



# Reunión Grupo Español de Fotobiología

Toledo, 15-16 de Febrero de 2008



**GRUPO ESPAÑOL DE FOTOBIOLOGIA**

Academia Española de  
Dermatología y Venereología



# XXII Reunión del Grupo Español de Fotobiología

Toledo, 15-16 de Febrero de 2008

- 1.- Propuesta de creación de una red temática de fototerapia / fotobiología del GEF** pág. 9  
**Carrascosa, JM.**  
*Servei de Dermatologia.  
Hospital Universitari Germans Trias i Pujol.*
- 2.- Funcionamiento y aportaciones de la Unidad de Fotobiología del Ninewells Hospital and Medical School, Dundee (Escocia)** pág. 12  
**Pérez-Pérez, L.; Berroeta, L<sup>1</sup>; Zulaica, A.**  
*Servicio de Dermatología. Centro de Especialidades de Coia.  
Complejo Hospitalario Universitario de Vigo. España.*  
<sup>1</sup> *Photobiology Unit, Dermatology Department. Ninewells Hospital and Medical School,  
Dundee. Scotland.*
- 3.- Impacto de un suplemento dietético de licopeno sobre ciertos marcadores moleculares de fotoenvejecimiento en piel humana** pág. 15  
**Rodríguez-Blanco, I.; Rizwan, M<sup>1</sup>; Rhodes, LE<sup>1</sup>; Watson, REB<sup>1</sup>.**  
*Servicio de Dermatología.  
Complejo Hospitalario Universitario. Santiago de Compostela. España.*  
<sup>1</sup> *Dermatological Sciences. University of Manchester & Salford Royal Foundation Hospital.  
Manchester. United Kingdom.*
- 4.- Efectos beneficiosos versus perjudiciales de la radiación UV (Informe UNEP-2006): recuperación de la capa de Ozono y el caso de la Vitamina D** pág. 17  
**López Figueroa, F.**  
*Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias.  
Universidad de Málaga.*





- 5.- El índice UV de radiación difusa** pág. 25  
**Marín, MJ<sup>1</sup>; Esteve, AR<sup>2</sup>; Utrillas, MP<sup>2</sup>; Tena, F<sup>2</sup>; Martínez Lozano, JA<sup>2</sup>.**  
<sup>1</sup> Solar. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.  
<sup>2</sup> Grupo de Radiación Solar. Departament de Física de la Terra i Termodinàmica, Universitat de València.
- 6.- Protocolos de calibración espectrorradiométrica** pág. 31  
**Aguilera, J.; Campos, D.; Abdala, R.; de Gálvez, MV.; Sánchez-Roldán, C.; Figueroa, FL.; Herrera, E.**  
*Departamento de Medicina y Dermatología. Facultad de Medicina.*  
*Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias.*  
*Universidad de Málaga.*
- 7.- Influencia del cambio climático en el índice UV** pág. 37  
**Lorente, J.; Sola, Y.; de Cabo, X.**  
*Departamento de Astronomía y Meteorología. Facultad de Física.*  
*Universidad de Barcelona.*
- 8.- Granuloma anular generalizado. Tratamiento con PUVA** pág. 41  
**Belinchón, I.; Silvestre, JF.; Lucas, A.; Pérez, M.; Ballester, I.**  
*Sección Dermatología.*  
*Hospital General Universitario de Alicante.*
- 9.- Paciente con enfermedad injerto contra huésped en tratamiento con PUVA-Baño** pág. 45  
**Hoffner, MV.; Carrizosa Esquivel, A.; Pulpillo Ruiz, A<sup>1</sup>.; Herrera Saval, A.; Sánchez Conejo-Mir, J<sup>1</sup>.; Camacho Martínez, FM.**  
*Departamento de Dermatología. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.*  
<sup>1</sup> Servicio Dermatología. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.
- 10.- Terapia fotodinámica: Nuevas indicaciones en dermatología. Acné y fotorejuvenecimiento del Rio, R.; Pujol, JA.; Cisneros, JL.** pág. 49  
*DermaClinic. Barcelona.*
- 11.- Terapia fotodinámica en queratosis actínicas: Análisis descriptivo de 100 pacientes tratados y de los resultados clínicos obtenidos** pág. 55  
**Vidal, S.; González, S<sup>1</sup>.; Funes, J.; Luelmo, L.; Arjona, C.; Páez, JA.; Lirón, J.**  
*Servicio Dermatología. Hospital Central de la Defensa, Madrid.*  
<sup>1</sup> Facultad de Medicina. Universidad San Pablo CEU. Madrid.

