

ESTUDIOS CLÍNICOS Y DE LABORATORIO

Medidas de la radiación solar ultravioleta en Sevilla

Resumen.—Debido a la alta incidencia de precáncer y cáncer cutáneos que existe en la provincia de Sevilla hemos realizado medición de las radiaciones ultravioletas A y B en la ciudad, comprobando sus variaciones horarias y estacionarias y sus componentes global y difusa, mediante un radiómetro computarizado tipo *Radiometer IL 1400 A* de *International Light*.

Pudo comprobarse que las máximas dosis de UVA y UVB correspondieron al mes de julio que el intervalo horario en que fue mayor la irradiancia fue de 12 a 13 horas y que las diferencias entre las radiaciones global y difusa fueron mínimas a primera y última horas y más manifiesta en las horas centrales del día.

Después de este estudio nos reafirmamos en la idea de que sería necesario realizar un mapa nacional de radiaciones ultravioletas e insistir mediante campañas de fotoprotección en la prevención del precáncer y cáncer cutáneos.

Palabras clave: Precáncer. Cáncer. UVB. Medidas de radiación. Fotoprotección.

M. ORTEGA RESINAS
F. J. MARTÍN GUTIÉRREZ
F. CAMACHO
*Departamento de Dermatología
Médico-Quirúrgica y Venereología.
Hospital Universitario Virgen Macarena.
Sevilla.*

Correspondencia

MIGUEL ORTEGA RESINAS. Departamento de Dermatología Médico-Quirúrgica y Venereología. Hospital Universitario Virgen Macarena. 41009 Sevilla.

Aceptado el 22 de marzo de 2001.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido el importante papel que desempeñan las radiaciones solares, fundamentalmente las ultravioleta B, en el desarrollo de las formas más frecuentes de cáncer cutáneo: carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular (1) y melanoma, si bien en este último hay otros factores, como la influencia genética, que también parecen importantes (2).

La provincia de Sevilla tienen una alta incidencia de precáncer y cáncer cutáneos, puesto que hay un gran número de personas que trabajan expuestas de forma prolongada a las radiaciones actínicas (3).

La ciudad de Sevilla se encuentra situada en la parte más meridional de la Península Ibérica, a 37°20' de latitud Norte y 6°00' de longitud Oeste, en una amplia llanura rodeada de pequeños cerros que no son obstáculo para el paso de las corrientes de aire. La cercanía del continente africano hace más extremas las variaciones de temperatura (4). La situación geográfica de la ciudad y su clima hacen que el estado del cielo sea despejado durante gran parte del año (5) (tabla I); y, en relación con las horas de sol anuales destaca entre el resto de ciudades españolas por su importante insolación (6) (tabla II). Por otra parte, la luz solar que

alcanza la superficie terrestre tiene dos componentes: uno directo, dependiente de la altura del sol sobre el horizonte, y otro difuso, consecuencia de la dispersión de la luz por las moléculas y partículas, que aumen-

TABLA I: ESTADO DEL CIELO EN DÍAS POR AÑO (MEDIA 1960-1990)

	<i>Despejado</i>	<i>Nuboso</i>	<i>Cubierto</i>
Cádiz	156	156	53
Sevilla	130	178	57
Jaén	124	175	66
Córdoba	123	166	76
Huelva	118	180	67
Málaga	112	196	57
Granada	111	171	83
Madrid	102	188	75
Almería	101	210	54
Santa Cruz de Tenerife	89	213	63
Valencia	87	218	60
Alicante	81	223	61
León	80	200	85
Barcelona	72	229	54
Las Palmas de Gran Canaria	55	257	53
Bilbao	40	167	158

TABLA II: HORAS DE SOL ANUALES EN DIFERENTES CIUDADES ESPAÑOLAS (MEDIA 1960-1990)

