



ASSEMBLEIA LUSO-ESPAÑHOLA
DE GEODÉSIA E GEOFÍSICA

ASAMBLEA HISPANO-PORTUGUESA
DE GEODÉSIA Y GEOFÍSICA

TOMAR, PORTUGAL

11-14 DE FEVEREIRO | FEBRERO DE 2008

Hotel dos Templários

Instituto Politécnico de Tomar

www.ipt.pt



Resumos

Resúmenes



ipt
Instituto
Politécnico
de Tomar



Influencia del ozono y los aerosoles sobre la UVER experimental en Valencia *Influence of ozone and aerosols on the experimental UVER in Valencia*

A.R. Esteve⁽¹⁾, J.A. Martínez-Lozano⁽¹⁾, M.J. Marín⁽²⁾, V. Estellés⁽¹⁾, M.P. Utrillas⁽¹⁾, F. Tena⁽¹⁾, J. Cañada⁽³⁾

Grupo de Radiación Solar

⁽¹⁾Departament de Física de la Terra i Termodinàmica, Facultat de Física, Universitat de València, C/ Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia), Anna.Esteve@uv.es

⁽²⁾Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), C/ Charles R. Darwin, 14. 46980 Paterna (Valencia)

⁽³⁾Departamento de Termodinámica Aplicada. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia.

SUMMARY

*The influence of the total column ozone and the aerosol optical depth at 500 nm (AOD_{500}) on the experimental UVER values at ground level in Valencia has been analyzed. Daily values of UVER were used, normalized with respect to a reference value. It was seen that this normalized value, a modified clarity index, k^*_{UVER} , decreased as the total column ozone increased. These linear relationships were found to be of the same order for the different intervals of aerosol optical depth. It was seen too that k^*_{UVER} decreased as the AOD_{500} increased and that the linear relationships were of the same order for those total column ozone intervals for which the greater number of experimental data were available. At the same time, the relations between k^*_{UVER} and the ozone, as between k^*_{UVER} and AOD_{500} , showed an annual pattern. Finally, an expression was found to represent the combined dependence of k^*_{UVER} on ozone and aerosols.*

1. INTRODUCCIÓN

La irradiancia eritemática (UVER) se define como el producto de la irradiancia ultravioleta a nivel de suelo con el espectro de acción eritemático, o respuesta de la piel humana a la quemadura solar o eritema, definido por CIE [CIE, (2000)]. Actualmente la medida de esta radiación está ampliamente extendida a través de redes de radiómetros empleadas habitualmente para la predicción del Índice UV [Martínez-Lozano et al. (2002), Marín et al. (2005)].

La UVER que alcanza la superficie de la Tierra es resultado de una serie de factores combinados entre los que cabe destacar el ángulo cenital, la cobertura nubosa, la altura de la superficie sobre el nivel del mar, la carga de aerosoles, el albedo de la superficie y el perfil vertical de ozono.

El índice de claridad eritemático, k_{UVER} , representa la disminución de la UVER global incidente en su paso a través de la atmósfera y, por lo tanto, indica el grado de disponibilidad de la UVER a nivel de la superficie terrestre. Se define, [Alados-Arboledas et al. (2003)], como:

$$k_{UVER} = \frac{I_{G_{UVER}}}{I_{UVER}} \quad (1)$$

donde $I_{G_{UVER}}$ es la irradiancia global ponderada por el espectro de acción eritemático e I_{UVER} la irradiancia extraterrestre ponderada por este mismo espectro, ambas sobre un plano horizontal.

2. INSTRUMENTACIÓN

La medida de la irradiancia eritemática se ha realizado con un radiómetro UVB-1 de YES. Se trata de un instrumento de banda ancha, tipo Robertson-Berger, cuyo intervalo espectral abarca el rango de UVB y UVA (280-400 nm) y cuya respuesta espectral es similar al espectro de acción eritemático. Este sensor está situado sobre un plano horizontal, en la terraza del edificio de la Facultad de Física de la Universidad de Valencia, en el Campus de Burjassot, encontrándose situado a 40 m sobre el nivel del mar, a unos 15 km de la costa y una latitud de 39.5° N.

