

Evaluación *in vitro* de la protección uva de los bloqueadores solares para prescripción en México

Juan Pablo Castanedo Cázares*, Bertha Torres Álvarez, Guillermo Valdés González y Adriana Ehnis Pérez

Departamento de Dermatología, Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

Resumen

Un bloqueador solar adecuado debe proporcionar una amplia y elevada protección ultravioleta (UV) para el segmento B (UVB) (290-320 nm) y A (UVA) (320-400 nm). **Objetivo:** cuantificar la protección UVA *in vitro* de 68 protectores solares disponibles para prescripción médica en México. **Métodos:** se estudió la absorción UV mediante dos métodos sencillos y fáciles de interpretar para valorar la protección ofrecida de estos productos: la longitud crítica de absorción ($C\lambda$) y el índice de uniformidad espectral (IUE). **Resultados:** a partir de la valoración de $C\lambda$, el 97% de los productos absorbieron 90% o más radiación entre 290-370 nm. El IUE mostró que el 41% ($n = 28$) ofrece protección alta, y el 35% muy alta ($n = 24$). No observamos asociación entre el factor de protección solar (FPS) y $C\lambda$ e IUE. **Conclusión:** a diferencia de los bloqueadores solares previos, los recientes muestran una mejoría notable en la absorción UVA. Debido a que el FPS traduce solo protección UVB, la prescripción no debe establecerse únicamente por este valor, sino por su capacidad de cobertura UV amplia. Los ingredientes activos encontrados con mayor frecuencia en los filtros solares con mejor protección UVA fueron dióxido de titanio, avobenzona, bemotrinizol y bisotrizol.

PALABRAS CLAVE: Filtros solares. Absorbancia. Radiación solar. Radiación ultravioleta.

Abstract

An appropriate sunscreen should provide a high and broad ultraviolet (UV) protection for both UVB (290-329 nm) and UVA (329-400 nm) segments. **Objective:** to quantify the UVA protection *in vitro* of 68 sunscreens available for medical prescription in Mexico. **Methods:** UV absorbance was quantified through two simple and easy to interpret methods: the critical length of absorption ($C\lambda$), and spectral uniformity index (SUI). **Results:** based on the $C\lambda$, 97% of the products absorbed 90% or more of the radiation between 290-370 nm. The SUI showed that 41% ($n = 28$) offer high protection, and 35% very high ($n = 34$). We did not find an association between the sun protecting factor (SPF) and $C\lambda$. **Conclusion:** in contrast to previous sunscreens, recent ones show a noticeable improvement in UVA absorption. Because SPF refers to only UVB protection, the prescription of these products should not be established only by this value, but by its capacity to have broad UV coverage. The most common active ingredients found in the sunscreens with better UVA protection were titanium dioxide, avobenzone, bemotrinizol and bisotrizole.

KEY WORDS: Sunscreens. Absorbance. Solar radiation. Ultraviolet radiation.

Correspondencia:

*Juan Pablo Castanedo Cázares
Departamento de Dermatología
Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto
Venustiano Carranza, 2395
Zona Universitaria, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P. México
E-mail: castanju@yahoo.com

Fecha de recepción en versión modificada: 24-09-2012

Fecha de aceptación: 14-05-2013

Introducción

En el contexto mundial, la República Mexicana recibe dosis muy elevadas de radiación UV, primordialmente de febrero a noviembre, periodo en que su intensidad es relativamente uniforme^{1,2}. Por lo tanto, una adecuada práctica dermatológica en nuestro país implica conocer los recursos disponibles que aminoren y/o eviten el daño solar. Se reconoce que la radiación UVB (290-320 nm) es causa de neoplasias³, mutaciones⁴, fotoenvejecimiento⁵, inmunosupresión⁶ y cataratas oculares⁷. Sin embargo, la radiación UVA (320-400 nm), que a su vez se divide en I (340-400) y II (320-340 nm), demuestra una sinergia nociva con la UVB, y es también capaz de inducir de forma aislada inmunosupresión⁸, fotoenvejecimiento⁹, así como fenómenos de fotosensibilidad, alérgicos y/o tóxicos^{9,10}.