Puesto	Provincia	Horas sol/año
1	Cádiz	3.015
2	Huelva	2.984
3	Almería	2.929
4	Sevilla	2.923
5	Alicante	2.899
6	Jaén	2.899
7	Málaga	2.861
8	Santa Cruz de Tenerife	2.834
9	Madrid	2.816
10	Córdoba	2.786
11	Ibiza	2.776
12	Murcia	2.753
13	Badajoz	2.751
14	Las Palmas de Gran Canaria	2.725
15	Ciudad Real	2.722
16	Toledo	2.720
17	Albacete	2.707
18	Palma de Mallorca	2.694
19	Huesca	2.683
20	Ávila	2.680
21	León	2.643
22	Zaragoza	2.641
23	Salamanca	2.640
24	Castellón	2.638
25	Palencia	2.637
26	Lleida	2.635
27	Zamora	2.625
28	Ceuta	2.612
29	Cuenca	2.603
30	Valencia	2.580
31	Granada	2.579
32	Tarragona	2.550
33	Valladolid	2.545
34	Teruel	2.512
35	Guadalajara	2.444
36	Segovia	2.444
37	Melilla	2.444
38	Soria	2.435
39	Barcelona	2.378
40	Pontevedra	2.286
41	Logroño	2.285
42	Girona	2.225
43	Burgos	2.215
44	Navarra	2.145
45	A Coruña	1.965
46	Ourense	1.895
47	Lugo	1.856
48	Santander	1.784
49	Vitoria	1.717
50	San Sebastián	1.696
51	Oviedo	1.688
52	Bilbao	1.520

tará con la turbiedad del aire, prácticamente independiente de la altura del sol. La suma de ambos componentes, directo y difuso, se conoce como radiación solar global. En la porción ultravioleta del espectro, que es la única a tener en cuenta al tratar de la acción

eritematosa y carcinogénica del sol, resulta especialmente interesante la separación de sus componentes directa y difusa de las componentes directa y difusa totales, ya que presentan una evolución diferente. Lo anterior permite mejorar las medidas de fotoprotección al determinar con más exactitud las dosis de exposición (7).

Con el objetivo de registrar los valores de radiación ultravioleta A y B en la ciudad de Sevilla, con sus variaciones horarias y estacionales, y sus componentes global y difusa, realizamos el estudio que describimos a continuación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la medición de la irradiancia solar ultravioleta se han utilizados dos equipos compuestos por un radiómetro *Radiometer IL 1400 A* de *International Light*, computarizado, que permite hacer mediciones directas e integrar los datos recogidos durante horas, reflejados en un display de 32 caracteres y medidos en mW/cm^2 o en $J/cm^2/min$; un sensor SI 021/ UVA/ TD, con respuesta entre 320-388 nm, constituido por un fotodiodo de silicón y un sensor SEL 240/ UVB, con un fotodiodo de vacío blindado, con respuesta de 256-314 nm.

Las mediciones se realizaron durante los 5 años que duraron las observaciones (de 1991 a 1995), sobre una superficie horizontal en la azotea del Policlínico del Hospital Universitario Virgen Macarena (Sevilla). Durante el mes de julio de 1995 se realizaron medidas separadas de las radiaciones UVA + UVB global y difusa.

RESULTADOS

Se obtuvieron los resultados de irradiancia UVA y UVB en intervalos horarios, desde las 7 a las 18 horas durante los 12 meses del año en el período 1991 a 1995. La media mensual de los intervalos horarios se muestra en las **tablas III y IV**.

Pudo observarse que las máximas dosis de UVA y UVB correspondieron al mes de julio, seguidas en ambos casos por el mes de junio (**Figs. 1 y 2**).

El intervalo horario en que la irradiancia, tanto UVA como UVB, fue mayor correspondió al comprendido entre las 12 y las 13 horas GMT (**tablas V y VI**).

En cuanto a las radiaciones global y difusa, pudo observarse que las diferencias fueron mínimas en las primeras y últimas horas de sol y se hicieron más manifiestas en las horas centrales del día como es habitual (**tabla VII**).

