

# PANTALLAS SOLARES

*Trabajo Fin de Grado*

**Facultad de FARMACIA**  
**Curso 2017-2018**

Jorge Molina Martos

Tutora: Dra. Raquel Rodríguez Raposo

# ÍNDICE

	<i>Página</i>
Abstract	<i>1</i>
1. Objetivos	<i>2</i>
2. Introducción	<i>3</i>
2.1. La radiación solar y sus efectos dañinos	<i>3</i>
2.2. Los mecanismos de protección frente a la radiación solar	<i>5</i>
2.3. Historia de los protectores solares	<i>6</i>
3. Filtros solares o pantallas solares	<i>7</i>
3.1. Tipos de filtros solares	<i>7</i>
3.2. El Factor de Protección Solar	<i>9</i>
3.3. Protectores solares	<i>10</i>
3.4. Perspectivas de futuro	<i>12</i>
4. Conclusiones	<i>14</i>
5. Anexos	<i>15</i>

## **ABSTRACT**

Solar radiation is the set of electromagnetic waves emitted by the sun, whereas the set of all of them is called electromagnetic spectrum. Within the electromagnetic spectrum the UV waves, and to a lesser extent the IR waves, are those that produce damage in the human being. UVA and UVB waves are directly related to erythema, photoaging, skin immunosuppression, hyperkeratosis and ocular lesions (such as cataracts). Thanks to the use of chemical, physical and biological sunscreens, the negative effect of solar radiation on the skin is reduced. Chemical sunscreens protect the skin by chemical reactions that give rise to the release of heat or light, their drawback is that they interact with the skin barrier. Physical sunscreens do this by dispersing and reflecting the radiation, they are chemically inert and therefore harmless. On the other hand biological filters, whose effectiveness is variable, are achieved through chemical and physical reactions, above all related to the presence among its components of antioxidants. In order to be able to categorize the protection capacity of solar creams, the so-called Solar Protection Factor (SPF) is used, which is obtained with the quotient of the Minimum Erythematous Dose on a protected skin between DEM and exposed skin. The value obtained indicates the level of protection against UVB (which is the main cause of erythema). According to EU regulations, sunscreens are cosmetic products that have been tested by using the COLIPA method in terms of efficacy and safety. Sunscreens move large amounts of money in the world of cosmetics and pharmacy and have a very important preventive role. Currently, the industry is in search of new forms of protection, among which we find nanoparticles, in topical products as in fabrics, zinc oxide or titanium dioxide. Among the use of oral sunscreens, the most outstanding due to its antioxidant power is the Polypodium Leucotomos, which reduces the skin immunosuppressive effect, decreases the inflammatory response and prevents the action of free radicals in the cell, in a way that helps combating photoaging.

# 1. OBJETIVOS:

Los objetivos del presente trabajo son:

- ✓ Resumir los conceptos básicos relacionados con la radiación solar, los efectos negativos que produce la radiación ultravioleta en nuestro organismo y el mecanismo natural de defensa contra ellos.
- ✓ Definir los conceptos de “pantalla solar o filtro solar” y el de protector solar, así como la forma de cuantificar la eficacia de los últimos mediante el SPF.
- ✓ Revisar la normativa referente a los protectores solares.
- ✓ Mostrar las nuevas tendencias en cuanto a fotoprotección.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. LA RADIACIÓN SOLAR Y SUS EFECTOS DAÑINOS:

Se denomina radiación solar al conjunto de ondas electromagnéticas emitidas por el sol. De todas ellas, sólo alcanzan la superficie terrestre las correspondientes a la luz visible, el infrarrojo y las radiaciones ultravioleta A y B.

Tipo de radiación	Longitud de onda	Porcentaje	Subtipo	Porcentaje
Ultravioleta	100-400nm	5%	UVA (315-400nm)	98%
			UVB (280-315nm)	2%
			UVC (100-280nm)	-
Visible	400-700nm	50%	-	-
Infrarroja	700nm-1mm	45%	-	-

Tabla 1. Longitudes de ondas y proporción de las radiaciones que llegan a la superficie terrestre.

Aunque los rayos infrarrojos también contribuyen al envejecimiento de la piel al ser capaces de alcanzar la dermis y el tejido subcutáneo, induciendo angiogénesis, inflamación y alteración de proteínas estructurales [1]. La principal causante de los daños producidos en el organismo por los rayos solares es la radiación ultravioleta, sus efectos nocivos dependen de su longitud de onda (a menor longitud de onda mayor energía), del tiempo de exposición y de la capacidad para penetrar en la piel. Estos daños pueden aparecer al poco tiempo de la exposición solar o al cabo de varios años. Las consecuencias más importantes se resumen en la siguiente tabla [2].

