figura 9.10. Operación de marcado de un atún rojo con una marca electrónica pop-up. Detalle del anclaje y zona donde se coloca la marca en el atún. Foto F. Abascal.

Los atunes marcados con marcas pop-up en el Mediterráneo se han liberado en el este, centro y oeste del Mar Mediterráneo. Hasta ahora no se ha producido ninguna migración transatlántica, si bien los tiempos programados en las marcas han sido de menos de un año. Los atunes marcados en el Mediterráneo central y oriental suelen permanecer próximos al lugar donde fueron marcados, en cambio los liberados en el lado occidental muestran una mayor movilidad, incluso varios individuos se desplazaron fuera del Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, trasladándose dos de ellos a considerable distancia: el sur de Islandia y las proximidades de las Islas de Cabo Verde. Estos resultados confirman el paso de los atunes a través del Estrecho de Gibraltar en distintas direcciones según la época del año. En primavera entran al Mediterráneo para dirigirse a las zonas de reproducción y en verano, una fracción de los reproductores, sale para dirigirse a las zonas de alimentación en el Atlántico nordeste. El conocimiento de los desplazamientos ha sido utilizado, desde la antigüedad por los pescadores de almadrabas para capturar los atunes que migraban pegados a la costa en sus desplazamientos de entrada y salida del Mediterráneo, las llamadas almadrabas de derecho y de revés.

El marcado de juveniles con marcas archivo internas en el Mar Adriático muestra que estos atunes permanecen próximos a la zona donde fueron marcados. En cambio una recuperación de un atún de un año marcado y vuelto a recuperar al año siguiente en el Golfo de Vizcaya, muestra su desplazamiento en otoño fuera del Golfo siguiendo el contorno de las costas portuguesas hacia el sur y llegando al área comprendida entre las islas atlánticas portuguesas y el suroeste Peninsular, donde pasa el invierno, para regresar de nuevo al Golfo a finales de primavera siguiendo la misma ruta en sentido inverso. Esta información refrenda los resultados obtenidos con el marcado convencional y detallados en párrafos anteriores.

La velocidad máxima calculada a partir de marcas electrónicas es de 72 km al día con una media de 16 km al día y una distancia máxima recorrida de 5.820 km en 304 días (Rooker *et al.*, 2007).

4.10 Atún blanco o Bonito del Atlántico Norte

Autores: Victoria Ortiz de Zárate y José Luis Cort. IEO Santander

Nombre científico: *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1788)

Nombre común: Atún blanco (oficial)

Bonito del norte (en el Cantábrico)

Albacora (Canarias)

Identificación:

El atún blanco o bonito del norte se distingue bien de otras especies de atunes del género *Thunnus*, por poseer una larga aleta pectoral, que alcanza y sobrepasa la 2ª aleta dorsal en los ejemplares grandes y un halo de color blanco en la aleta caudal (Figura 10.1).

En los ejemplares juveniles (< 30 cm) esta aleta no es tan larga y se puede confundir con ejemplares juveniles de patudo (*Thunnus obesus*) y atún rojo (*Thunnus thynnus*). Tiene el cuerpo alargado fusiforme cubierto de pequeñas escamas cicloideas. Carece de estrías, manchas, u otros dibujos en el cuerpo. El color es azul oscuro metálico en el dorso y blanco plateado en la zona ventral. La aleta caudal relativamente corta, con marcada forma de luna decreciente y pedúnculo fino con quillas laterales.



Figura 10.1. Principales características morfológicas distintivas de un atún blanco. Foto. V. Ortiz de Zárate.

Distribución geográfica:

Es una especie muy cosmopolita, de amplia distribución en aguas oceánicas templadas y cálidas de todos los océanos. En el océano Atlántico se distribuye desde el paralelo 55° N al 40° S, ocupando una amplia extensión en ambos hemisferios y el Mar Mediterráneo. A efectos de la gestión de las pesquerías, se considera que en el Atlántico existen dos stocks separados por el paralelo 5° N. Esta hipótesis se apoya en la distribución de las capturas de las flotas de palangre de Japón (Uozumi, 1996) y de Taiwan (Chang *et al.*, 1996) desde el inicio de estas pesquerías en el Atlántico en la década de los años cincuenta y en los datos obtenidos de las experiencias de marcado (Aloncle et Delaporte, 1973, 1979, 1980; Mejuto, 1984, 1985; Ortiz de Zárate

and Cort, 1998), cuyos resultados indican que hasta la fecha, no se han registrado migraciones de atún blanco del Norte al Sur del Atlántico y viceversa. A su vez, la población del mar Mediterráneo se considera otro stock independiente apoyado este resultado en datos de recapturas de peces marcados y en estudios genéticos (Arrizabalaga *et al.*, 2002, 2007). En adelante nos referiremos al stock de atún blanco del Atlántico Norte.

Hábitat:

Especie pelágica oceánica que forma bancos más o menos densos. Cuando es juvenil se concentra próxima a las capas superficiales o sub-superficiales, y llega hasta los 100 m de profundidad. En la fase adulta, amplía su distribución batimétrica en la columna de agua hasta los 400 m aproximadamente de profundidad. En el Atlántico norte, los individuos inmaduros viven en aguas templadas que oscilan entre 16° y 21°C, situadas entre el 30° N y el 50° N. Las concentraciones de juveniles y sub-adultos, en los meses estivales, se localizan próximas a la isoterma de 18°- 19°C, y ligados a los frentes térmicos de 16° a 19°C y la termoclina próxima a la superficie (35 m) en el área del Golfo de Vizcaya. Al alcanzar la madurez sexual, los ejemplares adultos, habitan en un rango de temperaturas que varía de 10 a 24°C, al ampliar su distribución vertical en la columna de agua. Necesitan altas concentraciones de oxígeno disuelto para su metabolismo, lo que es un factor limitante en su distribución; el área comprendida entre el trópico de cáncer y el ecuador no es frecuentada por el atún blanco.

Reproducción:

La talla de primera maduración sexual se encuentra cerca de los 85- 90 cm, tanto para las hembras como para los machos, que corresponde a una edad de 5 años y a un peso aproximado de 15 Kg. En el hemisferio norte, la época de puesta se sucede en la primavera y verano, de abril a septiembre, con un pico en julio, en las aguas tropicales oceánicas superiores a 24°C, en el área oceánica situada en el Mar de los Sargazos, frente a las costas venezolanas y en las proximidades del golfo de Méjico. La fecundidad estimada de una hembra, según su talla, es de 2 a 3 millones de óvulos, los huevos son pelágicos y miden entre 0,8-0,9 mm de diámetro, evolucionan rápidamente y la larva eclosiona en un intervalo de 24 a 48 horas. Las larvas se localizan en el área de puesta hasta convertirse en juveniles.

Crecimiento y desarrollo:

Existe poca información sobre el desarrollo larvario y la fase juvenil hasta alcanzar la talla de reclutamiento a la pesquería. Por medio de lecturas de anillos anuales que se forman en las espinas (Bard, 1981) se ha establecido un patrón de crecimiento anual para este *stock* norte de atún blanco, que ha sido validado con los resultados del marcado (Ortiz de Zárate y Restrepo, 2001) en los primeros grupos de edad. Así, el crecimiento, durante los primeros 4 años, cuando es inmaduro, es rápido (Figura 10. 2). En el primer año de vida la talla media anual estimada es de 46 cm y un peso de 2 Kg; en el segundo año, la tasa de crecimiento anual es de 16 cm aproximada-

mente, y alcanza un tamaño medio de 62 cm y 5 kg de peso; a los tres años mide un promedio de 75 cm y un peso medio de 9 kg y a los 4 años alcanza una talla media de 85 cm y un peso promedio de 13 kg, hasta que alcanza la madurez sexual con una talla alrededor de 93 cm y un peso de 18 kg aproximado con una edad de 5 años. A partir de este momento su crecimiento se ralentiza. La talla máxima observada en España ha sido de 132 cm con un peso de 58 kg. La longevidad estimada ronda los 15 años. En las pesquerías de palangre (Taiwan y Japón) en el Atlántico central norte se han capturado ejemplares adultos de hasta 142 cm de talla.

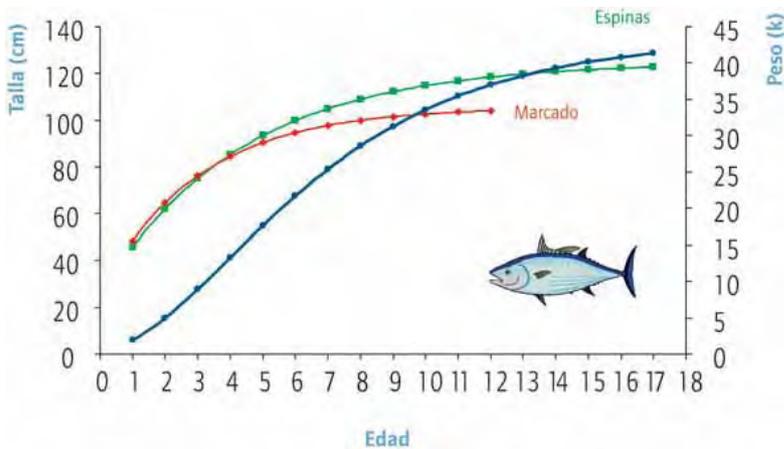


Figura 10.2. Curvas de crecimiento del atún blanco Atlántico norte estimadas por lectura de espinas y datos de marcado-recaptura y peso correspondiente.

Alimentación:

El atún blanco es un gran predador, oportunista que localiza a sus presas visualmente durante el día. Ocupa un nivel alto en el ecosistema marino pelágico y tiene pocos predadores, entre ellos, especies de tiburones pelágicos, orcas, así como otras especies de atunes y peces agujas que depredan sobre los individuos juveniles. Son muy voraces, con un metabolismo alto que requiere grandes cantidades de alimento para mantenerlo, puede ingerir hasta el 25% de su peso diariamente. Presenta picos de actividad alimenticia concentrados al amanecer, al mediodía y al atardecer. Al igual que otras especies de atunes, ha desarrollado un sofisticado sistema interno de doble circulación, gracias al cual puede desarrollar gran velocidad de natación y ocupar vastas áreas donde se alimenta. Las presas más frecuentes son bancos de peces epipelágicos costeros como la anchoa, el chicharro y la caballa, otros peces pelágicos que capturan en menor cantidad y especies mesopelágicas, como son peces mictófidios entre otros y pequeños crustáceos eufasiáceos y del plancton (Ortiz de Zárate, 1987; Pusineri *et al.*, 2005). También forman parte de su dieta algunos cefalópodos.

Pesca:

El atún blanco es una de las especies de mayor interés comercial y social para la flota española de superficie de los puertos del Cantábrico y Galicia y la flota de cebo vivo de Canarias. Se captura desde los meses de mayo a octubre en el mar Cantábrico y aguas adyacentes del Atlántico nordeste. En el Atlántico Norte los principales países que se dirigen al atún blanco o bonito del norte, tomando como referencia, el promedio de las capturas desembarcadas desde inicios de la pesquería en 1930 son: España, Francia, Taiwán, Japón, Portugal e Irlanda. Las flotas de superficie europeas capturan anualmente un promedio del 80% del total internacional, mientras que el palangre representa un 20% aproximadamente del total internacional. Las capturas de las flotas españolas de cacea y cebo vivo, representan un porcentaje medio de 60% en el conjunto de la pesquería europea de superficie y el resto se debe a la flota de arrastre semi-pelágico por parejas y flotas de cebo vivo y cacea de otros países europeos.

En los últimos cuatro años, de 2003 a 2006, los desembarcos obtenidos en la costera de atún blanco o bonito del norte en el Cantábrico y aguas del Atlántico nordeste, fueron 11.200 t, 14.624 t, 19.490 t y 24.133 t anualmente para este período, respectivamente. La proporción de capturas de las flotas de cebo vivo y cacea o curricán se mantuvo muy similar en la última década, si bien, algo mayor para la flota de cebo vivo a lo largo de la historia de estas pesquerías.



Figura 10.3. Pesca de atún blanco en un barco de cebo vivo. Foto J. L. Cort.

Datos del mercado

El primer experimento de marcado de bonito en el Atlántico Nordeste se realizó en el verano de 1938 en Bretaña (Francia). A continuación el Instituto Científico y Técnico de Pescas Marítimas (Francia) comenzó a realizar campañas de marcado en años consecutivos durante los años 60. A mediados de los años setenta, el Instituto Español de Oceanografía inició las primeras experiencias de marcado de atún blanco en el Golfo de Vizcaya. Primero como marcado oportunista en las campañas organizadas para el marcado de atún rojo y posteriormente a mediados de los años 80 con campañas dirigidas al marcado específico de esta especie (Ortiz de Zárate y Cort, 1998). Las campañas se hicieron con barcos comerciales con arte de cacea al inicio (Mejuto, 1984, 1985) y posteriormente con el empleo de barcos de cebo vivo de los puertos del Cantábrico (Figura 10.3). El marcado a bordo de embarcaciones de cebo vivo permitió aumentar considerablemente el número de ejemplares marcados (Figura 10.4).

El tipo de marca empleada hasta la fecha ha sido la marca convencional tipo spaghetti color amarillo, que colocada en la aguja de acero se inserta en el cuerpo del pez (Figura 10.5).



Figura 10.4. Marcado convencional de atún blanco con marcas tipo spaghetti a bordo de una embarcación de cebo vivo en aguas del Cantábrico. Foto. J. L. Cort.



Figura 10.5. Tipo marca spaghetti y aguja de acero empleadas en el marcado de atún blanco. Foto. V. Ortiz de Zárate.

En las campañas de 1990 y 1991 se emplearon también marcas tipo spaghetti de color rojo (Figura 10.5) en los atunes blancos marcados, a los cuales se inyectó tetraciclina, para validar el crecimiento (Ortiz de Zárate *et al.*, 1996).

Los resultados de las campañas de marcado efectuadas por el Instituto Español de Oceanografía desde el inicio de las experiencias llevadas a cabo en el Cantábrico en 1976 hasta el año 2003, se muestran en la Tabla 10.1.

Año	Marcados	Recapturados
1976	234	4
1977	39	2
1978	141	12
1979	33	2
1980	224	5
1981	1	
1982	3	
1983	278	38
1984	194	16
1985	141	6
1986	208	4
1988	489	40
1989	3.001	99
1990	4.573	96
1991	4.259	178
2003	172	1
TOTAL	13.990	503

Tabla.10.1. Atunes blancos marcados por el I.E.O. en el Cantábrico y sus recapturas.

En total se han marcado 13.990 atunes blancos, incluyendo una campaña de marcado a bordo de un barco deportivo efectuada en el verano de 2003. A lo largo de estas décadas, un total de 503 atunes blancos marcados se han recapturado, lo que representa una tasa de recaptura del 3.6 % global. La experiencia acumulada en estos años, permite afirmar que esta especie resiste bien el proceso de marcado, siempre y cuando el ejemplar sea subido a bordo sin sufrir ningún daño, he-

rida o desgarro en la boca por el anzuelo. En el caso de los ejemplares de menos de 3 años (~ 5 kg) se introducen con facilidad utilizando simplemente la línea de pescar, pero en los ejemplares de más tamaño es necesario recurrir a algún sistema de ayuda para subirlos a cubierta (salabardo, caña con polea) y proceder al marcado.

Todos los peces marcados se liberaron en el área del Cantábrico y Golfo de Vizcaya como se representa en la Figura 10.6. La mayor parte de los peces se marcaron en el área limitada entre los 3°- 6° W y los 44°- 45° N, área habitual de presencia de juveniles de atún blanco en los meses de verano.

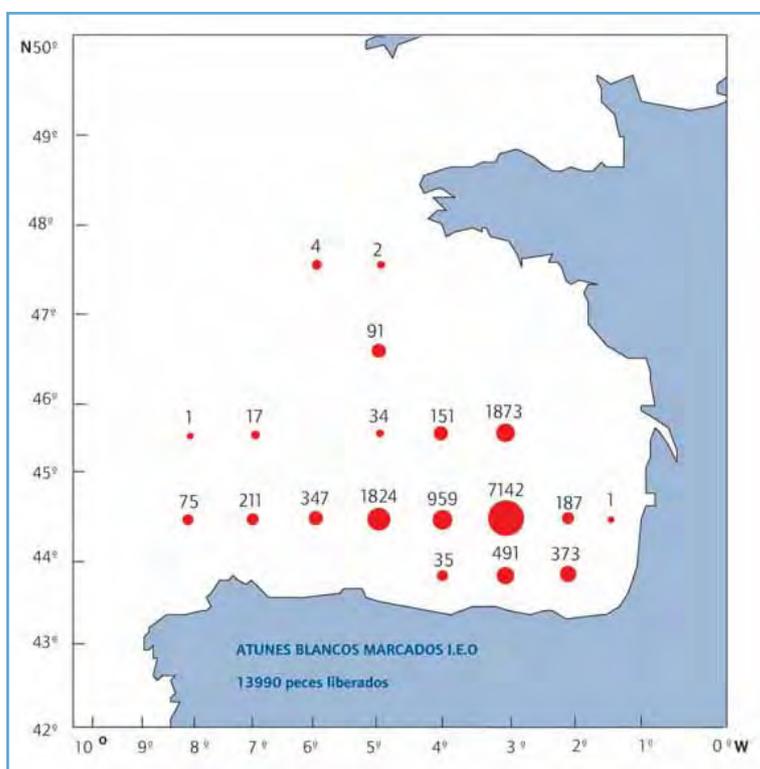


Figura 10.6. Posiciones del marcado de atún blanco en el mar Cantábrico (1976-2003). El tamaño del símbolo es proporcional al número de peces liberados por cuadrícula latitud / longitud de un grado ($1^\circ \times 1^\circ$) y representados en el punto central.

En un atún blanco, el máximo tiempo en libertad observado fue de 7 años y tres meses en libertad hasta la recaptura. Sin embargo, la mayoría de los ejemplares se han recapturado al año o dos años de su liberación, y un elevado número de recapturas se registran en el mismo año de marcado, durante la época de pesca. Esto se debe a que las flotas de superficie que faenan en el área sólo pescan ejemplares inmaduros de 1 a 4 años, únicos peces que pueden ser recapturados, tras un período en libertad máximo de 3- 4 años, dependiendo de la edad en el momento del marcado. La flota de palangre que pesca los reproductores a partir de 5 años de edad, no ha re-



Figura 10.7. Tiempo en libertad de los atunes blancos recapturados.

portado recapturas de estas marcas (Figura 10.7). En la actualidad se continúa realizando el marcado oportunista de atún blanco, con la colaboración de los barcos deportivos en los meses de verano, usando el sistema de marca convencional tipo spaguetti.

La distribución de tallas de los ejemplares marcados y liberados en el transcurso de estas campañas de marcado se muestra en la Figura 10.8. Se observa una media clara en los ejemplares de 54 cm que corresponde a peces de un año de edad, y que representan el mayor número de peces liberados, siendo mucho de ellos recapturados el mismo año. Por el contrario, los restantes atunes blancos recapturados muestran el crecimiento experimentado tras un número de años en libertad. La talla máxima registrada entre los ejemplares recapturados fue un ejemplar de 110 cm.

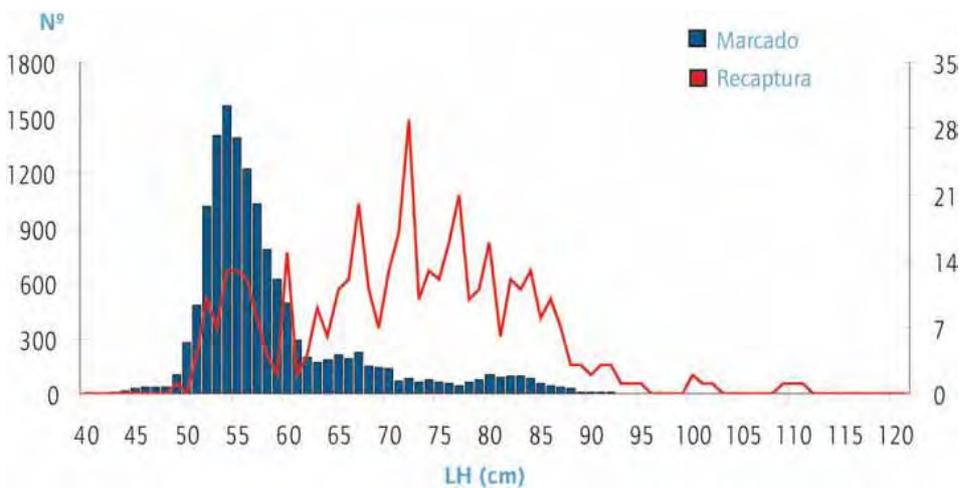


Figura 10.8. Distribución de tallas de los atunes blancos marcados y recapturados.

Recientemente, el IEO de Santander ha colaborado con la Agencia Nacional Irlandesa de pesquerías *Irish Sea Fisheries Board* (BIM) y el Instituto Tecnológico y Alimentario del País Vasco (AZTI) en una experiencia piloto de marcado de atunes blancos con implantación de falsas (dummy en inglés) marcas tipo archivo colocadas en la cavidad ventral del pez, y una marca tipo spaghetti color salmón en el exterior distintiva de este tipo de marcado. El objetivo es estimar la tasa de recaptura y evaluar la viabilidad del empleo de marcas electrónicas en el atún blanco (Cosgrove, *et al.*, 2006). Se marcaron un total de 350 atunes blancos en dos campañas de pesca realizadas en 2005 y 2006. Hasta la fecha se han recapturado 7 ejemplares marcados (Figura 10.9), que representa una tasa de recaptura del 2 % sobre el total. Se considera necesaria una tasa de recaptura mínima de 10 % , para que este tipo de marcado sea efectivo para el estudio del comportamiento de esta especie y su relación con el medio donde habita.



Figura 10.9. Falsa marca archivo utilizada en el marcado de atún blanco y marca salmón spaghetti identificativa de este tipo de marcado. Foto. V. Ortiz de Zárate.

Migraciones y movimientos

Las experiencias de marcado-recaptura de atún banco realizadas en el Atlántico norte por parte de diversos institutos de investigación: Francia, España, Estados Unidos, han permitido disponer de datos para conocer más sobre las migraciones y movimientos de esta especie. Todos los datos fueron comunicados a la CICCA (ICCAT en inglés) donde permanentemente se actualizan con nuevas actividades de marcado que realizan los distintos institutos de investigación y diversa organizaciones de pesca deportiva y las recapturas que se obtienen en el tiempo. Gracias a los datos de marcado-recaptura recopilados de las experiencias de marcado del IEO (Figura 10.10), se ha contribuido a la ampliación sobre el conocimiento de los desplazamientos horizontales en el Atlántico Norte del atún blanco y se ha podido contrastar la teoría sobre los movimientos horizontales y migraciones de esta especie en el Atlántico Norte (Bard, 1981).

Se conoce que el atún blanco del Atlántico Norte, efectúa grandes migraciones entre el Atlántico Oriental y Occidental, en ambos sentidos a la zona de puesta y a las áreas de alimentación. Tres atunes juveniles de un año de edad marcados en el Golfo de Vizcaya, fueron recapturados seis años después en las costas americanas, ya como reproductores de 7 años (Prince *et al.*, 1995). Particularmente los individuos juveniles, de 1 a 4 años de edad, realizan una migración extensa también contrastada con los datos de marcado-recaptura, que se inicia en el otoño de cada año hasta que alcanzan la madurez sexual.

Los ejemplares juveniles, nacidos en el Atlántico occidental, emigran pronto hacia el centro del Atlántico cerca de las Islas Azores, donde pasan el primer invierno. A finales de mayo se concentran en grandes bancos, cerca de la superficie, siguiendo los gradientes térmicos de 16 a 19°C y se dirigen en rápida expansión desde las Azores al Golfo de Vizcaya y costa suroeste de Irlanda, donde permanecen los meses de verano alimentándose activamente (migración trófica). Cuando está próximo el fin del verano e inicio del otoño, en septiembre y octubre, coincidiendo con el descenso de la temperatura del mar, comienzan a agregarse en grupos (manchas) y regresan desde el Golfo de Vizcaya hacia el centro del Atlántico, pero de forma menos concentrada y en aguas más profundas que a la llegada en primavera.

Una vez los atunes blancos alcanzan la madurez sexual, alrededor de 90 cm, realizan su primera migración de reproducción; en primavera se dirigen en aguas profundas de las zonas centrales del Atlántico a las zonas de puesta, situadas en las aguas tropicales del mar de los Sargazos. Una vez

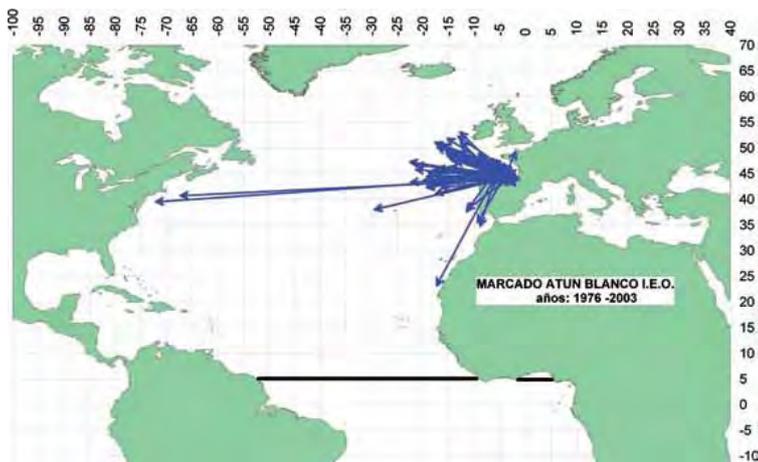


Figura 10.10. Desplazamientos horizontales de atunes blancos marcados y recapturados en el Atlántico (datos IEO). La línea negra marca la separación de stocks.

efectuada la puesta regresan a aguas del Atlántico central y proximidades de las Islas Azores y Canarias donde pasan los meses de invierno hasta la siguiente primavera (Figura 10.11).

Se conoce que el atún blanco del Atlántico Norte, efectúa grandes migraciones transatlánticas entre el Atlántico Occidental, y las áreas de alimentación en el Atlántico Oriental. Así, tres atunes juveniles de un año de edad marcados en el Golfo de Vizcaya, fueron recapturados seis años después en las costas americanas, ya como reproductores de 7 años de edad (Prince *et al.*, 1995).

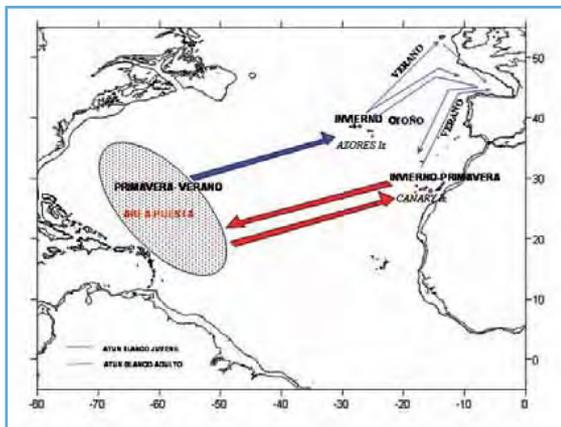


Figura 10.11. Esquema de las migraciones de atún blanco en el Atlántico Norte basado en los datos orientados de las experiencias de marcado-recaptura realizadas por investigadores franceses y españoles (Aloncle et Delaporte, 1973, 1979, 1980); Hue (1980); Bard (1981); Mejuto 1984, 1985); Ortiz de Zárate and Cort (1998). Modificado por V. Ortiz de Zárate.

4.11 Patudo

Autores: Alicia Delgado de Molina y José Carlos Santana. IEO Canarias

Nombre científico: *Thunnus obesus* (Lowe, 1839)

Nombre común: Patudo, Tuna, Atún, Bonita, Monja, Ojo grande, Ojón, Zapatero

Identificación:

Cuerpo robusto que se estrecha en la parte posterior. Cabeza y ojos grandes. Dos aletas dorsales poco separadas (Figura 11.1). Bordes posteriores del cuerpo, hasta la base de la cola, con pequeñas pínulas triangulares de color amarillo con el borde negro. Aleta caudal grande, en forma de media luna, con una quilla fuerte a cada lado del pedúnculo, entre otras dos más pequeñas. Su coloración en el dorso es azul oscuro metalizado. Blanquecino a plateado en la zona inferior de ambos lados y en el vientre. Flancos de color morado amarillento. Aletas dorsales y pectorales amarillentas oscuras. Aleta anal plateada. Patrón de líneas y puntos en la región medio-ventral. Menos de ocho líneas verticales plateadas en los ejemplares jóvenes de menos de 1 m de longitud a la horquilla. En ejemplares adultos va desapareciendo el patrón de líneas. Una banda lateral azul iridiscente a lo largo de los lados en especímenes vivos. El hígado está dividido en tres lóbulos, siendo el central el más desarrollado. En peces con una longitud superior a los 30 cm la superficie ventral del hígado está estriada. Presenta una vejiga natatoria muy desarrollada.



Figura 11.1. Patudo. *Thunnus obesus* (Lowe, 1839).

Distribución geográfica:

Ampliamente distribuido en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Ausente en el Mar Mediterráneo. Los límites geográficos se sitúan entre los 55°-60° N y los 45°-50° S (Figura 11.2).

Los ejemplares juveniles se encuentran principalmente en la región ecuatorial, mientras que los adultos alcanzan latitudes mayores. En el Atlántico Oriental desde Irlanda hasta Sudáfrica y en el Atlántico Occidental desde el sur de Canadá hasta el Norte de Argentina.

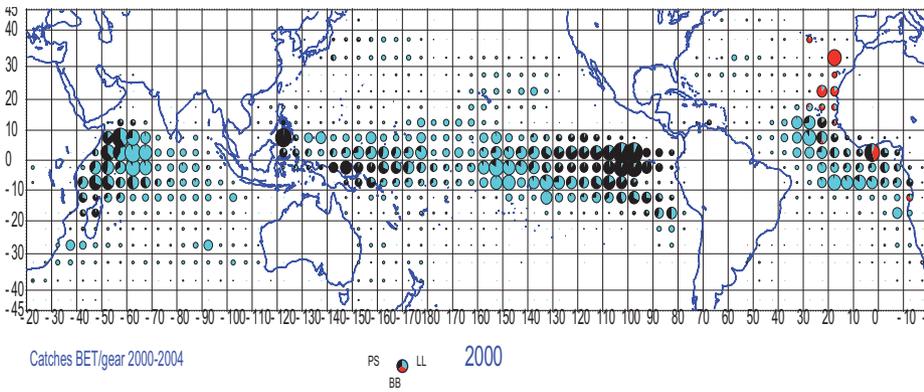


Figura 11.2. Distribución y zonas de pesca de patudo por varias flotas entre 2000 y 2004: palangre (en azul, LL), barcos de cerco (en negro, PS) y cebo vivo (en rojo, BB). Cortesía de Alain Fonteneau, 2006.

Hábitat:

Especie epi y mesopelágica que habita generalmente en aguas oceánicas. El rango óptimo de temperatura se sitúa entre los 17°C y los 22°C. El patudo permanece en la capa superficial del océano, a unos 50 m durante la noche, pero puede descender a profundidades de 500 m al amanecer. Profundidades de 1.000 m o superiores han sido descritas en un estudio realizado con marcas archivo (Brill *et al.*, 2005).

Crecimiento:

Su talla máxima llega a los 250 cm de longitud total, aunque raramente se capturan ejemplares por encima de los 180 cm de longitud a la horquilla (LF) y la talla habitual en las capturas se encuentra entre los 40 cm (<1 año) y 170 cm (7-9 años) de LF. La talla media a la edad de 1 año se encontraría próxima a los 57 cm y en el 2º año 84 cm (Hallier *et al.*, 2005; Delgado de Molina y Santana, 1986). La máxima edad registrada es de 11 años.

Madurez:

En los únicos datos disponibles para el Atlántico, se establece como talla de primera madurez, con más de un 50% de hembras maduras, 110 cm, en aguas de Dakar y para un 53% de hembras maduras la talla es de 100 cm en aguas próximas a Abidján. En el Pacífico la mayoría de los estudios realizados sitúan la talla mínima de madurez sexual del patudo en torno a los 100 cm (Matsumoto y Miyabe, 2002).

Alimentación:

Los atunes son depredadores oportunistas, por lo tanto su dieta varía tanto espacial como temporalmente. El micronecton es el mayor componente en la dieta oceánica. El patudo explota comunidades oceánicas mesopelágicas (migratorias y no migratorias), cefalópodos, eufausiáceos y peces mesopelágicos.

Pesca:

El patudo ha sido explotado principalmente por tres artes (palangre, cebo vivo y cerco) y por muchos países en toda su área de distribución, siendo el palangre la pesquería de más utilizada. Desde principio de los 90, las pesquerías de cerco y de cebo vivo de Ghana introdujeron una técnica de pesca con dispositivos concentradores de peces (DCPs). El uso de estas técnicas, aparentemente ha mejorado la eficacia pesquera y ha contribuido al aumento de la captura de patudo (Anon, 2003; Fonteneau y Diouf, 1994; Delgado de Molina *et al.*, 1996).

Datos del mercado

Mercado convencional

El mercado de túnidos tropicales (patudo, listado y rabil) se ha realizado siguiendo las recomendaciones del Grupo de Especies Tropicales de la CICA (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico), normalmente, coincidiendo con proyectos de investigación del SCRS (Comité de Investigaciones Científicas) sobre alguna de las especies tropicales. Dentro del IEO el mayor esfuerzo de marcado, para las especies tropicales, se ha hecho sobre el listado, en la década de los 80 y principio de los 90, durante el Año Internacional del Listado y sobre el patudo entre 1999 y 2003, dentro del proyecto BETYP, por el acrónimo del nombre de la especie en inglés (Big Eye Tuna, Year Program). El marcado llevado a cabo en todo este periodo fue el tradicional, con marcas tipo espagueti (Figura 11.3).

El patudo es una especie con alta tendencia migratoria. Los datos de marcado-recaptura revelan que su velocidad de desplazamiento es superior a la del rabil y comparable a la del listado, presentando además una serie de movimientos estacionales en función de los grupos de edad y de la naturaleza de sus migraciones, tróficas o genéticas.



Figura 11.3. Patudo marcado con una marca convencional externa tipo *spagueti*. Foto de túnidos de Canarias.

En la tabla 11.1 se resume el número de patudos marcados y recapturados entre 1984 y 2003. En total se han marcado 2.638 patudos de los que 424 fueron recapturados.

Año	Marcados	Recapturados
1984	16	1
1985	-	-
1986	-	-
1987	-	-
1988	-	-
1989	-	-
1990	-	-
1991	-	-
1992	-	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	46	5
1999	1.139	195
2000	463	127
2002	711	71
2003	263	25
TOTAL	2.638	424

Tabla 11.1. Número de ejemplares de patudo marcados y recapturados entre 1984 y 2003.

En la Figura 11.4. se representa la distribución de tallas de los patudos marcados y recapturados.

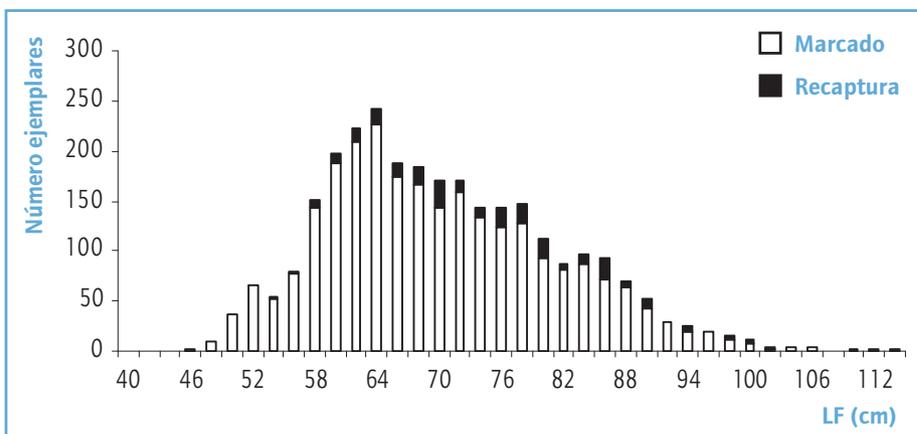


Figura 11.4. Distribuciones de tallas de los patudos marcados y recapturados en el conjunto de embarques realizados.

En la Figura 11.5 se representa el número de ejemplares en función del tiempo (en meses) en libertad. Podemos observar que hay una alta tasa de recaptura en los tres primeros meses posteriores al marcado, esta tasa va disminuyendo gradualmente. Hay algunos ejemplares que se recapturaron después de permanecer tres años en libertad (Delgado de Molina *et al.*, 2005).

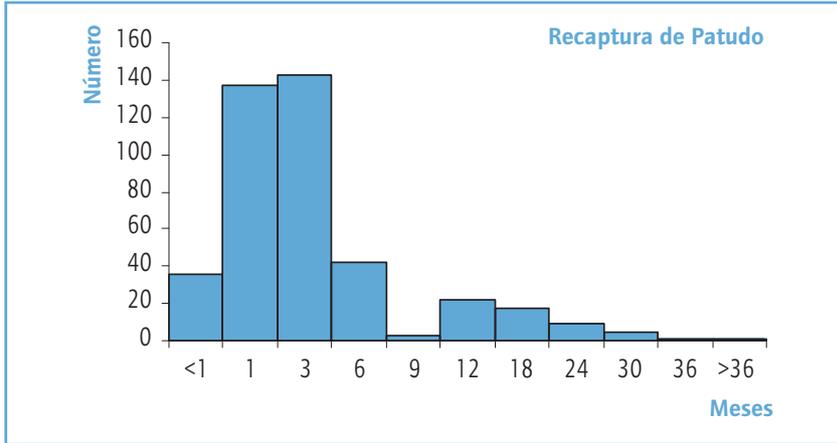


Figura 11.5. Tiempo en libertad de los ejemplares marcados y recapturados.

En la Figura 11.6 se representa la distribución de los patudos recapturados en función de la distancia recorrida. Se observa que la mayor parte de los ejemplares se recapturaron a distancias menores de 300 millas, aunque algún ejemplar recorrió más de 1.000 millas de distancia.