DISCUSIÓN

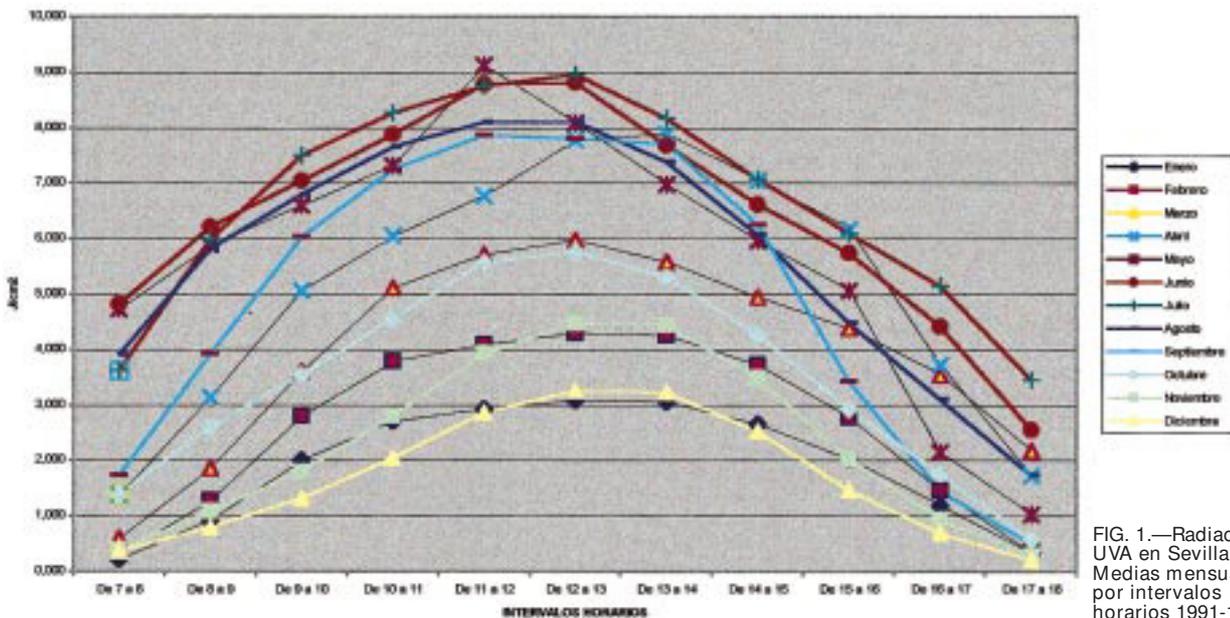
Sevilla es una de las capitales españolas con mayor número de horas anuales de sol debido a su localiza-

TABLA III: RADIACIÓN UVA EN SEVILLA 1991-1995. MEDIS MENSUALES A INTERVALOS HORARIOS (UVA EN J/CM²/HORA)

	De 7 a 8	De 8 a 9	De 9 a 10	De 10 a 11	De 11 a 12	De 12 a 13	De 13 a 14	De 14 a 15	De 15 a 16	De 16 a 17	De 17 a 18	Total
Enero	0,224	0,920	2,010	2,705	2,926	3,087	3,059	2,659	2,030	1,181	0,331	21,132
Febrero	0,317	1,277	2,802	3,784	4,083	4,291	4,263	3,728	2,776	1,457	0,332	29,110
Marzo	0,594	1,863	3,610	5,119	5,711	5,981	5,584	4,492	4,389	3,574	2,168	43,508
Abril	1,374	3,140	5,060	6,052	6,765	7,788	7,890	7,059	6,169	3,725	1,738	56,760
Mayo	4,733	5,890	6,600	7,312	9,127	8,082	6,984	5,959	5,070	2,145	1,027	62,929
Junio	4,818	6,214	7,042	7,878	8,789	8,809	7,678	6,615	5,738	4,412	2,550	70,543
Julio	3,614	5,994	7,495	8,270	8,754	8,962	8,166	7,071	6,090	5,138	3,456	73,010
Agosto	3,908	5,815	6,798	7,660	8,094	8,116	7,384	6,070	4,481	3,097	1,734	63,157
Septiembre	1,728	3,919	6,035	7,258	7,864	7,793	7,707	6,254	3,420	1,440	0,492	53,910
Octubre	1,374	2,602	3,545	4,551	5,568	5,769	5,312	4,265	2,933	1,764	0,569	38,252
Noviembre	0,392	1,080	1,794	2,800	3,934	4,482	4,440	3,486	2,033	0,941	0,282	25,664
Diciembre	0,366	0,789	1,310	2,046	2,868	3,258	3,227	2,531	1,477	0,684	0,204	18,760
Total	23,442	39,503	54,101	65,435	74,483	76,418	71,694	560,639	46,606	29,531	14,883	556,735

TABLA IV: RADIACIÓN UVB EN SEVILLA 1991-1995. MEDIS MENSUALES A INTERVALOS HORARIOS (UVA EN J/CM²/HORA)

