

**SELECCION DEL GRADIENTE  
TERMICO POR EJEMPLARES  
JUVENILES DE *Caretta caretta*  
VISUALIZADO MEDIANTE  
TECNICAS DE SEGUIMIENTO POR  
SATELITE**

J. Pérez-Marrero, L.F. López-Jurado, D. Cejudo, L. Maroto y O. Llinás

[jpmarrero@iccm.rcanaria.es](mailto:jpmarrero@iccm.rcanaria.es)

*Instituto Canario de Ciencias Marinas. Apdo 56,  
35200, Telde, Gran Canaria  
Dpto. de Biología ULPGC, 35017, Las Palmas,  
Gran Canaria.*

**RESUMEN**

Se presenta una aplicación que utiliza información de varios sensores satelitales a diferentes escalas para hacer el seguimiento de la evolución espacio-temporal de 8 ejemplares juveniles de tortuga boba (*Caretta caretta*) que fueron equipados con transmisores ARGOS en las Islas Canarias entre 1999 y 2000. Consiste en una base de datos multisensor y multiescala que se fusiona con los datos de posicionamiento y buceos para producir conjuntos multiparamétricos que pueden analizarse desde el punto de vista ecofisiológico. Del uso de la aplicación se infiere información interesante sobre el comportamiento migratorio de estos reptiles en la región macaronésica.

**ABSTRACT**

An environmental marine information system is used to monitor the displacements of eight juvenile *Caretta caretta* equipped with ARGOS transmitters within the Canary Islands and Northwest Africa area. The system is described along with some relevant eco-physiological information derived from its use.

**Palabras Clave:** Sistema de Información Ambiental, Seguimiento por Satélite. Atlántico centro-oriental.

**MATERIAL Y METODOS**

Se ha desarrollado un sistema de monitorización medioambiental marino para el ámbito de la Macaronesia, que utiliza como fuente principal de información los datos de diferentes sensores instalados a bordo de satélites. Como ejemplo de aplicación se han estudiado las

condiciones ambientales en las que se desarrolla la vida de ocho ejemplares juveniles de *Caretta caretta* en el entorno de Canarias y el Noroeste de Africa

El sistema de monitorización está dotado de filtros que le permiten la ingesta de datos de satélite de diversas fuentes, que van desde pases individuales obtenidos de la Estación Espacial de Maspalomas a través del CREPAD, (Formato CEOS SHARP) hasta los productos procedentes de múltiples Agencias Espaciales, que se ofrecen en formatos diversos: HDF, GeoTIFF etc. A través de este sistema se puede interactuar con diversas herramientas de procesamiento específico y / o de uso general en teledetección como SeaDAS o ENVI.

Los datos de satélite se articulan en una base geolocalizada e indexada por la variable tiempo. El enfoque multisensor y multiescala permite al analista la elección de los parámetros ambientales a monitorizar así como la escala espacial y temporal del estudio y también la cobertura. A su vez se puede optar entre consultar datos reales medidos, estadísticos (promedios, distribuciones estacionales, anomalías,...), o sintéticos, que son los producidos por el sistema utilizando técnicas de fusión para rellenar los huecos de la observación real y asimilar las diferentes resoluciones espaciales de los datos.

Una vez activados los elementos elegidos en la base de datos, se interroga ésta utilizando el conjunto de las posiciones y tiempos proporcionadas por ARGOS. El sistema elabora una consulta para extraer, de la base de datos, la información multiparamétrica que mejor se ajusta en el tiempo y el espacio a los datos ARGOS. A elección del usuario el sistema puede usar criterios de proximidad o interpolación a la hora de escoger los datos ambientales solicitados.

**Datos Argos:** Un total de 12 tortugas en diferentes estados de desarrollo fueron capturadas temporalmente, marcadas y liberadas en Canarias. A estas tortugas se las equipó con transmisores ARGOS para fijar su posición y así seguir sus desplazamientos. Algunos de los transmisores estaban equipados con detectores de tiempo de buceo, proporcionando información complementaria en una dimensión normalmente fuera del alcance de los satélites. A partir de estos se comprobó que estas tortugas pasan la mayor parte de su tiempo, aproximadamente el 90%, en los 3 primeros metros de la columna de agua.

