

LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA B DIFUSA MEDICIONES EN COTA COTA, LA PAZ (3420 msnm)

R. Torrez

*Laboratorio de Física de la Atmósfera
Instituto de Investigaciones Físicas—UMSA
La Paz—Bolivia*

RESUMEN

Con el empleo de una banda de sombra seccionada y un sensor de radiación ultravioleta tipo YES, se han realizado una serie de mediciones continuas durante aproximadamente 7 meses a partir de junio del año 2002, en un año con típicas características de efecto niño.

Las series de tiempo por la forma del diseño experimental presentan bandas casi equidistantes de variación continua con regiones de radiación global y regiones de radiación difusa. Estos datos se han procesado de manera de ajustar los máximos de la curva o envolvente superior a una curva polinomio exponencial, y de manera similar para los mínimos de la curva o envolvente inferior.

Con los datos filtrados por este proceso se ha determinado que la radiación ultravioleta B difusa, es en promedio, un tercio de la radiación UVB global, y varía ligeramente alrededor del año. Se ha observado valores máximos en los meses de mayo y agosto, y mínimos en los meses de junio y septiembre. En cuanto a su característica diaria, es máxima alrededor del medio día, y se prolonga ligeramente alrededor de esta hora, disminuyendo su intensidad hacia los extremos del día en la misma proporción a la radiación global.

1. INTRODUCCIÓN

La radiación ultravioleta B que abarca desde 280 hasta 320 nm es monitoreada en el Laboratorio de Física de la Atmósfera, con dos radiómetros UVB del tipo YES. Además de un espectro radiómetro BREWER, para efectos de comparación y monitoreo de la capa de ozono. Con estos instrumentos se ha determinado, entre otros resultados, que la radiación ultravioleta global en el altiplano andino presenta índices mucho mayores a los correspondientes al nivel del mar a la misma latitud. Esto hace suponer también que la radiación ultravioleta B difusa se incrementa, no sabiendo exactamente la forma de esta variación, ni su proporción en la radiación UVB global. Por esta razón se ha diseñado un experimento para determinar estas características.

2. ARREGLO EXPERIMENTAL

Es conocido el uso de la banda de sombra para la medición de la radiación solar difusa (Ref.1). En base a este diseño se ha preparado una banda de sombra seccionada (Fig.1), equidistantemente distribuida, y de igual proyección de área, de manera de tener una distribución de regiones de sombra y no sombra de igual ancho e igualmente espaciada, las figura 2 muestra un día de todos los registros tomados.

Debido a que el arreglo requiere de una corrección casi continua de la posición de la posición de la banda de sombra en el cursor, algunos registros presentan distorsiones por la sombra parcial de la banda, a causa

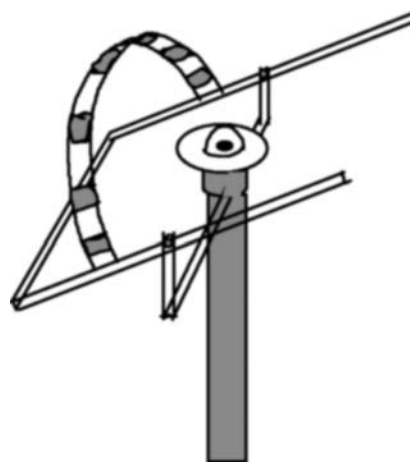


Figura 1. Arreglo experimental de la banda de sombra sobre el detector de UVB.

de correcciones no efectuadas. La banda seccionada de sombra tiene un radio de 19 cm, las placas de sombra tienen un ancho de 3 cm, y largos que varían desde 0.6 hasta 3 cm, y van localizadas cada 20°.