Hoy en día contamos con un número considerable de fotoprotectores o bloqueadores solares con muy elevados FPS, disponibles para su recomendación o prescripción. El FPS evalúa la protección UVB del bloqueador mediante el valor que se obtiene de la relación entre la dosis que origina eritema cutáneo con y sin su aplicación^{11,12}. Aunque se ha observado que no existen diferencias significativas en la protección UVB entre productos con FPS superiores a 30¹², el FPS es un elemento que influye de forma importante en su selección, ya que tanto el médico como el paciente suponen que, a mayor FPS, mejor será su protección. Sin embargo, la protección UVB que es valorada a través del FPS no traduce una adecuada protección UVA. Como se ha demostrado en estudios previos, pese a que un bloqueador FPS 15 elimina el 95% de la radiación UVB, la absorción UVA puede ser mínima o incluso estar ausente^{12,13}.

Con respecto a la protección UVA en otras regiones del mundo, existen regulaciones que deben considerar los fabricantes de bloqueadores solares antes de colocarlos en el mercado. En México, las autoridades sanitarias los consideran productos de perfumería y belleza^{14,15}. En consecuencia, desconocemos sus propiedades, ya que no existen normas específicas ni contamos con instancias oficiales que verifiquen su eficacia. Por lo tanto, la finalidad de este trabajo fue cuantificar la absorción *in vitro* de radiación UVA en un grupo de protectores solares disponibles para prescripción dermatológica, así como determinar el tipo y número de compuestos que se asocian con una mejor protección UVA.

Material y métodos

Se obtuvieron 68 presentaciones de protectores solares existentes en el comercio nacional en diversos puntos de venta. Se incluyeron productos presentados en eventos académicos y/o la consulta dermatológica, así como los incluidos en el *Diccionario de Especialidades Farmacéuticas*¹⁶. En todos se registró el FPS expuesto en la etiqueta, laboratorio fabricante, compuestos activos y la clase de vehículo (v.g. crema, gel, loción).

Los productos fueron almacenados a temperatura ambiente sin recibir estímulos ambientales antes de su valoración. La absorción UV de estos compuestos se evaluó colocando la dosis de referencia propuesta por la *Food and Drug Administration* (FDA) de EE.UU.¹¹⁻¹³. De forma cegada se aplicaron 2 mg de cada uno de los productos en movimientos circulares sobre placas de cuarzo de 1 cm², 3 μm de rugosidad y 0.8 mm de espesor¹⁷. El peso fue cuantificado mediante el uso de una balanza analítica de laboratorio. La muestra fue fijada durante 15 min a una temperatura de 19 °C y una humedad ambiental relativa de 50%.

El espectro de absorción UV de los productos fue obtenido mediante un espectrofotómetro UV-visible marca Thermo Fisher Scientific (Madison, WI, USA), modelo Evolution 600, capaz de detectar longitudes de onda de 200-1,200 nm. El valor utilizado para análisis fue el promedio de por lo menos cinco determinaciones para cada una de las muestras. La lectura del segmento espectral de 290-400 nm fue importado a la hoja de trabajo Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) para su cálculo. Para evaluar el espectro de protección del producto se utilizaron el valor crítico de absorción ($C\lambda$)¹⁸ y el IUE¹⁹. Estos índices son dos métodos de referencia internacionales muy simples pero útiles para interpretar el grado de protección UVA que ofrece el producto.

El valor crítico de absorción o lambda ($C\lambda$) se define como la longitud de onda en que la curva de absorción espectral comprendida entre 290-400 nm integra el 90% de la distribución¹⁸. El parámetro mínimo aceptado es aquel que alcanza los 370 nm de longitud^{11,13}. Este valor se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\int_{290}^{C\lambda} A(\lambda) d\lambda = 0.9 \int_{290}^{400} A(\lambda) d\lambda$$

Donde A es la absorción y λ la longitud de onda. Para cada espectro de absorción, las integrales (\int),

que representan la curva de absorbancia, área bajo la curva, se estima por integración trapezoidal.

