

Utilización de imágenes Meris en la detección de blooms de *Pseudo-nitzschia* spp en costas de Galicia.

Jesús Torres, Rebeca Lago, Gema Martínez, Luis González.

Dep. Física Aplicada. Laboratorio de Teledetección y SIG. Facultad de Ciencias, Campus Lagoas-Marcosende. Universidad de Vigo. 36200. Vigo. jesu@uvigo.es.

Resumen

1. Introducción

El género de la *Pseudo-nitzschia* spp. es una diatomea que produce Ácido Domoico, toxina amnésica responsable del envenenamiento ASP (*amnesic shellfish poisoning*). Periódicamente se producen en las costas gallegas episodios de algas tóxicas que producen un colapso del ecosistema acompañado de serios riesgos sanitarios para la población.

Los cultivos de mejillón en Galicia se ven afectados anualmente por la presencia de estos desarrollos masivos que producen en los bivalvos una acumulación de toxinas que puede pasar por ingestión al hombre.

La alta productividad de las costas gallegas es consecuencia de las corrientes oceánicas y de los vientos de componente norte que de Mayo a Septiembre producen afloramiento en sus aguas. [1][2]. El género de *Pseudo-nitzschia* spp. aparece en esta estación de vientos norte.

La Teledetección aplicada al color oceánico desde el espacio nos permite estudiar la abundancia del fitoplancton y la concentración de materia y partículas disueltas en las aguas superficiales.

En este trabajo se han utilizado imágenes MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) en el estudio de un posible bloom de *Pseudo-nitzschia* spp. en la costa Gallega (ver Figura 1) en Mayo del 2003. Los datos fueron correlacionados con datos procedentes del *Centro Galego para o control da Calidade do Medio Marino (Consellería de Pesca Marisqueo e Acuicultura*. Para ello se estudiaron muestras procedentes de una treintena de estaciones localizadas a lo largo de la costa y en las llamadas *Rías Bajas*.

Se obtuvieron muestras de perfiles verticales con un CTD Sea-Bird 25. También fueron

analizadas concentraciones de clorofila "a", "b" y "c" así como un recuento de células de *Pseudo-nitzschia* spp.

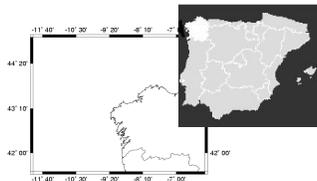


Figura 1: Región del NW de la península Ibérica que comprende la costa de Galicia entre las longitudes 10.35W y 8W, latitud 41.8N y 44N. En la vertiente atlántica se encuentran las denominadas *Rías Bajas*.

2. Estudio del color oceánico

La principal aplicación y objetivo principal del sensor MERIS es el estudio en las capas superiores del océano del potencial fotosintético por la detección de fitoplancton, la detección de sustancia amarilla (materia orgánica disuelta) y la detección de materia en suspensión [3]. Además de las anteriores aplicaciones también puede ser utilizado para el estudio de blooms de las llamadas mareas rojas debido a sus características de absorción por pigmentos en la región del visible.

Actualmente los modelos bio-ópticos se basan en medidas de radiancia en las bandas azul y verde (410 y 565 nm), que es la manera de medir clorofila en aguas oceánicas abiertas. Pero en zonas costeras donde existen altas concentraciones de materia en suspensión y sustancia amarilla, los fenómenos de absorción de estas componentes enmascaran la absorción de la clorofila [4].

La Clorofila-a absorbe la luz en la región azul del espectro (400-470 nm), con un pico secundario

de absorción entorno a 670 nm. Las aguas son coloreadas, además del fitoplancton, por el CDOM (materia orgánica disuelta) la cual absorbe en la zona azul del espectro. Esto hace que los algoritmos basados en ratios de dos bandas no permitan discriminar un tipo de componente de otro.

Las partículas suspendidas (materia inorgánica o células fitoplanctónicas) también producen dispersión (SPM) que influye en las propiedades ópticas y el color de las aguas oceánicas.

La reflectancia procedente de la superficie del océano es una función que depende del ratio entre el coeficiente de retrodispersión $b(\lambda)$ y el coeficiente de absorción $a(\lambda)$ para todas las componentes óptimamente activas que forman la masa de agua.

Es por lo tanto necesario desarrollar algoritmos, modelos bio-ópticos los cuales operen universalmente en aguas de caso 1 (solo constituyentes bioorgánicos) o caso 2 (con SPM y CDOM de origen terrestre) . Con estos nuevos modelos será posible caracterizar las aguas marinas en cualquier lugar, estación del año o características constitutivas [5][6].

Es por todo esto que se hace necesario el estudiar valores de radiancia procedente de la superficie oceánica con datos de variables tomadas en programas de monitorización o campañas oceanográficas.



