

MEDICIONES ESPECTRALES DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN TRELEW

Jorge V. Pedroni, Alejandro Rosales y Manuel R. Schaigorodsky
Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia, Sede Trelew
FAX (54-965) 28402 / 21080, correo electrónico: fisica@unptw.edu.ar

Jorge O. Tocho
Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata y
Centro de Investigaciones Ópticas (CIC - CONICET), CC 124, 1900 La Plata, Argentina
FAX (54-21) 71 27 71, correo electrónico: JorgeT@ciop.unlp.edu.ar

RESUMEN

Se reportan las mediciones de radiación UV espectral obtenidas en la ciudad de Trelew, Chubut, con un radiómetro GUV-511C. Se brinda también la dosis eritémica calculada con el espectro de acción de Diffey. Se ha desarrollado una banda sombreadora automática que permite obtener valores espectrales de radiación global, difusa y directa.

INTRODUCCIÓN

La situación de riesgo potencial que soporta el norte de la región patagónica Argentina en relación con el nivel de radiación ultravioleta solar, es ampliamente reconocido. Es en esta región donde, la combinación de una elevada tasa de disminución global de ozono y los valores relativamente altos de radiación solar debidos al ángulo cenital y a la baja nubosidad, puede provocar variaciones sustanciales en las dosis de radiación UV. Este fenómeno puede verse agravado por la llegada de aire pobre en ozono, que eventualmente se desprende del agujero Antártico, durante algunos días de la primavera (Tocho *et al.*, 1996). Por estas razones resulta de gran interés la caracterización de la radiación ultravioleta que llega a la superficie en esta región geográfica (Orce *et al.*, 1995).

Las mediciones satelitales han sido una gran ayuda en el estudio de la evolución del ozono estratosférico. El análisis de los resultados obtenidos por los instrumentos diseñados para el estudio de este gas, permite obtener los valores de radiación UV en la superficie (Herman, 1998). Como en todas las mediciones satelitales, es necesario disponer de una red de medidores terrestres para posibilitar las frecuentes recalibraciones necesarias. Esta situación es particularmente crítica en el caso de las mediciones de radiación UV, ya que su magnitud se ve afectada por la situación de la atmósfera más baja. Al igual que lo que sucede en el caso del ozono, la red internacional de mediciones de UV no cuenta con un número suficiente de instrumentos en el hemisferio sur. Esta situación se está revirtiendo, pero dista todavía de ser satisfactoria (Vernet, 1998).

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta en este tema, es que los efectos biológicos de la radiación UV se estiman generalmente en base a mediciones terrestres de radiación global sobre el plano horizontal. Sin embargo, no existen todavía modelos completos para esta magnitud en esta región espectral. Obviamente, los modelos para radiación directa son mucho más simples y confiables.

Por todas estas razones se ha comenzado recientemente con la ejecución de un trabajo de investigación dedicado al estudio de la radiación UV y su relación con la salud, en la sede Trelew de la Universidad Nacional de la Patagonia. El trabajo se realiza con la participación del Centro de Investigaciones Ópticas de La Plata. Desde la primavera de 1997 se encuentra operando en Trelew un radiómetro espectral de cuatro canales UV y un canal visible para radiación activa en fotosíntesis (PAR). El instrumento original mide radiación global sobre el plano horizontal. A principios de 1998 se incorporó una banda sombreadora automática que permite realizar mediciones de radiación difusa y directa. En este trabajo se presentan los resultados de radiación global obtenidos desde el 17 de setiembre de 1997 y los de radiación difusa y directa desde el 3 de marzo de 1998.

Se ha solicitado la incorporación de este instrumento a una red internacional de medición con instrumentos similares, que funciona en América del Sur desde hace unos años. Este hecho permitirá acceder a la validación internacional de los datos obtenidos y a una posibilidad de calibración conveniente. Es de destacar asimismo que junto al instrumento local, se encuentra funcionando, desde el 14 de julio de 1998, un radiómetro similar perteneciente a la red del CONICET.

