

AGREGACIONES DE RABIL (*Thunnus albacares*, BONATERRE 1788) Y PATUDO (*Thunnus obesus*, LOWE 1839) EN EVENTOS OCEANOGRÁFICOS SUBMESOESCALARES DEL ÁREA DE CANARIAS OBSERVADOS MEDIANTE TELEDETECCIÓN INFRARROJA

Ramos¹, A., A. Delgado de Molina², J. Ariz², J.C. Santana², L. García-Weill³, M. Cantón³

¹ Departamento de Biología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, España

² Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Apartado 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, España

³ Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, España

SUMMARY

During March-November, 1992, both local and broad-scale dynamic relationships were studied between fishing ground locations for bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Canary Islands area (24°N-30°N, 13°W-19°W) observed by satellite derived SST (AVHRR/NOAA-11). Bigeye catches were located in a wider range of SST (17.5°C-24.5°C) with two clear trends (between 16.5°C-21.5°C and 21.5°C-24.5°C). Yellowfin fishing grounds, however, showed to be located in a more tropical range of SST (20.5°C-25.5°C). The oceanographic sub-mesoscale events involving upwelling and jets reflected good fishing location grounds. The range of SST for both species showed a relatively wider pattern for bigeye. It leads to consider the system of thermoregulation of bigeye to be more effective when compared to yellowfin, more tropical and thermo-dependent.

RESUMÉ

Quarante scénarios de température océanique de surface (SST), qui ont été obtenus par le détecteur AVHRR/NOAA11, ont été traités dans le but d'analyser le rapport entre le rendement de la pêche de thon obèse (*Thunnus obesus*) et d'albacore (*Thunnus albacares*) et les phénomènes océanographiques à mésoéchelle et à submésoéchelle observés dans la zone des Canaries (24°N-30°N, 13°W-19°W) entre les mois de mars et novembre 1992. La meilleure production de thon obèse a été obtenue dans une gamme de SST de 17,5°C à 24,5°C, avec une distribution bimodale (17,5°-21,5°C et 21,5°-24,5°C). La meilleure production d'albacore a été obtenue dans une gamme plus étroite et légèrement plus chaud que pour le thon obèse (20,5°C à 25,5°C). Les phénomènes océanographiques qui ont donné la meilleure production de pêche pour les deux espèces ont été les fronts causés par l'upwelling saharien, et les "jets" qui en surgissent. Les résultats suggèrent un comportement de contrôle physiologique plus efficace chez le thon obèse, du fait qu'il se trouve dans un éventail thermique plus ample.

RESUMEN

Cuarenta escenas de temperatura superficial del océano (SST) obtenidas a partir del sensor AVHRR/NOAA11, fueron procesadas con el objetivo de analizar las relaciones entre los rendimientos pesqueros de patudo (*Thunnus obesus*) y rabil (*Thunnus albacares*) y los eventos oceanográficos meso y submesoescalares observados en el área de Canarias (24°N-30°N, 13°W-19°W) entre marzo y noviembre de 1992. Los mejores rendimientos de patudo se localizaron en un rango de SST entre 17,5° y 24,5°C, con una distribución bimodal (entre 17,5°-21,5°C y 21,5°-24,5°C). Los rendimientos mas elevados de rabil se obtuvieron en un rango mas ceñido y ligeramente mas cálido que en el caso del patudo (20,5°-25,5°C). Los eventos oceanográficos que acumularon los mayores rendimientos de pesca sobre ambas especies fueron los frentes generados por el afloramiento sahariño, además, de los filamentos que se desprenden de éste. Los resultados sugieren un comportamiento de control fisiológicos mas eficiente para el patudo, al ubicarse en un rango térmico mas amplio.