UVA (315-400 nm)	UVB (280-315 nm)
Eritema solar (24-48h después de la exposición)	Eritema solar (2 horas después de la exposición)
Fotoenvejecimiento	Fotosensibilidad
Cáncer de piel	Cáncer de piel (Principal causante)
Hiperqueratosis	Hiperqueratosis (principal causante)
Inmunosupresión	Inmunosupresión
Lesiones oculares (fotoqueratitis y fotoconjuntivitis)	Lesiones oculares (fotoqueratitis y fotoconjuntivitis)

Tabla 2. Efectos adversos producidos por la radiación UVA y UVB

El eritema (o quemadura solar) es la consecuencia más común de la exposición descontrolada al sol, acompañado de vasodilatación (enrojecimiento) y acaloramiento. Es causado fundamentalmente por la radiación UVB ya que es necesaria una dosis 1000 veces mayor de UVA para causar los mismos efectos en la piel [3].

Debido a la activación del mecanismo de la inflamación por el exceso de exposición solar, se liberan citoquinas que inhiben las células presentadoras de antígenos y retardan las reacciones de hipersensibilidad, provocando la reducción de la protección frente a infecciones intracelulares y de la capacidad de reconocimiento de células tumorales, potenciando el desarrollo de enfermedades autoinmunes. Además, la radiación UV (principalmente UVA al penetrar más profundamente en la dermis) produce fotoenvejecimiento, al degenerar las fibras de colágeno, aumentar la actividad proteolítica y producir cambios anormales en la matriz extracelular, dando lugar a pérdida de elasticidad, aparición de arrugas, engrosamiento del tejido dérmico (por producción excesiva de elastina) y problemas de pigmentación. [4]

A todo ello hay que sumar el efecto nocivo de los rayos UV sobre el estrés oxidativo. El consumo natural de oxígeno por las células da lugar a especies reactivas de oxígeno, cuya producción en condiciones normales es estable y no es perjudicial, pero a consecuencia de la exposición a la radiación solar se generan especies especialmente reactivas que lesionan tanto a las proteínas como al propio ADN, haciendo que la radiación ultravioleta sea la principal causa de cáncer de piel [5].

## 2.2. MECANISMO DE PROTECCIÓN FRENTE A LA RADIACIÓN SOLAR

El mecanismo natural de protección solar en el ser humano es la síntesis de melanina (*imagen 1*), pigmento oscuro producido por los melanocitos que absorbe longitudes de onda entre 350 y 1200 nm. Tras 30 minutos de exposición, la radiación UVA induce la oxidación de la melanina existente, dando lugar a un bronceado efímero que no protege frente al eritema solar. Dos o tres días después estimulado por la radiación UVB, se activa la melanogénesis, la formación de nueva melanina, que tiene como resultado un bronceado duradero y protector frente al eritema. Este mecanismo tiene una gran variabilidad interindividual, dando lugar a la clasificación de fototipos cutáneos (*tabla 3*) [6]:

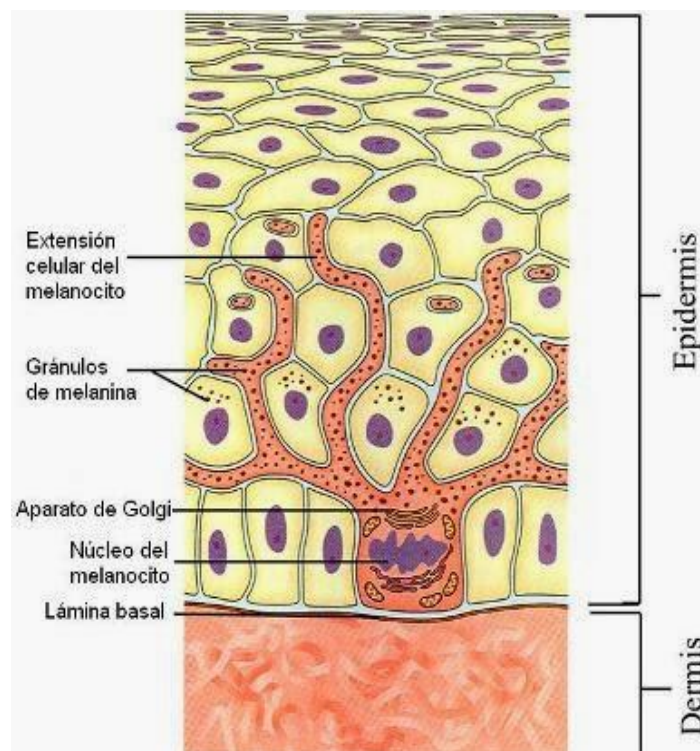


Imagen 1. Representación del melanocito, célula especializada en la producción de melanina.

