

# Viabilidad de la teledetección infrarroja para la pesquería de atún blanco (Thunnus alalunga Bonaterre, 1788) en el Atlántico nororiental y Mediterraneo

Antonio G. Ramos<sup>1</sup>, Josu Santiago<sup>2</sup> y Manuel Cantón<sup>3</sup>

(1) Dpto. de Biología. Facultad de Ciencias del Mar  
ULPGC

(2) AZTI-SIO. Txatxarramendi Irla  
Sukarrieta, Bizcaia

(3) Dpto. de Física. Facultad de Ciencias del Mar  
ULPGC

## RESUMEN

Se han investigado las relaciones entre los eventos oceanográficos observados a partir de 67 escenas del sensor AVHRR/NOAA-11 en el área del Atlántico Nororiental y Mar de Alborán, y los rendimientos pesqueros de la flota de bajura del área en las temporadas 1990, 1991 y 1992. A pesar de los problemas de cobertura nubosa del área, los frentes oceánicos y los remolinos anticiclónicos parecen ser las estructuras oceanográficas hacia las que los túnidos sienten especial afinidad y que concentran gran parte de los mejores rendimientos pesqueros.

## ABSTRACT

67 AVHRR/NOAA-11 satellite scenes from the Cantabrian and Alboran Sea were processed. The aim was to detect the relationship between the oceanographic features and the Basque live bait fishery which operated in 1990, 1991 and 1992. Despite of the cloud coverage results show that fronts and anticyclonic eddies seem to accumulate the major fishing grounds locations. It is discussed the operational possibilities to decrease the fishing searching effort.

## Introducción

El desarrollo de la teledetección infrarroja ha traído como consecuencia la posibilidad de visualización de áreas sinópticas de la superficie oceánica, así como de las estructuras y eventos manifiestos hacia las que las poblaciones de peces se sienten atraídos (Uda, 1973; Laurs & Lynn, 1977; Laurs *et al.*, 1984; Fiedler & Bernard, 1987; Petit, 1991; Stretta, 1991; Ramos, 1992; Santiago *et al.*, 1993).

De los recursos vivos con mayor potencial de aplicación de este tipo de técnicas, la pesquería de túnidos es, quizás, la de mayores posibilidades para una optimización del aumento de los rendimientos. La razón principal se debe a su carácter de especies termoconservantes frente a otras de tipo poiquilotermo (sangre fría) *in sensu stricto*. Esta capacidad fisiológica de conservación del calor interno, les permite disponer de una serie de ventajas evolutivas (aumento de la actividad fisiológica y del rendimiento de transferencia de  $O_2$  desde la hemoglobina hacia el músculo rojo, aumento de la velocidad natatoria, etc.) (Sharp y Dizon, 1978). Sin embargo, esta característica fisiológica también les confiere una serie de problemas derivados del alto coste energético determinado por la elevada actividad natatoria continuada sobre grandes áreas, en su búsqueda de alimento para el mantenimiento de un índice de condición óptimo (Au, 1986). Sin embargo y por *filtración evolutiva* los túnidos en general y entre ellos el atún blanco, han desarrollado una especial sensibilidad para detectar las anomalías que se presentan en el medio marino, anomalías que por lo demás asocian a la presencia de altas concentraciones de alimento en un medio óptimo a sus particularidades fisiológicas (zonas frontales, remolinos, bordes nubosos, etc.) (Laurs *et al.*, 1984; Petit, 1991; Stretta, 1991; Ramos, 1992; Santiago *et al.*, 1993).

Estas estructuras anómalas manifiestan (en la superficie oceánica), una signatura térmica espectral claramente visualizable a partir de imágenes sinópticas de la temperatura superficial del océano, obtenidas de satélites operacionales NOAA y como consecuencia, puede relacionarse con los rendimientos pesqueros de la flota de cebo que opera sobre los stocks de atún blanco del Atlántico Nororiental y Mediterráneo.