El espesor óptico de aerosoles (AOD) se ha obtenido mediante un fotómetro solar Cimel CE318. Este instrumento está diseñado para la medida autónoma y automática de la radiación solar directa y de cielo, tanto en el plano almcantar solar como en el principal. Se utiliza principalmente para medir espesor óptico de aerosoles y contenido en vapor de agua precipitable, obtenidos ambos a partir de las medidas de irradiancia directa. De forma más elaborada, pueden obtenerse también las distribuciones de tamaño así como otras propiedades de los aerosoles, [Estellés (2006)].

Los valores de UVER simulados se han obtenido con el SBDART, [Ricchiazzi et al. (1998)]. SBDART es un modelo de transferencia radiativa de dispersión múltiple que considera la aproximación de una atmósfera plano-paralela. Este programa, escrito en código FORTRAN, está disponible de forma gratuita: <http://www.crseo.ucsb.edu/esrg/pauls.dir>. Este modelo resuelve la ecuación de transferencia radiativa numéricamente, con el algoritmo DISORT. El método de ordenadas discretas proporciona un algoritmo estable para resolver las ecuaciones de la transferencia radiativa plano-paralela en una atmósfera verticalmente no homogénea. SBDART permite utilizar hasta 65 capas de atmósfera y 40 ángulos cenitales y azimutales.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los valores experimentales de UVER fueron registrados con el YES UVB-1 desde Junio de 2003 hasta Diciembre de 2006. Durante el mismo periodo se registraron medidas de AOD con el CE318 de forma automatizada. Las medidas de ozono fueron proporcionadas por el instrumento TOMS instalado a bordo del satélite Earth Probe de NASA, (http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead.html), hasta Diciembre de 2005, fecha en que dejó de funcionar, y por el OMI (http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead_v8.html) a partir de Enero de 2006.

Teniendo en cuenta que la radiación UV es fuertemente absorbida por el ozono en el rango UVER, es conveniente normalizar su valor, y para ello se introduce el cálculo de un índice de claridad UVER modificado, k^*_{UVER} ,

$$k^*_{UVER} = \frac{I_{G_{UVER}}}{I_{G_{UVER}}(\text{simulada})} \quad (2)$$

donde $I_{G_{UVER}}$ es la irradiancia global en el rango de la UVER e $I_{G_{UVER}}(\text{simulada})$ la irradiancia global en este rango calculada mediante el modelo de transferencia radiativa SBDART para una atmósfera sin aerosoles y un valor de la columna total de ozono de 300 DU.

Para el cálculo de k^*_{UVER} se han utilizado valores integrados diarios de UVER para eliminar la dependencia con el ángulo cenital solar. Además, sólo se han considerado valores de irradiancia correspondientes a ángulos menores de 60° para minimizar los posibles errores, [Tena et al. (2007)].

Al representar los valores diarios de k^*_{UVER} frente a la columna total de ozono (Figura 1a), se observa que éste disminuye de forma lineal al aumentar el valor del ozono. En la Tabla 1 se muestran los resultados de los ajustes lineales cuya pendiente



muestra esta disminución para los distintos intervalos de AOD₅₀₀ considerados. Se observa que las pendientes obtenidas en los ajustes lineales son aproximadamente del mismo orden para los diferentes intervalos de AOD₅₀₀. Las pequeñas diferencias que se observan indican también una clara dependencia de la UVER con el AOD₅₀₀.

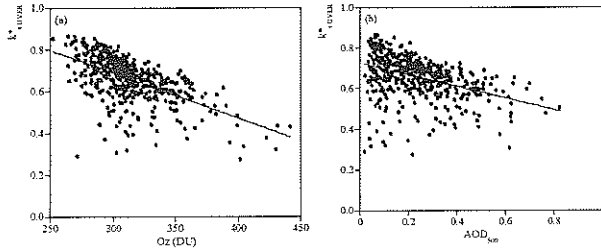


Figura 1 - Valores diarios de k^*_{iUVER} , a) frente a la columna total de ozono y b) frente al AOD₅₀₀. (Daily values of k^*_{iUVER} , a) against the total column ozone and b) against the AOD₅₀₀)