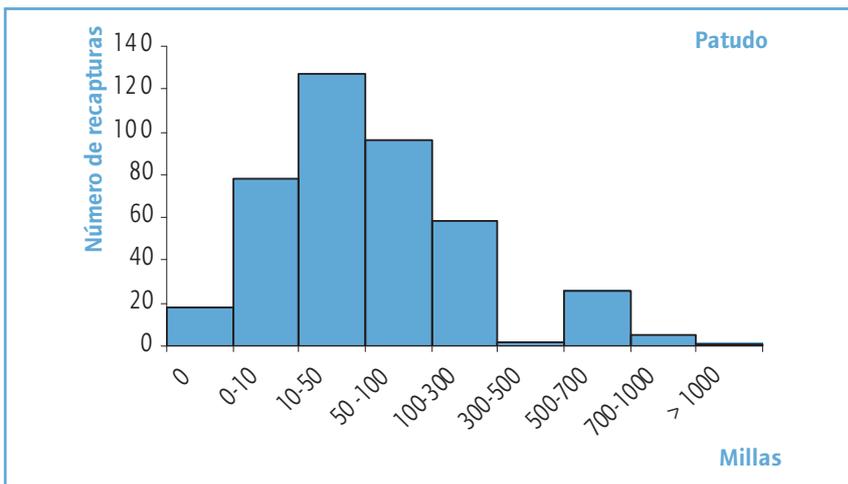


Figura 11.6. Distancia recorrida (en millas) por los ejemplares marcados y recapturados.

En la Figura 11.7 aparecen los ejemplares recapturados en función del tiempo que permanecieron en libertad y de la distancia recorrida. Se puede ver que un gran número de patudos se recaptura próximo, en tiempo y espacio, al punto en que fue marcado, aunque también se advierte gran variabilidad, tanto en tiempo transcurrido entre el momento de marcado y la recaptura, como en distancia recorrida, en muchos de los ejemplares. Al analizar individualmente las recapturas observamos que muchos de los ejemplares se capturaron en el mismo lugar en que fueron marcados, aun después de haber transcurrido largos periodos. La explicación podría ser el retorno de estos individuos en sus migraciones estacionales a las mismas áreas; mientras que las recapturas próximas en los días, semanas y meses siguientes del marcado, parecen indicar que, al menos, parte de la fracción de stock explotada en el área de Canarias permanece, contrariamente a lo que se pensaba, a lo largo de todo el año en la zona.

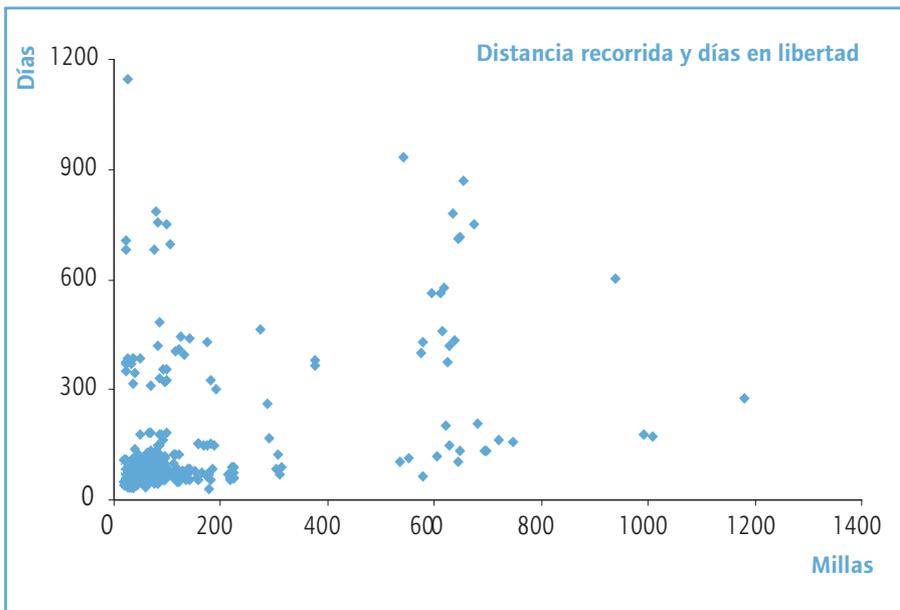


Figura 11.7. Distancia recorrida por los ejemplares de patudo marcados y recuperados, en función de los días en libertad.

En la Figura 11.8 vienen representadas las trayectorias realizadas por la totalidad de los patudos marcados en Canarias y, posteriormente, recapturados. Se observa que la mayoría de las recapturas se produjeron en zonas próximas a las de marcado, aunque hay recuperaciones bastante alejadas. Estas últimas las encontramos fundamentalmente en la zona de pesca de los cañeros de Dakar, en las proximidades de las islas de Cabo Verde y de Madeira, sobrepasando alguna de ellas las 1.100 millas de recorrido.

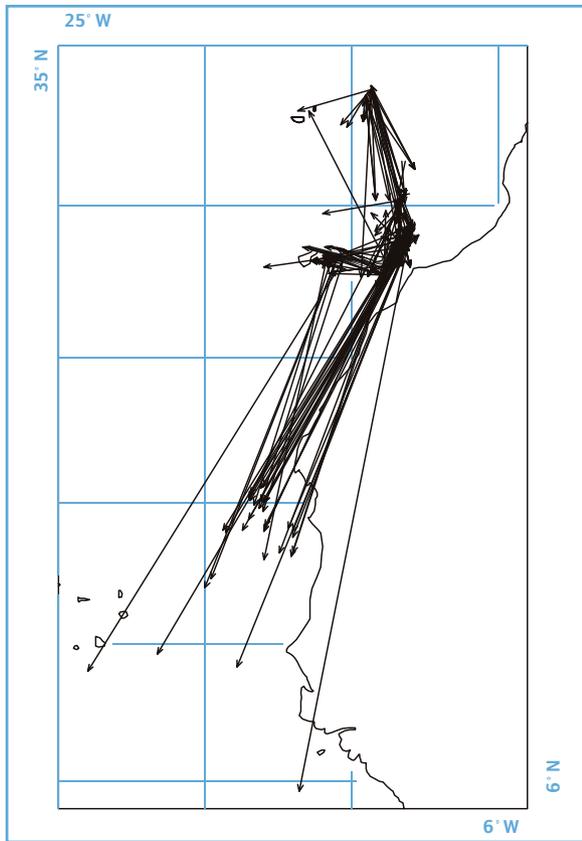


Figura 11.8. Trayectos realizados por los ejemplares de patudo marcados durante los siete embarques realizados dentro del programa BETYP, y posteriormente, recapturados.

En el mapa (Figura 11. 9) se observan los trayectos realizados por patudos marcados y recapturados en el océano Atlántico. Se han registrado migraciones transatlánticas desde las costas americanas hacia el Golfo de Guinea. En el Atlántico Oriental, son patentes los desplazamientos desde el Golfo de Guinea hacia pesquerías situadas al norte, como Azores, y al sur (Angola), y los correspondientes trayectos de regreso. En el Atlántico Occidental, con muchos menos

patudos marcados, se observan amplios desplazamientos a lo largo de la costa norteamericana, y algún ejemplar casi alcanza la latitud 50° N.

Parte de los ejemplares marcados en Canarias migra hacia la zona subtropical sur a lo largo de la costa y hacia el Atlántico Central (migración trófica). Además realizan desplazamientos al ecuador para reproducirse (migraciones genéticas)



Figura 11.9. Desplazamientos horizontales de 3.021 ejemplares marcados y recaptados de patudo (Secretaría de la CICA).

Marcado electrónico

En septiembre de 2005 se llevó a cabo una campaña de marcado, empleando marcas archivo, en la zona de Canarias. Estas marcas se introducen en la cavidad abdominal del ejemplar, para lo cual es necesario realizar una pequeña incisión en el pez, introducir la marca y dar algún punto de sutura para cerrar la herida. Se marcaron 17 patudos con marcas de la firma Wildlife, modelo Mk9, con tallas comprendidas entre 61 cm y 100 cm (Figura 11.10).

Se han recuperado cinco de dichas marcas, con un tiempo de libertad de: 12, 23, 325, 346 y 370 días respectivamente. Se obtuvieron datos de profundidad diaria, temperatura interna de los patudos y temperatura del agua. Así mismo, se consiguieron datos sobre su situación geográfica.



Figura 11.10. Colocación de una marca electrónica tipo archivo en un patudo. Foto A. Delgado de Molina.

En la figura 11.11 se muestran dos registros diarios del desplazamiento vertical en la columna de agua realizados por un patudo, uno el 7 de octubre de 2005, y el otro el 3 de febrero de 2006 (Delgado de Molina *et al.*, 2007).

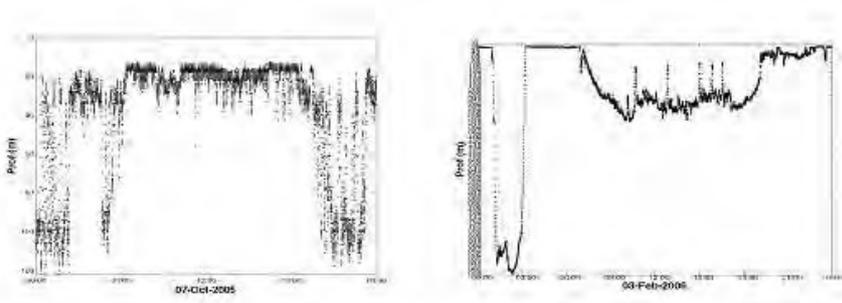


Figura 11.11. Ejemplos de registros de profundidades obtenidos con las marcas archivo.

4.12 Listado

Autores: Alicia Delgado de Molina y José Carlos Santana. IEO Canarias

Nombre científico: *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Listado, Alistado, Atún de altura, Bonito, Bonito de altura, Bonito de vientre rayado, Bonito del sur, Bonítol, Bonítol de ventre ratllat, Lampo, Llampa, Palomida

Identificación:

Cuerpo alargado, fusiforme y redondeado, con escasas escamas, a excepción del corselete y la línea lateral. Dos aletas dorsales separadas por un pequeño espacio. Una quilla fuerte a ambos lados de la base de la aleta caudal entre otras dos de pequeño tamaño. Dorso de color azul oscuro púrpuro. Partes inferiores de los flancos y vientre plateado (Fig 12.1). De 4 a 6 franjas oscuras longitudinales muy evidentes, que en especímenes vivos, pueden aparecer como líneas discontinuas. Vejiga natatoria ausente.



Figura 12.1. Listado. *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758).

Distribución geográfica:

Especie cosmopolita que se encuentra en aguas tropicales y subtropicales de los tres océanos formando cardúmenes (Fig. 12.2). Los límites geográficos se sitúan entre los 55°-60° N y los

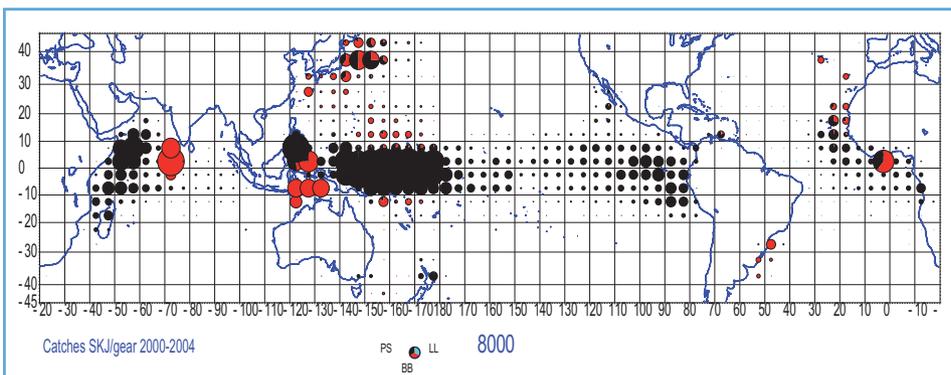


Figura 12.2. Distribución y zonas de pesca de listado por varias flotas entre 2000 y 2004: palangre (en azul, LL), barcos de cerco (en negro, PS) y cebo vivo (en rojo, BB) (cortesía de Alain Fonteneau 2006).

45°-50° S, con una mayor abundancia en la región ecuatorial durante todo el año y en los trópicos durante la estación cálida. Su amplia distribución explica el número y la variedad de pesquerías que se han realizado en todo el mundo.

Hábitat:

Especie epipelágica que habita generalmente en aguas abiertas. Se puede encontrar en aguas con temperaturas que van desde los 15° C hasta los 30° C, pero normalmente habita en aguas con temperaturas superficiales entre 20° C y 30° C. El rango de distribución vertical va desde la superficie hasta los 260 m de profundidad durante el día, permaneciendo cerca de la superficie durante la noche.

Crecimiento:

La talla máxima registrada corresponde a 108 cm, aunque las tallas máximas habituales encontradas en las capturas están alrededor de los 80 cm.

Madurez:

El listado es un reproductor oportunista, puesto que es capaz de reproducirse allí donde las condiciones hidrológicas son las adecuadas. La talla de primera madurez es de 42 cm para hembras y de 45 cm para machos en el Atlántico oriental y en aguas de Brasil. La talla de primera madurez, en el sur del Atlántico occidental, es de 51 cm para hembras y 52 cm en los machos, que corresponden a la edad de 2 años.

Alimentación:

El listado, como el resto de los túnidos, es un depredador oportunista, por lo tanto, su dieta varía tanto espacial como temporalmente. El micronecton es el mayor componente en la dieta oceánica de los atunes, de forma general, las principales presas del listado son peces, cefalópodos y crustáceos.

En el listado se produce canibalismo, hay una pequeña depredación de listados sobre sus propios juveniles, por lo que se considera que ésta se produce de forma ocasional (Zavala-Camin 1977).

Pesca:

El listado es capturado, en su mayoría, por artes de superficie en todos los océanos. En el Atlántico, principalmente por barcos de cebo vivo y de cerco. Esta pesquería se inició a comienzo de los sesenta experimentando un rápido desarrollo en los años setenta. A partir de 1975, la zona de pesca se amplió de forma gradual hacia alta mar, especialmente en el ecuador. A partir de

1991, las flotas de cerqueros que faenan en el Atlántico Oriental alternan la tradicional captura de rabil y listado en bancos libres, con la captura de cardúmenes asociados a objetos flotantes artificiales, con la consiguiente expansión de la pesquería de cerco hacia el oeste, hasta los 30° W, en latitudes próximas al ecuador, siguiendo la deriva de los objetos. La segunda pesquería en importancia en la actualidad, es la de cebo vivo. En el Atlántico occidental la primera pesquería que se desarrolló es la de cebo vivo, en la década de los 50. Tradicionalmente, las capturas más importantes las ha realizado dicha flota.

Datos del mercado

El listado ha sido de los túnidos tropicales sobre el que mayor esfuerzo de marcado se ha hecho en el IEO, sobre todo en la década de los 80 y principios de los 90, durante el Año Internacional del Listado. El marcado llevado a cabo en todo este periodo fue el tradicional, con marcas convencionales externas.

En la Tabla 12.1 aparece el total de listados marcados y recapturados para todo el periodo (7.099 y 947, respectivamente).

Año	Listados	
	Marcado	Recapturados
1979	74	6
1980	438	110
1981	446	108
1982	274	50
1983	96	14
1984	155	14
1985	220	10
1986	185	34
1987	-	-
1988	4	-
1989	103	15
1990	2.192	227
1991	779	68
1992	1.333	157
1993	-	-
1994	718	120
1995	34	6
1999	4	-
2000	40	8
2002	4	-
2003	-	-
TOTAL	7.099	947

Tabla 12.1. Número de ejemplares de listado marcados y recapturados entre 1979 y 2003.

En la Figura 12.3 se representa el diagrama con las direcciones esquemáticas tomadas por los listados recapturados. El tamaño de cada flecha representa el promedio de las distancias de desplazamiento, mientras que la anchura de las mismas es proporcional al número de peces recapturados en la dirección correspondiente. Se observa que las distancias medias recorridas no alcanzan, en la mayoría de los casos, las aguas exteriores del Archipiélago.

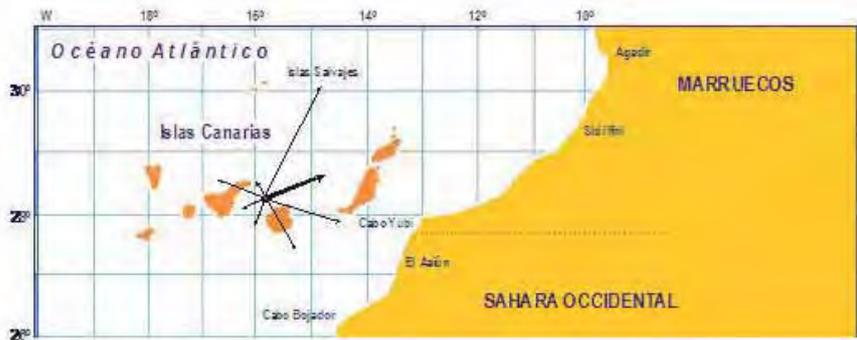


Figura 12.3. Esquema de direcciones de las migraciones de los listados marcados en aguas de Canarias. El tamaño de las flechas representa la distancia media recorrida y el grosor es proporcional al número de ejemplares.

En esta especie hubo un alto porcentaje de recuperaciones (20%), lo que indica una intensa actividad pesquera en la zona. Gran parte de ellas se han producido en aguas próximas al archi-

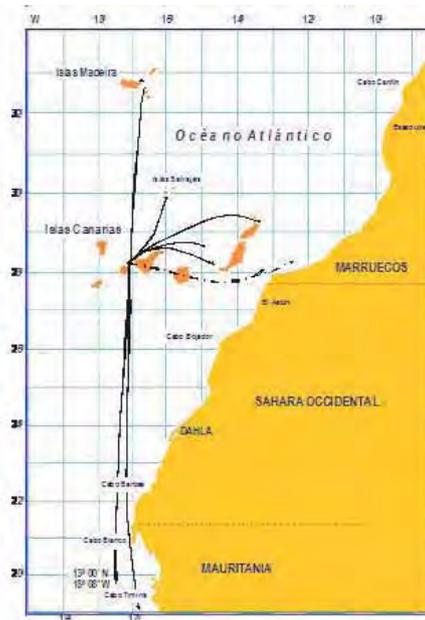


Figura 12.6. Recorridos correspondientes a las recapturas más lejanas de listado.

piélago, la mayoría, en los tres meses posteriores al marcado. Sin embargo, si tenemos en cuenta las recuperaciones mas alejadas (Figura 12.4) se observa que llegan por el norte hasta Madeira y por el sur hasta Senegal. Como conclusión, la mayor parte de los listados que llega a Canarias, cada año, a finales de primavera, permanece en las islas hasta diciembre, como pone de manifiesto el elevado número de recapturas en el mismo lugar de marcado. Sin embargo, algunos de los listados que llegan a Canarias continúan ascendiendo hacia el norte, durante el verano (Islas Salvajes y Madeira), mientras que una parte comienza a migrar hacia el sur, a lo largo de la costa africana, cuando esta estación está avanzada.

Los movimientos de esta especie están muy influidos por las condiciones ambientales (temperatura, salinidad, nutrientes, etc.) y por su afinidad a agregarse a objetos flotantes de cualquier naturaleza.

En el mapa (Figura 12.5) se observan las migraciones de 5.990 ejemplares de listado marcado y recuperados (Secretaría de la CICA). Para el conjunto del Atlántico se han registrado, únicamente, dos migraciones transatlánticas de este a oeste.

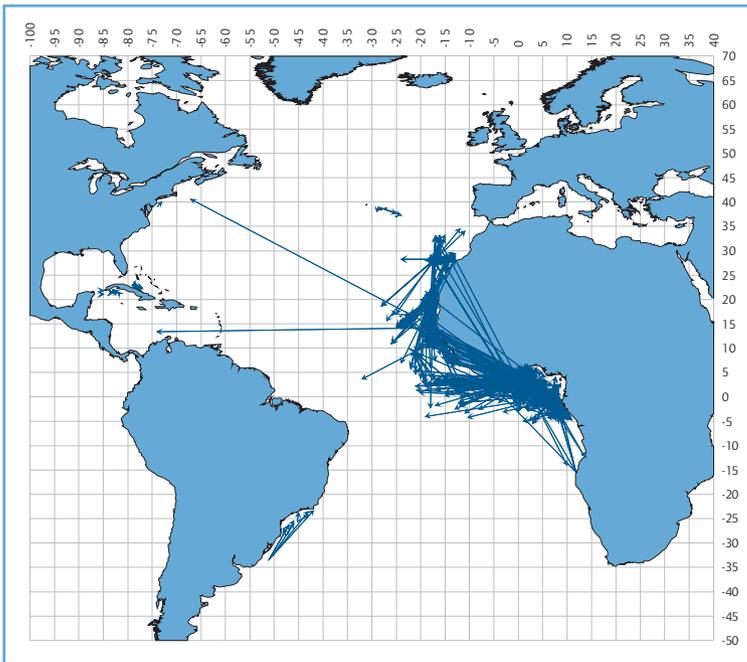


Figura 12.5. Desplazamientos horizontales de los listados marcados y recuperados (Secretaría de la CICA).

4.13 Rabil

Autores: Alicia Delgado de Molina y José Carlos Santana. IEO Canarias

Nombre científico: *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)

Nombre común: Rabil, Albacora, Atún, Atún aleta amarilla, Hegats-hori

Identificación:

Cuerpo alargado, fusiforme y esbelto, cubierto de pequeñas escamas. Cabeza y ojos pequeños. El cuerpo está ligeramente comprimido lateralmente. Dos aletas dorsales, separadas por un pequeño espacio. Algunos especímenes de gran tamaño (a partir de 120 cm de longitud a la horquilla) presentan una segunda aleta dorsal y aleta anal muy largas. Las aletas pectorales son moderadamente largas y suelen alcanzar el borde anterior de la segunda aleta dorsal pero no hasta el final de su base. Pedúnculo caudal muy estrecho, portando a cada lado una quilla lateral muy fuerte entre dos quillas más pequeñas (Figura 13.1).



Figura 13.1. Rabil, ejemplar adulto a la izquierda y juvenil a la derecha. *Thunnus albacares*, (Bonnaterre, 1788).

Su coloración es negro-azulado metálico en el dorso, cambiando de amarillo a gris plateado en el vientre. Flancos dorados. Pímulas amarillas brillantes con bordes negros finos. Primera aleta dorsal de color amarillo intenso, la segunda dorsal y la anal de color amarillo claro. Aletas anales a veces plateadas. El vientre está cruzado por más de 10 líneas verticales, continuas y discontinuas alternativamente, curvadas hacia atrás en dirección a la parte ventral en los ejemplares más jóvenes. En ejemplares adultos van desapareciendo. Vista ventral del hígado sin estrías, con el lóbulo derecho de mayor tamaño que el central e izquierdo.

El 85-95% de los ejemplares presenta, en la cavidad nasal, un parásito (*Nasicola klawei*, *Cap-salidae*; Stunkard 1962). Este gusano parásito que nunca aparece en *T. obesus* es útil para distinguir juveniles de rabil y patudo.

Distribución geográfica:

Ampliamente distribuido en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico. Ausente en el Mar Mediterráneo. Los límites geográficos se sitúan entre los 45°-50° N y los 45°-50° S (Figura 13.2). Los rabiles juveniles permanecen en la región ecuatorial, en zo-

nas costeras, mientras que los individuos pre-adultos y adultos alcanzan latitudes mayores y aguas más oceánicas. Su amplia distribución explica el número y la variedad de pesquerías que se han desarrollado a lo largo de todo el mundo.

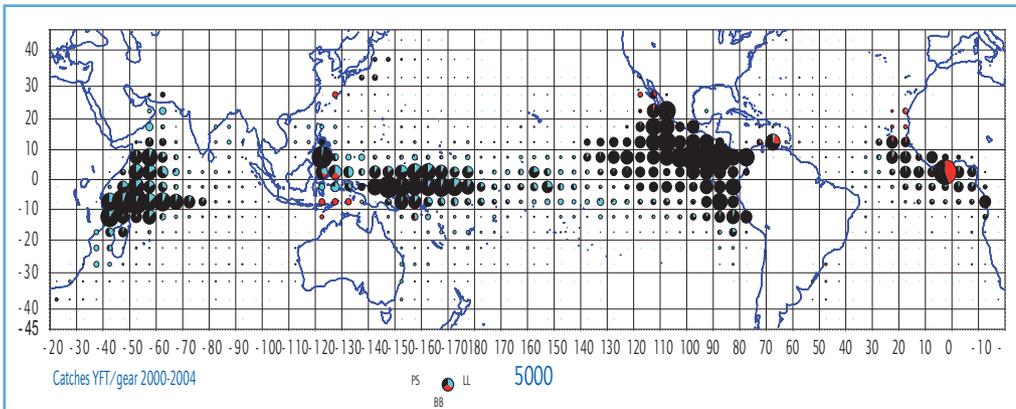


Figura 13.2. Zonas de pesca de rabil por varias flotas entre 2000 y 2004: palangre (en azul, LL), barcos de cerco (en negro, PS) y cebo vivo (en rojo, BB) (cortesía de Alain Fonteneau. 2006).

Hábitat:

Especie epi y mesopelágica, cosmopolita, está distribuida en aguas abiertas de áreas tropicales y subtropicales de los tres océanos. Pasa más del 90% del tiempo en aguas con una temperatura uniforme sobre los 22° C. El rabil puede alcanzar los 350 m de profundidad. Sin embargo, tanto los adultos como los juveniles de rabil, pasan la mayor parte del tiempo en la capa superficial, por encima de los 100 metros.

Crecimiento:

La talla máxima registrada para el rabil es de 239 cm de LF y su edad máxima de 8 años.

Madurez:

En el Atlántico oriental, en el Golfo de Guinea, se establece como talla de primera madurez para hembras una longitud a la horquilla de 109,5 cm y una edad superior a los 2 años y talla mínima de primera madurez de 92,4 cm de LF.

Alimentación:

El rabil, así como el resto de los atunes, es un predador oportunista, por lo tanto, su dieta varía tanto espacial como temporalmente. Es un predador eurifágico, que no hace distinciones en cuanto al tipo o tamaño de las presas, aunque el micronecton es el mayor componente en la dieta oceánica. Cefalópodos, anfípodos y peces mesopelágicos forman parte de su alimentación.

Pesca:

Como el resto de los atunes, el rabil, es una especie gregaria que tiende a formar bancos, ya sean libres o asociados a objetos flotantes, distintos animales marinos y montes submarinos. En el Océano Pacífico se da una pesquería de esta especie asociada a delfines que no existe en otros océanos. El rabil se explota principalmente por tres artes (cerco, cebo vivo y palangre) y por muchos países en toda su área de distribución. En el Océano Atlántico tropical, se pesca entre los 45° N y 40° S con artes de superficie (cerco, cebo vivo y liña de mano), y con palangre.

Las pesquerías de cerco se iniciaron en el Atlántico Oriental a principio de los sesenta, y experimentaron un rápido desarrollo en los años setenta. A partir de 1975, la zona de pesca se amplió de forma gradual hacia alta mar, especialmente en el ecuador. A partir de 1991, las flotas de cerqueros que faenan en el Atlántico Oriental (Francia, España, Ghana y NEI) comienzan a alternar la captura de rabil en bancos libres con la captura de cardúmenes asociados a objetos flotantes artificiales. Los cerqueros capturan, en banco libre, rabiles grandes en la región ecuatorial durante el primer trimestre del año, coincidiendo con la zona y el periodo de desove. En la pesca con objetos flotantes es el listado la especie dominante junto con cantidades menores de rabil y patudo.

En el Atlántico Occidental, las pesquerías de cerco son mucho menos importantes que en el Atlántico Oriental. En este último, existen varias pesquerías de cebo vivo que operan a lo largo de la costa africana.

La pesquería de palangre comenzó a finales de los cincuenta, y pronto adquirió importancia, con capturas significativas realizadas a comienzos de los sesenta. Desde entonces, las capturas han descendido gradualmente.

Datos del mercado

En el IEO no ha habido un programa específico de mercado dirigido al rabil, aunque a lo largo de los años se han marcado algunos ejemplares de esta especie, aprovechando las campañas dirigidas a listado o patudo. En la Tabla 13.1 aparece el número de ejemplares marcados y recapturados de rabil entre 1979 y 2003.

Año	YFT	
	Marcados	Recapturados
1979	-	-
1980	3	-
1981	-	-
1982	-	-
1983	-	-
1984	10	-
1985	-	-
1986	87	10
1987	-	-
1988	-	-
1989	-	-
1990	2	-
1991	6	-
1992	7	-
1993	-	-
1994	-	-
1995	4	-
1999	55	8
2000	1	-
2002	1	-
2003	2	-
TOTAL	178	18

Tabla 13.1. Número de ejemplares marcados y recapturados entre 1979 y 2003.

Sin embargo, en la ICCAT se ha hecho un esfuerzo importante sobre esta especie, con resultados interesantes. Hasta el momento el rabil es la especie, dentro de los túnidos tropicales, en la que se han observado las migraciones más grandes, entendiéndose como tal los movimientos periódicos y regulares de una parte importante de la población. En el mapa se observan las posibles trayectorias realizadas por ejemplares de rabil marcados (Fig. 13.3). Es de señalar el flujo existente de individuos marcados en el Atlántico noroccidental y en el Atlántico sudoriental.

Se puede observar también que los rabiles marcados en el Golfo de Guinea y en el área canario-africana (juveniles y pre-adultos) muestran migraciones relativamente próximas a la costa, tanto de norte a sur como en sentido inverso. Por el contrario, los ejemplares marcados en la zona norte de la pesquería, en el continente americano (fundamentalmente pre-adultos y adultos) muestran un flujo migratorio hacia el Golfo de Guinea y Mar Caribe.

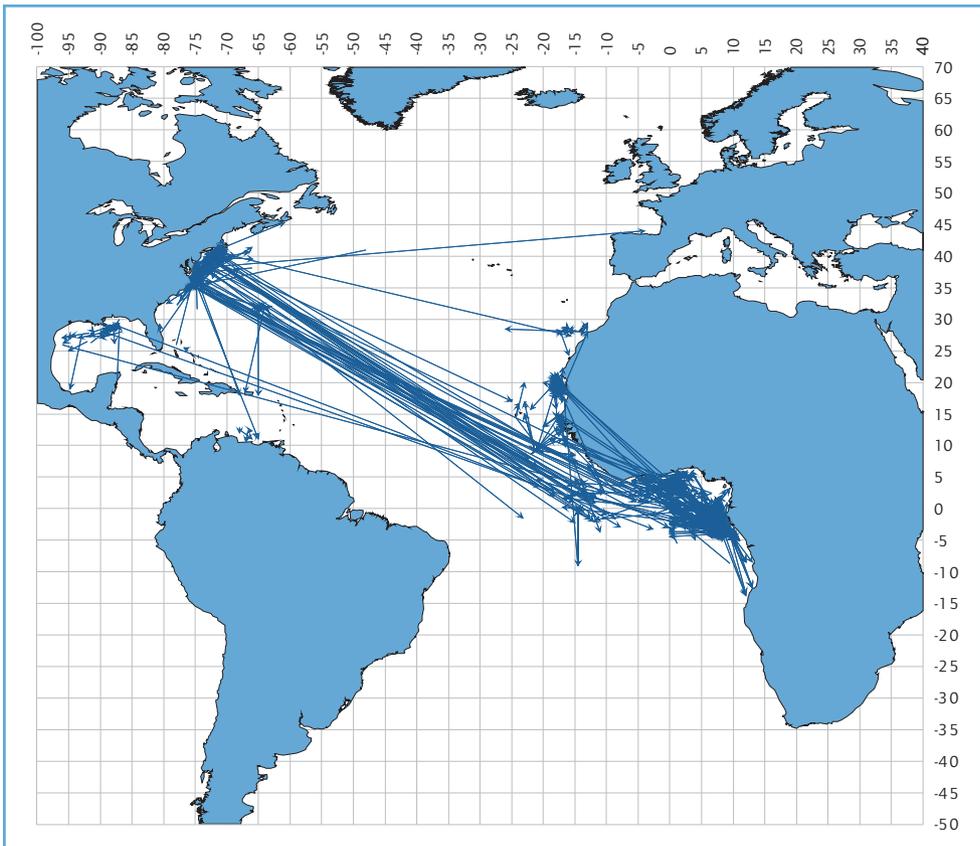


Figura 13.3. Desplazamientos horizontales de recapturados de rabil (Secretaría de la CICA) 1.711 ejemplares marcados y recapturados de rabil (Secretaría de la CICA).

4.14 Pez espada

Autores: José Miguel de la Serna, Jaime Mejuto, Dolores Godoy y Manolo Quintans.
IEO Málaga

Nombre científico: *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Pez espada, emperador

Identificación:

Cuerpo alargado y cilíndrico, dos aletas dorsales cortas y separadas, en los jóvenes una aleta dorsal única y larga. Su espada en la mandíbula superior es extremadamente larga (hasta 1/3 de la longitud total) y con sección aplanada-oval, lo que lo diferencia de forma sustancial de otros peces de pico que tienen sección cilíndrica en su espada. Dorso oscuro y vientre plateado. Carece de dientes y aletas pélvicas en los ejemplares adultos (Figura 14.1).



Figura 14.1. *Xiphias gladius* (Linnaeus 1758).

Distribución:

Ampliamente distribuido a través de todo el Atlántico desde Islandia y Mar del Norte hasta los 45° S. También se halla en el Mediterráneo y Mar Negro. Es una especie oceánica pero también se encuentra en aguas costeras. El pez espada presenta una tolerancia a temperaturas comprendidas entre los 5°C y 27°C pero a menudo se encuentra en aguas superficiales con temperaturas superiores a los 13°C.

Crecimiento:

En el Mediterráneo el peso individual excede raramente los 230 k mientras que en el Atlántico llega hasta los 320 k. La edad máxima de esta especie se estima en 10 años en el Mediterráneo, pero los estudios de marcado han mostrado que el pez espada puede alcanzar una longevidad de 15 años. Diversos autores indican un dimorfismo sexual en el crecimiento de esta especie, a partir de los 3-4 años, en el Atlántico y el Mediterráneo. Los machos crecen más

lentamente y presentan una talla asintótica (L_{∞}) inferior a la de las hembras, 281 cm y 326 cm, respectivamente en el Atlántico y 185 cm y 263 cm en el Mediterráneo (Valeiras *et al.*, 2008). El crecimiento es muy rápido durante el primer año de vida alcanzando 89 cm de longitud desde la mandíbula inferior a la horquilla (Ehrhardt, 1992), ralentizándose después de forma considerable. Los estudios han determinado que el pez espada del Mediterráneo presenta una talla asintótica inferior a la del pez espada Atlántico.

Reproducción:

En el Mediterráneo se ha encontrado que la talla de madurez sexual se sitúa en 142 cm mientras que en el Atlántico Norte la talla estimada es de 175 cm aunque estudios recientes indican una talla de 146,5 cm que se correspondería con edades de entre 3 y 4 años (Mejuto, 2007). Los machos maduran antes que las hembras. Distintos autores sugieren diferencias notables en la talla de primera madurez sexual entre los diferentes stocks. En el Mediterráneo, el pez espada freza en diversas áreas entre las que se encuentran el Mar Tirreno, el Mar Jónico, Estrecho de Messina así como el Archipiélago Balear. Recientemente se ha señalado la existencia de otras zonas de puesta en el Mediterráneo Central y Oriental.

Alimentación:

El pez espada es un verdadero oportunista que captura sus presas desde la superficie hasta grandes profundidades. Se observa a una edad precoz un cambio de alimentación, basado al principio en crustáceos copépodos para llegar a un régimen compuesto sobre todo por peces. El espectro alimenticio de los adultos varía considerablemente según la zona y la época. De forma general la dieta del pez espada esta constituida principalmente por peces y en menor medida por cefalópodos y crustáceos.

Hábitat:

Los adultos de pez espada suelen ser solitarios y no forman nunca bancos aunque se pueden observar grupos de notable número en ciertas épocas en el Mediterráneo. El pez espada se transforma en gregario durante los periodos de puesta (Mejuto, 2007). El seguimiento de ejemplares con técnicas acústicas (marcado) ha mostrado que el pez espada se mantiene en superficie por la noche pero desciende al fondo, incluso a 600 metros de profundidad, durante el día (Abascal *et al.*, 2007).

A efectos de evaluación y gestión de los stocks de pez espada, la Comisión Internacional para la conservación del Atún Atlántico (CICAA ó ICCAT) considera la existencia de tres unidades de gestión distintas: Atlántico Norte, Atlántico Sur y Mediterráneo. Los resultados de los estu-

dios biológicos, genéticos y de los programas de marcado apoyan esta hipótesis, con ausencia de una migración trans-ecuatorial (Mejuto *et al.*, 2005). Entre el Atlántico noreste y el Mediterráneo parece existir un intercambio de poblaciones, aún por evaluar. Se considera que la zona de mezcla entre estos dos stocks se sitúa en torno al 10°W, es decir al Oeste del límite establecido previamente por ICCAT. Estos resultados apoyan la hipótesis según la cual el pez espada efectúa una migración trófica y genética entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar.

Pesca:

El stock del Atlántico norte se explota principalmente con palangre y artes de pesca de superficie. Las flotas principales que se dirigen directamente a este stock están representadas por la UE-España, Estados Unidos y Canadá. La captura media de pez espada en el Atlántico norte se ha estimado durante estos últimos años en 12.300 t, aproximadamente unas 5.000 t corresponden a la flota española. Cifra similar a la captura media de la flota española en el Atlántico Sur. La pesquería mediterránea de pez espada se caracteriza por sus elevadas tasas de captura. La captura anual media de esta especie en este mar es del orden de 14.500 t (1984-2001), similar a la obtenida en el Atlántico norte. La captura media anual de la flota española en estos últimos años es del orden de las 1.200 t. La pesquería mediterránea del pez espada se caracteriza por la heterogeneidad de flotas y artes. Los principales artes de pesca utilizados son la red de enmalle a la deriva (en proceso de extinción en la actualidad aunque sigue siendo utilizada por Italia, Marruecos y Turquía) y el palangre de superficie. Se captura también en mucha menor cantidad en las almadrabas y con arpón. Los principales países del Mediterráneo que capturan pez espada durante los últimos años son Italia (44%), Marruecos (23%), Grecia (10%) y España (9%). Los ejemplares de 1, 2 y 3 años son los más dominantes en las capturas, en particular el grupo de edad 2 que constituye el 35% de las capturas.

