

## 4.6 Mercado

Actualmente muchos organismos en el mundo entero están marcando túnidos y marlines allí donde se encuentren, y tanto pescadores como quienes tratan en túnidos tienen oportunidad de encontrar peces marcados. ICCAT ha desarrollado un programa conjunto, internacional, de marcado en el Atlántico y mares adyacentes. Un cierto número de países miembros participan en el programa y liberan muchos túnidos, afines y marlines marcados con marcas “convencionales” o bien con marcas electrónicas de varios tipos (transmisores acústicos, marcas-archivo, marcas-archivo “pop-up”, apartado 4.7). Los túnidos y marlines se marcan para obtener información sobre sus movimientos, migraciones, estructura del stock, crecimiento, tamaño de la población, mortalidad, comportamiento en cardumen y fisiología, que permita investigar las repercusiones de varios tipos de pesca sobre los peces y las pesquerías.

Marcas estos peces, grandes y muy activos, no resulta fácil, y quienes tengan escasa experiencia en este tipo de trabajo podrán aprovechar la de aquellos que llevan tiempo llevándolo a cabo.

Para que este programa tenga éxito, es esencial contar con la colaboración tanto de pescadores como de industriales en la recuperación de las marcas. Podría haber sustanciosas recompensas para una marca recuperada, en particular si se trata de una marca electrónica. Estas recompensas las pagan las agencias de investigación involucradas en la campaña de marcado. Además, para fomentar la recuperación de marcas, ICCAT celebra loterías anuales (véase el apartado 4.6.4). Muchas de las marcas devueltas van acompañadas de datos incompletos o bien llegan sin dato alguno, por lo que es obvio que se necesitan mejores sistemas de recopilación de información sobre los peces marcados y recuperados.

Esta sección del Manual de Operaciones es un resumen de los métodos aplicados en el marcado de túnidos y marlines y para asegurar la devolución de las marcas recuperadas, junto con la adecuada información.

### 4.6.1 Experimentos de marcado en la evaluación y ordenación de stocks de túnidos en el área ICCAT

Los túnidos son muy apreciados tanto por los pescadores comerciales como por los deportivos. Pero su tamaño y la velocidad de sus movimientos hacen que resulte difícil estudiar su comportamiento y su biología, en especial cuando se encuentran libres en su medio natural. La fisiología termorreguladora y su tamaño les permiten desplazarse entre aguas polares y aguas templadas o tropicales durante semanas o meses. No obstante se conoce bastante poco sobre la vida y movimientos de los túnidos, dónde se reproducen o cual es la estructura de su población. Esta falta de conocimientos ha ido acompañada de un fuerte descenso, acaecido recientemente, del tamaño en algunos stocks de túnidos (por ejemplo, el atún rojo del Atlántico). El informe del Comité del US National Research Council (NRC, 1994) sobre la condición del atún rojo del Atlántico señalaba que las actuales investigaciones sobre la biología de la especie eran insuficientes para abordar las principales cuestiones biológicas relacionadas con la ordenación de la pesquería. El informe recomendaba en concreto el uso de nuevos medios, tales como las marcas electrónicas, para resolver la cuestión de la estructura del stock.

Actualmente, ICCAT trata los recursos de atún rojo del Atlántico noroeste y del Atlántico-Mediterráneo nordeste como dos unidades de ordenación separadas. Se considera que existe un stock en el Atlántico este con un área de reproducción en el Mediterráneo y se supone la existencia de un segundo stock en el Atlántico oeste con un área de reproducción en el Golfo de México (Metcalf *et al.*, 2002). El informe del NRC recomendaba estudiar de nuevo la hipótesis de dos stocks (NRC, 1994). Las principales incertidumbres identificadas en el informe eran la amplitud de los movimientos del atún rojo entre el este y el oeste del Atlántico y dentro de cada zona, la fidelidad a la zona de desove y las repercusiones que estos movimientos transoceánicos tienen sobre la selección de una estrategia de ordenación.

Para entender el ciclo vital del atún rojo y otras especies de túnidos y establecer estrategias efectivas de muestreo, se deben identificar y cuantificar las pautas temporales y espaciales de su movimiento en los océanos. La solución de las cuestiones de estructura del stock de atún rojo atlántico es algo crítico para la ordenación de la especie. Resulta difícil obtener datos sobre las pautas de dispersión de los peces pelágicos con amplias escalas geográficas, porque los medios en el terreno de la analítica de los que se dispone para estudiar a estos peces, cuando están libres en su ambiente natural, son escasos.

Los resultados de estudios de marcado convencional demuestran que todas las clases de talla de atún rojo tienden a realizar travesías trasatlánticas (NRC, 1994). En la actualidad, se precisa de tecnologías para incrementar el volumen de datos sobre el marcado convencional, con el fin de definir mejor los límites geográficos de los stocks. Un problema fundamental en la ordenación de los túnidos, en relación con la fidelidad a la zona de

desove es determinar, respecto a los peces que cruzan el Atlántico, si desovan sólo en una zona (por ejemplo el Golfo de México o el Mediterráneo) o en ambas. Los recientes estudios realizados con marcas electrónicas sobre los movimientos y la estructura de la población de atún rojo atlántico, apoyan la hipótesis de dos stocks y facilitan evidencia de la existencia de diferentes zonas de desove que se solapan en las zonas tróficas. Los resultados revelan también lugares muy activos de desove del atún rojo en el talud norte del Golfo de México (Block *et al.*, 2005).

#### **4.6.2 Programas de marcado**

Muchos organismos dedicados a la investigación llevan a cabo programas de marcado destinados a recopilar datos sobre túnidos y especies afines en diferentes regiones del Atlántico. Se puede encontrar una lista de los programas de marcado recientes y actualmente en marcha en: [www.iccat.int/tagging.htm](http://www.iccat.int/tagging.htm).

ICCAT mantiene inventarios de las marcas colocadas. Los científicos que realizan las campañas de marcado deberían enviar información (tipo de marca, número, zona, arte, fecha, especie, talla, etc.) a ICCAT, para que pueda mantener el inventario al día.

#### **4.6.3 ¿Experimentos de marcado dirigidos o bien oportunistas?**

El enfoque que se dé al marcado de los túnidos dependerá del objetivo del programa de marcado.

Si se trata de promover las actividades de marcado en las pesquerías como medio de incrementar el sentido de responsabilidad respecto a la conservación de las especies (por ejemplo, fomentando que los pescadores deportivos liberen los peces vivos en lugar de matarlos), en ese caso el marcado oportunista es el adecuado, si bien suelen disminuir las probabilidades de obtener datos científicos útiles. Esto se puede aplicar no sólo a dónde y cuántos peces de una población son marcados (ya que no se establecen metas, en comparación con los objetivos científicos), sino que también puede tener como resultado unas tasas de recuperación escasas, bien porque los peces no se manipulan con el cuidado necesario para asegurar una larga supervivencia tras el marcado o, más probable, porque no se ha prestado la atención suficiente a establecer un buen programa de recuperación de marcas, y no se ha hecho la publicidad adecuada o suficiente sobre la liberación de peces marcados y/o no existe un sistema estructurado para enviar detalles de la recaptura a quienes han marcado los peces y para el pago de recompensas. Una buena recuperación de peces marcados y los datos precisos sobre la recaptura, son la clave del éxito de cualquier programa de marcado.

Esta consideración indica que los programas de marcado deben planificarse con esmero, estableciendo objetivos claros (por ejemplo, estimación de la abundancia de la población, estimación de las tasas de mortalidad, identificación de stocks/rutas de migración, evaluación de quienes explotan un stock determinado, etc.).

Al planificar un programa de marcado es importante tener una idea del tamaño del “stock”, la amplitud de su distribución geográfica y sobre las posibles tasas de recuperación de marcas. Estos factores son importantes para estimar cuantos peces deben marcarse, dónde y cuándo, a fin de obtener un resultado sólido desde el punto de vista estadístico. Es igualmente importante saber quienes tienen probabilidades de pescar esos peces, saber también si son adecuados para efectuar el marcado o bien si es preciso realizar pesca experimental para marcar un número suficiente de peces en el lugar o lugares apropiados.