EQUIPO EXPERIMENTAL

Se cuenta con un radiómetro solar de cinco canales espectrales modelo GUV-511 C (Biospherical, 1994). El captador de radiación es un difusor de Teflon y cuarzo con respuesta coseno corregida hasta 90 grados. Las bandas espectrales UV, centradas en 305, 320, 340 y 380 nm, están seleccionadas con filtros interferenciales de 10 nm de ancho de banda; la detección de UV se hace con sensores de estado sólido ciegos al espectro visible. Un canal visible de banda ancha mide la

radiación activa para la fotosíntesis (PAR). El instrumento está termostatzado a 50 °C. Los datos, convenientemente procesados, se transmiten a una PC donde se almacenan. El instrumento se encuentra instalado en el techo del Edificio de Aulas y Laboratorios de Física de la Sede Trelew de la Universidad Nacional de la Patagonia (43° 15' 16" S, 65° 18' 15" O). El sensor está conectado a la unidad de proceso y a la computadora de almacenamiento de resultados por un cable de 50 m de largo. Pesando las irradiancias de los canales UV con el espectro de acción eritémica de Diffey se calcula el valor del índice UV canadiense (Goos, 1994) y se almacena junto con los datos radiométricos.

La banda sombreadora tiene un diámetro de 63,4 cm, un ancho de 7,6 cm y su eje de rotación esta horizontal orientado este – oeste. El dispositivo está accionado por un motor paso a paso y un mecanismo reductor de velocidad de engranajes y cadena, que permite obtener una resolución de 0,5° por paso. La misma PC mencionada anteriormente comanda su posición entre la horizontal, para obtener el registro de irradiancia global, y el ángulo apropiado para obtener el correspondiente a la irradiancia difusa. Estos posicionamientos se efectúan durante 1 minuto. La Fig. 1 muestra la disposición del instrumento junto al radiómetro de la red del CONICET.



Fig. 1. Radiómetro GUV-511 C con banda sombreadora automática en Trelew. El instrumento similar del extremo izquierdo es un radiómetro GUV-511 A perteneciente a la red de CONICET.

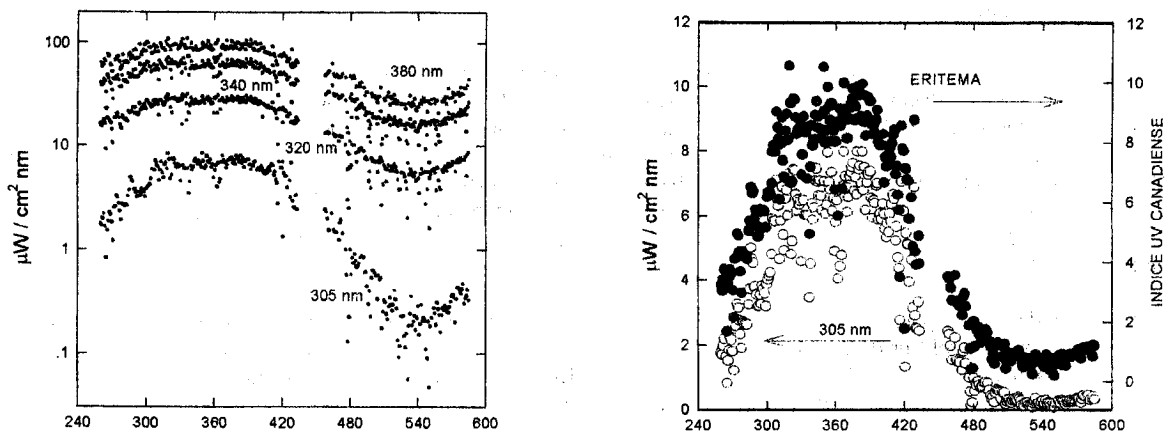


Fig. 2. Irradiancia espectral global y dosis eritémica (máximos diarios). Días julianos a partir del 1/1/97.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados presentados aquí están basados en la calibración original del instrumento. La Fig. 2 muestra los valores máximos diarios para la radiación global en cada canal UV y la comparación cualitativa entre la irradiancia espectral en 305 nm y la dosis eritémica calculada con el espectro de acción de Diffey. A partir de la incorporación de la banda sombreadora se registró en los minutos impares la irradiancia global, con la banda horizontal y en los minutos pares se midió la irradiancia

