

RADIACIONES ULTRAVIOLETAS SOLARES DE 305 nm Y 315 nm MEDIDAS EN DICIEMBRE EN EL ESTADO DE PARANA, BRASIL

Rubén D. Piacentini

Grupo de Energía Solar, IFIR (CONICET-UNRosario), Fac. de Cs. Exactas, Ing. y Agrim.
(UNRosario), y Observatorio Astronómico de Rosario, C.C. 606, 2000 Rosario, Argentina.
Tel. (041) 483084/248902, Fax (041) 821772.

Miguel Mansur Aisse

Instituto de Saneamiento Ambiental, Universidade Católica do Paraná, Brasil.

Orlando M. Alfano

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (CONICET-UNLitoral),
Güemes 3450, 3000 Santa Fe, Argentina. Tel. (042) 559175, Fax (042) 550944.

Enrique D. Albizzati

Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química (UNLitoral),
Santiago del Estero 2654, 3000 Santa Fe, Argentina. Tel. (042) 520017.

RESUMEN

Se efectúan mediciones de las radiaciones UVB solares en localidades del Estado de Paraná, Brasil, situadas alrededor del paralelo $25^{\circ} 40' S$ en días de cielo claro. El equipo utilizado mide la radiación UVB directa y circumsolar en las bandas 305 ± 4 nm y 315 ± 4 nm. Las mediciones se comparan con los resultados del modelo teórico de Bird y Riordan (1986) que ha sido previamente verificado. Se obtienen conclusiones relacionadas con el efecto de la altura sobre el nivel del mar y la turbidez atmosférica, en los valores de las irradiancias solares para las regiones geográficas referidas.

INTRODUCCIÓN

Se presentan resultados de las mediciones de irradiancias ultravioletas solares B centradas en 305 nm y 315 nm, con un ancho de banda de 8 nm, efectuadas en tres lugares geográficos del estado de Paraná (Brasil): Curitiba, Mathiños y Foz do Iguazú. Estas localidades tienen la particularidad que se encuentran distribuidas en una estrecha franja alrededor del paralelo $25^{\circ} 40' S$, en un entorno de $20'$, desde la costa Atlántica, pasando por el interior y llegando hasta la frontera Argentina.

Los datos se obtuvieron en días de cielo claro (nubosidad inferior o igual al 30%), en el mes de diciembre de 1994. El instrumento utilizado en las mediciones posee dos sensores ubicados dentro de tubos colimadores de 10° de apertura angular total, que pueden captar la radiación solar directa y prácticamente toda la circumsolar [1].

Los datos obtenidos se comparan con los resultados del modelo de Bird y Riordan [2], modificado en trabajos posteriores por Piacentini y colab. [3,4].

Se estudia la variación de la irradiancia solar ultravioleta B con el ángulo cenital en determinados días del período citado. Debido a la ubicación geográfica de las localidades mencionadas y al período de medición empleado, el espesor de la capa de ozono en la franja geográfica estudiada permanece aproximadamente constante. En consecuencia, se analizan las diferencias encontradas en las mediciones en función de la altura sobre el nivel del mar y de la turbidez atmosférica media para cada lugar.

MEDICIONES DE LA IRRADIANCIA UVB SOLAR

En las Figuras 1 y 2 se presentan en unidades arbitrarias las mediciones efectuadas en Curitiba, Mathiños y Foz do Iguazú, para los sensores de radiación UVB en las bandas de 315 ± 4 nm y 305 ± 4 nm, respectivamente, en función del ángulo cenital. Las mediciones fueron realizadas los días: 30/11/94 y 1/12/94 en Curitiba, 3/12/94 en Mathiños, y 7/12/94 en Foz do Iguazú.

Se observa que los resultados obtenidos en Mathiños, playa Caiobá, son aproximadamente un 55% de los obtenidos en Curitiba, para el mismo valor del ángulo cenital. A su vez, las mediciones correspondientes a Foz do Iguazú, son alrededor de un 90% de las observadas en Curitiba.

