

Relaciones entre capturas de túnidos tropicales y variables oceanográficas medidas por diferentes sensores

I. Sancristóbal* y Y. Sagarminaga**
isancristobal@suk.azti.es

* *Fundación AZTI. Unidad de Investigación Marina.
Txatxarramendi Ugarteia z/g, 48395 Sukarrieta. Vizcaya*

** *Fundación AZTI. Unidvad de Investigación Marina. Herrera Kaia z/g, 48395 Pasaia. Gipúzcoa*

RESUMEN

Las áreas tropicales de los Océanos Atlántico e Índico son zonas de alta producción pesquera especialmente para cerqueros y palangreros que buscan túnidos tropicales. Este trabajo auna capturas de banco libre realizadas por la flota de atuneros cerqueros españoles y los compara con parámetros oceanográficos con el fin de estudiar la posible influencia de estos en la distribución espacial de Rabil (*Thunnus albacares*) y Listado (*Katsuwonus pelamis*). Se contemplan 7 años de capturas (1998-2004) junto con mapas de concentración de clorofila-a del SeaWiFS, mapas de temperatura superficial del mar del sensor AVHRR y mapas de altimetría calculada a partir de datos de TOPEX/ POSEIDON y ERS. Este trabajo ha permitido estudiar no solo la relación existente entre la distribución de las capturas y los parámetros oceanográficos estimados sino también la comparación entre ambas especies y ambos océanos.

PALABRAS CLAVE: rabil, Índico, Atlántico, SST, CLA, SLA, atuneros, teledetección.

ABSTRACT

The tropical areas of Atlantic and Indian Ocean are known to be high fishing spots for longline and purse seiner vessels. The current research, undertakes Spanish purse seiner's free school captures data trying to explain Yellowfin (*Thunnus albacares*) and Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) local distribution related to oceanographic features. For this aim, 7 years of free school data captures (1998-2004) have been put together along with Chlorophyll-a distribution, sea surface temperature maps obtained from SeaWiFS and AVHRR radiometers data, and Sea Level Anomaly maps obtained from TOPEX/POSEIDON and ERS altimeters. Apart from the relationship of tuna distribution with the environmental parameters analyzed, this study has provided comparative results between the two species and the two oceans.

KEY WORDS: yellowfin tuna, Indian Ocean, Atlantic Ocean, SST, CLA, SLA, purse seiners, remote sensing.

INTRODUCCIÓN

Las áreas tropicales de los océanos Atlántico e Índico son zonas de alta producción pesquera especialmente para cerqueros y palangreros que capturan túnidos tropicales. Diversos autores (Uda 1973; Laurs y Lynn, 1977; Fiedler y Bernard, 1987; Petit, 1991; Santiago *et al.*, 1993) han demostrado la potencialidad de la teledetección espacial en la búsqueda de zonas de buenas condiciones oceanográficas para la presencia de especies pelágicas y en

concreto los túnidos. Los túnidos, que no son poiquiloterms¹ *sensu stricto*, se caracterizan entre otras cosas por disponer de un sistema muy sofisticado de termorregulación y una alta demanda metabólica. Estructuras como frentes térmicos, frentes planctónicos, afloramientos son con frecuencia zonas con altas tasas de producción primaria que pueden acumular presas para los túnidos por lo que éstos han desarrollado una especial sensibilidad para detectar este tipo de estructuras. En este sentido la visión sinóptica de la teledetección espacial es

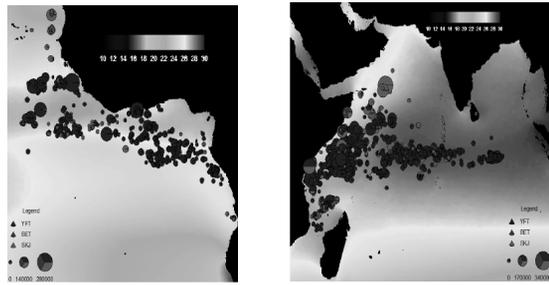
¹ Los *poiquiloterms* son los organismos llamados ectotérmicos o "de sangre fría", que no pueden regular significativamente su temperatura corporal generando calor.