Tabla 1 - Coeficientes del ajuste $k^*_{iUVER}=n-m \cdot Oz$ para distintos intervalos de valores del AOD₅₀₀ (Fit coefficients for the equation $k^*_{iUVER}=n-m \cdot Oz$ for the different intervals of AOD₅₀₀)

AOD ₅₀₀	m ($\times 10^{-3}$)	n
AOD ₅₀₀ < 0.1	2.2 ± 0.3	1.40 ± 0.09
0.1 < AOD ₅₀₀ < 0.3	2.3 ± 0.1	1.39 ± 0.04
0.3 < AOD ₅₀₀ < 0.5	1.9 ± 0.3	1.19 ± 0.10

Teniendo en cuenta que la mayoría de los datos experimentales están comprendidos entre 300 DU y 350 DU, se ha considerado únicamente este intervalo de la columna total de ozono. Al representar los valores diarios de k^*_{iUVER} frente al AOD₅₀₀ (Figura 1b), se observa que éste disminuye de forma lineal al aumentar los aerosoles. En la Tabla 2 se muestran los resultados de los ajustes lineales cuya pendiente muestra esta disminución para los distintos intervalos de la columna total de ozono considerados. Se observa que las pendientes obtenidas en los diferentes ajustes lineales son similares, sobre todo para aquellos intervalos de la columna total de ozono en los que hay un mayor número de datos experimentales.

Tabla 2 - Coeficientes del ajuste $k^*_{iUVER}=n-m \cdot AOD_{500}$ para distintos valores de la columna total de ozono (Fit coefficients for the equation $k^*_{iUVER}=n-m \cdot AOD_{500}$ for the different intervals of total column ozone)

O ₃ (DU)	m	n
290 ± 10 DU	0.35 ± 0.04	0.787 ± 0.010
310 ± 10 DU	0.34 ± 0.04	0.747 ± 0.011
330 ± 10 DU	0.32 ± 0.05	0.704 ± 0.014
350 ± 10 DU	0.26 ± 0.05	0.645 ± 0.014

A continuación se han realizado, año a año, ajustes lineales de la UVER con el ozono y el AOD₅₀₀. En la Tabla 3 se muestran los resultados de estos ajustes en el caso del ozono.

Tabla 3 - Coeficientes del ajuste $k^*_{iUVER}=n-m \cdot Oz$ para distintos años (Oz en DU) (Fit coefficients for the equation $k^*_{iUVER}=n-m \cdot Oz$ for different years (Oz in DU))

	m ($\times 10^{-3}$)	n
2004	2.1 ± 0.2	1.32 ± 0.07
2005	2.3 ± 0.3	1.37 ± 0.08
2006	2.4 ± 0.2	1.40 ± 0.08

Se observa que la disminución de k^*_{iUVER} , con el valor de la columna total de ozono es aproximadamente igual para todos los años considerados, respondiendo a la expresión:

$$k^*_{iUVER} = (1.34 \pm 0.04) - (2.17 \pm 0.13) \times 10^{-3} \cdot Oz \quad (3)$$

Del mismo modo se han ajustado los valores diarios de k^*_{iUVER} , frente a los valores de AOD₅₀₀. En la Tabla 4 se muestran los resultados de estos ajustes para los distintos años.

Tabla 4 - Coeficientes del ajuste $k^*_{iUVER}=n-m \cdot AOD_{500}$ para distintos años (Fit coefficients for the equation $k^*_{iUVER}=n-m \cdot AOD_{500}$ for different years)

	m	n
2004	0.30 ± 0.05	0.736 ± 0.013
2005	0.37 ± 0.05	0.729 ± 0.013
2006	0.22 ± 0.10	0.700 ± 0.021

Se observa que la disminución de k^*_{iUVER} , con AOD₅₀₀, es similar para todos los años considerados, respondiendo a la expresión:

$$k^*_{iUVER} = (0.727 \pm 0.008) - (0.29 \pm 0.03) \cdot AOD_{500} \quad (4)$$

En los ajustes dados en las Tablas anteriores, el parámetro estadístico p-valor indica que las relaciones entre k^*_{iUVER} , y el ozono o los aerosoles son estadísticamente significativas para un nivel de confianza del 99%.