INTRODUCCIÓN

La influencia de los eventos oceanográficos sobre la dinámica de las poblaciones de túnidos, se considera de gran importancia para entender e integrar los modelos de gestión de sus pesquerías. Una aproximación al problema, consiste en desarrollar un entendimiento básico de la influencia de los eventos oceanográficos sobre los rendimientos de pesca de túnidos (Mendelsohn and Roy, 1986). En este sentido, varios autores han investigado las pesquerías de túnidos tropicales considerando un análisis conjunto del afloramiento del área del Golfo de Guinea y aguas adyacentes (Mendelsohn and Roy, 1986; Stretta, 1991). En zonas más septentrionales (de Cabo Blanco 20°N a Cabo Ghir 32°N), se han investigado los eventos oceanográficos sinópticos tipo afloramiento, susceptibles de acumular rendimientos pesqueros de listado *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758)(Evans et al., 1981; Ramos, 1992).

Las posibilidades de visualización sinóptica del clima oceánico desde el espacio, a partir de la teledetección infrarroja, han demostrado su potencial en el estudio de las poblaciones de túnidos en distintas áreas del planeta (Lauri and Lynn, 1977; Lauri et al., 1984; Fiedler and Bernard, 1977; Petit, 1991; Santiago et al., 1993). En el Atlántico nororiental se han analizado, mediante la utilización de este sistema, eventos submesoescalares (giros y efectos de masa de isla) generados por el Archipiélago Canario, susceptibles de acumular listado (Ramos, 1992; Ramos et al., 1995). Sin embargo, no existe ningún trabajo que analice la influencia de los eventos oceanográficos submesoescalares sobre la pesquería de rabil y patudo en el área de las Islas Canarias. Un análisis en este sentido, posibilitaría definir analogías y diferencias de termo-comportamiento migratorio para ambas especies.

METODOLOGÍA

Se analizaron los rendimientos pesqueros (190 de rabil y 270 de patudo) de la flota española de cebo vivo que operó en 1992 en el área de Canarias (24°N a 30°N y 13°W a 19°W) (Fig.1). Estos fueron obtenidos de la base de datos del Centro Oceanográfico de Canarias (COC-IEO).

Se calculó el rango de la SST correspondiente a la posición latitud-longitud de las operaciones positivas de pesca sobre ambas especies, así como su evolución temporal.

Las imágenes AVHRR/NOAA-11 adquiridas en el Centro Espacial de Canarias (INTA-Maspalomas) y procesadas en la ULPGC, fueron seleccionadas siguiendo tres criterios, la disponibilidad de datos de CPUE, la cobertura de la escena sobre la ventana de pesca y por último, la cobertura nubosa. Las 40 escenas seleccionadas fueron corregidas de efectos atmosféricos utilizando el algoritmo *split-window* (McClain et al., 1983) y convertidas en SST a partir de la radiancia recibida en los canales 4 y 5 (10.5-11.3 y 11.5-12.5 micrómetros, respectivamente). Posteriormente éstas eran

georeferenciadas mediante una corrección geométrica y completadas con el marco latitud-longitud, escala de SST y leyenda.

Con el objetivo de inventariar los eventos oceanográficos susceptibles de acumular rendimientos pesqueros, los registros de CPUE seleccionados para ambas especies fueron representados sobre las escenas SST, utilizando tres niveles de captura por día de pesca: mínimo hasta 1500 kg (\circ), medio desde 1500 hasta 5000 kg (\bullet) y máximo, más de 5000 kg (\bigcirc).

RESULTADOS

El 90 % de las operaciones positivas de pesca se efectuaron, para el patudo, dentro de un rango de SST entre 17.5°C y 24.5°C y, para el rabil, entre 20.5°C y 25.5°C (Fig.2).

La evolución temporal mostró un comportamiento más tropical del rabil, al ubicarse en un rango de SST más ceñido, y térmicamente más cálido que el patudo, sin variaciones aparentes desde el periodo agosto-noviembre (t test, $p > 0.05$) (Fig.3a). El patudo sin embargo, mostró una ubicación en un rango de SST correspondiente al periodo de marzo hasta octubre, con dos rangos significativamente distintos (t: $p < 0.05$) (Fig.3b). El primero, entre 17.5°C y 21.5°C, se dió desde marzo hasta julio, mientras que el segundo, más cálido, se localizó entre julio y octubre, con temperaturas comprendidas entre 21.5°C y 24.5°C.