- 12.- Fotodermatosis a estudio** pág. 59  
**García-Gavín, J.; Rodríguez-Blanco, I.; Fernández Redondo, V.; Sánchez-Aguilar, D.; Loureiro Martínez, M.; Toribio, J.**  
*Servicio Dermatología, CHUS, Facultad de Medicina.  
Santiago de Compostela.*
- 13.- Lupus cutáneo asociado ATC anti RO/SSA inducido por fármacos** pág. 64  
**Pérez Ferriols A.; Laguna Argente, C.; Torrijos Aguilar, A.; Alegre de Miguel, V.**  
*Servicio de Dermatología.  
Hospital General Universitario de Valencia.*
- 14.- Dificultades en el diagnóstico de urticaria solar** pág. 74  
**Allende Markixana, I.; Lázaro Serrano, M.; Martínez de Lagran, Z.; Álvarez de Arcaya; Pérez Barrio, S.; Díaz Pérez, JL.**  
*Servicio de Dermatología.  
Hospital de Cruces. Baracaldo. Vizcaya.*
- 15.- Dermatitis actínica crónica y linfoma cutáneo** pág. 77  
**González de Arriba, M.; Polo Rodríguez, I.; Vallés Blanco, L.; Ortiz de Frutos, FJ.; Zarco Olivo, C.; Vanaclocha Sebastián, F.**  
*Servicio de Dermatología.  
Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.*
- 16.- Fotodermatitis alérgica de contacto por bencidamina** pág. 82  
**Gatica Ortega, ME.; Gallego Torromé, LM.; Honorato Guerra, S.; Gargallo Quintero, AB.; Schöendorff, C.; Pérez Hortet, C.; Bahillo Monné, C.; Galera Martín, C.; Martínez Amo, JL.; Sánchez Moya, AI.; de Miguel Madruga, R.; García Almagro, D.**  
*Servicio de Dermatología.  
Hospital Virgen de la Salud, Toledo.*
- 17.- Fotosensibilidad mantenida por ketoprofeno.**  
**A propósito de un caso tras utilización tópica y otro tras utilización sistémica** pág. 89  
**Pérez Ferriols, A.; Martínez Casimiro, L.; de la Cuadra Oyanguren, J.; Alegre de Miguel, V.**  
*Servicio de Dermatología.  
Hospital General Universitario de Valencia.*



# El índice UV de radiación difusa

**Marín, MJ<sup>1</sup>;**  
**Esteve, AR<sup>2</sup>;**  
**Utrillas, MP<sup>2</sup>;**  
**Tena, F<sup>2</sup>;**  
**Martínez Lozano, JA<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Solar. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.

<sup>2</sup> Grupo de Radiación Solar. Departament de Física de la Terra i Termodinàmica. Universitat de València.

## Introducción

Los efectos de la radiación ultravioleta sobre los seres vivos han merecido una atención considerable en los últimos veinte años (Frederick y Lubin, 1988; Scotto *et al.*, 1988), desarrollándose guías y recomendaciones sobre los umbrales de exposición a la radiación UV para evitar daños puntuales o crónicos (WHO, 2003; ICNIRP, 2004).

En los seres humanos el efecto más común que desencadena la radiación UV es el eritema o quemadura solar. La respuesta de la piel a esta agresión es el espectro de acción eritemático (McKinlay y Diffey, 1987; CIE 1998). La radiación ultravioleta ponderada mediante esta curva se denomina radiación eritemática o eritemáticamente activa (UVER).

