

## **4.7 Mercado con marcas electrónicas**

El marcado convencional es muy útil para observar en conjunto las pautas de movimiento de la población (por ejemplo, la situación en el marcado y en la captura), pero éste método no facilita información a escalas temporales finas (es decir, donde fue el pez tras su liberación y recaptura) o cualquier otro detalle sobre el comportamiento individual. También, los movimientos de la población que se derivan de los estudios del marcado convencional se apoyan en que los pescadores comerciales y deportivos informen acerca de la hora y la posición de la recaptura de peces marcados. Por lo tanto, los resultados de tales estudios son inevitablemente una composición del comportamiento de los peces y de la actividad pesquera y esto produce confusión en cualquier análisis de movimientos de población. Los datos de marcado pueden ajustarse respecto a las variaciones espaciales en el esfuerzo de pesca, cuando el dato se conoce, pero los movimientos de los peces en zonas no explotadas o no explotables, o los cambios en el comportamiento de los peces, lo cual altera la disponibilidad o la capturabilidad, no son cosas que se puedan explicar con facilidad. Las marcas electrónicas proporcionan información más detallada y amplia, lo cual facilita una mejor comprensión de la biología de los túnidos, necesaria para una evaluación y ordenación eficaces.

### **4.7.1 Marcas acústicas**

Desde finales de los años 60 ha aumentado el uso de las marcas electrónicas, que transmiten señales acústicas (las señales por radio no se transmiten bien a través del mar), para seguir los movimientos de los peces durante períodos limitados. Con ellas se han logrado importantes avances en el conocimiento del comportamiento de los túnidos y otros grandes pelágicos (Yuen, 1970; Carey y Lawson, 1973; Laurs *et al.*, 1977; Carey y Robinson, 1981, Brill *et al.* 1993). Pero se trata de una técnica limitada porque, en la mayor parte de las aplicaciones, solo se puede seguir un pez a la vez, cada pez puede seguirse durante un corto período (a veces tan sólo unos días) y las actividades en la mar a bordo de barcos de investigación resultan caras. Más recientemente, avances sustanciales en la tecnología microelectrónica han permitido el desarrollo con éxito de un sistema de “almacenaje de datos electrónico y de marcas “archivo” lo suficientemente pequeñas para colocarlas en un pez.

### **4.7.2 Marcas archivo**

Las marcas archivo registran y almacenan datos ambientales y de comportamiento y, dado que no es necesario que los peces sean observados por personas, hacen posible el seguimiento del comportamiento y los movimientos de muchos peces simultáneamente y durante períodos más largos que pueden incluir importantes migraciones. Actualmente se usa un cierto número de dispositivos para estudiar los movimientos de los túnidos (Gunn 1994, Gunn *et al.* 1994, Block *et al.* 1998a, Gunn y Block 2001), marlines (Graves *et al.*, 2002; Kerstetter *et al.*, 2003; Prince *et al.* 2005; Prince y Goodyear 2006) y otros grandes pelágicos.

Si bien la mayor parte de estas marcas en la actualidad sólo miden las variables ambientales tales como la presión (profundidad) temperatura (interna y externa) y la luz diurna ambiental, estos datos pueden sin embargo aplicarse para obtener información bastante detallada sobre la posición y los movimientos del pez. En alta mar, los registros de la luz diurna pueden usarse para deducir estimaciones de la longitud (basándose en la hora local del mediodía) (Hill 1994, Gunn *et al.* 1994, Metcalfe, 2001) y latitud (basándose en la duración del día y/o la temperatura del mar en superficie (Hill 1994, Gunn *et al.* 1994, Metcalfe, 2001, Block *et al.*, 2005, Teo *et al.*, 2004). El desarrollo de nuevos sensores a bordo que pueden llevar a cabo el seguimiento de variables más complejas, tales como el rumbo, velocidad de desplazamiento, oxígeno disuelto o actividad trófica, contribuirán mucho a un mejor conocimiento de los movimientos, migraciones y ecología de los túnidos y otras especies pelágicas.