#### **4.6.4 Recuperación de marcas, publicidad y recompensas**

Los experimentos de marcado suelen ser costosos y requieren el uso de barcos, personal experimentado y, si se emplean marcas electrónicas, el despliegue de dispositivos caros. Es por lo tanto imprescindible emplear los recursos suficientes para lograr que los pescadores devuelvan las marcas junto con los detalles de su recaptura y, si es posible, el cuerpo del pez. Estas consideraciones cobran más importancia allí donde el precio de los túnidos es alto. Suele ocurrir, sobre todo en el marcado oportunista, que los programas de marcado no tengan todo el éxito esperado porque no se han asignado suficientes recursos a la publicidad y a las recompensas para asegurar un máximo de recuperación de marcas.

##### *Publicidad y recompensas*

El número de marcas recuperadas aumentará considerablemente con una buena publicidad y un sistema de recompensas, junto con un buen programa de estudio de captura/stock (véase más abajo). Los programas de recuperación de marcas incluirán:

- investigación sobre la posible zona geográfica de recuperación de marcas
- publicidad del programa de marcado en la zona geográfica adecuada y en el idioma(s) local(es)
- programas adecuados de rastreo de marcas y muestras con un tamaño suficiente
- instrucciones claras a los pescadores
- un incentivo para declarar las marcas y enviar información

#### *Investigación sobre la probable zona geográfica de recuperación*

Los programas de marcado deben tener en cuenta la posibilidad de la recaptura de peces marcados. En las pesquerías marinas, la zona de la misma puede ser muy grande si bien se puede reducir mucho con información de apoyo procedente de los datos de captura o bien de anteriores estudios de marcado. Respecto al marcado electrónico, se deben realizar encuestas previas al marcado, con marcas convencionales, para obtener una estimación aproximada de dónde se recuperarán las marcas electrónicas y por parte de qué pesquerías. Después, se pueden aplicar técnicas de pesca estándar para recuperar las marcas o bien las capturas se pueden rastrear de forma similar a las marcas convencionales.

#### *Publicidad del programa de marcado*

Inicialmente, los objetivos, el tipo de marca, el tipo de marca secundario (si se usa) y las recompensas (si las hay) deben publicitarse con claridad. Las personas que potencialmente podrían recuperar las marcas o enterarse de que se ha producido tal recuperación (pescadores, manipuladores de pescado, pescadores deportivos, etc.) deben estar informados de la posible presencia de marcas de interés científico en los peces que manipulan. Es importante insistir acerca de la importancia científica del programa de marcado y el valor de los datos registrados en las marcas electrónicas (si se usan), así como sobre las ventajas que ofrecen los datos en la conservación y, posiblemente, en la mejora de la evaluación y ordenación del stock.

La publicidad puede incluir:

**Anuncios** en periódicos internacionales, nacionales y locales. Si el programa de marcado tiene su base en una localidad, probablemente lo mejor es poner anuncios sólo en los periódicos locales para insistir sobre la probabilidad de que sea allí donde se recapturen los peces.

**Carteles** - Los carteles presentarán los detalles que ayudarán a reconocer un pez marcado (presencia de una marca externa, un corte en la aleta, alguna marca, etc.) y el contacto para la devolución del pez o de la marca. Los carteles se han usado ampliamente en estudios de marcado convencional y electrónico y se han colocado en lugares bien visibles en las plantas de procesamiento y en los puertos pesqueros. El idioma en que se imprime el cartel debe ser adaptado a las regiones donde se prevé la recuperación de marcas.

**Presentaciones públicas** – La experiencia ha demostrado que las relaciones directas entre científicos y pescadores comerciales o con el público en general, mejoran la tasa de recuperación de marcas y dejan una impresión más duradera sobre los objetivos del programa. Las presentaciones públicas han de estar dirigidas a pescadores y organizaciones pesqueras, procesadores, grupos locales representativos y a todos los usuarios del recurso en estudio. El contacto directo con pescadores y otros contactos locales por medio de entrevistas, permiten dirimir las cuestiones oportunas con celeridad y establece un diálogo útil entre los científicos y el público en general.

**Refuerzo posterior** – El reforzamiento, tanto del mensaje como de los contactos originales ha resultado eficaz en la obtención de marcas que de otro modo se hubiesen perdido, en particular si las marcas pueden recuperarse durante más de una temporada de pesca.

#### *Programas de rastreo de marcas y tamaño de la muestra*

Incluso cuando la zona general de actividad ha sido identificada, sigue existiendo el programa de la recuperación de marcas. En las pesquerías marinas, donde el tamaño de los cardúmenes puede ser grande en relación con el número de peces marcados, será preciso capturar un gran número de peces para asegurar la recuperación de una sola marca. Por ello, en general, los programas de marcado están normalmente asociados con pesquerías comerciales, en las que se dispone de grandes cantidades de peces para su examen. Lo ideal sería poder examinar toda la captura en busca de marcas. Si esto no es posible, se debe examinar una porción suficiente de la captura. Los números dependerán del tamaño estimado de los cardúmenes, su distribución temporal y geográfica y el

número de peces marcados y liberados inicialmente. Se pueden obtener grandes mejoras si se pueden examinar capturas completas, de forma rutinaria, en busca de marcas a bordo de pesqueros o en las plantas de proceso. Esto podría estar a cargo de personal científico en el puerto, por observadores científicos a bordo de los barcos o bien por algunos pescadores especialmente entrenados.

#### *Instrucciones claras a pescadores y manipuladores*

Las instrucciones sobre la extracción de las marcas y acerca de los procedimientos a seguir para recoger la información pertinente, o para conservar el pez, deben darse mucho antes del periodo de marcado y después, insistir en ellas en el curso de las operaciones de pesca. En el caso de algunos programas de investigación, podría ser importante recuperar los cuerpos de los peces para investigar su crecimiento y condición, o bien determinar si ha desovado. En el curso de operaciones intensivas de pesca comercial y en plantas procesadoras con gran volumen de trabajo, la recuperación de marcas no debe interferir demasiado con las tareas ni con las operaciones comerciales. Si la extracción de la marca es algo sencillo, se obtendrá mayor colaboración de los pescadores o manipuladores que tengan más oportunidades de entrar en contacto con los peces marcados. Esto se puede hacer por contrato o bien por el pago de una cierta cantidad por las marcas recuperadas. En algunos casos, el tiempo de que disponen los pescadores o los manipuladores para extraer las marcas es escaso y sería mejor confiar la tarea de examinar los desembarques en busca de peces marcados a personal técnico entrenado.

#### *Incentivo para declarar las marcas*

Los datos de marcado son valiosos, en particular si se trata de marcas electrónicas, ya que los datos registrados por una sola marca-archivo pueden tener gran importancia. Por lo tanto, conviene ofrecer un buen incentivo a la devolución de marcas, sobre todo si depende de pescadores comerciales o de manipuladores. A continuación se presentan los incentivos que se han usado en el caso de las marcas convencionales, con más o menos éxito.

##### **(a) Recompensas monetarias**

Esta es una costumbre ya antigua, aunque resulta difícil decidir cual sea el importe adecuado. Si se trata de recuperar marcas transmisoras para usarlas de nuevo, la recompensa debe ser inferior al costo de reemplazar la marca. Respecto a las marcas que almacenan datos, la recompensa se decidirá de acuerdo con el costo del programa de marcado, la importancia de los datos y el esfuerzo necesario para conseguir recuperaciones de marcas, aunque esto puede ser difícil de estimar en términos directos de coste/beneficio. ICCAT ofrece una recompensa de 1.000 \$USA por la devolución de cada marca-archivo implantable y 500\$ USA por cada marca archivo externa pop-up por satélite en sus programas de marcado de atún rojo y marlines atlánticos (Prince y Cort, 1997).

##### **(b) Regalos**

Con frecuencia se prefieren los regalos ya que son más fáciles de administrar y también más aceptados, sobre todo si tienen “popularidad”. En muchas partes del mundo se ofrecen camisetas, sudaderas, insignias y gorros, todo lo cual se presta al coleccionismo.

##### **(c) Información**

Con frecuencia, el aliciente para devolver marcas aumenta si se ofrece información a la persona que recupera la marca, en particular si esa persona trabaja en la industria pesquera. En general, la información consistiría en un prospecto en el cual se detallan los objetivos del estudio de marcado, detalles sobre el pez marcado y recuperado e información acerca de los resultados globales del programa.