El IUE consiste en cuantificar el grado de uniformidad presente en la banda de absorción UV. Su cálculo es una relación entre la suma de la absorción de 290-380 nm, y el valor de la sumatoria de esta banda menos su promedio¹⁹. El índice se interpreta como bajo (≤ 2), intermedio (2-4), alto (5-11) y muy alto (≥ 12). La siguiente fórmula determina su valor:

$$\frac{\sum_{290}^{380} A_{\lambda}}{\sum_{290}^{380} |A_{\lambda} - \bar{A}|}$$

290 es la sumatoria de la longitud de onda de 290-380 nm. A_{λ} es la absorbancia espectral *in vitro* del filtro solar medida en longitud de onda λ en nm por espectrofotometría de sustrato, y \bar{A} es la absorbancia espectral promedio en toda la región espectral de 290-380 nm.

Una vez calculados estos índices, se realizaron análisis de correlación para estudiar la asociación entre FPS en la etiqueta y el número de compuestos activos. Se consideraron significativas si $p \leq 0.05$ utilizando el programa JMP versión 8.0 (Cary, NC, USA).

Resultados

En la tabla 1 se muestra el producto, vehículo, FPS, la longitud crítica de absorción (C_{λ}), el IUE, así como los ingredientes activos incorporados de los fotoprotectores evaluados.

El FPS más frecuente en la muestra fue 50, con rangos de 25-100. El 63% ($n = 43$) de los productos evaluados exhiben en la etiqueta un FPS igual o superior a 50.

Se identificaron un total de 21 compuestos activos en la muestra evaluada. El promedio de ingredientes activos fue de cinco, con rangos de 2-8. Los más frecuentes fueron: octocrileno 66% ($n = 45$), dióxido de titanio 57% ($n = 39$), octinoxato 54% ($n = 37$), bemotrizol 51% ($n = 35$), avobenzona 47% ($n = 32$), bisoctrizol 57% ($n = 29$), 4-metilheneilideno alcanfor 28% ($n = 19$), octiltriazona 28% ($n = 19$), óxido de zinc 14% ($n = 10$) y benzofenona-3 en 13% ($n = 19$). Del total de activos, la proporción de ingredientes que cubren la región UVB fue del 47.3%, y del 52.7% para la UVA.

Con respecto a C_{λ} , el valor promedio de la muestra fue de 383 nm, con rangos de 355-389 nm. Solamente

dos productos mostraron una absorción por debajo de lo recomendado; por lo tanto, el 97% ($n = 66$) de la muestra evaluada fue capaz de aislar 90% o más la radiación comprendida entre 290-370 nm.

El IUE promedio en la muestra fue 12.4, con rangos de 1.5-54.6. Índices bajos se observaron en el 1.4% ($n = 1$), intermedios en el 22% ($n = 15$), altos en el 41% ($n = 28$), y muy altos en el 35% ($n = 24$). En la figura 1 se exponen las curvas de absorción UV de cuatro productos representativos, el de mayor y menor IUE, así como dos con valores intermedios.

Los ingredientes activos con cobertura UVA larga (v.g. 340-400 nm) presentes en los 52 productos con IUE altos o muy altos (v.g. ≥ 5) fueron: dióxido de titanio 55% ($n = 29$), avobenzona 52% ($n = 27$), bemotrizol 52% ($n = 27$), bisoctrizol 42% ($n = 22$), benzofenona-3 13% ($n = 7$) y óxido de zinc 13% ($n = 7$).

El análisis de correlación no demostró relación entre el FPS y el valor de C_{λ} ($r = -0.05$; $p = 0.6$). La relación entre el FPS y el valor del IUE apenas fue significativa, mostrando una relación negativa ($r = -0.27$; $p = 0.05$). Seis protectores solares se excluyeron del análisis por no contener FPS en la etiqueta. Tampoco se encontró asociación entre el número de ingredientes activos incorporados y el IUE ($r = -0.15$; $p = 0.2$), ni C_{λ} ($r = -0.19$; $p = 0.1$).