### **4.7.3 Marcas archivo implantables**

Aunque la capacidad de almacenaje de datos de las marcas-archivo es alta, su principal limitación es la necesidad de recuperar el pez para acceder a los datos. Esto requiere la colocación de un gran número de marcas en especies con una alta tasa de explotación. Además, la naturaleza multinacional de casi todas las pesquerías oceánicas complica la coordinación de la recuperación de marcas-archivo. Recientemente se han colocado marcas-archivo en atún rojo atlántico (Block *et al.*, 1998a), pero un gran número de datos no se recuperan hasta pasados algunos años. Las marcas por satélite (sujetas al animal) han servido para estudiar los movimientos a gran escala y la fisiología de mamíferos marinos, pájaros y tortugas marinas (Block *et al.*, 1998b). Estas marcas se han colocado con éxito en tiburones ballena (Priede, 1984), pero sólo se pueden aplicar a los peces pelágicos de mayor tamaño que frecuentan las aguas de superficie.

#### 4.7.4 Marcas archivo pop-up por satélite colocadas externamente

Para evitar estos problemas y aumentar la probabilidad de recuperar datos, se ha desarrollado la marca “pop-up”. Estas marcas son externas y tienen un mecanismo de liberación que hace que la marca se suelte en un momento determinado de antemano y suba a la superficie donde los datos se recuperan por el sistema ARGOS instalados en satélites de la NOAA de órbita polar. Las marcas “pop-up” de primera generación proporcionaban muy pocos datos: la posición de subida a la superficie determinada por ARGOS y unos pocos datos ambientales (por lo general la temperatura del mar). Por lo tanto, estas marcas facilitan una medida, independiente de la pesquería, de la distancia en línea recta recorrida desde el punto de marcado. Recientemente se han fabricado marcas “pop-up” que registran la temperatura, la profundidad y luz diurna ambiental, que pueden reducirse (por ej. como histogramas de hora/profundidad y hora/temperatura, datos de profundidad/temperatura) en la misma marca antes de transmitirlos. Estos dispositivos se están colocando ahora en túnidos (Block *et al.*, 1998b, Lutcavage *et al.*, 1999). Aunque actualmente la capacidad de transmisión de datos es muy limitada, se están consiguiendo adelantos en este campo que prometen mucho mejores resultados en el futuro y además, una progresiva miniaturización permitirá aplicar esta tecnología a especies de pequeño tamaño. En ocasiones, cuando se recupera físicamente la marca “pop-up”, bien porque el pez ha sido recapturado antes de que la marca se desprenda o bien porque dicha marca ha llegado a la orilla y alguien la ha encontrado, se pueden recuperar los datos de profundidad y temperatura que han sido registrados minuto a minuto.

#### 4.7.5 Métodos de colocación de marcas electrónicas

##### *Colocación externa de marcas electrónicas (acústicas o archivo)*

Se han empleado tres métodos de colocación de marcas externas en peces pelágicos: la técnica del “arpón”, la inserción estomacal y las suturas intramusculares. La técnica del arpón se ha llevado a cabo con éxito en las especies grandes (atún rojo, marlín, tiburón, etc.) aunque la mayor parte de los científicos preferirían una técnica más fiable, si es posible desarrollarla. Sin embargo, como se ha indicado para el marcado convencional, este método se ha vuelto más fiable con la llegada de dispositivos especiales para mantener el control del pez en el costado del barco con el fin asegurar una colocación de la marca precisa, exacta y segura, además de proporcionar oportunidades para la reanimación con el objetivo de lograr una mayor supervivencia de los peces marcados (**Figura 4.6.1**). En este método se usa nylon de monofilamento o una guía de acero inoxidable para fijar el cuerpo de la marca a la punta de un arpón aplastado de acero inoxidable o a un arponcillo de nylon quirúrgico. Para los arponcillos de acero inoxidable o de titanio, la punta se ajusta en una muesca al extremo de la percha (arpón) y el cuerpo de la marca se ata a la percha por medio de cintas elásticas. Esta marca se coloca en el pez introduciendo la punta en la musculatura dorsal o debajo de la piel, se retira la percha y la marca permanece fijada a lo largo del cuerpo del pez. Si el pez se ha traído al costado del barco por medio de un gancho, se corta la guía y se libera el pez (Yuen *et al.*, 1974). Este método se ha empleado con éxito en peces espada en libertad que se han arponeado desde arriba cuando suben a la superficie (Carey y Robinson, 1981). Si bien no se han observado reacciones adversas a este método, el principal problema es la incertidumbre acerca de la fijación y acerca del tiempo que tardará la marca en soltarse. Sin embargo, se han logrado seguimientos de varios días con esta técnica.

