

COMPARACIÓN DE LOS DATOS DE OZONO OBTENIDOS A PARTIR DE LOS SATÉLITES OMI, SCIAMACHY Y GOME2. IDONEIDAD PARA LA PREDICCIÓN DEL ÍNDICE UV EN VALENCIA

M.J. Marín (*), I. Gómez (*), F. Tena (**), y M.J. Estrela (***)

(*). *Unidad Mixta Laboratorio de Meteorología y Climatología CEAM-UVEG. Fundación CEAM. Charles R. Darwin, 14. 46980 Paterna (Valencia). marin@ceam.es*

(**). *Grupo de Radiación Solar. Departament de Física de la Terra i Termodinàmica. Universitat de València. Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia).*

(***). *Unidad Mixta Laboratorio de Meteorología y Climatología CEAM-UVEG. Departament de Geografia. Universitat de València. Blasco Ibáñez, 28. 46010 Valencia.*

RESUMEN

En este trabajo se han analizado datos de la columna total de ozono procedente de distintas plataformas satelitales valorando su idoneidad para la predicción del índice UV. Los datos analizados corresponden al OMI (Ozone Monitoring Instrument) de la NASA y SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric CHartographY) de la ESA y por último el más reciente GOME 2 (Global Ozone Monitoring Experiment). Los datos asimilados del OMI es la mejor opción para la predicción del índice UV por estar disponible para el día en vigor y presentar en el 88% de los casos una discrepancia menor del $\pm 5\%$ con respecto al valor del OMI real.

ABSTRACT

Total ozone column data has been analyzed from different satellital sources. We has assessed which one has a better skill to forecast UV Index. The data analyzed corresponds to OMI (Ozone Monitoring Instrument) from NASA, SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric CHartographY) from ESA and finally the most recent one GOME 2 (Global Ozone Monitoring Experiment). The assimilated OMI data is the best option for UV Index forecast because it is available for today and it differs less than $\pm 5\%$ with regard to OMI real in 88% of the cases.

Palabras clave: columna total de Ozono, predicción índice UV, Ozono desde satélite.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la irradiancia solar ultravioleta B (UVB) presenta especial relevancia por los efectos biológicos que desencadena. Con el propósito de estandarizar la repercusión de la irradiancia solar ultravioleta sobre el ser humano se ha definido el espectro de acción eritemático (CIE, 1999; McKinlay y Diffey, 1987) y el índice ultravioleta (UV) (WMO, 1998). El primer parámetro permite ponderar la irradiancia solar con la respuesta de la piel humana a la quemadura solar. El segundo es un parámetro creado con una finalidad divulgativa y de prevención que da cuenta de la irradiancia eritemática de un modo sencillo. Asimismo se ha constatado la necesidad de informar y concienciar a la opinión pública de los riesgos que

conlleva una exposición solar excesiva y de la necesidad de aplicar medidas de fotoprotección.

La predicción del índice UV se efectúa mediante modelos de transferencia radiativa, que calculan la irradiancia solar UV que atraviesa la atmósfera y alcanza la superficie terrestre. Los datos de entrada necesarios son fecha y hora, el lugar, identificado por la longitud y latitud, la altura del terreno sobre el nivel del mar y el valor de la columna vertical de ozono (TOC). En ausencia de nubosidad, el factor atenuante que más influye en la radiación ultravioleta es el ozono estratosférico (Marín *et al.*, 2007; Esteve *et al.*, 2009), por lo que una adecuada estimación de la TOC determinará en buena medida una óptima predicción del índice UV.

ADQUISICIÓN DE DATOS

A falta de medidas experimentales en suelo en nuestras latitudes, que implicarían un alto coste tanto de medios materiales como humanos, tenemos que recurrir a otros métodos que nos proporcionen una estimación del valor diario de ozono para el día en vigor y sucesivos que nos permitan realizar la predicción del índice UV, como son las medidas desde satélite.