Por último, se ha analizado la variación de k^*_{iUVER} , con el ozono y los aerosoles simultáneamente. Se ha realizado una regresión múltiple tomando como variable dependiente k^*_{iUVER} , y como variables independientes la columna total de ozono y el AOD₅₀₀, de forma que se obtiene una dependencia conjunta respecto al ozono y a los aerosoles, dada por la expresión:

$$k^*_{iUVER} = (1.42 \pm 0.04) - (2.21 \pm 0.11) \times 10^{-3} \cdot Oz - (0.30 \pm 0.02) \cdot AOD_{500} \quad (5)$$

Esta expresión está en concordancia con las expresiones (3) y (4) que dan la dependencia de k^*_{iUVER} , con el ozono y los aerosoles por separado.

4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, proyectos CGL2005-03428-C04-01 y CGL2007-60648, y por la Generalitat Valenciana, proyecto CTIDIB/2002/113. A.R. Esteve ha disfrutado de una beca BES-2006-12521.

5. REFERENCIAS

CIE (1999). 17166 ISO/CIE Standard: Erythema reference action spectrum and standard erythema dose. 4 p. CIE Publications, Vienna.

Martínez-Lozano J.A., M.J. Marín, F. Tena, M.P. Utrillas, L. Sánchez-Muniosguren, C. González, E. Cuevas, A. Redondas, J. Lorente, X. de Cabo, V. Cachorro, R. Vergaz, A. de Frutos, J. P. Díaz, F. J. Expósito, B. de la Morena and J.M. Vilaplana. (2002): "UV Index Experimental Values During the Years 2000 and 2001 from the Spanish Broadband UV-B Radiometric Network". *Photochemistry and Photobiology*, 76, 181-187.

M.J. Marín, Y. Sola, F. Tena, M.P. Utrillas, E. Campmany., X. de Cabo, J. Lorente and J.A. Martínez-Lozano. (2005): "The UV Index on the Spanish Mediterranean Coast". *Photochemistry and Photobiology*, 81, 659-665 (2005).

Alados-Arboledas L., I. Alados, I. Foyo-Moreno, F.J. Olmo and A. Alcántara (2003): "The influence of clouds on surface UV erythema irradiance". *Atmospheric Research*, 66, 273-290.

Estellés, V. (2006): "Caracterización de los aerosoles atmosféricos en Valencia mediante fotometría solar". Ph. D. Thesis, Universitat de València, España.

Ricchiazzi, P., S. Yang, C. Gautier and D. Sowle. (1998): "SBDART: A Research and Teaching Software Tool for Plane-Parallel Radiative Transfer in the Earth's Atmosphere". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79, 2101-2114.

Tena, F., J.A. Martínez-Lozano, M.P. Utrillas, M.J. Marín, A.R. Esteve and J. Cañada. (2006): "The Erythema Clearness Index for Valencia, Spain". *International Journal of Climatology* (en revisión editorial).



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA
DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL
COMISIÓN ESPAÑOLA
DE GEODESIA Y GEOFÍSICA

José Manuel Martínez Solares, miembro del Comité Organizador de la 6ª Asamblea Luso-Española de Geodesia y Geofísica,

CERTIFICA: Que D^a María José Marín, perteneciente a la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) es co-autora del trabajo presentado en la 6ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica celebrada los días 11 a 14 de Febrero de 2008 en Tomar (Portugal) titulado: "*Análisis de la radiación solar UV en episodios de baja concentración de ozono*", existiendo un error en la asignación de los autores de dicho trabajo, tal y como aparece publicado en la página 131 del libro de resúmenes de la citada Asamblea. Por ello, la relación correcta de autores deberá ser: *J. Cañada, J.C. Moreno, A.R. Esteve, M.J. Marín y J.A. Martínez-Lozano*. Asimismo, el último autor citado, J.A. Martínez-Lozano pertenece a la Universidad de Valencia, corrigiéndose su filiación.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Madrid, a diez de marzo de dos mil ocho.