Datos del mercado

Los objetivos del marcado de esta especie son conocer la estructura del stock y tasa de mezcla, el patrón de migración y otros parámetros biológicos tales como el crecimiento y la mortalidad. El marcado se puede realizar con marcas convencionales como las marcas tipo dardo (Figura 1.2, capítulo 1) proporcionadas por ICCAT o con marcas electrónicas tipo pop-up (Figura 14.2), y marcas electrónicas tipo archivo que almacenan información sobre la posición, temperatura, intensidad de la luz, profundidad, etc., durante todo el periodo programado previamente, a espacios cortos de tiempo. Uno de los problemas de este tipo de marcas es su liberación prematura por lo que se han ensayado distintos tipos de anclajes. En la figura 14.2 se puede observar una marca pop-up con doble anclaje (en este caso del mismo tipo, de metal), así como los giratorios y la guillotina que permiten la liberación de la marca en caso de sobrepasarse cierta profundidad y la antena que permite la emisión de los datos vía satélite al llegar a superficie.



Figura 14.2. Marca pop-up con doble anclaje. Foto Equipo de túnidos.

Las campañas de marcado de pez espada se han llevado a cabo en distintas áreas: Atlántico Norte y Sur, Mediterráneo, Pacífico e Índico

En la mayoría de los casos se trata de un marcado oportunista realizado por la flota española de palangre de superficie que faena en estas aguas y por los observadores a bordo de los barcos comerciales (Figura 14.3).

No obstante, en el Atlántico Norte se han realizado también campañas científicas dirigidas al marcado de esta especie en los años 1981, 1997 y 1998. Del total de ejemplares marcados desde 1981 hasta el 2002 cerca del 90% han sido marcados en el Atlántico, aproximadamente un 5% en el Mediterráneo, un 3% en el Índico y un 2% en el Pacífico.

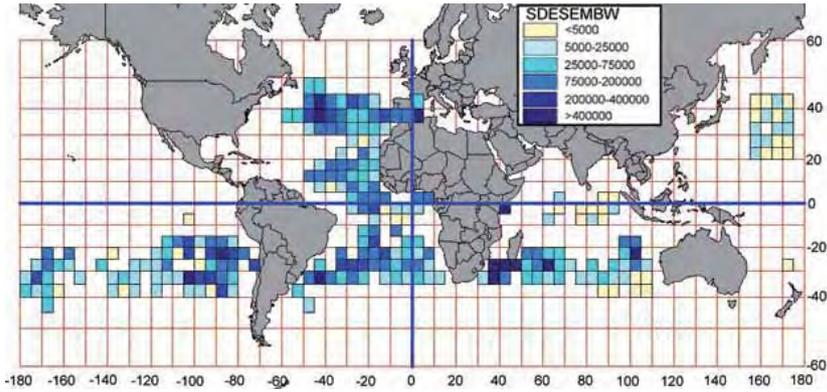


Figura 14.3. Distribución de la flota española de palangre de superficie dirigida al pez espada y donde se lleva a cabo el mercado oportunista de esta especie. Desembarcos en kilogramos de peso vivo por cuadrículas 5° x 5° durante el año 2005 (Mejuto *et al.*, 2008).

Atlántico

En la figura 14.4 se muestra el número de peces espada marcados en este periodo en el Atlántico (Norte y Sur).

La talla media (tomada desde la mandíbula inferior a la horquilla del pez) de los ejemplares marcados de forma oportunista es de 80 cm, mientras que en las campañas científicas es 121 cm (Figura 14.5).

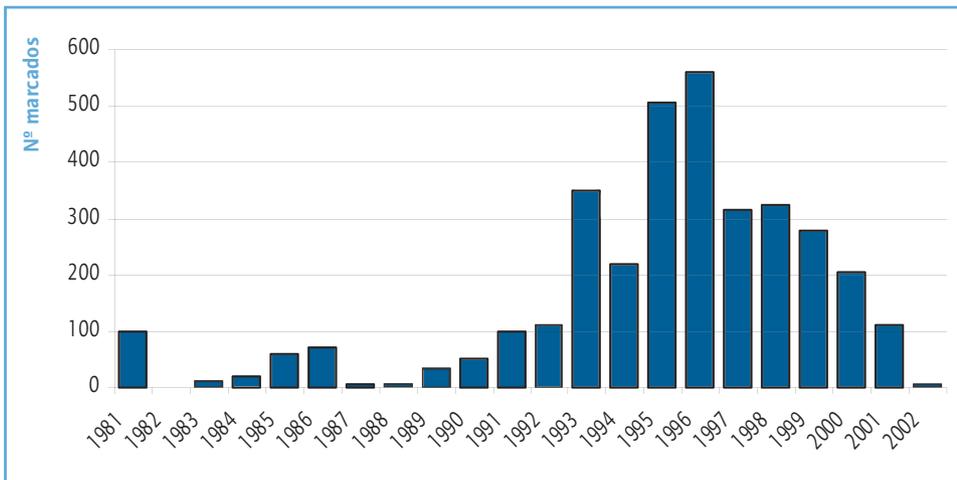


Figura 14.4. Número de peces espada marcados anualmente, desde 1981 a 2002, en el océano Atlántico en las campañas científicas y en el mercado oportunista, (García-Cortes *et al.*, 2003).

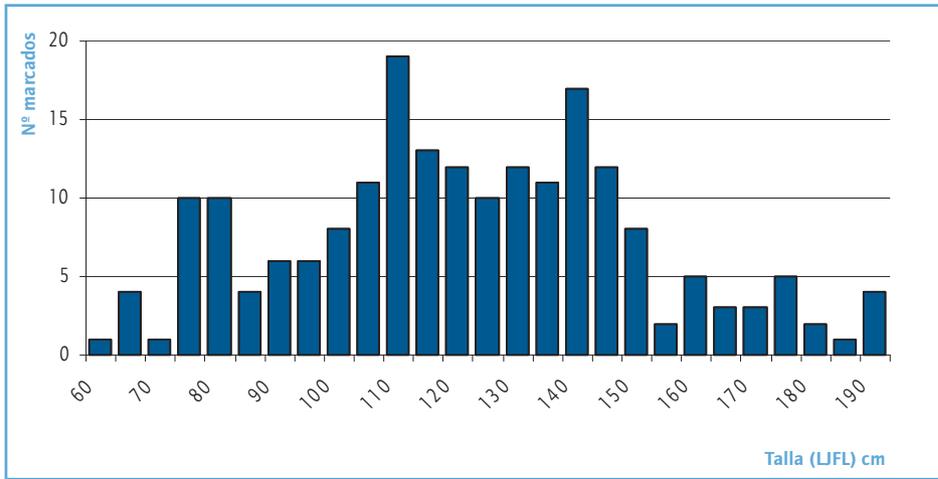


Figura 14.5. Distribución de tallas de los ejemplares marcados en las campañas científicas en el océano Atlántico (García-Cortes *et al.*, 2003).

Durante este periodo de tiempo se han recapturado 66 peces espada, 47 de los cuales fueron marcados por otros países y los 19 restantes dentro del programa de marcado de España (IEO). La mayoría de las recapturas indican una tendencia a desplazamientos entre aguas subtropicales y templadas pero hasta la fecha no se ha detectado un movimiento transecuatorial. El tiempo en libertad mínimo y máximo registrado a partir de las recapturas durante estos años, ha sido de 57 días (2 meses) y 2.723 (7 años y medio) respectivamente. La tasa de recaptura obtenida a partir de los ejemplares marcados en las campañas científicas (6,11%) ha sido mucho mayor que la obtenida a partir del marcado oportunista (0,33%) lo que indica que la tasa de supervivencia de los peces marcados en las campañas es mayor y confirma la importancia del método de marcado utilizado, de la talla seleccionada y del manejo y operaciones llevadas a cabo durante el marcado (García-Cortés *et al.*, 2003).

Pacífico

En abril-junio de 2007 se marcaron en el Pacífico 21 peces espada utilizando marcas electrónicas tipo pop-up (Figura 14.2). Las marcas se programaron para liberarse del pez en un periodo de tiempo comprendido entre 1 y 14 meses, y de acuerdo a este tiempo los datos de la temperatura y profundidad se registran cada 1 o 12 horas. Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que durante la noche los peces permanecen en la capa de agua de mezcla es decir, desde la superficie hasta unos 70 m, donde se sitúa aproximadamente la termoclina, mientras que durante el día existe más variación. Algunos peces podrían permanecer a gran profundidad (desde 300 a 500 m) a una temperatura próxima a los 8° C, durante 12 horas sin interrupción. En otros casos, se combinan inmersiones a gran profundidad con cortas estancias por encima de la termoclina (Figura 14.6). Al igual que ocurre con otras especies pelágicas este comportamiento se puede explicar por medio de la alimentación. El pez espada es capaz de alimentarse, por un lado, de los organismos que se encuentran en la capa de agua próxima al fondo y, por otro, de especies más próximas a la superficie. El principal problema que surge al utilizar este tipo de marcas es que a menudo se liberan antes del tiempo programado (Abascal *et al.*, 2007).

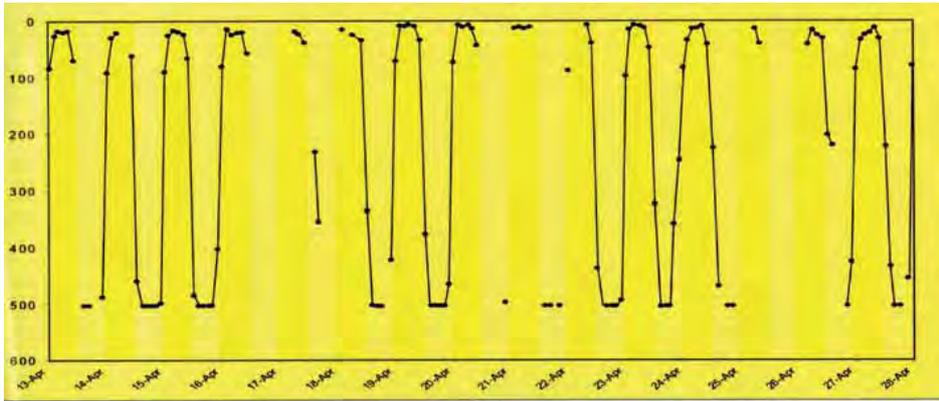


Figura 14.6. Comportamiento en profundidad de un pez espada durante 15 días. Las áreas sombreadas indican las horas nocturnas (tomado de Abascal *et al.*, 2007).

Mediterráneo

En el Mediterráneo se ha desarrollado el marcado de pez espada mediante la realización de campañas con palangre de superficie. Asimismo se ha contado con la cooperación del sector palangrero para el marcado oportunista de la especie. En estas campañas se efectuaron dos (a veces tres) operaciones de pesca diarias, con un moderado número de anzuelos con el objetivo de capturar los ejemplares en el mejor estado vital posible. El número de anzuelos por lance osciló entre los 600 y 700, dejando un tiempo de calado entre media y una hora. Los anzuelos utilizados fueron circulares con el fin de que la mayor parte de los ejemplares fueran capturados con el anzuelo en la boca, lo que aumenta las posibilidades de supervivencia (Figura 14.7). La experiencia ha demostrado que se obtienen mejores resultados si se marca a los ejemplares sin sacarlos del agua, por lo que se marcan con una pértiga o lanza provista, además, de una cuchilla con el objetivo de cortar el sedal a la altura del anzuelo. Todo ello reduce notablemente el tiempo de la operación y disminuye la mortalidad del marcado (Figura 14.8).



Figura 14.7. Tipo de anzuelos empleados en la pesca. Foto S. García.



Figura 14.8. Operación de marcado desde la embarcación. Foto M. Quintans.

Así mismo el IEO ha comenzado a realizar marcado electrónico en el Atlántico y en el Mediterráneo cuyos resultados se están analizando actualmente. En el Mediterráneo se colocaron en el 2007 dos marcas electrónicas con doble anclaje para evitar la suelta prematura de la misma, conjuntamente con la marca convencional externa (Figura 14.9 y Figura 14.10).



Figura 14.9. Marca convencional y sistema de colocación en el pez espada. Foto Acción Piloto RAI-AP 52/2004.



Figura 14.10. Marca electrónica Pop-up y pértiga utilizada para su colocación en el pez espada. Foto M. Quintans.

En la Tabla 14.1 se consigna el número de ejemplares marcados en el Mediterráneo, con indicación de los años, tipo de marcado y clase de marca.

Año	N Ejemplares	Tipo de Marcado	Tipo de marcas
1992	110	Campaña IEO	Convencional
1993 - 1999	97	Marcado oportunista	Convencional
2006	260	Campaña IEO PNDB-UE	Convencional
2007	105	Campaña IEO PNDB-UE	Convencional
2007	2	Campaña IEO PNDB-UE	Electrónicas(Pop-up)

A pesar del esfuerzo divulgativo realizado por el IEO las notificaciones de recapturas han sido muy escasas. El establecimiento de una talla mínima no ha ayudado en esta cuestión, ya que la mayoría de los ejemplares marcados son jóvenes. La recaptura más notable fue la de un pez espada de 7 Kg que fue marcado próximo a las Islas Baleares (Mediterráneo) y recapturado al oeste del Cabo San Vicente (Portugal) en el Atlántico.

Migraciones

Los resultados de programas de marcado realizados en el Atlántico Norte y Sur indican que el pez espada efectúa desplazamientos significativos entre las aguas subtropicales relativamente calientes y las aguas templadas del Atlántico Norte y Sur, respectivamente. Como hemos dicho anteriormente, hasta la fecha no se ha constatado movimiento alguno transecuatorial (Mejuto *et al.*, 2005).

Los resultados de estos programas, en los que participa intensamente el IEO, no han revelado la existencia de migración transatlántica en esta especie. Hasta la fecha las recapturas de peces espada marcados en el Mediterráneo lo habían sido en zonas cercanas al lugar de marcado. Por primera vez se ha notificado la recaptura de un ejemplar marcado en el Mediterráneo (aguas de Baleares) y recapturado en el Atlántico (islas de Madeira) después de efectuar un desplazamiento de 1.700 km en menos de 2 meses (Figura 14.11) (de la Serna *et al.*, 2008). El intercambio de ejemplares entre el Atlántico y Mediterráneo y viceversa ya fue descrito en 1990 por de la Serna y Alot, en base al análisis de índices gonadosomáticos de ejemplares capturados en la zona atlántica próxima al Estrecho de Gibraltar. Los resultados han puesto en evidencia una migración de tipo reproductivo desde el Atlántico al Mediterráneo en el segundo trimestre del año, seguida de una migración trófica en sentido contrario (de la Serna and Alot, 1990).

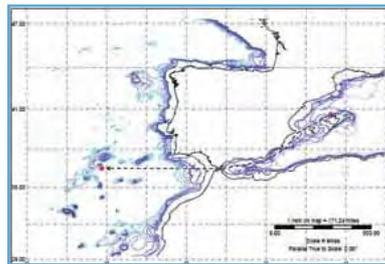


Figura 14.11. Pez espada marcado en aguas de Baleares con una marca spaguetti y recapturado en aguas de Madeira.

4.15 Besugo

Autores: Juan Gil, Jesús Canoura e Ignacio Sobrino. IEO Cádiz

Nombre científico: *Pagellus bogaraveo*, Brünnich 1768

Nombre común: Voraz, Besugo y Besugo de la Pinta.

Identificación:

Este miembro de la familia Sparidae, presenta una forma alargada, ovalada y comprimido lateralmente, de coloración rojiza y con una inconfundible mancha negra en el dorso al inicio de la línea lateral, ausente en los ejemplares jóvenes (Figura 15.1). Sin dientes caninos, pero con varias series de dientes molares, presenta la cavidad bucal de color rojizo. Presencia de una sola aleta dorsal con 12 a 13 radios duros y de 11 a 13 radios blandos (Muus y Nielsen, 1999), una única aleta anal con 3 espinas y de 11 a 12 radios blandos, y su línea lateral cuenta con 68 a 74 escamas.



Figura 15.1. *Pagellus bogaraveo*, Brünnich, 1768. Fotos Unidad de Cádiz.

Distribución:

Su localización abarca el Atlántico Oriental, latitudinalmente desde Noruega (65° N) hasta las Islas Canarias (70° N), mientras que longitudinalmente su distribución alcanza desde los 30° W de las Islas Azores a los 22° E del Mar Adriático. En la Península Ibérica se distribuye de tal forma que la población más importante se encuentra en el Estrecho de Gibraltar, en fondos con profundidades superiores a 200 metros (Gil, 2006) en el caso de los adultos, y profundidades más someras para los ejemplares juveniles. Cabe destacar la importancia que tuvo la población del mar Cantábrico, hoy día más escasos, y la presencia de ejemplares juveniles en zonas de la costa sur mediterránea española (Málaga y Almería).

Crecimiento:

En su primer año de vida puede alcanzar una talla de 12 a 15 cm, sin embargo es una especie que presenta una baja tasa de crecimiento. Los estudios de crecimiento claves (talla-edad), generadas a partir de las lecturas de otolitos, piezas esqueléticas situadas en el oído interno del pez, (Figura 15.2) estiman una tasa de crecimiento anual medio de entre 3 y 5 cm, pudiendo al-



Figura 15.2. Otolitos de Voraz. Fotos Unidad de Cádiz.

canzar tallas cercanas a los 70 cm. La talla en la que se manifiesta la madurez sexual para el 50% de la población (L_{50}), es en las hembras de 35,73 cm, y de 30,15 cm en los machos (Sobrino y Gil, 2001). Los trabajos de varios autores, determinan una longevidad de un rango amplio que oscila entre los 14 y 26 años. Según los datos obtenidos en el Estrecho de Gibraltar, se puede afirmar que la edad máxima supera los diez años.

Reproducción:

Una característica de la familia Sparidae, es la existencia del hermafroditismo como estrategia de reproducción sexual, y en concreto presenta hermafroditismo protándrico, es decir, la mayoría de los ejemplares se desarrollan como machos, para pasar a ser hembras el resto de su vida (Figura 15.3).



15.3. Gónada hermafrodita. Fotos Unidad de Cádiz.

En los meses finales del año, los voraces comienzan su desarrollo gonadal, situándose la época de reproducción en la zona del estrecho de Gibraltar en el primer trimestre del año (Gil y Sobrino, 2001). Las hembras del voraz presentan unos valores de fecundidad total media de 420.643 ovocitos, aunque los valores pueden superar el millón de huevos por época de puesta. Estos suelen eclosionar en 48 horas, presentando un diámetro de 1,2 milímetros (Gil, 2006) .

Tras la puesta el huevo fecundado pasa por una fase larvaria pelágica (Figura 15.4), y tras eclosionar pasará el primer año en aguas costeras, desplazándose a fondos más profundos a medida que va creciendo. De hecho hasta el tercer año de vida permanecen en fondos no superiores a los 200 m.



Figura 15.4. Larva de Voraz. Foto Unidad Cádiz.

Alimentación:

Crustáceos del género *Sergestes*, cefalópodos del género *Histioteuthis* y peces pertenecientes a los géneros *Stomias*, *Lampanyctus* y *Argyropelecus*.

Pesca:

Para su captura se emplea un arte característico del Estrecho de Gibraltar, conocido como voracera, y que puede identificarse como un palangre de fondo, con 70 anzuelos por palangre encarnados con trozos de sardina (Figura 15.5), generalmente calado en fondos de entre 100 y 200 brazas (182 y 364 m), cuyo conjunto es completado por una línea madre y una piedra de 15 ki-

logramos (Anónimo, 1994; Gil, 2006; Gil y Sobrino, 2006). Además, el aparejo suele calarse en los cambios de marea: mejora su rendimiento en función de los coeficientes de marea.

Hábitat:

Habitual en aguas costeras, sobre fondos de roca, arena y fango alcanzando hasta los 400 m en el Mediterráneo y los 700 m en el Atlántico. Aunque en la bibliografía puede encontrarse autores que citan profundidades de hasta 2.000 m (Desbrosses, 1938).



Figura 15.5. Voracera. Foto Unidad Cádiz.

Predadores:

Descartando la mortalidad por pesca, hasta la fecha no tenemos información de la posición que ocupa esta especie en los niveles tróficos, y qué especies depredadoras se alimentan de estos besugos, aunque por su situación batimétrica deberían figurar en la dieta de algunas especies de condriictios de fondo (familias Centrophoridae, Dalatiidae, Somnositidae, etc.).

Datos del Mercado

Las experiencias de marcaje con voraces en el área del estrecho de Gibraltar comenzaron el año 1997, iniciándose la serie con la campaña Estepona 0897. Desde entonces, se realizaron un total de ocho campañas de marcaje. Para este fin se alquilan barcos pesqueros de los puertos de Tarifa, Barbate y Conil (Cádiz), a bordo de los cuales y empleando el mismo aparejo usado para la pesca con fines comerciales, se realiza la captura de los besugos. Sin embargo, en las dos primeras campañas que iniciaron la serie (dirigidas a la fracción juvenil), la nasa fue el aparejo de pesca empleado.



Figuras 15.6, 7 y 8. Labores de marcaje en el voraz. Foto Unidad Cádiz.

En determinados barcos se dispuso de un vivero para el acondicionamiento de los ejemplares capturados, que permite reducir el estrés de los individuos, eliminar las bolsas de aire en el intestino, quitar los anzuelos y organizar mejor las labores de marcaje. A continuación se anotó la talla total (al milímetro inferior), se le colocó una marca entre la aleta dorsal y la línea late-

ral (cerca de la mancha característica de esta especie), y se procedió a la suelta del ejemplar marcado, anotando los datos de coordenadas y fondos donde se llevaron a cabo las labores de marcaje (Figuras 15.6, 15.7 y 15.8). Los pesos suelen determinarse de forma teórica mediante una relación talla peso, ya que las condiciones a bordo de estos pesqueros no son las idóneas para tomar medidas de peso fiables. Sin embargo los pesos de recapturas, cuando se nos notifica, suelen ser reales. El contraste de ambos datos, permite hacer una estimación de la variación del peso del animal a lo largo del periodo de permanencia en la mar.

Las marcas empleadas son del tipo dardo (modelo T-bar), de material plástico, insertadas en el animal mediante una pistola (Mark II Scissor-Grip), y diseñadas en colores llamativos para una rápida identificación de la marca en el momento de su recaptura, incluyendo los datos necesarios para informar de la recaptura de un ejemplar marcado.

El cartel informativo de esta especie se ha distribuido en las cofradías y lonjas del área de trabajo, donde se explica la importancia de notificar las recapturas, y los datos que deben ser tomados (fecha, posición, fondo, talla y peso del animal recapturado). A las personas que han recapturado individuos marcados, y lo han notificado debidamente, se les agradece la colaboración con el envío de un objeto de agradecimiento, generalmente una camiseta junto a una nota que incluye algunos datos de interés del marcado y la recaptura.

Desde el año 1997, fecha en la que se realizó la primera experiencia de marcado en la zona del Estrecho de Gibraltar, hasta la actualidad se han marcado un total de 7.066 ejemplares de voraz, de las cuales se han recuperado 396, esto sitúa el porcentaje de recaptura en un 5,6% (Tabla 15.1). De las ocho campañas de marcado realizadas, las dos primeras estaban dirigidas a la fracción juvenil de la población de voraces del estrecho (Canoura *et al.*, 2006).

Las zonas de marcado fueron los caladeros habituales de la flota voracera tarifeña, que se sitúan en buena medida en la zona oeste del Estrecho de Gibraltar, el banco Majuan situado al oeste del Estrecho de Gibraltar (caladero habitual de la flota artesanal de Conil), mientras que en la parte este se realizaron experiencias de marcado en la costa de Ceuta, en la zona sur mediterránea (Estepona y Sotogrande) y algunos caladeros propios de la flota de Algeciras. Además se han realizado marcajes en la zona de Barbate, y en diferentes campañas oceanográficas realizadas por la Unidad de Cádiz del Instituto Español de Oceanografía en el Golfo de Cádiz (ARSA, SESITS, CALIMA, VORAZ y MARMER).

El análisis de los movimientos de la especie indica que la población del Estrecho de Gibraltar presenta una estructura casi cerrada (Gil *et al.*, 2001), registrándose movimientos de los individuos adultos entre los caladeros habituales de la flota dentro del área del Estrecho de Gibraltar, y por parte de los juveniles, desplazamientos desde las zonas de cría y alevinaje en la parte sur mediterránea hacia el Estrecho de Gibraltar. (Figura 15.9).

Año	Campaña	Días Marcado	Marcas	Recapturas	Talla Media (cm)
1997	Estepona 0897	9	1.590	117	20,36
1998	Sotogrande 0898	8	1.428	19	18,86
2001	Tarifa 2001	14	979	164	33,7
2002	Tarifa 2002	17	623	29	35,1
2004	Ceuta 2004	10	942	20	30,3
2006	Tarifa 0506	5	702	16	33
2006	Tarifa 0606	5	523	14	31
2006	Conil 0706	4	279	17	33
TOTAL 8 campañas		72	7.066	396	-

Tabla 15.1. Resumen de las campañas realizadas hasta la fecha.

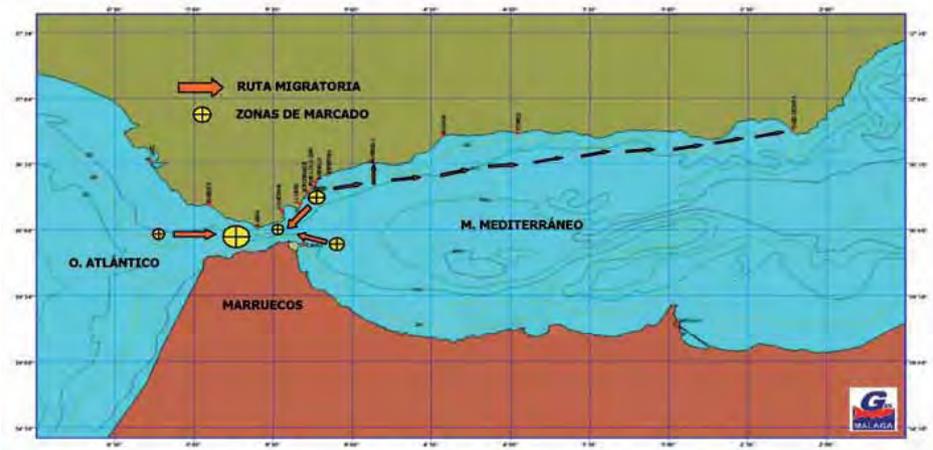


Figura 15.9. Zonas de marcado y rutas migratorias del voraz.

El ejemplar con mayor tiempo de permanencia en la mar fue uno marcado el 25 de agosto de 1997, en la campaña ESTEPONA 0897, capturado con nasas en la zona sur mediterránea (entre Estepona y Sotogrande), con una talla inicial de 19,6 centímetros y en un fondo de 82,3 metros. Recapturado el día 11 de enero de 2008, con voracera (anzuelo) en uno de los puntos de

pesca habituales de la flota de Tarifa en el Estrecho de Gibraltar con una talla de 45 centímetros, en un fondo de 382 metros y tras haber permanecido en la mar 3.791 días (10 años, 4 meses y 21 días). En este largo periodo su talla experimentó un aumento de longitud de 26 centímetros, es decir, registró una tasa de crecimiento de 2,44 centímetros por año, algo inferior a lo estimado en los estudios de crecimiento.

De los 7.066 ejemplares marcados, sólo se tiene notificación de un ejemplar recapturado que alcanzó las costas del cabo de Gata (Almería) tras 416 días, y que inicialmente fue marcado en la campaña ESTEPONA 0898, y aun teniendo constancia de la existencia de una población de voraces en puntos del Mediterráneo español, desconocemos si existe relación entre ambas poblaciones. También se tienen registros de ejemplares capturados en la parte marroquí del estrecho, aunque no se dispone de mucha información en torno a la población de voraces del país de vecino.

La experiencia acumulada hasta la fecha nos permite afirmar que este espárido presenta una gran resistencia al proceso de marcado, recuperándose con rapidez en los viveros y mostrando gran dinamismo en el proceso de suelta. Además la rápida inmersión de los ejemplares liberados impide la acción de predadores tales como las aves marinas. Generalmente, se produce una abundante recuperación de marcas en las primeras semanas posteriores a la finalización de la campaña (ritmo que con el tiempo se vuelve más lento) (Figura 15.10).

Sólo los ejemplares de mayor tamaño, y por tanto más longevos, soportan peor todo el proceso, llegando algunos individuos a morir dentro del vivero antes del marcado.

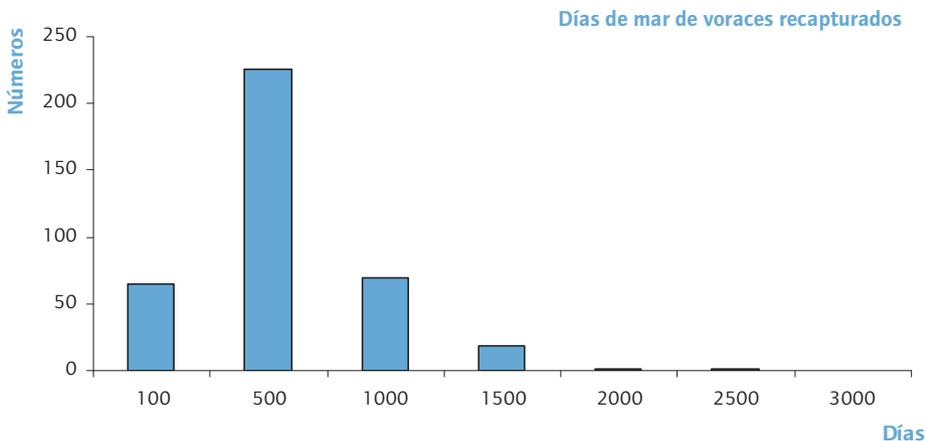


Figura 15.10. Tiempo en libertad de voraces marcados.

Agradecimientos

Queremos agradecer a todas las personas que han participado en las campañas y en el proyecto de marcado del voraz, principalmente a aquellas que más directamente han colaborado: Juan José Acosta, Candelaria Burgos, Carlos Farias, Eva García, Ester Herrera, Luis Silva y Yolanda Vila.

4.16 Merluza

Autoras: Carmen G. Piñeiro Álvarez y Lorena Rodríguez Fernández. (IEO de Vigo)

Nombre científico: *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Merluza europea, Pescadilla

Identificación:

Cuerpo cilíndrico alargado, piel con escamas. Color gris plateado en los costados y más oscuro en el dorso y aletas (Figura 16.1).



Figura 16.1. *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758). Foto L. Fernández.

Distribución:

Especie demersal muy común que se distribuye en las áreas templadas del noreste Atlántico desde las costas de Noruega e Islandia hasta las costas de Mauritania (Casey and Pereiro, 1995).

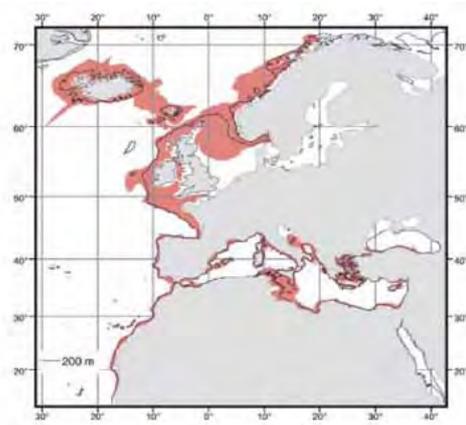


Figura 16.2. Distribución de la merluza europea.

También se encuentra en el Mar Mediterráneo, Adriático y costa sur del Mar Negro (Figura 16.2). Las zonas más importantes de reclutamiento de juveniles están localizadas en el Golfo de Vizcaya y a lo largo de la plataforma continental de Galicia y del Cantábrico.

Hábitat:

Tiene una amplia distribución geográfica y batimétrica. Su actividad se desarrolla fundamentalmente entre los 50 y 370 m, aunque su rango de profundidad va desde 30 a 1.000 m. Se puede encontrar en fondos próximos a la costa y en la plataforma continental sobre fondos rocosos y arenosos (Figura 16.3). Los huevos y larvas de merluza se concentran principalmente sobre la plataforma continental y los juveniles en aguas menos profundas que los adultos, aunque depende mucho de la época del año. La distribución de huevos, larvas y reclutas puede variar dependiendo de las condiciones oceanográficas.



Figura 16.3. Merluza viva mostrando su coloración. Foto C. Piñeiro.

Los huevos y larvas de merluza se concentran principalmente sobre la plataforma continental y los juveniles en aguas menos profundas que los adultos, aunque depende mucho de la época del año. La distribución de huevos, larvas y reclutas puede variar dependiendo de las condiciones oceanográficas.

Crecimiento:

Aunque en los últimos años el crecimiento de la merluza europea ha sido motivo de mucha controversia, se cree que esta especie puede vivir más de 10 años. Al igual que en otros peces óseos para estimar su edad hay que interpretar los anillos de crecimiento que se forman en el otolito. Estos otolitos son cuerpos calcáreos situados en el interior del cráneo de los peces teleósteos a la altura del oído interno y tienen una función sensorial y de equilibrio. Existen tres tipos de otolitos: asteriscus, lapillus y sagitta, siendo éste último el más utilizado para determinar la edad de los peces. Tiene la propiedad de crecer durante toda la vida del pez formando pe-

riódicamente anillos concéntricos, lo que permite determinar su edad (Figura 16.4). Trabajos recientes hablan de que la tasa de crecimiento de la merluza es elevada durante el primer año de vida pudiendo llegar a alcanzar 25 cm (Piñeiro *et al.*, 2008) y a partir del segundo año se ralen-



Figura 16.4. Par de otolitos (sagitta) de merluza mostrando los anillos de crecimiento. Foto M. Sainza.

tiza. Existen diferencias en el crecimiento por sexo. En general los machos crecen más rápido que las hembras hasta alcanzar la madurez sexual (aprox. 2 años) y a partir de entonces las hembras crecen más (Figura 16.5), por lo que la gran mayoría de los individuos grandes son hembras (Piñeiro y Sainza, 2003). Existe una gran incertidumbre en la estimación de la tasa de crecimiento de esta especie; el método de interpretación de los otolitos está en período de revisión debido a los resultados obtenidos recientemente de marcado y recaptura (de Pontual *et al.*, 2006; Piñeiro *et al.*, 2007).

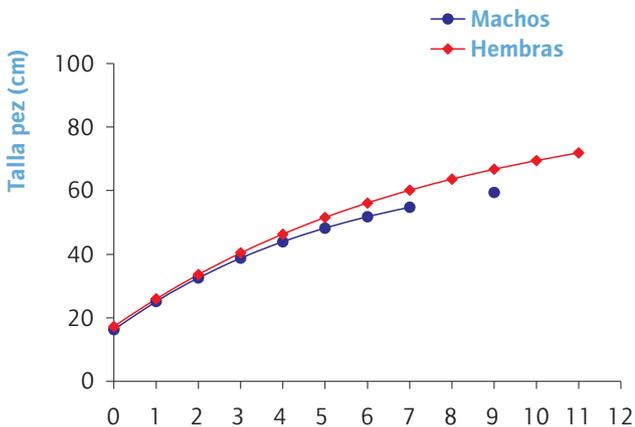


Figura 16.5. Curvas de crecimiento de machos y hembras: talla del pez (cm) por edad (años).

Reproducción y ciclo vital:

Especie ovípara de fecundación externa que pone muchos huevos (promedio de 720.000 ovocitos por hembra). La merluza europea es un ponedor parcial con fecundidad indeterminada cuya puesta se prolonga en el tiempo. En el noroeste peninsular pone de diciembre a julio con un pico en marzo-abril y otro secundario en junio-julio dependiendo del año (Domínguez-Petit, 2007). En el Golfo de Vizcaya, la puesta se produce entre diciembre y abril (Murúa and Motos, 2006). Los huevos eclosionan pocos días después de la puesta y las larvas son planctónicas durante aproximadamente dos meses. Posteriormente sufren una metamorfosis y se convierten en juveniles que nadan activamente hacia el fondo (>150 m) comenzando a principios de verano el reclutamiento a las zonas de “nursery”. Las mayores concentraciones de juveniles se encuentran entre septiembre y noviembre con tallas comprendidas entre 8-14 cm (Sánchez y Gil, 1995) y al año siguiente, en primavera ya se encuentran dispersos en la plataforma. La talla a la que alcanzan la madurez sexual varía en función del sexo y de la situación geográfica (latitud principalmente). Así en aguas del Noroeste peninsular los machos maduran alrededor de los 33 cm y las hembras a los 45 cm. En cuanto a la edad, los machos maduran antes, entre los 2 y 4 años y las hembras entre los 4 y los 6 años (Piñeiro y Saínza, 2003).

Alimentación:

Es una especie muy voraz, carnívora y oportunista y su dieta varía según la estación del año y según las presas disponibles. Se alimenta principalmente de zooplancton y crustáceos en sus primeros estadios de vida y de peces (lirio, caballa, sardina, faneca plateada y pequeñas merluzas) cuando es adulta. Es una especie ecológicamente clave en la cadena trófica, donde ocupa una posición alta (Velasco y Olaso, 1998). Presenta migraciones verticales diarias, durante el día vive cerca del fondo y por la noche asciende a aguas someras para alimentarse. Además se ha observado cierta proporción de canibalismo como estrategia alternativa a falta de otras presas.

Predadores:

Tiene pocos predadores ya que ocupa una posición alta en la cadena trófica: mamíferos marinos, tiburones y el ser humano.

Pesca:

Es una de las especies demersales más explotadas y forma parte de las pesquerías mixtas en el noreste Atlántico. Las flotas que la pescan son fundamentalmente de España, Francia, Portugal, Irlanda e Inglaterra y en términos de gestión comprende dos unidades de stock, el Norte, que incluye el Mar Céltico y Golfo de Vizcaya y el Sur, que incluye el norte y oeste de la Península Ibérica. El estado en que se encuentran estos stocks se evalúa anualmente en el seno del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM). Aunque se pesca con diferentes artes como enmalle, palangre y arrastre, en España los mayores desembarcos proceden de la flota de arrastre por ser su especie objetivo. Las capturas son considerables y los desembarcos en el 2006 fueron del orden de las 42.000 toneladas en el stock Norte y 11.000 toneladas en el stock Sur. La talla mínima legal en las captura es 27 cm.