FOTOTIPO CUTÁNEO	COLOR DE PIEL	RESPUESTA A LA EXPOSICIÓN
I	Blanca pálida	No se pigmenta, siempre se quema
II	Blanca	Pigmentación difícil, suele quemarse
III	Blanca	Generalmente se pigmenta, a veces se quema
IV	Tostada	Siempre se pigmenta
V	Morena	Pigmentación constitucional moderada
VI	Negra	Pigmentación constitucional intensa

Tabla 3. Fototipos cutáneos

## 2.3. HISTORIA DE LOS PROTECTORES SOLARES

Es a finales del siglo XIX cuando comenzaron a estudiarse los efectos de las radiaciones solares. Las primeras sustancias con las que se experimentó fue el extracto de castaño de indias y el llamado “red-pet”, una parafina viscosa usada en la II Guerra Mundial para proteger a los soldados de las quemaduras, y descubierta por Benjamin Green quien posteriormente fundaría la marca Coppertone [7].

En 1946, el químico Franz Greiter, tras sufrir una insolación escalando el Piz Buin, creó el primer protector solar de venta al público llamado Glacier Creme (Gletscher creme en alemán) [8]. Hasta 1983 los protectores solares únicamente protegían contra los rayos UVB con aproximadamente un SPF equivalente a 2-6, y hasta los 90 no hubo legislación europea que los regulase. A partir de esta década aparecen los primeros filtros capaces de proteger frente a UVA y UVB, y se introduce el concepto de índice de protección solar [9].



Imagen 2. Primer protector solar de venta al público producido por PizBuin. E ilustración usada por Coppertone para su publicidad, conocida como “la niña de coppertone” en la que se puede leer – No seas un piel pálida! Actualmente sigue presente en su logo.

### BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Gilaberte y González. Revisión: Novedades en fotoprotección. Actas dermo-sifiliográficas. 2010. Vol. 101 n ° 8: 359-372
- [2] Ángel Balaguer. Desarrollo de métodos analíticos para la estimación de la seguridad y el control de calidad de los productos cosméticos. Tesis doctoral. Facultad de química. Universidad de Valencia. 2008
- [3] M.ª José Marín Fernández. Tesis Doctoral. Estudio de la radiación solar ultravioleta B y eritemática en la Comunidad Valenciana. Universidad de Valencia. 2007
- [4] EO Vallejo, N. Vargas, LM Martínez, CA Agudelo e IC Ortiz. Perspectiva genética de los rayos UV y las nuevas alternativas de protección solar. Revista argentina de dermatología, volumen 94 N.º 3. Buenos Aires 2013.
- [5] Avello, Marcia, & Suwalsky, Mario. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea (Concepción), (494), 161-172
- [6] E. Duro Mota, M. T. Campillos. El sol y los filtros solares. Medifam 2003. Volumen 13: 159-165.
- [7] María Valerio. Cremas solares, de la montaña a la niña de Coppertone. Periódico El Mundo. 2013
- [8] Nuestra historia. Pizbuin.com
- [9] Breve historia de la protección solar. Asociación Nacional de Perfumería y Cosmética.



### 3. FILTROS SOLARES O PANTALLAS SOLARES

Se hace uso del término “*pantalla solar*” para hablar de filtros solares cuando se traduce literalmente de la terminología inglesa “sunblock” o “sunscreen”, si bien es cierto que significaría lo mismo, a nivel social se asume que la pantalla solar es el equivalente a filtro físico. Además, la normativa prohíbe declaraciones como “protección al 100 % frente a la radiación UV”, “bloqueante solar” o “protección total”. Por ello en este trabajo usaré la denominación de “filtros solares” [1].

Se ha probado que el uso de filtros solares previene los efectos agudos del sol y reduce la incidencia de algunos tipos de cáncer de piel, su aplicación diaria puede reducir significativamente el daño cutáneo inducido por la radiación UV y proteger frente a la fotoinmunosupresión [2]. Además, previenen y reducen las queratosis actínicas, disminuyen la tasa de recidiva de los carcinomas escamosos y merma los efectos de la inmunosupresión. Al ser la radiación UV el principal causante del foto-carcinoma resulta obvia su utilidad como preventivos [3]. Sin embargo, no está claro si son efectivos para disminuir el riesgo de carcinoma basocelular, el melanoma o el fotoenvejecimiento. Su uso es particularmente importante en la infancia y la adolescencia, ya que en estas etapas es cuando la exposición solar aumenta el riesgo de desarrollar cáncer cutáneo [4], así los bebés menores de 6 meses no deben exponerse nunca directamente al sol, a partir de esta edad deberán usar protección solar con elevado SPF, preferentemente sólo con filtros físicos y sin perfumes para evitar reacciones de hipersensibilidad y/o fototoxicidad [5].