En el análisis de los eventos oceanográficos submesoescalares, susceptibles de acumular rendimientos pesqueros, el rabil mostró una especial afinidad hacia tres de los seis eventos considerados: afloramientos, frentes y filamentos (Tabla 1), acumulándose en los eventos frontales generados por los pulsos de afloramiento y en los filamentos que se desprenden de éste y que derivan hacia aguas oceánicas más cálidas. Ejemplo de ello son las ubicaciones de operaciones positivas de pesca observadas en la escena SST procesada el 21 de agosto, localizadas en el 24°N-17°W, en el 25°N-16°W y en el 28°N-14°W (Fig.4a,b). La relación con otro tipo de eventos tales como los giros cálidos, si bien existente, no fue muy frecuente debido a la escasa periodicidad de este tipo de eventos en esta área. De hecho, solo fue identificada de forma clara el 8 de septiembre de 1992 en el 26°N-15°W (Fig.5a,b).

El patudo muestra un comportamiento similar al rabil, al relacionarse con el mismo tipo de eventos oceanográficos (Tabla 2). Esta especie se acumula en los frentes del afloramiento sahariano y en los filamentos que se desprenden de éste, como los observados el 18 de julio de 1992 en el 28°N-14°W (Fig.6a,b). Asimismo, el efecto de masa de isla, generado por el choque de la Corriente de Canarias con el Archipiélago Canario, asociado a la perturbación que produce la isla más oriental (Lanzarote), puede ocasionar buenos rendimientos pesqueros de esta especie, tal y

como se observa en la escena correspondiente al 30 de Mayo en 29°N-14°W (Fig.7a,b).

DISCUSIÓN

En el área de estudio, el patudo muestra un rango de distribución de SST más amplio que el correspondiente al rabil, con dos tendencias claramente definidas, una más templada y otra más tropical. Aunque este punto no ha sido aún confirmado, esta doble asociación podría ser debida a la presencia en esta área de dos grupos de edad de patudo. El primero, de comportamiento más templado, fue localizado en un rango de SST correspondiente al periodo marzo-julio de 1992. El segundo, sin embargo, demostró una tendencia más tropical al ubicarse en aguas más cálidas durante el periodo estival (entre agosto y octubre de 1992).

El rango de distribución térmica, más amplio para el patudo, podría deberse a dos razones fundamentales, el sistema de termoregulación fisiológica de la temperatura corporal y la relación Superficie/Volumen (S/V). El patudo presenta un sistema de intercambio de calor a dos niveles, un Sistema de Intercambio Lateral (SIL) a nivel de la línea lateral (Sharp and Dizon, 1978), propio del rabil, listado y atún blanco, *Thunnus aialunga*, Bonaterre, 1788 y un Sistema de Intercambio Visceral (SIV) que solo presentan éste y el atún rojo, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) (Sharp and Dizon, 1978) a nivel de la superficie hepática. Por otro lado, el tamaño, si se confirma la presencia de dos grupos de talla, podría ser determinante debido a que el patudo joven presenta una mayor relación Superficie/Volumen (S/V) que le hace más susceptible a las pérdidas o ganancias de calor, y como resultado, presenta una menor eficiencia de termoregulación.

El rabil, sin embargo, presenta dos sistemas de termoregulación, un SIL típico también de especies templadas como el atún blanco, y un Sistema de Intercambio Central (SIC) entre la vena cardenal y la aorta central que discurren al nivel de la columna vertebral (Sharp and Dizon, 1978), exclusivo de especies tropicales *in sensu stricto* como el propio rabil y el listado. Es por ello que esta especie muestra una asociación a rangos de SST plenamente estivales (agosto-noviembre) menos eficientes en el autocontrol termofisiológico, lo cual les obliga a un rango de SST más cálido.