### Metodología

La metodología básica, ha consistido esencialmente en la superposición conjunta de escenas de temperatura superficial del océano (SST) con una resolución espacial de  $1 \text{ km} * 1 \text{ km}$ , frente a los registros de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota atunera de bajura. Para ello se seleccionaron dos áreas correspondientes al Atlántico Nororiental (1-22 W, 40-52 N) y al Mediterráneo donde una parte de la flota faenó durante 1992 (Fig. 1).

Los registros CPUE (nº de ejemplares/día de pesca), además de la posición y fecha, fueron extraídos de la base de datos del *Instituto de Investigación y Tecnología para la Oceanografía, Pesca y Alimentación (AZTI-SIO)* del Gobierno Vasco, para los años 1990, 91 y 92. Se procesaron utilizando tres niveles de CPUE: *Mínimo* (representado por un círculo vacío) y que se correspondía con menos de 50 ejemplares/día, *medio* (representado por un asterisco) con rendimientos entre 50 y 200 ejemplares/día y *máximo* (representado por un cuadrado negro) para más de 200 ejemplares/día.

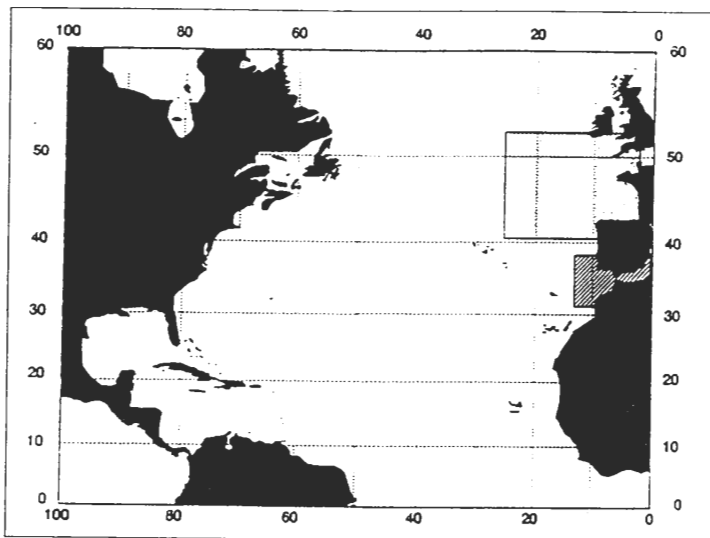


Figura 1  
Área de trabajo en el Atlántico Nororiental y Mar de Alborán

Las 67 imágenes AVHRR/NOAA-11, fueron adquiridas en la Estación Aeroespacial de Maspalomas (Gran Canaria), siguiendo criterios de disponibilidad de datos CPUE, cobertura espacial de la escena sobre la ventana de pesca y por último, cobertura nubosa. Las escenas seleccionadas fueron posteriormente procesadas en la *Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*. El procedimiento seguido fue en primer lugar una corrección de efectos atmosféricos utilizando el algoritmo *split-window* (McClain *et al.*, 1983). Las escenas eran de esta forma 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 fueron georeferenciadas mediante la corrección geométrica, y completadas con el marco lat-long, registros de pesca y leyenda.

### Resultados

Para un total de 6293 observaciones realizadas por la flota comercial y durante los años 1987-91 se observó que el 90% de las operaciones positivas de pesca se efectuaron dentro de un rango de SST entre 16 y 23 C (*Fig. 2*). Esta apreciación permitía ceñir el rango de distribución de esta especie, pensando siempre en una optimización de la pesquería mediante el uso de cartas SST obtenidas a partir de datos de satélite.