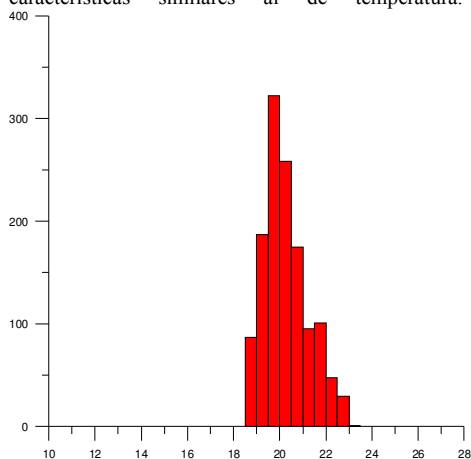
**Datos satélite:** Con esta aplicación se utilizan datos de Temperatura superficial del mar,

Concentración de clorofila y Velocidad del viento sobre la superficie del mar obtenidas respectivamente de los sensores AVHRR , SeaWIFS y QUIKSCAT durante el periodo correspondiente al desarrollo de la experiencia.

Los resultados preliminares que aquí se presentan corresponden a la temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila a escala semanal con una resolución espacial aproximada de 5.28 millas náuticas. Solo se han utilizado los datos en los que la posición fue fijada con garantías por el sistema ARGOS para las 8 tortugas de la etapa juvenil.

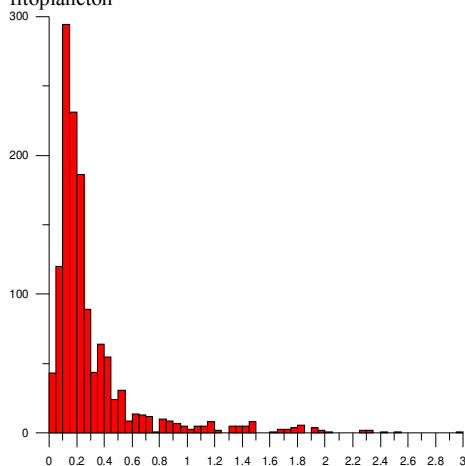
## RESULTADOS

En la figura 1 se representa el histograma de las temperaturas correspondientes a las posiciones visitadas por el conjunto de las ocho tortugas juveniles sobre las imágenes correspondientes a la mejor estimación de la temperatura superficial semanal de la base de datos AVHRR 'Pathfinder' de NASA JPL versión 4 ). Para obtener una distribución similar en clorofila (figura 2) se interroga la base de datos de SeaWIFS de NASA GSFC en sus promedios de 8 días con resolución espacial de 5.28 millas náuticas, en esa base de datos se rellenaron los huecos producidos por las nubes usando técnicas de interpolación espacial y temporal, dando lugar a un producto de características similares al de temperatura.



**Figura 1: histograma de temperaturas correspondiente a las posiciones ocupadas por las 8 tortugas estudiadas. N=1304, m=18.6, M=23.1, 3q=20.9, var=0.96 moda=20°V**

De la observación de ambas se deduce que este grupo de tortugas selecciona su habitat dentro de un estrecho margen de temperaturas en torno a 20°C y en aguas con baja productividad, concentración de fitoplancton



**Figura 2: histograma de valores de concentración de clorofila 'a' en las posiciones seleccionadas por las tortugas. N=1410, m=0, M=2.9, 3q=0.3, var=0.1, moda=0.1 mgm-3**

Las figuras 3 y 4 representan las trazas de las tortugas en los campos de temperatura y clorofila a lo largo del tiempo, donde se observa que todos los animales se comportan de modo muy similar a lo largo del tiempo, encontrándose todos ellos dentro de un intervalo de 1°C e inferiores a 0.05mgm<sup>-3</sup> de contenido de clorofila.

El uso de imágenes de mayor resolución espacial (1 milla náutica) en permite apreciar cómo los animales evolucionan por los margenes exteriores de la zona del afloramiento sin penetrar en las zonas de máxima actividad biológica.

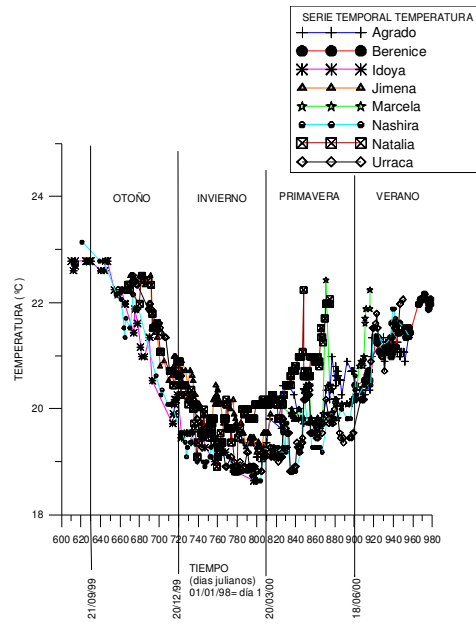
## DISCUSION

Las interrelaciones térmicas de las tortugas marinas con su medio ambiente han sido estudiadas experimentalmente sólo en tortugas adultas de varias especies. En el caso de *Caretta caretta*, Sakamoto et al. (1993) demuestran que estos ejemplares adultos mantienen su temperatura corporal hasta 0.5 °C por encima de la temperatura del agua circundante mediante el mantenimiento de una intensa actividad natatoria. Por su parte Sapsford y van der Riet (1979) en un artículo pionero sobre la termoregulación de esta especie calcularon un aumento corporal de 3.8 °C por encima de la