Está ampliamente extendida la utilización del dato de la columna total de ozono medido con el sensor TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) hasta finales 2004 y posteriormente su sucesor OMI de la NASA, disponibles sin coste en http://jwocky.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead_v8.html. La resolución de los datos diarios de TOC es de 1.5° de longitud y 1.0° de latitud hasta finales del 2007. Actualmente se han reprocesado todos los datos con una resolución espacial menor, de 1.0°x1.0°. La TOC del OMI se determina a partir de los algoritmos del TOMS versión 8, algoritmo que ha sido utilizado para procesar los datos del sensor TOMS, con la finalidad de continuar con la serie de medidas desde 1978. Sin embargo, posteriormente han desarrollado un algoritmo específico para el OMI del tipo DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy) disponibles en la página web TEMIS (Tropospheric Emission Monitoring Internet Service) de la ESA <http://www.temis.nl/protocols/O3total.html>. Las diferencias entre ambos métodos para la determinación de la TOC no son significativas, siendo de hasta el 3% (Kroon *et al.*, 2008). El principal inconveniente de estos datos para su utilización en la predicción del índice UV es que presentan un desfase temporal de al menos tres días con respecto al día en vigor. Por tanto resulta imprescindible obtener datos en tiempo real o disponer incluso del ozono previsto para los días sucesivos. Este hecho nos lleva a plantearnos la necesidad de encontrar otras fuentes de ozono cuyo dato esté más actualizado.

En la misma página web se calculan los datos asimilados de la TOC a partir de los sensores OMI, SCIAMACHY y GOME2, <http://www.temis.nl/protocols/O3global.html>. Este producto proporciona el dato de la TOC global para el día en vigor e incluso el pronóstico para los próximos días.

El programa que calcula los datos globales de ozono (TM3-dam) no sólo calcula el dato del TOC sino que proporciona una estimación del error del dato previsto. Este error estimado es mayor si no

se dispone de medidas de satélite en el área consultada. En los mapas que se generan en este website se descartan aquellos datos cuyo error estimado supere los 25 DU. La resolución de estos datos calculados es de 1.5° de longitud y 1.0° de latitud, siendo la misma resolución de las medidas registradas por el OMI hasta 2007.

En este trabajo se han comparado los datos obtenidos por el OMI con el algoritmo de TOMS, con los datos asimilados del OMI, SCIAMACHY y GOME2 a partir del programa TM3-dam para los años 2007 y 2008 en Valencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar se han obtenido los datos de ozono para Valencia y los años 2007, 2008 y para todos los sensores descritos en el apartado anterior. Inicialmente se han planteado dos opciones, tomar el dato de ozono más próximo a las coordenadas de la estación de Valencia (39.46N y 0.34W) o interpolar el valor correspondiente a las coordenadas exactas. En la Figura 1 se muestra, a modo de ejemplo, el caso de los datos de la TOC del GOME2 y el año 2008. En ella se puede apreciar como ambos resultados son muy próximos entre sí y no es necesario interpolar al valor exacto ya que las diferencias son muy pequeñas.

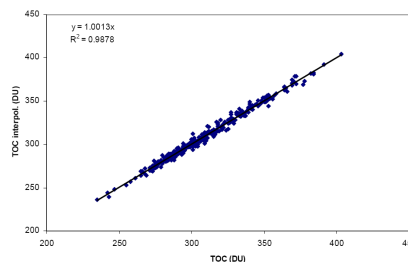


Figura 1.- Columna total de ozono para los datos del GOME2 y año 2008 en Valencia. Dato más próximo vs dato interpolado.

La diferencia entre el valor más cercano y el interpolado no supera los ± 12 DU, lo que supone para un valor medio de ozono de 300 DU un 4%. Este valor es menor que la incertidumbre de la medida de ozono para el OMI y GOME2 que está en torno a 8 DU de valor medio pero es menor que el error medio para el SCIAMACHY que es de 17 DU.

En cuanto a los datos del OMI medidos (a partir de ahora OMI_R), disponemos de datos con dos resoluciones diferentes. En el 2007 tenemos datos con resolución de 1.5°x1° hasta el 2 de Noviembre y también tenemos los datos reprocesados con una

resolución menor, de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. A partir de esa fecha todos los datos posteriores se ofrecieron con la nueva resolución de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Por tanto se han comparado los 301 datos diarios de la TOC del 2007 que tenemos que ambas resoluciones para ver si pueden ser comparables. La discrepancia de una y otra resolución no supera el 4% en ningún caso y se obtiene un valor medio del 1%. Considerando estos resultados, podemos comparar los datos del OMI_R con los datos asimilados del OMI, SCIAMACHY y GOME2, a pesar de la pequeña diferencia de resolución espacial que presentan.