#### 3.1. Tipos de filtros solares

Los filtros solares son aquellas sustancias que se añaden a los productos cosméticos con el fin de proteger la piel contra la radiación UV, absorbiéndola, reflejándola o dispersándola (*imagen 3*). Según el Reglamento N.º 1223/2009 del Parlamento Europeo y del consejo de 30 de noviembre de 2009 sobre los filtros ultravioletas permitidos en los protectores solares (*anexo 1*) éstos se dividen en:

**FILTROS FÍSICOS O INORGÁNICOS:** Son partículas inorgánicas de 180-250 nm tamaño químicamente inertes e inocuas que dispersan, reflejan o absorben las radiaciones UV, visible e IR. Los más utilizados son el óxido de zinc y el dióxido de titanio. Estos filtros causan una momentánea coloración blanquecina de la piel cuando se aplica el protector que los contiene y son los más recomendados en pacientes con historial alérgico y en niños [6].

**FILTROS QUÍMICOS U ORGÁNICOS:** Son moléculas con anillos aromáticos que absorben o disminuyen la radiación mediante cambios estructurales generando luz o calor. Son absorbidos fácilmente por la piel debido a su carácter lipídico, lo que causa un gran porcentaje de reacciones de fotosensibilidad. Para mejorar su fotoestabilidad y disminuir su potencial alergénico se envuelven en microcápsulas de sílice inferiores a 1 nm de diámetro [2,7].

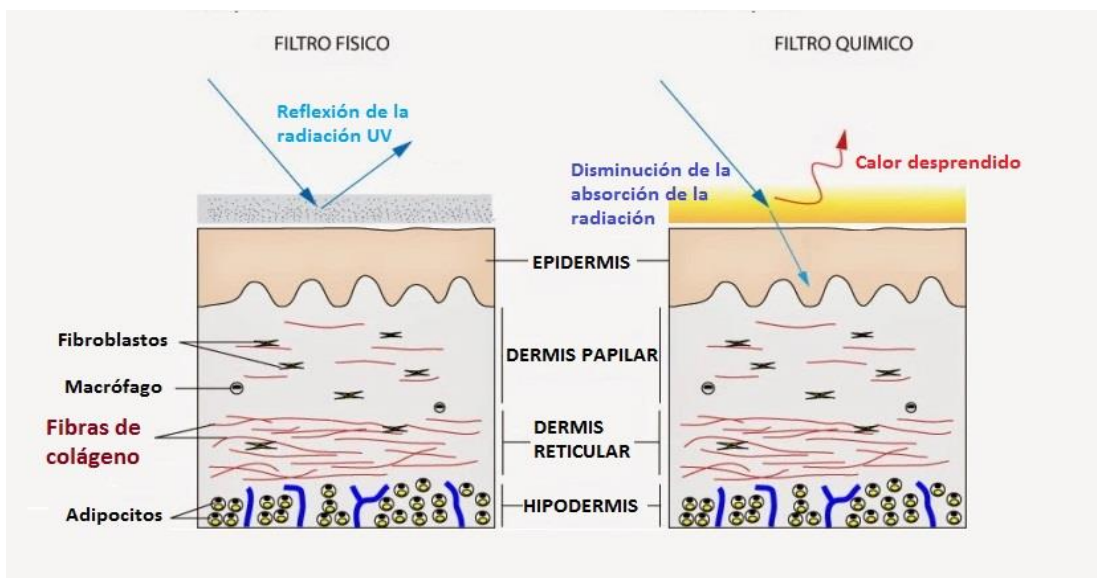


Imagen 3. Esquema de la diferencia de acción de un filtro físico y uno químico.

Otro grupo importante son los *filtros biológicos*, sustancias naturales que inactivan los radicales libres y las formas reactivas del oxígeno. Son menos efectivos que los anteriores pero combinados con ellos dan lugar a preparados de amplio espectro y elevada eficacia. Ejemplos de ellos son las vitaminas (C, A y E) y el aceite de sésamo, que protege un 30% frente a la radiación UV y gracias a la sesamina estimula la melanogénesis [2,8].

Filtros	
<b>Químicos</b>	Benzophenone, PABA, Octocrylene, Ethylhexyl triazone, Ethylhexyl methoxycinnamate, Isoamyl p-methoxycinnamate, Octyl methoxycinnamate, Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate, 4-methylbenzylidene-camphor, Camphor benzalkonium methosulfate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid, Homosalate, Drometrizole trisiloxane, Ethylhexyl salicylate
<b>Físicos</b>	Dióxido de titanio, óxido de zinc, bentonina, mica, hidróxido de aluminio, sílice, arcilla y caolín.
<b>Biológicos</b>	Ácido ascórbico, tocoferol, pantenol, zinc, magnesio y retinyl palmitate. Filtros vegetales: aceite de sésamo y manteca de karité.

Tabla 4.- Principios activos más utilizados en los diferentes tipos de filtros solares.

