

CALCULO DE LA PRODUCCION PRIMARIA EN AGUAS OCEANICAS DE CANARIAS. COMPARACION DEL PROCESAMIENTO DE IMAGENES CZCS Y SEAWIFS

C. Rodríguez-Benito, J. Pérez-Marrero, L. Maroto y O. Llinás

crodriguez@iccm.rcanaria.es

Instituto Canario de Ciencias Marinas. Apdo. 56. 35200 Telde. Las Palmas. Islas Canarias. España

RESUMEN

Se ha calculado la producción primaria integrada en la capa fótica de las aguas del entorno de las Islas Canarias a través de imágenes de color del océano. El procedimiento consistió en la aplicación de un algoritmo analítico implementado, basado en el modelo de Bedford, según el cual se establece la relación de la biomasa fitoplanctónica, la capacidad fotosintética de los organismos, la cantidad de luz disponible y la cantidad de carbono incorporada en $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$. La implementación concluyó en el desarrollo de la herramienta OPPP. Los trabajos de validación y calibración de la misma se llevaron a cabo con datos históricos del CZCS y datos *in situ* contemporáneos de este sensor. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos cuando se utilizan nuevos datos de color del océano procedentes del sensor SeaWiFS.

ABSTRACT

Ocean primary production in the photic zone has been computed around the Canary Islands waters. We have applied an analytical model based on the Bedford algorithm for the computation. This bio-optical model is based on the relationship between the phytoplankton biomass, the photosynthetic parameters, the availability of light and the organic carbon produced ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$) by these organisms. The implementation of the algorithm drove us to develop a new tool named OPPP. The validation/calibration tasks were carried out using historical CZCS data and *in situ* measurements from the same period of this sensor. In this work we present the results using new ocean color data from SeaWiFS.

Palabras clave: producción primaria, CZCS, SeaWiFS, OPPP, modelo analítico, color del océano
Keywords: primary production, CZCS, SeaWiFS, OPPP, analytical model, ocean color.

INTRODUCCIÓN

El fitoplancton marino constituye el grupo más significativo de productores primarios del planeta.

Estos organismos autótrofos son los responsables del 95% de la fotosíntesis en los océanos por lo que juegan un papel esencial en el flujo de energía utilizable para los ecosistemas oceánicos.

La estimación de la producción de fitoplancton a escala global es necesaria para comprender su importancia en los ciclos biogeoquímicos generales (Olaizola et al., 1996; Behrenfeld y Falkowsky, 1997). En la actualidad es posible estimar desde sensores remotos la cantidad de biomasa fitoplanctónica en el océano y, mediante la aplicación de determinados algoritmos empíricos o analíticos (Eppley et al, 1985; Dugdale et al., 1989; Platt et al, 1991; Sathyendranath et al., 1991), estimar la productividad del fitoplancton marino.

Desde los satélites no es posible cuantificar la eficiencia fotosintética, elemento esencial para conocer la productividad oceánica, por lo que una de las aproximaciones llevadas a cabo es la división de los océanos en provincias bio-geoquímicas, en las cuales y de forma semejante a la división de los ecosistemas terrestres, se definen los parámetros fotosintéticos y el perfil de biomasa, según datos históricos recogidos. La aplicación de estos algoritmos con parámetros locales permite mejorar la precisión de los resultados.

El OPPP (Llinás et al., 1997) es una herramienta que contempla la posibilidad de variar los datos de cada uno de los módulos que contempla el algoritmo aplicado. La implementación se basó en el modelo analítico de Platt y Sathyendranath (1988), con algunas modificaciones fundamentalmente respecto al modelo atmosférico y a la parameterización del perfil de biomasa (Rodríguez et al., 1997). El modelo está basado en los principios de la fisiología vegetal y contempla como elementos principales para el cálculo de la tasa fotosintética: la cantidad de luz que penetra en el océano, dentro del rango PAR; la cantidad de biomasa de los organismos fotosintéticos y la eficiencia fotosintética de los

misimos a través de los parámetros de la curva P-I. En nuestro trabajo se utilizan datos locales de clorofila recogidos *in situ* en el area de estudio.