Datos del mercado:

Aunque se han realizado experiencias de marcado de esta especie en diferentes zonas del Atlántico (Belloc, 1935; Hickling, 1933), concretamente (Robles *et al.*, 1975) se intentó en nuestras aguas, y todas ellas se caracterizaron por el escaso éxito obtenido. La merluza es una especie muy frágil y presenta una gran mortalidad en los procesos de pesca y manipulación. A pesar de ello, Belloc en 1935 y muy posteriormente, en 1999, (Lucio *et al.*, 2000) demostraron que era posible marcar viva esta especie al recapturar un ejemplar después de 255 días el primero, y 23 días el segundo, en libertad. En 2002 se llevó a cabo con gran éxito el marcado masivo de merluza con técnica de arrastre (de Pontual *et al.*, 2003), gracias al “copo piscina” diseñado por el Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer (IFREMER). Desde entonces este organismo ha marcado y soltado al mar miles de merluzas en el Golfo de Vizcaya y en el Mediterráneo. En el año 2004, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) puso en marcha esta técnica en España y desde entonces ha realizado cinco campañas, tres en aguas de Galicia (Piñeiro *et al.*, 2007), una en el Golfo de Cádiz y otra en el Mediterráneo.



Figura 16.6. Copo tipo piscina en la cubierta del barco. Foto C. Piñeiro.

El Centro Tecnológico de Investigación Marina y Alimentaria del País Vasco (AZTI), también ha realizado experiencias de marcado de merluza, aunque con arte de palangre, la primera en 1999 (Lucio *et al.*, 2000) y después en 2004. El método más exitoso hasta la fecha es mediante el empleo de un arte de arrastre tipo baka cuyo copo tradicional es sustituido por el “copo-piscina”. Este copo está diseñado para capturar peces vivos y consiste en una estructura semi-



Figura 16.7. Punción abdominal para extraer el aire.
Foto C. Piñeiro.



Figura 16.8. Merluza marcada interna y externamente. Detalle de la marca con el código del pez.
Foto C. Piñeiro.

rígida en forma de saco rodeado por tres anillos de goma con un fondo de plástico que permite retener un metro cúbico de agua para mantener los peces vivos (Figura 16.6). Las pescas se realizan en profundidades inferiores a 100 m y son de corta duración (<15 minutos) con el fin de reducir al máximo el tiempo en la red para obtener el mayor número de supervivientes. Una vez llega el copo a bordo se deja suspendido sobre la cubierta del barco y se procede al traslado de las merluzas vivas a un tanque con aporte continuo de agua. Seguidamente se le extrae el aire acumulado en la cavidad abdominal (Figura 16.7) por efecto de la descompresión. Esto se hace mediante un pinchazo con una aguja hipodérmica en la zona próxima al ano y apretando suavemente para eliminar el aire sin dañar órganos vitales. Las supervivientes se trasladan al tanque de estabilización para recuperarse del estrés del proceso de pesca y punción, donde están aproximadamente 15-20 minutos y posteriormente se procede al marcado externo e interno.



Figura 16.9. Merluzas vivas después de haber sido extraído el aire de la cavidad abdominal.
Foto C. Piñeiro.

El marcado externo consiste en un filamento de color amarillo que se coloca con una pistola de marcado a la altura de la primera aleta dorsal. Es de plástico, mide unos 7 cm de largo y lleva inscrito el código de identificación del pez (Figura 16.8). El marcado interno consiste en una inyección intramuscular de una solución veterinaria de terramicina (OTC) cuya dosis depende del peso del pez (50 mg/kg pez). Después del marcado se mantienen en un tanque para recuperarse del estrés y posteriormente se devuelven los supervivientes marcados al mar (Figura 16.9).

Para evitar la predación por aves marinas se emplea una jaula cilíndrica de red, especialmente diseñada para bajar y soltar las merluzas a una profundidad de 18-20 m (Figura 16.10 y 16.11). El producto que se utiliza para el marcado interno (OTC) tiene la propiedad de dejar una señal



Figura 16.10. Jaula para soltar las merluzas marcadas al mar. Foto C. Piñeiro.



Figura 16.11. Jaula sumergida en el costado del barco, preparada para bajar a la profundidad recomendada y soltar ahí las merluzas marcadas que lleva en su interior. Foto C. Megina Martínez.

en el otolito que es visible bajo luz ultravioleta (Figura 16.12). Esta marca se deposita en el otolito en las horas siguientes a su inyección y con esta técnica es posible determinar la periodicidad con la que se forman los anillos de crecimiento en el otolito (entre el período de marcado y de recaptura).

Esta técnica debería ser un requisito imprescindible para una correcta determinación de la edad. A pesar del esfuerzo realizado, en el programa de marcado existen todavía problemas por re-

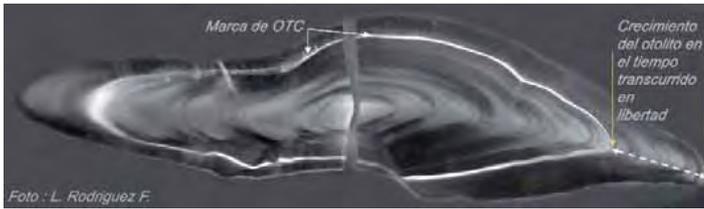


Figura 16.12. Corte transversal de un otolito de merluza marcada. Detalles de la marca de OTC y del crecimiento del otolito desde que lo marcaron hasta que lo recapturaron (347 días). Foto L. Rodríguez.

solver como son: gran mortalidad en el mercado de los juveniles (<1 año) y tasas muy bajas de recuperación de individuos marcados.

En la Figura 16.13 se muestra el mapa de la zona donde se han realizado las campañas de marcado de merluza en aguas de Galicia. La tasa de supervivencia media fue del 60%. La mortalidad sufrida (40%) se debió principalmente a dos factores, el estrés de la captura y en menor proporción, a la captura en el copo de especies acompañantes. Hasta la fecha solo se han recapturado 7 merluzas marcadas en Galicia, donde a lo largo de las tres campañas realizadas se han soltado al mar un total de 1.700 individuos. El tiempo que han pasado en libertad oscila entre 1 y 15 meses, y la distancia máxima recorrida ha sido de 15 millas náuticas, pero esta distancia no corresponde al individuo que más tiempo estuvo en libertad.



Figura 16.13. Mapa de la zona donde se realizaron las tres campañas de marcado 2004, 2005 y 2006 de Galicia.

Las recapturas obtenidas en España por el momento son escasas en comparación con las obtenidas en Francia (más de una centena), sin embargo los resultados obtenidos indican que la merluza crece más rápido de lo que se pensaba, presentando cierta variabilidad individual (Piñeiro *et al.*, 2007). Para asegurar el éxito de este programa de marcado de merluza es esencial el retorno de la información y de ejemplares marcados.

Para ello se ha puesto en marcha una campaña publicitaria por todo el litoral visitando cofradías y lonjas para informar debidamente sobre el programa de marcado. Se han enviado trípticos y carteles a todos los profesionales de la pesca (pescadores, personal de lonjas, mayoristas, etc.) con el fin de solicitar la colaboración de todos ya que el éxito del marcado depende en gran medida de ellos. En resumen, es importante saber que obteniendo información suficiente de este programa de marcado y recaptura se puede conocer los movimientos migratorios de esta especie y sus tasas de crecimiento.

Se ofrece una recompensa de 50 euros por el retorno de una merluza entera con una marca válida. El procedimiento a seguir en caso de capturar algún ejemplar marcado son los siguientes:

1. Ponerse en contacto con el laboratorio del IEO más cercano para notificar la recaptura.
2. Anotar información sobre la captura (fecha de la captura y posición geográfica, arte de pesca utilizado, profundidad, talla (mm) y peso (gr) del ejemplar.
3. Conservar en frío o congelar el pescado marcado, no eviscerar, no sacar la marca.

Agradecimientos

Queremos agradecer a todas aquellas personas que han participado en este programa de marcado, especialmente a la gente del mar, patrones y marineros que colaboraron y entregaron desinteresadamente las merluzas marcadas y recapturadas. Sin su colaboración este programa de marcado hubiera sido un fracaso.

4.17 Austromerluza negra

Autores: Luis J. López-Abellán y Eduardo Balguerías-Guerra. IEO Canarias

Nombre científico: *Dissostichus eleginoides*, Smitt, 1898

Nombre común: Austromerluza negra, róbalo de profundidad, bacalao de profundidad, merluza negra

Identificación:

Cuerpo fusiforme, más bien alargado. Cabeza deprimida, de perfil dorsal plano; boca grande; mandíbula inferior muy sobresaliente; dientes biseriados en la mandíbula superior; dientes uniseriados en la mandíbula inferior; grupo de fuertes caninos en cada premaxilar. Dos aletas dorsales, la primera con 8 a 11 espinas flexibles y la segunda con 26 a 30 radios blandos; 26 a 30 radios en la aleta anal; aletas pectorales grandes en forma de abanico, con 24 radios; aleta caudal truncada o un poco marginada. Dos líneas laterales, la inferior comienza debajo o por delante de la mitad de la segunda aleta dorsal; alrededor de 95 escamas tubulares en la línea lateral superior y 64 en la inferior; cuerpo cubierto de escamas; dos áreas alargadas sin escamas, dispuestas de forma simétrica en la superficie dorsal de la cabeza (Hureau, 1985) (Figura 17.1).

Se distingue de *Dissostichus mawsoni* por la línea lateral inferior, más larga y por las zonas sin escamas en la superficie dorsal de la cabeza. La morfología de los otolitos es también una característica que permite la diferenciación de las dos especies.



Figura 17.1. *Dissostichus eleginoides*. Foto J. M. Martínez-Carmona.

Distribución:

Se trata de una especie euribática (70-1 600 m) de distribución circumpolar, asociada a las plataformas de las islas subantárticas y montañas submarinas preferentemente al norte de 55° S. Es importante su presencia en la cresta submarina Kerguelen (Is.)-Heard (Is.), Príncipe Eduardo (Is.), Bouvet (Is.), islas del Arco de Scotia y en la parte septentrional de la Península Antár-

tica (Hureau, 1985; DeWitt *et al.* 1990). Asimismo, se distribuye por la plataforma patagónica hasta las costas de Uruguay y por la costa de Chile hasta Perú. Su distribución se solapa con la de *D. mawsoni* en dos regiones: la Península Antártica (Arana y Vega, 1999) en los bancos Elan y Banzare, y en algunos puntos del talud antártico en el sector del Océano Índico. Está presente en las montañas submarinas Discovery y Meteor en el Atlántico Sur y la Dorsal del Cano en el Índico Sur (López-Abellán y González-Jiménez, 1999; López-Abellán, 2005) (Figura 17.2).

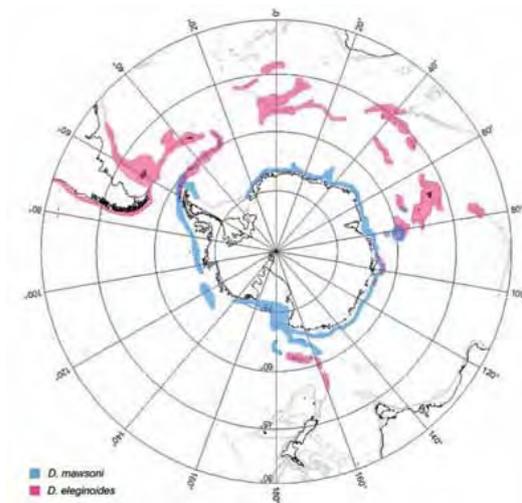


Figura 17.2. Distribución aproximada de las dos especies del género *Dissostichus*. En color rosado la distribución de *D. eleginoides*.

Crecimiento:

Las larvas de *D. eleginoides* son de gran tamaño, alcanzando 49-62 mm en el estado de post-larva. Es una especie de crecimiento moderadamente rápido hasta los 10 años, que puede llegar a alcanzar y superar los 2 metros de longitud y pesar más de 100 kg. Alcanza los 100 cm de LT a los 10 años y la talla máxima capturada ha sido de 215 cm (DeWitt *et al.* 1990) (Figura 17.3). Las ecuaciones de crecimiento estimadas para esta especie varían entre regiones, aunque se mueven en separado valores de la constante de crecimiento (k) próximos a 0.08 año^{-1} y una talla máxima (L_{∞}) entorno a 170 cm. Las hembras alcanzan mayores tallas que los machos.



Figura 17.3. Pesado de un ejemplar de gran tamaño de *Dissostichus eleginoides*. Foto J. M. Martínez-Carmona.

Reproducción:

Ambos sexos alcanzan la talla de primera madurez a los 90-100 cm de LT (9-10 años) (DeWitt *et al.* 1990). La fecundidad absoluta en ejemplares comprendidos entre 93-131cm de LT se encuentra en un rango que va de 238.000 a 545.000 huevos. Parecen existir migraciones verticales en el talud, asociadas a los periodos de reproducción, que en las islas de Kerguelen tiene lugar en los meses de abril a mayo. La eclosión de los huevos se produce de dos a tres meses después (Everson, 2002). Estudios recientes basados en la composición química del núcleo de los otolitos (Ashford *et al.*, 2008), muestran que la estructura de la población de *D. eleginoides* está controlada por la corriente circumpolar antártica, que hace que la abundancia y persistencia de las poblaciones dependan de un reducido número de reproductores con acceso a las zonas de puesta (plataforma patagónica/ Sudamérica, Georgia del Sur, Kerguelen y Macquarie), mientras que el resto de individuos errantes transportados por las corrientes no intervienen como reproductores. Las pérdidas de biomasa con posibilidades de reproducción son compensadas en esta especie con una alta fecundidad, más propia de especies con alta mortalidad natural, aunque se trate de una especie longeva y de crecimiento lento.

Alimentación:

Dada la amplia distribución geográfica de la especie, su alimentación se caracteriza por especies presentes en el medio que habitan, además de ser una especie ampliamente oportunista: se alimentan de kril (Kerguelen) o nototénidos y decápodos (Georgia del Sur) cuando son juveniles, incrementando la dieta de peces (peces hielo, nototénidos y mictófidis) a medida que crecen (DeWitt *et al.* 1990).

Hábitat:

En esta especie no sólo se da una amplia distribución geográfica sino también batimétrica, estando asociada a plataformas y taludes continentales e insulares, bancos y montañas subma-

rinas en la zona de influencia de la corriente circumpolar antártica (CCA) y sus frentes asociados. Al considerar los factores físicos que influyen en la distribución de los peces en el océano austral, es importante reconocer el principio conceptual de que los frentes no son características sino más bien procesos (Lutjeharms, 1990). Así, está ligada a las masas de agua antártica de CCA hasta el frente subantártico, donde, a través del hundimiento de la capa intermedia de masas de aguas subantártica (3,72° C - 4,7° C), se dispersa hacia el norte (López-Abellán, 2005). Esta especie vive en aguas con temperaturas comprendidas entre 2° C y 11° C, y carece de glicopéptidos anticongelantes (Eastman, 1990).

Predadores:

Los principales predadores de esta especie son los cetáceos (cachalotes y orcas). Yukhov (1972) observó que esta especie era bastante común en la dieta de los cachalotes. Asimismo, orcas y calamares gigantes suelen alimentarse de los ejemplares capturados con palangres.

Pesca:

Se pesca con palangre (Figura 17.4), redes de arrastre y nasas, siendo muy apreciada su carne. Las capturas dentro del área de la CCRVMA (Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos) en 2006-07 fueron de 9.587 t (CCAMLR, 2007). En este periodo, se estimaron unas capturas INDR (pesca ilegal, no declarada y no reglamentada) para esta especie en el área de la Convención de 1.277 t.



Figura 17.4. Maniobra de virado del palangre de tipo español en el Banco Elan. Foto J. M. Martínez-Carmona.

Datos del marcado

Con anterioridad a la puesta en marcha del programa de marcado de *Dissostichus* spp. por parte de la CCRVMA en el año 2004, ya se estaban desarrollando programas nacionales de marcado, tanto en aguas bajo soberanía de estos países, como en aguas internacionales del Océano Austral. Inicialmente, se utilizaron marcas de distinta procedencia (programas nacionales), pero siempre del tipo T-bar (Figura 17.5). La flota palangrera de fondo española, que estuvo operando en las regiones del sector del Índico, utilizó marcas proporcionadas por el Instituto Español de Oceanografía (IEO), hasta que en la temporada 2007-08 se estableció la utilización obligatoria de una serie única de marcas controlada por la CCRVMA. En aguas de Georgia del Sur, los buques españoles que allí faenan utilizan marcas suministradas por el Reino Unido. Asimismo, el IEO realizó marcado de *D. eleginoides* en las montañas submarinas del Atlántico sures- te, fuera de aguas de la CCRVMA, aprovechando la presencia de un observador científico a bordo del buque que realizó pescas en dicha zona.



Figura 17.5. Pistola de marcado y marcas del tipo T-bar utilizadas en el marcado de las especies del género *Dissostichus*. Foto J.M. Martínez-Carmona.

Inicialmente, la tasa de marcado obligatoria en todas las regiones de la CCRVMA fue de 1 pez marcado por cada tonelada de peso fresco capturada. Sin embargo, la necesidad de acelerar los procesos de evaluación en las distintas zonas de distribución de *Dissostichus* spp., forzó el aumento de dicha tasa de marcado, quedando establecida en los últimos años en 3 peces por tonelada capturada. Asimismo, se pasó de colocar una marca en uno de los lados de la aleta dorsal, a colocar dos marcas, una a cada lado de la aleta dorsal.

Como en la mayoría de las especies marinas que son sometidas a marcado, el de *Dissostichus* spp. conlleva las dificultades inherentes al manejo de seres vivos fuera de su ambiente, que en muchos casos se acentúan por la necesidad de manejar ejemplares de gran tamaño, por regla general con menos vitalidad. Para incrementar la supervivencia de los ejemplares marcados fue necesario contar con tanques de agua (Figura 17.6) en los que recuperar los peces previamente al marcado (Figura 17.7). Asimismo, aunque las especies de *Dissostichus* tienen flotabilidad neutra, fue necesario utilizar en algunas ocasiones un saco de red de apertura manual provisto de un peso, para poder liberar los ejemplares a cierta profundidad y no en la superficie del mar (Figura 17.8).

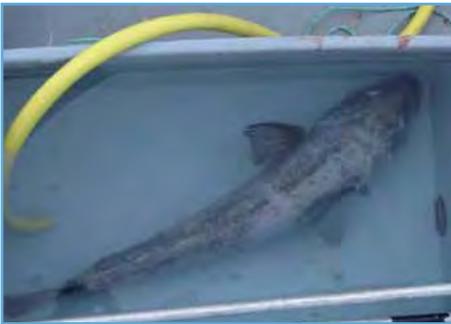


Figura 17.6. *Dissostichus eleginoides* en el tanque de agua listo para marcar. Foto J.M. Martínez-Carmona.



Figura 17.7. Marcado de *Dissostichus eleginoides*. Foto J.M. Martínez-Carmona.



Figura 17.8. *Dissostichus eleginoides* marcado antes de ser hundido con el saco de red (al fondo). Foto J.M. Martínez-Carmona.

El número de buques palangreros españoles que ha venido faenando en las divisiones estadísticas 58.4.3a (Banco Elan), 58.4.3b (Banco Banzare), 58.4.2, 58.4.1 y la Subárea 88.1 ha sido de una o dos unidades, dependiendo de los años. La flota española que faena en estas zonas ha marcado un total de 352 ejemplares de *D. eleginoides* distribuidos de la siguiente forma:

Zona	Nº ej. Marcados
58.4.3a	272
58.4.3b	12
58.4.1	30
88.1	38

En las figuras 17.9 y 17.10 se puede observar la localización de los puntos en los que fueron liberados los ejemplares marcados en los distintos años de vigencia del programa. El mayor número de peces marcados y liberados de esta especie se localiza en el Banco Elan, donde presenta una mayor abundancia. Esta es una zona donde la distribución de las dos especies de *Dissostichus* se solapan y el gradiente hacia el sureste de las marcas muestra, en cierta medida, la reducción de la presencia de esta especie hasta alcanzar el talud de la División 58.4.2 (Figura 17.10).

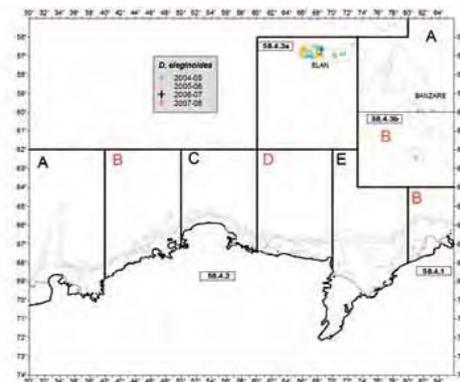


Figura 17.9. *Dissostichus eleginoides* marcados en los bancos Elan (División 58.4.3a) y Banzare (División 58.4.3b) en diferentes años.

En la figura 17.10 se observa el punto de llegada de *D. eleginoides* al continente desde el banco Banzare, posiblemente favorecido por las condiciones oceanográficas de la zona. El número de ejemplares marcados en la división 58.4.1 fue reducido (30), acorde con su abundancia, aunque aparecen repartidos a lo largo del talud. Más al este (171° S - 177° S), en las montañas submarinas al norte del mar de Ross, entre 62° S y 63° S, donde también se solapan las distribuciones de ambas especies, fueron marcados 83 ejemplares de *D. eleginoides* por 8 de la otra especie.

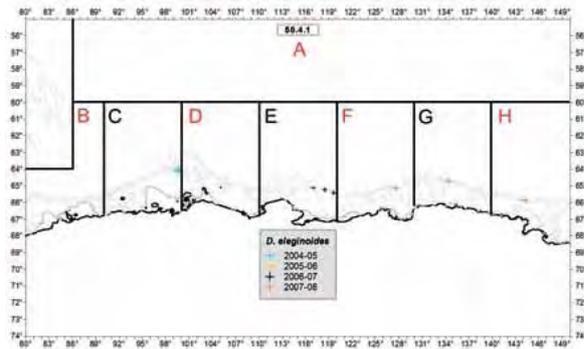


Figura 17.10. *Dissostichus eleginoides* marcados en el talud del continente antártico (División 58.4.1) en diferentes años.

Todas las recapturas logradas por buques españoles (6 ejemplares) se han producido en el Banco Elan (Figura 17.11), la zona en la que la intensidad de marcado ha sido mayor. El número de días transcurrido entre marcado y recaptura ha estado comprendido entre 58 y 268 días y las distancias recorridas por los peces marcados se encuentran entre 4 y 76 km. Por lo tanto, to-



Figura 17.11. Ejemplar de *Dissostichus eleginoides* recapturado. Foto V. Yance- Martínez.

dos los ejemplares se han recapturado dentro de la misma zona (Elan) en la que fueron marcados y liberados (Figura 17.12).

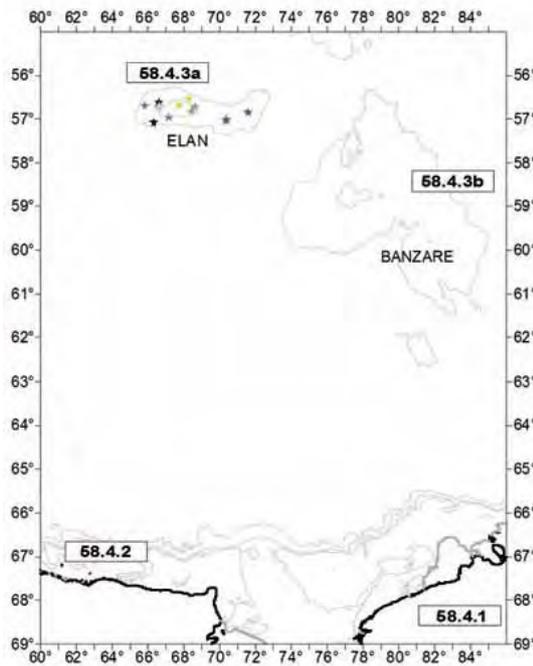


Figura 17.12. Localización de los puntos de liberación y recaptura de los ejemplares de *Dissostichus eleginoides* marcados (mismo color).

El éxito del marcado en esta región, y más en concreto la recaptura, ha estado condicionada por el alto nivel de pesca INDR en la zona, desconociéndose las marcas capturadas por dichos buques. Los niveles de recapturas obtenidos no han permitido su utilización en los modelos utilizados de evaluación de *Dissostichus* spp.

4.18 Austromerluza antártica

Autores: Luis J. López-Abellán y Eduardo Balguerías-Guerra. IEO Canarias

Nombre científico: *Dissostichus mawsoni* Norman, 1937

Nombre común: Austromerluza antártica, róbalo de profundidad, bacalao de profundidad, merluza negra

Identificación:

Cuerpo fusiforme, más bien alargado. Cabeza deprimida, de perfil dorsal plano; boca grande; mandíbula inferior muy sobresaliente; dientes biseriados en la mandíbula superior; dientes uniseriados en la mandíbula inferior; grupo de fuertes caninos en cada premaxilar. Dos aletas dorsales, la primera con 7 a 9 espinas flexibles y la segunda con 24 a 27 radios blandos; 25 a 28 radios en la aleta anal; aletas pectorales grandes en forma de abanico, con 26 a 29 radios; aleta caudal redondeada o truncada. Dos líneas laterales, la inferior comienza debajo del tercio posterior de la segunda aleta dorsal; alrededor de 95 escamas tubulares en la línea lateral superior y 43 a 48 en la inferior; cuerpo cubierto de escamas; no hay áreas alargadas sin escamas en la superficie dorsal de la cabeza (Hureau, 1985) (Figura 18.1).

Se distingue de *Dissostichus eleginoides* por la línea lateral inferior, más corta, y por no tener las zonas sin escamas en la superficie dorsal de la cabeza. La morfología de los otolitos es también una característica que permite la diferenciación de las dos especies.



Figura 18.1. *Dissostichus mawsoni*. Foto J. M. Martínez-Carmona.

Distribución:

Se trata de una especie euribática (desde la costa a 1.600 m de profundidad) de distribución circumpolar a altas latitudes (>55°S), asociada a toda la costa del continente antártico y en menor medida a las plataformas de las islas del Arco de Scotia (Hureau, 1985; DeWitt *et al.* 1990). Asi-

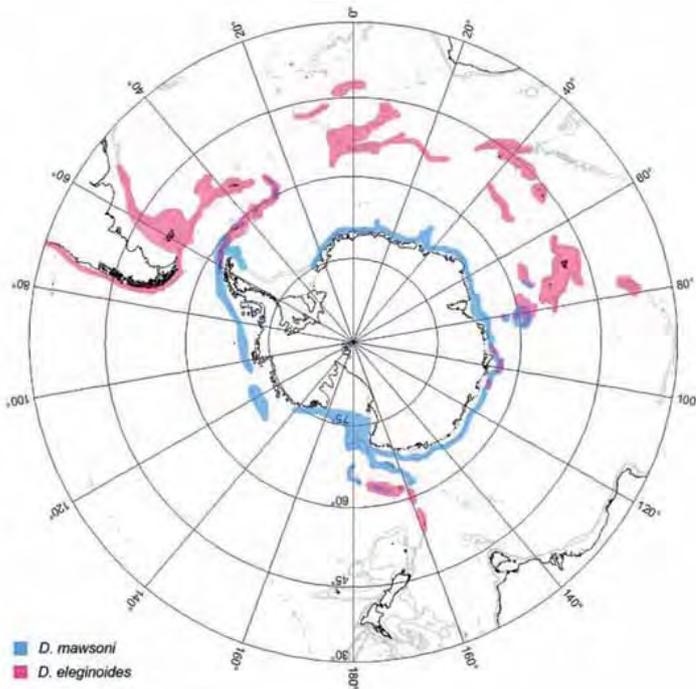


Figura 18.2. Distribución aproximada de las dos especies del género *Dissostichus*. En color azul la distribución de *D. mawsoni*.

mismo es importante su presencia en los montes submarinos al sur del Banco de Banzare. Su distribución se solapa con la de *D. eleginoides* en dos regiones: la Península Antártica (Arana *et al.*), en los Bancos Elan y Banzare, y en algunos puntos del talud del continente antártico en el sector del Océano Índico (Figura 18.2).

Crecimiento:

Las larvas de *D. mawsoni* son de gran tamaño y los juveniles (4-15 cm) se encuentran en el medio pelágico. Al igual que *D. eleginoides*, es una especie de crecimiento moderadamente alto hasta los 10 años (100 cm de LT) y puede vivir hasta los 35 años (Horn, 2002). Los ejemplares pueden llegar a alcanzar y superar los 2 metros de longitud y pesar más de 100 kg. Las ecuaciones de crecimiento estimadas para esta especie varían entre regiones y se encuentra en valores de k próximos a 0.091 año^{-1} y una (L_{∞}) en torno a 175 cm (CCAMLR, 2007), lo que indica que poseen una tasa de crecimiento mayor que *D. eleginoides*. Las hembras alcanzan mayores tallas que los machos y la talla máxima registrada corresponde a un ejemplar de 250 cm de LT (+/- 48 años) (Figura 18.3).

Reproducción:

Ambos sexos alcanzan la talla de primera madurez a los 100 cm de LT (10 años) (Hanchet, 2006). La fecundidad absoluta se encuentra en un rango comprendido entre 500.000 y 1.700.000 huevos. La época y los lugares de puesta siguen siendo inciertos, aunque en el Mar de Ross parece que



Figura 18.3. Pesado de un ejemplar de gran tamaño de *Dissostichus mawsoni*. Foto J. M. Martínez-Carmona.

la puesta se inicia en mayo/junio en los bancos, cordilleras y montañas submarinas del norte de la región (Hanchet, 2006). Se desconoce el tiempo de eclosión de los huevos pero podría ser similar al de *D. eleginoides* (2 a 3 meses). Aunque no existen estudios que corroboren las estrategias de vida similares a *D. eleginoides*, el hecho de poseer también una alta fecundidad a pesar de su longevidad, podría indicar la existencia de una situación similar, a mayores latitudes, para esta especie, es decir, reducido número de reproductores con acceso a las zonas de puesta, que podrían estar ligadas a las regiones del Mar de Ross y la Bahía de Prydz.

Alimentación:

Se trata también de una especie ampliamente oportunista en su alimentación y la extensa distribución geográfica hace que se caracterice por especies presentes en el medio que habitan. Se alimentan de mictófidios, misidáceos, cefalópodos, anfipodos y nototénidos en McMurdo (juveniles) o peces hielo, macruridos, cefalópodos y otros peces en el mar de Ross (Hanchet, 2006).

Hábitat:

Esta especie, que vive a más altas latitudes que *D. eleginoides*, tiene una amplia distribución geográfica y batimétrica, estando asociada a plataformas y taludes del continente antártico, bancos y montañas submarinas próximas al continente. Está ligada a fondos sobre los que existe una mayor cobertura de hielo, que puede ser permanente, lo que influye en el hábitat, y que tiene implicaciones ictio-geográficas (Lutjeharms, 1990). Estas regiones parecen estar sometidas a procesos oceanográficos a menor escala o locales, aunque en las zonas en las que se solapan las dos especies de *Dissostichus*, se supone una mayor presencia de procesos asociados a la corriente circumpolar antártica (CCA). Esta especie vive en aguas con temperaturas de 2.3° C y más bajas, y posee glicopéptidos anticongelantes (Eastman, 1990).

Predadores:

Los principales predadores de esta especie son los cetáceos (cachalotes y orcas), pinnípedos (focas de Weddell) y calamares gigantes (Hanchet, 2006). Asimismo, los calamares gigantes suelen alimentarse de los ejemplares capturados con palangres (Figura 18.4).



Figura 18.4. *D. mawsoni* y calamar gigante que lo estaba depredando en la línea del palangre. Foto I. Pérez-Gándaras.

Pesca:

Se pesca con palangre (Figura 18.5), redes de arrastre y nasas. Su carne es muy apreciada. Las capturas dentro del área de la CCRVMA (Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos) en 2006-07 fueron 4.438 t (CCAMLR, 2007). En este periodo, se estimaron unas capturas INDR (pesca ilegal, no declarada y no reglamentada) para esta especie en el área de la Convención de 2.338 t.



Figura 18.5. Pesca con palangre tipo español en la División 58.4.1 próxima al continente antártico. Foto I. Pérez-Gándaras.

Datos del mercado

Con anterioridad a la puesta en marcha del programa de marcado de *Dissostichus* spp. por parte de la CCRVMA en el año 2004, ya se estaban desarrollando programas nacionales de marcado, tanto en aguas bajo soberanía de estos países, como en aguas internacionales del Océano Austral. Inicialmente, se utilizaron marcas de distinta procedencia (programas nacionales), pero siempre del tipo T-bar (Figura 18.6). La flota palangrera de fondo española que estuvo operando en las regiones del sector del Índico utilizó marcas proporcionadas por el Instituto Español de Oceanografía (IEO), hasta que en la temporada 2007-08 se estableció la utilización obligatoria de una serie única de marcas controlada por la CCRVMA.



Figura 18.6. Pistola de marcado y marcas del tipo T-bar utilizadas en el marcado de las especies del género *Dissostichus*. Foto J.M. Martínez-Carmona.

Inicialmente, la tasa de marcado obligatoria en todas las regiones de la CCRVMA fue de un pez marcado por cada tonelada de peso fresco capturada. Sin embargo, la necesidad de acelerar los procesos de evaluación en las distintas zonas de distribución de *Dissostichus* spp., forzó el aumento de dicha tasa de marcado, quedando establecida en los últimos años en tres peces por tonelada capturada. Asimismo, se pasó de colocar una marca en uno de los lados de la aleta dorsal, a colocar dos marcas, una a cada lado de la aleta dorsal.

Como en la mayoría de las especies marinas que son sometidas a marcado, el de *Dissostichus* spp. conlleva las dificultades inherentes al manejo de seres vivos fuera de su ambiente, que en muchos casos se acentúan por la necesidad de manejar ejemplares de gran tamaño, por regla general con menos vitalidad. Para incrementar la supervivencia de los ejempla-

res marcados fue necesario contar con tanques de agua (Figura 18.7) en los que recuperar los peces previamente al marcado (Figura 18.8). Asimismo, aunque las especies de *Dissostichus* tienen flotabilidad neutra, fue necesario utilizar en algunas ocasiones un saco de red de apertura manual provisto de un peso, para poder liberar los ejemplares a cierta profundidad y no en la superficie del mar (Figura 18.9).



Figura 18.7. *Dissostichus mawsoni* en el tanque de agua listo para marcar. Foto J.M. Martínez-Carmona.



Figura 18.8. Marcado de *Dissostichus mawsoni*. Foto J.M. Martínez-Carmona.



Figura 18.9. *Dissostichus mawsoni* marcado con dos dardos. Foto J.M. Martínez-Carmona.

El número de buques palangreros españoles que ha venido faenando en las Divisiones estadísticas 58.4.3a (Banco Elan), 58.4.3b (Banco Banzare), 58.4.2, 58.4.1 y la Subárea 88.1 ha sido de una o dos unidades, dependiendo de los años. La flota española ha marcado un total de 1.531 ejemplares de *D. mawsoni* distribuidos de la siguiente forma:

Zona	Nº ej. marcados
58.4.3b	422
58.4.2	20
58.4.1	1.081
88.1	8

En las figuras 18.10 y 18.11 se puede observar la localización de los puntos en los que fueron liberados los ejemplares marcados en los distintos años de vigencia del programa. El mayor número de peces marcados y liberados de esta especie se localiza en la División 58.4.1 y en banco Banzare, donde esta especie es más abundante. Aunque la especie también está presente en el Banco Elan, su número es muy reducido y se la captura de forma esporádica. Banzare es una zona donde las distribuciones de las dos especies de *Dissostichus* se solapan, siendo más abundante *D. mawsoni*, aunque disminuye su presencia al disminuir la latitud.

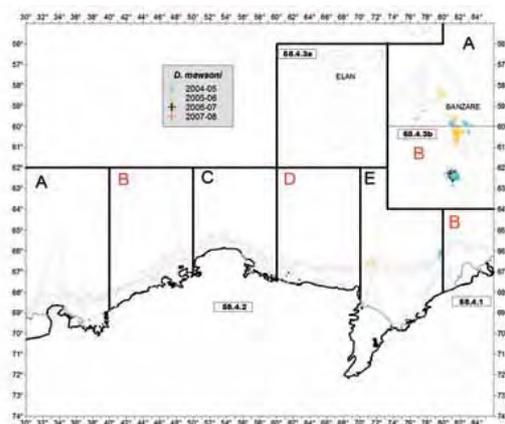


Figura 18.10. *Dissostichus mawsoni* marcados en el Banco Banzare (División 58.4.3b) y División 58.4.2 en diferentes años.

En la Figura 18.11 se observa la localización de los puntos en los que fueron liberados los ejemplares marcados en la División 58.4.1. El número de marcas muestra que esta especie es más abundante en el talud del continente que *D. eleginoides*. Más al este (171° S - 177° S), en las montañas submarinas al norte del Mar de Ross, entre 62° S y 63° S, donde también se solapan las distribuciones de ambas especies, fueron marcados ocho ejemplares de *D. mawsoni* por 83 de la otra especie.

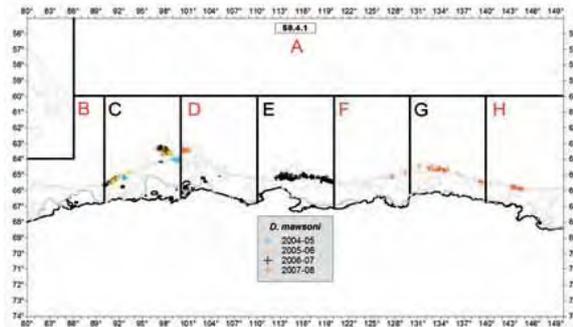


Figura 18.11. *Dissostichus mawsoni* marcados en el talud del continente antártico en la División 58.4.1 en diferentes años.