3. REGISTRO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los registros obtenidos tienen la forma de la figura 2. Aunque varios de ellos están distorsionados por la presencia de nubes o por falta de corrección a la banda de sombra, en cualquier caso se puede identificar fácilmente

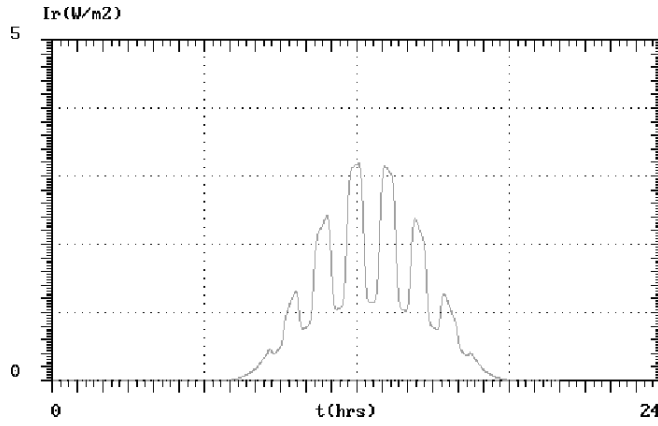


Figura 2. Gráfico de radiación ultravioleta global y difusa obtenida con la banda de sombra seccionada correspondientes al 3 de junio de 2002.

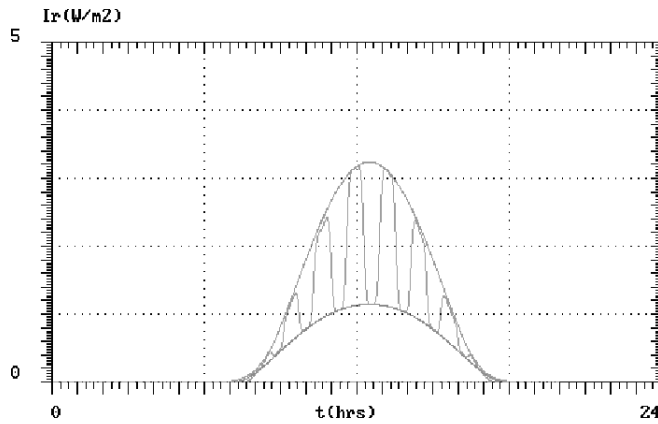


Figura 3. Ajuste de las funciones envolventes a las curvas de radiación global y difusa del gráfico anterior.

el tipo de distorsión del gráfico. Los registros con presencia de nubes no presentan las curvas onduladas de las figura 2, sino algo muy irregular, mientras que los registros con el defecto de falta de corrección de la posición de la banda de sombra, la envolvente inferior no se ajusta a la función polinomio exponencial.

Para seleccionar automáticamente los días claros y buenos, se ha realizado un proceso de comparación automático con los registros del otro sensor de radiación ultravioleta del mismo tipo, y con los registros de un sensor de radiación solar global, de manera que solo se han seleccionado los registros de UVB para los días con una curva solar muy regular, y que presenten una envolvente inferior simétrica. Este proceso ha permitido además validar el equipo con banda de sombra.

Los valores obtenidos según el proceso anterior, han sido sometidos a modelación tanto para la envolvente superior, como para la envolvente inferior de acuerdo a la función (Ref.3):

$$f(x) = a(x - b)^2(c - x)^2 e^{-d(x-e)^2}. \quad (1)$$

Donde los coeficientes a , b , c , d , y e han sido evaluados por mínimos cuadrados, a través de un proceso iterativo. La figura 4 muestra el proceso de ajuste de dos funciones

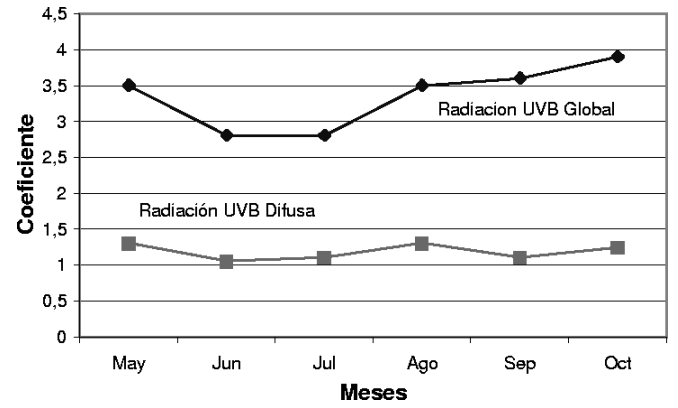


Figura 4. Variación en el periodo de observación de los coeficientes principales de las funciones envolventes. Se puede observar que el coeficiente de la radiación difusa varía ligeramente.

de este tipo a la envolvente superior y a la envolvente inferior.