Debido a la similar latitud de estas localidades y al período en que se llevaron a cabo las mediciones, puede esperarse un espesor aproximadamente constante de la capa de ozono. Las diferencias halladas en las mediciones de irradiancia UVB en ambas bandas son, en consecuencia, atribuibles a la altura sobre el nivel del mar y a las distintas condiciones de la atmósfera.

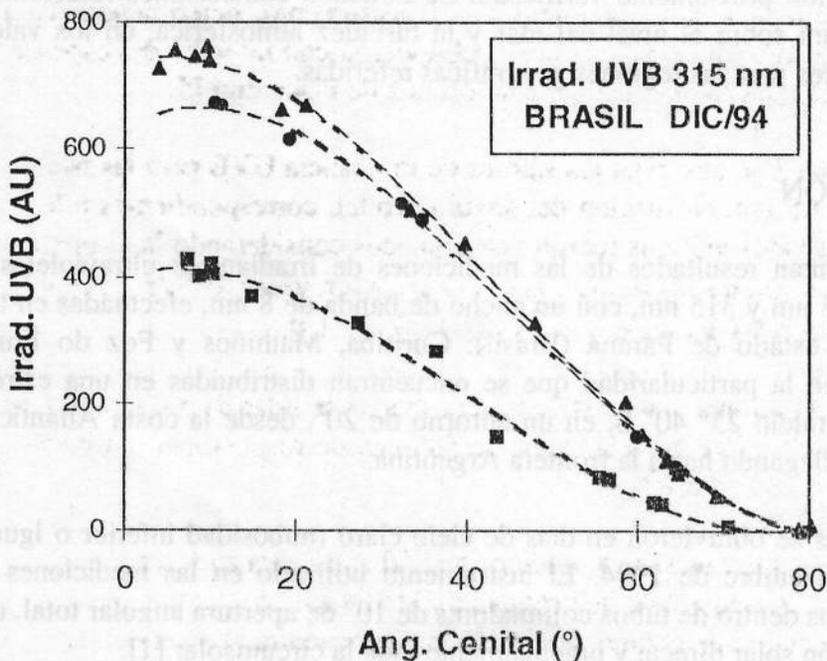


Figura 1: Radiación UVB solar en unidades arbitrarias, en función del ángulo cenital, para: Curitiba (▲), Mathiños (■) y Foz do Iguazú (●). Ajuste de los resultados (---).

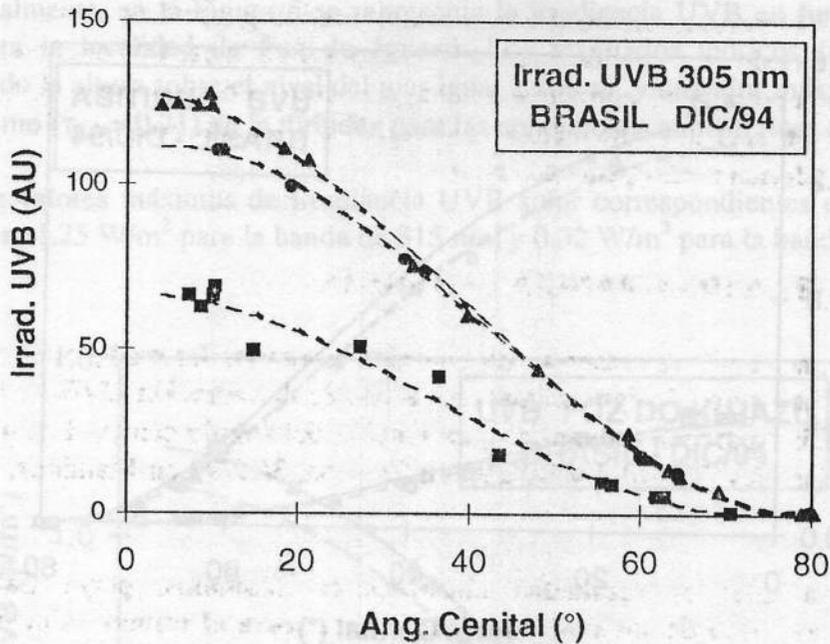


Figura 2: Radiación UVB solar en unidades arbitrarias, en función del ángulo cenital, para: Curitiba (▲), Mathiños (■) y Foz do Iguazú (●). Ajuste de los resultados (---).