Todas las recapturas logradas por buques españoles (siete ejemplares) en el Banco Banzare, se hicieron en el banco situado al sur de la región, en la misma zona en la que fueron marcados en número elevado (Figura 18.12). Los días transcurridos entre marcado y recaptura ha estado comprendido entre 33 y 423 días y las distancias recorridas por los peces marcados se encuentran entre los 3 y 25 km. Por lo tanto, todos los ejemplares se han recapturado dentro de la misma zona (Banco al sur de Banzare) en la que fueron marcados y liberados.

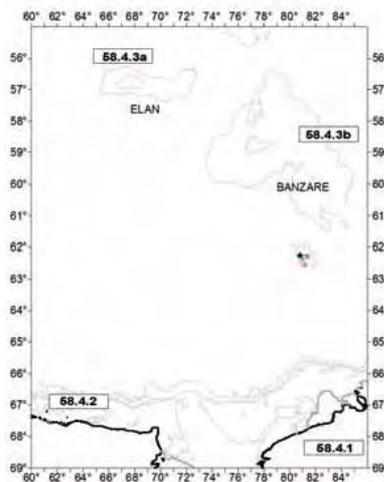


Figura 18.12. Localización de los puntos de liberación y recaptura de los ejemplares de *Dissostichus mawsoni* marcados (mismo color) en el banco Banzare Sur.

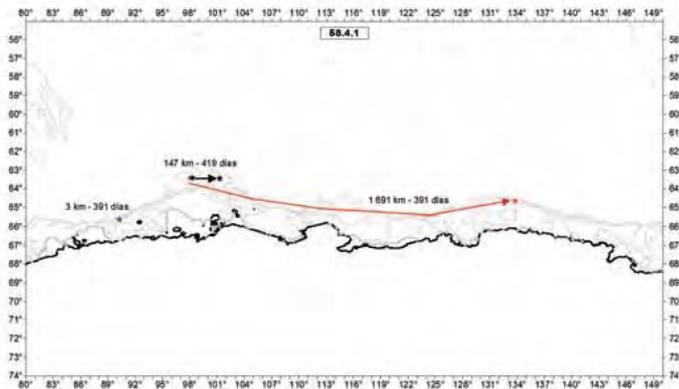


Figura 18.13. Localización de los puntos de liberación y recaptura de los ejemplares de *Dissostichus mawsoni* marcados (mismo color) en la División 58.4.1.

En la División 58.4.1 sólo se han recapturado tres ejemplares (Figura 18.13), que muestran distinto grado de movilidad en el tiempo entre liberación y recaptura, presentando uno de ellos un recorrido de 1.691 km en 291 días de libertad.

El éxito del marcado en esta región y más en concreto la recaptura, ha estado condicionada por el alto nivel de pesca INDR en la zona, desconociéndose las marcas capturadas por dichos buques. Los niveles de recapturas obtenidos no han permitido su utilización en los modelos utilizados para la evaluación de *Dissostichus* spp.

4.19 Rape Blanco

Autores: Jorge Landa, Antonio Celso Fariña y Pilar Pereda. IEO Santander

Nombre científico: *Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: rape (blanco), juliana, sapo

Identificación:

Cabeza desproporcionadamente grande, notablemente más ancha que el cuerpo, con pequeños ojos y la boca muy hendida, con la mandíbula ligeramente prominente y con dos series de dientes ganchudos muy fuertes (Figura 19.1). La piel no tiene escamas y es viscosa, con el dorso de color marrón y el vientre blanco. La cavidad branquial es amplia, tienen espinas pequeñas sobre cabeza y maxilar superior, y sus aletas pectorales tienen forma rectangular. El primer radio de la primera aleta dorsal (ilicio) es delgado, flexible, muy móvil y de un tamaño mayor que los radios siguientes, terminando en un lóbulo cutáneo que agita como señuelo para atraer a sus presas, que captura al acecho. Las principales características distintivas respecto a la otra especie de rape europeo, el rape negro, son: el color del peritoneo (tejido que cubre las vísceras) de color blanco (Figura 19.1) y por poseer 11-12 radios en la 2ª aleta dorsal (Bauchot y Pras, 1987).



Figura 19.1. Vista dorsal de un rape blanco (izquierda) y vista ventral de un individuo eviscerado mostrando el color blanco de peritoneo, una de las principales características distintivas entre las dos especies de rapés. Fotos J. Landa.

Distribución:

En el Atlántico, se distribuye desde Mauritania al Mar de Barents y también se encuentra en el Mediterráneo (Figura 19.2). Es una especie más septentrional que el rape negro (Whitehead *et al.*, 1986b). Habita en profundidades de entre 50 y 1.000 m aproximadamente (Quero y Vayne, 1997). Aunque vive en todos los sustratos, abunda generalmente en fondos fangosos.

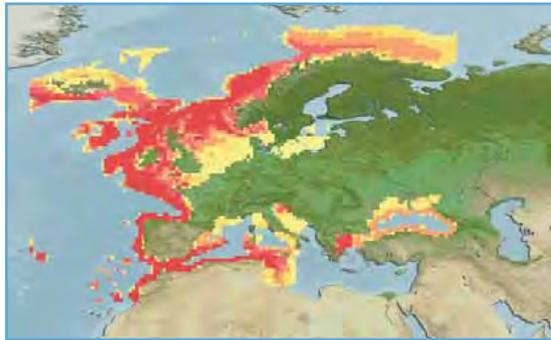


Figura 19.2 Área de distribución geográfica del rape blanco (figura tomada de www.fishbase.org).

Crecimiento:

Es una especie de tamaño medio-grande y de esperanza de vida media-larga. Alcanza tallas de hasta unos 200 cm y se han estimado edades de más de 25 años. Para la interpretación de la edad se han utilizado piezas esqueléticas (ilicios y otolitos), siendo los primeros los más usados. La interpretación de la edad, basada en ilicios del rape blanco atlántico, está consensuada entre los diversos lectores de la edad de las diversas instituciones de investigación de los países europeos que participan en la evaluación anual del estado de explotación de esta especie (Landa *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2005). Sin embargo, recientes resultados de marcado han mostrado tasas de crecimiento más rápido que el estimado mediante la interpretación de la edad en piezas esqueléticas (ver sección de marcado).

Reproducción:

La talla a la que alcanza la madurez sexual difiere dependiendo del sexo y el área de estudio, y es de unos 50-55 cm en machos y 70-75 cm en hembras en el Atlántico europeo (Afonso-Días y Hislop, 1996; Duarte *et al.*, 2001; Quincoces, 2002). El periodo de puesta varía a lo largo de su área de distribución, abarcando desde diciembre a julio entre el Cantábrico y aguas escoce-

sas. La puesta tiene lugar en aguas profundas y las hembras expulsan una masa gelatinosa de grandes dimensiones (de hasta 10 m) en la que se encuentran embebidos los huevos que flota en la superficie (Afonso-Dias y Hislop, 1996). Se ha estimado una fecundidad de hasta 3 millones de huevos, de un diámetro de entre 2 y 3 mm (Quero y Vayne, 1997). La eclosión tiene lugar unos 2 días después de la puesta y la larva mide aproximadamente 4.5 mm (Russell, 1976).

Alimentación:

Su alimentación varía en función del área que habitan y, por tanto, de las presas existentes. La alimentación de las dos especies de rapas europeas es similar, siendo sus principales presas en el Cantábrico y Galicia: bacaladilla, faneca, barbada, *Arnoglossus spp.*, *Callyonimus spp.*, faneca plateada, brótola de fango, merluza y chicharro (Olaso *et al.*, 1982).

Pesca:

El rape blanco es una de las principales especies de fondo capturadas en aguas europeas, con unos desembarcos en 2006 de 43.000 t (ICES, 2007). La gestión pesquera de esta especie en el Atlántico se lleva a cabo en el seno del ICES, organización internacional que coordina y promueve la investigación marina en el Atlántico Norte. Con el objetivo de la evaluación y gestión de esta especie, ICES considera tres stocks para las poblaciones atlánticas europeas: el stock de la plataforma norte (Skagerrak- Kattegak, Mar del Norte, oeste de Escocia y Banco de Rockall); stock norte (oeste y sur de Irlanda, y norte del Golfo de Vizcaya); y stock sur (aguas atlánticas ibéricas). Los stocks norte y sur son los de mayor importancia para las flotas españolas. En el stock norte, se capturaron 25.733 t en 2006 (ICES, 2007), la mortalidad pesquera tenía una tendencia descendente desde finales de los 80 y la biomasa reproductora mostraba una tendencia ascendente desde la década de los 90 (ICES, 2006b). En el stock sur, se capturaron 2.963 t en 2006 (ICES, 2007) y el estado de este stock es preocupante, pues la biomasa estimada es baja (supone el 36% de la que permitiría alcanzar un rendimiento máximo sostenible) y la mortalidad pesquera, alta (1,6 veces el valor a la que se alcanza un rendimiento máximo sostenible) (ICES, 2007).

Esta especie se captura principalmente con artes de arrastre (generalmente como especie asociada) (Figuras 28 y 3.3) y también con redes de enmalle de fondo, como el rasco, especializado en la captura de rapas. El arrastre captura todo el rango de tamaños de la especie, y el rasco fundamentalmente captura individuos a partir de aproximadamente 50 cm de longitud.

Datos del mercado

Las experiencias de mercado de rape blanco por parte del IEO comenzaron en 1995, enmarcadas y financiadas tanto por proyectos internos del IEO, como por proyectos de financiación de la UE, en los que el IEO participó junto con otras instituciones europeas de investigación pesquera: IFREMER (Francia), AZTI (España) e IPIMAR (Portugal).

El área donde el IEO marcó rapas blancas abarcó el Cantábrico, aguas gallegas, Mar Céltico (Sur de Irlanda) y Banco de Porcupine (Oeste de Irlanda) (Figura 19.3). Entre 1995 y 2004 el IEO marcó un total de 966 rapas blancas, la mayor parte durante los años 2001 y 2002 (Tabla 19.1).

No se utilizó ningún arte de captura específico para el mercado de esta especie, sino los usados por la flota comercial: el arrastre de fondo y el enmalle de fondo.

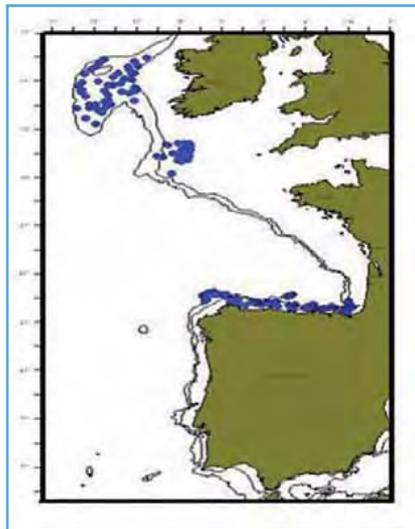


Figura 19.3. Posiciones de los rapas blancos marcados por el IEO.

Las marcas externas utilizadas fueron del tipo T-Bar Anchor (ancla), de la empresa Floy Tag (Figuras 7 y 3.4). Las marcas se insertaron en la parte dorsal de los ejemplares entre las dos aletas dorsales, más próximas a la segunda (Figura 19.4).

1995-1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL
175		54	390	215	97	35	966

Tabla 19.1. Número de rapes blancos marcados por año por el IEO.



Figura 19.4. Rape marcado (marca espagueti amarilla en el dorso), preparado para su suelta. Foto J. Landa.

Se obtuvieron unos índices de recaptura (2,6%) similares a los obtenidos en otras especies donde el marcado se consideró exitoso.

Desde el comienzo de las experiencias de marcado, se recuperaron 40 rapes blancos, previamente marcados por el IEO. El rango de los tamaños de los individuos marcados y de los recapturados indicó una mayor proporción de recapturados de tamaños mayores (Figura 19.5). Esto pudo tener relación con el arte de pesca utilizado para su captura antes del marcado, pues la mayor parte de los individuos de tallas mayores de 50 cm fueron marcados tras su captura con arte de enmalle (Landa *et al.*, 2008b).

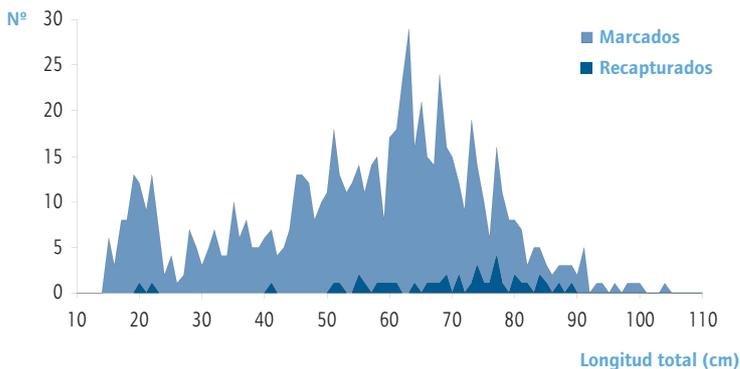


Figura 19.5. Número de rapes blancos marcados y recapturados por el IEO.

Alrededor de las tres cuartas partes se recapturaron dentro del mes posterior a su marcado, por lo que la información que proporcionaron no fue significativa. Dado el corto intervalo de tiempo transcurrido entre marcado y recaptura, la mayoría de los desplazamientos estimados para estos ejemplares de menos de un mes, fueron menores de 25 km (en línea recta) (Figura 19.6). No obstante, estas recapturas corroboran la utilidad de la técnica de marcado en esta especie (Landa *et al.*, 2008b).

Las principales recapturas de rapes blancos marcados por el IEO tuvieron lugar entre 1 y 15 meses en libertad, estimándose unos desplazamientos de entre 31 y 292 km (Figura 19.7). Los 2 ejemplares con mayores desplazamientos se marcaron en el Mar Cantábrico (División VIIIc, stock sur) y se recuperaron en aguas de la plataforma francesa (Divisiones VIIIa,b, stock norte) 2 y 15 meses después, tras desplazarse 109 y 292 km, respectivamente, medidos en línea recta (Pereda y Landa, 1997). Considerando la distribución batimétrica de esta especie (hasta unos 1.000 m de profundidad), la trayectoria de estos desplazamientos probablemente siguió más el talud que una ruta directa a través de los grandes fondos oceánicos (2.500-4.000 m) del Golfo de Vizcaya. Estos resultados proporcionan valiosa información sobre interacciones entre componentes de ambos stocks (norte y sur), y sirven para cuestionar las actuales bases biológicas de separación de estos stocks (Fariña *et al.*, 2004).

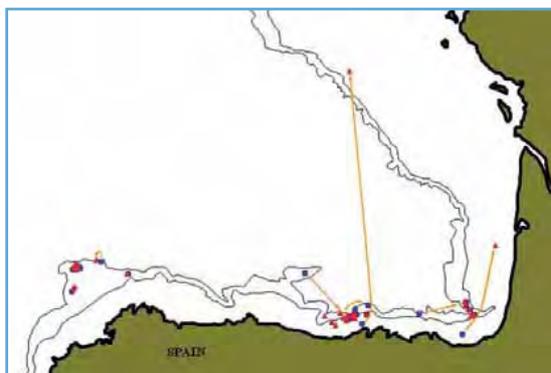


Figura 19.6. Desplazamientos geográficos de los rapes blancos marcados por el IEO (posiciones de marcado en azul y recaptura en rojo).

Un desplazamiento de gran interés fue el de un ejemplar que tuvo lugar en el Cantábrico, desde el Banco de Le Danois (El Cachucho) a la plataforma continental. Este Banco ha sido declarado en 2008 como Área Marina Protegida, y este desplazamiento es la primera evidencia de movimientos de esta especie entre ambas áreas (Landa *et al.*, 2008b).

Otro estudio de marcado de rape blanco en aguas europeas (Laurenson *et al.*, 2005) también ha proporcionado información muy útil sobre el crecimiento y los desplazamientos de esta especie en las Islas Shetland, mostrándose el desplazamiento más largo hasta la fecha de un ejemplar marcado de esta especie: 876 km (medidos en línea recta).

Los resultados del marcado de la especie también han sido muy útiles para comparar su crecimiento mediante el marcado-recaptura, con el estimado mediante la interpretación de la edad con piezas esqueléticas. Se ha observado un crecimiento más rápido que el estimado a partir de la interpretación de edad con los ilicios (Landa *et al.*, 2008a) y se han estimado las siguientes tasas de crecimiento globales en base a datos procedentes de diversos estudios de validación de la edad en aguas atlánticas europeas: entre 8 y 16 cm/año en ejemplares de 40 cm, y unos 8 cm/año en ejemplares de 60 cm. Los individuos de 3 años tendrían unos 45 cm de longitud total, y los de 7 años, unos 77 cm (Landa *et al.*, 2008a).

Agradecimientos

Este estudio ha sido cofinanciado por el IEO y por los contratos de EU DG-XIV (Study contracts 95/038 "BIOSDEF", 97/015 "DEMASSESS" y 99/013 "GESSAN"). Agradecemos a I. Bruno, F. Velasco, J. Castro, J.C. Arronte, T. Patrocinio, J.A. Pereira, I. Preciado, C. Pérez, R. Sánchez, A. Fernández, L. Arregui, A. Marçal, J. Barrado, U. Autón, P. Lucio, P. Cubero, I. Gestoso y C. Lordan, así como a los marineros, patrones y armadores por su colaboración en el programa de marcado y por las recapturas.

4.20. Rape Negro

Autores: Jorge Landa, Antonio Celso Fariña y Pilar Pereda. IEO Santander

Nombre científico: *Lophius budegassa* (Spinola, 1807)

Nombre común: rape (negro), sapo

Identificación:

Las características morfológicas básicas de esta especie son similares a las de la otra especie de rape europeo, el rape blanco (ver sección correspondiente), aunque se diferencia de él, principalmente por el color del peritoneo (tejido que cubre las vísceras) de color negro (Figura 20.1), y presentar 9-10 radios en la 2ª aleta dorsal (Bauchot y Pras, 1987).



Figura 20.1. Vista dorsal de un rape negro (izquierda) y vista ventral de un individuo eviscerado mostrando el color negro del peritoneo (derecha), una de las principales características distintivas entre las dos especies de rapes. Fotos J. Landa.

Distribución:

En el Atlántico, se distribuye desde Senegal a Gran Bretaña y también se encuentra en el Mediterráneo (Figura 20.2). Es una especie más meridional que el rape blanco (Whitehead *et al.*, 1986b). Habita en profundidades de entre 50 y 800 m aproximadamente (Quero y Vayne, 1997). Aunque vive en todos los sustratos, abunda generalmente en fondos fangosos.



Figura 20.2. Área de distribución del rape negro (figura tomada de Fishbase: www.fishbase.org).

Crecimiento:

Es una especie de tamaño medio-grande y de esperanza de vida media-larga. El rape negro alcanza tallas de hasta aproximadamente 100 cm y se ha estimado edades de más de 20 años. Para la interpretación de la edad se han utilizado los ilicios y los otolitos, siendo los primeros los más usados. La interpretación de la edad basada en ilicios del rape negro de aguas atlánticas europeas, está consensuada entre los diversos lectores de la edad de las diversas instituciones de investigación de los países europeos que participan en la evaluación anual del estado de explotación de esta especie (Landa *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2005). Se han estimado que ejemplares de 3 años tendrían unos 22 cm de longitud total y ejemplares de 7 años unos 42 cm (Landa *et al.*, 2001).

Reproducción:

La talla a la que alcanza la madurez sexual difiere dependiendo del sexo y el área de estudio, y es de unos 35-40 cm en machos y 55-60 cm en hembras en el Atlántico europeo (Duarte *et al.*, 2001; Quincoces *et al.*, 2002). El período de puesta varía a lo largo de su área de distribución, abarcando desde octubre a marzo en aguas de la Península Ibérica. La puesta tiene lugar en aguas de la plataforma y las hembras expulsan una masa gelatinosa de grandes dimensiones en la que se encuentran embebidos los huevos que flota en la superficie.

Alimentación:

Su alimentación varía en función del área que habitan y, por tanto, de las presas existentes. La alimentación de las dos especies de rapas europeas es similar, siendo sus principales presas en el Cantábrico y Galicia: bacaladilla, faneca, barbada, *Arnoglossus spp.*, *Callyonimus spp.*, faneca plateada, brótola de fango, merluza y chicharro (Olaso *et al.*, 1982).

Pesca:

El rape negro es una importante especie en las pesquerías de fondo europeas, con unos desembarcos en 2006 de aproximadamente 7.000 t (ICES, 2007). La gestión pesquera de esta especie también se realiza en el seno del ICES, en la que también se consideran tres stocks (ver sección de rape blanco), de los que el stocks norte y sur son los de mayor importancia para las flotas españolas. En el stock norte, se capturaron 5.774 t en 2006 (ICES, 2007), la mortalidad pesquera tenía una tendencia descendente desde finales de los 80 y la biomasa reproductora mostraba una tendencia ascendente desde la década de los 90 (ICES, 2006). En el stock sur, se capturaron 1.148 t en 2006 (ICES, 2007) y el estado de este stock es preocupante, pues la biomasa estimada es baja (supone el 33% de la que permitiría alcanzar un rendimiento máximo sostenible) y la mortalidad pesquera, alta (1,4 veces el valor a la que se alcanza un rendimiento máximo sostenible) (ICES, 2007).

Esta especie se captura principalmente con artes de arrastre (generalmente como especie asociada) (ver Figuras 28 o 3.3 capítulo 3) y también con redes de enmalle de fondo, como el rasco, especializado en la captura de rapas. El arrastre captura todo el rango de tamaños de la especie, y el rasco fundamentalmente captura individuos a partir de aproximadamente 50 cm de longitud.

Datos del mercado

Las experiencias de mercado de rape blanco por parte del IEO comenzaron en 1995, enmarcadas y financiadas tanto por proyectos internos del IEO, como por proyectos de financiación de la UE, en el que el IEO participó junto con otras instituciones europeas de investigación pesquera: IFREMER (Francia), AZTI (España) e IPIMAR (Portugal).

El área donde el IEO marcó rapas negras abarcó el Cantábrico, aguas gallegas, Mar Céltico (sur de Irlanda) y Banco de Porcupine (oeste de Irlanda) (Figura 20.3). Entre 1995 y 2004 el IEO marcó un total de 442 rapas negras, la mayor parte durante el año 2001 (Tabla 20.1).

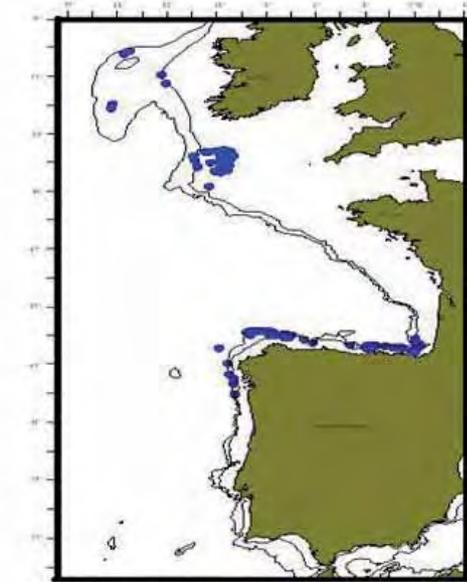


Figura 20.3. Posiciones de los rapas negras marcados por el IEO.

1995 - 1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL
34		67	270	49	18	4	442

Tabla 20.1. Número de rapas negras marcados por año por el IEO.

Los artes de pesca utilizados para su captura fueron los mismos que en el rape blanco, al igual que la metodología de marcado (ver sección de rape blanco).

Se obtuvieron unos índices de recaptura (2,4%) similares a los obtenidos en otras especies donde el marcado se consideró exitoso.

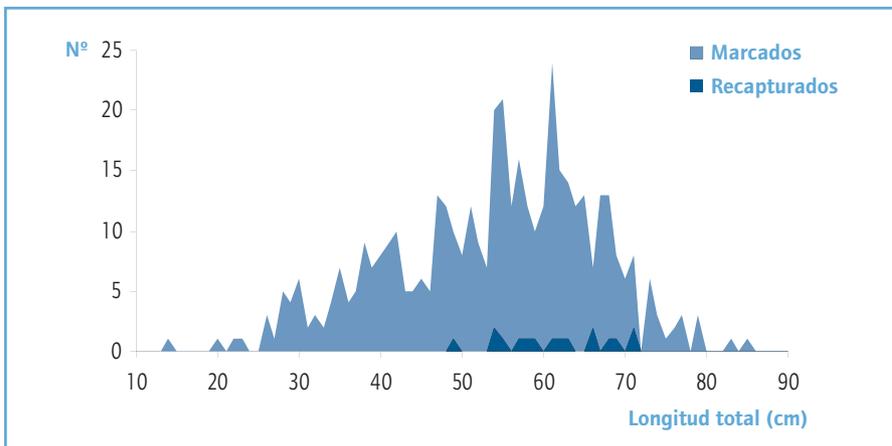


Figura 20.4. Número de rapes negros marcados y recapturados por el IEO.

Desde el comienzo de las experiencias de marcado, se recuperaron 16 rapes negros, previamente marcados por el IEO. El rango de los tamaños de los individuos marcados y de los recapturados también indicó en esta especie una mayor proporción de recapturados de tamaños mayores (Figura 20.4), por igual motivo que en rape blanco.

Alrededor de tres cuartas partes de ellos se recapturaron dentro del mes posterior a su marcado, por lo que la información que proporcionaron no fue muy significativa. Dado el corto intervalo de tiempo transcurrido entre marcado y recaptura, la mayoría de los desplazamientos estimados para estos ejemplares de menos de un mes, fueron menores de 25 km (en línea recta). No obstante, estas recapturas corroboran la utilidad de la técnica de marcado en esta especie (Landa *et al.*, 2008b). También hubo algunas recapturas que mostraron importantes desplazamientos por vez primera en esta especie, de hasta 408 km (Landa *et al.*, 2008b) (Figura 20.5) (Figura 20.5) y que, al igual que en rape blanco, sirven para cuestionar las actuales bases biológicas de separación de los stocks norte y sur de esta especie (Fariña *et al.*, 2004).

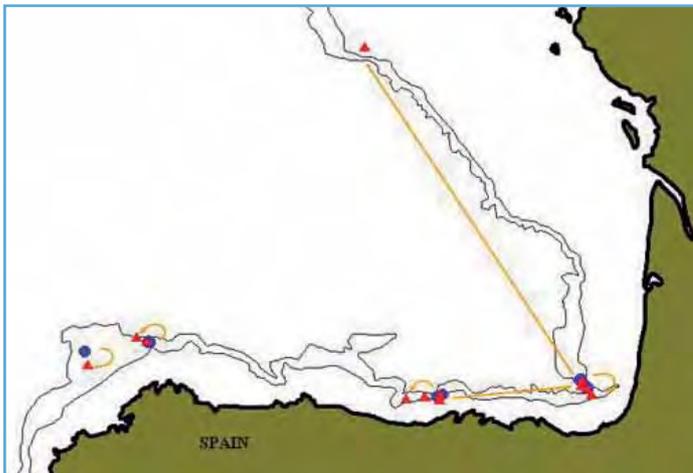


Figura 20.5. Desplazamientos geográficos de los rapes negros marcados por el IEO (posiciones de marcado en azul, y de recaptura en rojo).

Agradecimientos

Este estudio ha sido cofinanciado por el IEO y por los contratos de EU DG-XIV (Study contracts 95/038 "BIOSDEF", 97/015 "DEMASSESS" y 99/013 "GESSAN"). Agradecemos a I. Bruno, F. Velasco, J. Castro, J.C. Arronte, T. Patrocinio, J.A. Pereira, I. Preciado, C. Pérez, R. Sánchez, A. Fernández, L. Arregui, A. Marçal, J. Barrado, U. Autón, P. Lucio, P. Cubero, I. Gestoso y C. Lordan, así como a los marineros, patrones y armadores por su colaboración en el programa de marcado y por las recapturas.

4.21 Rodaballo

Autores: José Iglesias, Javier Sánchez, Juan José Otero y Lidia Fuentes. IEO Vigo

Nombre científico: *Psetta maxima* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Rodaballo

Identificación:

El rodaballo es un pez plano de forma casi circular y que presenta el cuerpo sin escamas y cubierto de pequeños tubérculos óseos, que están repartidos de forma anárquica, por la parte dorsal de su cuerpo. Otra de sus características es que sus ojos están dispuestos en el lado izquierdo del cuerpo (Figura 21.1).

Las aletas dorsal y anal se extienden a lo largo de todo su cuerpo. La aleta caudal es ancha y fuerte y las aletas pectorales son cortas y redondeadas. Su coloración es blanca en su parte ventral y pardo-oscuro en su cara dorsal.



Figura 21.1. *Psetta maxima*. Foto J. Sánchez.

Distribución y hábitat:

Es una especie bentónica, que se distribuye por todo el Atlántico Norte, desde las costas de Noruega y el mar Báltico, hasta las costas del norte de Marruecos. También se encuentra en el Mediterráneo pero en menor cantidad. Vive en fondos de arena hasta los 100 m de profundidad y tiene un gran poder para mimetizarse con el fondo que es una forma de escapar de sus

predadores. Los ejemplares jóvenes viven a menor profundidad y se suelen encontrar en grandes cantidades en playas de mar abierto.

Crecimiento:

Tiene un crecimiento exponencial durante los primeros estadios de vida y de adulto puede llegar a medir 1 metro de longitud y pesar entre 10 y 15 kilos; aunque la talla media se acerca a los 40 cm y el peso oscila entre 2 y 4 kilos. Es un animal que puede llegar a vivir 12 años (Figura 21.2).



Figura 21.2. Postlarva de 2 meses de edad. Foto J. Sánchez.

Alimentación:

En sus primeros estadios se alimentan de poliquetos, pequeños crustáceos y moluscos; a medida que van creciendo cambian sus hábitos de alimentación centrandose su ingesta en peces (bacaladilla, lanzón, etc.) y cefalópodos (calamar, sepia, etc.).

Reproducción:

La puesta tiene lugar de marzo a julio en la zona atlántica y de febrero a mayo en el Mediterráneo. Realizan una puesta de tipo secuencial, es decir ponen cada 2-3 días, durante un periodo de mas o menos un mes. Los ovocitos miden 1 mm de diámetro y tienen una única gota de grasa. Al nacer, las larvas tienen simetría bilateral y sobre el día 30-40 se produce el final de la metamorfosis que hace migrar el ojo derecho al lado izquierdo, quedando con la forma definitiva de adulto.

Pesca y cultivo:

El rodaballo se pesca con artes de arrastre y con trasmallos. En algunas ocasiones puede ser capturado también con palangre. En lo que se refiere al cultivo industrial Galicia es pionera en ello y hasta hace un par de años era la primera productora mundial con 5.000 t. Hoy es China el primer país productor de rodaballo con 50.000 t anuales

Datos del marcado

Con relación al marcado de rodaballo se han realizado, por personal de la planta de cultivos del IEO de Vigo, tres tipos de experiencias diferentes:

1. Por un lado, Iglesias y Rodríguez Ojea (1994) marcaron 3.000 juveniles de un año de edad, es decir de unos 15 cms de longitud, con marcas tipo "T" de Floy Tag fluorescentes amarillas (Figura 21.3) para liberarlos en la Ría de Vigo en tres áreas de diferentes profundidad, analizando su distribución posterior, su crecimiento y la alimentación de los ejemplares recapturados.

El crecimiento en peso medio de los ejemplares liberados paso de 150 a 1.200 grs. en 14 meses y fue semejante al de los ejemplares mantenidos en cautividad.

Las ecuaciones de regresión exponencial de los ejemplares liberados fueron:

En peso:	En talla:
$Y = \exp(4,9681 + 0,1524 X)$ $r^2 = 0,8592$	$Y = \exp(2,9669 + 0,0498 X)$ $r^2 = 0,8823$



Figura 21.3. Zona de inserción de la marca, próxima al pedúnculo caudal del rodaballo. Foto J. Sánchez.

El porcentaje de recapturas al cabo del primer año fue del 9,5%, obteniéndose una media de 2 a 4 ejemplares recapturados por semana.

Aproximadamente 187 ejemplares (6,3%) se recapturaron en los primeros 14 meses. El máximo tiempo en libertad ha sido de aproximadamente dos años. El 68% de las recapturas se obtuvieron con el arte de trasmallo y el 32% restante con otros artes de enmalle más pequeños y arrastre de fondo.

La distribución de los peces liberados en las zonas menos profundas (< 25m.) fue local, manteniéndose en la zona de suelta dentro de un rango de 5 millas (Figura 21.4).



Figura 21.4. Recapturas de rodaballos liberados en zonas menos profundas de la ría de Vigo, mostrando una distribución local de unas 5 millas, próxima a la zona de suelta.

Sin embargo, aquellos ejemplares liberados en zonas más profundas de la plataforma continental (50 a 90 m) mostraron importantes migraciones a lo largo de la costa gallega, pudiendo recorrer 45 km en 4 días. (Tabla 21.1).

Por otro lado, los liberados en zonas muy internas de la ría, con baja salinidad y donde no es frecuente la presencia de la población natural, determina que los peces migren a las zonas más externas y profundas de la ría, donde la salinidad es más elevada, poniendo de manifiesto su instinto innato de supervivencia al reaccionar ante situaciones adversas. En consecuencia, la salinidad es un factor determinante en la distribución del rodaballo en las rías gallegas.

Zona de suelta	Profundidad (m)	Habitat natural de:	Nº Marcado	Nº Recapturado	% Recapturado (1º año)	% con distribución local (radio >5 millas)	% con amplia distribución (radio >5 millas)
1 Playa Barra-Vela	18-25	Juveniles	504	13	2,6	76,9	23,1
2 Islas Cies parte interior	6-20	Juveniles	502	16	3,2	100,0	0,0
3 Panxón-Bayona	13-25	Juveniles	504	72	14,7	88,9	11,1
4 Islas Cies exterior	50	Adultos	547	32	5,8	21,9	78,1
5 Isla de Ons exterior	80-90	Adultos	420	31	7,4	67,7	32,3
6 San Simón parte más interna ría	4-6	Ninguno	504	22	4,4	22,7	77,3
TOTAL			2.981	187	6,3		

Tabla 21.1. Datos de las liberaciones de rodaballo realizadas en la ría de Vigo y sus correspondientes recapturas.

Con relación a la alimentación, se ha comprobado que a pesar de ser ejemplares cultivados, a las dos semanas de suelta se alimentan activamente de presas vivas. Los peces constituyeron la dieta fundamental de los ejemplares liberados (96,4%), siendo el lanzón (*Ammodytes tobianus*) la especie más abundantemente consumida (Figura 21.5).

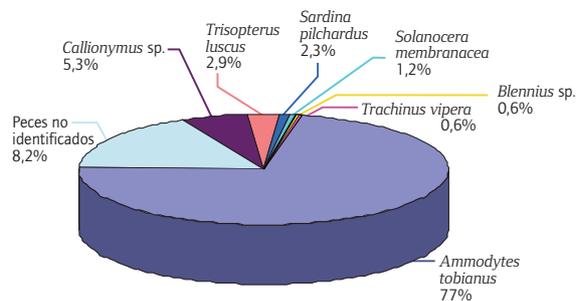


Figura 21.5. Importancia relativa de las presas en la alimentación de los rodaballos recapturados.

2. Posteriormente Iglesias y Rodríguez Ojea (1997) realizaron el marcado de huevos fecundados producidos en cautividad y larvas en distintos estadios de desarrollo, utilizando la técnica de inmersión de grandes cantidades en el colorante líquido Alizarin complexone (ALC). Este compuesto produce, al igual que otros como la tetraciclina, anillos fluorescentes

en los otolitos del embrión y de las larvas, permitiendo marcados masivos para ser utilizados en repoblaciones de millones de larvas de rodaballo en la Ría de Vigo. Los mejores resultados fueron obtenidos marcando las larvas con ALC a una concentración de 60 mg/l durante 6-24 h.

3. Finalmente (Iglesias *et al.*, 2003) presentan datos de supervivencia de ejemplares cultivados y salvajes marcados con pintura acrílica inyectada ventralmente de modo intramuscular y aportan los primeros datos de abundancia y distribución espacial y temporal en una playa de las rías gallegas. Determinan además el tamaño óptimo de suelta de los ejemplares cultivados, que debe estar entre los 6 los 10 cm de longitud total.

Para comparar la supervivencia en el mar de rodaballos salvajes y cultivados, 438 ejemplares se capturaron en una playa, se marcaron en el laboratorio y fueron liberados a los dos días de su captura, junto con 594 rodaballos cultivados marcados, de aproximadamente la misma edad. El área fue muestreada a intervalos regulares durante 40 días; con los datos de las recapturas

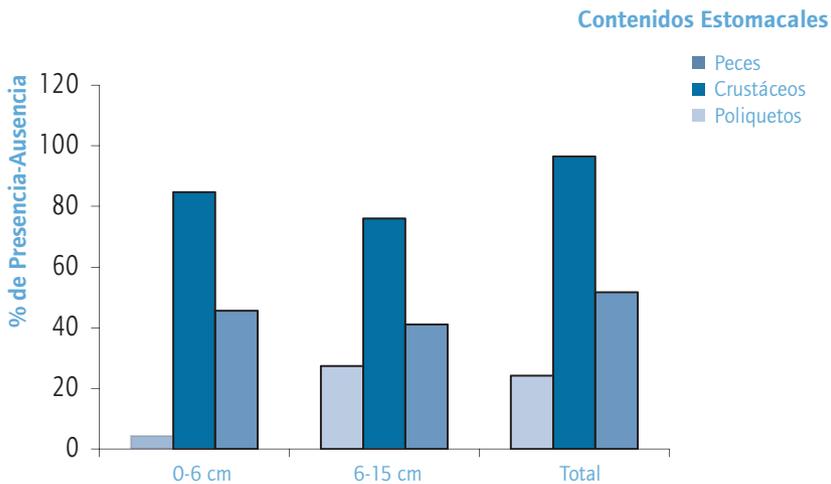


Figura 21.6. Alimentación natural de la población de rodaballo en función del tamaño de los peces. La figura representa los índices de frecuencia alimenticia de las principales presas encontradas.

de los ejemplares marcados salvajes, marcados cultivados y peces salvajes no marcados, fue posible estimar que el marcaje no afecta a la mortalidad de los rodaballos juveniles, sin embargo se comprobó que la tasa de mortalidad instantánea diaria fue significativamente más alta ($p < 0,01$) en los peces cultivados.