Discusión

Los bloqueadores solares o fotoprotectores forman parte de las estrategias que conducen a evitar el daño solar. Aunque la radiación UVB es la biológicamente más activa en la superficie terrestre, es importante resaltar que el 95% de la radiación UV corresponde al segmento A²⁰. En México, los niveles de radiación UVA no varían de forma importante, ya que no se ven afectados por cambios en las condiciones climáticas ni por el ángulo solar¹. En consecuencia, estamos expuestos a dosis elevadas sin advertir su presencia. A diferencia de la radiación UVB, que penetra solo epidermis, la UVA prolonga su efecto biológico hasta la dermis, generando lesiones celulares apenas perceptibles, pero con secuelas tardías^{9,13,20}. Por lo tanto, un fotoprotector adecuado es aquel capaz de cubrir ambos segmentos UV.

En su inicio, los fotoprotectores fueron diseñados para evitar lesiones agudas por radiación UV^{10-12,20}. Posteriormente, diversos estudios demostraron que el FPS no coincidía con la absorción UVA, y que muchos fotoprotectores la eliminaban de forma insuficiente^{12,13}. Es decir, evitaban el eritema solar pero no prevenían

Tabla 1. Relación de fotoprotectores evaluados. Se muestran el FPS, presentación, índice de uniformidad espectral, longitud crítica de absorción, y los compuestos activos incorporados

N.º	Fotoprotector	IUE	Cλ	UVB-UVAII	UVA-I (amplio espectro)
1	Ansolar gel FPS 30	32.6	388	Amta, Ocna, Ocno	Avna, Beol
2	Ansolar loción FPS 70	9.6	382	Ocna, Ocno, Octo	Beol, Biol, DHHB
3	Ansolar loción FPS 60	3.9	386	Hoto, Ocna, Octo	Biol
4	Ansolar sport loción FPS 65	9.6	384	Amta, Ocna, Ocno, Octo	Biol, Beol
5	Anthelios AC loción FPS 30	15	382	Ocna, Ocno	Avna, Beol, Ecle, TiO ₂
6	Anthelios crema dermopediátrica FPS 50+	12.7	380	Ocno, OcSto	Avna, Beol, Ecle, TiO ₂
7	Anthelios fluido extremo FPS 50+	20.7	384	Ocno	Avna, Beol, Ecle, TiO ₂
8	Anthelios fluido extremo tinte FPS 50+	15.6	384	Ocna, Ocno	Avna, Beol, Ecle, DrTno, TiO ₂
9	Anthelios unifiant crema FPS 50	16.3	387	Ocno	Avna, Biol, TiO ₂
10	Avene cleanance gel FPS 30	17.3	384	Ocno	Beol, Biol, TiO ₂
11	Avene crema piel intolerante FPS 50+	6.6	385	Octo	Beol, Biol, TiO ₂ , ZnO
12	Avene emulsión FPS 50+	24.8	384	-	TiO ₂ , ZnO
13	Avene spray loción FPS 50	9.3	388	Ocno, Octo	Beol, Biol, TiO ₂ , ZnO
14	Balsoderm crema FPS 25	14.5	388	Octo	Avna, TiO ₂
15	Bioderma Photoderm crema Spot FPS 50+	22.6	381	Ocno	Avna, Beol, Biol
16	Bioderma Photoderm crema tinte FPS 50+	54.6	384	Ocno	Avna, Beol, Biol, TiO ₂
17	Cetaphil crema FPS 50+	36.5	386	Ocno, OcSto	Avna, Beol, Ecle, TiO ₂
18	Dermaglós solar crema bebés FPS 45	5.1	381	Ocna, Ocno, Octo	Avna, TiO ₂
19	Dermaglós solar crema FPS 30	2.2	368	Ocna, Ocno, Octo	Avna, TiO ₂
20	Eclipsol crema water proof FPS 80	5.4	384	Octo	BZ-3, TiO ₂
21	Eclipsol crema ultra FPS 100	3.9	384	4-MBC, Ocno, Octo	Beol, Biol, TiO ₂ , ZnO
22	Eclipsol fluido ultra FPS 100	3.3	378	Octo	Beol, Biol, TiO ₂
23	Eclipsol spray continuous flow FPS 50	1.5	355	Ocno, Octo, Pls15	Beol, Biol
24	Eclipsol Total crema FPS 60	4.7	384	4-MBC, Ocna, Ocno, Octo, Pls15	Beol, TiO ₂
25	Endocare Day crema FPS 30	36	388	Ocna, Pls15	Avna, Beol, TiO ₂
26	Eryfotona AK-NMSC crema	17.3	383	Enne, Ocno, Pls15	Avna, Beol, Biol
27	Eucerin fluido matificante FPS 50	11.9	382	Enne, Hoto, Ocno, OcSto	Avna, Beol, TiO ₂
28	Genovan Genové loción spray FPS 30	6.7	386	Octo	Avna, TiO ₂
29	Genovan Genové loción spray FPS 40	6.2	386	Octo, OcSto	Avna, BZ-3
30	Genovan Genové Extreme loción	13.1	387	4-MBC, Enne, Pls15	Avna, TiO ₂
31	Genovan Genové pediátrico crema FPS 40	10.2	387	4-MBC, Enne, Pls15	Avna, TiO ₂
32	Genovan Genové stick FPS 50	4.1	385	4-MBC, Octo	-
33	Heliocare advanced gel crema color FPS 50	9.2	382	Ocno, Octo	TiO ₂ , ZnO
34	Heliocare compacto FPS 50	4.4	385	4-MBC, Octo	-
35	Heliocare crema FPS 90	3.1	381	Ocna, Ocno, Octo	TiO ₂ , ZnO