##### **(d) Reconocimiento**

La publicación de una lista de personas que hayan recuperado marcas en un instituto o en un boletín de pesca, sirve con frecuencia para dar publicidad al programa de marcado y fomentar la devolución de marcas.

##### **(e) Torneos y loterías**

Como incentivo general, una lotería puede resultar útil para aumentar las tasas de devolución de peces marcados. ICCAT celebra loterías anuales. Se hacen tres sorteos: para marlines, túnidos de aguas templadas y túnidos tropicales con un premio de 500 \$USA para cada ganador. La lotería de marcas de ICCAT tiene lugar en el curso de la reunión anual del SCRS.

#### **4.6.5 Métodos de captura de peces**

Existen muchos métodos para capturar túnidos vivos que pueden ser adecuados en programas de marcado y

liberación, tanto con marcas convencionales como electrónicas, que incluyen pesca con liña, con red o con almadraba. Los peces se pueden marcar al cabo de segundos o minutos de su captura y en la misma secuencia de la pesca (barcos de cebo, curricán o artes deportivos), o bien puede pasar más tiempo entre la captura y el marcado, y este no tiene lugar en la misma secuencia de su captura (cerco, almadraba, redes de enmalle o palangre). Se obtienen mayores éxitos en experimentos en los cuales el pez se marca a los pocos segundos o pocos minutos de su captura. Las tasas de devolución de tñidos marcados capturados por el cerco son inferiores a las de los tñidos marcados capturados por los barcos de cebo, y estas tasas van en descenso a medida que aumenta en tiempo que pasa el pez en la red antes de ser marcado y liberado (Bayliff, 1973). En algunos casos al menos, grandes cantidades de peces marcados y liberados en almadrabas son pescados por las mismas a los pocos días.

Se han desarrollado métodos especiales para capturar y marcar especies de grandes pelágicos, tales como tiburones, tñidos, marlines y peces vela, que son difíciles de manipular y sedar a bordo por su tamaño y fuerza. El principal método es la caña-liña con barcos que usan señuelos con anzuelos especiales sin lengüeta. Los peces se manipulan con rapidez, sin anestesia y se tiene cuidado en no causar daños en la piel, usando cunas de marcado o de medición recubiertas de un plástico blando (Williams, 1992).

#### **4.6.6 Manipulación del pescado**

Una vez capturado, el pez ha de ser manipulado con cuidado. Se marcará, devolverá al agua o liberará lo más deprisa posible, siempre que parezca capaz de moverse hacia delante en el agua. Por el contrario, si el pez parece estar exhausto o muestra signos de estrés (es decir, coloración o heridas obvias) que le impedirían nadar tras la liberación, deben hacerse todos los esfuerzos posibles para reanimarlo (véase Prince *et al.* 2002, para métodos de reanimación de tñidos y marlines). No se debe dejar caer el pez en la cubierta ni permitir que se golpee con el costado del barco o el mamparo. Al cogerlo se mantendrá en posición horizontal y las agallas no se tocarán con los dedos. Sólo se marcarán y liberarán peces que estén en buenas condiciones. Esto es importante no sólo por cuestiones de conservación sino también porque las marcas electrónicas (si se usan) son caras, por lo que es muy importante que el pez sobreviva a largo plazo.

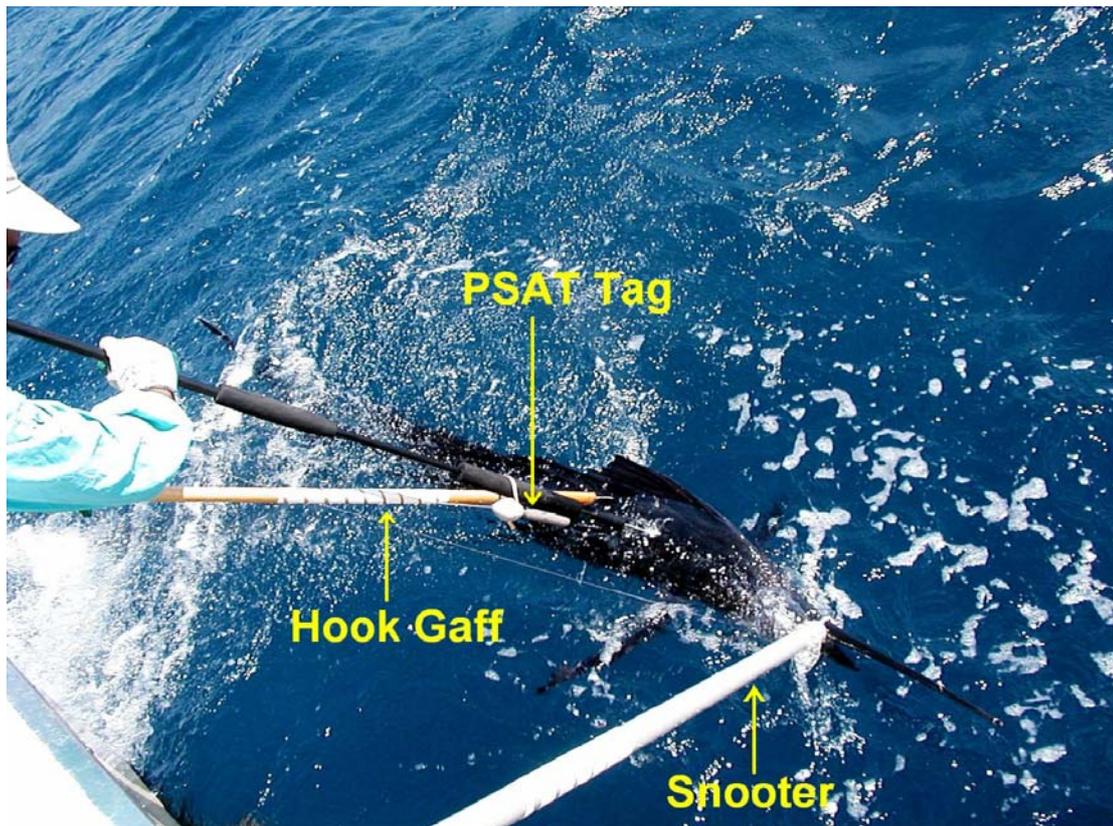
En las tareas sobre el terreno no siempre se dan las condiciones ideales en la manipulación de los peces. Servirse de instalaciones para la recuperación y para poner la anestesia puede resultar difícil por falta de espacio o bien por el mal tiempo en la mar. La persona que realiza el experimento debe pues evaluar las dificultades relativas de aplicar anestesia en relación con el posible trauma y daño causado al manipular un pez **no anestesiado**, aunque podrían primar las consideraciones de tipo legal. Cuando las marcas se pueden aplicar con rapidez y sin daños, con frecuencia la anestesia se substituye por métodos más sencillos para mantener al pez tranquilo durante el marcado, como por ejemplo, taponar los ojos. En general no se aplica anestesia en el marcado de los tñidos o marlines. El proceso de captura es probablemente mucho más estresante y largo que el de colocación de la marca, incluso cuando las marcas son electrónicas, que suelen requerir sólo una operación quirúrgica menor. En vez de ellos, se cubren los ojos del pez lo cual suele mantenerle tranquilo. Se han desarrollado dispositivos especiales para facilitar los procesos y minimizar la manipulación. (Véase más adelante y Block *et al.*, (1991a, 1992b, 1998a), Carey y Robinson (1981), Holland *et al.* (1990a, 1990b), Williams (1992) y Prince *et al.* (2002).

Block *et al.* (1998a) crearon un método de mucho éxito para capturar y manipular el atún rojo atlántico (*Thunnus thynnus*) para colocar marcas-archivo y estudios de seguimiento acústico. Los peces se pescan con aparejos fuertes, de anzuelos circulares y cebo presentado en una vara (“Chunk fishing”), técnica que permite controlar al pez para minimizar su tiempo de lucha. Los peces se izan a bordo del barco de marcado cogiéndolos con un pequeño garfio por la boca, de la punta de la mandíbula inferior, y se empuja al pez a través de la “puerta para tñidos” de la popa, sobre la cubierta y encima de un colchón mojado. Los ojos del pez se cubren inmediatamente con paño suave mojado y las agallas se oxigenan con una manga de agua salada mientras se implanta la marca en la cavidad corporal. Este método es adecuado también en el caso de peces grandes (hasta 250 kg) y el riesgo de dañar el pez escaso. Algo similar se emplea para el atún rojo del sur (Jun *et al.*, 1994).