COMPARACIÓN ENTRE VALORES TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES

Se comparan los resultados de irradiancia UVB absoluta hallados con el modelo teórico modificado [2-4] y los estimados a partir de las mediciones efectuadas y las funciones de correlación para cada sensor del instrumento, determinadas en un trabajo anterior [1]. Las predicciones del modelo se obtuvieron con un valor del espesor de la capa de ozono de 265 DU, calculado mediante la fórmula de Piacentini [5].

En la Figura 3 se observan los valores de irradiancia UVB para las bandas centradas en 315 nm y en 305 nm, en función del ángulo cenital, correspondientes a la localidad de Curitiba. Los resultados teóricos fueron determinados considerando la altura sobre el nivel del mar (1000 m) y valores máximos y mínimos de la turbidez a 0,5 μm apropiados para las condiciones atmosféricas del lugar ($\tau_{0,5} = 0,23$ y $\tau_{0,5} = 0,19$).

Se observan valores máximos de irradiancia UVB solar de 1,45 W/m^2 para la banda de 315 nm, y de 0,40 W/m^2 para la banda de 305 nm, correspondientes a un ángulo cenital aproximado de 4° (mediodía solar).

En la Figura 4 se muestra la irradiancia UVB solar para ambas bandas en función del ángulo cenital, correspondiente a la localidad de Mathiños. Las predicciones teóricas fueron obtenidas considerando que el lugar de medición se encuentra al nivel del mar. Además, los valores máximos y mínimos de la turbidez atmosférica a 0,5 μm , fueron de $\tau_{0,5} = 0,58$ y $\tau_{0,5} = 0,49$, respectivamente.

En el mediodía solar se alcanzan valores máximos de irradiancia UVB solar de 0,75 W/m^2 para 315 \pm 4 nm, y de 0,17 W/m^2 para 305 \pm 4 nm.

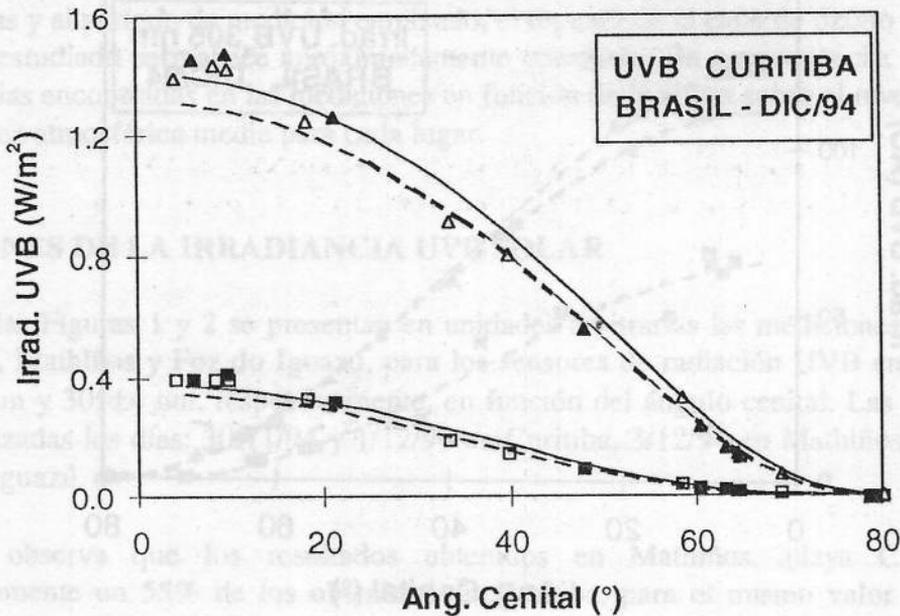


Figura 3: Radiación UVB solar en W/m^2 en función del ángulo cenital, para Curitiba. Irradiancia UVB 315 nm (▲, Δ), Irradiancia UVB 305 nm (■, □). Predicciones del modelo con $\tau_{0,5} = 0,19$ (—) y con $\tau_{0,5} = 0,23$ (- - -).