[Firma manuscrita]

GENERAL IBÁÑEZ DE IBERO, 3
28003 MADRID
TEL.: 91 597 94 60
FAX: 91 597 96 16



Análisis de la radiación solar UV en episodios de baja concentración de ozono

Analysis of the UV solar radiation in episodes with low ozone values

J. Cañada⁽¹⁾, J. C. Moreno⁽²⁾, A. R. Esteve⁽³⁾, J. A. Martínez-Lozano⁽⁴⁾

(1)Departamento de Termodinámica Aplicada, Universidad Politécnica, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, jcanada@ter.upv.es

(2)Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia

(3)Departamento de Física de la Tierra y Termodinámica, Facultat de Física, Universitat de València, C/ Dr. Moliner,50, 46100 Burjassot (Valencia)

(4)Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), C/ Charles R. Darwin, 14. 46980 Paterna (Valencia)

SUMMARY

Total column ozone, cloudiness and aerosol optical depth determine the amount of solar UV radiation that reaches the lower atmosphere at a given location. A short-lived episode of low ozone values over Valencia on 20 december 2004 was observed using TOMS satellite instrument. Additionally, the UV erythemal radiation (UVER), UV(A+B) and Global solar radiation were measured in Valencia. On 20 december 2004 the total ozone amount values decreased to 213 DU, this value represents a decrease greater than 28% with respect to the mean values registered in this city and this day during 1996-2007. In this paper, the influence of this extreme event on UVER recorded in Valencia is described.

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre el ozono total y la radiación UV se ha estudiado en muchos trabajos a lo largo de estos últimos años, dado que un incremento de la radiación UV puede tener consecuencias negativas para la salud humana.

La variación en la concentración de ozono tiene una gran influencia sobre la irradiancia UV medida sobre la superficie de la Tierra. Esta relación depende de la longitud de onda ya que la absorción del ozono aumenta a medida que disminuye la longitud de onda.

El ozono tiene una variabilidad natural con fluctuaciones a escala anual, estacional y sinóptica que puede afectar a las variaciones de la radiación UV.

En latitudes medias la variabilidad de la concentración de ozono depende principalmente del transporte de las masas de aire. Así Bojkov y Balis [2001] realizaron una revisión de episodios con baja concentración de ozono (<220 DU) en latitudes norte y llegaron a la conclusión que definir esos episodios como "mini agujeros de ozono" era incorrecto ya que la reducción de ozono no era debida a procesos fotoquímicos, como en la Antártida, sino a causas dinámicas.

Varios trabajos han analizado la influencia de la disminución de la concentración del ozono sobre la radiación UV en diferentes países del centro y norte de Europa [Orsolini et al. 2003, Stick et al. 2006], sin embargo hay muy pocos resultados publicados en España [Córdoba et al. 2000, Antón et al. 2007].

En este trabajo se analiza la variación de la concentración de ozono en Valencia en el periodo 2003-2006 y su influencia sobre la radiación UV.

2. DATOS

A la hora de analizar el contenido de ozono se han utilizado los datos proporcionados por el instrumento Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS), instalado a bordo del satélite Earth Probe de NASA (http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead.html) y así en la tabla 1 se muestran los valores diarios de la columna de ozono en Valencia expresados en Unidades Dobson (DU) para los días 20 y 27 de diciembre de varios años. Se muestra en dicha tabla la media en el periodo 1996-2007 y la desviación típica.

La irradiancia solar eritemática sobre plano horizontal (UVER) se ha medido utilizando un radiómetro YES UVB-1, así mismo se ha medido la irradiancia UV(A+B) con un radiómetro Eppley TUVR y la irradiancia Global sobre plano horizontal con un Kipp and Zonen CM-6.

Las medidas se han realizado de forma continua y cada 5 minutos se han almacenado los valores de irradiancia en W/m².