una buena herramienta para detectar estructuras oceanográficas como las citadas que puedan agregar especies pelágicas y por tanto túnidos. En este trabajo se aúnan las capturas a banco libre de atuneros congeladores españoles faenando en dichas zonas con objeto de estudiar la distribución espacial de especies como el rabil (*Thunnus albacares*) y el listado (*Katsuwonus pelamis*) y su relación con parámetros oceanográficos. Con este fin, se compararon 7 años de capturas a banco libre (se refiere como banco libre a aquellos cardúmenes no asociados a objetos flotantes que puedan variar sus pautas migratorias y su comportamiento natural en general), junto con mapas de concentración de clorofila-a calculadas a partir del sensor SeaWiFS, Temperatura Superficial del mar a partir del sensor AVHRR y altimetría a partir de los altímetros TOPEX/POSEIDON y ERS. Este trabajo ha facilitado la comparación no sólo de la distribución de las capturas con variables medioambientales sino también entre las dos especies y las zonas tropicales de los dos océanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se completó una base de datos con 2382 lances a banco libre que suman más de 70.000 toneladas de rabil, patudo y listado para el período 06/Ene/1998 a 31/Dic/2004 en los Océanos Índico y Atlántico. Este estudio persigue entender mejor la distribución de los túnidos tropicales en función de parámetros oceanográficos, por tanto se utilizaron solamente los datos de capturas de banco libre que se extrajeron de los cuadernos de navegación. Las figuras 1 y 2 muestran la zona de estudio en cada océano; 20°N - 26°W y 20°S - 14°E para el Atlántico, y 26°N - 36°E y 30°S - 100°E para el Indico. Se trata de 1556 lances para el caso del Océano Índico y 826 para el Atlántico tropical.

Las especies objetivo fueron el rabil (*Thunnus albacares*) (YFT), el patudo (*Thunnus obesus*) (BET), y el listado (*Katsuwonus pelamis*) (SKJ), pero tras realizar un diagrama para observar el porcentaje de cada especie en el total de capturas se observó que el porcentaje de capturas de patudo no era suficientemente amplio para extraer conclusiones significativas, por lo tanto se enfocó el análisis especialmente al rabil y listado.



*Figuras 1 y 2. Distribución de las capturas y ventana geográfica utilizada en los Océanos Atlántico e Índico.

Mapas de teledetección

Se utilizaron imágenes de temperatura superficial del mar (SST) de la base de datos Pathfinder v4, imágenes de clorofila-a (CLA) L3 del proyecto SeaWiFS e imágenes de altimetría (SLA) del proyecto AVISO, englobando imágenes del Topex - Poseidon y ERS. Se calcularon medias semanales para cada una de las variables (SST, CLA, SLA). Se menciona en artículos similares que el hecho de utilizar medias semanales para estudiar el efecto que determinados parámetros oceanográficos puedan ejercer sobre la distribución de las especies carece de sentido ecológico (Podestá *et al.*, 1993), sin embargo dada la alta cobertura nubosa existente en latitudes tropicales y su efecto sobre los sensores pasivos utilizados se prefirió utilizar las medias semanales con el fin de mantener una muestra de capturas elevada para cuyas posiciones se pudieran extraer los valores oceanográficos correspondientes. En principio, la afirmación de Podestá parece tener sentido si el objetivo del trabajo es el de definir exclusivamente y en detalle los rangos oceanográficos que delimiten la distribución de una especie.

El lenguaje de programación utilizado para extraer de cada mapa oceanográfico los valores en las posiciones de capturas fue IDL. De esta forma se extrajeron los valores de temperatura superficial, de concentración de clorofila-a y de altimetría en la posición de la captura así como la media de estos parámetros oceanográficos en un rango de 5 píxeles alrededor de la posición de la captura con el fin de evitar los casos en los que la captura casualmente se diera en un píxel contaminado o sin dato.

Todas las figuras precedidas de asterisco se incluyen en el cuadernillo anexo de color

RESULTADOS Y DISCUSION

Utilizando como herramienta el lenguaje de programación citado anteriormente, se obtuvieron los rangos de preferencia en cada parámetro oceanográfico que las capturas de cada especie mostraba. En la Tabla 1 se detallan los rangos obtenidos en cada caso para las posiciones de capturas.