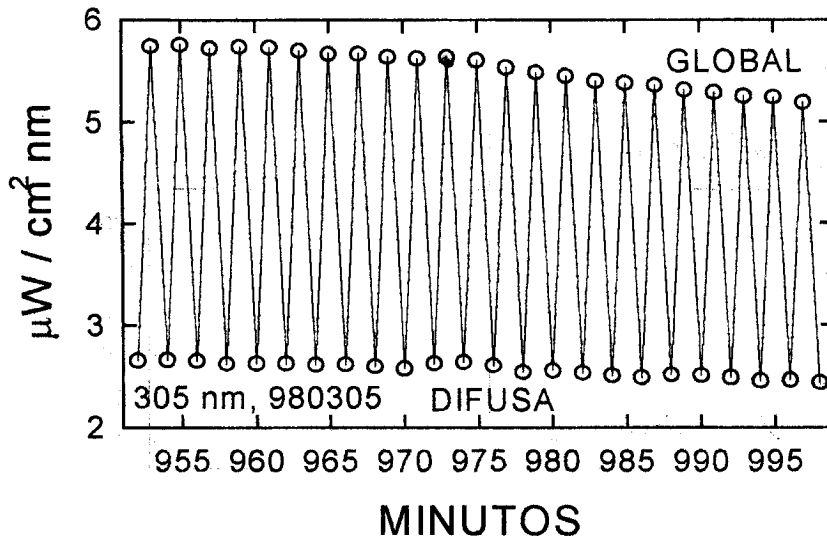


Fig. 3. Registro de unos pocos minutos correspondientes a un día claro, a fines del verano, con banda sombreadora.

difusa. La velocidad de movimiento de la banda es tal que sólo 1 ó 2 medidas, de las aproximadamente 150 medidas promediadas por canal espectral, se ven alteradas. La Fig. 3 muestra un registro de los datos correspondientes al canal de 305 nm, obtenidos en un día claro; la estabilidad de los valores de irradiancia global y difusa muestra que el número de mediciones promediadas es suficiente y que la entrada y salida de la banda no afecta la calidad del dato.

En la figura 4 se brindan un ejemplo de las medidas obtenidas durante todo un día claro, con la banda sombreadora. Se han registrado el periodo entre las 8:00 y las 19:00 horas; la banda sombreadora se activó solamente entre las 10:00 y las 17:00 horas.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se ha instalado un banda sombreadora automática en un radiómetro espectral de banda angosta que permite adquirir datos de radiación global y difusa cada 1 minuto. Si bien la adquisición de datos no se interrumpe durante el movimiento de la banda, la velocidad de adquisición y la velocidad de la banda son tales que no se altera la calidad de las mediciones.

Es sabido que la banda sombreadora enmascara parte de la radiación difusa y que por lo tanto el valor medido debe ser corregido antes de utilizarlo en el cálculo de la radiación directa. Existen algunos procedimientos de corrección para radiación de banda ancha no espectral (Iqbal, 1983). En la región UV es necesario desarrollar este procedimiento. La proporción de radiación difusa UV crece al disminuir la longitud de onda y en 305 nm, en los días invernales, llega a valores mayores del 80 %. Un procedimiento empírico de corrección, basado en realizar mediciones auxiliares con la banda posicionada a ambos lados del ángulo cenital, será utilizado próximamente (Lebaron, 1994).

La banda, por su orientación y sus dimensiones, no alcanza a bloquear la radiación directa en las horas extremas de los días de invierno. Por esta razón se restringió el uso de la banda al periodo entre las 10 y las 17 horas, en esa estación.