### 3.2. El Factor de Protección Solar (SPF)

El factor de protección solar o SPF (siglas de su denominación en inglés *Sun Protection Factor*), es definido por la Unión Europea [9] como el índice que mide la capacidad protectora de un filtro solar frente a la radiación UVB, y que cuantifica el incremento del tiempo que la piel puede estar sometida a radiación simulada (lámpara de Xenón) sin que se produzca una quemadura. La determinación del SPF se realiza con el sistema de medición europeo establecido por COLIPA (Asociación Europea de Cosméticos, Productos de Tocador y Perfumería), basado en el *International Sun Protection Factor Test Method* [10], cuyo cálculo se corresponde con la siguiente expresión:

$$\text{SPF} = \frac{\text{MED piel protegida}}{\text{MED piel sin proteger}}$$

La Comisión Europea define MED (*minimal erythemat dose*) como la dosis de UV más baja por unidad de área de piel ( $\text{J}/\text{cm}^2$ ) que produce el eritema con bordes definidos 16 - 24h después de la exposición durante 15-30 minutos a la radiación. Esta medición se realiza en individuos sanos entre los fototipos I y III (*tabla 3*), en zonas delimitadas de la espalda ( $30\text{-}60\text{ cm}^2$ ) donde se aplican  $2\text{ mg}/\text{cm}^2$  de protector solar para considerar la piel protegida. La radiación emitida está entre 290-380nm para incluir las longitudes de onda de UVA y UVB [4, 10, 11]. Adicionalmente se puede llevar a cabo el ensayo de oscurecimiento pigmentario persistente, creado por la *Japan Cosmetic Industry Association*, midiendo el cambio de coloración de la piel a las 2-4h de la exposición, lo que permite calcular un factor de protección frente a UVA (UVA-PF) mediante la expresión siguiente [9, 10]:

$$\text{UVA - PF} = \frac{\text{Mínima dosis pigmentaria en piel protegida}}{\text{Mínima dosis pigmentaria en piel no protegida}}$$

Existe también un método aproximativo para la determinación del SPF, que calcula su valor a partir de la  $\lambda$  máxima del espectro de absorción del protector solar correspondiente. [12]

### 3.3. Protectores solares

Según la Directiva 76/768/CEE del Consejo Europeo de 27 de julio de 1976, los productos de protección solar son productos cosméticos y deben proteger frente a UVB y UVA. Por ello, las recomendaciones de la Comisión Europea establecen que el SPF mínimo de una crema protectora sea de 6 frente a la radiación UVB, obtenido mediante la aplicación del *International Sun Protection Factor Test Method* y de al menos 1/3 del SPF de protección UVA, obtenido mediante el ensayo de oscurecimiento pigmentario persistente o un grado equivalente obtenido con un método in vitro. Así mismo, sugiere que la longitud de onda crítica de un protector solar para que este garantice una protección también contra UVA y, por tanto pueda ser considerado de amplio espectro, sea  $\geq 370$  nm. La longitud de onda crítica, es aquella que se corresponde con el 90% de su espectro de absorción (incluyendo la reflexión) desde 290 a 400 nm. Lo que hace que esta sea un parámetro muy útil para establecer el grado de fotoprotección. [9, 10].

Como cualquier producto cosmético, los protectores solares deben cumplir las condiciones básicas que establece el Real Decreto 1599/1997 [13] para los preparados destinados a ser puestos en contacto con partes superficiales del cuerpo humano con la finalidad de protegerlas. Dichos productos no deberán ser perjudiciales para la salud aplicados en condiciones normales, deben de ser foto- y termoestables, además de ser recomendable que sean resistentes al agua.

Los protectores solares se clasifican en 4 tipos en función de su SPF, dicha categoría deberá aparecer claramente en el etiquetado [9]:

- Protección baja: SPF 6-10
- Protección media: SPF 15-25
- Protección alta: SPF 30-50
- Protección muy alta: SPF 50+

Esta clasificación no responde a un comportamiento lineal entre la capacidad de estos productos para bloquear la radiación (expresada en % de reducción de rayos UV) y el valor de su SPF. Así, tal y como se muestra en la gráfica (imagen 4), para SPF mayores a 20, el % de reducción prácticamente se estabiliza.

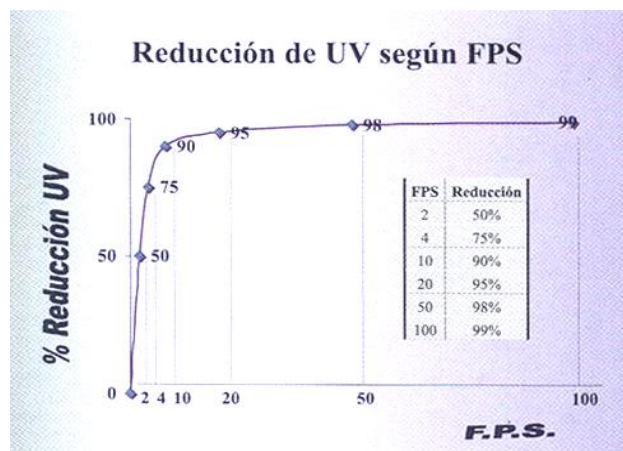


Imagen 4.- Relación entre porcentaje de reducción de la incidencia del UV frente al SPF. Un SPF 2 quiere decir que la crema impide llegar a la piel el 50% de la radiación. Un SPF 20, elimina aproximadamente el 95% de la radiación y un SPF 50 elimina el 98%.