Figura 2: Imagen MERIS, composición de bandas en el rojo, verde y azul del espectro .

3. Metodología

El sensor MERIS mide la reflectancia de la luz solar mediante un array de CCD. Las pequeñas variaciones de la longitud de onda de cada píxel a lo largo de la imagen debido a la dispersión espectral es denominada "smile effect".

La corrección consiste en dos términos: corrección de irradiancia y corrección de reflectancia. La primera corrige las variaciones entre la longitud de onda de cada píxel respecto a la longitud de onda de referencia:

$$L_{corr,irr}(\lambda_0) = L_{meas,pixel}(\lambda_0) * \frac{F_{0,ref}(\lambda_0)}{F_{0,pixel}(\lambda_0)}$$

La corrección de reflectancia interpola las reflectancias entre longitud de onda de píxel adyacentes respecto a la longitud de onda de referencia:

$$L_{corr,ref}(\lambda_0) = \left[L_{meas,pixel}(\lambda_2) * \frac{F_{0,ref}(\lambda_0)}{F_{0,ref}(\lambda_2)} - L_{meas,pixel}(\lambda_1) * \frac{F_{0,ref}(\lambda_0)}{F_{0,ref}(\lambda_1)} \right] * \frac{(\lambda_2 - \lambda_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)}$$

(eq. 2)

La radiancia corregida es la suma de ambos términos:

$$L_{corr}(\lambda_0) = L_{corr,irr}(\lambda_0) + L_{corr,ref}(\lambda_0)$$

Esta es una aproximación empírica de la transferencia radiativa en la atmósfera. La inversión de dicha ecuación nos da la radiancia superficial medida desde el satélite mediante . Esa es la base de la corrección atmosférica denominada SMAC (Simplified Method for Atmospheric Corrections) [7] que ha sido aplicada para este caso.

4. Resultados

La Figura 3 muestra una gráfica del número de células detectadas de *Pseudo-nitzschia* spp. procedentes del programa de control del CCMM.

Se puede observar altos valores de concentración con máximos superiores a un millón de células por litro in las Rías de Vigo y

Pontevedra.

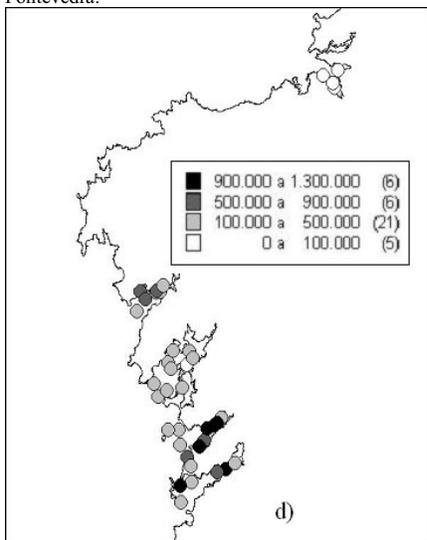


Figura 3: Mapa de la costa gallega con las Rías de Vigo, Pontevedra, Arosa y Muros (de Sur a Norte). Los círculos representan los niveles de concentración de *Pseudo-nitzschia* spp. dados por el centro de control del medio marino CCMM.

Los valores de Clorofila a y b en los cinco primeros metros están comprendidos entre 1 a 6 $\mu\text{g/l}$ y 0.02 a 0.07 $\mu\text{g/l}$, respectivamente. La Figura 5 muestra la banda 6 del MERIS en la que se aprecia una menor reflectancia dentro de las rías de Pontevedra y Vigo. También se observa en la boca de la ría de Muros una menor reflectancia. Esos valores mínimos de reflectancia concuerdan con los máximos de células encontrados en el programa de control

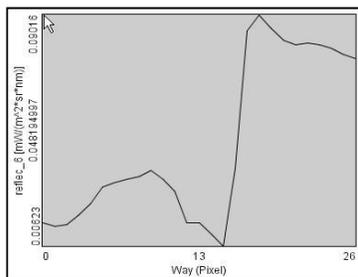


Figura 4: Valores de reflectancia entre los puntos A y B de la Figura 4.

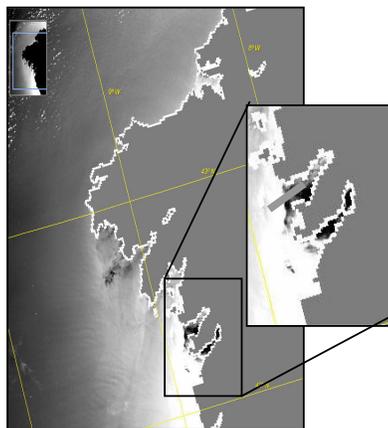


Figura 5: Banda 6 de MERIS donde se observa una menor reflectancia en las Rías de Vigo y Pontevedra, así como en la boca de la Ría de Muros. Valores mínimos que corresponden con los máximos de células de *Pseudo-nitzschia* spp. detectados por el CCMM. La línea entre los puntos A y B es el transepto representado en la Figura 4.