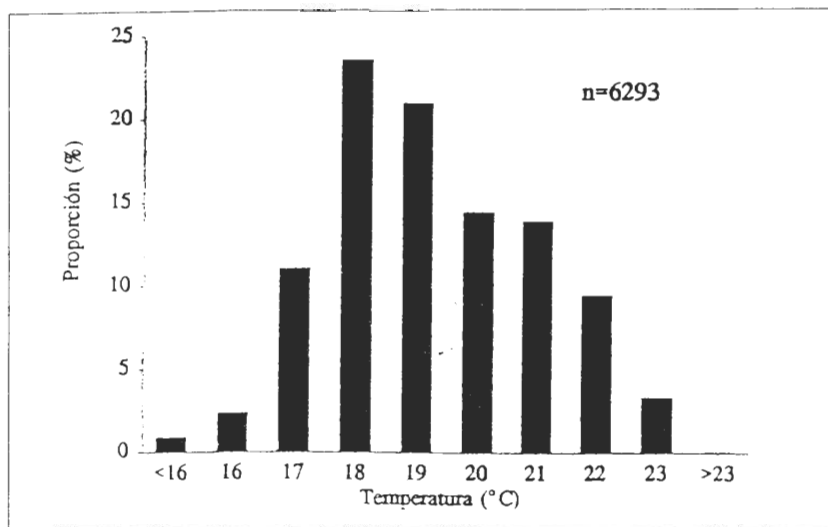


Figura 2

Proporción de operaciones positivas de pesca de atún blanco entre 1987 y 1991 en función de la temperatura superficial del océano

Asimismo se obtuvieron relaciones entre los núcleos de pesca de atún blanco y dos tipos de estructuras:

- a.- Zonas frontales. Como la generada por un filamento anómalo detectado en el área del Atlántico Noroccidental y que evoluciona entre los días 10 y 15 de agosto de 1991 (Fig. 3a, b, c, d). La estructura cubre un gran área oceánica (45-47 N, 19-8 W), y los giros desprendidos en el borde de interacción de la zona más meridional de la estructura con las aguas circundantes, sugieren su condición de filamento advectivo. Los núcleos de mayores rendimientos están asociados a la zona frontal entre ambos tipos de aguas, siendo el gradiente entre ellos de 5 grados C en menos de 50 km. En el último día de la secuencia (15 de agosto) se detecta un nuevo filamento que se conecta con el bolsillo de agua caliente del Cantábrico oriental. El mecanismo de generación de esta estructura sin embargo, no es de tipo advectivo como en el caso anterior. Este es debido al sobrecalentamiento del área por efecto de relajación del viento y como resultado del desplazamiento meridional sinóptico de la Zona Intertropical de Convergencia (ZITC) en áreas tropicales, que determina un calentamiento progresivo hacia el Norte en primavera (Citeau y Demarecq, 1990). Escenas AVHRR (no publicadas) solicitadas a la ESA por problemas de cobertura de la Estación de Maspalomas, confirman la conservación del filamento advecti-

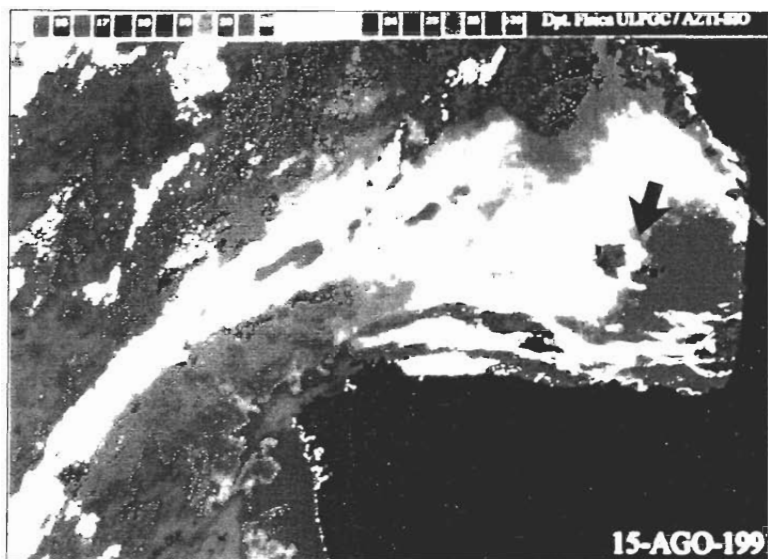


Figura 3a. (A. 53)