Continúa

Tabla 1. Relación de fotoprotectores evaluados. Se muestran el FPS, presentación, índice de uniformidad espectral, longitud crítica de absorción, y los compuestos activos incorporados (continuación)

N.º	Fotoprotector	IUE	Cλ	UVB-UVAIL	UVA-I (amplio espectro)
36	Heliocare crema FPS 50	2.3	377	4-MBC, Ocno, Octo	TiO ₂ , ZnO
37	Heliocare loción spray FPS 25	5.5	385	4-MBC, Ocno, Octo	TiO ₂
38	Heliocare loción spray FPS 50	11.1	387	Ocno, Octo	TiO ₂ , ZnO
39	Heliocare seda gel FPS 30	29.6	389	–	DHHB
40	Heliocare spray kids FPS 50	5.6	384	Ocno, Octo	–
41	Instant Protect crema color FPS 50+	27.4	383	–	Beol, Biol
42	ISDIN extreme crema pediatrics FPS 50+	13.2	381	4-MBC, Ocna, Octo	Beol, Biol, TiO ₂
43	ISDIN extreme fluido FPS 50+	16.4	381	Enne, Ocna, Ocno, Octo	Avna, Beol, Biol
44	ISDIN extreme UVA crema	2.3	375	4-MBC, Octo	Avna, Biol, TiO ₂
45	ISDIN extreme UVA gel	2.6	375	Amto, Ocno, Octo	Avna, Beol, Biol
46	ISDIN Fusion color fluid FPS 50+	12.9	381	Ocno	Avna, TiO ₂
47	ISDIN gel crema tacto ligero FPS 25	11.9	384	Enne, Ocno	Avna, Beol, Biol
48	ISDIN gel spray refrescante FPS 25	6.1	377	4-MBC, Amto, Ocna, Ocno, Octo	Avna, Biol
49	ISDIN ultra crema FPS 90	5.2	385	4-MBC, Enne, Octo	Beol, Biol, TiO ₂
50	Phasilab instant protect loción FPS 50+	33.1	383	Ocno	Avna
51	Photoderm fluido piel intolerante FPS 100	7.4	382	Ocna	Avna, Biol
52	Prozone advanced fluido FPS 60	2.8	378	4-MBC, Ocno, Octo	Beol, Biol, Mena, TiO ₂
53	Prozone baby crema FPS 34	3.9	377	Octo	Avna, BZ-3, Beol, Mena, TiO ₂
54	Prozone crema lightening FPS 60	11.9	385	4-MBC, Octo	Beol, Biol, Mena
55	Prozone crema ultra Face FPS 50	28	388	4-MBC, Ocna, Octo	Beol, Biol, Mena, TiO ₂
56	Prozone gel corporal FPS 30	12.4	387	Hoto, OcSto, Octo	BZ-3, Mena
57	Prozone ultra crema FPS 80	4.1	384	Ocno, OcSto, Octo	Avna, BZ-3, Mena, TiO ₂
58	Prozone ultra gel FPS 60	7.2	386	4-MBC, Octo	Beol, Biol, Mena
59	Prozone ultra fluido loción FPS 60	10.2	387	4-MBC, Octo	Beol, Biol, TiO ₂
60	Skinpharma UV Block gel FPS 50+	6.8	386	BZ-4, Ocno, Octo	BZ-3
61	Spectraban family crema FPS 60	2.6	382	Hoto, Ocna, Octo	Beol
62	Spectraban T color base FPS 35	5.8	384	Hoto, Ocna, Octo	Beol, TiO ₂
63	Spectraban crema FPS 55	6.6	386	BZ-4, Octo	TiO ₂
64	Sunderm plus crema FPS 50+	35.7	387	Ocna, Ocno, Octo, Pls11	Avna, Biol, BZ-3, TiO ₂
65	Sunyses loción spray FPS 30	5.3	387	Enne, Ocno, Octo	Avna, Beol, BZ-3
66	Tizo3 crema facial FPS 40	6.3	385	–	TiO ₂ , ZnO
67	Umbrella crema	5.4	384	4-MBC, Octo	BZ-3, ZnO
68	Umbrella plus emulsion spray	8.3	385	4-MBC, Octo	Avna, Biol