A la derecha del la Figura 5 se observa una ampliación de la Ría de Pontevedra y Vigo con una línea entre los puntos A y B. En la Figura 4 se observa la representación de los valores de reflectancia para esta línea. La Figura 6 muestra la firma espectral de los dos puntos A y B y su diferencia. Las aguas en el punto B corresponden a aguas caso I mientras que las aguas del punto A corresponden a aguas de tipo caso II. La existencia de este frente estacional en la boca de las Rías de Pontevedra y Vigo puede ser debido al afloramiento existente en la zona.

5. Conclusiones

Se ha estudiado la radiancia procedente de una región de la costa gallega en coincidencia con un bloom masivo de la diatomea de género *Pseudo-nitzschia* observándose en la imagen un claro frente estacional debido al fenómeno de afloramiento. Dicho frente divide dos tipos de aguas correspondiendo a los máximos de células a aguas abiertas dadas por el punto B de las figuras precedentes. Se observa una correlación entre los datos obtenidos por el programa de muestreo en los 5 primeros metros de la columna de agua y los datos del ratio banda 2/banda 5 del MERIS. Los

resultados nos muestran que es posible mediante este tipo de bandas estudiar el desarrollo de los episodios de *Pseudo-nitzschia* spp. En esta línea esperamos tener la oportunidad de poder disponer de imágenes sin cubierta nubosa y coincidentes con blooms y datos de monitorización.

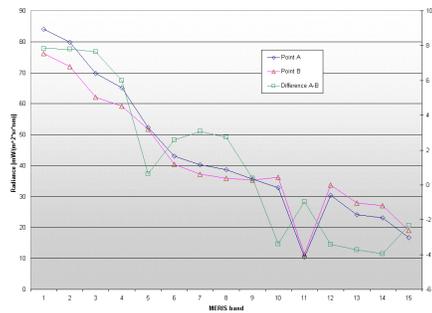


Figura 6: Representación de los datos de reflectancia en las 15 bandas del sensor MERIS para los puntos A y B de la Figura 5. Los valores muestran características de aguas abiertas para el punto B y aguas caso II para el punto A.

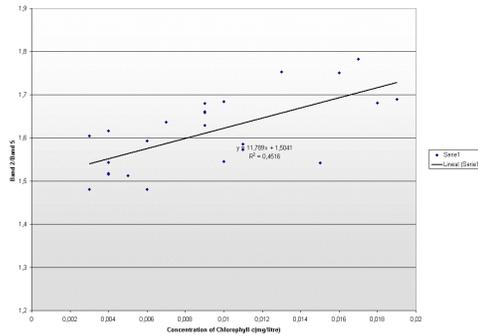


Figura 7: Estudio de correlación entre los datos de clorofila dados por el centro de control CCMM y la ratio banda2/banda5.

6. Bibliografía

[1] Blanton, J.O., Atkinson, L.P., de Castillejo, L.L & Lavin, A. 1984. Coastal upwelling off the Rias Bajas, Galicia, Northwest Spain.

Hydrographic studies . Rapp. P.v.Reun. Cons.Int. Explor. Mer.,183:79-90.

[2] Fraga, F., 1981. Upwelling off the Galician coast, northwest Spain. Coastal Upwelling. Ed. F.A. Richards. American Geophysical Union. Washington. 529 p. 176-182.

[3] Rast, M., Be Azy J.L. 1999. The ESA Medium Resolution Imaging Spectrometer MERIS: a review of the instrument and its mission. Int. J. Remote Sensing, 1999, vol. 20, no. 9, 1681±1702.

[4] Gordon, H. R., and Morel, A., 1983, Remote Assessment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery. A Review (New York: Springer Verlag).

[5] Gower, J., Doerffer, R., and Borstad, G., 1997, Interpretation of the 685nm peak in water-leaving radiance spectra in terms of fluorescence, absorption and scattering, and its observation by MERIS. International Journal of Remote Sensing, 1999.

[6] Doerffer, R., 1993, Estimation of primary production by observation of solar-stimulated fluorescence. In Measurement of Primary Production from Molecular to the Global Scale, edited by K. W. Li and S. Y. Maestrini. ICES Copenhagen, ICES Marine Symposium, 197, 104±113.

[7] Rahman, H. and Dedieu G., "SMAC: a simplified method for the atmospheric correction of satellite measurements in the solar spectrum". Int. J. Remote Sensing, 1994, vol.15, no.1, 123-143.