Tabla 1 – Concentración de ozono en Valencia (DU)

Año	Día 27/12	Día 20/12
2003	294	276
2004	364	213
2005	350	318
2006	269	362
Media (1996-2007)	310	294
Desviación Típica (σ)	35	42
Media - σ	275	252

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De toda la base de datos se han seleccionado los días 20/12/2004 y 27/12/2004 ya que fueron días despejados (sin nubes). La concentración de ozono para el día 20 fue la mas baja del periodo de estudio con un valor de 213 DU, en cambio la concentración para el día 27 fue de 364 DU, valor muy superior a la media en el intervalo estudiado tal como se muestra en la tabla 1.

Para analizar la influencia de la concentración de ozono sobre la irradiancia UVER se representa en las figuras 1 y 2 la variación diaria de la UVER en Valencia para los días 20 y 27 de diciembre de los años 2003-2006. A partir de dichas figuras se va a analizar como varía el cociente entre la irradiancia UVER medida el 20/12/2004 y el 20/12/2003 y el mismo cociente pero para el día 27 de Diciembre, parámetro K₁. Así mismo se han calculado los mismos cocientes para las irradiancias UV(A+B) y la irradiancia Global, ambas sobre plano horizontal, parámetros K₂ y K₃ respectivamente:

$$K_1 = \frac{UVER(2004)}{UVER(2003)} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{UV(A+B)(2004)}{UV(A+B)(2003)} \quad (2)$$

$$K_3 = \frac{Global(2004)}{Global(2003)} \quad (3)$$

Día 20 de diciembre

Analizando la variación del parámetro K₁ se observa que prácticamente durante todo el día K₁ ≥ 1.15, y además desde las 10 a las 13 horas solares, K₁ ≥ 1.25, lo que significa que la irradiancia UVER (2004) es un 25 % mayor que la UVER (2003) para el 20 de diciembre lo cual es lógico teniendo en cuenta que la concentración

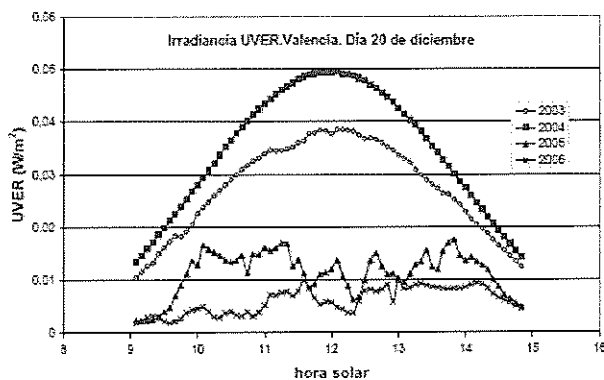


Figura 1 – Variación de la irradiancia UVER en Valencia el día 20 de diciembre de los años 2003-2006. (Variation of the UVER irradiance in Valencia on December 20 for the years 2003-2006).

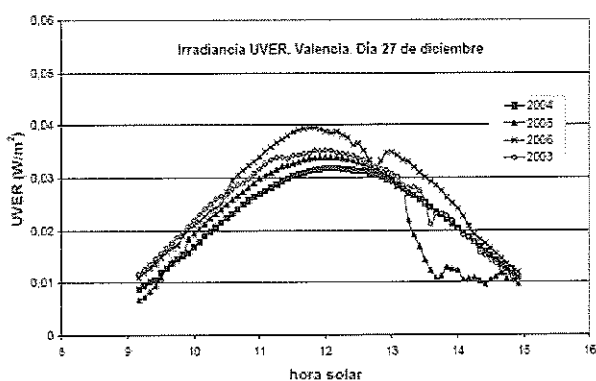


Figura 2 – Variación de la irradiancia UVER en Valencia el día 27 de diciembre de los años 2003-2006. (Variation of the UVER irradiance in Valencia on December 27 for the years 2003-2006).

de ozono el 20/12/2004 fue de 213 DU mientras que para el 20/12/2003 fue de 276 DU. Esta evolución se puede confirmar analizando para el mismo día los parámetros K_2 y K_3 . Para el 20 de diciembre se observa que $1.12 \leq K_2 \leq 1.20$, y por tanto la irradiancia UV(A+B) sigue la misma tendencia que la UVER, aunque con diferencias más pequeñas y por tanto con menor influencia del ozono sobre dicha irradiancia. Para la irradiancia Global se verifica que $1.05 \leq K_3 \leq 1.10$, lo que pone de manifiesto que el ozono afecta en menor medida a dicha irradiancia.