Se estudió, además, la abundancia, la alimentación y el crecimiento de la población natural del grupo de edad 0 de rodaballo durante un año, con el objetivo de estimar el posible efecto de una liberación masiva de peces cultivados. El tamaño de la población natural estimado en la playa estudiada, en el momento de la liberación fue 1.550 y los resultados mostraron que una liberación de 2.000 ejemplares podría aumentar significativamente (12%) el tamaño de la población.

Con respecto a la población natural de rodaballo, los ejemplares más jóvenes de longitud media de 3,0 mm aparecen en la playa en el mes de marzo, manteniéndose en el área hasta el mes de junio del año siguiente, cuando presentan ya una longitud de entre 12 y 15 cm. A partir de esta talla, abandonan la zona poco profunda, buscando mayores profundidades. La alimentación de los alevines de rodaballo consiste fundamentalmente en pequeños crustáceos (96,5% de frecuencia de ocurrencia), poliquetos y peces (Figura 21.6). El consumo de peces incrementa cuando los alevines superan los 6 cm. de longitud total.

En el año 2003 la Xunta de Galicia y el IEO organizaron un Workshop internacional para marcar las pautas de un futuro Programa de Repoblación de las rías gallegas, elaborando un documento final con las recomendaciones que deben tenerse en cuenta para cada especie, incluyendo las marcas más idóneas que se deben utilizar (Xunta de Galicia, 2003). Actualmente y desde el año 2005 existe ya un programa de repoblación de rodaballo y bogavante, subvencionado por la Xunta de Galicia, en el que se utilizan marcas tipo "T" de Floy Tags y magnéticas del tipo Micro-code wire tags, para ambas especies respectivamente.

4.22 Tortuga boba

Autores: Juan Antonio Camiñas y Xulio Valeiras. IEO Málaga

Nombre científico: *Caretta caretta* (L.1758)

Nombre común: Tortuga Boba, Caguama

Identificación:

Especie de tamaño medio, puede alcanzar más de un metro de longitud del caparazón. El caparazón de los adultos tiene forma acorazonada, y coloración parda, más o menos clara en función de la edad y de la acumulación de epibiontes. El plastrón es de color amarillento, al igual que, en conjunto, todo el animal cuando se observa ventralmente. La cabeza es grande y triangular. Las aletas anteriores son muy robustas y cada una cuenta con dos uñas en el margen externo (Figura 22.1). En los adultos, los machos tienen la cola más larga y las uñas de las aletas son más fuertes y curvadas.



Figura 22.1. Tortuga boba. Foto X. Valeiras.

Distribución:

Es una especie de amplia distribución en aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos. Muy abundante en el Atlántico, cuenta con playas de reproducción en la costa oriental de Estados Unidos, en el Caribe, Mediterráneo oriental y central y costa occidental africana, con una población importante en las islas de Cabo Verde (Figura 22.2).

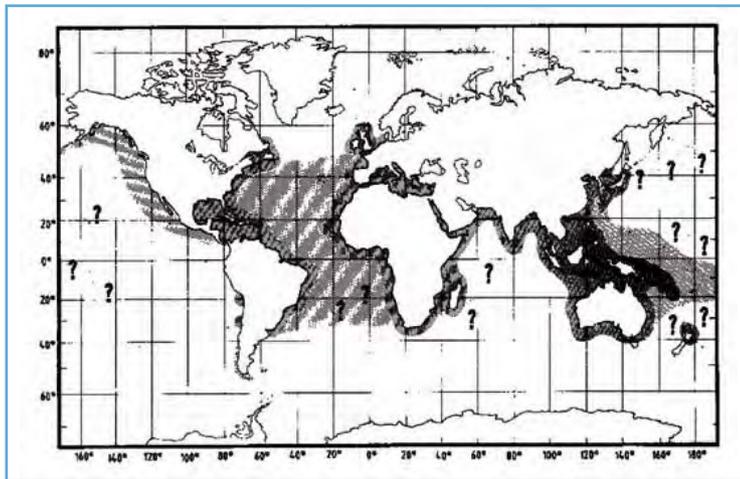


Figura 22.2. Área de distribución mundial de la tortuga boba (Mapa FAO. Márquez, 1990).

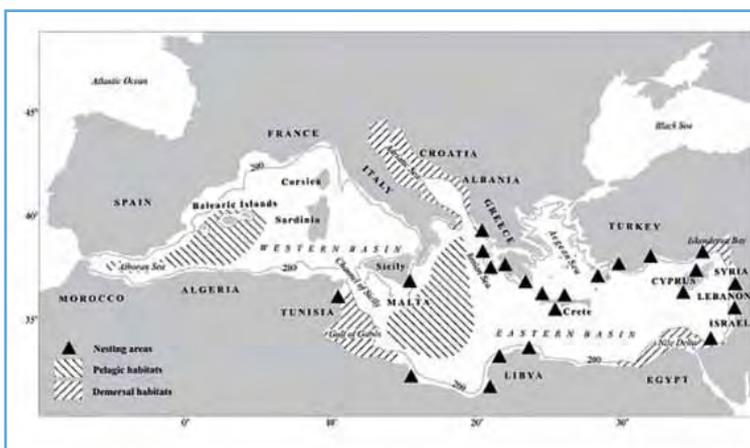


Figura 22.3. Playas de puesta (▲) y principales zonas de concentración de la tortuga boba en el Mediterráneo (Margaritoulis *et al.*, 2003).

Realiza grandes migraciones de una a otra costa del Atlántico, penetrando individuos de las poblaciones americanas en el Mediterráneo. La población mediterránea ocupa toda la cuenca. En el Mediterráneo occidental la mayoría de la especie se concentra en las proximidades e interior de las aguas españolas. Aunque suelen observarse ejemplares de esta especie durante todo el año en el Mediterráneo, el periodo de mayor concentración comienza en primavera y se extiende hasta septiembre.

Crecimiento:

El crecimiento es muy lento, llegando a tallas máximas de más de un metro de longitud de caparazón. Uno de los datos de mayor interés relacionados con la biología de las tortugas marinas y el estudio de sus poblaciones, es la medida del tamaño corporal (Figuras 22.4 y 22.5). El tamaño corporal se relaciona con la edad y con las diferentes fases por las que pasa el individuo. La distinta talla de ejemplares reproductores nos ayuda a reconocer distintas poblaciones.

Figura 22.4. Método de medición de la Longitud Curva de Caparazón Estándar (Laurent *et al.*, 2001).

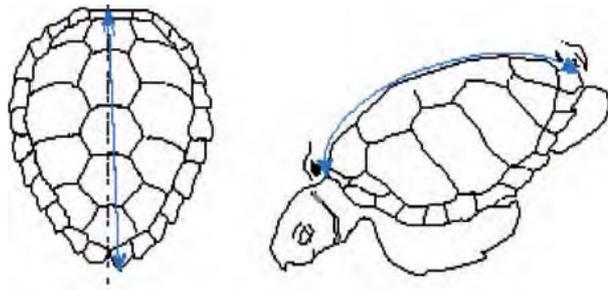
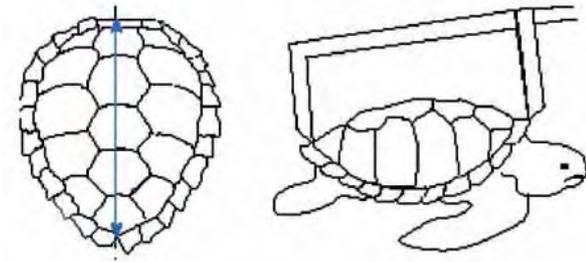


Figura 22.5. Método de medición de la Longitud Mínima Recta de Caparazón (Laurent *et al.*, 2001).



Alimentación:

Tiene hábitos alimenticios carnívoros aunque en su dieta entran un gran espectro de organismos animales y vegetales. Se alimenta principalmente de crustáceos, esponjas, tunicados, medusas, moluscos y otros invertebrados bentónicos. Su dieta incluye también peces y cefalópodos, habitualmente de especies descartadas por los barcos de pesca. Algas y fanerógamas marinas suelen aparecer en su dieta, pero su ingestión parece ser accidental y no parecen obtener ningún beneficio nutritivo de ellas.

Reproducción:

Las tortugas marinas tienen un ciclo biológico general que sirve de marco para entender el ciclo biológico de estos vertebrados que pasan su vida entre la tierra y el mar. Un modelo generalizado basado en los estados de desarrollo es el elaborado por Musick and Limpus (1996), que considera cuatro estados ontogénicos:

1. Hábitat de las primeras etapas juveniles (normalmente pelágico y oceánico)
2. Hábitat de las etapas juveniles tardías (normalmente demersal y nerítico)
3. Áreas de alimentación (o forrajeo) de adultos
4. Hábitat entre puestas (reproductivo) de adultos.

Tras abandonar las playas de puesta al salir del huevo, las tortugas *Caretta caretta* comienzan en mar abierto la fase pelágica de su ciclo biológico. Esta fase dura varios años y de la misma no se tiene mucha información. Al llegar el período reproductivo, las tortugas adultas se trasladan a lugares próximos a las playas de puesta pudiendo pasar en estas zonas varios meses. La fecundación se produce bien en los corredores migratorios que ocupan desde las áreas de alimentación hasta las zonas de puesta, bien en áreas de cortejo específicas o bien en las proximidades de las playas de puesta (Figura 22.6).

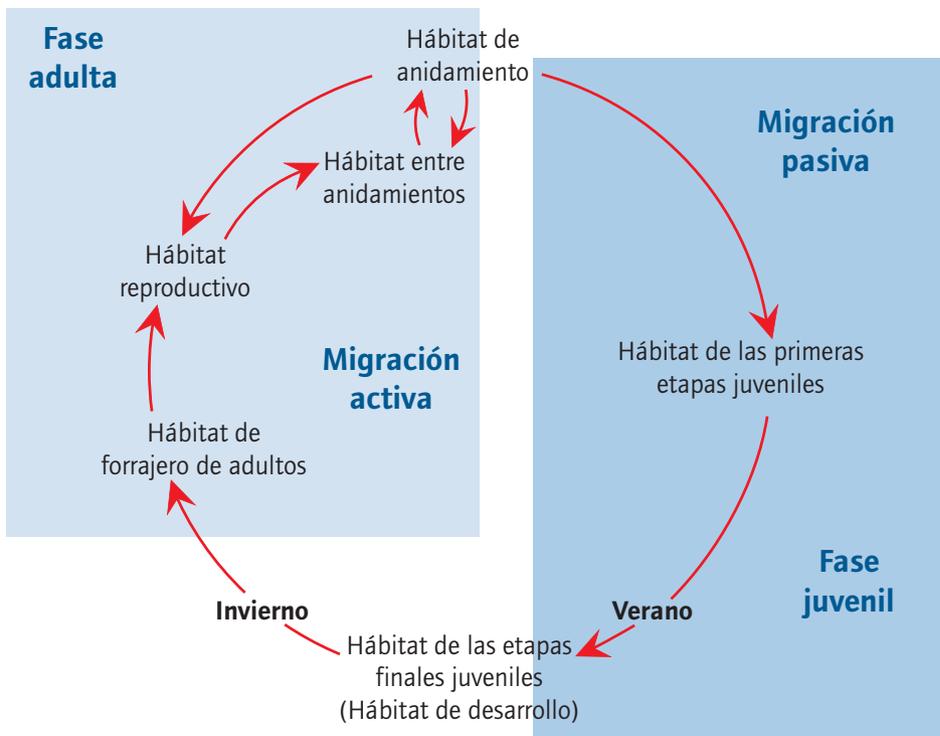


Figura 22.6. Modelo conceptual de los hábitats ontogénicos en tortugas marinas (Camiñas, 2005, según Musick and Limpus 1996).

Durante la fase reproductiva y de cortejo, se pueden ver machos y hembras a lo largo de las aguas poco profundas que se encuentran próximas a las playas de puesta. La cópula se ha observado preferentemente en lugares próximos a las playas, aunque también se han registrado datos sobre observaciones a más de 55 km de las playas de puesta más próximas. Cada hembra hace más de una puesta en cada estación reproductora y en la mayor parte de las especies tiene lugar en años no consecutivos. Es común observar tortugas bobas poniendo en solitario. Las puestas ocurren en general al atardecer, realizándose la mayor parte de las mismas durante la noche. Los huevos se depositan de uno en uno ó en grupos de dos o tres, colocándolos en un nido excavado en la arena previamente. Entre una puesta y la siguiente hay un intervalo de 12 a 15 días en función de la localización del nido. El número de días que dura la incubación de los huevos también varía de unas a otras poblaciones de tortugas en función de las características térmicas de las playas de puesta, porcentaje de saturación de la arena y salinidad. En Grecia los valores de incubación varían entre 36 días de mínima en la bahía de Kyparissia y 97 días en Zakynthos.

Pesca:

Se producen muchas capturas accidentales de tortugas en artes de pesca. La utilización por parte de la flota palangrera española de anzuelos, cebados con pota, estornino (*Scomber japonicus*) y otros peces de bajo valor comercial, para capturar principalmente pez espada (*Xiphias gladius*), está en el origen de la captura accidental de entre 22.000 y 30.000 tortugas bobas al año en el Mediterráneo (Valeiras *et al.*, 2000; Camiñas, 2005; Margaritoulis *et al.*, 2003; Laurent *et al.*, 2001). Las estimaciones de captura accidental de tortuga boba en el Mediterráneo occidental fluctúan entre un mínimo de 5.935 y 1.953 hasta un máximo de 23.886 y 35.637. Las capturas con otros artes de pesca (arrastre, almadrabas, redes de enmalle, y otras artes menores) no se conocen con precisión. En Galicia, un porcentaje importante de los registros de tortuga marina (boba y laúd) son capturas accidentales que se producen por enredamiento en cabos de nasas, en redes (rascos, trasmallos, betas) y palangres de fondo (Cermeño *et al.*, 2006).

Datos del marcado

Debido a que sólo las hembras de las tortugas pasan una parte de su vida en tierra (los machos no regresan jamás), es casi imposible estimar el tamaño real de una población, por lo que se suele estimar generalmente sólo una parte de la misma.

El marcado de tortugas marinas sirve para el reconocimiento de individuos o de una cohorte con fines de investigación de la población. Uno de los métodos empleados en poblaciones migratorias para estimar abundancia es el de marcado-recaptura. También se realiza el marcado para obtener información sobre la biología de la reproducción, movimientos, áreas de residencia o de alimentación tasas de crecimiento por edades o poblaciones, etc. Teniendo en cuenta las dificultades que existen para el marcado de tortugas durante su fase de vida en el mar, y las pocas posibilidades para acceder a un barco de pesca o deportivo que pueda capturar tortugas, la aplicación de marcas fácilmente identificables desde una embarcación de pesca, es un aspecto de particular interés para su estudio.



Figura 22.7. Aplicador y marca del modelo Yumbo utilizado en los primeros años de marcado de tortugas marinas en el IEO. Foto J. Cortés/IEO.



Figura 22.8. Marcas Monel con la leyenda Centro Oceanográfico de Málaga-IEO.

Las marcas externas se fijan generalmente en las aletas anteriores de las tortugas, en una posición proximal, donde no dificulte la natación ni los movimientos de las aletas. En los últimos años hemos realizado el marcado en la primera escama axilar de la aleta anterior. Se puede fijar una sola marca o una marca por aleta. Este segundo caso es utilizado para comprobar el

porcentaje de pérdidas de las marcas. Para conocer más sobre el mercado se puede leer a Balazs (2000).

A fin de reducir los posibles daños a la tortuga, las marcas suelen situarse en el borde posterior de la aleta y con el cierre de la marca situado hacia arriba para evitar que produzca abrasión sobre el cuerpo del animal.

Subprograma de Mercado	Nº de tortugas marcadas
IEO-AHE-ICONA	121
CREMA	117
EMTP, 1999	143
EMTP, 2000	408
TOTAL	789

Tabla 22.1. Número de Tortugas boba marcadas en el Programa de marcado del IEO (1986-2000) en el Mediterráneo.

El mercado de tortugas marinas se inició en el Centro Oceanográfico de Málaga del IEO en los años ochenta, utilizando marcas Rototags del modelo Jumbo, desechadas pronto porque las tortugas capturadas eran preferentemente juveniles y las marcas excesivamente grandes (Figura 22.7). Posteriormente se han utilizado marcas metálicas de diverso origen entre ellas las pertenecientes a una marca registrada de la Compañía Internacional Nickel de Estados Unidos denominadas Monel 400 (Figura 22.8). Estas marcas, que existen en diversos tamaños, fueron cedidas con sus aplicadores, por el Centro Archie Carr (ACCSTR) de la Universidad de Florida en Gainesville (Estados Unidos). El ACCSTR, financiado por el National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center de la NOAA, coordina en el Atlántico y Mediterráneo un programa centralizado para la distribución de marcas de tortugas, datos de las marcas y facilitar el intercambio de información sobre el mercado. Cada marca lleva un número de identificación y una dirección de esa Universidad. Durante los años 1999, 2000 y 2001 hemos utilizado marcas del mismo tipo que las facilitadas por el ACCSTR pero fabricadas dentro de un Proyecto Europeo Mediterráneo (EMTP). Otro tipo de marcas metálicas de aleación distinta, cedidas por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, se han utilizado dentro de un Convenio entre ese Ministerio y la Asociación Herpetológica Española (AHE), en colaboración con el Instituto Español de Oceanografía (Roca y Camiñas, 2000). Estas marcas, de tamaño más pequeño que las anteriores, llevan un número único y la inscripción ICONA MINIST. AGRICULT. E-28005 MADRID. SPAIN. El mercado se ha realizado en embarcaciones deportivas de colaboradores, en barcos de pesca, en centros de recuperación y zoológicos.

Recapturas de tortugas marcadas

De las 789 tortugas marcadas dentro del Programa de marcado en el Mediterráneo occidental, se han obtenido hasta la fecha 15 recapturas, cuyos datos se incluyen a continuación:

Nº	Fecha de Mercado	Lugar de Mercado	Fecha de Recaptura	Lugar de Recaptura
1	02/12/93	Cabrera, España	10/03/94	Argel, Argelia
2	18/08/99	3700W	06/06/00	3802E
3	17/05/00	3800E	24/05/00	3700E
4	02/08/00	3700W	10/07/00	3903E
5	02/08/00	3700E	05/08/00	Muerta
6	24/05/00	3801E	07/10/00	Muerta
7	13/07/00	4003E	15/07/01	Muerta
8	29/10/99	4003E	Junio 2001	3700W
9	19/08/00	3700W	02/07/01	Baleares - Argel
10	20/05/00	3801E	03/06/01	3701W
11	¿?	¿?	03/06/01	3801E
12	19/08/00	3700W	02/07/01	Baleares - Argel
13	21/06/01	3700E	24/04/02	Lepe, Huelva
14	270700	3700W	18/02/02	Norte de Cuba
15	200800	3700E	18/05/04	3601E

Tabla 22.2. Tortugas boba marcadas y recapturadas en el Mediterráneo y Atlántico próximo. Las recuperadas en el Atlántico, aparecen en fondo azul (Camiñas, 2005).

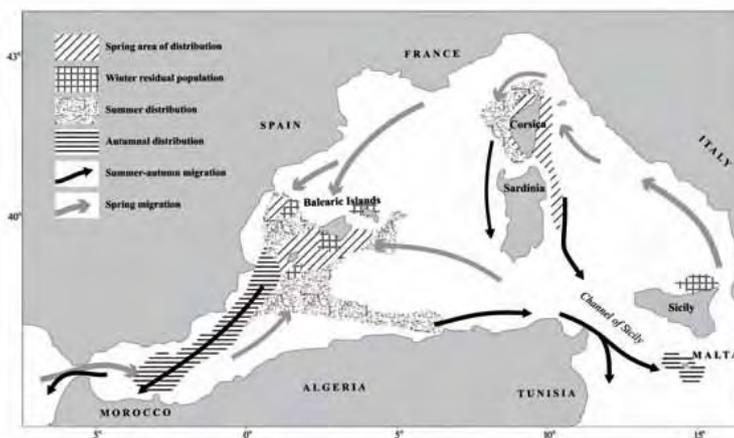


Figura 22.9. Modelo migratorio de la tortuga boba en el Mediterráneo occidental (Camiñas and de la Serna, 1995).

De las 15 tortugas recuperadas, 3 murieron tras la recaptura, por lo que 12 fueron liberadas. Las 15 tortugas suponen una recaptura del 1,90% del total de marcadas. Considerando el número de días que transcurrieron desde el marcado hasta la recaptura, el valor medio es de 365,7 días. Este valor medio y los valores de la distribución geográfica de las recapturas nos indican que casi todas las tortugas recuperadas (13 tortugas = 86,67%) lo fueron en la zona de pesca habitual para la flota palangrera de superficie española, en el año siguiente al de su marcado o posteriores, lo que podría indicar un proceso anual reiterativo de migración trófica hacia la zona del mar Balear (Figura 22.9). En la Figura 22.10 se muestra el trayecto recorrido por la tor-

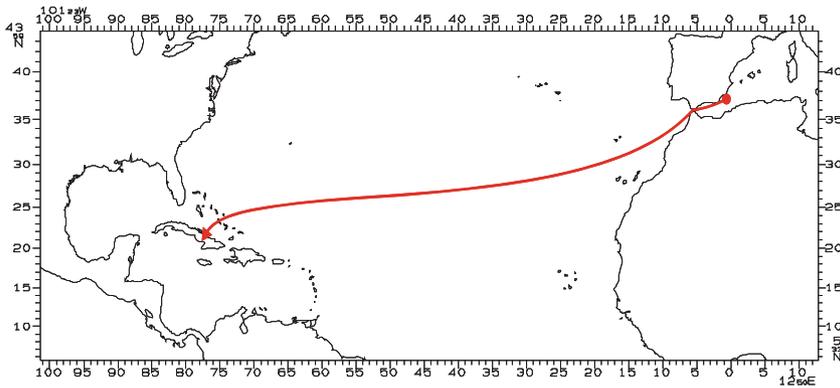


Figura 22.10. Dirección teórica seguida por la tortuga boba número 14 de la Tabla 22.2 entre el Mediterráneo occidental y el norte de Cuba. Mapa J. A. Camiñas.

tuga boba número 14.

Marcas satélite

La radiometría vía satélite es un importante avance que nos brinda la Ciencia en el estudio de los movimientos migratorios en reptiles y otras especies salvajes, con los elementos siguientes: emisor de suficiente potencia; satélite receptor de señales; envío de las mismas a los centros terrestres; procesamiento de los datos para la localización del animal objeto de estudio; envío de los datos a los científicos patrocinadores del estudio. Aunque el IEO no tiene un Programa de marcado con marcas satélite para tortugas marinas, ha participado en diferentes proyectos en los que se han utilizado este tipo de instrumentos. Estas marcas permiten integrar las migraciones con el uso de hábitat por las distintas especies, lo que permite conocer mucho mejor por qué de las migraciones, de la adaptación de los ejemplares a las diferentes temperaturas, corrientes, etc. y conocer los momentos del día en que se alimentan o reposan, entre otras informaciones.

Características de las marcas

Las marcas consisten en un transmisor capaz de emitir la información a través de una antena ante el paso de un satélite que recibe la información. Existen diversas casas comerciales que proveen de estos equipos. Los emisores son ahora bastante miniaturizados y deben de llevar una certificación ARGOS con una lista de fabricantes. Para utilizar este tipo de sistemas se debe presentar un proyecto y éste debe ser aprobado por el Comité que forman la NOAA (EEUU)

y el CNES (Francia), gestores de ARGOS.

Metodología de marcado.

Al igual que las marcas utilizadas para otro tipo de animales marinos, los emisores vía satélite en tortugas requieren una metodología particular que resumimos a continuación. Una vez capturado un ejemplar siguiendo las recomendaciones de manejo abordo al uso, se procede a colocar la marca sobre el caparazón de la tortuga que previamente ha sido limpiado con intensidad realizando la fijación al mismo mediante fibra de vidrio y resina Epoxi, aunque en algunos casos también se hayan empleado estas sustancias sólo para adherir el transmisor. Una vez colocada la marca y seca la resina, se procede a la liberación de la tortuga. Todo este proceso se hace con el máximo cuidado, intentando que el tiempo entre captura y liberación sea el mínimo y que el lugar sea próximo al de captura.

Tres de los satélites usados habitualmente en meteorología (NOAA-11, 14 y 15) llevan instrumentos ARGOS que pueden recibir mensajes en UHF desde plataformas situadas en la tierra. ARGOS es pues un sistema mundial de localización y de recopilación de datos, embarcado a bordo de satélites franco-americanos, operacional 365 días al año, durante las 24 horas sin interrupción. El transmisor situado sobre una tortuga envía un mensaje cada 40 segundos. Cada mensaje tiene un código de identificación del transmisor y algunos datos técnicos como la profundidad del último buceo de la tortuga, la frecuencia de buceo, etc. Cada vez que pasa el satélite, almacena los datos de cada sensor situado sobre una tortuga, retransmitiendo esa información a las estaciones terrestres de recepción cuando pasa sobre ellas. Hay muchos problemas que deben resolverse con los datos recibidos, como es la localización de la tortuga, pues debe coincidir el paso del satélite con la presencia de la tortuga en superficie para respirar y que el estado del mar permita que la antena del emisor quede fuera del agua. La mayor precisión se obtiene cuando se recibe el mayor número posible de señales por paso del satélite, lo que permite calcular la posición más probable y precisa. Además hay otros problemas como la pérdida de energía de las baterías, daños en la antena por rozamientos, epibiontes sobre el transmisor y antena, etc. Es decir que no es un sistema sencillo pero que, cuando se solucionan estos inconvenientes, ofrece gran cantidad de información de calidad.

Resultados

El marcado de tortugas marinas con este tipo de sensores permite la obtención de grandes cantidades de datos difíciles de manejar. Al mismo tiempo existen datos de satélite referentes a la temperatura superficial del mar, la concentración de clorofila, cartas batimétricas, corrientes y otros parámetros ambientales. Además de estos hay ya gran cantidad de información pesquera referente a la localización de las embarcaciones, el esfuerzo pesquero y tipos de aparejos. La integración de todos estos parámetros requiere gran capacidad de análisis y equipos multidisciplinarios. Para facilitar el análisis, Coney and Godley (2005) han elaborado una herramienta de gran utilidad y libre acceso, denominada STAT (Satellite Tracking and Analysis Tool) que permite el seguimiento de las tortugas marcadas con marcas satélite a través de la web en <http://www.seaturtle.org/tracking/>. Aunque no todas las tortugas provistas de marcas satélite se pueden encontrar en esta web, hasta el momento hay más de 2.300 que pueden ser vistas y comprobar sus movimientos a través de esta herramienta.

Dentro del Proyecto LIFE/NAT/E/8610 (2002-2006) en el que el IEO ha participado en el

subproyecto relacionado con las tortugas marinas y la pesca, se ha procedido al marcado de 21 tortugas boba con emisores de satélite (Figura 22.11). Parte de las tortugas fueron capturadas por palangreros, de ahí la extraordinaria importancia de los resultados obtenidos, como muestran los mapas que se presentan aquí y que sólo son una parte de los resultados obtenidos. Como se observa reflejan tanto movimientos desde el Mar de Alborán y región de Murcia hacia el Mediterráneo central como la salida de ejemplares hacia el Atlántico, llegando a las costas del Caribe. Este hecho prueba una vez más la existencia en aguas españolas de ejemplares de tortuga boba pertenecientes a poblaciones mediterráneas, norteamericanas, del mar Caribe y posiblemente según otros resultados, de la población de Cabo Verde. Una vez más se pone de manifiesto la extraordinaria importancia del seguimiento de la captura accidental de los palangreros españoles de superficie en el Mediterráneo, ya que los programas de marcado demuestran que ejemplares de tortuga boba de diferentes poblaciones atlánticas y mediterráneas ocupan el



Figura 22.11. Suelta de una de las 21 tortugas boba marcadas a partir de 2004 con marca electrónica en el Proyecto LIFE/NAT/E/8610. Foto ALNITAK.

De las tortugas marcadas en los veranos de 2004 y 2005, la siguiente figura corresponde a la tortuga CC18. Tras dejar Gibraltar se dirigió hacia el Atlántico hasta llegar a las playas de nidificación de Nicaragua (Figura 22.12) (S. Eckert/Widecast. Proyecto LIFE/NAT/E/8610).



Figura 22.12. Migración transatlántica realizada por una tortuga boba.

mismo espacio que la flota española y pueden verse afectados por su actividad.

En el marco de este Proyecto LIFE el marcado de tortugas con dispositivos vía satélite se inició en el verano de 2004 a bordo del velero Toftevaag de Alnitak, (SEC, 2007). Durante el mismo proyecto se marcaron con marcas metálicas varios cientos de tortugas de la especie *Caretta caretta*, la mayoría capturadas por palangreros de superficie en los que se encontraban observadores científicos del IEO adscritos al proyecto.

En la Figura 22.13, se muestra el recorrido efectuado por las tortugas CC12 y CC19 marcadas en la costa de Murcia y al norte del Mar de Alborán respectivamente. Tras su suelta se dirigieron la primera hacia el norte de Sicilia, la otra se quedó en el sur del Mar de Alborán. (S. Eckert/Widecast. Proyecto LIFE/NAT/E/861).

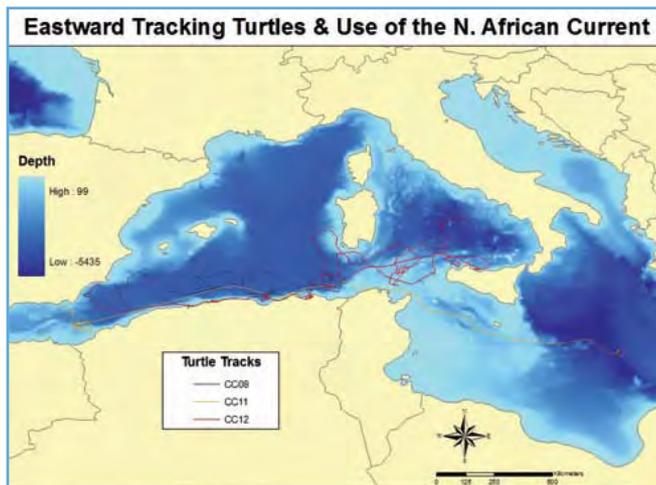


Figura 22.13. Migraciones realizadas por dos tortugas bobas en el Mediterráneo.

Agradecimientos

Gran parte del trabajo de marcado de tortugas marinas se ha realizado con el apoyo de muchas personas, en particular los pescadores y patrones de barcos palangreros, sin cuyo apoyo habría sido imposible nuestro trabajo. Numerosos colegas han participado en la coordinación y gestión de la base de datos de marcado, en el marcado propiamente dicho y en las recuperaciones. Debemos agradecer el trabajo y apoyo prestado especialmente por, José C. Báez (IEO), Rocío Santiago y Salvador García, ayudante de nuestro equipo muchos años. Los colegas del Aula del Mar (Málaga), la AHE y Alnitak apoyaron y cedieron gran cantidad de datos. A los observadores que realizaron marcado (muchos) no queremos olvidarlos. Y al ACCSTR de Estados Unidos.

Capítulo 5. Qué hacer si encuentra un ejemplar marcado

Qué hacer si encuentra un ejemplar marcado

Dada la gran variedad de especies marinas marcadas, algunas de gran interés comercial otras por el contrario de escaso valor, con gran capacidad de supervivencia o sin apenas posibilidad de recuperarse una vez capturadas, vamos a comentar brevemente una serie de recomendaciones a seguir, teniendo en cuenta la especie recapturada y las circunstancias de su captura, así como si el ejemplar se encuentra vivo o muerto.

En cualquier caso **no hay que quitar la marca del pez nada más capturarlo**. Cada marca lleva un código, generalmente letras y números, que identifica al ejemplar y además unas siglas que identifican al organismo, centro o institución que lo marcó. A menudo junto con el código figura la dirección o un apartado de correos donde remitir la información en caso de que se recupere la marca. En las fotos siguientes vemos algunos ejemplos, el código de la marca azul es B04148 y el centro o dirección donde enviar la marca y los datos es IEO Apdo. 240 Santander, Spain (Figura 5.1). En muchos casos, dado el carácter migratorio de algunas especies y la posibilidad de que dichos ejemplares sean capturados por barcos no españoles, la leyenda también se escribe en inglés así por ejemplo *reward* significa recompensa en inglés y *P.O. Box*, sería el equivalente a apartado de Correos.



Figura 5.1. Leyenda impresa en las marcas con el código del ejemplar y la dirección donde enviar la información.

Es muy importante cuando se captura un animal marcado **anotar además los datos siguientes**: fecha, lugar de la captura (latitud y longitud), profundidad, arte de pesca con que fue capturado y el nombre del barco, así como el de la persona que informa. Esta información es imprescindible para poder realizar el análisis conjuntamente con los datos del marcado. En la tabla siguiente se indica con más detalle los datos que se recomiendan recoger si se encuentra un ejemplar marcado (Figura 5.2).

Otro dato muy importante, sobre todo para los estudios de crecimiento, es conocer la talla y peso del ejemplar recapturado. Como a menudo no se dispone de los medios adecuados a bordo para medir o pesar el ejemplar, esta es una de las razones, entre otras, por las que no conviene quitar la marca y una vez en puerto poder llevar a cabo las mediciones oportunas. En la Figura 5.3, se muestra un esquema con algunos ejemplos de como medir los ejemplares recapturados. No obstante, existen varios tipos de medidas según la especie, por lo que ante la duda es conveniente consultar los carteles informativos correspondientes o indicar la medida tomada.

DATOS DE LA MARCA	
LETRAS Y NÚMERO DE LA MARCA*	_____
TIPO DE LA MARCA	_____
DIRECCIÓN DE LA MARCA	_____
DATOS DEL PEZ	
ESPECIE (nombre común y/o científico)*	_____
TALLA (si es posible, según figuras)*	_____
PESO (especificar, total, eviscerado, etc)	_____
DATOS DEL LANCE O LA MAREA	
FECHA DE CAPTURA*	_____
POSICIÓN DE LA CAPTURA (Latitud/Longitud)*	_____
PROFUNDIDAD (metros ó brazas)	_____
TEMPERATURA EN ÁREA DE PESCA	_____
OTRAS OBSERVACIONES	_____
DATOS DEL BARCO Y DEL RECAPTURADOR	
NOMBRE DEL BARCO*	_____
PUERTO DESEMBARCO *	_____
ARTE DE PESCA EMPLEADO*	_____
NOMBRE RECAPTURADOR*	_____
DIRECCIÓN *Calle, número, piso	_____
Localidad	_____
Provincia/País	_____
Teléfono/email	_____

Figura 5.2. Información que se recomienda recoger si se captura un ejemplar marcado. Con un asterisco aquella que es imprescindible.

En el caso de los peces y tiburones la medida más común o estándar es la longitud total (TL) entendiendo esta como la distancia en línea recta de la punta de la mandíbula superior al extremo de la cola del pez. En el caso de los túnidos los cuales poseen una aleta caudal bifurcada o en forma de horquilla, la medida se toma desde la mandíbula superior a la horquilla o furca del pez (FL).

En algunas especies como, por ejemplo, el pez espada y otras especies de pico es más práctico tomar la longitud en línea recta desde la mandíbula inferior a la horquilla (Figura 5.3). En los crustáceos se suele tomar principalmente la longitud del cefalotórax, en los cefalópodos la longitud del manto y en las tortugas la longitud y anchura del caparazón (Ver ficha 22.1 capítulo Tortuga).

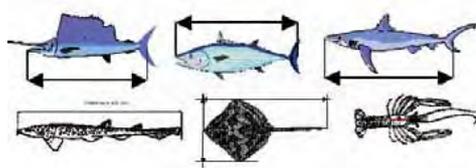


Figura 5.3. Ejemplo de como tomar las medidas en algunos de los ejemplares marcados.

En el caso de que se midan y pesen los ejemplares recapturados, tal y como acabamos de describir es conveniente indicar también a ser posible, como fueron tomada las medidas. Se puede completar la siguiente información:

UTENSILIO PARA MEDIR			
<input type="checkbox"/> CALIBRE	<input type="checkbox"/> CINTA MÉTRICA	<input type="checkbox"/> ESTIMACIÓN	<input type="checkbox"/> OTROS
PESO DEL PEZ (Lo más exacto posible) <input type="text"/>			
TIPO DE PESO			
<input type="checkbox"/> TOTAL	<input type="checkbox"/> EVISCERADO	<input type="checkbox"/> CANAL	<input type="checkbox"/> OTROS
UTENSILIO USADO PARA PESAR			
<input type="checkbox"/> BÁSCULA	<input type="checkbox"/> DINAMÓMETRO	<input type="checkbox"/> ESTIMACIÓN	<input type="checkbox"/> OTROS

La recaptura de casi todos los ejemplares marcados tienen **algún tipo de gratificación**. En algunos casos además puede haber una recompensa económica, en función del tipo de marca y de la especie. Algunas especies por su alto valor comercial o porque existe mucho interés en aumentar los conocimientos y contribuir a mejorar su gestión, disponen de mayor presupuesto y por lo tanto también se recompensan económicamente. En otros casos esta en función del tipo de marcas como en las marcas electrónicas archivo, las cuales son muy valiosas por la cantidad de información que pueden almacenar además de ser muy costosas. En los casos en los que se necesite adquirir el ejemplar también se pagará el valor del mismo.

Por lo tanto, antes de arrancar la marca del ejemplar conviene notificar a la institución correspondiente, la recaptura de dicho ejemplar. En las páginas siguientes se facilita información sobre donde acudir o con quién ponerse en contacto cuando se encuentra un ejemplar marcado. Esta información, en forma de **posters o carteles**, ha sido distribuida en la mayoría de las Co-fradías, lonjas o puntos de venta.

En caso de duda lo más sencillo es llamar o ponerse en contacto con el Centro Oceanográfico más próximo a la localidad. En la Figura 5.4 se muestran los distintos Centros Oceanográficos pertenecientes al Instituto Español de Oceanografía, con las principales especies que se marcan en cada uno de ellos, de acuerdo a los proyectos de investigación y en la tabla siguiente se facilitan las direcciones de cada uno de ellos (Figura 5.5).