El análisis de los eventos oceanográficos que acumularon buenos rendimientos pesqueros para ambas especies mostró una particularidad común a todos ellos, ya fueran afloramientos o filamentos: las estructuras frontales. La relación entre núcleos de pesca de túnidos y los frentes térmicos ha sido ampliamente descrita por varios autores y justificada como un punto de acumulación de alimento, en áreas que permiten unas condiciones térmicas óptimas con posibilidades de termoregulación en cortas distancias (Fiedler and Bernard, 1977; Laurs and Lynn, 1977; Laurs et al., 1984; Santiago et al., 1993; Ramos et al., 1995).

Se observaron, sin embargo, núcleos de pesca de patudo asociados a los bordes de nubes y a los efectos de masa de isla, al igual que otros autores habían ya observado para especies afines. En el Atlántico nororiental, Santiago et al. (1993) investigaron las agregaciones de los núcleos pesqueros de atún blanco en los bordes nubosos. Estos autores justificaron estas agregaciones de atún blanco como un efecto de cambio brusco de la intensidad luminosa y de la SST entre las áreas de sombra y las expuestas directamente a la radiación solar. Por otro lado, Ramos (1992) y Ramos et al. (1995), describieron la asociación entre las agregaciones de listado en los efectos de masa de isla observados en el área de Canarias. Las perturbaciones que las islas generan al flujo normal de la Corriente de Canarias, determinan núcleos de acumulación de alimento en un entorno térmico óptimo a los requerimientos fisiológicos de esta especie, hacia las que los túnidos deben, indefectiblemente, sentirse atraídos.

El carácter fisiológico de especies termoconservantes, frente a los poiquilotermos *in sensu stricto*, les ha permitido a los túnidos el desarrollo evolutivo de una especial sensibilidad para responder a las condiciones del clima oceánico. La tendencia a acumularse en eventos oceanográficos submesoescalares donde se concentra el alimento, les permitiría además, muchas posibilidades de autocontrol de la temperatura fisiológica en distancias relativamente cortas.

BIBLIOGRAFÍA

- EVANS R., D. MACLAIN and R. BAUER.- 1981. Atlantic skipjack tuna: Influence of the environment on their vulnerability to surface gear. *Collection of Scientific Documents (ICCAT)*, 9 (1), 264-274.
- FIEDLER P. and H.BERNARD.- 1977. Tuna aggregation and feeding near fronts observed in satellite imagery. *Continental Shelf Research*, 7, 871-881.
- LAURS M. and R. LYNN.- 1977. Seasonal migration of North Pacific Albacore, *Thunnus aialunga*, into North America coastal waters: Distribution, relative abundance and association with transition zone waters. *Fishery Bulletin*, 75 (4), 795-822.
- LAURS M., P.C. FIEDLER and D.R. MONTGOMERY.- 1984. Albacore tuna catch distribution relative to environmental features observed from satellites. *Deep Sea Research* 31(9), 1085-1099.
- MCCLAIN E.P., W.E. PICHEL, C.C. WALTON, ZAHMADD and J.SUTTON.- 1983. Multichannel improvements to satellite-derived global sea-surface temperatures. *Advances in Space Research*. 2, 43-47.

MENDELSSOHN R. and C. ROY.- 1986. Environmental influences on the french, Ivory Coast, Senegalese and Moroccan tuna catches in the Gulf of Guinea. In: Symons P., P. Miyake, G. Sakagawa (eds.): *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*, pp. 170-189.

PETIT M.- 1991. Contribution de la télédétection aérospatiale a l'elaboration des bases de l'halieutique opérationnelle: l'exemple des pêcheries thonières tropicales de surface. (Aspect évaluatif). *Ph.D. Thesis. Université Pierre et Marie Curie de Paris VI, France. Plus 5 annexes.* 130 pp.

RAMOS A.G.- 1992. Bioecología del listado (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) en el área de Canarias. Modelo de gestión y explotación mediante el uso de la teledetección. *Ph.D.Thesis. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Spain.*, 198 pp.