Cλ: onda crítica; 4-MBC: 4 metilheñilideno alcanfor; Amto: amiloxato; Avna: avobenzone; Beol: bemotrizinol; Biol: bisotrizol; BZ-3: benzofenona 3; BZ-4: benzofenona 4; DHHB: dietilaminohidroxibenzoilhexil benzoato; DrTno: drometrizoletrisiloxán; Ecle: ecamsule; Enne: ácido fenilbenzimidazol sulfónico; Hoto: homosalato; Mena: melanina; Ocna: octiltriazone; Ocno: octocríleno; OcSto: octilsalato; Octo: octinoxato; Pls11: polisilicón 11; Pls15: polisilicón 15; TiO₂: dióxido de titanio; ZnO: óxido de zinc.

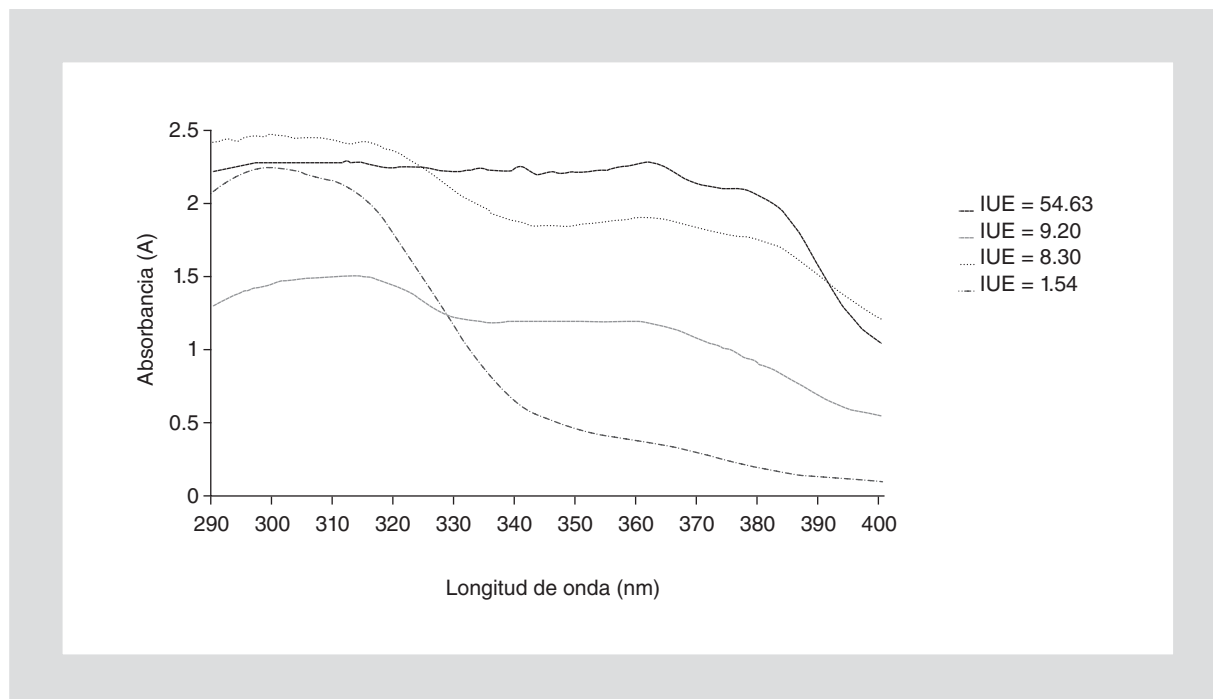


Figura 1. Diferencias en el espectro de absorción UV entre los fotoprotectores evaluados de la muestra. Se ilustran cuatro productos representativos con diferentes IUE.

fenómenos de fotosensibilización, hiperpigmentación o envejecimiento²⁰.

A diferencia de lo informado en comunicaciones previas^{12,13}, los bloqueadores solares utilizados en la prescripción médica nacional ya cuentan con un espectro de protección que incluye la radiación UVA. En esta muestra analizada, el 97% de los productos evaluados fueron capaces de eliminar la radiación UV superando el segmento UVA II. Interesantemente, encontramos que el 76% de la muestra posee índices de protección UVA elevados a juzgar por el IUE. Esto contrasta con el 46% que era capaz de eliminar este tipo de radiación hace algunos años¹³.

Esta mejoría notable se debe básicamente a la inclusión de filtros UV como el dióxido de titanio, avobenzona, bemotrinizol y bisoctrizol. Estos dos últimos se conocen de forma más generalizada por sus nombres comerciales Tinosorb S y M, según se utilicen en formulaciones oleosas o acuosas, respectivamente^{11,13,20}.