	De 7 a 8	De 8 a 9	De 9 a 10	De 10 a 11	De 11 a 12	De 12 a 13	De 13 a 14	De 14 a 15	De 15 a 16	De 16 a 17	De 17 a 18	Total
Enero	0,039	0,075	0,111	0,163	0,194	0,207	0,197	0,167	0,128	0,069	0,017	1,367
Febrero	0,057	0,104	0,151	0,229	0,265	0,282	0,274	0,233	0,184	0,107	0,046	1,932
Marzo	0,039	0,273	0,187	0,315	0,398	0,440	0,423	0,375	0,303	0,183	0,088	3,024
Abril	0,038	0,078	0,174	0,309	0,480	0,627	0,694	0,682	0,618	0,413	0,240	4,353
Mayo	0,161	0,291	0,442	0,565	0,618	0,662	0,651	0,572	0,490	0,237	0,170	4,859
Junio	0,153	0,296	0,452	0,583	0,675	0,708	0,666	0,600	0,512	0,391	0,232	5,268
Julio	0,155	0,358	0,570	0,715	0,808	0,842	0,783	0,651	0,483	0,344	0,183	5,892
Agosto	0,138	0,301	0,483	0,602	0,684	0,725	0,651	0,540	0,423	0,284	0,141	4,972
Septiembre	0,093	0,233	0,442	0,580	0,606	0,629	0,626	0,585	0,469	0,213	0,043	4,519
Octubre	0,059	0,140	0,236	0,333	0,404	0,465	0,438	0,316	0,196	0,105	0,045	2,737
Noviembre	0,012	0,025	0,067	0,179	0,293	0,366	0,360	0,289	0,229	0,105	0,006	1,931
Diciembre	0,010	0,015	0,048	0,079	0,230	0,286	0,277	0,223	0,179	0,082	0,005	1,434
Total	0,954	2,189	3,363	4,652	5,655	6,239	6,040	5,233	4,214	2,533	1,216	42,288



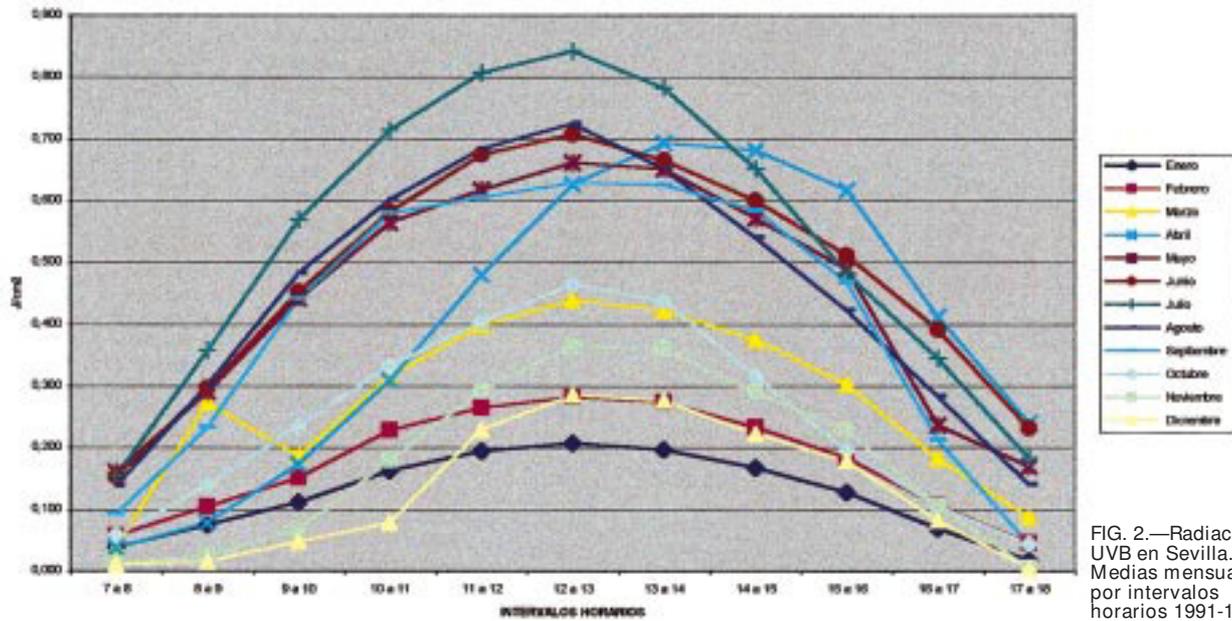


FIG. 2.—Radiación UVB en Sevilla. Medias mensuales por intervalos horarios 1991-1995.

ción geográfica y a las características de su clima, por ello recibe dosis considerables de radiación ultravioleta tanto A como B, alcanzando el máximo en el mes de julio y en el intervalo horario de 12 a 13 horas GMT. Dado el reconocido papel que las radiaciones

ultravioletas desempeñan en la carcinogénesis y fotoenvejecimiento cutáneo, estos resultados muestran la necesidad de insistir en las campañas de fotoprotección, especialmente en ciudades de importante insolación (3). Creemos necesaria la realización de un mapa nacional de radiaciones ultravioletas, sobre todo en el rango de los UVB.