RAMOS A., J.SANTIAGO, P.SANGRA and M. CANTON.- 1995. 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 Northeast Atlantic. *Int.J.Rem.Sens.*, (in press).

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

SHARP G. and ADIZON.- 1978. The physiological ecology of tunas. (New York: Academic Press).

STRETTA, J.M.- 1991. Télédétection aérospatiale et gestion des pêches; application: recherche environnementale et halieutique thonière opérationnelle. *These de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie de Paris VI*, 130 pp.

Rabil	Afloramiento	Frentes	Filamentos	Giros	Nube
15 Ago92					
21 Ago92					
24 Ago92					
30 Ago92					
08 Sep92					
22 Sep92					
25 Sep92					
03 Oct 92					
10 Oct 92					
19 Oct 92					
26 Oct 92					
05 Nov92					

Tabla 1.- Eventos oceanográficos susceptibles de acumular rendimientos pesqueros de rabil en el área de Canarias en 1992.

Patudo	Afloramiento	Frentes	Filamentos	Giros	Nubes	Estelas
11 Mar92						
02Abr92						
29Abr92						
30May92						
24Jun92						
18Jul 92						
21Jul 92						
30Jul 92						
21Ago92						
08Sep92						

Tabla 2.- Eventos oceanográficos susceptibles de acumular rendimientos pesqueros de patudo en el área de Canarias en 1992.

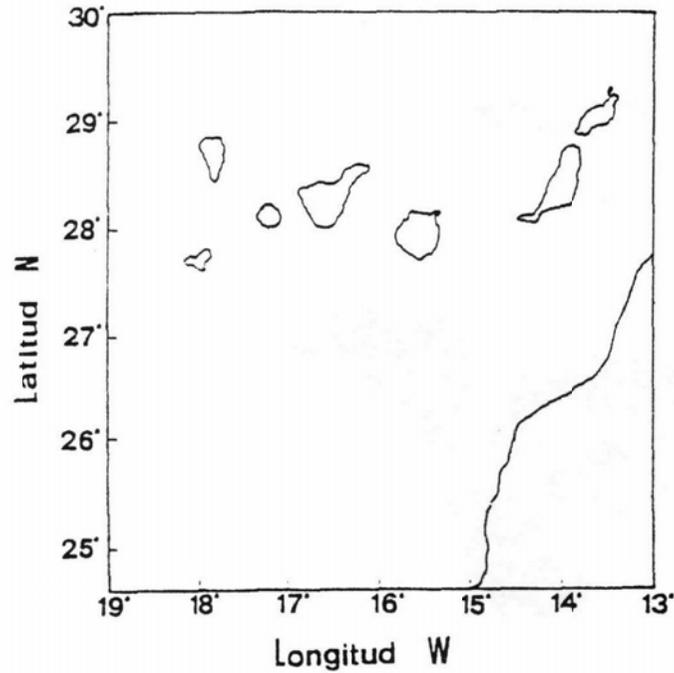


Figura 1.- Área de Canarias, objeto del estudio.

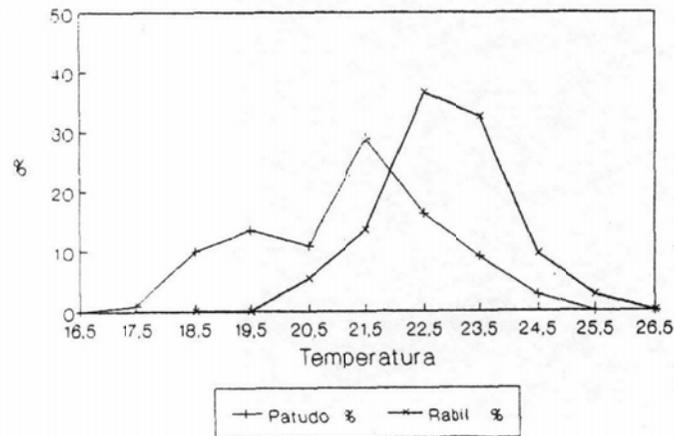


Figura 2.- Porcentaje de frecuencias de SST que determinaron operaciones positivas de pesca de patudo y rabil en 1992 en el área de Canarias.