La caracterización de la componente difusa de la radiación es especialmente relevante en el rango de la UVB (y por lo tanto de la UVER), dado que puede representar más del 50% de la global debido a los efectos de la dispersión atmosférica que son más intensos a medida que disminuye la longitud de onda. La Organización Mundial de la Salud señala el peligro de una exposición solar en la sombra por el elevado porcentaje de la componente UVER difusa, Figura 1, (WHO, 2003). Además la irradiancia difusa en el plano horizontal resulta ser de gran importancia ya que se emplea como parámetro de entrada en diversos modelos para el cálculo de la irradiancia en planos inclinados.

El Índice UV (UVI) es una magnitud que tiene como finalidad informar y concienciar a la opinión pública, mediante su divulgación en medios de comunicación, del nivel de radiación solar ultravioleta eritemática incidente, y de los posibles efectos nocivos para la salud. Cuantitativamente, el Índice UV se obtiene multiplicando el valor de la UVER (expresado en  $W \cdot m^{-2}$ ) por 40, y debe redondearse este valor al entero más próximo, lo que proporciona un valor numérico comprendido entre 0 y 16, en nuestras latitudes.

Dependiendo del tipo de piel, es habitual considerar que para valores de 6 o superiores existe riesgo alto de eritema, y para valores de 11 o superiores riesgo

extremo. La Organización Mundial de la Salud, en su Guía "Índice UV" (WHO, 2003), propone las distintas categorías de la exposición a la radiación UV en función del valor del Índice UV tal y como se detalla en la Figura 2, y que supone una estandarización del mismo.



Figura 1. Algunos factores que atenúan la radiación UV (WHO, 2003).

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL UVI
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Figura 2. Categorías de exposición en función del Índice UV (WHO, 2003).

### Dispositivo experimental para la medida de la irradiancia UVER difusa

El valor de la irradiancia difusa horizontal puede calcularse con precisión a partir de los datos de irradiancia global y de la componente directa, mediante:

$$I_d = I_g - I_b \cdot \cos \theta \quad (1)$$

donde  $I_d$  es la irradiancia difusa,  $I_g$  la irradiancia global horizontal,  $I_b$  la irradiancia directa normal a la dirección de incidencia y  $\theta$  el ángulo cenital solar.

El mayor problema que plantea su determinación a partir de esta expresión radica en la medida de la radiación directa, debido al elevado coste de los seguidores solares, así como el riguroso mantenimiento necesario para sus continuos ajustes.

Una alternativa empleada frecuentemente es la medida directa de la irradiancia difusa, usando un piranómetro junto con un dispositivo que impida que



Foto 1. Dispositivo experimental para la medida de la radiación UVER difusa.

la componente directa de la radiación incida en el detector del instrumento de medida. Los dispositivos comúnmente empleados para este fin son bandas o anillos de sombra montados sobre un eje paralelo al eje polar (Batlles *et al.*, 1995), que se suelen recubrir con una pintura negra, de baja reflectividad.

Con la finalidad de sombrear el radiómetro durante todo el año se diseñó la banda de sombra, diseñada siguiendo las indicaciones de Horowitz (1969), que se muestra en la Foto 1.

El sensor empleado para la medida de la UVER es un radiómetro UVB-1 de la casa YES. Este instrumento es de banda ancha tipo Robertson-Berger y su intervalo espectral abarca el UVB y el UVA (280-400 nm). Este tipo de detector está diseñado para tener una sensibilidad espectral próxima al espectro de acción eritemático. La técnica de medida empleada consiste en utilizar filtros de vidrio coloreado para no dejar pasar toda la luz visible del sol y hacerla incidir sobre un fósforo sensible a la radiación UVB, que la convierte en luz visible en la longitud de onda del verde. La luz resultante es medida por un fotodetector de estado sólido. El piranómetro UVB-1 está diseñado para ser estable durante largos períodos y para trabajos de campo sin vigilancia. La respuesta coseno según el fabricante es de  $\pm 4\%$  hasta  $55^\circ$  de ángulo cenital solar (Dichter *et al.*, 1993).