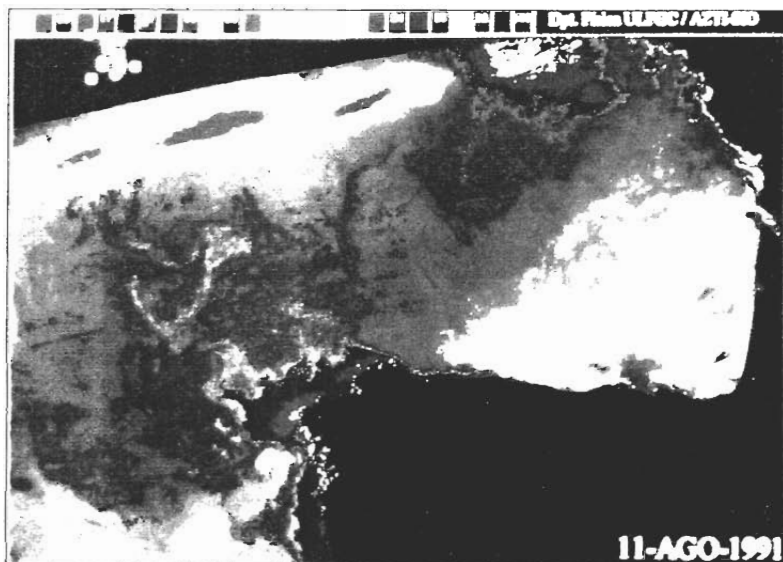


Figura 3b. (A. 54)

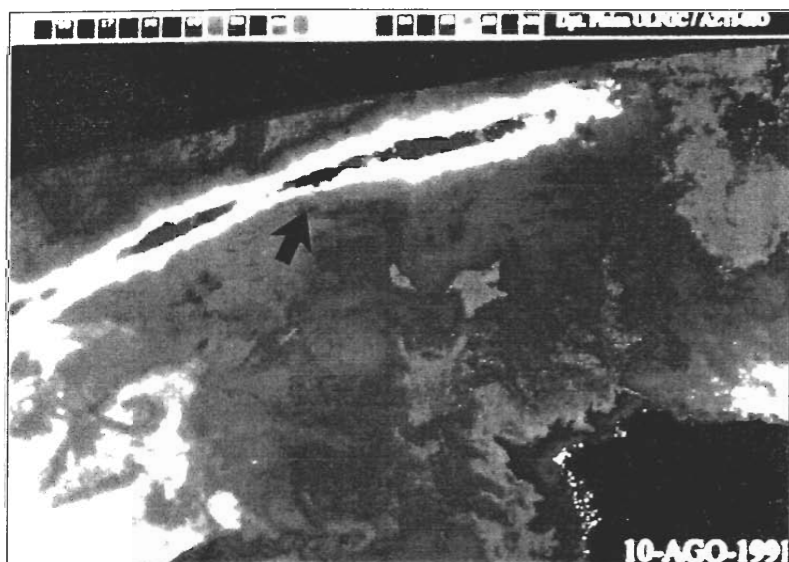


Figura 3c. (A. 55)