FAO en su *Fisheries Technical Paper* “Materials and methods for tagging tuna and billfishes, recovering the tags and handling the recapture data” (“Materiales y métodos para marcar tñidos y marlines, recuperar marcas y utilizar los datos de recaptura”) (Bayliff y Holland, 1986), presenta métodos para manipular tñidos y afines que se describen más adelante. También, mas recientemente se ha publicado una guía sobre métodos de marcado para evaluación de stock e investigación de pesquerías, en un informe de un *Concerted Action FAIR project (CATAG)* (Thorsteinnsson, 2002).

### Método “en el agua”

Este método lo emplean los pescadores comerciales y deportivos, así como los científicos, usando marcas archivo convencionales o marcas archivo pop-up por satélite para los peces que son demasiado grandes o demasiado peligrosos para izarlos a bordo (Prince *et al.*, 2002; Ortiz *et al.*, 2003; Prince y Goodyear, 2006). El pez se acerca al costado del barco y la marca se coloca mientras el barco se mueve lentamente, pero sólo después de que el pez está “cansado” hasta el punto de que se ha tranquilizado y es más fácil de manejar. En el pasado, este método se ha considerado a veces menos ventajoso que otros ya que a menudo se produce una falta general de control sobre el pez en el agua y algunos peces están bastante dañados por la lucha sostenida durante su captura. Además, no siempre es fácil medir a los peces con precisión cuando se manipulan con este método. No obstante, se han desarrollado nuevos dispositivos y técnicas de manipulación de los peces con el fin de controlar el pez cuando está al costado del barco y posicionarlos en el agua para garantizar una colocación de la marca segura y adecuada. (Prince y Goodyear, 2006, **Figura 4.6.1**). Además, se han desarrollado métodos innovadores para la reanimación de los túnidos y los marlines utilizando este método, y estos procedimientos aumentan en gran medida la supervivencia de los peces marcados y liberados (Prince *et al.*, 2002). Asimismo los esfuerzos para reanimar a los peces marcados se consideran, cada vez más, críticos para la supervivencia posterior a la liberación (Prince y Goodyear, 2006). En otras palabras, los métodos de marcado en el agua han evolucionado desde un enfoque relativamente primitivo, hasta un enfoque cada vez más sofisticado. Históricamente, este método había demostrado su validez, especialmente para marcar especies menos comunes de istiofóridos, cuando los métodos comerciales de captura son a menudo poco prácticos. En otros casos, el método en el agua es útil cuando no se ha descubierto otro método alternativo para manipular peces muy grandes de forma segura y las recuperaciones de las marcas colocadas con este método han aportado mucho a nuestros conocimientos sobre la biología de los grandes túnidos y marlines (Ortiz *et al.*, 2003). Gran parte de la base de datos de marcado de ICCAT de grandes especies pelágicas está compuesta por datos recopilados utilizando este método, especialmente de los programas de marcado oportunista.



**Figura 4.6.1.** Un lazo (tubo de pvc con un lazo de alambre) y un pequeño arpón con garfio (palo de madera) se utilizan a la vez para controlar este pez vela del Atlántico y garantizar la colocación precisa y segura de una marca PSAT. Reproducido con permiso de Fisheries Oceanography.

### “Winging”

Este método se ha venido usando en ocasiones para el listado (*Katsuwonus pelamis*, Yamashita y Waldron, 1958) y atún blanco (*Thunnus alalunga*, Laurs *et al.*, 1976). Durante la operación los peces se cogen con un garfio o anzuelo, se izan y se colocan bajo el brazo, quitándoles el garfio o anzuelo. La persona que marca se coloca a medio metro de la que pesca (suele haber un marcador por dos pescadores). Mientras se extrae el garfio o anzuelo, se inserta la aguja de marcado, por lo general de derecha a izquierda.

Este método suele resultar menos adecuado que el método de la cuna (véase más adelante) ya que requiere gran habilidad y resulta difícil medir y pesar el pez con precisión. Además, es probable que el pez quede más dañado que con el método de la cuna. Pero si las condiciones son apropiadas y sólo se trata de marcar un escaso número de peces, este método puede resultar adecuado.

### Método en cubierta

Este método se ha empleado sobre todo con grandes túnidos. Su uso fue comunicado por vez primera por Fink y Bayliff (1970) para rabil grande, *Thunnus albacares*, en un barco de cebo. Las mejoras introducidas al mismo fueron descritas por IATTC/CIAT, 1981:26.

Con este método toda la cubierta de popa del barco y los costados de las cubas de cebo contiguas están acolchados con una goma espuma, que absorbe energía (células cerradas) cubiertas con Herculite, un material de plástico blando. Esto facilita que el pez se deslice con bastante facilidad y sin perder demasiada mucosidad. La pesca tiene lugar sólo en la esquina de babor de la popa del barco y los peces se marcan en la esquina de estribor de la popa y en la esquina de babor, a unos 4 metros delante de la popa. El acolchado horizontal se eleva ligeramente con acolchado extra en la esquina de babor de la popa, para que aproximadamente las mismas cantidades de peces se deslicen hacia las dos posiciones de marcado. Los peces se colocan en cunas planas con el morro contra un tope para que puedan medirse con precisión. Tras su marcado y medición, los peces que están en la esquina estribor de popa se deslizan al mar a través de una puerta pequeña practicada en la defensa de estribor del barco y los peces que se encuentran en la banda de babor se deslizan por encima de la barandilla.

Este método se ha empleado también para los peces pescados con cerco y barcos de cebo, demasiado grandes para las cunas que a continuación se describen. Si bien es el mejor método de marcado de túnidos pescados con cerco, la permanencia en la red les daña y las tasas de recuperación suelen ser bajas.

### Método de la cuna

Es el método más empleado en el marcado de túnidos. Básicamente existen dos tipos de cunas: las que pueden contener un solo pez y las que pueden contener más de uno, que se denominarán aquí, cuna pequeña y cuna grande, respectivamente.

La cuna pequeña (Wilson, 1953; Fink, 1965) es en esencia un pesebre en forma de V, que suele ser de aluminio, cerrado en un lado o en ambos lados (**Figura 4.6.2**). Va acolchado y recubierto de material plástico blando. El pez se coloca en la cuna, se extrae el anzuelo y el pez se marca y después se lanzan al mar. Las marcas se colocan lejos de la cuna para que el pez no las golpee en su lucha. Los costados de la cuna mantienen al pez en su posición y también reducen en parte sus movimientos. Es importante que el acolchado esté recubierto de un material blando, ya que Bayliff (1973) demostró que las tasas de recuperación eran más altas en el caso de peces marcados en cuna recubiertas que en las de aquellos marcados en cunas que no lo estaban. En algunos casos, las cunas pequeñas están sujetas firmemente a alguna parte del barco, por lo general a la barandilla, y en otros casos no están sujetas y se colocan a un lado cuando no se usan.

Las cunas grandes (Kearney *et al.*, 1972; Kearney y Gillet, 1982) son mejores que las pequeñas, ya que es más sencillo trasladar el pez del anzuelo a la cuna sin dejarlo caer sobre cubierta. Los peces se pueden también almacenar momentáneamente en la parte ancha de la cuna cuando, por breves momentos, el ritmo de entrada de los peces es más rápido que el del marcado. Pero las cunas grandes necesitan más espacio a bordo que las pequeñas y además no se pueden quitar de en medio con tanta facilidad cuando no están en uso. Por regla general, las cunas pequeñas son útiles cuando el espacio es limitado y los peces a marcar son pocos, pero en experimentos a gran escala son preferibles las cunas grandes.