	SST (°C)		CLA (mg/m ³)		SLA (cm)
	YFT	SKJ	YFT	SKJ	YFT SKJ
ATL	22-24 & 26-29	22-24 & 26-29	0.2-0.4 & >0.9	0.2-0.4 & >0.9	(-5) -5
IND	28-31	27-31	0.1-0.4	0.2-0.4	(-5) -5

Tabla 1. Rangos de Temperatura Superficial, Concentración de Clorofila y altimetría en los que se dan las capturas.

El 49% de los lances con capturas de rabil (YFT) en el Océano Atlántico (ATL) se dieron dentro de un rango de temperatura de 22 - 24°C y el 20% entre 26 y 29°C. Este segundo rango de temperaturas se asemeja más al rango obtenido para el Océano Índico (IND). En primera instancia se pensó que quizás en el caso del Índico toda la zona estudiada estaba dentro de ese segundo rango de temperatura pero tras realizar la comprobación se observó que no era el caso y que el rabil disponía de zonas con temperatura superficial equivalente al primer rango extraído para el Atlántico. Se trata por tanto de un rango de preferencia de la especie en el Índico, ya sea por consecuencia directa a la temperatura o a alguna otra circunstancia que desconocemos.

El listado (SKJ) muestra la misma distribución que el rabil con respecto a la temperatura en el Océano Atlántico y similar en el Índico. La dicotomía en cuanto a rangos de temperatura preferentes ha sido anteriormente citada en la bibliografía y puede ser debida a dos comportamientos completamente distintos como son el de reproducción o el de alimentación (Shaefer, 1998). Esta distribución bimodal con porcentajes significativos de capturas en dos rangos completamente distintos fue también encontrada con la concentración de clorofila-a (Tabla 1). Tanto en el caso del rabil como en el del listado se observan gran cantidad de capturas en situaciones con altas concentraciones de clorofila-a que corresponden al rango de temperatura inferior

destacado (corresponden a las zonas de Sierra Leona y Angola). Los túnidos son predadores visuales y como tales prefieren las aguas sin demasiada turbidez (Ramos *et al.*, 1996, Brill, 2001) sin embargo en este estudio, tanto el rabil como el listado mostraron una preferencia clara hacia zonas con altas concentraciones de clorofila-a por metro cúbico en primavera y otoño.

Estudios con las mismas especies en aguas del Pacífico mostraron que el 85% de los rabiles adultos desovan en aguas entre 26 y 30°C (Shaefer, 1998) con lo cual la distribución bimodal encontrada en nuestro trabajo podría soportar la afirmación de Shaefer, sugiriendo que los rabiles quizá busquen rangos diferentes de temperatura y clorofila-a para comportamientos alimenticios o de desove. No se han encontrado citas sobre la diferencia en el comportamiento en la literatura equivalente para el listado, sin embargo este estudio muestra que esta especie también presenta un comportamiento doble fuertemente diferenciado (Tabla 1).

Ambas especies muestran una distribución similar en cuanto a la altimetría en ambos océanos. El 70% de las capturas de rabil y el 67% de listado se dan en zonas con pequeñas anomalías altimétricas. El cálculo del gradiente de altimetría estimada para un área de 5x5 píxeles calculado a partir de la diferencia entre el valor máximo y el mínimo alrededor de la posición de captura, mostró que se trataba frecuentemente de zonas con gran contraste altimétrico.

Posteriormente se calculó la proporción de lances que equivalen a cada combinación de rangos entre SST y CLA con el fin de generar mapas que representaran estas proporciones. De esta forma se asignó un color diferente a cada proporción para realizar aquellas zonas en los mapas que cumplían con la combinación de rangos preferentes mostrados por los lances a cada especie ante SST y CLA en ambos océanos (Figura 4). Estos mapas muestran que las áreas en las que se concentra el esfuerzo pesquero en cada época del año coinciden con zonas en las cuales se dan aquellas condiciones combinadas de SST y CLA para las que se da la mayor proporción de capturas.