En el futuro se adquirirán datos cada 30 segundos con el fin de registrar radiación global para cada minuto del día y adaptarse al funcionamiento establecido para las redes de medición UV existentes. Esto implica la elaboración de un nuevo programa

de adquisición y la utilización de una PC específica para el control del movimiento de la banda. En este caso se implementará un algoritmo que permitirá detener la adquisición durante el posicionamiento de la banda. Durante muchos días del verano los valores de dosis eritémica registrados en Trelew superan la calificación *extremo* del índice UV de Canadá. Es necesario destacar las excepcionales condiciones meteorológicas que se observaron durante el periodo de mediciones con un elevado número de días nublados y una mayor cantidad de precipitaciones.

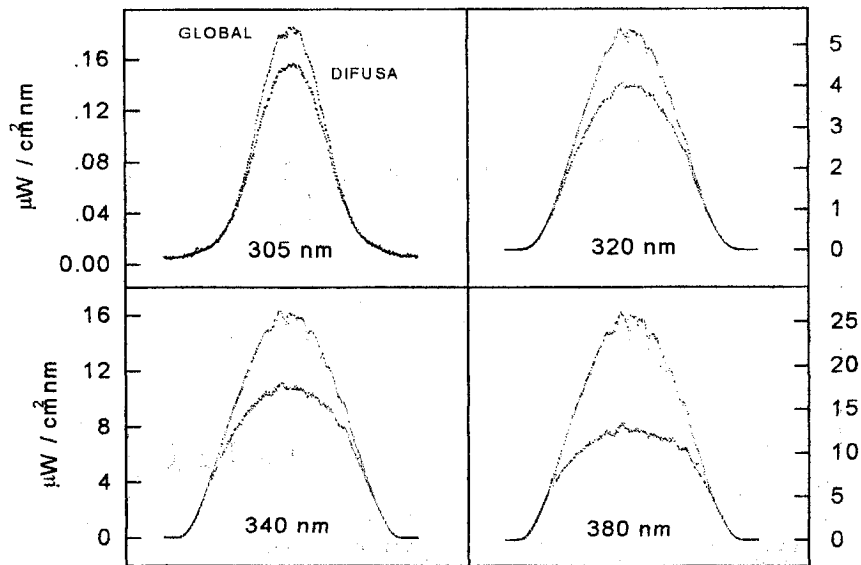


Fig. 4. Irradiancia espectral global y difusa (sin corrección) para un día claro del otoño (16 de junio de 1998).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se efectúa en el marco del proyecto "UV: Dinámica Estratosférica y Biología" de la Universidad Nacional de la Patagonia.

REFERENCIAS

- Biospherical Instruments Inc., 340 Riley Street, San Diego, CA 92110-2621 USA (1994) Ground-based ultraviolet radiometer systems, GUV 510 and 511, 1994.
- Goos, T. (1994) Ozone and Ultra-violet Products and Services in Canada. *WMO Workshop on UV-B for the Americas*, Buenos Aires.
- Herman, J. (1998) "Estudiando el ozono y la radiación UV-B: Logros pasados y oportunidades futuras". *Taller del Instituto Interamericano para el cambio Global*, Buenos Aires.
- Iqbal, M. (1983) *An Introduction to Solar Radiation*, Academic Press, Toronto, chap. 12, p. 364.
- Lebaron, B. A., Michalsky, J. J. and Perez, R. (1994). A simple procedure for correcting shadow band data for all sky conditions. *Applied Optics* **33**, 3069-3076.
- Orce, V. L., Rae, G., and Helbling, E. W. (1995) Latitudinal UVR-PAR Monitoring Network in Argentina: Data from October 1994 to September 1995. *CADIC, Contribución Científica N° 17*.
- Tocho, J. O., Da Silva, L., Lifante, G., Cussó, F., y Jaque, F. (1996) Penetración del agujero de ozono en Sudamérica. *Investigación y Ciencia* **233**, 68-73.
- Vernet, M. (1998) "Estudiando el ozono y la radiación UV-B: Logros pasados y oportunidades futuras", *Taller Instituto Interamericano para el cambio Global*, Buenos Aires.