Actualmente, en farmacia sólo encontraremos protectores a partir de SPF 20 (protección media) [3]. Y por lo general, en el canal farmacéutico se promueve la protección más alta, SPF 50+, con objeto de asegurar la mayor reducción de radiación UV, de manera que cualquier persona, independientemente de su fototipo o problema subyacente (vitíligo, manchas, fotosensibilidad primaria o inducida) padezca los menores efectos nocivos derivados de la exposición al sol. Los protectores solares pueden dispensarse en crema, en leche, en spray, en *stick* y en aceite; su presentación no afecta a su efectividad, pero sí a sus propiedades organolépticas, para adaptarse a las preferencias individuales.

### 3.4 Perspectivas de futuro en la protección solar

Aunque el uso de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  y de  $\text{ZnO}$  en cremas está ya consolidado, actualmente se sigue estudiando su posible toxicidad al permanecer varios días en los folículos y las glándulas sudoríparas, y las consecuencias a largo plazo de ser inhalados [14]. Una nueva línea de investigación es incorporar nanopartículas de estos óxidos y de otros metales, como el magnesio y el aluminio, a los tejidos principalmente de algodón, con objeto de incrementar su capacidad de protección solar, comprobándose incluso su permanencia después de los lavados [15]. Para cuantificar el grado de protección de estos tejidos modificados, se define el UPF (*Ultraviolet Protection Factor*). Dicho factor se determina, al igual que el SPF, a partir de la relación entre las MED (*minimal erythema dose*) de las zonas con protección, y las zonas sin protección en un mismo individuo. Ambos valores se obtienen con un protocolo in vivo similar al anteriormente explicado para el SPF de un protector solar. Existen igualmente otros métodos in vitro a partir de medidas espectrofotométricas o incluso biológicas [16].

También se baraja el uso de sustancias naturales que ingeridas actúen como protectores solares. Aunque no se ha podido demostrar la eficacia real de los carotenoides, los licopenos, las vitaminas (C y E) y los minerales como el selenio [17,18]. Sí la de principios activos como el extracto de *Polypodium Leucotomos* (Fernblock<sup>®</sup>), antioxidante que aporta a la piel una protección uniforme. Actualmente se estudia su capacidad de frenar los daños en las membranas celulares, reducir la inflamación y proteger frente a la inmunosupresión, ya que previene la apoptosis de las células de Langerhans al modular la inflamación controlando la respuesta Th1/Th2. Además, se cree que puede disminuir la incidencia de cáncer al activar el gen P53, evita el daño oxidativo del ADN y reduce la mutagénesis inducida por la radiación solar [2, 19]. Otro ejemplo es la Nicotinamida, procedente de la vitamina B3 (niacina), ya que previene la inmunosupresión al actuar como cofactor esencial de la respuesta inmune y ayuda en la reparación del ADN, sin causar efectos adversos como la vasodilatación derivados de la ingesta directa de niacina [20].