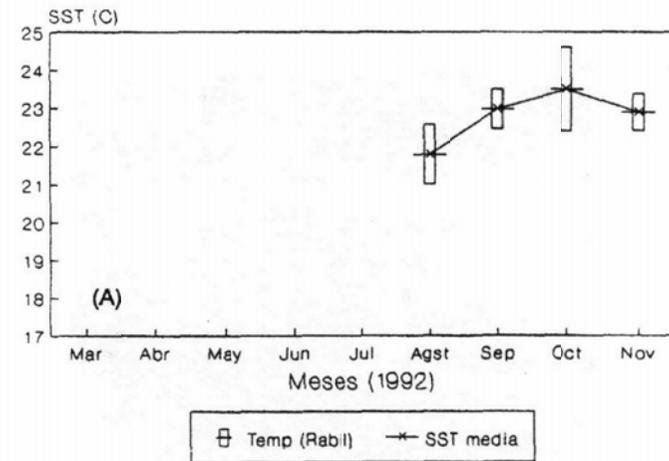
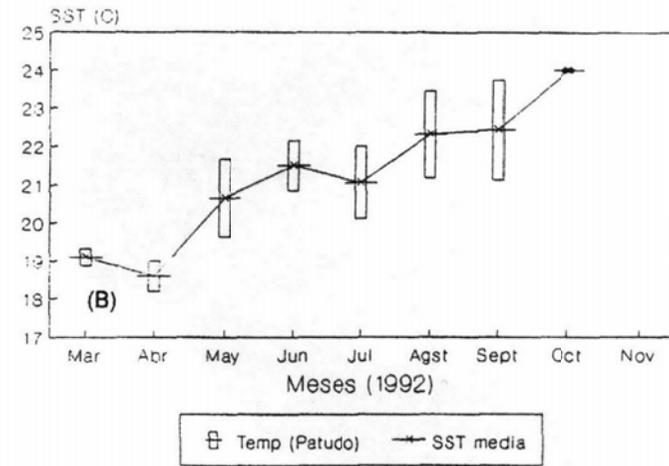


Figura 3.- Evolución temporal de SST (\pm desviación estándar) que ubicaron operaciones positivas de pesca de rabil (A) y patudo (B) en el área de Canarias.



Figura 4a,b.- Escena de SST del 21 de agosto de 1992 obtenida del sensor AVHRR/NCAA-11 en el área de Canarias. La ubicación de los rendimientos pesqueros de rabil se representan en círculos.

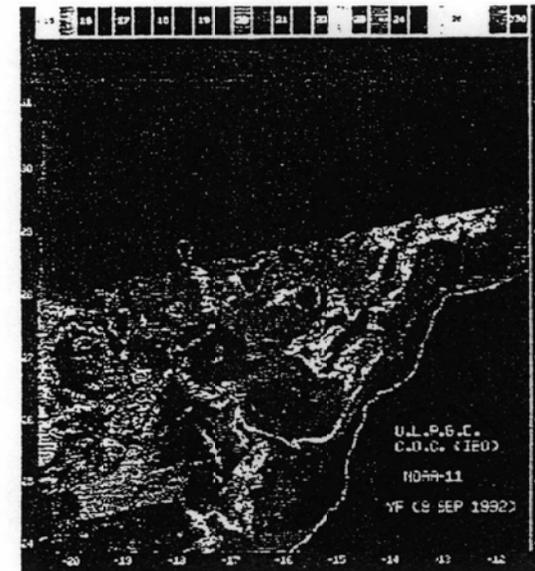


Figura 5a,b.- Escena de SST del 8 de septiembre de 1992 frente a los rendimientos pesqueros de rabil (círculos) en el área de Canarias.