En el presente estudio, tampoco encontramos relación entre el FPS y el grado de absorción UVA. Observamos que existen productos con FPS superiores a 50 que absorben radiación UVA de forma similar a aquellos con factores inferiores. Si consideramos que en la práctica clínica la mayoría de nuestra población

es de piel morena (v.g. fototipo V), un protector con FPS 25 ofrecería una defensa UVB suficiente^{1,2,21}. Sin embargo, tendríamos que asegurarnos de que el producto que estamos prescribiendo contiene filtros específicos con absorción superior a los 340 nm. Hay que tomar en cuenta que en nuestro país los fotoprotectores no se consideran medicamentos sino cosméticos^{14,15}. Esto puede originar que tanto el médico como el paciente tengan expectativas muy altas para un producto que en realidad no es un fármaco, y que pudiera tener un efecto subterapéutico.

En conclusión, dado el notorio avance en las formulaciones comerciales para lograr una mejor cobertura UV, es importante resaltar hoy en día que es de mucha mayor importancia educar al paciente sobre su uso. Actualmente, el éxito o fracaso terapéutico depende más de su utilización apropiada que de fallas inherentes al producto. Los factores que deben tomarse en cuenta incluyen la indicación sobre los sitios corporales donde conviene su uso, la dosis de administración (v.g. 2 mg/cm²)¹¹⁻¹³, la aplicación considerando su vida media (v.g. 2-4 h)²², así como el horario de uso según las condiciones ambientales^{1,2}. Por lo tanto, sugerimos evitar prescribir un protector solar tomando como referencia exclusiva el FPS de comercialización que indica su etiqueta.