## BIBLIOGRAFÍA:

- [1] FA Navarro. Ciento cincuenta palabras y expresiones inglesas de traducción difícil o engañosa en dermatología. *Actas Dermosifilíticas* 2008: 99-349. Vol. 99.
- [2] Gilaberte y González. Revisión: Novedades en fotoprotección. *Actas dermo-sifiliográficas*. 2010. Vol. 101 N.º 8: 659-672
- [3] Yolanda Gilaberte, Carmen Coscojuela. Fotoprotección. *Actas dermo-sifiliográficas*. 2003. Volumen 94: 271-293.
- [4] E. Duro Mota, M. T. Campillos. El sol y los filtros solares. *Medifam* 2003. Volumen 13: 159-165.
- [5] Encarnación García Bermúdez. Protección de la piel (sol, aire, condiciones extremas). IX Curso de atención farmacéutica en dermatología II. 2011.
- [6] M. Valdivieso-Ramos. Actualización en fotoprotección infantil. Servicio de dermatología, Hospital Infanta Leonor. *Anales de Pediatría* 2010, vol. 72 N.º 4; 72-282.
- [7] Stiefel C. and Schwack W., Photoprotection in changing times. UV filter efficacy and safety, sensitization processes and regulatory aspects, *International Journal of Cosmetic Science*, 37, 2 – 30, 2015.
- [8] M.ª Emilia Carretero Accame, Plantas medicinales en dermatología II: aceite de almendras, germen de trigo, coco, sésamo y rosa mosqueta. *Panorama actual del medicamento* 2014. Vol. 38 N.º 372: 345-349.
- [9] Recomendación de la comisión de 22 de septiembre de 2006 relativa a la eficacia de los productos de protección solar y a las declaraciones sobre los mismos 2006/647/CE
- [10] Standardisation mandate assigned to cen concerning methods for testing efficacy of sunscreen products. Bruselas Julio 2006 M/389 EN.
- [11] Bleasel M. D. and Aldous S., In vitro evaluation of sun protection factors of sunscreen agents using a novel UV spectrophotometric technique, *International Journal of Cosmetic Science*, 30, 259 – 270, 2008.
- [12] Christina Walters, Allen Keeney, Carl T. Wigal, Cynthia R. Johnston, and Richard D. Cornelius. Department of Chemistry, Lebanon Valley College, Annville, PA 17003. “The Spectrophotometric Analysis and Modeling of Sunscreens” *Journal of Chemical Education*. January 1997 Vol. 74 No. 1: 99-101.
- [13] Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, sobre productos cosméticos. BOE N.º 261
- [14] Laura Madrigal. TFG Estudio de nanopartículas en cremas de protección solar. Facultad de ciencias de la UC. 2014
- [15] Silvia Vílchez Maldonado. Textiles funcionales obtenidos a partir de la incorporación de nanopartículas poliméricas. Universidad de Barcelona. 2012.
- [16] Gambichler, T., Hatch, K. L., Avermaete, A., Bader, A., Herde, M., Altmeyer, P. and Hoffmann, K. (2002), Ultra-violet protection factor of fabrics: comparison of laboratory and field-based measurements. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 18: 135–140
- [17] Miquel Mulero Abellán. Efectos de la radiación ultravioleta sobre los procesos de estrés oxidativo e inmunodepresión cutánea. Efecto protector de los filtros solares. Universidad de Reus. Facultad de Medicina. 2004
- [18] Carlo Agostoni, Roberto Berni. Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to a combination of lycopene, vitamine E, lutein and selenium and protection of the skin from UV-induced (including photo-oxidative) damage pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) N.º 1924/2006. *EFSA Journal* 2012. Volumen 10.
- [19] EO. Vallejo, N Vargas. Perspectiva genética de los rayos UV y las nuevas alternativas de protección solar. *Revista argentina de dermatología*. Sept. 2013, volumen 94.
- [20] Henry W. Lim, Maria-Ivonne Arellano-Mendoza, and Fernando Stengel. Current challenges in photoprotection. *Journal American Academie Dermatology* 2017;76: S91-9

## 4. Conclusiones

Tras la realización de este trabajo he llegado a las siguientes conclusiones:

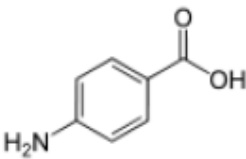
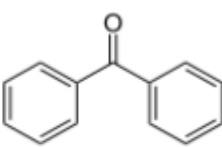

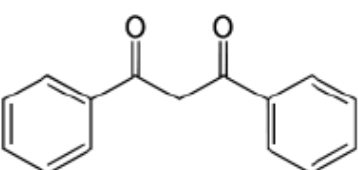
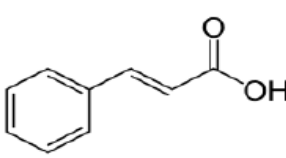
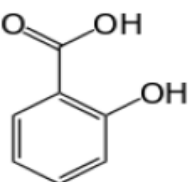
- Pese a que la radiación solar controlada es beneficiosa para la salud, la exposición descontrolada con un fin meramente estético es muy peligrosa, sobre todo en aquellas personas con un fototipo cutáneo (I-II-III) más susceptible a sufrir daños.
- El desarrollo de los protectores solares es relativamente reciente. Pese a ello y a ser considerados productos cosméticos, sus beneficios frente al cáncer de piel y en la prevención del fotoenvejecimiento están probados.
- Los valores de fotoprotección más altos (SPF 50+) están indicados preferentemente para niños y aquellas personas con hipersensibilidad al sol. El resto de la población estaríamos suficientemente protegidos con una protección media (SPF 25-35) ya que bloquea más de un 95% de la radiación.
- Actualmente, los complementos alimenticios con antioxidantes, y otras formas de fotoprotección parecen ser solo vías complementarias a los filtros o pantallas solares.