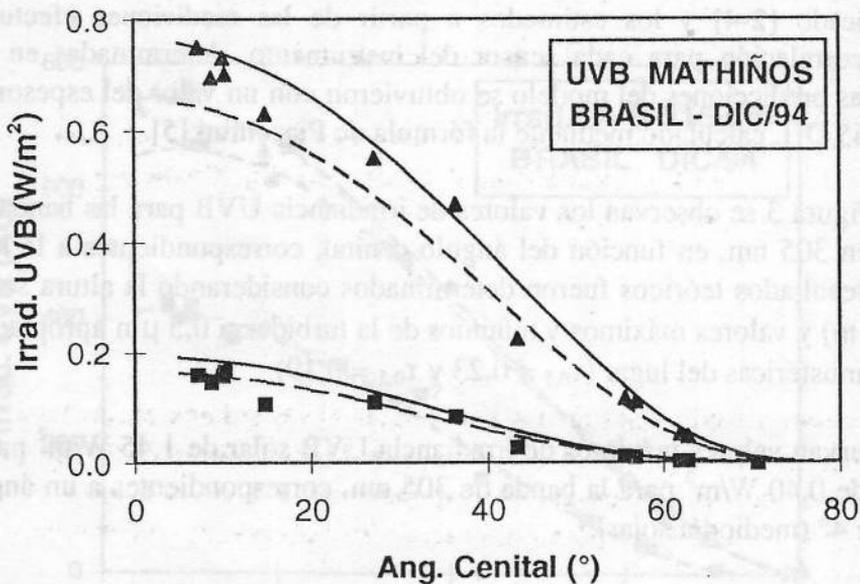


Figura 4: Radiación UVB solar en W/m^2 en función del ángulo cenital, para Mathiões. Irradiancia UVB 315 nm (▲), Irradiancia UVB 305 nm (■). Predicciones del modelo con $\tau_{0,5} = 0,49$ (—) y con $\tau_{0,5} = 0,58$ (- - -).

Finalmente, en la Figura 5 se representa la irradiancia UVB en función del ángulo cenital, para la localidad de Foz do Iguazú. Los resultados teóricos fueron obtenidos considerando la altura sobre el nivel del mar igual a 200 m, y un valor máximo ($\tau_{0,5} = 0,26$) y otro mínimo ($\tau_{0,5} = 0,21$) de la turbidez para las condiciones atmosféricas del lugar.

Los valores máximos de irradiancia UVB solar correspondientes al ángulo cenital mínimo, son: $1,25 \text{ W/m}^2$ para la banda de 315 nm, y $0,32 \text{ W/m}^2$ para la banda de 305 nm.