### Resultados

Con el dispositivo experimental descrito anteriormente se han tomado medidas experimentales durante el periodo comprendido entre Mayo de 2004 y Abril de 2006. La banda de sombra, dadas sus dimensiones, oculta no sólo la irradiancia procedente directamente del Sol sino además una porción de la irradiancia difusa de cielo. Por tanto, es necesario corregir las medidas registradas, que serán menores de la irradiancia difusa real. En este caso las medidas han sido corregidas utilizando un modelo de Batlles modificado, según se detalla en el trabajo recientemente publicado (Utrillas *et al.*, 2007). Estos valores experimentales corregidos presentan una incertidumbre del 1%.

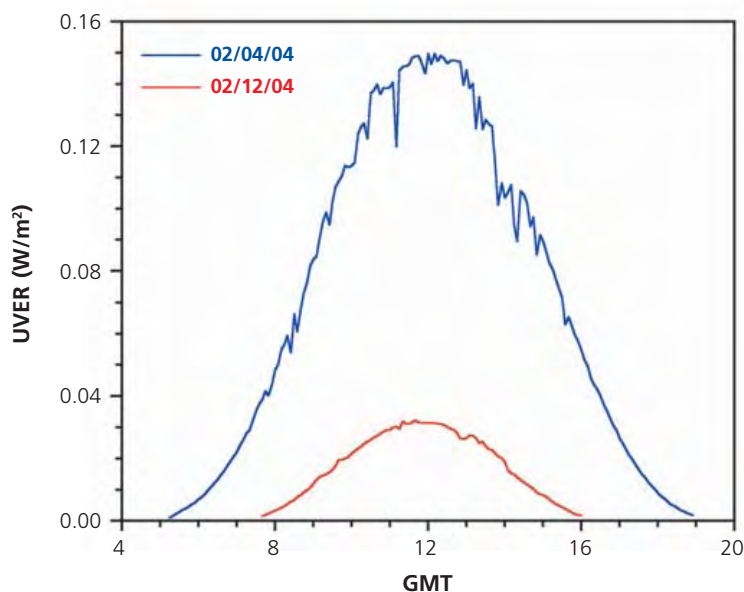


Figura 3. Evolución horaria de la UVER difusa.

Los valores máximos alcanzados para la UVER difusa son menores que los obtenidos para la UVER global. Sin embargo, la forma de la evolución horaria es la misma para ambos, con un máximo a las 12 GMT. En la Figura 3 se muestra a modo de ejemplo la evolución horaria de la UVER difusa para dos días despejados, el 2 de Julio de 2004 y el 2 de Diciembre de 2004, que corresponden a los días de valores extremos alcanzados a lo largo del año.

Estos valores extremos de la UVER implican un valor del Índice UV máximo diario comprendido entre uno y seis. En las Tablas 1 y 2 se resume un estudio más detallado del Índice UV para la UVER difusa. En ellas se recogen los datos correspondientes al análisis estadístico del Índice UV, en el primer caso considerando todos los valores horarios del UVI, y en el segundo teniendo en cuenta solo los de las 12:00 GMT.

**Tabla 1.** Valores del Índice UV para la UVER difusa medida con la banda de sombra desde Mayo de 2004 hasta Abril de 2006.

Mes	Nº datos	Índice UV	
		Máximo	Medio
Enero	862	2	1
Febrero	1121	2	1
Marzo	3070	4	2
Abril	7610	5	2
Mayo	6244	6	2
Junio	9325	6	2
Julio	9503	6	2
Agosto	9163	5	2
Septiembre	5163	5	2
Octubre	3422	3	2
Noviembre	1740	3	2
Diciembre	238	1	1



**Tabla 2.** Valores de Índice UV a las 12:00 GMT para la UVER difusa medida con la banda de sombra desde Mayo de 2004 hasta Abril de 2006.

Mes	Nº datos	Índice UV	
		Máximo	Medio
Enero	30	2	1
Febrero	21	2	2
Marzo	29	4	3
Abril	59	4	3
Mayo	42	5	4
Junio	59	5	4
Julio	61	6	5
Agosto	62	5	4
Septiembre	40	4	3
Octubre	44	3	2
Noviembre	36	2	2
Diciembre	13	1	1

A partir de estos resultados se obtiene que en el 80% de los casos, el valor máximo y el valor para las 12:00 GMT del Índice UV son iguales a pesar del diferente número de datos considerados en cada caso. Si se considera la coincidencia o discrepancia en una unidad este porcentaje aumenta hasta un 97%. El valor máximo mensual se produce en Julio y corresponde a un Índice UV de 6, lo que indica un UVI alto según la clasificación de la WHO (2003) pero por debajo de los valores del Índice UV global horizontal registrados

para esta época del año (Marín *et al.*, 2005), que son de 9-10.