TABLA V: MEDIA DE UV EN SEVILLA POR INTERVALOS HORARIOS (EN J/CM²/HORA)

De 7 a 8	1,954
De 8 a 9	3,292
De 9 a 10	4,508
De 10 a 11	5,453
De 11 a 12	6,207
De 12 a 13	6,368
De 13 a 14	5,975
De 14 a 15	5,053
De 15 a 16	3,884
De 16 a 17	2,461
De 17 a 18	1,240

Abstract.—Due to the high incidence of skin precancer and cancer in the Spanish province of Sevilla, we have carried out measures of ultraviolet A and B radiation in the town, registering the hourly and seasonal variations, as well as the global and diffuse components. For that purpose, we have used a computerized radiometer type Radiometer IL 1400 A of International Light.

TABLA VI: MEDIA DE UVB EN SEVILLA POR INTERVALOS HORARIOS (EN J/CM²/HORA)

De 7 a 8	0,080
De 8 a 9	0,182
De 9 a 10	0,280
De 10 a 11	0,388
De 11 a 12	0,471
De 12 a 13	0,520
De 13 a 14	0,503
De 14 a 15	0,436
De 15 a 16	0,351
De 16 a 17	0,211
De 17 a 18	0,101

TABLA VII: RADIACIÓN UVA + UVB GLOBAL, DIFUSA Y DIRECTA EN J/CM²/HORA. SEVILLA, MES DE JULIO DE 1995

Hora	R. global	R. difusa	R. directa
8-9	2,156	2,131	0,025
9-10	4,246	4,136	0,110
10-11	6,155	4,523	1,632
11-12	7,780	4,995	2,785
12-13	8,876	5,258	3,618
13-14	9,569	5,800	3,769
14-15	10,487	6,742	3,745
15-16	10,130	7,035	3,095
16-17	8,607	6,025	2,582
17-18	7,019	5,264	1,755
18-19	5,609	4,486	1,123
19-20	3,626	3,264	0,362

We found out that the maximum doses of UVA and UVB were in July and the irradiance was higher between 12 and 13 hours GMT. There were no significant differences between global and diffuse radiation in the early morning and at the end of the day, whilst differences were remarkable at central hours of the day.

After this study, we reaffirm the need of developing a national map of ultraviolet radiation in Spain, and enhancing the prevention of skin precancer and cancer by convenient photoprotection campaigns.

Ortega Resinas M, Martín Gutiérrez FJ, Camacho F. Measures of solar ultraviolet radiation in Sevilla. Actas Dermosifiliogr 2001; 92:271-275.

Key words: Precancer. Cancer. UVB. Measures of radiation. Photoprotection.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kripke ML. Carcinogenesis: ultraviolet radiation. En: Fitzpatrick TB, Eisen AZ, Wolf K, Freedberg IM, Austin KF, eds. *Dermatology in general medicine*, 4.^a ed. McGraw-Hill; 1993. p. 797-804.
2. Aliaga A. Melanomas. En: Armijo M, Camacho F, eds. *Tratado de Dermatología*. Madrid: Aula Médica; 1998. p. 499-508.
3. Camacho FM. Chronic radiation dermatitis: what's new in management? Editorial. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2000;14:246-7.
4. Comella JL. El tiempo en Sevilla. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla; 1993. p. 18-9.
5. *Calendario Meteorológico 1995*. Madrid: Centro de Publicaciones. Instituto Nacional de Meteorología. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; 1995. p. 28-50.
6. *Calendario Meteorológico 1996*. Madrid: Centro de Publicaciones. Instituto Nacional de Meteorología. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996; 28-50.
7. Lorente J, Redaño A. Dosimetría de la irradiación solar ultravioleta directa y difusa. *Piel* 1991;467-9.