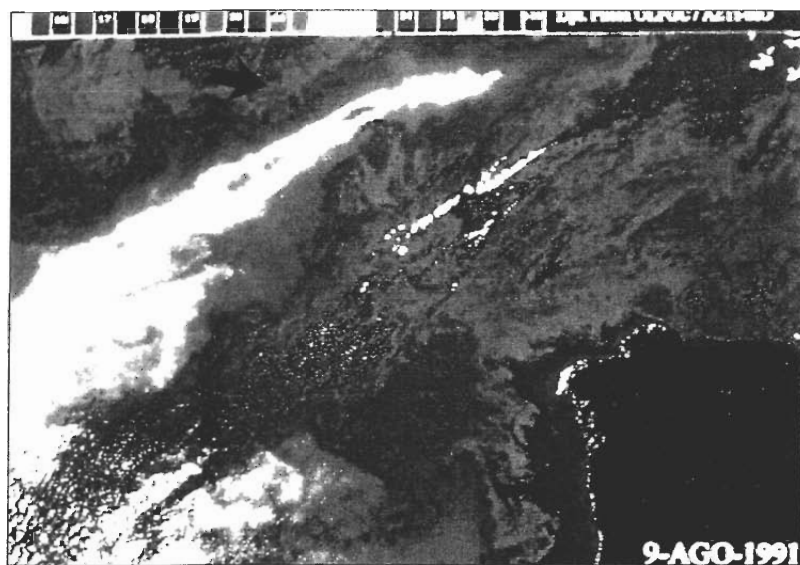


Figura 3d. (A. 56)

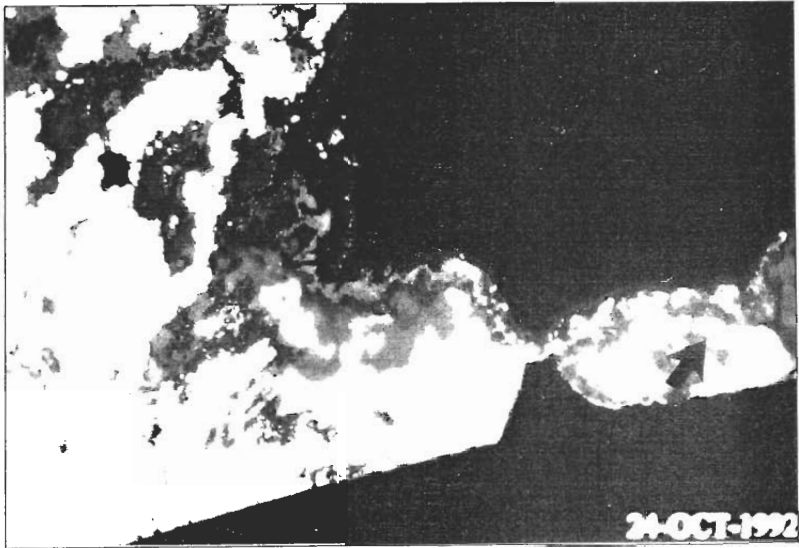


Figura 3e. (A. 57)

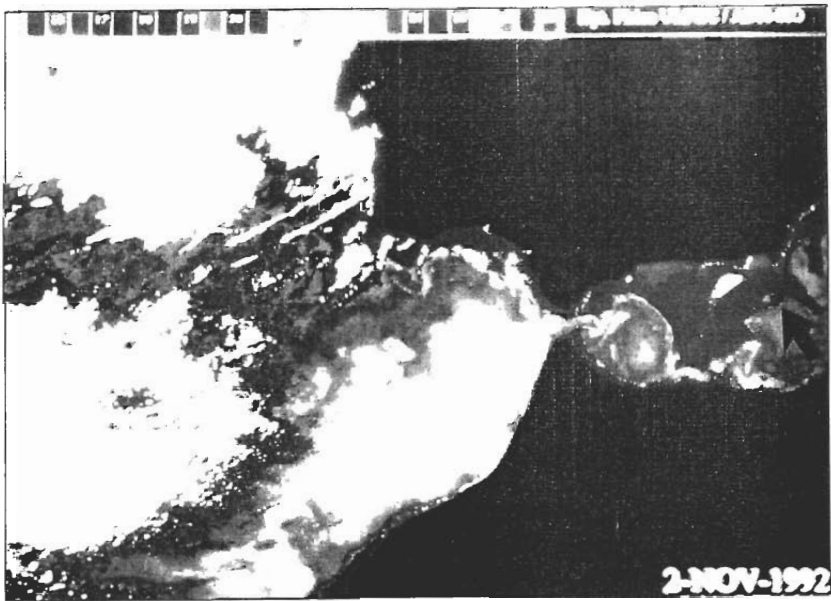


Figura 3f. (A. 58)