Una vez analizado el Índice UV para la componente difusa, vamos a evaluarlo junto al obtenido para la irradiancia global. Una forma de comparar el Índice UV de la componente difusa con el de global es realizando una representación de uno frente al otro para todo el periodo de tiempo considerado, Figura 4. A pesar de que la definición estricta del Índice UV, éste es un número entero, para realizar los cálculos es tomando

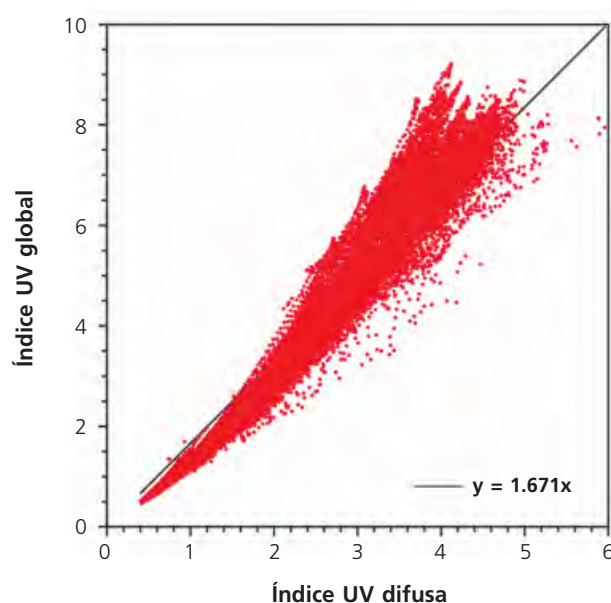


Figura 4. Índice UV de la irradiancia global frente al de la componente difusa, teniendo en cuenta todos los datos disponibles.

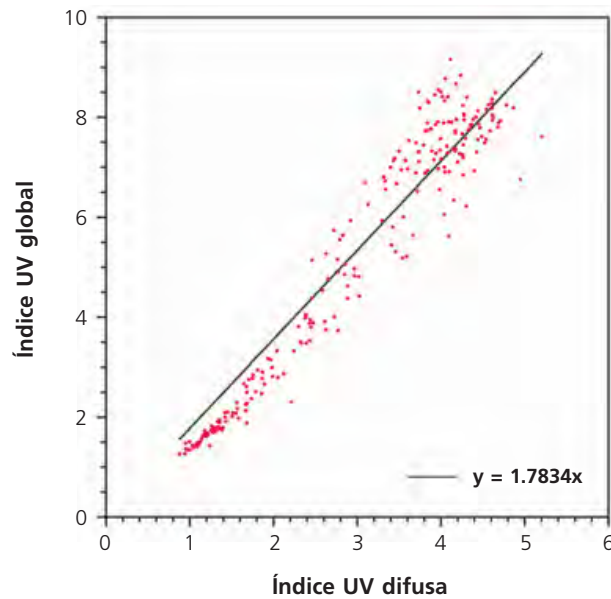


Figura 5. Índice UV de la irradiancia global frente al Índice de la irradiancia difusa correspondientes a las 12:00h GMT.

el valor resultante del producto de UVER por 40, y por tanto la constante de proporcionalidad obtenida será válida para ambas magnitudes, UVER e índice UV. La pendiente del correspondiente ajuste por mínimos cuadrados es de 1.67, es decir, que para el valor más elevado del Índice UV difuso, 6, le correspondería según esta relación un Índice UV global de 10.

Considerando como representativos del Índice UV máximo, los datos de las 12:00 GMT, se obtiene la Figura 5. En este caso la constante de proporcionalidad

es algo mayor, dando un valor del Índice UV global de 11 a partir de un Índice UV para la componente difusa de 6. Estos ajustes permiten estimar el Índice UV para la componente difusa si no se disponen de medidas experimentales adecuadas, por ejemplo en el caso de estaciones pertenecientes a las redes de medida, donde sólo está instalado un radiómetro midiendo de forma automática en global.