A continuación se han comparando los valores de la TOC diarios para los datos asimilados a partir de valores OMI, SCIAMACHY y GOME2 (Figura 2). Estos datos están disponibles para el mismo día en vigor, lo que nos permite utilizar ese valor para la predicción del índice UV.

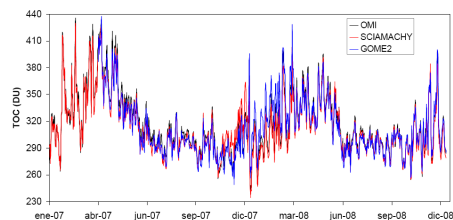


Figura 2.- Evolución dato diario TOC para los datos asimilados del OMI, SCIAMACHY y GOME2. Años 2007 y 2008 en Valencia.

Los datos presentan el mismo patrón y no se observan en general diferencias muy importantes. Los periodos en los que se aprecia mayor discrepancia suele coincidir con periodos en los que el error de estimación de la TOC es más elevado (Figura 3). Se puede observar, a modo de ejemplo, los datos del SCIAMACHY para el mes de Diciembre de 2007 y su correspondiente error.

Si tenemos en cuenta el criterio propuesto por la ESA de no utilizar aquellos valores con un error de estimación mayor que 25 DU, comprobamos que en los años 2007 y 2008 en Valencia no se produce ningún caso para el OMI, se produce en el 3% de los casos para el SCIAMACHY y en el 13% de los casos en el GOME2. Por tanto es recomendable, analizar el error de los datos de la TOC para descartar aquellos episodios cuya incertidumbre sea demasiado elevada, como se aprecia en la Figura 3. Por ejemplo, los tres primeros meses de 2008 para el sensor GOME2.

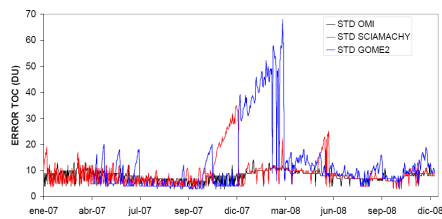


Figura 3.- Evolución diaria de la estimación del error de la TOC para los datos asimilados del OMI, SCIAMACHY y GOME2. Años 2007 y 2008 en Valencia.

Por último se pretende comparar los resultados obtenidos con el OMI_R con los estimados y asimilados para el mismo sensor OMI. Se ha representado la diferencia entre ambos valores para cada día con respecto al valor OMI_R (Figura 4).

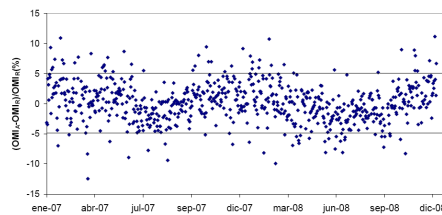


Figura 4.- Diferencia entre el valor de la TOC OMI_R y el asimilado de OMI. Años 2007 y 2008 en Valencia.

El 88% de los datos están comprendidos entre el 5% y el -5%. Y tan sólo el 0.6% está por encima del 10% o por debajo del -10%. Por tanto, se puede tomar los valores asimilados de OMI como muy fiables y próximos a las medidas, lo que permitirá utilizarlos para la predicción del índice UV.

Si analizamos la diferencia entre los datos de SCIAMACHY con los datos OMI_R (Figura 5), se observa que el 79% de los datos están comprendidos entre $\pm 5\%$, mientras que el 3% presentan una discrepancia mayor que el $\pm 10\%$.

Análogamente con los datos del GOME2 (Figura 6), el 74% de los datos difieren menos del $\pm 5\%$, mientras que los que discrepan en más de un $\pm 10\%$ se elevan hasta el 5%.

A la vista de los resultados parece más conveniente utilizar los datos asimilados del OMI para la predicción del Índice UV.