**Figura 4.6.2.** Método de la cuna pequeña empleado en la popa de un barco de caña-liña con cebo vivo durante una campaña de marcado de patudo de la IATTC (facilitado por Kurt Schaefer)

#### *Método del tobogán*

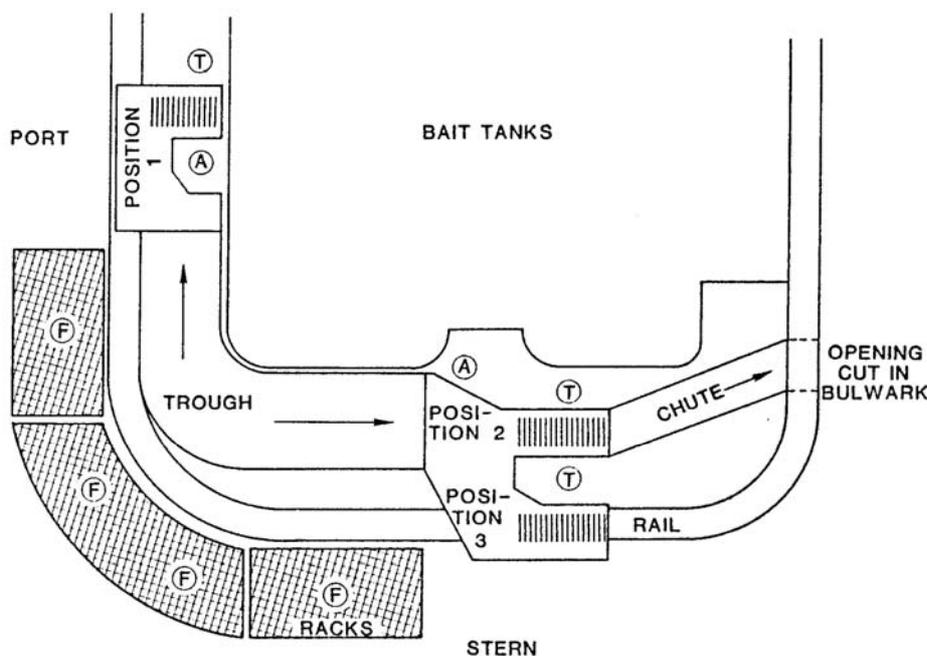
Los científicos del US National Marine Fisheries Service, La Jolla, California (EE.UU.) han modificado las cunas pequeñas para marcar atún blanco:

Se coloca un tobogán de unos 90 cm de largo en la base de la parte delantera de la cuna con una bisagra y el bloque delantero de la cuna se une al resto de la misma con un solo pivote, con el fin de poderlo levantar para permitir que el pez se deslice desde la cuna hasta el tobogán. Tras marcar el pez, en lugar de levantarlo y lanzarlo por la borda, el bloque delantero se levanta y el pez se desliza al agua por el tobogán que está inclinado hacia abajo. Esto hace que la operación de marcado sea más rápida y el pez se manipula durante menos tiempo, y además impide que este pez ya marcado caiga sobre cubierta tal como ocurría en ocasiones cuando las cunas no tenían el tobogán. Un factor muy importante es que el pez entra en el agua de cabeza y en dirección a la proa del barco. Antes del empleo de estas cunas modificadas, los peces caían al agua por la popa del barco y en medio del cardumen, lo cual asustaba a los peces, sobre todo si no caían de cabeza (Bayliff, 1979).

La IATTC diseñó un sistema de tobogán más elaborado. Con este sistema los pescadores depositan los peces en pesebres contruidos de un material fuerte y suave (por ejemplo, Shelterite) en forma de cañería. Los pesebres están inclinados hacia las cunas para que los peces se deslicen en esa dirección. Las personas que se encuentran junto a las cunas sacan a los peces de los anzuelos y los empujan con la cabeza por delante y de uno en uno dentro de las cunas. Los peces se marcan y después se lanzan al mar (**Figura 4.6.3**). Las principales ventajas de este método son:

1. Los pescadores tienen más espacio donde depositar los peces.
2. El proceso de marcado puede controlarse mejor.
3. El lugar del marcado está bastante alejado del lugar de la pesca, lo que significa que los peces pueden liberarse lejos del lugar donde se capturan.

Las almohadillas, cunas y toboganes están marcados a intervalos de 1 cm para poder medir los peces al tiempo que se marcan. Estas marcas se van borrando con el tiempo, por lo que conviene renovarlas con cierta frecuencia.



**Figura 4.6.3.** Sistema de tobogán empleado por IATTC. Los círculos F, A y T indican la posición de los pescadores, ayudantes y personas encargadas del marcado, respectivamente (De Bayliff y Holland, 1986)

#### 4.6.7 Marcas convencionales

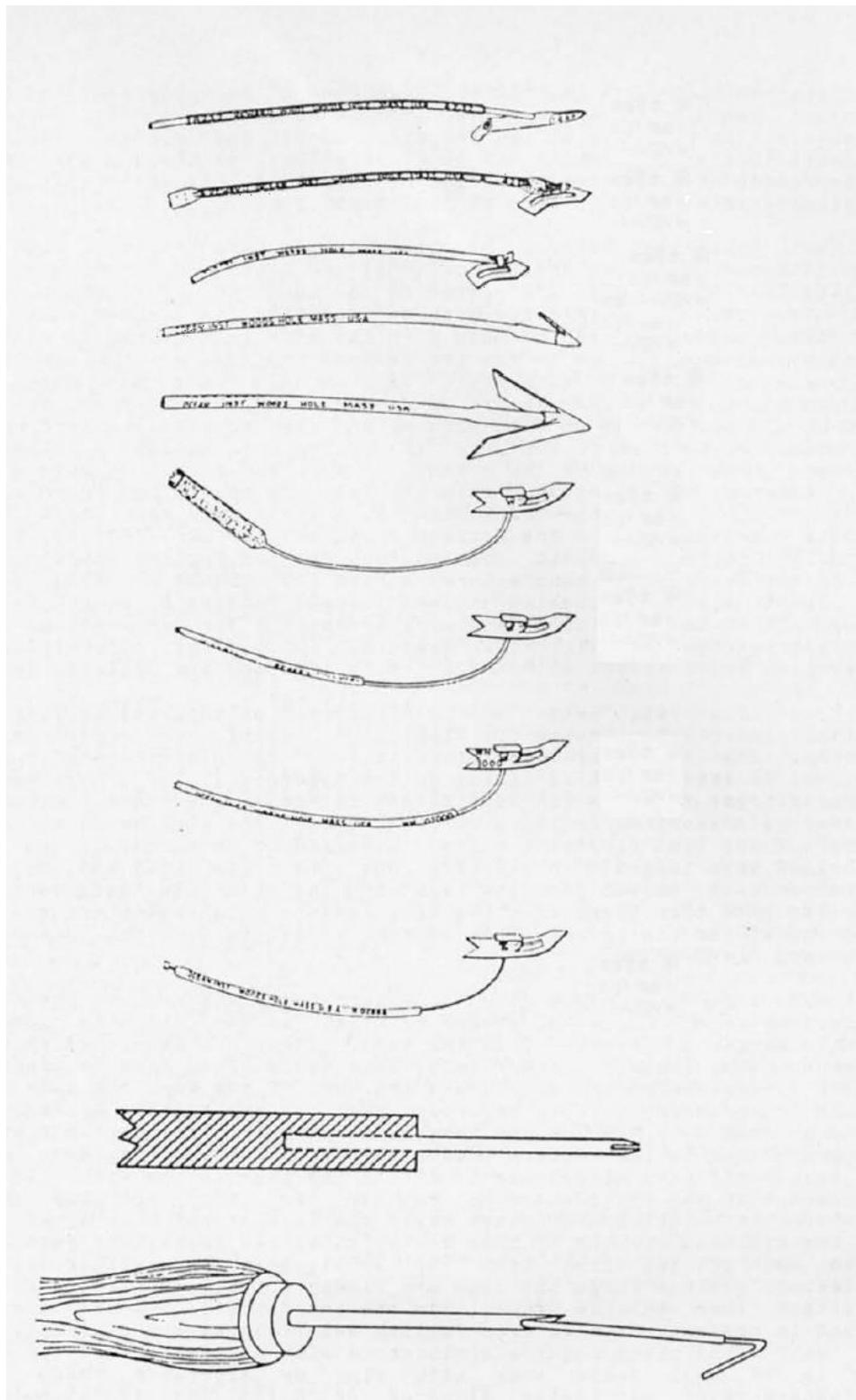
Las marcas convencionales son marcas sencillas y que tienen un número individual y único. Suelen consistir en un tubo de plástico unido a un arponcillo de plástico, nylon quirúrgico o metal (**Figura 4.6.4** y **Figura 4.6.5**). Las marcas suelen llevar la dirección a la cual se deberá devolver la marca (o el pez entero). Podría también indicar la recompensa y otro tipo de información requerida acerca de la recaptura. La mayor parte de las cabezas de las marcas de nylon las fabrica o facilita **Floy Tag Manufacturing Inc.** ([www.floytag.com](http://www.floytag.com), o: 4616 Union Bay Place NE, Seattle, WA 98105, EE.UU., Telf. 206-524-2700, Fax 206-524-8260, Email: [floytag@halcyon.com](mailto:floytag@halcyon.com)) o **Hallprint** ([www.hallprint.com](http://www.hallprint.com) o por **Hallprint Pty Ltd.**, 15 Crozier Rd. Victor Harbor, South Australia 5211. Tef. (Internacional) + 61 8 8552 3149, Fax (Internacional) + 61 8552 2874, Email: [davidhall@hallprint.com.au](mailto:davidhall@hallprint.com.au))