La tendencia general en el seguimiento de los túnidos en los últimos años, se inclina hacia la colocación de la marca en la superficie externa del pez por medio de suturas intramusculares. Se aplican dos técnicas. Se han colocado en rabiles por medio de una sutura con hilo de nylon al músculo y los pterigióforos de la aleta anal, dejando que la marca cuelgue por debajo del pez (Carey y Olson, 1982). Otra técnica consiste en el uso de dos suturas para colocar la marca en la superficie dorsal del pez. Se ha usado con éxito en atunes blancos (Laurs *et al.*, 1977) y también para estudiar los desplazamientos del rabil en torno a Oahu, Hawai (Holland *et al.*, 1985). Para ello se iza el pez a bordo del barco y se le inmoviliza en una cuna de marcado forrada de espuma de nylon. Se coloca un paño mojado sobre los ojos del pez para calmarlo mientras se le coloca la marca. Se usan agujas huecas y afiladas para hacer las suturas en la musculatura dorsal y pterigióforos asociados con la segunda aleta dorsal. Se pasa un cordón a través de una lazada en el extremo de la marca y el otro cordón se coloca alrededor de la parte central de la marca para evitar que se bambolee de un lado a otro. Una vez asegurados y recortados ambos cordones, se suelta el pez en el agua. Se han visto rabiles con marcas colocadas con este método nadando normalmente en cautividad y en experimentos prácticos se han obtenido datos coherentes. Por otra parte, un pez portador de un transmisor colocado en el dorso fue recuperado 4 semanas después por un pescador con un señuelo de curricán (Holland *et al.*, 1985). Estos resultados indican que una fijación intramuscular es un método viable con repercusiones mínimas sobre el comportamiento del pez. El principal problema que presenta esta técnica es que el pez se tiene que traer a bordo, lo cual excluiría su uso en peces grandes.

### *Introducción en el estómago*

Se lleva a cabo empujando con cuidado la marca por el esófago hacia el estómago del pez. Se suele hacer por medio de una varilla que se extrae una vez que la marca está en su sitio (Yen, 1970; Carey y Lawson, 1973, Laurs *et al.*, 1977; Dizon *et al.*, 1978). Esta técnica suele funcionar mejor con peces grandes como el atún rojo del norte (Carey y Lawson, 1973). En el caso de especies más pequeñas, como el listado y atún blanco, han surgido problemas debidos a la regurgitación de la marca o la atenuación de la señal (Laurs *et al.*, 1977; Dizon *et al.*, 1978). Naturalmente, cuando la temperatura del estómago es un dato de especial interés (Carey y Lawson, 1973) no hay más alternativa que colocar el transmisor en el estómago.

### *Implantación interna de marcas electrónicas (acústicas o archivo)*

Como en los métodos de colocación externa (excepto con arpón) el pez se ha de izar a bordo y/o inmovilizar en una cuna de marcado. Una vez hecho esto, se practica una incisión de unos 2 cm de largo en la pared abdominal, a unos 5-10 cm por delante del ano y unos 2 cm a la izquierda de la línea central del pez. Se debe tener cuidado en atravesar sólo la dermis y parcialmente el músculo, pero no penetrar la cavidad peritoneal. Se inserta después un dedo enguantado en la incisión y se introduce a través del músculo en la cavidad peritoneal (Block *et al.* 2001 a & b). La marca, que se esteriliza empapándola en una solución de Betadine o similar, se inserta por la incisión en la cavidad peritoneal. Bastarán dos puntos de sutura para cerrar la incisión con una aguja esterilizada y material de sutura (por ej. Ethicon (PDS II) talla 0, corte cp-1, 70 cm). El pez se mide con las marcas pintadas en el forro de la cuna de marcado y se devuelve al mar (Schaefer y Fuller, 2005).