CONCLUSIONES

El hecho de partir de un muestreo no aleatorio como son las capturas de una determinada flota pesquera para la realización de este tipo de estudios está puesto en entredicho. Sin embargo dada la gran

cantidad de atuneros congeladores operando en el área de estudio y la capacidad de recorrer grandes superficies de cada uno de ellos sugieren que si en cada época frecuentan determinadas zonas no sólo es porque la búsqueda sea completamente dirigida sino porque en general es allí donde se encuentran posibles capturas al menos para este tipo de arte.

El rabil generalmente pasa la mayor parte del tiempo en la capa de mezcla o por encima de la termoclina (Holland *et al.*, 1990; Brill *et al.*, 1999) y el listado prácticamente el 100% del tiempo en la capa epipelágica, por el contrario el patudo se pasa casi todo el tiempo en la capa batipelágica (Dagorn *et al.*, 2000) lo cual podría ser el motivo de la escasas proporción de patudo en las capturas totales a banco libre realizadas por unos atuneros que operan con artes de cerco influyentes en los primeros 150-175m de la columna de agua.

Mas allá del comportamiento asociado a rangos de temperatura inferiores (22°-24°C) con altas concentraciones de clorofila-a que sólo se ha hallado en este estudio en las zonas de Sierra Leona y Angola, las diferencias en los valores detectadas entre ambos océanos no son significativamente diferentes lo cual sugiere que el comportamiento general de la especie es similar en ambos océanos y buscan aquellas zonas que tengan determinados rangos de temperatura y clorofila en cada época del año.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin los datos detallados de capturas de la flota atunera vasca; una información confidencial que nos facilitaron de forma desinteresada para fines científicos.

BIBLIOGRAFÍA

BRILL, W. y LUTCAVAGE, M. E. 2001. Understanding environmental Influences on movements and depth distributions of tunas and billfishes can significantly improve population assessments. *American Fisheries Society Symposium*.

DAGORN, L., BACH, P. y JOSSE, E. 2000. Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.* 136 (2): 361-371.

FIEDLER, P. y BERNARD, H. 1997. Tuna aggregation and feeding near fronts observed in satellite imagery. *Cont. Shelf Res.* 7, 871-88.

LAURS, R. M. y LYNN, R. J. 1997. Seasonal migration of North Pacific Albacore, *Thunnus alalunga*, into North American coastal waters: distribution, relative abundance and association with Transition Zone water. *Fishery Bull.* 75, 795-822.

PETIT, M. 1991. Contribution de la télédétection aérospatiale a l'elaboration des bases de l'halieutique opérationnelle : l'exemple des pêcheries thoniers tropicales de surface (Aspect évaluatif). Tesis Doctoral. Université Pierre et Marie Curie de Paris VI, France, 130 pp.

PODESTÁ, G. P., BROWDER, J. A. y HOEY J. J. 1993. Exploring the association between swordfish catch rates and thermal fronts on U.S. longline grounds in the western North Atlantic. *Cont. Shelf Res.* 13 (2-3): 253-277.

RAMOS, A. G., SANTIAGO, J., SANGRÁ, P. y M. CANTON, M. 1996. An application of satellite-derived sea surface temperature data to the skipjack (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) and albacore tuna (*Thunnus alalunga* Bonaterre, 1788) fisheries in the NE Atlantic. *Int. J. Rem. Sens.* 17 (4): 749-759.

SANTIAGO, J., RAMOS, A. G. y CANTON, M. 1993. Teledetección y pesca de atún blanco en el NE Atlántico. Análisis de las campañas de pesca 1990-92. Doc. Tec. Gobierno Vasco. 51.

SHAEFER K. M. 1998. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. *Bulletin. Inter-American Tropical Tuna Commission/ Boletín. Bull. IATTC/Bol. CIAT* 21(5): 272 pp.

UDA, M. 1973. Pulsative fluctuation of oceanic fronts in association with the tuna fishing grounds and fisheries. *J. Fac. Mar. Sci. Tech.* 7, 245-265.