Llamando $G(x)$ a la envolvente superior, y $D(x)$ a la envolvente inferior. El cociente de la última sobre la anterior; es decir $D(x)/G(x)$ representará la función de proporción de la UVB-difusa sobre la UVB-global, o sea:

$$P(x) = D(x)/G(x), \quad (2)$$

puesto que los coeficientes b , c , y e , son prácticamente similares para las dos envolventes, es decir; la hora de salida y entrada del sol, y la hora del medio día, y puesto que la forma de la curva no afecta esta proporción considerablemente, la relación anterior solo depende de los coeficientes principales a y a' de ambas funciones, es decir:

$$P = a/a'. \quad (3)$$

Donde a es el coeficiente principal de la función ajustada para la radiación difusa, y a' el correspondiente a la radiación global.

Para los registros tomados se han evaluado estos coeficientes en promedio, para los meses desde mayo hasta octubre, la figura 4 muestra la variación de estos coeficientes en el periodo de observación.

El aumento de la radiación UV global en los meses finales, podría atribuirse a los efectos del agujero de ozono antártico, que debido a las corrientes atmosféricas hacia el norte empobrece el ozono troposférico. El incremento de la radiación global significa recíprocamente reducción de la radiación difusa.

4. ANÁLISIS DE ERRORES

De las varias fuentes posibles de error en las mediciones, como el albedo particular de la superficie donde están instalados los equipos de radiación UVB y radiación solar, la presencia muy particular de aerosoles en el lugar (polvo), y la masa del aire, no han sido considerados por la complejidad que significa el análisis de reflexiones múltiples y los demás factores, no obstante,

TABLA 1

Variación de los coeficientes a y a' .

Meses	$a'(W/m^2)$	$a(W/m^2)$	$R(\%)$
Mayo	3,5	1,3	37,14
Junio	2,8	1,05	37,50
Julio	2,8	1,1	39,29
Ago.	3,5	1,3	37,14
Sept.	3,6	1,1	30,56
Oct.	3,9	1,24	31,79
Prom.	3,35	1,18	

se establece que su influencia no es considerable para la longitudes de onda que corresponden a la radiación ultravioleta (Ref.2.p.156).

Otros factores como la presencia de obstáculos en las cercanías, así como del horizonte, permiten establecer que los valores obtenidos son ligeramente inferiores a los reales.

Por su mayor influencia, solo se ha considerado el efecto sombra de las cuadrículas de la banda seccionada en las mediciones tanto de la radiación global, como de la difusa. Esta disminución de la radiación difusa que no llega al sensor en ambos casos es tan solo del orden del 2%, dada la relación de áreas, de la banda, sobre el área de la semiesfera, a la altura del radio donde está ubicada la banda de sombra.

5. CONCLUSIONES

La Tabla 1 permite establecer que: a) La radiación ultravioleta B difusa varía ligeramente alrededor de $1.18W/m^2$, lo que representa aproximadamente un 35% de la radiación UVB global. b) Presenta valores mínimos en los meses de junio y septiembre; de aproximadamente $1.1W/m^2$. c) Presenta valores máximos en los meses de mayo y agosto, donde alcanza $1.3W/m^2$.

Por el gráfico, se observa también que la radiación ultravioleta B difusa varía suavemente comparado con la variación de la radiación ultravioleta global de la que depende. En términos porcentuales la radiación difusa varía entre 30 y 40% de la radiación global, lo que significa por sí mismo, valores altos teniendo en cuenta los elevados índices de radiación ultravioleta que se registran en la ciudad de La Paz.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a los investigadores del Laboratorio de Física de la Atmósfera y al personal administrativo del Instituto de Investigaciones Físicas por toda la cooperación brindada en la realización del experimento.

REFERENCIAS

- [1] M. Iqbal. *Introducción a la radiación solar*. 1983. Academic Press.
- [2] M. Peñafiel. *Revista Boliviana de Física* No.7. 2001. Ed. Carrera de Física.
- [3] J. García. *Estudio Comparativo de dos Radiómetros YES*. 2002. LFA.
- [4] *UVB-1 Ultraviolet Pyranometer. Installation and User Guide*. 1997. YES Inc.