### *Colocación externa de marcas electrónicas (pop-up y archivo)*

Estas marcas se suelen colocar en los túnidos o marlines por medio de un dardo de acero inoxidable, titanio o moldeado en nylon quirúrgico (Block *et al.*, 1998b; Graves *et al.* 2002; Prince *et al.*, 2005; Prince y Goodyear 2006)). El dardo se inserta a unos 10 cm (dependiendo del tamaño del pez) en la base de la segunda aleta dorsal (**Figura 4.6.5**), donde puede fijarse entre los pterigióforos y el tejido conector entre el vientre y la aleta. La marca se conecta a la fijación por medio de un monofilamento de 20-25 cm de largo y 136 kg, sujeto a través de la lazada que se encuentra en el extremo frontal de la marca. La lazada se fija por medio de un alambre delgado de acero inoxidable, que queda expuesto al agua en su parte externa y que se conecta por dentro a una batería. En un momento programado de antemano, una carga de bajo voltaje pasa a través del alambre causando corrosión y desprendimiento. El marcado del pez a bordo dura unos 2 minutos. Si no, los peces se marcan utilizando el método “en el agua” (**Figura 4.6.1**) mientras el barco de marcado se mueve lentamente hacia adelante. Los experimentos realizados en túnidos en cautividad indican que teniendo en cuenta que el cuerpo del pez se estrecha después de la segunda aleta dorsal, las marcas colocadas allí tienen un contacto mínimo con el cuerpo y no estorban los movimientos natatorios.

### **4.7.6 Periodo posterior al marcado y liberación de los peces**

Si no se ha empleado anestesia, el consenso general es que el pez debe devolverse al mar lo antes posible, siempre que el pez parezca estar en condiciones lo suficientemente buenas como para mantener el movimiento hacia delante. Como todos los túnidos pelágicos y los marlines tienen la ventilación forzada por el avance, la capacidad de mantener el movimiento hacia delante es esencial para la función respiratoria y la supervivencia posterior a la liberación. Si el pez muestra signos de estrés (basados en la apariencia física y el color), deben hacerse todos los esfuerzos posibles para reanimar al pez hasta que recupere el vigor y el color. En Prince *et al.* (2002) se describen métodos para la reanimación de túnidos y marlines. Debe anotarse la condición de los peces (actitud en el agua, vigor de los movimientos, etc.) tras la liberación.

### *Antibióticos para prevenir la infección*

Bayliff (1973) roció las puntas de la mitad de los aplicadores y marcas empleadas en un crucero con hidrocortisona y 1200 unidades de polimixina B como sulfato. Las tasas de recuperación de los peces (rabil) con marcas rociadas y sin rociar no fueron muy diferentes. Majkowski (1982) planteó que los ejemplares de atún rojo del sur, *Thunnus maccoyi*, marcados a principios de los años 60 fueron “inyectados con antibiótico para ayudar a combatir el impacto del marcado, la manipulación y la infección”.

### *Inyección de tetraciclina*

En ocasiones se inyectan túnidos y marlines con tetraciclina al tiempo que se marcan para obtener información sobre el significado de las marcas naturales que se forman en varias partes duras (otolitos, vértebras, radios, espinas, etc.) de los peces que sirven para determinar su edad (Antoine y Mendoza, 1986). A este fin se emplea la solución de hidrocloreuro de oxitetraciclina de uso veterinario (100 mg de base de oxitetraciclina como hidrocloreuro de oxitetraciclina por ml). La tetraciclina que ha superado la fecha de caducidad como antibiótico es también ineficaz como marcador. La tetraciclina se incorpora en la periferia de los otolitos (y probablemente otras partes duras) en 24 horas. Cuando se recupera un pez y se examinan los otolitos con luz ultravioleta, se puede ver la marca de tetraciclina y se puede contar el número de marcas naturales entre la marca de tetraciclina y el borde del otolito y compararlo con el tiempo que ha transcurrido entre el marcado y la recaptura.