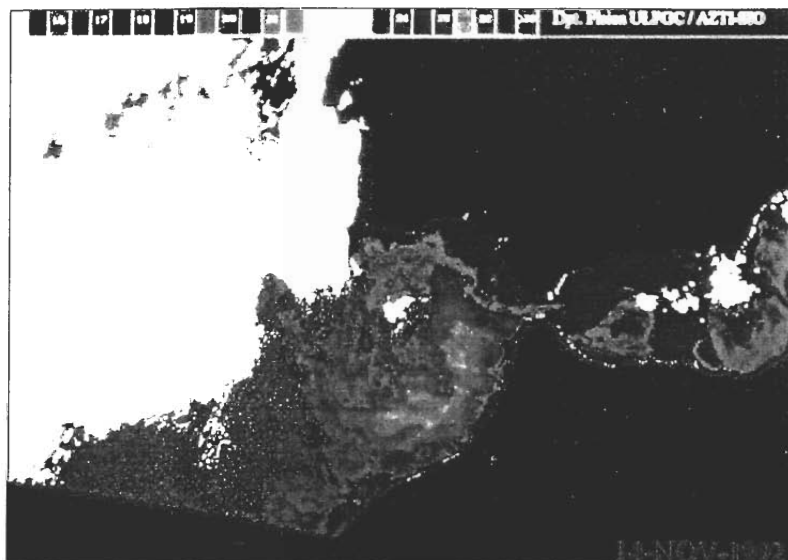


Figura 3g.

### Figuras 3

Variación sinóptica de la Temperatura superficial del océano en el Cantábrico (agosto 91) y Mar de Alborán (octubre - noviembre 92). Las flechas localizan los registros de los rendimientos de la flota vasca de bajura. (A. 59)

vo en el área más septentrional frente al detectado durante el 15 de agosto. Los núcleos más intensos de esfuerzo pesquero están asociados a un núcleo frío en el Centro del Cantábrico, generado a su vez por la presencia de una pequeña nube.

b.- Remolino anticiclónico en el Mar de Alborán (Fig. 3e, f, g). La vía principal de entrada de agua en el Mediterráneo se efectúa a través de dos giros anticiclónicos (Giros oriental y occidental de Alborán) ampliamente descritos por Tintoré et al. (1988). Los mayores rendimientos están asociados al borde septentrional del giro oriental durante días.

### Discusión

El atún blanco se mueve en abril-mayo desde el Atlántico Central hacia el Noreste a través de dos rutas: A través de Azores, o bien a través de los pulsos de afloramiento generados en la Costa Portuguesa, dependiendo del calentamiento meridional



sinóptico progresivo de la Zona Intertropical de Convergencia (ZITC), y como consecuencia, de la traslación de isotermas en el mismo sentido (Noreste en primavera, Suroeste en otoño).

Sin embargo, la ruta migratoria cambia dependiendo de las fluctuaciones de los distintos eventos oceanográficos. Los fuertes pulsos de afloramiento en la costa Noroccidental española, generan dos áreas de acumulación de esfuerzos pesqueros:

La primera ventana está localizada en el 45-50 N 15-25 W, y está determinada por la presencia del filamento advection anómalo que ocupa unos cinco grados en longitud, y que puede estar generado por una intensificación de la Corriente del Golfo y/o por el calentamiento progresivo resultado de la traslación de la Zona Intertropical de Convergencia en áreas ecuatoriales. El choque térmico frontal que se origina entre esta estructura y las aguas circundantes determina la ubicación de núcleos de esfuerzo (acumulaciones de alimento, condiciones térmicas óptimas a los requerimientos fisiológicos termoconservantes, etc.).

La segunda ventana (más tradicional) se localiza en el área del Cantábrico (44-47 N 2-4 W). Los núcleos de esfuerzo están siempre relacionados a la presencia de un giro de carácter anticiclónico.