Bibliografía

1. Castanedo-Cázares JP, Lepe V, Gordillo-Moscoso A, Moncada B. Ultraviolet radiation doses in Mexican students. *Salud Pública Mex.* 2003; 45:439-44.
2. Castanedo Cázares JP, Torres Álvarez B, Sobrevilla Ondarza S, Ehnis Pérez A, Gordillo Moscoso A. Estimación del tiempo de exposición solar para quemadura en población mexicana. *Gac Med Mex.* 2012; 148:243-7.
3. Koh HK, Geller AC, Miller DR, Grossbart TA, Lew RA. Prevention and early detection strategies for melanoma and skin cancer. *Arch Dermatol.* 1996;132:436-43.
4. Wikonkai NM, Brash DE. Ultraviolet radiation induced signature mutations in photocarcinogenesis. *J Invest Dermatol Symp Proc.* 1999;46-9.
5. Yaar M, Gilchrist BA. Aging and photoaging: postulated mechanisms and effectors. *J Invest Dermatol Symp Proc.* 1998;3:47-51.
6. Nishigori C, Yarosh DB, Donawho C, Kripke ML. The immune system in ultraviolet carcinogenesis. *J Invest Dermatol Symp Proc.* 1996;1:143-6.
7. Sliney DH. Epidemiological studies of sunlight and cataract: the critical factor of ultraviolet exposure geometry. *Ophthalmic Epidemiol.* 1994;1: 107-19.
8. Serre I, Cano JP, Picot MC, Meynadier J, Meunier L. Immunosuppression induced by acute solar-simulated ultraviolet exposure in humans: prevention by a sunscreen with a sun protection factor of 15 and high UVA protection. *J Am Acad Dermatol.* 1997;37:187-94.
9. Krutmann J. Ultraviolet A radiation-induced biological effects in human skin: relevance for photoaging and photodermatosis. *J Dermatol Sci.* 2000;23 Suppl 1:22-6.
10. Lowe NJ. An overview of ultraviolet radiation, sunscreens, and photo-induced dermatoses. *Dermatol Clin.* 2006;24:9-17.
11. Department of Health and Human Services FDA, USA. Sunscreen drug products for over the counter use: proposed amendment of final monograph; proposed rule. *Federal Register.* 2007;72:49070-122.
12. Castanedo-Cázares JP, Torres-Álvarez B, Briones-Estevis S, Moncada B. La inconsistencia del factor de protección solar (FPS) en México. El caso de los filtros para piel oleosa. *Gac Med Mex.* 2005;141:111-4.
13. Castanedo-Cázares JP, Torres-Álvarez B, Araujo-Andrade C, Castanedo-Tardan MP, Moncada B. Absorción ultravioleta de los protectores solares para prescripción en México. *Gac Med Mex.* 2008;144:35-8.
14. Norma Oficial Mexicana. NOM-141-SSA1-1995. Bienes y servicios. Etiquetado para productos de perfumería y belleza preenvasados. Secretaría de Salud, México.
15. Reglamento de control sanitario de productos y servicios. Diario Oficial de la Federación, 9 de agosto de 1999. Gobierno Federal, México.
16. Carrasco A, ed. Diccionario de especialidades farmacéuticas (DEF). 57.ª ed. México, D.F.: Thomson PLM; 2011.
17. Akerman J, Kubác L, Bendová H, Jirová D, Kejlová K. Quartz plates for determining sun protection *in vitro* and testing photostability of commercial sunscreens. *Int J Cosmet Sci.* 2009;31:119-29.
18. Diffey BL, Tanner PR, Matts PJ, Nash JF. *In vitro* assessment of the broad-spectrum ultraviolet protection of sunscreen products. *J Am Acad Dermatol.* 2000;43:1024-35.
19. Diffey B. Spectral uniformity: a new index of broad spectrum (UVA) protection. *Int J Cosmet Sci.* 2009;31:63-8.
20. Kullavanijaya P, Lim HW. Photoprotection. *J Am Acad Dermatol.* 2005;52:937-58.
21. Castanedo-Cázares JP, Torres-Álvarez B, Medellín-Pérez ME, Aguilar-Hernandez GA, Moncada B. Conocimientos y actitudes de la población mexicana con respecto a la radiación solar. *Gac Med Mex.* 2006;142:451-5.
22. Diffey BL. When should sunscreen be reapplied? *J Am Acad Dermatol.* 2001;45:882-5.