En la Tabla 3 se ha calculado el Índice UV para difusa a partir de las pendientes de los ajustes anteriores.

**Tabla 3.** Índice UV difusa calculados a partir del valor del Índice UV global.

Índice UV global	Índice UV difusa ( $UV_D = 1.67 UV_G$ )	Índice UV difusa ( $UV_D = 1.78 UV_G$ )
1	1	1
2	1	1
3	2	2
4	2	2
5	3	3
6	4	3
7	4	4
8	5	4
9	5	5
10	6	6



## Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la UVER difusa y el índice UV para esa componente en Valencia, dada la importante fracción de irradiancia difusa existente en este rango. Para ello se ha utilizado un sensor de medida de UVER, un UVB-1 de YES junto a una banda de sombra que oculta la irradiancia directa. Una vez corregidas estas medidas experimentales, se ha estudiado el periodo comprendido entre Mayo de 2004 y Abril de 2006.

La evolución horaria de la UVER difusa presenta la misma forma que la irradiancia global con un máximo al mediodía solar. Sin embargo, el valor máximo disminuye considerablemente, obteniéndose un valor del índice UV máximo en todo el periodo considerado de 6.

A partir del estudio del índice UV horario máximo y el de las 12:00 GMT se observa que en el 80% de los casos, el valor máximo y el valor para el mediodía del Índice UV son coincidentes a pesar del diferente número de datos considerados en cada caso. Si se considera la coincidencia o discrepancia en una unidad este porcentaje aumenta hasta un 97%. Por tanto, el valor a las 12:00 GMT estima con bastante exactitud el valor máximo diario del índice UV para la componente difusa.

Por último, se ha hallado una expresión que nos relaciona el índice UV para las componentes global y difusa. A partir de este cálculo se deduce que cuando se registra un valor de índice UV global igual a 10 (muy alto, según la WHO), para la parte difusa le corresponde un índice UV de 6 (alto, según la WHO).

## Referencias

- Batlles, F.J., F.J. Olmo y L. Alados-Arboledas (1995). *On shadowband correction methods for diffuse irradiance measurements. Solar Energy*, 54, 105-114.
- CIE (1998). *Erythema reference action spectrum and standard erythema dose. Vienna. ISO 17166:1999/CIE S007-1998.*
- Dichter, B.K., A.F. Beaubien y D.J. Beaubien (1993). *Development and Characterization of a New Solar Ultraviolet-B Irradiance Detector. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 10, 337-344.
- Frederick, J.E. y D. Lubin (1988). *The budget of biologically active radiation in the earth atmosphere system. Journal of Geophysical Research*, 93, 3825-3832.
- Horowitz, J.L. (1969). *An easily constructed shadow-band for separating direct and diffuse solar radiation. Solar Energy*, 12, 543-545.
- ICNIRP (2004). *Guidelines on limits of exposure of UV radiation. Health Physics*, 87, 171-186.
- Marín, M.J., Y. Sola, F. Tena, M.P. Utrillas, E. Campmany, X. de Cabo, J. Lorente y J.A. Martínez-Lozano (2005). *The UV Index on the Spanish Mediterranean Coast. Photochemistry and Photobiology*, 81, 659-665.
- McKinlay, A.F. y B.L. Diffey (1987). *A reference spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE Journal*, 6, 17-22.
- Scotto, J., G. Cotton, F. Urbach, D. Berger y T. Fears (1988). *Biologically effective ultraviolet radiation: surface measurements in the United States. 1974 to 1985. Science*, 239, 762-764.
- Utrillas M.P., M.J. Marín, A.R. Esteve, F. Tena, J. Cañada, V. Estellés y J.A. Martínez-Lozano (2007). *Diffuse UVER radiation experimental values. Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1029/2007JD008846.
- WHO (2003). *Índice UV Solar Mundial: Guía Práctica (versión en castellano)*, 28 pp. Organización Mundial de la Salud (WHO), Organización Meteorológica Mundial (WMO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), Ginebra. <http://www.who.int/uv>.