## ANEXO I: FILTROS SOLARES AUTORIZADOS.

Nombre químico	Nombre común	C <sub>max</sub>
Ácido 4-aminobenzoico	PABA	5%
Metilsulfato de N,N,N-trimetil-4-[(2-oxo-3-bornoliden)-metil]-anilina	Camphor benzalkonium methosulfate	6%
Benzoato de 2-hidroxi-,3,3,4-trimetilciclohexílico/homosalato	Homosalato	10%
2-Hidroxi-4-metoxibenzofenona/oxibenzona	Benzophenone-3	10%
Ácido 2-fenil-5-bencimidazol sulfónico y sus sales de potasio, sodio y de trietanolamina/ensulizol	Phenylbenzimidazole sulfonic acid	8% (de ácido)
Ácido 3,3'-(1,4-fenilendimetil)bis[7,7-dimetil-2-oxibiciclo[221]hept-1-il-metano]sulfónico y sus sales/ECamsul	Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid	10% (de ácido)
1-(4-tert-util-fenil)-3-(4-metoxifenil)propano-1,3-d-ona/avobenzona	Butyl nethoxydibenzoylmethane	5%
Ácido α-(2-Oxoborn-3-ilideno)-toluen-4-sulfónico y sus sales	Benzylidene camphor sulfonic acid	6% (de ácido)
Ester 2-etilhexílico del ácido 2-ciano-3,3-difenilacrílico/octocrileno	Octocrylene	10% (de ácido)
Polímero de N-[(2 y 4)-[(2-oxoborn-3-iliden)metil]bencil]acrilamida	Plyacrylamidomethyl benzylidene camphor	6%
Metoxicinamato de octilo/octinoxato	Ethylhexyl methoxycinnamate	10%
Etil-4-aminobenzoato etoxilado	PEG-25 PABA	10%
Isopentil-4-metoxicinamato/amiloxato	Isoamyl p-methoxycinnamate	10%
2,4,6-Triamilino-p-carbo-2'-etilhexil-1'oxi)-1,3,5-triazina	Ethylhexyl triazone	5%
2-(2H-Benzotriazol-2-il)-4-metil-6-(2-metil-3-(1,3,3,3-tetrametil-1-(trimetilsilil)oxi)-disiloxani)propilo) fenol	Drometrisole trisiloxane	15%
Benzoato Bis(2-etilhexil) bis(4,4'-[[6-[[4-[[[(1,1-dimetiletil)amino]carbonil]fenil]amino]-1,3,5-triazina-2,4-diil]diimino]Iscotrizinol (USAN)	Diethylhexyl butamido triazone	10%
3-(4'-Metilbencilideno)-D,L-1 alcanfor/enzacameno	4-Methylbenzylidene camphor	4%
3-encileno alcanfor	2-Benzylidene camphor	2%
Salicilato de 2-etilhexilo/octisalato	Ethylhexyl salicylate	5%
Benzoato de 4-(dimetilamino)-2-etilhexilo/padimato O (USAN: BAN)	Ethylhexyl dimethyl PABA	8%
Ácido 2-Hidroxi-4-metoxibenzofenona-5-sulfónico y su sal de sodio (Sulisobenzona, Sulisobenzona sódica)	Benzophenone-4, benzophen one-5	5% (de ácido)
2,2'-(6-(4-Metoxifenil)-1,3,5-triazina-2,4-diil) bis(5-(2-etilhexil)oxi)fenol)/bisotrizol	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol	10%
Sal sódica del ácido 2-2'-bis-(1,4-fenil)1Hbencimidazol,4,6-disulfónico/bisdisulizol disódico (USAN)	Disodium phenyl dibenzimidazole tetrasulfonate	10% (de ácido)
2,2'-(6-(4-Metoxifenil)-1,3,5-triazina-2,4-diil) bis(5-(2-etilhexil)oxi)fenol)/Bemotrizino	Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine	10%
Benzmalonato de dimeticodietilo	Polysilicone-15	10%
Dióxido de titanio	Titanium dioxide	25%
Hexilbenzoato de 2-[4-(dietilamino)-2-hidroxibenzoilo]	Diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate	10% en productos de protección

Anexo II: Filtros solares según su estructura.

Filtros solares orgánicos		
Grupo	Estructura	Efecto
P- Aminobenzoatos y derivados		De los primeros descubiertos, alta protección frente a UVB. Actualmente prohibidos al aumentar los defectos en el ADN.
Benzofenona y derivados		Muy fotoestables, protegen sobre todo frente UVA, y en menor medida frente UVB. Relacionados con la dermatitis fotoalérgica en filtros.
Alcanfor y derivados		Elevada fotoestabilidad. Protección mayoritaria frente a UVB.
Dibenzoilmetano y derivados		Protegen frente a UVA, aunque se degradan con mayor facilidad que los demás
Cinamato y derivados		Principalmente bloquea la absorción UVB, siempre en combinación con otros filtros debido a su baja estabilidad y a que aumenta la capacidad protectora de los demás filtros usados.
Salicilatos y derivados		Protegen frente a UVB, resisten el agua y apenas penetran en la piel.