En el año 1992, y como resultado de los bajos rendimientos de las ventanas tradicionales, se localizó una tercera ventana en el Mediterráneo suroccidental. En ella los núcleos de captura se encontraban asociados al giro anticiclónico oriental del Mar de Alborán (35-37 N 0-3 W), donde las condiciones de concentración de alimento y de temperatura debían ser óptimas a los requerimientos fisiológicos de esta especie a juzgar por la relativa estacionalidad de la acumulación.

El carácter fisiológico de especies termoconservantes frente a los poiquiloterms (sangre fría) *in sensu stricto*, les ha permitido a los túnidos el desarrollo por filtración evolutiva de una especial sensibilidad (*respuesta coherente* Petit, 1991) para la localización de las anomalías oceanográficas después de un cierto periodo de "maduración" de este tipo de eventos (*Respuesta praxeológica* Stretta, 1991). La tendencia genética a acumularse en este tipo de estructuras oceánicas (que asocian a la presencia de alimento), les confiere a estas especies una cierta rentabilidad energética de gran importancia, si se consideran los grandes desplazamientos que realizan estacionalmente.

Las situaciones frontales, los bordes de nubes que condicionan una ruptura en la homogeneidad luminosa de la columna de agua, y los giros tanto ciclónicos como anticiclónicos, no son una excepción, y determinan una tendencia a la acumulación

manifiesta en a partir de los productivos núcleos de esfuerzo pesquero. La razón fundamental radica en que este tipo de anomalías generan a su vez acumulaciones de alimento hacia las que el túnido debe sentirse indefectiblemente atraído. Estas estructuras presentan a su vez gradientes significativos de temperatura que determinan una relativa facilidad de detección a partir de sensores como el AVHRR/NOAA-11, de ahí el potencial de este tipo de técnicas con vistas a un posible aumento de los rendimientos pesqueros sobre estas especies.

### **Agradecimientos**

Los autores desean agradecer a nuestros compañeros de AZTI-SIO (José María Odriozola, Juan Pedro Santiago, Susana Arego, Iñaki Artetxe, Inma Martín, Iñaki Rico, Asier Zamakona y César Idokilis) así como a Alberto del Campo y Pablo Sangrá de la ULPGC por las facilidades dadas en la recolección de cuadernos de pesca, interpretación de los mismos y puesta a punto el material informático. Asimismo quisiéramos agradecer a Manuel Sosa y Ricardo Charlan del La Estación Aeroespacial de Maspalomas por las facilidades dadas para la obtención de las escenas AVHRR/NOAA-11.

### **Bibliografías**

- Au, D.:** 1986, Skipjack population dynamics; Is it qualitatively different from that of other tropical tunas? *Proceeding of the ICCAT Internat. Conference on Skipjack Year Programm*, edited by P. Symons, P. Miyake and G. Sakagawa, (ICCAT, Madrid).
- Citeau J. and H. Demarcq:** 1990, Restitution de la température de surface océanique en zone intertropicale á partir des donnés du satellite METEOSAT, *Bulletin Institute de Oceanographie de Monaco* edited by M. Petit and J.M. Stretta, 6, 149-172.
- Fiedler P. and H. Bernard:** 1987, 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 alalunga*, 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, Z. Ahmadd & J. Sutton:** 1983, Multichannel improvements to satellite-derived global sea-surface temperatures. *Advances in Space Research*. 2, 43-47.
- 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.

- 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 A. Dizon:** 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.
- Tintoré J., P.E. La Violette, I. Blade and A. Cruzado:** (1988). A study of an intense density front in the eastern Alboran Sea: The Almeria-Oran front. *Journal of Physical Oceanography*, 18 (10), 1384-1397.
- Uda M.:** 1973, Pulsative fluctuation of oceanic fronts in association with the tuna fishing grounds and fisheries. *Journal of the Faculty of Marine Science and Technology. Tokai University*. 7, 245-265.