#### *Marcas, aplicadores y soportes*

Durante la década de los 50 y principios de los 60 los túnidos y marlines se marcaban con marcas en forma de lazo, pero ya se han sustituido por marcas con dardo. El tipo más común tiene una cabeza de nylon con una sola lengüeta. Las marcas suelen ser de 15cm de largo y 2,5 mm de diámetro, si bien se han usado marcas más cortas (7-8 cm) para listado pequeño. Marcas con dardo más largas, con cabezas de nylon o de acero inoxidable son las que se usan para marlines y túnidos grandes a bordo de barcos deportivos. La mayor parte de las marcas se hacen con tubos de vinilo de baja temperatura, provistos de cabezas de nylon. Estos tubos tienden a volverse quebradizos a temperaturas cercanas a la congelación (menos de 4°C). Teniendo en cuenta que algunos barcos congelan su pesca, estas marcas pueden desprenderse y perderse. Para resolver este problema, se han diseñado marcas hechas de tubos de polietileno unidas a cabezas de nylon (Anon., 1986). El polietileno es resistente a la rotura a bajas temperaturas y menos elástico que el vinilo. Esta última cualidad podría ser ventajosa, ya que la marca retendría su configuración que es menos resistente al agua cuando el pez nada en línea recta a su velocidad normal.

Casi todas las marcas son amarillas, si bien se han usado otros colores. Los datos presentados por Broadhead (1959) y Blunt y Messersmith (1960) señalan que las marcas amarillas son más fáciles de ver que las rojas, azules, blancas o transparentes. Los peces inyectados con tetraciclina (véase más adelante) han sido marcados con marcas amarillas con puntas rojas o bien con marcas rojas o marcas naranjas internacionales, para que quienes las recuperen sepan que los peces tienen un especial interés. Las marcas deberán portar el nombre del organismo al que se han de devolver y los códigos oportunos. Estos códigos estarán impresos a ambos extremos de la marca, para que la información tenga más posibilidades de mantenerse si la marca se rompe cuando se devuelve. La mayor parte de las marcas tiene un código de cinco dígitos (100.000 combinaciones posibles), una

letra y cuatro dígitos (260.000 combinaciones posibles para el alfabeto inglés), o bien dos letras y cuatro dígitos (6.760.000 posibles combinaciones con el alfabeto inglés). El fabricante suele enviarlas separadas en grupos de 100, grupos que casi siempre se asignan a diversas personas encargadas del marcado en la mar. Resulta menos confuso y más adecuado para los análisis por computador si estos grupos contienen, por ejemplo, A0000-A0099, A0100-A0199. etc., en lugar de A0001-A0100, A0101-A0200. etc. (Kearney y Gillett, 1982).



**Figura 4.6.4.** Varios tipos de marcas convencionales y aplicadores de marcas usados en el marcado de túnidos y especies afines (de Bayliff y Holland, 1986. Reproducido con permiso de FAO).



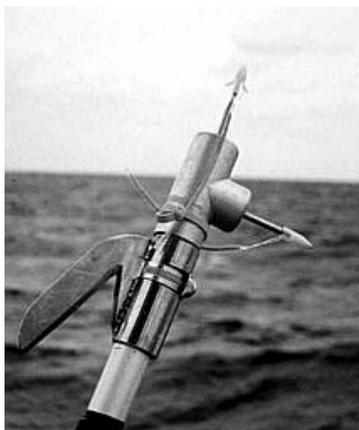
**Figura 4.6.5** Marca-dardo de acero inoxidable. Marca A (arriba) y marca-dardo de nylon con doble lengüeta hidrocópica. Marca B (abajo) utilizada en el estudio de marcado doble para evaluar la retención de los dos tipos de marcas en los marlines (1990-1999). Reproducida de Prince *et al.* (2002) con permiso de los autores.

De acuerdo con Mather *et al.* (1974) las cabezas de metal son mejores que las de nylon, cuando se emplea el método de marcado dentro del agua. Sin embargo, Prince *et al.* (2002) recomiendan el uso de marcas-dardo de nylon con doble lengüeta, para peces grandes, ya que las tasas de retención de las mismas son más altas. Ortiz *et al.* (2003), que revisaron los resultados de los 5 programas principales de marcado oportunista de marlines, descubrieron que la retención del arponcillo de nylon quirúrgico era superior en comparación a la marca-dardo de acero inoxidable. No obstante y a pesar de todo, este tipo de marca está menos adaptada a las operaciones masivas de marcado realizadas sobre los túnidos tropicales y provoca mayor mortalidad justo después del marcado (Gaertner *et al.* 2004).

Las marcas-dardo del tipo que muestra la **Figura 4.6.4** y **Figura 4.6.5** se colocan en los peces con aplicadores que consisten en piezas de acero (tubos o compactas) ligeramente más largas y/o de mayor diámetro que las mismas marcas. Como se observa en la figura tienen la punta afilada. Las cabezas que se compran en el comercio suelen tener un indentado en el extremo afilado para acomodar la lengüeta de la marca, pero esto no parece necesario. Es importante que los aplicadores sean más largos que las marcas, ya que de no ser así las marcas no se ajustarán totalmente en el interior cuando se almacenen antes de su uso, y las cabezas se truncarán al intentar introducirlas en el pez.

Es importante también que el diámetro de los aplicadores no sea demasiado grande ni demasiado pequeño. Si son demasiado pequeños las marcas no se pueden deslizar enteramente dentro de los aplicadores y si son ligeramente pequeños, las marcas se desprenderán del pez al retirar los aplicadores. En el caso de que estos aplicadores sean demasiado grandes, las marcas se caerán cuando se intente adherirlas al pez. Sin embargo, en este último caso se pueden doblar para impedir que las marcas se caigan (Kearney y Gillet, 1982). Se sugiere que la organización que tiene el proyecto de marcar túnidos o marlines por primera vez, encargue las marcas y aplicadores al mismo fabricante para asegurar que dichas marcas se ajustan a los aplicadores.

Prince *et al.* (2002), recomiendan el uso de una vara de marcado con aplicador doble (**Figura 4.6.6**) para el marcado efectuado en el agua, porque estos aplicadores tienen un ángulo de entrada más flexible lo que resulta conveniente en el caso de que el pez se gire y se ponga de lado.