El objetivo de este trabajo es el cálculo de la producción primaria en el area del archipiélago Canario, utilizando datos del sensor actual SeaWiFS y compararlos con las observaciones históricas del CZCS.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una selección de imágenes de color del océano de los sensores CZCS y SeaWiFS, que cubrieran el area de estudio y que correspondieran a la misma época del año. El criterio de selección fue primar la ausencia de nubes en la zona. Las imágenes CZCS se obtuvieron en nivel 2 del archivo de la NASA (tipo GAC) o de la ESA (tipo LAC). Las imágenes SeaWiFS proceden de los archivos del CREPAD (tipo LAC) o de NASA (tipo GAC). La corrección atmosférica de las imágenes SeaWiFS se realizó con el procesador SeaDas, para obtener nivel 2 de las mismas. El cálculo de la producción primaria de ambos tipos de imágenes se ha realizado con el OPPP.

Los parámetros que definen los perfiles de clorofila, proceden de los ajustes realizados con los perfiles de la base de datos del ICCM. Estos datos fueron recogidos durante los años 80 (Llinás, 1988) y durante los ultimos cuatro años en el area del ESTOC (Llinás et al., 1994). Asimismo los parámetros fotosintéticos se tomaron de la bibliografía (Platt et al., 1991; Sathyendranath et al., 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cálculo de la producción primaria en las aguas canarias nos ha llevado a la elaboración de mapas

como los que se representan a continuación. En la figura 1 se muestra la producción primaria de parte de las aguas del archipiélago durante el mes de noviembre de 1978. La distribución de valores de la producción primaria calculados utilizando el OPPP se muestra en el histograma de la figura 2.

Estos datos corresponden al primer año de observación del sensor CZCS, durante el cual las condiciones del mismo eran óptimas para la recogida de datos y se obtienen mayoritariamente pixeles válidos en toda la imagen.

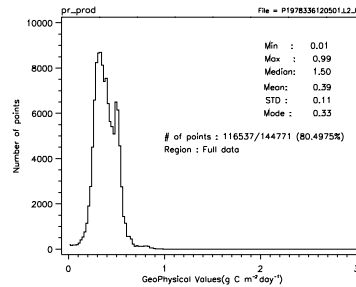


Figura 2.- Histograma de los resultados de producción primaria de la imagen del sensor CZCS del 2 de diciembre de 1978 (dia juliano 336).

Las areas más productivas se observan al este de las islas, según disminuye la distancia a la costa africana. Este patrón de distribución coincide con el descrito por Braun y Leon (1974), Real et al. (1981). Asimismo se pueden apreciar diferentes fenómenos a mesoescala que hasta el momento sólo habian podido estudiarse mediante datos remotos históricos del CZCS (Hernández-Guerra et al., 1993) y a través de trabajos puntuales realizados *in situ* (Basterretxea, 1994).

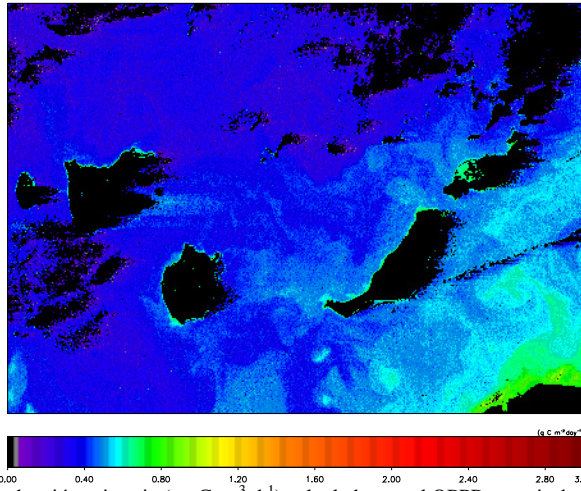


Figura 1.- Mapa de Producción primaria ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$) calculado con el OPPP a partir de la imagen del CZCS del día juliano 336 de 1978.