Anexos

I. Sancristóbal y Y. Sagarminaga

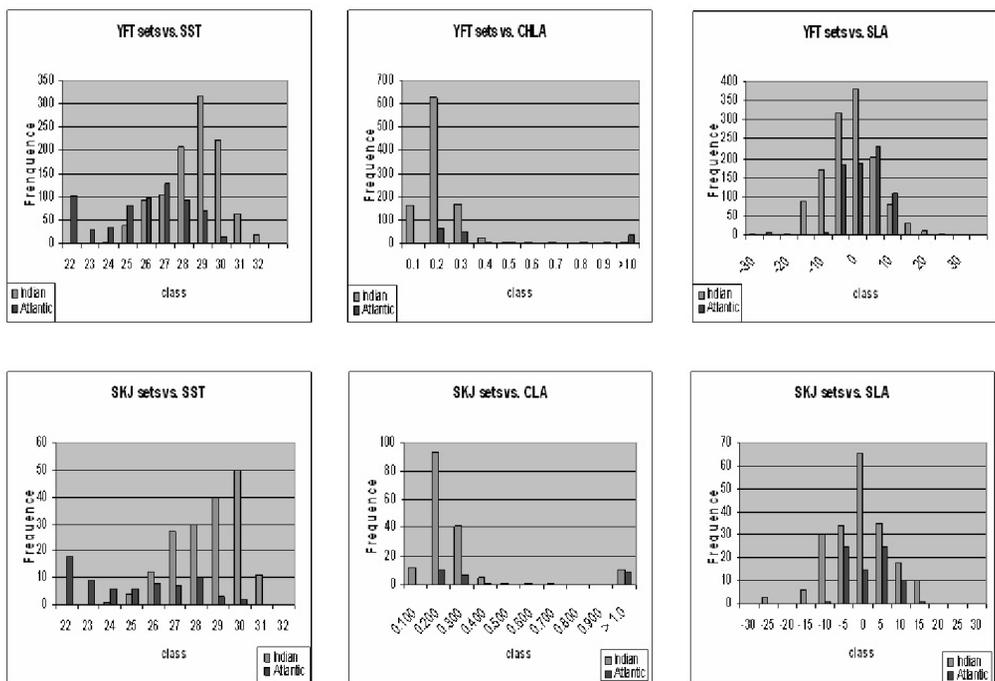
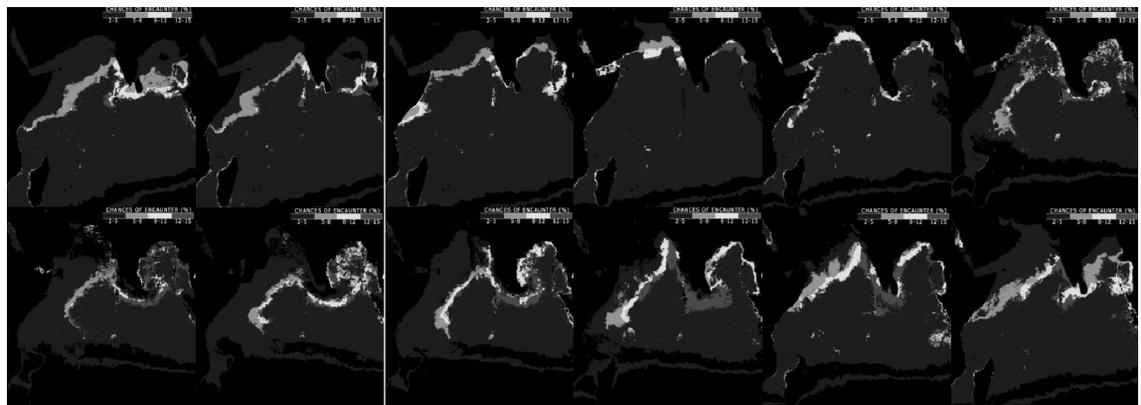


Tabla 2. Frecuencia de lances para cada rango de SST, CLA Y SLA.



*Figura 3. Imágenes mensuales creadas a partir de los rangos de SST y CLA para los que se han recogido capturas de Rabil (YFT). Aquellas zonas en las que se cumplen los rangos en los parámetros oceanográficos mencionados y se recogen el 12-15% de las capturas totales se les asigno el color rojo, las que cumplen con los rangos con los que se cubren el 8-12% de las capturas se les asigno el color amarillo, las que cumplen con los rangos con los que se recogieron 5-8% de las capturas equivalen al color verde y las que solamente cubren el 2-5% de las capturas color azul.

Todas las figuras precedidas de asterisco se incluyen en el cuadernillo anexo de color