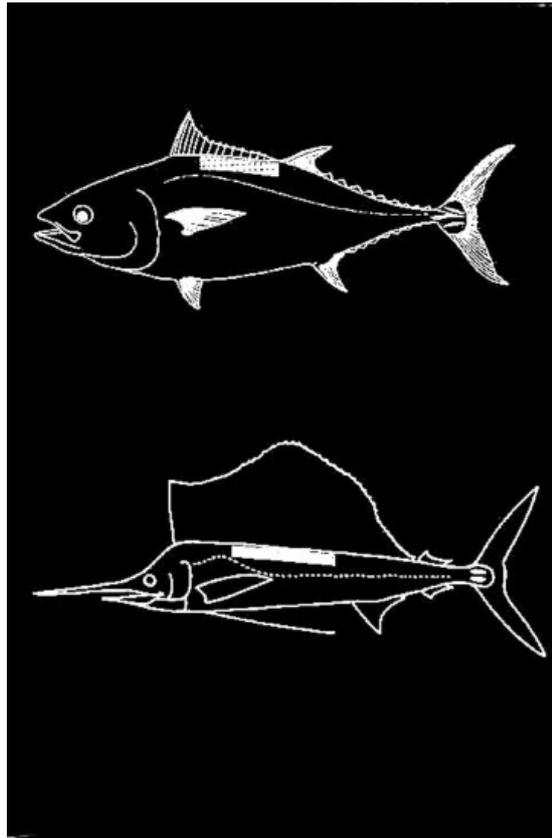


**Figura 4.6.6.** Vara de marcado con aplicador doble. (Facilitado por Eric Prince, NOAA).

#### **4.6.8 Procedimiento de marcado**

Para minimizar la pérdida de marcas, cada una de ellas se insertará en la musculatura del dorso, con la suficiente profundidad para que las lengüetas pasen entre los pterigióforos bajo la base de la segunda aleta dorsal en los túnidos y en la corba detrás de la cabeza o cerca de la base de la primera aleta dorsal en los marlines (**Figura 4.6.7**). Lo ideal es que la marca esté posicionada en un ángulo de 45° ó menos, con respecto al eje del pez para que ofrezca la mínima resistencia al agua. La marca no deberá insertarse a una profundidad que pueda dañar innecesariamente el tejido. Una vez insertada la marca, sólo se debe ver el tubo o la cápsula. Una vez adquirida la necesaria experiencia, la persona que efectúa el marcado debería sentir cuando la lengüeta ha pasado entre los pterigióforos. Hay diferentes opiniones respecto a las tasas de pérdida de marcas (Bayliff, 1973; Prince *et al.*, 2002), lo cual indica la importancia de colocar la marca con cuidado y de entrenar adecuadamente a los encargados de colocarlas. (Véase más adelante al tratar sobre el doble marcado).

Antes de su uso las marcas se insertarán en los aplicadores. Cuando sea necesario marcar muchos peces en poco tiempo, los aplicadores con marcas se pueden almacenar en grupos de 100 en soportes hechos de tela (Wilson, 1953) o madera (Fink, 1965; Bayliff, 1973; Kearney y Gillett, 1982). Los departamentos o agujeros en los soportes están numerados de 00 a 99 y las marcas han de coincidir con estos números. Los soportes de telas son adecuados para el marcado a pequeña escala, como se hace en un barco de curricán o en un barco deportivo, pero los soportes de madera son preferibles en el marcado a gran escala. Antes de la pesca se preparan hasta 30 soportes con marcas. Las puntas afiladas de los aplicadores quedan al descubierto, por lo que todos los soportes excepto los que se van a usar en primer lugar, se almacenan en cajas de madera (abiertas por un lado, pero no por su parte superior) de las que se podrán extraer con facilidad.



**Figura 4.6.7.** Zona objetivo (rectángulos) para marcar a los túnidos (arriba) y marlines (abajo) recomendada por el Southeast Fisheries Science Center's Cooperative Tagging Center. Las marcas deben colocarse por encima de la línea lateral, lejos de la cabeza y otros órganos vitales que se encuentran en la musculatura dorsal. Reproducido con permiso de los autores (Prince *et al.* 2002)

#### *Equipo de anotación y materiales*

Se anotarán los datos correspondientes a cada marca aplicada (posición, fecha, especie, talla, comentarios sobre la condición del pez, etc.). Más adelante se presenta una lista de los datos que suelen consignarse. En ocasiones, se marca un gran número de peces en poco tiempo a bordo de barcos de cebo (también cerqueros), por lo que es imprescindible que todo esté siempre bien organizado. El marcado es un proceso mucho más lento a bordo de otro tipo de barcos, por lo que no se requiere tanta organización. Antes de iniciar la actividad, se colocará el número adecuado de marcas y aplicadores en los soportes. En la extremidad de cada soporte se puede poner un trozo de cinta adhesiva con el número de serie de la marca escrito encima, para poder escoger rápidamente la serie con el código más bajo y anotar la serie que se está aplicando sin tener que sacar una de las marcas del aplicador. Los soportes estarán colocados en cajas cerca de las cunas o lugares de marcado. Las personas que llevan a cabo la operación, si están usando un magnetófono, se asegurarán de antemano que funciona y que tienen cintas suficientes para todo el proceso. Se anotará la posición, fecha, tiempo, cuna o lugar de marcado, etc. Se usarán guantes de algodón o lana para proteger las manos de cortes y para que resulte más fácil sostener los peces. Cuando se marcan muchos peces, las personas que realizan la operación suelen acabar con ampollas o erupciones en las manos; esto se puede evitar usando unos guantes de goma finos debajo de los de algodón o lana. Justo antes de iniciar el marcado, las cunas o los toboganes se rociarán con agua y los guantes se empaparán bien.

Datos que pueden incluirse en un registro de liberación-recaptura de un pez marcado.

*Datos de liberación*

- Número del crucero
- Código de marca Tipos de marca, especie, situación
- País en el cual se libera y arte utilizado
- Fecha
- Hora del día
- Talla
- Temperatura del mar en superficie
- Persona que coloca la marca
- Puesto o cuna
- Inyectado o no inyectado con tetraciclina
- Condición del pez

*Datos de recuperación*

Cuando se recupera una marca se debe dar la siguiente información:

- La especie
- El número(s) en la marca
- La fecha y lugar donde se pescó y arte de pesca empleado
- La talla (longitud)y/o peso del pez, incluyendo el tipo de medición
- Si es posible, sexo e información sobre el tipo de pesca (por ejemplo, banco libre, DCP, tiburón-ballena, etc.)

Las recuperaciones de marcas pueden enviarse a la Secretaría de ICCAT o a los corresponsales de marcado de ICCAT(ver [www.iccat.int/tagging.htm](http://www.iccat.int/tagging.htm))

NOTA: Para extraer una marca archivo, se practicará una incisión de 15 cm en la cavidad ventral, enfrente de la zona donde el sensor se introduce en el pez. La marca archivo plateada o blanca (con sensor luminoso adjunto) se extraerá a mano. NO EXTRAER LA MARCA ARCHIVO TIRANDO DEL SENSOR LUMINOSO. Lavar la marca con agua y almacenarla a temperatura ambiente.

Datos adicionales que resultaría útil anotar en la recaptura incluyen:

- Sexo
- Condición cuando se mide (fresco, congelado, descongelado tras su congelación, etc.)
- Barco
- Actividad durante la cual se recuperó (pescando, descargando un pesquero, descargando un barco congelador, al despedazar el pez. etc.)
- Puerto de retorno
- Situación de la regulación
- Persona que se ocupa de los datos de recuperación

Lo más común es anotar las tallas de los peces en centímetros completos; la IATTC los suele anotar al centímetro más próximo y las organizaciones que participan en el programa de marcado de ICCAT lo hacen al centímetro inferior más cercano (es decir, las tallas de 60,0 a 60,9 cm se anotan como 60 cm).

#### *Marcado doble*

Se hace marcado doble por al menos tres razones. En primer lugar, se puede obtener información sobre los efectos del marcado sobre la mortalidad y el crecimiento comparando las tasas de recuperación y las tasas de crecimiento de peces con una marca y con dos marcas, por ejemplo, si las tasas de recuperación o las tasas de crecimiento de peces con dos marcas son inferiores a las de los peces con una sola marca, es probable que las marcas obren en detrimento de ambos (IATTC/CIAT, 1984:31-32). En segundo lugar, la comparación de las tasas de recuperación de peces con una sola marca con las de los peces doblemente marcados que han conservado una o las dos marcas, permite estimar las tasas de pérdida de las mismas (Bayliff y Mobrand, 1972; Laurs *et al.*, 1976; Baglin *et al.*, 1980; Kirkwood, 1981; Wetherall, 1982; Xiao, 1996; Adam y Kirkwood, 2001, Prince *et al.* 2002). Conviene observar que la estimación independiente de las tasas de pérdida de marcas basada en experimentos de marcado doble es parte integral de un experimento de marcado bien diseñado. En tercer lugar, es frecuente obtener un mayor número de recuperaciones, en especial en el caso de peces que han permanecido mucho tiempo en libertad, cuando estos peces han sido doblemente marcados. (Hynd, 1969; Bayliff, 1973). El *Southeast Fisheries Science Center's Cooperative Tagging Center*, junto con el Programa de Marcado de la Fundación para los Marlines, ha llevado a cabo un marcado doble de istiofóridos y pez espada para probar la retención de los dos tipos de marcas (Prince *et al.* 2002). Este programa recomendaba insertar una marca en ambos lados del pez para una mayor visibilidad. No obstante, esto no es siempre posible, tal y como se aprecia en la **Figura 4.6.8**.