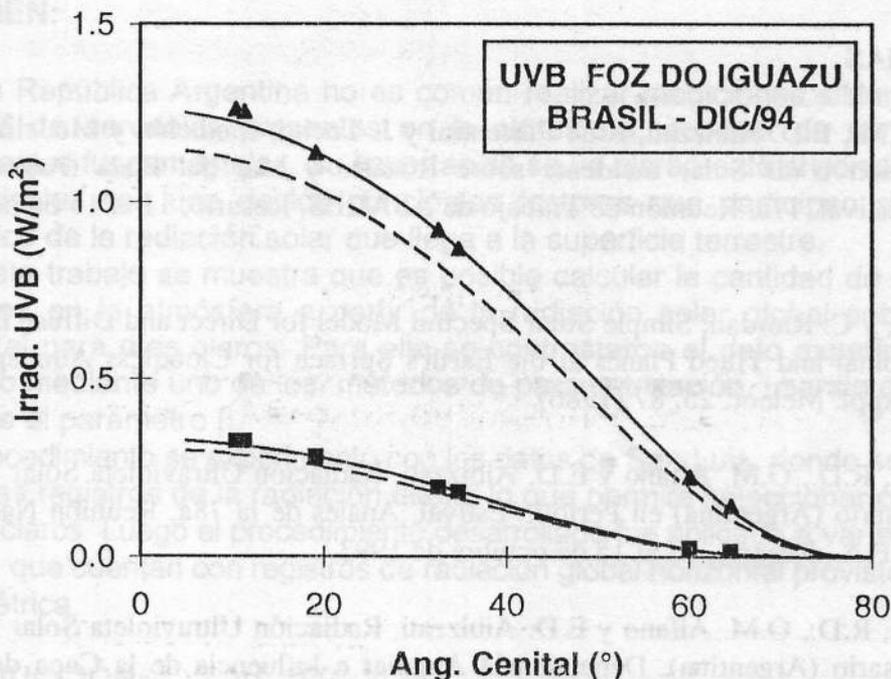


Figura 5: Radiación UVB solar en W/m^2 en función del ángulo cenital, para Foz do Iguazú. Irradiancia UVB 315 nm (▲), Irradiancia UVB 305 nm (■). Predicciones del modelo con $\tau_{0,5} = 0,21$ (—) y con $\tau_{0,5} = 0,26$ (- - -).

CONCLUSIONES

Se efectuaron mediciones de las irradiancias UVB solares en las bandas de 305 ± 4 nm y 315 ± 4 nm en tres localidades del Estado de Paraná, Brasil. Para un mismo ángulo cenital, los valores de las mediciones correspondientes a Foz do Iguazú y Mathiños son alrededor del 90% y del 55%, respectivamente, de los observados en Curitiba.

El espesor de la capa de ozono en la franja geográfica correspondiente a las tres localidades estudiadas, permanece aproximadamente constante (265 DU) durante el período abarcado por las mediciones.

Para la altitud y la turbidez correspondiente a las condiciones atmosféricas de cada lugar geográfico, se obtiene un buen acuerdo entre las predicciones del modelo y las mediciones realizadas.

Se estudió la influencia de la altura sobre el nivel del mar y de la turbidez atmosférica, en los valores de la radiación UVB solar para ambas bandas del espectro. Se verificó que la turbidez tiene una mayor incidencia que la altura sobre las irradiancias evaluadas.

Agradecimientos: Los autores agradecen a las Universidades Católica de Paraná, Brasil, Nacionales de Rosario y del Litoral (C.A.I.+D. 93-94, Proyecto N° 174), Argentina, y al CONICET, por sus contribuciones para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Alfano O.M., E.D. Albizzati, R.D. Piacentini y J. Tocho, Medición y Modelización de la Radiación UVB Solar Incidente sobre Rosario y Mar del Plata (Argentina) en Período Estival. 17a. Reunión de Trabajo de ASADES, Rosario, 11 al 15 de octubre de 1994.
2. Bird, R.E. y C. Riordan, Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres. J. Climate Appl. Meteor. 25, 87 (1986).
3. Piacentini, R.D., O.M. Alfano y E.D. Albizzati, Radiación Ultravioleta Solar Incidente sobre Rosario (Argentina) en Período Estival. Anales de la 78a. Reunión Nacional de Física. A.F.A., Rosario, 12 al 15 de octubre de 1993.
4. Piacentini, R.D., O.M. Alfano y E.D. Albizzati, Radiación Ultravioleta Solar Incidente sobre Rosario (Argentina). Dependencia Angular e Influencia de la Capa de Ozono. Actas de la 16a. Reunión de Trabajo de ASADES, La Plata, 30 de noviembre al 3 de diciembre de 1993.
5. Piacentini, R.D., Comportamiento Espacio-Temporal de la Capa de Ozono para Latitudes Bajas e Intermedias (50° N, 50° S). Congreso de la Asociación de Geofísicos y Geodestas, Buenos Aires, Argentina (1992).