

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).

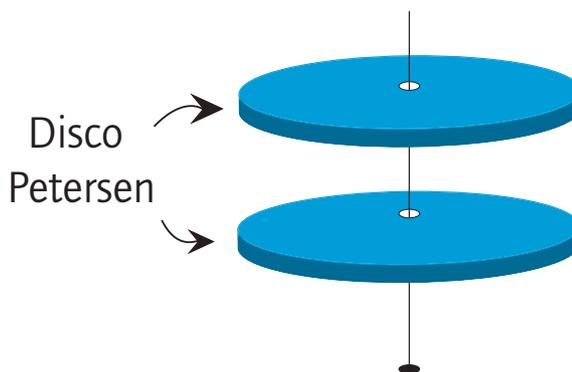


Figura 1.1. Esquema del disco de Petersen.

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

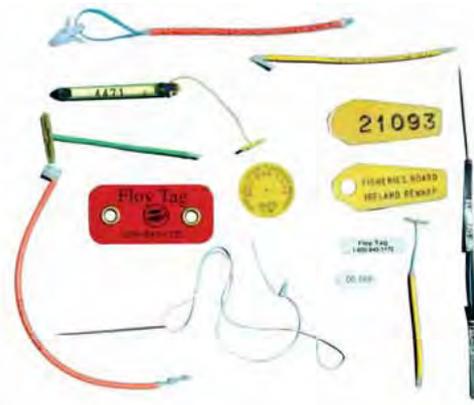


No existe un único tipo de marca y por lo tanto una única técnica de marcado que sea apropiada para todas las especies, ni para todas las etapas de vida de una especie en particular. Por el contrario, existen varios tipos de marcas cuya elección dependerá de la especie en cuestión y de los objetivos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