**Figura 4.6.8** Marca-dardo de nylon con doble lengüeta hidros cópica (izquierda) y marca-dardo de acero inoxidable (derecha) utilizadas para hacer un marcado doble de marlines, como esta aguja azul, para evaluar la retención relativa de los dos tipos de marcas. Reproducido con permiso de los autores (Prince *et al.* 2002).

IATTC ha realizado marcado doble de un gran número de ejemplares de rabil y de un menor número de listado y de atún rojo del norte. Las marcas se colocan en costados opuestos del pez, una de ellas más adelantada en 1 cm con respecto a la otra. La persona encargada de colocar la marca no intentará insertar ambas simultáneamente, ya que así una, o ambas, podrían quedar demasiado hondas o demasiado superficiales. Las instrucciones son hacer parejas de marcas de forma que la que tenga el número más bajo sea par, es decir, A3900-A3901, A3902-A3903, etc., en lugar de A3901-A3902, A3903-A3904, etc. Los soportes y los formularios de plástico o papel para anotar los datos tienen los números pareados en la forma que se acaba de describir. Esto impide que la persona que marca mezcle los números en el momento de marcar. La Comisión del Pacífico Sur (CPS, 1981) ha efectuado marcado doble de listado, insertando ambas marcas en el mismo costado del pez. Se insertan por separado o simultáneamente.

#### **4.6. 9 Bibliografía**

ADAM, M.S. and G.P. Kirkwood (2001). Estimating tag-shedding rates for skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, off the Maldives. Fish. Bull. 99: 193-196.

- ANON. (1986). Wide range of tags made in Australia. *Aust. Fish.*, 44(7):32-3.
- BAGLIN, R.E., Jr., M.I. Farber, W.H. Lenarz, J.M. Mason, Jr. (1980). Shedding rates of plastic and metal dart tags from Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thunnus*. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 78(1):179-85.
- BAYLIFF, W.H. (1973). Materials and methods for tagging purse seine and baitboat-caught tunas. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 15(6):463-503.
- BAYLIFF, W.H. (1979). Memorandum to the members of the FAO Working Party on tuna and billfish tagging in the Pacific and Indian Oceans, February 27, 1979 (mimeo).
- BAYLIFF, W.H. and K.N. Holland (1986). Materials and methods for tagging tuna and billfishes, recovering the tags and handling the recapture data. *FAO. Fish. Tech. Pap.* (279):36p
- BAYLIFF, W.H. and L.M. Mobrand (1972). Estimates of the rates of shedding 167 of dart tags from yellowfin tuna. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 15(5): 439-62.
- BLOCK, B.A., H. Dewar, T. Williams, E.D. Prince, C. Farwell, and D. Fudge (1998a). Archival tagging of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). *Mar. Technol. Soc. Journal*. 32(1): 37-46.
- 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.
- BLUNT, C.E., Jr., and J.D. Messersmith (1960). Tuna tagging in the eastern tropical Pacific, 1952-1959. *Calif. Fish. Game*, 46(3): 301-69.
- BROADHEAD, G.C. (1959). Techniques used in the tagging of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean during 1955-1957. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 11:91-7.
- FINK, B.D., (1965). A technique, and the equipment used, for tagging tunas caught by the pole and line method. *J. Cons. CIEM*, 29(3):335-9.
- FINK, B.D. and W.H. Bayliff (1970). Migrations of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean as determined by tagging experiments, 1952-1964. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 15(1):227 p.
- GAERTNER, D., J.P. Hallier and M.N. Maunder (2004). A tag attrition model as a means to estimate the efficiency of two types of tags used in tropical tuna fisheries. *Fishery Research*, 69: 171-180
- GRAVES, J. P., B.E. Luckhurst and E.D. Prince. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags to estimate post-release survival of blue marlin (*Makaira nigricans*). *Fishery Bulletin*, Vol. 100(1): 134-142.
- GUNN, J., T. Polacheck, T. Davis, M. Sherlock, and A. Betlehem (1994) The development and use of archival tags for studying the migration, behaviour and physiology of southern bluefin tuna, with an assessment of the potential for transfer of the technology to groundfish research. *ICES CM 1994/Mini: 2.1* (21)
- HYND, J.S. (1969). New evidence on southern bluefin stocks and migrations, 1969. *Aust. Fish.*, 28(5):26-30.
- KEARNEY, R.E. and R.D. Gillett (1982). Methods used by the skipjack Survey and Assessment Programme for tagging skipjack and other tuna. *Tech. Rep. Skipjack Surv. Assess. Programme S. Pac. Comm.*, (7):21-43
- KEARNEY, R.E., A.D. Lawis and B.R. Smith (1972). Cruise report Tagula 71-1 survey of skipjack tuna and bait resources in Papua New Guinea waters. *Res. Bull. Dep. Agric. Stock Fish. Port Moresby* (8):145 p.
- KIRKWOOD, G.P. (1981). Generalized models for the estimation of rates of tag shedding by southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *J. Cons. CIEM*, 39(3):256-60.
- LAURS, R.M., W.H. Lenarz and R.N. Nishimoto (1976). Estimates of rates of tag shedding by north Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 74(3):675-8.
- MATHER, F.J. III, D.C. Tabb, J.M. Mason, Jr., H.L. Clark (1974). Results of sailfish tagging in the western North Atlantic Ocean. *NOAA Tech. Rep. NMFS (Spec. Sci. Rep.-Fish. Ser.)*, (675): 194-210.
- METCALFE, J.D. (2001). Summary report of a workshop on daylight measurements for geolocation in animal telemetry. "Electronic Tagging and Tracking in Marine Fisheries" *Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*, Vol 1. (J. Sibert and J. Nielsen, eds.) Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands. pp 331-342.

- METCALFE, J.D., G.P. Arnold and R.A. McDowall (2002). Migration. Chapter 8, In: Handbook of Fish Biology and Fisheries Vol. I. (P.J.B Hart and J.D Reynolds, eds.). Blackwell Science. pp 175-199.
- MIYAKE, P.M. (1990). History of the ICCAT tagging program, 1971-1986. American Fisheries Society Symposium 7: 746-764.
- NRC (1994). An assesment of Atlantic blufin tuna. Washington, D.C.:National Academy, 148 pp.
- ORTIZ, M., E.D. Prince, J.E. Serafy, D.B. Holts, K.B. Davy, J.G. Pepperell, M.B. Lowry and J.C. Holdsworth. (2003). A global overview of the major constituent-based billfish tagging programs and their results since 1954. *Marine and Freshwater Research* 54: 489-507.
- PRINCE, E.D. and J.L. Cort (1997). Development of an Atlantic-wide archival tag recovery program under the auspices of ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(4): 468-471.
- PRINCE, E.D., M. Ortiz, A. Venizelos and D.S. Rosenthal. (2002). In-water conventional tagging techniques developed by the Cooperative Tagging Center for Large, Highly-migratory Species. American Fisheries Society Symposium 30: 155-171.
- PRINCE, E.D. and C.P. Goodyear (2006). Hypoxia based habitat compression of tropical pelagic fishes. *Fisheries Oceanography*. 15(6): 451-464.
- SPC (South Pacific Commission) (1981). Effects of skipjack tagging procedures on subsequent tag recoveries. South Pacific Commission, Thirteenth Regional Technical Meeting on Fisheries, Working paper (8):15 p. (mimeo).
- THORSTEINSSON, V. (2002). Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries. Report of a Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Reykjavik. Marine Research Institute Technical Report (79). Pp 179.
- WETHERALL, J. (1982). Analysis of double-tagging experiments. *Fish. Bull. NOAA/NMFS* 80 (4): 687-701.
- WILLIAMS, K. (1992). The tagging technique. *Aust. Fish.* 51(6): 15-17.
- WILSON, R.C. (1953). Tuna marking, a progress report. *Calif. Fish Game*, 39(4):429-42.
- XIAO, Y. (1996). A general model for estimating tag-shedding rates and tag interactions from exact or pooled times at liberty for a double tagging experiment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53(8): 1852-1861.
- YAMASHITA, D.T. and K.D. Waldron (1958). An all-plastic dart-type fish tag. *Calif. Fish Game*, 44(4): 311-7.