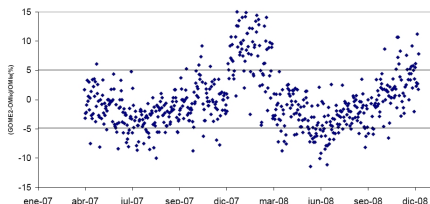


Figura 5.- Diferencia entre el valor de la TOC OMI_R y el asimilado de SCIAMACHY. Años 2007 y 2008 en Valencia.

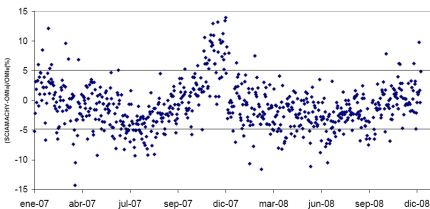


Figura 6.- Diferencia entre el valor de la TOC OMI_R y el asimilado de GOME2. Años 2007 y 2008 en Valencia.

CONCLUSIONES

Se han analizado datos diarios de la TOC provenientes de distintos satélites para los años 2007 y 2008 en Valencia con la finalidad de determinar el más adecuado para la predicción del índice UV.

En primer lugar se ha comparado el dato proviente del OMI calculado mediante el algoritmo del TOMS y menor resolución espacial con los asimilados a partir del OMI, SCIAMACHY y GOME2. Se concluye que la pequeña diferencia de la resolución espacial no es significativa, así como la diferencia que puede existir entre tomar el dato de la TOC más próximo geográficamente o interpolar a las coordenadas exactas.

Por otra parte, comparando los datos asimilados del OMI, SCIAMACHY y GOME2 se observa que las discrepancias más grandes entre sí se producen cuando el error estimado de la TOC es más elevado, descartando los datos cuyo error supere los 25 DU.

En cuanto a la comparación de cada dato de TOC asimilado del OMI, SCIAMACHY y GOME2 con los datos del OMI_R, las menores discrepancias se producen con el dato asimilado del OMI, aumentando para el SCIAMACHY y siendo el GOME2 el que más discrepancia presenta.

Por tanto se recomienda utilizar el dato asimilado del OMI como sustituyo del OMI_R para la predicción del índice UV ya que no presenta mucha discrepancia con éste (el 88% de los casos difieren menos del $\pm 5\%$) y se dispone del dato previsto de ozono para el mismo día en vigor a diferencia del OMI_R que presenta un desfase temporal de tres días.

BIBLIOGRAFÍA

- Commission Internationale de l'Éclairage 1998, Erythema reference action spectrum and standard erythema dose, *ISO 17166:1999/CIE S007 -1998*.
- Esteve, A.R., Martínez-Lozano, J.A, Marín, M.J., Estellés, V., Tena, F. y Utrillas, M.P. 2009. The influence of ozone and aerosols on the experimental values of uv erythemal radiation at ground level in Valencia. *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.1847.
- Kroon, M., Veefkind, J.P., Sneep, M., McPeters, R.D., Bhartia, P.K. y Levelt, P.F. 2008. Comparing OMI-TOMS and OMI-DOAS total ozone column data. *Journal of Geophysical Research*, 113, D16S28, doi: 10.129/2007JD008798.
- Marín, M.J., Esteve, A.R., Tena, F., Utrillas, M.P. y Martínez-Lozano, J.A. 2007. Dependencia del Índice UV con el ozono y la turbiedad. *Óptica Pura y Aplicada*, 40, 25-30.
- McKinlay A.F. y Diffey, B.L. 1987 A reference spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin, *CIE Journal*. 6: 17-22 (1987).
- World Meteorological Organization (WMO) 1998. Report of the WMO-WHO meeting of experts on standardization of UV indices and their dissemination to the public, *W.M.O. Global Atmosphere Watch* no 127.
- AGRADECIMIENTOS**
- Este trabajo ha sido financiando por el MICINN a través del proyecto "GRACCIE (CSD2007-00067, Programa CONSOLIDER-INGENIO 2010), junto al Fondo Social Europeo a través del contrato "Torres Quevedo" de M.J. Marín y por la Generalitat Valenciana (proyecto GVPRE/2008/210) y la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. La Fundación CEAM está financiada por la G.V. y Bancaixa.