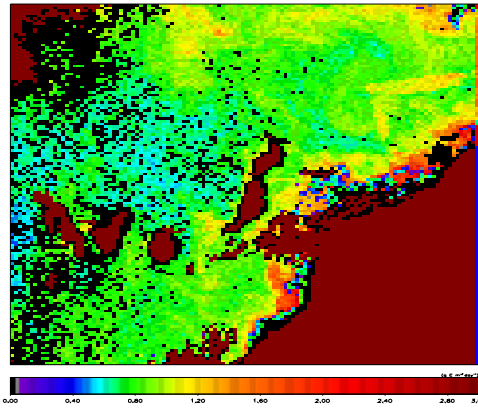


Figura 3.- Mapa de Producción primaria ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$) calculado con el OPPP a partir de la imagen del SeaWiFS del día juliano 67 de 1998.

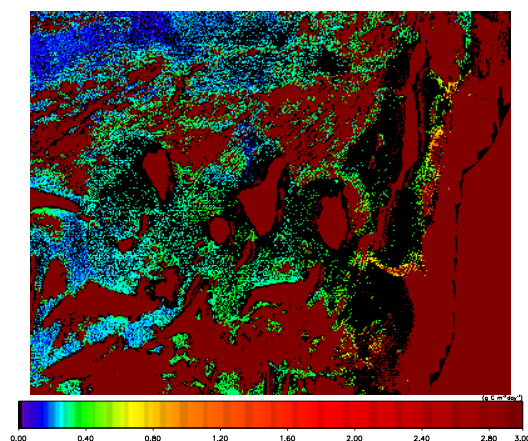


Figura 4.- Mapa de Producción primaria ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$) calculado con el OPPP a partir de la imagen del SeaWiFS del día juliano 271 de 1998.

La disponibilidad de datos actuales de color del océano nos permitirá mejorar el conocimiento de la producción oceánica en este entorno. Este tipo de resultados se muestran en las figuras 3 y 4, que representan la producción primaria en el entorno del archipiélago durante el 8 de Marzo de 1998 (a partir de datos de cobertura global) y durante el 29 de Septiembre del mismo año (a partir de datos de cobertura local). Estas imágenes fueron recogidas por el sensor SeaWiFS y han sido procesadas en el OPPP.

A pesar de la cobertura nubosa se observan resultados semejantes a los de la imagen del CZCS en cuanto a la distribución espacial, aunque de forma cuantitativa los valores de producción son inferiores para la misma época (Figura 4). En el caso de la imagen de marzo son algo superiores ya que corresponden con el final de invierno y principio de

primavera, cuando los valores superficiales de clorofila son más elevados.

CONCLUSIONES

Los valores de producción primaria obtenidos a partir de datos de color del océano del CZCS y del SeaWiFS se encuentran dentro de los mismos rangos. Tras los trabajos de calibración y validación de la herramienta se pudo deducir que existe una buena correlación entre los datos calculados por la implementación y los valores medidos in situ, en torno a un 90%, cuando se aplican datos de biomasa promediados mensualmente. El error calculado para los valores de producción está en torno a un 50%, valor aceptado por los autores del modelo implementado (Platt et al., 1995).

SeaWiFS del 29 de Septiembre de 1997 (día juliano 271).

BIBLIOGRAFÍA

- Basterretxea, G. 1994. "Influencia De Las Estructuras Oceanográficas Mesoescalares Sobre La Producción Primaria En La Región Canaria." Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Behrenfeld, M. J. y P. Falkowsky. 1997. "Photosynthetic Rates Derived From Satellite-Based Chlorophyll Concentration." *Limnol. Oceanog.* 42(1):1-20.