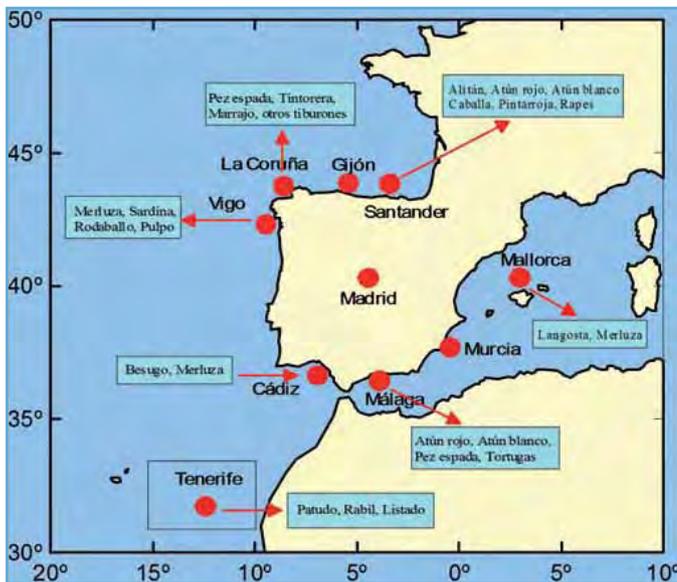


Figura 5.4. Centros Oceanográficos pertenecientes al Instituto Español de Oceanografía y las principales especies marcadas en cada uno de ellos.

CENTROS OCEANOGRÁFICOS DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFIA	
<p>BALEARES 971.401.561 Muelle de Poniente s/n 07015 Palma de Mallorca Apdo 291 (07080)</p>	<p>MAR MENOR 968.153.159 Carretera de la Azohía s/n Puerto de Mazarrón 30860 Murcia</p>
<p>CADIZ 956.016.290 Universidad de Cádiz Estación Oceanográfica. Edificio de CACYTMAR</p>	<p>SANTANDER 942.291.060 Promontorio San Martín s/n 39004 Santander Apdo 240 (39080)</p>
<p>CORUÑA 981.205.362 Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez 15001 A Coruña. Apdo 130 (15080)</p>	<p>TENERIFE 922.549.439 Carretera de San Andrés s/n 38120 Santa Cruz de Tenerife Apdo 1373 (38080)</p>
<p>FUENGIROLA 952.472.261 Puerto Pesquero s/n. 29640 Fuengirola (Málaga) Apdo 285 (29640)</p>	<p>VIGO 986.492.111 Cabo Estai, Canido s/n 36280 Vigo (Pontevedra) Apdo 1552 (36280)</p>
<p>GIJÓN 985.308.268 Avda. Príncipe de Asturias 70 33212 Gijón (Asturias)</p>	

Figura 5.5. Direcciones y teléfonos de los respectivos Centros Oceanográficos pertenecientes al Instituto Español de Oceanografía, donde dirigirse en caso de encontrar un ejemplar marcado.

Si es posible, es recomendable guardar el ejemplar refrigerado para su análisis detallado: extracción de piezas esqueléticas para estimar la edad, examen de las gónadas para averiguar el estado de madurez, análisis del contenido estomacal para conocer la composición de la dieta, identificación de parásitos, etc.

Ejemplares recapturados vivos

Se puede dar el caso de que el ejemplar este vivo y en perfecto estado porque lleve poco tiempo en gancho en el aparejo o atrapado en la nasa, esto ocurre sobre todo en algunas especies de tiburones como la pintarroja, el cazón, la langosta o las tortugas. En estos casos, hay dos opciones: 1) Siempre y cuando sea posible mantener a la especie con vida hasta llegar a puerto y avisar a la persona indicada (ver apartado anterior y carteles) que se encargará del ejemplar o 2) devolver el ejemplar al mar sin quitar la marca, eso sí, previamente anotando el código de la marca, fundamental para poder identificar el ejemplar y los datos ya mencionados anteriormente: fecha, situación, profundidad, arte de pesca y la talla o peso en el caso de que se pueda estimar la talla o peso a bordo. Además se anotará también la posición donde fue soltada de nuevo al agua. Esta información se en-

viará al Centro de donde proceda la marca, y aunque no se disponga de la marca y el ejemplar, se gratificará igualmente, siempre que los datos sean correctos. En caso de duda, si la marca esta borrosa y no se aprecia bien lo que está impreso o hay duda de que los datos sean los correctos, es mejor mantener al ejemplar, con vida si es posible, hasta avisar al organismo oportuno.

VERDELES MARCADOS

13400 I.E.O. IBERIA (Pais)
Fax: 942-271072 Phone 942-271072

¿Qué migración siguen?

SE RECOMPENSARÁ LA DEVOLUCIÓN DE MARCAS

PESCADOR: NECESITAMOS TU COLABORACIÓN
Si pescas un verdelet marcado.

ENVÍANOS la marca con la fecha y posición de captura para que lo estudiamos y te lo devolvamos.

• IEO (Instituto Español de Oceanografía) Tel: 942-271072
Procesamiento de San Martín s/nº Fax: 942-271072
Apart. 1401 - 39000 SANTANDER
Tel: Municipio de Cantabria.

El contacto con el laboratorio permanece más cercano.

POLBOS MARCADOS

EXPERIENCIA DE MARCADO EN JUVENILES DE POLBO, CO OBJECTIVO DE ESTUDIAR A SU DISTRIBUCIÓN E CRECIMIENTO

Reservado de datos, Anterior a la hora de la captura, para el estudio de la marca.

PREPÁRESE A TOGAR PERSOÑA QUE PESQUE UN EJEMPLAR, O COMUNIQUE ANTES POSIBLE O I.E.O. DE VIGO

966 49 21 11

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
Procesamiento de San Martín s/nº
39000 SANTANDER

AYUDE A RECUPERAR MARCAS DE LANGOSTA ROJA
Estudio de la biología, pesca y selecto reserva
Instituto Español de Oceanografía

Se gratificará

Por favor, anote los datos siguientes:

- Lugar, profundidad y fecha de captura
- número de la marca
- longitud de la cabeza (LC en la figura)
- sexo
- dureza y color del caparazón
- número total de langostas en el tomo

y envíelas marcas y datos por correo a:

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
Centro Oceanográfico de Baleares
MIGUEL DE IBARRURI, 35 - 305 201 - ENDA DE IBARRURI - 71 (RTVE) 05 10 81 - 40 18 17 - 40 18 70 FAX: 051146 48 48

SE BUSCAN PINTARROJAS MARCADAS

EL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO) HA ESTADO MARCANDO EJEMPLARES DE ESTA ESPECIE, SI ENCUENTRA ALGUN EJEMPLAR MARCADO:

- No arroje la marca.
- Avise la situación o playa de pesca donde la capturó o la ficha.
- Llévennos a salvo recuperada si teléfono 942 291060 o envíenos en su Colchada o envíe la marca y la información a:

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
Procesamiento San Martín s/nº
39000 SANTANDER

Se gratificará

MARCA DE SARDINA

CONTROLAR LOS MOVIMIENTOS MIGRATORIOS PARA DIFUNDIR Y DE SABER BIEN

• Etapas de desarrollo y traslado

• Recibirlos online

• 100 ejemplares a 1000 ejemplares que se marcan, desde primavera hasta otoño, en las zonas de reproducción, para el estudio de la migración, para el estudio de la distribución y el crecimiento.

96 800 347 832 79

REGALAMOS una marca

Centro Oceanográfico de Vigo (CEO) - Oza Suroeste - Galicia - 48100 Vigo
Paseo de la República, s/nº - 15400 Lugo, Lugo, Portugal

Markado de atún rojo

¡Recompensa por la recaptura de atunes rojos marcados!

Cuando encuentre un atún rojo marcado sea necesario que tenga toda la información:

- Número de marca
- Fecha y lugar donde fue capturado y arte de pesca empleado
- Talla e peso del atún, embolsado el tipo de marca empleado

Por favor Contacte o mande los datos junto con la marca y sus direcciones al:

- Instituto Español de Oceanografía, Apdo. 140, 39000 Santander, Spain. (Tel: +34 942 271070, Fax: +34 942 271072, E-mail: ioe@icm.csic.es)
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) Casca de Manila, 28002, Madrid, Spain. (Tel: +34 91 4198502)

Agencia de pesca local más cercana

No olvide comunicar los datos de recaptura aparte al organismo más próximo al punto de talla del atún.

MARCA TUNIDOS PESCA DEPORTIVA
Marca tipo flecha o "spaghetti" amarilla

ATUN BLANCO (*Thunnus albaculus*) & ATUN ROJO (*Thunnus thynnus*)

© V. Ortiz de Zárate, IEO Santander

¡RECOMPENSA!

RECOPILAR INFORMACIÓN: código de la marca (letras y nº), especie, fecha captura, arte, situación (latitud, longitud), longitud horizontal por (cm), peso (kg), nombre y dirección de la persona que recaptura.

AVISAR DE LA CAPTURA DEL PEZ MARCADO, ENVÍO INFORMACIÓN Y DE LA MARCA:

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE SANTANDER (Iberia Santander)
Apdo. 340, 39000 SANTANDER - Teléfono: 942 291060

200 € de RECOMPENSA por la devolución de marcas archivo Implantadas en atunes



¿Cómo saber si un atún lleva una marca? ¡Míralo! Las marcas están en el interior de la carcasa, entre el hueso del cuello y el pez. Míralo con una linterna potente en el agua.

Las marcas están en el interior de la carcasa, entre el hueso del cuello y el pez. Míralo con una linterna potente en el agua.

PARA OBTENER LA RECOMPENSA:
 - Enviar el atún con la marca al IEO, dentro de un plazo máximo de 30 días desde la captura.
 - El IEO devolverá la marca al atún y le entregará una carta de devolución.
 - El IEO le entregará una carta de devolución.
 - El IEO le entregará una carta de devolución.

ayti **INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA** **IEO** **RECAP**

**¡ RECOMPENSA !
 POR MARCAS EN PEZ ESPADA**
 ¡ Colabora con la investigación biológica !



AL CAPTURAR UN PEZ ESPADA MARCADO:
 - No arranque la marca del pez hasta que haya sido medido, pesado, etc.
 - Envíe los siguientes datos:
 - Fecha y hora de captura.
 - Lugar de pesca (país, provincia, etc.) (pueden no ser posibles).
 - Fecha de captura y posición (latitud, longitud).
 - Entre otros datos que crea de interés...

RECOMPENSA: El IEO le entregará la marca junto con los datos de recaptura a una de las siguientes direcciones del Instituto Español de Oceanografía:

Comunidad	Código Postal	Calle	Ciudad	Provincia
Madrid	28002	Calle de Arzobispo	Madrid	Madrid
Barcelona	08003	Calle de Arzobispo	Barcelona	Barcelona
Valencia	46100	Calle de Arzobispo	Valencia	Valencia
Sevilla	41013	Calle de Arzobispo	Sevilla	Sevilla
Granada	18002	Calle de Arzobispo	Granada	Granada
Almería	04001	Calle de Arzobispo	Almería	Almería
Málaga	29002	Calle de Arzobispo	Málaga	Málaga
Cádiz	11001	Calle de Arzobispo	Cádiz	Cádiz
Burgos	07001	Calle de Arzobispo	Burgos	Burgos

VORAZ, BESUGO DE LA PINTA, PACHÁN
Pagellus bogaraveo



RECOMPENSA
 POR RECAPTURA DE VORAZES, BESUGOS DE LA PINTA O PACHANES MARCADOS

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) está realizando una campaña de marcado de vorazes.

Si encuentra algún ejemplar marcado:

- No arranque la marca hasta que el pez haya sido medido, y a ser posible pesado.
- Anote la posición (latitud y longitud o playa de pesca), la profundidad y la fecha de captura.
- Llámenos a cobro revertido al teléfono: 956 01 62 90 o pregunte en su localidad.
- O envíe la marca con los datos anteriormente mencionados y su dirección a:

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
 Estación Oceanográfica de Cádiz
 Apartado, 2699 - 11008 CÁDIZ

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Mercado de Merluza
 por un ejemplar entero con marca



En julio del 2006 se pondrán en libertad cientos de merluzas marcadas en aguas de Galicia para conocer sus movimientos migratorios y su crecimiento.

RECOMPENSA DE 50 €

Si encuentra una merluza marcada, llámenos a los Telfs del IEO.

Vigo: 986 49 21 11
 A Coruña: 981 20 53 62
 Santander: 942 29 10 60
 Web: www.i.eo.es
 mail:mer0704@i.eo.es

La necesitamos entera, (con vísceras), fecha y coordenadas de captura

RECOMPENSA POR RECAPTURA DE RAPES MARCADOS



El Instituto Español de Oceanografía (IEO) ha marcado rapas. Si encuentra algún ejemplar marcado:

- No arranque la marca del pez.
- No lo abra si le quite las vísceras.
- No venda el pez con marca.
- El IEO le comprará el rape, retribuyéndole **sobradamente el precio del pez, y le entregará una camiseta.**
- Anote la posición (latitud y longitud ó playa de pesca), la profundidad y la fecha de la captura.
- Llámenos a cobro revertido al teléfono: **942 291060**

ó pregunte en su oficina. Muchas gracias por su colaboración.

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
 Centro Oceanográfico de Málaga
 EU DG XIV

Proyecto Europeo de Tortugas Marinas del Mar Mediterráneo (EMTP)



COLABORA EN EL MERCADO Y ESTUDIO DE LAS TORTUGAS MARINAS

Si encuentra alguna tortuga con marca en una de sus playas:

- apunte el número de la marca,
- tamaño de la tortuga,
- fecha y coordenadas de posición

Enviar la información con sus datos personales a: Tortugas Marinas, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pequeño, s/n, 29640 Fuengirola (Málaga)
 Tlfno: 95 2476955- 95 2471907
 Fax: 95 2483808

ATENCIÓN: no le quite la marca a la tortuga

Referencias

- Aasen, O., K.P. Andersen, J. Gulland, K. Popp and D. Sahrhage**, (1961). ICES herring tagging experiments in 1957 and 1958. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 152. 43 pp.
- Aasen, O.**, (1966). Blahaien, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758). *Fisken og Havet*, 1: 1-15.
- Abascal, F.J., J. Mejuto, M. Quintans and D. Espino**, (2007). Pop-up tagging of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Southeastern Pacific Ocean. Poster. Second International Symposium on tagging and tracking marine fish with electronic devices. October 8-11, 2007. San Sebastian.
- Afonso-Dias, I. P. y J. R. G. Hislop**, (1996). The reproduction of anglerfish *Lophius piscatorius* Linnaeus from the north-west coast of Scotland. *J. Fish Biol.*, 49 (Suppl. A): 18-39.
- Aloncle, H. et F. Delaporte**, (1973). Populations, croissance et migrations du germon *Thunnus alalunga* dans le Nord-est Atlantique essai de synthèse. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 37 (1): 97-115.
- Aloncle, H. et F. Delaporte**, (1979). Nouvelles remarques sur la structure du stock de germon (*Thunnus alalunga*) dans le nord-est Atlantique. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 8 (2): 261-264.
- Aloncle, H. et F. Delaporte**, (1980). Reprie des thonides marqués par l'ISTPM en Atlantique nord (*Thunnus alalunga*, *Thunnus obesus*, *Thunnus thynnus*). *Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT*, 9(3): 677-679.
- Anónimo**, (1994). Las artes de pesca del litoral gaditano. Diputación provincial de Cádiz, Cádiz. 210 pp.
- Anónimo**, (2003). Informe del periodo bienal, 2002-03, 1ª parte (2002). Vol. 2 CCAA. Madrid.
- Anónimo**, (2005). Report of the 2004 Inter-sessional Meeting of the ICCAT Subcommittee on By-catches: shark stock assessment. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(3): 799-890.
- Arana, P.M. and R. Vega**, (1999). Exploratory fishing for *Dissostichus* spp. in the Antarctic region (Subareas 48.1, 48.2 y 88.3). *CCAMLR Science*, 6: 1-17.
- Arnold, G. and H. Dewar**, (2001). Electronics tags in marine Fisheries Research: a 30-year perspective, in eds J. Sibert and J.L. Nielsen. Academic Press, Dordrecht, The Netherlands. 7-64 pp.
- Arrizabalaga, H., V. López-Rodas, V. Ortiz de Zárate, E. Costas and A. González-Garcés**, (2002). Study on the migrations and stock structure of albacore (*Thunnus alalunga*) from the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea based on conventional tag release-recapture experiences. *Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT*, 54 (4):1479-1494.
- Arrizabalaga, H., V. Lopez-Rodas, E. Costas and A. Gonzalez-Garcés**, (2007). Use of genetics data to assess the uncertainty in stock assessments due to the assumed stock structure: the case of albacore (*Thunnus alalunga*) from the Atlantic Ocean. *Fish. Bull.*, 105(1): 140-146.
- Ashford, J. N., C.M. Jones, E. E. Holmann, I. Everson, C. A. Moreno, G. Duhamel and R. Williams**, (2008). Otolith chemistry indicates population structuring by the Antarctic circumpolar current. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 65: 135-146.
- Balazs G. H.**, (2000). Factores a considerar en el mercado de tortugas marinas. En: *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Eds Eckert, K.L., K.A. Bjørndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación n° 4: 116-125.
- Bard, F. X.**, (1981). Le thon germon *Thunnus alalunga* (Bon., 1788) de l'Océan Atlantique. Thèse Doct. es Sciences, Univ., Paris VI. 336 pp.
- Barrull, J. e I. Mate**, (2002). Tiburones del Mediterráneo. Els llibres del Set Ciències. Eds. El Set Ciències. Barcelona. 292 pp.
- Bauchot, M. L. y A. Pras**, (1987). Guía de los peces de mar de España y de Europa. Omega, Barcelona. 432 pp.
- Belloc, G.**, (1935). Etude monographique du merlu *Merluccius merluccius* L., 3ème partie. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 8:145-202.
- Bigelow, H. B and W. C. Schroeder**, (1948). Sharks. In: Fishes of the western North Atlantic. Mem. Sears Found. Mar. Res., Yale Univ., No. 1 (Pt. 1): 59-546.
- Block, B. A., S. L. H. Teo, A. Walli, A. Boustany, M. J. W. Stokesbury, C. J. Farwell, K. C. Weng, H. Dewar, and T. D. Williams**, (2005). Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature*, 434: 1121-1127.
- Bode, A., P. Carrera, J. Lorenzo, C. Porteiro, M. B. Santos and J. M. Cabanas**, (2004). Natural abundance of stable nitrogen isotopes reflect changes in pelagic food webs and mobility of size classes of the north Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). *ICES CM 2004/Q:07*. 17 pp.
- Bonnaterre, J. P.**, (1788). Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature. Ichthyologie. Paris. Tabl. Encyclop. Méthod. Ichthyol. 215 pp.
- Brill, R.W., K.A. Bigelow, M.K. Musyl, K. A. Fritsches and E. J. Warrant**, (2005). Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behaviour and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology. *Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT*, 57 (2): 142-161.
- Burt, G., D. Goldsmith and M. Armstrong**, (2006). A summary of demersal fish tagging data maintained and published by CEFAS. *Sci. Ser. Tech. Rep., Cefas Lowestoft*, 135. 40 pp.
- Cabanas, J. M., C. Porteiro and P. Carrera**, (2007). The effect of environmental changes in the NE Atlantic sardine fishery. Annex 6, *ICES CM 2007/ACFM*: 25. 182 pp.
- Camiñas J. A.**, (2005). Biología y comportamiento migratorio de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linnaeus, 1758) en el Mediterráneo occidental. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. 266 pp.
- Camiñas J. A. and J. M. de la Serna**, (1995). The loggerhead distribution in the western Mediterranean sea as deduced from captures by the Spanish long line fishery. In Lorente et al. (Eds.), *Scientia Herpetologica* 1995: 316-323.
- Canoura, J., J. Gil, C. Farias e I. Sobrino**, (2006). Análisis de recapturas procedentes de las campañas de mercado de voraces (*Pagellus bogaraveo*) realizadas en la región de Surmediterránea Española y en el Estrecho de Gibraltar. Determinación de movimientos. *XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Barcelona.
- Capapé, C.**, (1977). Contribution à la connaissance de la biologie des Scyliorhinidae des côtes tunisiennes. *III Scyliorhinus stellaris* (Linné, 1758). *Acta Adriat.*, 17(14): 3-21.
- Capapé, C., J. Ben Soussi, H. Mèjri, O. Guelorget and F. Hemida**, (2005). The reproductive biology of the school shark, *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Triakidae), from the Maghreb shore (southern Mediterranean). *Acta Adriat.*, 46(2): 109-124.
- Casey, J. and F. J. Pereiro**, (1995). European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic. In: *Hake: Fisheries, ecology and markets*. Alheit, J. and Pitcher, T.J.(eds), pp. 125-148. London, Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 15.
- Casey J. G. and N. E. Kohler**, (1992). Tagging studies on the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in the western North Atlantic. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 43: 45-60.
- Castro, J. A. and J. Mejuto**, (1995). Reproductive parameters of blue shark, *Prionace glauca*, and other sharks in the Gulf of Guinea. *Mar. Freshwater Res.*, 46: 967-973.
- CCAMLR**, (2007). Report of the working group on fish stock assessment. *SC-CAMLR-XXVI/4* (Part 1). 150 pp.
- Cermeño, P. X. Valeiras, A. López, L. Laria, C. Pérez, A. Martínez de Murguía and G. García-Castrillo**, (2006). Trends in strandings and incidental catches of marine turtles in Galicia and Cantabrian sea (north Spain). Resúmenes del IX Congreso luso-español y XIII Congreso español de Herpetología. San Sebastián, 4-7/10/06.

- Chang, S-K, C-C. Hsu and H-C. Liu,** (1996). Extracting Taiwanese longline catches targeted on Atlantic albacore through daily catch composition. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 43:179-184.
- Compagno, L. J. V.,** (1984). FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish. Synopsis 125, Vol. 4 Part 2. 655 pp.
- Cort, J. L.,** (1990). Biología y pesca del atún rojo, *Thunnus thynnus* (L.), del mar Cantábrico (Tesis doctoral). *Pub. Esp. Inst. Esp. Oceanogr.*, 4. 272 pp.
- Cosgrove, R., I. Arregui and H. Arrizabalaga,** (2006). Archival tagging of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the North Atlantic, a pilot study. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 59 (3): 923-927.
- Coyne, M. S. and B. J. Godley,** (2005). Satellite Tracking and Analysis Tool (STAT): an integrated system for archiving, analyzing and mapping animal tracking data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 301: 1-7.
- De la Serna, J. M. y E. Alot,** (1990). Consideraciones relativas a los desplazamientos efectuados por el pez espada (*Xiphias gladius*) en el área del estrecho de Gibraltar y otras observaciones relacionadas con la biología de la reproducción. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 32(2): 353-359.
- De la Serna, J. M., J. M. Ortiz de Urbina, S. García Barcelona y D. Espino,** (2008 in press). Primera recaptura en el Atlántico de un pez espada (*Xiphias gladius*) marcado en el Mediterráneo. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 62(4): 1058-1069.
- Delany, M. J.,** (1978). Introduction: marking animals for research. Pages 3-10 in B. Stonehouse, editor. *Animal marking: recognition marking of animals in research*. University Park Press, Baltimore, Maryland.
- Delgado de Molina, A. y J. C. Santana,** (1986). Estimación de la edad y crecimiento del patudo (*Thunnus obesus*, Lowe, 1839) capturado en las Islas Canarias. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 25 (1): 130-137.
- Delgado de Molina, A., J. C. Santana, J. Ariz y R. Delgado de Molina,** (1996). Seguimiento de la modalidad de pesca sobre manchas de túnidos en las Islas Canarias. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 45 (3): 215-223.
- Delgado de Molina, A., J. Ariz, R. Delgado de Molina, J. C. Santana y P. Paliarés,** (2005). Análisis de los datos de marcado de patudo en las Islas Canarias. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 57 (1): 100 - 115.
- Delgado de Molina, A., J. C. Santana, J. Ariz, R. Delgado de Molina y F. Abascal,** (2007). Estudio de las pautas de comportamiento del platudo (*Thunnus obesus* (Lowe, 1839)) con marcas archivo. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 60 (1):117-142.
- Desbrosses, P.,** (1938). La dorade commune (*Pagellus centrodonatus*) et sa pêche. *Rev. Trav. Off. Pêches Marit.*, 5 (2): 167-222.
- DeWitt, H. H., P. C. Heemstra and O. Gon,** (1990). Nototheniidae. En: *Fishes of the Southern Ocean*. O. Gon y P.C. Heemstra (eds.). J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa: 279-331.
- De Pontual H., M. Bertignac, A. Battaglia, G. Bavouzet, Ph. Moguedet and N. L. Groison,** (2003). A pilot tagging experiment on European hake (*Merluccius merluccius*): methodology and preliminary results. *ICES, J. Mar. Sci.*, 60: 1318-1327.
- De Pontual, H., A. L., Groison, C. Piñeiro and M. Bertignac,** (2006). Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES, J. Mar. Sci.*, 63: 1674-1681.
- Díaz, D., M. Marí, P. Abelló and M. Demestre,** (2001). Settlement and juvenile habitat of the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) in the western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 65 (4): 347-356.
- Díaz D., A. López, Linares and M. Zabala,** (2007). First observations on the behavior and home range of European spiny lobster juveniles: an ultrasonic telemetry approach. In: Second International Symposium on Tagging and Tracking Marine Fish with Electronic Devices. Donosti, Spain. 99 pp.
- Domínguez-Petit R.,** (2007). Study of reproductive potential of *Merluccius merluccius* in the Galician shelf. Doctoral Thesis. University of Vigo (Spain). 253pp.+ xxii.
- Duarte, R., M. Azevedo, J. Landa and P. Pereda,** (2001). Reproduction of anglerfish (*Lophius budegassa* Spinola and *Lophius piscatorius* Linnaeus) from the Atlantic Iberian coast. *Fish. Res.* 51: 349-361.
- Duarte, R., J. Landa, C. Morgado, A. Marçal, S. Warne, E. Barcala, E. Bilbao, J. Dimeet, H. Djurhuus, E. Jónsson, H. McCormick, L. Ofstad, I. Quincoces, H. Rasmussen, A. Thaarup, T. Vidarsson and S. Walmsley,** (2005). Report of the Anglerfish Illicia/Otoliths Ageing Workshop. IPIMAR, Lisbon (Portugal). 47pp.
- Eastman, J. T.,** (1990). The biology and physiological ecology of notothenioid fishes. En: *Fishes of the Southern Ocean*. O. Gon y P.C. Heemstra (eds.). J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa: 279-331.
- Eckert, K. L., K. A. Bjørndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (Editores).** (2000) (Traducción al español). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de Tortugas las Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación UICN/CSE N° 4. 250 pp.
- Ehrhardt, N.,** (1992). Age and growth of swordfish, (*Xiphias gladius*, B.) in the northwestern Atlantic. *Bull. Mar. Sci.*, 50(2): 292-301.
- Emery, L. and R. Wydoski,** (1987). Marking and tagging of aquatic animals: an indexed bibliography. *U.S. Fish Wild. Serv. Res. Pub.*, 165. 57 pp.
- Everson, I.,** (2002). Fish species profiles-toothfish. *SC-CAMLR-XXI/BG/30*. 114 pp.
- Fage, L.,** (1927). Sur le "stade natant" (puerulus) de la langouste commune (*Palinurus vulgaris* Latreille). *Arch Zool Exp Gén* 67: 32-39.
- Fariña, A. C., R. Duarte, J. Landa, I. Quincoces, and J. A. Sánchez,** (2004). Multiple stock identification approaches of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in western and southern European waters. ICES 2004 Annual Science Conference, Vigo (Spain). *ICES CM 2004/EE*: 25. 13 pp.
- Fromentin, J. M. and J. E. Powers,** (2005). Atlantic bluefin tuna: Population dynamics, ecology, fisheries, and management. *Fish Fish.*, 6: 281-306.
- Fromentin, J. M.,** (2006). Field Manual IC-CAT. Chapter 2.1.5: Atlantic bluefin tuna. <http://iccat.es/Documents/SCRS/Manual/CH2>.
- Fonteneau, A. and T. Diouf,** (1994). An efficient way of bait fishing for tunas recently developed in Senegal. *Aquat. Living Resour.*, 7 (3): 139-151.
- Fonteneau, A. and J. Marcille Eds.** (1991). Recursos, pesca y biología de los túnidos tropicales del Atlántico centro-oriental. ICCAT. 423 pp.
- Fuentes, L.,** (2000). Técnicas de marcado de estatolitos de paralarvas de *Octopus vulgaris* Cuvier 1797 con alizarín complejone. Tesis de Licenciatura. Universidad de Vigo. 31 de octubre de 2000.
- Fuentes, L., J. Iglesias and C. Moxica,** (2000). Marking octopus (*Octopus vulgaris*) paralarvae statoliths with alizarin complexone. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 80: 553-554.
- Fuentes, L.,** (2005). Técnicas de cultivo, marcado y repoblación del pulpo *Octopus vulgaris*. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo. 25 de febrero de 2005.
- Fuentes L., J. J. Otero, C. Moxica, F. J. Sánchez and J. Iglesias,** (2006). Application of different external tagging methods to *Octopus vulgaris* with special reference to t-bar anchor tags and Petersen disks. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 22 (1-4): 3-11.
- García-Cortés, B., J. Mejuto and M. Quintans,** (2003). Summary of swordfish (*Xiphias gladius*) recaptures carried out by the Spanish surface longline fleet in the Atlantic ocean: 1984-2002. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 55(4): 1476-1484.

Garrido S., A. Marçalo, J. Zvolinski and C.D. van der Lingen, (2007). Laboratory investigations on the effect of prey size and concentration on the feeding behaviour of *Sardina pilchardus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 330: 189-199.

Garstang, W., (1898). On the variation, races and migrations of the mackerel, *Scomber scombrus*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 5: 235-295.

Canoura, J., J. Gil, C. Farias e I. Sobrino, (2006). Análisis de recapturas procedentes de las campañas de marcado de voraces (*Pagellus bogaraveo*) realizadas en la región de Surmediterránea Española y en el Estrecho de Gibraltar: Determinación de movimientos. *XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, Barcelona.

Gil, J., (2006). Biología y pesca del voraz [*Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768)] en el Estrecho de Gibraltar. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz. 261 pp.

Gil, J., L. Silva and I. Sobrino, (2001). Results of two Tagging Surveys of red seabream [*Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768)] in the Spanish South Mediterranean Region. *Thalassas*, 17 (2): 43-46.

Gil, J. and I. Sobrino, (2001). Studies on reproductive biology of the Red (blackspot) seabream [*Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768)] from the Strait of Gibraltar (ICES IXa/SW Spain). *NAFO SCR Doc.* 01/86. 6 pp.

Gil, J. e I. Sobrino, (2006). La pesquería del voraz en el estrecho de Gibraltar. En: Acuicultura, pesca y marisqueo en el Golfo de Cádiz. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. CD Rom.

Goñi, R., A. Quetglas and O. Reñones, (2001). Diet of the spiny lobster *Palinurus elephas* (Decapoda, Palinuridea) from the Columbretes Islands Marine Reserve (northwestern Mediterranean). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 81(2): 347-348.

Goñi, R., A. Quetglas and O. Reñones, (2003). Size at maturity, fecundity and reproductive potential of a protected population of the spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) from the Western Mediterranean. *Mar. Biol.*, 143: 583-592.

Goñi, R. and D. Latrouite, (2005). Biology, ecology and fisheries of *Palinurus* spp. species of European waters: *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) and *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911). *Cah. Biol. Mar.*, 46:127-142.

Goñi, R., A. Quetglas and O. Reñones, (2006). Spillover of spiny lobsters *Palinurus elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 308: 207-219.

Goñi R., D. Díaz, S. Mallol, O. Reñones, C. Gonzalez, B. Stobart and A. MacDiarmid, (2007). An ageing and declining population of spiny lobsters in the Columbretes Islands Marine Reserve (Western Mediterranean): natural evolution in a fish bowl or settlement failure? In: 8th International Conference and Workshop on Lobster Biology and Management. Charlottetown, Canada. 97 pp.

Hallier, J. P., B. Stequert, O. Maury and F. X. Bard. (2005). Growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Eastern Atlantic Ocean from tagging-recapture data and otolith readings. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 57 (1): 181-194.

Hanchet, S. M., (2006). Species profile for antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*). CCAMLR WG-FSA 06/26. 22 pp.

Hassani, S., L. Antoine and V. Ridoux, K. Otsuka and M. Ishino. (1990). Distribution and abundance of pelagic sharks in the south-western equatorial Atlantic. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 77(1): 51-64.

Hazin, F. H. V., A. A. Couto, K. Kihara, K. Otsuka and M. Ishino. (1990). Distribution and abundance of pelagic sharks in the south-western equatorial Atlantic. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 77(1): 51-64.

Heldt, H., (1929). Rapport sur la langouste vulgaire (*Palinurus vulgaris*, Latreille). *Comm. Int. Explor. Mer Mediterran.*, 4: 113-126.

Hickling, C. F., (1933). The natural history of hake. 4. Age determination and growth rate. UK Ministry of Agriculture. *Fisheries and Food, Investigation Series* 2, 13(2). 120 pp.

Holden, M. J. and R. G. Horrod, (1977). The migrations of tope *Galeorhinus galeus* (L., 1758) in the eastern North Atlantic as determined by tagging. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 38 (3): 314-317.

Holthuis, L. B., (1991). FAO species catalogue. Vol. 13. Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. *FAO Fish. Synop.*, 125, Vol. 13, Rome FAO. 292 pp.

Horn, P. L., (2002). Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. *Fish. Res.*, 56, (3): 275-287.

Hue, S. B., (1980). New knowledge on the migration of albacore (*Thunnus alalunga*) in the northeast Atlantic. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 9(2): 344-352.

Hureau, J. C., (1985). Familia Nototheniidae. En: *Fichas FAO de identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Océano Austral (áreas de pesca 48, 58 et 88, área de la Convención CCAMLR)*. Publicación preparada y publicada con el apoyo de la Comisión para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos. W. Fischer y J.C. Hureau (eds.). Roma, FAO 1985. Vol. II: 323-385.

Hurst, R. J., N. W. Bagley, G. A. McGregor and M. P. Francis, (1999). Movements of the New Zealand school shark, *Galeorhinus galeus*, from tag returns. *NZ. J. Mar. Freshw. Res.*, 33: 29-48.

ICES, (1996). Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. *ICES CM 1996/Assess*: 7. 340 pp.

ICES, (2002). Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Eggs Surveys. *ICES CM 2002/G:06*. 102 pp.

ICES, (2005). Report of the Working Group on Mackerel and Horse Mackerel Egg Surveys. *ICES CM 2005/G: 09*. 83 pp.

ICES, (2006a). Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. *ICES CM 2006/ACFM*: 08. 615 pp.

ICES, (2006b). Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake, Monk and Megrim. *ICES CM 2006/ACFM*:01.

ICES, (2007). Working Group on the Assessment of Southern Stocks of Hake, Monk and Megrim. *ICES CM 2007/ACFM*:21. 708 pp.

Iglesias J. and G. Rodríguez-Ojea, (1994). Fitness of hatchery-reared turbot (*Scophthalmus maximus*) for survival in the sea: First year results on feeding, growth and distribution. (Simposium sobre Sea Ranching of Marine Fish Species, 1993). *Aquacult. Fish. Manage.*, 25(1): 179-188.

Iglesias J. and G. Rodríguez-Ojea, (1997). The use of alizarin complexone for immersion marking of the otoliths of embryos and larvae of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): dosage and treatment time. *Fish. Manage. Ecol.*, 4(5): 405-417.

Iglesias J., G. Ojea, J. J. Otero, L. Fuentes and T. Ellis, (2003). Comparison of mortality of wild and released reared O-group turbot on an exposed beach (Ría de Vigo, NW Spain) and a study of the population dynamics and ecology of the natural population. *Fish. Manage. Ecol.*, 10 (1): 51-59.

Jakobsson, J., (1970). On fish tags and tagging. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 8: 457-499.

Jones, R. (1979). Materials and methods used in marking experiments in fishery research. *FAO Fish. Tech. Pap.* 190. 134 pp.