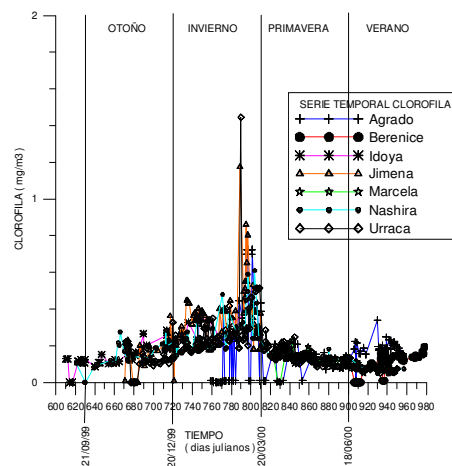
temperatura del agua en una tortuga de 42 kilos de peso que tomaba el sol flotando exponiendo fuera del agua una buena porción de su caparazón. Por último Sato et al. (1995) determinan una relación entre el aumento del peso de una tortuga de esta especie y el incremento de su temperatura corporal; cifrándolo como media en 0.9 °C por encima de la temperatura del agua y llegando como máximo hasta 1.7 °C.

Sin embargo durante el estadio juvenil de *Caretta caretta*, exclusivamente pelágico en condiciones naturales (ver comentarios en Lutz y Musick, 1997, pp. 140-142), no se han desarrollado estudios sobre termorregulación. Esto se debe por un lado a la dificultad de implantar sensores adecuados y por otro al escaso número de investigadores que investigan sobre esta etapa de la vida de la especie. De los datos mostrados en las figuras 1 y 2, se infiere una activa elección por las tortugas de valores muy bajos de niveles de clorofila (= productividad). Estos resultados son especialmente relevantes por cuanto que la zona en la que los ejemplares han desarrollado sus actividades durante el periodo de estudio, se encuentra aledaña al upwelling de la costa atlántica del desierto del Sahara. En esta zona existen muy numerosas oportunidades de las tortugas de internarse en áreas con niveles elevados de concentración de pigmentos de clorofila, y sin embargo, no lo han hecho. Esto indica a nuestro juicio que las tortugas pelágicas de la especie *Caretta caretta*, buscan activamente áreas marinas con baja productividad motivadas especialmente por el factor térmico más que por el trófico; lo que es coherente con su ectotermia fisiológica por más que esta especie manifieste una cierta capacidad de generar calor mediante varios mecanismos comportamentales.

Se ha mostrado un ejemplo de aplicación de un sistema de monitorización ambiental basado en teledetección al estudio del comportamiento de las tortugas marinas, que muestra claramente el potencial de esta herramienta para estudios biológicos. La flexibilidad para incorporar más parámetros geofísicos producirá sin duda mejores caracterizaciones de los habitats y los comportamientos de estos animales.



**Figura 3:** Evolución temporal de las temperaturas seleccionadas por las tortugas juveniles



**Figura 4:** Evolución temporal de las tortugas dentro del campo de concentraciones de clorofila 'a'.

## **BIBLIOGRAFIA**

Lutz, P.L., and J.A. Musick (eds.). 1997. The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, FL. 432 p.

Naito, Y., W. Sakamoto, I. Uchida, K. Kureha, and T. Ebisawa. 1990. Estimation of migration route of the loggerhead turtle *Carettacaretta* around the nesting ground. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56(2): 255-262.

Sapsford, C.W., and M. van der Riet. 1979. Uptake of solar radiation by the sea turtle, *Carettacaretta*, during voluntary surface basking. *Comp. Biochem. Physiol.* 63A:471-474.

Sato, K., W. Sakamoto, Y. Matsuzawa, H. Tanaka, S. Minamikawa, and Y. Naito. 1995. Body temperature independence of solar radiation in free-ranging loggerhead turtles, *Caretta caretta*, during interesting periods. *Mar. Biol.* 123:197-205.

SAKAMOTO, W., UCHIDA, I., NAITO, Y., KUREHA, K., TUJIMURA, M. & SATO, K. 1990. Deep diving behaviour of the loggerhead turtle near the frontalzone. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56 (9): 1435-1443