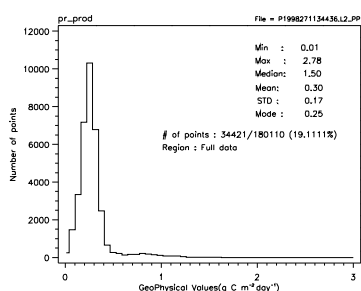


Figura 5.- Histograma de los resultados de producción primaria de la imagen del sensor

- Braun, J. G. y A. R. Leon de. 1974. "Variaciones En La Producción Primaria En Las Aguas Canario-Africanas." *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* (176):24 pp.
- Dugdale, R. C.; A. Morel; A. Bricaud; F.P. Wilkerson. 1989. "Modelling New Production in Upwelling Centers: a Case Study of Modeling New Production From Remotely Sensed Temperature and Color." *J. Geophys. Res.* 94:18119-32.
- Eppley, R. W.; E. Stewart; M.R. Abbott; U. Heyman. 1985. "Estimating Ocean Primary Production From Satellite Chlorophyll, Introduction to Regional Differences and Statistics for the Southern California Bight." *J. Plank. Res.* 7:57-70.
- Hernández-Guerra, A.; Aristegui, J.; Cantón, M.; Nykjaer, L. 1993. "Phytoplankton pigment patterns in the Canary Islands area as determined using Coastal Zone Color Scanner data. *Int. J. Remote Sensing.* 14 (7):1431-1437.
- Llinás, O. 1988. "Análisis De La Distribución De Nutrientes En La Masa De Agua Central Noratlántica En Las Islas Canarias. Tesis Doctoral. 252 Pp." Universidad de La Laguna.
- Llinás, O. ; A. Rodríguez de León; G. Siedler; G. Wefer. (eds.) 1997. "ESTOC. Data Report 1994." *Inf. Tec. Inst. Canario Cien. Mar.* (3). 72 pp.
- Llinás, O., C. Rodríguez-Benito, J. R. García, and P. Regner. 1997. "Procesador De Producción Primaria En El Océano." Pp. 89-92 in *VII Congreso Nacional De Teledetección. Santiago De Compostela. 26-28 Junio 1997. Hernández y Arias (Eds.)*.
- Olaizola, M.; R.J. Geider; W.G. Harrison; L.M. Graziano; G.M. Ferrari; P.M. Schlittenhardt. 1996. "Synoptic Study of Variations in the Fluorescence-Based Maximum Quantum Efficiency of Photosynthesis Across the North Atlantic Ocean." *Limnol. Oceanogr.* 41(4):755-65.
- Platt, T.; C. Caverhill; S. Sathyendranath. 1991. "Basin Scale Estimates of Oceanic Primary Production by Remote Sensing: the North Atlantic." *J. Geophys. Res.* 96:15147-59.
- Platt, T. y S. Sathyendranath. 1988. "Oceanic Primary Production: Estimation by Remote Sensing at Local and Regional Scales." *Science* 241:1613-20.
- Real, F.; J.D. De Armas; J.G. Braun. 1981. "Distribución Espacial De La Clorofila a y Del Carbono Orgánico Particulado En Aguas Costeras Superficiales De Las Islas Canarias." *Bol.Inst.Esp.Oceanog.* 6(1):107-17.
- Rodríguez-Benito, C.; O. Llinás; F. Peña; J. Pérez; JR. García. 1997. "Ocean Primary Production Processor. Calibration and Validation Final Report." Pp. 140 pp. in *GMVSA 2139/97 C-ICCM, GMV SA 1997*.
- Sathyendranath, S.; T. Platt; E.P.W. Horne; W.G. Harrison; O. Ulloa; R. Outerbridge; N. Hoepffner. 1991. "Estimation of New Production in the Ocean by Compound Remote Sensing." *Nature.* 353(12 sep): 129-33.