- Klimley, A. P., F. Voegeli, S. C. Beavers and B. J. Le Boeu**, (1998). Automated listening stations for tagged marine fishes. *Mar. Tech. Soc. J.*, 32: 94-101.
- Kohler, N. E. and P. A. Turner**, (2001). Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environ. Biol. Fish.*, 60: 191-223.
- Lago de Lanzós A., A. Solá, L. Motos and C. Franco**, (1993). Mackerel (*Scomber scombrus* L.) egg distribution and stage I egg production estimates in Division VIIIb,c and IXa N in 1988, 1990 and 1992. *ICES CM 1993/H: 44*. 11 pp.
- Landa, J., P. Pereda, R. Duarte and M. Azevedo**, (2001). Growth of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in Atlantic Iberian waters. *Fish. Res.*, 51: 363-376.
- Landa, J., R. Duarte, I. Quincoces, H. Dupouy, E. Bilbao, J. Dimeet, P. Lucio, A. Marçal, H. McCormick and G. Ni Chonchuir**, (2002). Report of the 4th International Ageing Workshop on European Anglerfish. IPIMAR, Lisbon (Portugal). 133 pp.
- Landa, J., R. Duarte and I. Quincoces**, (2008). Growth of white anglerfish (*Lophius piscatorius*) tagged in the Northeast Atlantic, and a review of age studies on anglerfish. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 72-80.
- Laurenson, C. H., A. Johnson, and I. G. Priede**, (2005). Movements and growth of monkfish *Lophius piscatorius* tagged at the Shetland Islands, northeastern Atlantic. *Fish. Res.*, 71(2): 185-195.
- Laurent L., J. A. Camiñas, P. Casale, M. Deflorio, G. De Metrio, A. Kapantagakis, D. Margaritoulis, C. Y. Politou and J. Valeiras**, (2001). Assessing marine turtles by catch in European drifting longline and trawl fisheries for identifying fishing regulations. Project EC-DG Fisheries 98-008 Final Report. 267 pp.
- Linnaeus, C.**, (1758). *Systema Naturae*, Ed. X (Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata, 1-4), 1.824. Holmiae. (Laurentii Salvii). 824 pp.
- Lo Bianco, S.**, (1909). Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animale del golfo di Napoli. *Mitt. Zool. Stn. Neapel.*, 19: 513-761
- López Abellán, L. J. and J. F. González Jiménez**, (1999). Results of a longline survey on seamounts in the southeast Atlantic and in CCAMLR Subarea 48.6 (Atlantic Ocean) and Division 58.4.4 (Indian Ocean). *CCAMLR Science* 6: 99-116.
- López Abellán, L. J.**, (2005). Patagonian toothfish in international waters of the Southwest Indian Ocean (Statistical area 51). *CCAMLR Science* 12: 207-114.
- Lowy, R. T.**, (1839). A supplement to a synopsis of the fishes of Madeira. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 7: 76-92.
- Lucio, P., M. Santurtun and I. Quincoces**, (2000). Tagging experiments on hake, anglerfish and other species in the Bay of Biscay, *ICES CM 2000/Z:09* (poster).
- Lutjeharms, J. R. E.**, (1990). The oceanography and fish distribution of the Southern Ocean. En: *Fishes of the Southern Ocean*. O. Gon y P.C. Heemstra (eds.). J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa: 279-331.
- Margaritoulis D., R. Argano, I. Baran, F. Bentivegna, M. N. Bradai, J. A. Camiñas, P. Casale, G. De Metrio, A. Demetropoulos, G. Gerosa, B.J. Godley, D. A. Haddoud, J. Houghton, L. Laurent and B. Lazar**, (2003). Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: Present knowledge and conservation perspectives. Loggerhead Sea Turtles, edited by A.B. Bolten and B.E. Witherington. Washington D.C. Smithsonian Institution Books. Chapter 11: 175-198.
- Marin, J.**, (1987). Exploitation, biologie et dynamique du stock de langouste rouge de Corse *Palinurus elephas*. (Fabricius, 1787). PhD Thesis, Université d'Aix Marseille II. 327 pp.
- Márquez M. R.**, (1990). FAO Species Catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtles species know to date. *FAO Fish. Synop.*, N° 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 pp.
- Mather, F. J.**, (1963). Tags and tagging techniques for large pelagic fishes. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries*. Special Publication 4: 228-293.
- Mather, F. J., J. M. Mason and A. C. Jones**, (1995). Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna. U.S. Dep. Comm., *NOAA Tech. Mem., NMFS-SEFSC* 370.
- Matsumoto, T. and N. Miyabe**, (2002). Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Central Atlantic Ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54 (1): 246-260.
- McFarlane, G. A., R. S. Wydoski, and E. D. Prince**, (1990). Historical review of the development of external tags and marks. *Am. Fish. Soc. Symp.* 7: 9-29.
- Mejuto, J.**, (1984). Mercado de atún blanco, *Thunnus alalunga*, en las costas de Galicia (NW de España) durante el verano de 1983. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 20(2): 283- 286.
- Mejuto, J.** (1985). Campaña de marcado 4.2 de atún blanco, *Thunnus alalunga*, en el Cantábrico: "Albacora 84". *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 23(2): 273- 277.
- Mejuto, J.**, (2007). Aspectos biológicos y pesqueros del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) del océano Atlántico, con especial referencia a las áreas de actividad de la flota española. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 224 pp.
- Mejuto, J., B. García-Cortés and J. M. de la Serna**, (2003). An overview of the activity of the surface longline fleet targeting swordfish (*Xiphias gladius*) during 2000, with special reference to the Atlantic Ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 55(4): 1485-1494.
- Mejuto, J. and B. García-Cortés**, (2005). Reproductive and distribution parameters of the blue shark *Prionace glauca*, on the basis of on-board observations at sea in the Atlantic, Indian and Pacific oceans. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(3): 951-973.
- Mejuto, J., B. García-Cortés, J. M. de la Serna and A. Ramos-Cardelle**, (2005). Tagging-recapture activities of large pelagic sharks carried out by Spain or in collaboration with the tagging programs of other countries. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(3): 974-1000.
- Mejuto, J., B. García-Cortés and A. Ramos-Cardelle**, (2008 ya publicado). Activity of the Spanish surface longline fleet catching swordfish (*Xiphias gladius*) during the year 2005. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 62 (4):1088-1096.
- Mercer, J. P.**, (1973). Studies on the spiny lobsters (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) of the West Coast of Ireland with particular reference to *Palinurus elephas*, Fabricius 1787. Ph. D. Thesis, University College Galway, Ireland. 331 pp.
- Menezes, G. M., H. M. Silva, H. M. Krug, E. Balguerías, J. Delgado, J. G. Pérez, I. L. Soldevilla, J. L. Nespereira, D. Carvalho and J. S. Morales**, (1998). Design optimization and implementation of demersal survey cruises in the Macronesian Archipelagos. Final Report. Arquivos do DOP. Série Estudos 3/98. 162 pp + 39 pp anex.
- Meynier, L., C. Pusineri, J. Spitz, M.B. Santos, G. J. Pierce and V. Ridoux**, (2008). Intraspecific dietary variation in the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay: importance of fat fish. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 354: 277-287.
- Miranda, A., C. R. M. Iglesias.**, (1990). Effect of temperature on the development of eggs and larvae of sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum) in captivity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 14: 69-77.
- Mistakidis, M. N.**, (1959). Preliminary data on the increase in size on moulting of the edible crab, *Cancer pagurus*. *ICES, CM.1959:Dec.52*, 3 p. (mimeo)

- Moreno, J. A.**, (1995). Guía de los tiburones de aguas ibéricas, Atlántico Nororiental y Mediterráneo. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid. 310 pp.
- Murúa, H. and L. Motos**, (2006). Reproductive strategy and spawning activity of the European hake (*Merluccius merluccius* L.) in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, 69: 1288-1303.
- Music J. A. and C. J. Limpus**, (1996). Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In P.L. Lutz and J.A. Musick (eds.) The biology of sea turtles, 137-163. Boca Raton, Flo; CRC Press.
- Muus, B. J. and J. G. Nielsen**, (1999). Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book. Hedehusene, Dinamarca. 340 pp.
- Nakano, H.**, (1994). Age, reproduction and migration of blue shark in the North Pacific. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 31:141-256.
- Neal, R. A.**, (1969). Methods of marking shrimp. *FAO Fish. Rep.*, 57 (3): 1149-65.
- Olaso, I., P. Pereda and R. González**, (1982). The feeding of young angler fishes (*Lophius budegassa* Spinola and *Lophius piscatorius* L.) in Division VIIIc and IXa of ICES. *ICES CM 1982/G:38*. 10 pp.
- Olaso, I., F. Velasco and N. Pérez**, (1998). Importance of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) discarded in the diet of lesser-spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*) in the Cantabrian Sea. *ICES J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 55: 331-341.
- Olaso, I., F. Sánchez, C. Rodríguez-Cabello and F. Velasco**, (2002). The feeding behaviour of some demersal fish species in response to artificial discarding. *Sci. Mar.*, 66 (3): 301-311.
- Olaso, I., P. Abaunza, B. Villamor, A. Lago de Lanzós, C. Porteiro, C. Franco, J. R. Pérez and F. Velasco**, (2004). Mackerel egg predation by cannibalism during the spawning season. *ICES CM 2004/DD: 13*. 11 pp.
- Olaso, I., J. L. Gutiérrez, B. Villamor, P. Carrera, L. Valdés and P. Abaunza**, (2005). Seasonal changes in the North Eastern Atlantic mackerel diet (*Scomber scombrus*, L.) in the North of Spain (ICES Divisions VIIIc). *J. Mar. Biol. Ass. UK.*, 85: 415-418.
- Olmedo, M., J. Iglesias, J. B. Peleteiro, R. Forés and A. Miranda**, (1990). Acclimatization and induced spawning of sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in captivity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 140: 61-67.
- Ortiz de Zárate, V.**, (1987). Datos sobre la alimentación del atún blanco (*Thunnus alalunga*) juvenil capturado en el Golfo de Vizcaya. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 26 (2): 243-247.
- Ortiz de Zárate, V., P. Megalofonou, G. De Metrio and C. Rodríguez-Cabello**, (1996). Preliminary age validation results from tagged-recaptured fluorochrome label albacore in North East Atlantic. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 43: 331-338.
- Ortiz de Zárate, V. and J. L. Cort**, (1998). Albacore (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre) stock structure in the Atlantic ocean, as inferred from distribution and migration patterns. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 50 (1): 251-260.
- Ortiz de Zárate, V. and V. Restrepo**, (2001). Analysis of tagging data from north albacore: von Bertalanffy growth estimates and catch-at-age. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 52 (4): 1435-1446.
- Parrish, R. H., R. Serra and W. Grant**, (1989). The monotypic sardines, *Sardina* and *Sardinops*: their taxonomy, distribution, stock structure and zoogeography. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 2019-2036.
- Pereda, P. y J. Landa**, (1997). Recuperación de dos ejemplares de rape blanco (*Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758) en el stock norte (Divisiones VIIIa y b del CIEM) tras ser marcados en el stock sur (División VIIIc). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 13 (1 y 2): 75-78.
- Piñeiro C. J. Rey, H. de Pontual and R. Goñi** (2007). Tag and recapture of European hake (*Merluccius merluccius* L.) off the Northwest Iberian Peninsula. *Fish. Res.*, 88:150-154.
- Piñeiro C. and M. Sainza**, (2003). Age estimation, growth and maturity of the European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES J. Mar. Sci.*, 60: 1086-1102.
- Pratt, H. L., Jr.** (1979). Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish. Bull.*, 77: 445-470.
- Priede, I. G.**, (1986). The limitations of fish tracking systems: acoustic and satellite techniques. US. Department of commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-61. 17 pp.
- Prince, E. D., D. Lee, J. L. Cort, G. McFarlane and A. Wild**, (1995). Age validation evidence for two tag-recaptured Atlantic Albacore, *Thunnus alalunga*, based on dorsal, anal, and pectoral fin rays, vertebrae, and otoliths. In "Recent developments in fish otolith research". The belle W. Barich library in Marine Science, Nr. 19: 375-396.
- Punzón, A., B. Villamor and I. Preciado**, (2004). Analysis of the handline fishery targeting mackerel (*Scomber scombrus*, L.) in the North of Spain (ICES Division VIIIbc). *Fish. Res.*, 69: 189-204.
- Pusineri, C., Y. Vasseur, S. Hassani, L. Meynier, J. Pitz and V. Ridoux** (2005). Food and feeding ecology of juvenile albacore, *Thunnus alalunga*, of the Bay of Biscay: a case study. *ICES, J. Mar. Sci.*, 62:116-122.
- Queiroz, N., F. P. Lima, A. Maia, P. A. Ribeiro, J. P. Correia and A. M. Santos**, (2005). Movement of blue shark, *Prionace glauca*, in the north-east Atlantic based on mark-recapture data. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 85(5):1107-1112.
- Quero, J. C. et J. J. Vayne**, (1997). *Les poissons de mer des Pêches Françaises*. Delachaux et Niestlé SA, Lausanne-Paris. 304 pp.
- Quetglas, A., O. Reñones and R. Goñi**, (2001). Trophic interactions among grouper (*Epinephelus marginatus*), octopus (*Octopus vulgaris*) and red lobster (*Palaemonetes pugio*) in the Western Mediterranean. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 36. 310 pp.
- Quincoces, I.**, (2002). Crecimiento y reproducción de las especies *Lophius budegassa* Spinola 1807, y *Lophius piscatorius* Linneo 1758, del Golfo de Vizcaya. Mimeo Ph.D. Departamento de Zoología y Dinámica Celular Animal. Universidad del País Vasco. Spain. 258 pp.
- Ranzi, S.**, (1932). Le basi fisio-morfologiche dello sviluppo embrionale di Selaci (Physio-morphological basis of embryonic development of Selachians). I. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 12 (2): 256-260.
- Reid, D. (coordinador)** (1997). Final Report of Shelf Edge Fisheries and Oceanography Study (SEFOS). *Project. Contract AIR No. CT93-1105*. Instituciones europeas participantes: SOAFD, FRC, IEO, AZTI, IPIMAR, PML, Centre Geostatistique Ecole des Mines de Paris, Institute für Meereskunde der Universität Hamburg, Biologische Anstalt Helgoland, RIVO, IFREMER, SAHFOS, Instituto Hidrográfico.
- Ricker, W. E.**, (1956). Uses of marking animals in ecological studies: the marking of fish. *Ecology*, 37: 665-670.
- Robles, R. J. A., Pereiro, A. M., Fernandez and J. M. García**, (1975). Estudios de cartografía, selectividad y marcado de merluza europea, *Merluccius merluccius* L., frente al litoral Gallego. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 190: 1-39.
- Roca V. y J. A. Camiñas**, (2000). Informe sobre la campaña de marcado de tortugas marinas en España. Periodo 1990-1998. *Ecología*, 14: 33-36.
- Rodríguez-Cabello, C., F. Velasco, and I. Olaso**, (1998). Reproductive biology of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the Cantabrian Sea. *Sci. Mar.*, 62 (3): 187-191.
- Rodríguez-Cabello, C., F. Sánchez, A. Fernández and I. Olaso**, (2004). Is the lesser spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*) from the Cantabrian Sea a unique stock? *Sci. Mar.*, 69: 57-71.

- Rodríguez-Cabello, C., F. Sánchez and F. Velasco, (2005a). Growth of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the Cantabrian Sea based on tag return data. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 35: 131-140.
- Rodríguez-Cabello, C., A. Fernández, I. Olaso, F. Sánchez, R. Gancedo, A. Punzón and O. Cendrero, (2005b). Overview of continental shelf elasmobranch fisheries in the Cantabrian Sea. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 35: 375-385.
- Rodríguez-Cabello, C., F. Sánchez and I. Olaso, (2007). Distribution patterns and sexual segregations of *Scyliorhinus canicula* (L) in the Cantabrian Sea. *J. Fish Biol.*, 70: 1568-1586.
- Rodríguez-Marín, E., N. Clear, J.L. Cort, P. Megalofonou, J. D. Neilson, M. Neves dos Santos, D. Olafsdottir, C. Rodríguez-Cabello, M. Ruiz and J. Valeiras, (2007). Report of the 2006 ICCAT Workshop for bluefin tuna direct ageing. (Instituto Español de Oceanografía, Santander, Spain, 3-7 April 2006). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 60 (4): 1349-1392.
- Rodríguez-Marín, E., C. Rodríguez-Cabello, J. M. De La Serna, E. Alot, J. L. Cort, D. Macías and M. Quintanas, 2008. Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) conventional tagging carried out by the Spanish Institute of Oceanography (IEO) in 2005 and 2006. Results and analysis including previous tagging activities. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 62 (4): 1182-1197.
- Rolfe, M.S. and A. Franklin, (1973). Tagging scallops (*Pecten maximus*) in the English Channel. *ICES*, CM.1973/K24.
- Rooker, J.R., J.R. Alvarado Bremer, B.A. Block, H. Dewar, G. de Metro, A. Corriero, R. T. Kraus, E.D. Prince, E. Rodríguez-Marín and D. H. Secor, (2007). Life history and stock structure of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Rev. Fish. Sci.*, 15(4): 265 - 310
- Rounsefell, G.A. and J.L. Kask, (1945). How to mark fish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 73: 320-363.
- Rounsefell, G.A. and E. H. Dahlgren, (1933). Tagging experiments on the Pacific herring, *Clupea pallasii*. *ICES, J. Conseil.*, 8: 371-384.
- Russell, F.S., (1976). *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Eds. Academic Press, London. 524 pp.
- Sánchez, F., (1993). Las comunidades de peces de la plataforma del Cantábrico. *Pub. Esp. Inst. Esp. Oceanogr.*, 13. 137 pp.
- Sánchez, F. y J. Gil, (1995). Influencia de anomalías térmicas de mesoescala sobre la distribución de peces demersales. In *Actas del IV Coloquio Internacional de Oceanografía del Golfo de Vizcaya*, pp. 49-54. Ed. by O. Cendrero and I. Olaso. Inst. Esp. Oceanogr., Santander.
- Sánchez, F., M. Blanco and R. Gancedo, (2002). *Atlas de los peces demersales y de los invertebrados de interés comercial de Galicia y el Cantábrico*. Otoño 1997-1999. CYAN, Proyectos y Producciones Editoriales (Ed.), Madrid. 158 pp.
- Santos, M.B., R. Fernández, A. López, J.A. Martínez and G. J. Pierce, (2007). Variability in the diet of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Galician waters, north-western Spain, 1990-2005. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 87: 231-241.
- Santos, M. B., G. J. Pierce, A. López, J. A. Martínez, M., T. Fernández, E. Ieno, E. Mente, C. Porteiro, P. Carrera and M. Meixide, (2004). Variability in the diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) in Galician waters 1991-2003 and relationship with prey abundance. *ICES CM* 2004/Q: 09. 40 pp.
- Silva, M. A., (2001). Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 87: 231-241.
- Skomal, G. B. and L. J. Natanson, (2003). Age and growth of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.*, 101: 627-639.
- Sobrinho, I. and J. Gil, (2001). Studies on age determination and growth pattern of the red (blakspot) seabream [*Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768)] from the Strait of Gibraltar (ICES IXa/SW Spain): Application to the species migratory pattern. *NAFO SCR* 01/87. 5 pp.
- Sociedad Española de Cetáceos-SEC, (2007). Todos por la Mar. Edita: Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 296 pp.
- Solá, A., L. Motos, C. Franco and A. Lago de Lanzós, (1990). Seasonal occurrence of pelagic fish eggs and larvae in the Cantabrian Sea (VIIIc) and Galicia (IXa) from 1987 to 1989. *ICES CM* 1990/H: 26. 38 pp.
- Springer, S., (1979). A revision of the catsharks, family Scyliorhinidae. *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.*, 422. 147 pp.
- Stevens, J. D., (1976). First results of shark tagging in the North-east Atlantic, 1972-1975. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 56: 929-937.
- Stunkard, D., (1962). *Caballerocotyla klawei* sp. N., a monogenetic trematode from the nasal capsule of *Neothunnus macropterus*. *J. Parasitol.*, 48: 883-890.
- Thomson, J. M., (1963). The tagging and marking of marine animals in Australia. *Spec. Publ. ICNAF*. (4): 50-58.
- Thorsteisson, V., (2002). Tagging methods for stock assessment and research in fisheries. Report of Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Reykjavik. 183 pp.
- Tortonese, E., (1956) Fauna d'Italia. X. Leptocardia, Ciclostomata, Selachii. Ed. Calderini. Bologna.
- Uozumi, Y., (1996). An historical review of Japanese longline fishery and albacore catch in the Atlantic Ocean. *Col. Doc. Sci. Pap. ICCAT*, 43: 163-170.
- Uriarte, A. (coordinador). (1999). Final report of spatial pattern of migration and recruitment of North East Atlantic mackerel. *Project, Contract EU, DG XIV, Study contract* No. 96-035. Instituciones europeas participantes: AZTI, IEO, IPIMAR, IMR, FRC.
- Uriarte, A., P. Alvarez, S. Iversen, J. Molløy, B. Villamor, M.M. Martins and S. Myklevoll, (2001). Spatial pattern of migration and recruitment of North East Atlantic Mackerel. *ICES CM* 2001/O: 17. 40 pp.
- Uriarte, A. and P. Lucio, (2001). Migration of adult mackerel along the Atlantic European shelf edge from a tagging experiment in the south of the Bay of Biscay in 1994. *Fish. Res.*, 50 (1-2): 129-139.
- Valeiras, J., J. A. Camiñas, R. Santiago, A. J. Frías and R. Faraldo, (2000). Loggerhead turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) biological data in Western Mediterranean Sea. In: Desfilis E, Font, E. and Roca, V. (eds). *Proceedings of 6th Portuguese-Spanish*
- Valeiras, X., J.M. de la Serna, D. Macías, M. Ruiz, S. García-Barcelona, M.J. Gómez and J.M. Ortíz de Urbina, (2008). Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius*) in western Mediterranean sea. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 62 (4): 1112-1121.
- Vas, P., (1990). The shark catch of 1978 in the western English Channel. *Environ. Biol. Fish.*, 29: 315-317.
- Velasco, F. and I. Olaso, (1998). European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758) feeding in the Cantabrian Sea: seasonal, bathymetric and length variations. *Fish. Res.*, 38: 33-44.
- Villamor, B., P. Abaunza, P. Lucio and C. Porteiro, (1997). Distribution and age structure of mackerel (*Scomber scombrus*, L.) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*, L) in the northern coast of Spain, 1989-1994. *Sci. Mar.*, 61 (3): 345-366.
- Villamor, B., P. Abaunza and A. C. Fariña, (2004). Growth variability of mackerel (*Scomber scombrus*) off north and north-west Spain and a comparative review of the growth patterns in the northeast Atlantic. *Fish. Res.*, 69: 107-121.

Villamor, B., (2007). La caballa (*Scorpaenopsis scorpaenoides*, L. 1758) del Atlántico Nordeste: Estudio Biológico y de la Población en aguas del Norte y Noroeste de la Península Ibérica. Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria. 260 pp.

Walton, I. and C. Cotton, (1989). *The compleat angler or the contemplative man's recreation*. Little Brown, Boston. 230 pp.

Wendt, C.A.G. and R.L. Saunders, (1973). Changes in carbohydrate metabolism in young Atlantic salmon in response to various forms of stress. International Atlantic Salmon Symposium, 1973, 55-82.

Wheeler, A., (1978). Key to the fishes of northern Europe. Publ. Frederick Warne. Ltd. London. 350 pp.

Whitehead, P. J. P., M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese. (1986a). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. II. UNESCO, Paris. 1007 pp.

Whitehead, P. J., M. L., Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese, (1986b). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. III. UNESCO, Paris.

Wilson, R. C., (1953). Tuna marking, a progress report. *Calif. Fish Game*, 39: 429-442.

Xunta de Galicia, (2003). Workshop de repoblación o mejora de stocks en las rías gallegas. Informe técnico interno de la Consellería de Pesca de Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia e Instituto Español de Oceanografía de Vigo, Mayo 2003. 52 pp.

Yukhov, V. L., (1972). The range of fish of the genus *Dissostichus* (Family Nototheniidae) in the Antarctic waters of the Indian Ocean. *J. Ichthyol.*, 12: 346-347.

Zavala-Camin, L. A., (1977). Distribución del patudo (*Thunnus obesus*) en el sudeste y sur del Brasil (1969-1977). *B. Inst. Pesca. Sao Paulo*, 5(1): 40-50.

WEBS

De algunos Centros de Investigación citados es esta guía y Organismos donde se llevan a cabo proyectos relacionados con el marcado de especies marinas:

Instituto Español de Oceanografía

www.ieo.es

Centro tecnológico experto en Investigación Marina y Alimentaria del País Vasco

www.azti.es

Instituto Francés de Investigación para la exploración del Mar

www.ifremer.fr

Instituto de Investigación de la Pesca y del Mar en Portugal

www.ipimar-iniap.ipimar.pt/

Marcado y seguimiento de tortugas marinas

www.seaturtle.org/tracking

Centro de Medio Ambiente, Pesca y Acuicultura en el Reino Unido (CEFAS)

www.cefas.co.uk

Programa de marcado en el Reino Unido

www.ukshark.co.uk

Programa de marcado en Irlanda (CFB)

www.cfb.ie/fisheries_research/tagging

Programa de marcado en Irlanda (BIM)

www.bim.ie

Consejo Internacional para la Exploración del Mar

www.ices.dk

Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico

www.iccat.int

Programa de marcado de tiburones en Estados Unidos (NMFS)

www.na.nefsc.noaa.gov/sharks

Marcado de túnidos en el océano Índico (RTTP-IO)

www.rttp-io.org

Marcado de túnidos en el Pacífico central y oeste

www.spc.int/oceanfish/html/tag/index.htm

Informe sobre métodos de mercado para evaluar stocks

www.hafro.is/catag

De compañías y empresas dedicadas al desarrollo de marcas y tecnología de marcado:

www.star-oddi.com

www.hallprint.com

www.floytag.com

www.nmt.us

www.wildlifecomputers.com

www.sea-technology.com

www.lotek.com

www.vemco.com

www.microwavetelemetry.com

www.ocean-net.info

www.oceantrackingnetwork.org

Otras webs de interés:

Sistema de información y base de datos de peces a nivel mundial

www.fishbase.org

Información científica y base de datos bibliográfica sobre tiburones

www.elasmoworld.com

Lista roja de especies amenazadas

www.redlist.org

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

www.iucn.org

Información sobre Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación

www.fao.org/fishery/es

Información sobre Política Pesquera Común de la UE

http://ec.europa.eu/fisheries/index_es.htm

Glosario de acrónimos y siglas

ANADROMOS

Peces diadromos que se pasan casi toda la vida en el mar y entran en los ríos a reproducirse (salmón, trucha de mar, alosa, lampreas de mar, esturiones).

ARGOS

Sistema mundial de localización y de recopilación de datos basado en satélites que recogen, procesan y distribuyen datos medioambientales de plataformas fijas y móviles por todo el planeta. Lo que hace único a este sistema es la habilidad de localizar geográficamente la fuente de los datos en cualquier punto del globo.

AZTI

Centro tecnológico experto en Investigación Marina y Alimentaria del País Vasco.

ARTEJO

Cada uno de los segmentos móviles que forma un apéndice en los artrópodos.

BENTÓNICO

Organismo acuático que vive en estrecho contacto con el fondo.

BIOTELEMETRIA

Ciencia aplicada a la biología, que permite medir magnitudes físicas y químicas desde una posición distante al lugar donde se produce el fenómeno.

CATADROMOS

Peces diadromos que se pasan casi toda la vida en agua dulce y emigran al mar para la reproducción (anguilas, salángidos, geláxidos, retropínidos).

CARDÚMEN

Grupo de peces que nadan juntos. Los cardúmenes, bancos o manchas de peces suelen estar formados por peces de la misma especie y edad o talla.

CCA

Corriente circumpolar antártica

CCAMLR Ó CCRVMA (español)

Convección para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos

CEFAS

Centro de Medio Ambiente, Pesca y Acuicultura en el Reino Unido

CEFALOTÓRAX

Región anterior del cuerpo que comprende cabeza y tórax.

CICLO VITAL

Resumen de todo el ciclo vital de la especie, describiendo el nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte del individuo.

CLASE ANUAL

El conjunto de peces nacidos en un año determinado. También peces de la misma cohorte.

CNES

Centro Nacional de Estudios Espaciales. Organismo gubernamental francés.

COMPOSICIÓN POR EDAD

Término que se suele utilizar mucho en biología pesquera y es la proporción de peces de diferentes edades o grupos de edad en el stock o en la captura.

DACTILOPODIO

Séptimo y último artejo de un apéndice.

DEMERSAL

Organismo que tiene estrechas relaciones de vida y comportamiento con el fondo pero no de manera exclusiva.

DIADROMOS

Peces verdaderamente migratorios que se mueven entre el agua de mar y el agua dulce.

EPIBIONTE: Organismo no parásito que vive sobre otro organismo, (por ejemplo crustáceos sobre el caparazón de una tortuga).

EPIPELÁGICO

Especie que vive o se alimenta en la zona del mar alejada de la costa, comprendida entre los 100 y los 200 m de profundidad

ESPERMATÓFOROS

Especie de cápsulas que contienen espermatozoides, muy extendida en los cefalópodos y artrópodos

ESTATOLITO

Estructura calcárea compuesta de carbonato cálcico en su forma de aragonita, que se aloja en el cerebro de los cefalópodos. Su función es el mantenimiento del equilibrio, control de la aceleración lineal, rotación y balanceo del cuerpo.

HECTOCÓTILO

Tentáculo de los cefalópodos que generalmente está modificado en su extremo para transferir el esperma a la hembra.

ILICIO

Primer radio de la aleta dorsal de los rapas y familia Lophidae que se caracteriza por estar modificado en una especie de filamento pescador que utiliza el animal para capturar a sus presas.

ICCAT Ó CICAA

Comisión Internacional para la Conservación de Atunes y especies afines en el Atlántico Norte.

ICES Ó CIEM

Consejo Internacional para la exploración del Mar.

IFREMER

Instituto Francés de Investigación para la exploración del Mar.

INDNR

Pesca ilegal no declarada y no reglamentada.

IPIMAR

Instituto de Investigación de la Pesca y del Mar en Portugal.

LARVA FILOSOMA

Nombre que recibe el primer estadio larvario de algunas crustáceos.

LARVA PUERULUS

Larva de crustáceos cuyos rasgos morfológicos son idénticos a los del adulto.

LÍNEA EPÍMERA

Línea de unión o sutura entre los segmentos abdominales.

LH O LF (longitud mandíbula-horquilla o longitud mandíbula-furca)

Medida usada de forma habitual y estándar para las especies de túnidos y afines. Es la proyección de una medida corporal en línea recta entre el borde de la mandíbula superior (atunes) o inferior (pez espada) y la horquilla de la aleta caudal.

MESOPELÁGICO

Especie que vive y/o se alimenta en aguas oceánicas a profundidades entre 200 y 1.000 metros.

MUDA (ecdísis)

Renovación periódica del exoesqueleto (ó caparazón).

NOAA

Administración Nacional Americana Oceánica y Atmosférica.

OTOLITO

Pequeñas estructuras óseas de carbonato cálcico y aragonito, que se encuentran alojados en el oído interno de los peces. Estas estructuras forman parte del órgano del equilibrio en los peces óseos. Muestran una estructura alternante de deposición de materia orgánica y mineral de forma regular en el tiempo, lo que permite su empleo para saber la edad del pez.

PARALARVA

Larva cuyos rasgos morfológicos son iguales a los adultos.

PEREÍÓPODO

Apéndice torácico que utilizan los crustáceos para andar, están formados por 7 artejos o articulaciones.

PERITONEO

Membrana que recubre el estómago.

PLÁNCTON

Conjunto de organismos acuáticos animales y vegetales que viven en suspensión en el agua, a merced de las corrientes.

PROPODIO

Artejo de un apéndice (situado entre el carpopodio y el dactilopodio. En algunos casos esta provisto de una prolongación llamada dedo fijo, que al oponerse al dactilopodio, forma la quela.

PTERIGÓPODO

En los elasmobranquios, apéndices externos que poseen los machos, los cuales son una modificación de las aletas pelvianas, y sirven para introducirlos en la cavidad cloacal de la hembra y fertilizarla.

PLASTRÓN

Caparazón que cubre el vientre de las tortugas. Al caparazón superior, que cubre su espalda o parte superior se le denomina espaldar.

QUELA (pinza)

Parte terminal de algunos miembros, con forma de pinza, producida por la oposición del dedo fijo del propodio con el dactilopodio.

RMIC

Reserva Marina de las Islas Columbretes.

SEMELPARA

Capacidad de las especies de reproducirse una sola vez durante su vida, reduciendo así la posibilidad de aporte genético a la población.

TERMOCLINA

Gradiente vertical brusco de temperatura que se produce por la mezcla de aguas frías y calientes. Es aquella zona de la capa superficial del océano en la cual la temperatura del agua del mar tiene una rápida disminución en sentido vertical, con poco aumento de profundidad.

TRANSPONDEDOR

Aparato que transmite una señal acústica únicamente cuando es activado a su vez por otra señal acústica.

TRANSDUCTOR

Cristal de cerámica a través del cual las ondas ultrasónicas se emiten y reciben.

VEJIGA NATATORIA

Órgano de flotación que poseen muchos peces. Se trata de una bolsa de paredes flexibles, llena de gas, situada dorsalmente por debajo de la columna vertebral y por encima del tubo digestivo. Controla la flotabilidad mediante un complejo sistema de intercambio gaseoso con la sangre, y permite al pez ascender o descender en el agua sin necesidad de utilizar la musculatura.

Apéndice

Algunos conceptos básicos sobre las ondas y la biotelemedría

Las ondas

Existen muchos tipos de ondas, tales como las ondas de radio, la luz, la radiación del calor, las ondas sobre la superficie de un lago, etc. y se pueden clasificar según distintos criterios, pero básicamente se puede distinguir entre ondas electromagnéticas y ondas acústicas. Además de su naturaleza, la principal diferencia entre ambas es que las ondas acústicas necesitan un medio de propagación, sólido, líquido o gaseoso, mientras que las ondas electromagnéticas se pueden propagar en el vacío.

Las ondas acústicas viajan habitualmente a velocidad constante, que depende del medio y de las condiciones ambientales tales como la temperatura. A temperatura ambiente la velocidad del sonido en el aire es $c = 345$ m/s. Esto significa que para recorrer una distancia de 345 m el sonido demora 1 s. En el agua el sonido viaja más de 4 veces más rápido que en el aire. Cuando hay gradientes de temperatura (variaciones de temperatura entre dos zonas), tal como sucede entre puntos distantes algunos cientos de metros, o que se encuentran a diferentes alturas, el camino que sigue el sonido es curvilíneo en lugar de recto.

En realidad, la mayoría de las ondas son el resultado de muchas perturbaciones sucesivas del medio, y no sólo de una. Cuando dichas perturbaciones se producen a intervalos regulares y son todas de la misma forma, estamos en presencia de una onda periódica, y el número de perturbaciones por segundo se denomina frecuencia de la onda. Se expresa en Hertz (Hz), es decir ciclos por segundo (un ciclo es todo lo que sucede durante una perturbación completa). En el caso de las ondas sonoras la frecuencia está entre 20 Hz y 20.000 Hz. Las ondas acústicas de menos de 20 Hz se denominan infrasonidos, y los de más de 20.000 Hz se llaman ultrasonidos. Por lo general, ni unos ni otros son audibles por el ser humano. Como resultaría poco práctico representar siempre en ciclos por segundo frecuencias con números muy grandes, se recurre a múltiplos así:

Kilohercio	= kHz	=	1.000 Hz
Megahecio	= MHz	=	1.000.000 Hz
Gigahecio	= GHz	=	1.000.000.000 Hz

El análisis de la Figura 1 permite observar varias definiciones muy útiles para clasificar las ondas y establecer las diferencias que hay entre ellas.

Tabla 1. Espectro electromagnético, con sus longitudes de onda, frecuencias y energías de fotón, ordenados de mayor a menor a mayor longitud de onda.

	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	< 10 pm	>30.0 EHz	>19.9E -15 J
Rayos X	< 10 nm	>30.0 PHz	>19.9E -18 J
Ultravioleta Extremo	< 200 nm	>1.5 PHz	>993E -21 J
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz	>523E -21 J
Luz Visible	< 780 nm	>384 THz	>255E -21 J
Infrarrojo Cercano	< 2.5 μm	>120 THz	>79.5E -21 J
Infrarrojo Medio	< 50 μm	>6.00 THz	>3.98E -21 J
Infrar rojo Lejano/ submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz	>199E -24 J
Microondas	< 30 cm	>1.0 GHz	>1.99e -24 J
Ultra Alta Frecuencia Radio	<1 m	>300 MHz	>1.99e -25 J
Muy Alta Frecuencia Radio	<10 m	>30 MHz	>2.05e -26 J
Onda Corta Radio	<180 m	>1.7 MHz	>1.13e -27 J
Onda Media (AM) Radio	<650 m	>650 kHz	>4.31e -28 J
Onda Larga Radio	<10 km	>30 kHz	>1.98e -29 J
Muy Baja Frecuencia Radio	>10 km	<30 kHz	<1.99e -29 J

m = metros

μ = micrometros = 10^{-4} m

nm = nanómetros = 10^{-8} m

pm = picometros = 10^{-12} m

De esta forma se pueden clasificar las ondas indistintamente según la frecuencia o longitud de onda (Tabla 1).

La biotelemetría

La biotelemetría es la aplicación de la telemetría al campo de la biología. La palabra telemetría procede de las palabras griegas tele (lejos) y metro (medida). La telemetría es una tecnología que permite medir magnitudes físicas y químicas desde una posición distante al lugar donde se producen los fenómenos cuando existen limitaciones de acceso y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza generalmente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etc.).

La telemetría se utiliza en múltiples de campos, tales como la exploración científica con naves tripuladas o no (naves espaciales, submarinos, aviones de reconocimiento y satélites), también en grandes sistemas como las plantas químicas, centrales nucleares o embalses, debido a que facilita la monitorización automática y el registro de las mediciones, así como el envío de alertas, con el fin de que el funcionamiento sea seguro y eficiente. Una de las principales aplicaciones de la telemetría, quizá la más conocida, es la meteorología. Los equipos instalados en sondas y globos meteorológicos permiten obtener medidas de las capas altas de la atmósfera y realizar mapas que ayudan a predecir el clima.

Los equipos de telemetría obtienen la información mediante transductores que transforman las magnitudes físicas a medir en señales eléctricas equivalentes, que son enviadas al punto de observación mediante ondas eléctricas para su recogida y análisis.

Dentro de este campo, cada vez más amplio de aplicaciones, se encuentra la utilización de la telemetría en la pesca y la acuicultura, con la colocación de diminutos transmisores en algunos ejemplares de la población de peces u otros organismos marinos (marcas electrónicas). Estos aparatos miden diversas variables y transmiten la información a los centros de recepción. Con esta técnica se puede medir la temperatura corporal de los peces, su frecuencia cardiaca o la velocidad de nado. Se puede determinar, asimismo, la intensidad de la luz que percibe el pez, la ruta exacta de sus desplazamientos, la temperatura del agua o la orientación del cuerpo del pez respecto a su centro.

Esta información permite obtener una imagen más completa del comportamiento del pez, el estado de los ecosistemas donde vive y sus reacciones a los estímulos externos, incluida la actividad humana y deducir las medidas apropiadas de gestión con los datos obtenidos.

Agradecimientos

Queremos agradecer a todo el sector pesquero y, en particular, a marineros, patrones de pesca, personal de las lonjas, muestreadores, cofradías de pescadores y asociaciones de pesca, su colaboración y apoyo en la realización de estos estudios. También agradecemos a los observadores, así como a la tripulación de los barcos en que se han llevado a cabo campañas de mercado, su gran profesionalidad y el interés mostrado en la realización de las mismas.

Gracias a todos por comunicarnos la recaptura de ejemplares marcados y proporcionarnos la información correspondiente, sin esta ayuda muchos de los resultados que aquí se presentan no hubieran sido posibles.