A continuación se presenta la dosis de tetraciclina aplicada por diferentes autores:

<i>Especie</i>	<i>Talla</i>	<i>Dosis</i>	<i>Referencia</i>
Rabil	42-95 cm (1,5-17,4 kg)	1,25ml	Wild y Foreman, 1980
Listado	41-61 cm (1,3-5,0 kg)	1,25 ml	Wild y Foreman, 1980
Patudo	88-134 cm	5-10 ml	Schaefer y Fuller, 2005
Atún blanco	51-85 cm (3,3-14,7 kg)	1,5 ml	Laurs, <i>et al.</i> 1985

La inyección es intramuscular; los peces pequeños y medianos reciben una sola inyección lateral en la primera aleta dorsal y los grandes dos o tres inyecciones de 1,25 ml en varias partes del cuerpo.

Aparentemente, la inyección de tetraciclina no afecta la supervivencia del rabil o del listado, ya que las tasas de recuperación de peces inyectados y no inyectados no son muy diferentes (Wild y Foreman, 1980). El proceso de la inyección es bastante largo por lo que en general se marcan menos peces.

#### **4.7.7 Bibliografía**

- ANTOINE, L. et J. Mendoza (1986). L'utilisation du rayon de la nageoire dorsale pour l'étude de la croissance et l'écologie du listao. Proc. ICCAT Intl. Skipjack Yr. Prog.: 317-324.
- BLOCK, B.A., H. Dewar, C. Farwell, and E.D. Prince (1998b). A new satellite technology for tracking the movements of Atlantic bluefin tuna. Proceedings National Academy Sciences USA, 95: 9384-9389,
- BLOCK, B.A., H. Dewar, S.B. Blackwell, T.D. Williams, E.D. Prince, C.J. Farwell, A. Boustany, S.L.H. Teo, A. Seitz, A. Walli, A. and D. Fudge (2001a). Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. Science, 293: 1310-1314.
- BLOCK, B.A., H. Dewar, S.B. Blackwell, T. Williams, E. Prince, A.M. Boustany, C. Farwell, D.J. Dau and A. Seitz (2001b). Archival and pop-up satellite tagging of Atlantic bluefin tuna. Pp 65-88 in Sibert, J. and Nielsen, J. (eds.), Electronic Tagging and Tracking in Marine Fisheries. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries, Volume 1, Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
- 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.
- BRILL, R.W., D.B. Holts, R.K.C. Chang, S. Sullivan, H. Dewar and F.G. Carey (1993). Vertical and horizontal movements of striped marlin (*Tetrapturus audax*) near the Hawaiian Islands, determined by ultrasonic telemetry, with simultaneous measurement of oceanic currents. Mar. Bio. 117:567-574.
- CAREY, F.G. and K.D. Lawson (1973). Temperature regulation in free-swimming bluefin tuna. Comp. Biochem. Physiol. (A Comp. Physiol.), 44(2): 375-92.
- CAREY, F.G. and R.J. Olson (1982). Sonic tracking experiments with tunas. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 17(2): 458-66.