Finalmente para el 20 de diciembre se ha calculado el valor medio de los parámetros K_1 , K_2 y K_3 para las horas centrales del día, desde las 9 a las 15 horas solares, obteniéndose 1.26, 1.19 y 1.13 respectivamente, lo que significa que la UVER (2004) fue un 26% mayor que la UVER (2003) mientras que la UV(A+B) y la Global sólo fueron un 19 % y un 13 % mayores en 2004 que en 2003, confirmando nuevamente la mayor influencia que tiene la concentración de ozono sobre el valor de la irradiancia UVER.

Día 27 de diciembre

Se ha realizado un análisis similar para este día, teniendo en cuenta que el contenido de ozono fue de 364 DU, obteniendo 0.9, 1.16 y 1.09 para los valores medios de los parámetros K_1 , K_2 y K_3 respectivamente. Por tanto aunque para el 27/12/2004 la UV(A+B) y la Global fueron mayores que para el 27/12/2003, no ocurrió lo mismo con la UVER ya que en 2004 fue, en promedio, un 10 % menor que en 2003. Es decir que aunque la Global y la UV(A+B) los días 20 y 27 de diciembre de 2004 fueron mayores que para los mismos días del año precedente, para la UVER no ocurrió lo mismo ya que para el 20/12/2004 la UVER fue un 26% mayor que la del 20/12/2003, mientras que para el 27 de diciembre la

tendencia fue la contraria ya que la UVER para el 27/12/2004 fue un 10 % menor que la del 27/12/2003.

4. CONCLUSIONES

Se ha analizado en este trabajo un inusual episodio de baja concentración de ozono ocurrido en Valencia el 20 de diciembre de 2004. La cantidad total de ozono disminuyó aproximadamente un 28% con respecto al valor medio diario medido en Valencia ese día durante el periodo 1996-2007.

Para analizar el efecto que esta disminución en la concentración de ozono tiene sobre la irradiancia UVER, se ha estudiado la variación de la UVER durante esos días. Así durante el 20 de diciembre de 2004 la irradiancia UVER fue un 26% mayor que la medida el mismo día del año 2003 mientras que la UVER el 27 de diciembre de 2004, en el que la concentración de ozono fue de 364 DU, fue un 10% menor que la registrada el mismo día del 2003.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Generalitat Valenciana, proyecto CTIDIB/2002/113 y por el Ministerio de Educación y Ciencia, proyectos CGL2007-60648 y CGL2005-03428-C04-01. A.R. Esteve ha disfrutado de una beca BES-2006-12521.

6. REFERENCIAS

- Antón, M., M.L. Cancillo, A. Serrano, J.M. Vaquero and J.A. Gracia (2007): "Ozone mini-hole over southwestern Spain during January 2004: Influence over ultraviolet radiation". *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L10808, doi:10.1029/2007GL029689.
- Bojkov, R.D. and D.S. Balis (2001): "Characteristics of episodes with extremely low ozone values in the northern latitudes 1957-2000". *Ann. Geophys.*, **19**, 797-807.
- Córdoba, C., I. Aguirre, A. Pérez, A. Sanz, C. Angulo, P. Vila, E. Monroy, E. Muñoz and F. Jaque (2000): "UV-B irradiance at Madrid during 1996, 1997 and 1998". *J. Geophys. Res.*, **105**, 4903-4906.
- Orsolini, Y.J., H. Eskes, G. Hansen, U.P. Hoppe, A. Kylling and E. Kyrö (2003): "Summertime low-ozone episodes at northern high latitudes". *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, **129**, 3265-3275.
- Stick C., K. Kruger, N.H. Schade, H. Sandmann and A. Macke (2006): "Episode of unusual high solar ultraviolet radiation over central Europe due to dynamical reduced total ozone in May 2005". *Atmos. Chem. Phys.*, **6**, 1771-1776.