- CAREY, F.G. and B.H. Robinson (1981). Daily patterns in the activities of swordfish, *Xiphias gladius*, observed by acoustic telemetry. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 79(2):277-92.
- DIZON, A.R., R.W. Brill and H.S.H. Yuen (1978). Correlations between environment, physiology, and activity and the effects of thermoregulation in skipjack tuna. In the physiological ecology of tunas, edited by Dizon, A.E. and C.D. Sharp, New York Academic Press, pp. 233-59.
- 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*) from a recreational fishery. *Fishery Bulletin*, Vol. 100(1): 134-142.
- GUNN, J. (1994). Smart archival tag comes up trumps for tuna. *Australian Fisheries*. 53: 10-11
- GUNN, J and B. Block (2001). Advances in Acoustic, Archival and satellite Tagging of Tunas. In: TUNA Physiology, Ecology and Evolution. B.A. Block & E.D. Stevens (eds.). Academic Press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo.
- HILL, R.D. (1994). Theory of geolocation by light levels. Pp 227-236 in Le Bouef, B.J., and Laws. R.M. (eds.), Elephant Seals: Population Ecology, Behavior, and Physiology, University of California Press, Berkley, CA.
- HOLLAND, K., R. Brill, S. Ferguson, R. Chang and R. Yost (1985). A small vessel technique for tracking pelagic fish. *Mar. Fish. Rev.* 47(4): 26-32.
- HOLLAND, K., R. Brill and R.K.C. Chang (1990a). Horizontal and vertical movements of Pacific blue marlin captured and released using sportfishing gear. *Fishery Bulletin*, U.S., 88: 397-402.
- HOLLAND, K.N., R.W. Brill and R.K.C. Chang (1990b). Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices. *Fishery Bulletin*, U.S., 88: 493-507.
- I-ATTC/CIAT (1981). (Inter-American Tropical Tuna Commission/Comisión Interamericana del Atún Tropical). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. Informe anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, 1980. Annu. Rep. I-ATTC/Inf. Anu. CIAT, (1980):234 p.
- I-ATTC/CIAT (1984). (Inter-American Tropical Tuna Commission/Comisión Interamericana del Atún Tropical). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. Informe anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, 1983. Annu. Rep. I-ATTC/Inf. Anu. CIAT, (1983):272 p.
- KERSTETTER, D.W., B.E. Luckhurst, E.D. Prince and J.E. Graves. (2003). Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. *Fishery Bulletin*, 101:939-948.
- LAURS, R.M., R. Nishimoto and J.A. Wetherall (1985). Frequency of increment formation on sagittae of north Pacific albacore (*Thunnus alalunga*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42(9):1552-5.
- LAURS, R.M., H.S.R. Yuen and J. H. Johnson (1977). Small-scale movements of albacore *Thunnus alalunga* in relation to ocean features as indicated by ultrasonic tracking and oceanographic sampling. *Serv. NMFS*, 75(2):347-55.
- LUTCAVAGE, M.E., R. W. Brill, G.G. Skomal, B.C. Chase, P.W. Howey (1999). Results of pop up satellite tagging of spawning size class fish in the Gulf of Maine: Do North Atlantic bluefin tuna spawn in the mid Atlantic? *Can J Fish Aquat Sci*; 56, no. 2, pp. 173-177
- MAJKOWSKI, J. (ed.) (1982). CSIRO database for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii* (Castlenau)). Rep. CSIRO Mar. Lab. (142):23 p.
- 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.
- PRIEDE, I.G. (1984). A basking shark (*Cetorhinus maximus*) tracked by satellite together with simultaneous remote-sensing. *Fish. Res.* 2: 201-216.
- PRINCE, E.D., R.K. Cowen, E.S. Orbesen, S.A. Luthy, J.K. Llopiz, D.E. Richardson and J.E. Serafy (2005). Movements and spawning of white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*) off Punta Cana, Dominican Republic. *Fishery Bulletin*. 103: 659-669.

- PRINCE, E.D. and C.P. Goodyear. (2006). Hypoxia based habitat compression of tropical pelagic fishes. *Fisheries Oceanography*. 15(6): 451-464.
- 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.
- SCHAEFER, K.M. and D.W. Fuller (2005). Behavior of bigeye (*Thunnus obesus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas within aggregations associated with floating objects in the equatorial eastern Pacific. *Marine Biology*. 146: 781-792.
- SEDBERRY, G.R. and J.K. Loefer (2001). Satellite telemetry tracking of swordfish, *Xiphias gladius*, off the eastern United States. *Mar. Biol.* 139: 355-360.
- STEVENS, J. (1996). Archival tagging of sharks in Australia. *Shark News*, (7): 10.
- TAKAHASI, M., H. Okuimina, K. Yokawa and M. Okazaki (2003). Swimming behaviour and migration of a swordfish recorded by an archival tag. *Marine and Freshwater Research*. 54: 527-534.
- TEO, S.L.H., A. Boustany, S. Blackwell, A. Walli, K.C. Weng and B.A. Block (2004). Validation of geolocation estimates based on light level and sea surface temperature from electronic tags. *Marine Ecology Progress Series* 283: 81-98.
- WILD, A. and T.J. Foreman (1980). The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 17(7): 507-60.
- YUEN, H.S.H. (1970). Behavior of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, as determined by tracking with ultrasonic devices. *J. Fish. Res. Board Can.*, 27(11): 2071-9
- YUEN, H.S.H., A.E. Dizon and J.H. Uchiyama (1974). Notes on the tracking of the Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. NOAA Tech. Rep. NMFS (Spec. Sci. Rep. Fish. Ser.), (675) 265-8.