



# PROTECCIÓN SOLAR

## NUEVOS ACTIVOS

*La protección solar siempre ha ocupado un papel preponderante en el universo cosmético, incluso cuando no se tenía conciencia de su valor. Desde tiempos inmemoriales el hombre ha utilizado materiales y preparados para embellecerse y también para protegerse de los efectos dañinos del sol: arcillas, aceites y tejidos fueron, por ejemplo, utilizados con esta finalidad por el hombre prehistórico y en el Antiguo Egipto. Este afán persiste en la actualidad, y nuevos ingredientes van incorporándose a la lista.*

**RAMON BONET**  
Doctor en Farmacia.

**ANTONIETA GARROTE**  
Farmacéutica.



Si bien la lista de sustancias y medidas fotoprotectoras se ha ido engrosando, con mayor o menor éxito y trascendencia, con el transcurso de los siglos, no es hasta principios del siglo XIX cuando se desarrolla verdaderamente la «industria» de la fotoprotección.

Desde entonces y hasta nuestros días, la cosmética en general y la fotodermoprotección en particular han sido objeto de un importante y creciente desarrollo en aras de dar respuesta a las necesidades que la sociedad actual plantea. Dermatólogos, pediatras, médicos de familia, enfermeras, farmacéuticos y casi todos los agentes sanitarios se han implicado firmemente, en las últimas décadas, en la creación y el desarrollo de una auténtica cultura de la protección solar.

## LOS FILTROS FÍSICOS SON MICROPIGMENTOS ULTRAFINOS, INSOLUBLES, DE NATURALEZA INORGÁNICA QUE GRACIAS A SU OPACIDAD ACTÚAN A MODO DE PANTALLA BLOQUEANDO LA ABSORCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Esta sensibilización ha hecho que la fotoprotección no se circunscriba únicamente a preparados destinados a aplicarse de forma específica cuando se realice una exposición solar ya sea en mar o montaña, sino que esta propiedad se incorpore casi en la mayoría de cosméticos de uso diario. Por consiguiente, es cada vez más habitual encontrar cosméticos destinados a hidratar, nutrir, tratar o embellecer (maquillajes) la piel del rostro y del cuerpo que, adicionalmente, reivindiquen su capacidad de ofrecer una efectiva protección solar mediante su aplicación.

Por otro lado, el alto grado de concienciación social acerca de la nocividad de una excesiva y no controlada exposición a la radiación solar ha llevado a los consumidores a buscar niveles de protección cada vez más elevados. Como consecuencia, las industrias cosmética y farmacéutica han activado sus mecanismos de innovación para identificar y desarrollar nuevos ingredientes activos, nuevos excipientes, formas galénicas, vías de administración e incluso nuevas estrategias de protección que satisfagan las necesidades de una sociedad cada vez más exigente en este campo.

Esta actitud ha generado que industrias paralelas hayan focalizado también sus esfuerzos en proporcionar productos que complementen y refuercen las medidas de fotoprotección y minimicen los efectos del fotoenvejecimiento. Así surge, dentro del campo de la dietética, la popular y paradójicamente denominada «cosmética oral», que mediante la promoción de complementos nutricionales con un importante valor antioxidante dotan al organismo de elementos protectores. Concretamente, se posicionan como agentes inmunofotoprotectores a la vez que ofrecen cierta capacidad de protección frente al eritema solar inducido por la radiación ultravioleta y frente a los radicales libres derivados de la incidencia de los rayos solares sobre la piel.

### ETIQUETADO Y MANEJO

La creciente preocupación por los efectos negativos de la radiación solar ha generado un aumento en la exigencia fotoprotectora de los consumidores ante este tipo de preparados. La industria respondió a ello poniendo a su disposición una amplia gama de productos que reivindicaban y publicitaban tal variabilidad de propiedades, actividades y beneficios que llegaron a dificultar a los usuarios la elección del preparado que respondía mejor a sus necesidades y expectativas.

Esta situación requirió por parte de los organismos reguladores una labor de armonización, con la finalidad principal de facilitar la comprensión y uso de estos cosméticos, considerando la relevancia que su correcto empleo tiene en temas directamente relacionados con la salud.

Así, y con la finalidad de reforzar la seguridad de los productos y velar por la protección de los consumidores frente a reivindicaciones engañosas relativas a su eficacia, el Reglamento 1223/2009 ha impuesto a cualquier nuevo preparado cosmético la realización de pruebas de evaluación de seguridad y eficacia en voluntarios sanos, que den respaldo a la presentación del producto y sus beneficios. Desde la entrada en vigor de esta normativa, estas pruebas tienen que ser incluidas en el expediente de información sobre el producto que se presenta ante las autoridades competentes previamente a su comercialización.

Paralelamente, se restringió totalmente el uso de menciones tales como «bloqueante solar», «pantalla total» o «protección 100%» al no poder garantizar –incluso en los protectores de más alto índice de protección– una protec-

**TABLA 1.** CATEGORÍAS Y DESCRIPTORES DE PROTECCIÓN SOLAR NORMALIZADOS

CATEGORÍA QUE SE INDICA EN LA ETIQUETA	FPS QUE SE INDICA EN LA ETIQUETA
Protección baja	6-8-10
Protección media	15-20-25
Protección alta	30-50
Protección muy alta	>50



Fig. 1. Logotipo normalizado UV-A.

ción total frente a los riesgos que entraña la radiación ultravioleta.

En la misma línea, y atendiendo a su eficacia protectora frente a la radiación solar UVB, la clasificación de los preparados fotoprotectores quedó circunscrita a las categorías y descriptores verbales normalizados que se recogen en la tabla 1.

Aunque las radiaciones UVA son menos energéticas que las UVB, se les han atribuido efectos negativos a largo plazo (fotocarcinogénesis, inmunosupresión o fotoenvejecimiento). Por ello la Comisión Europea ha establecido que los fotoprotectores solares deben disponer de un sistema de filtración de las radiaciones UVA/UVB equilibrado, lo que implica: ofrecer una protección UVA de, al menos, 1/3 del FPS UVB y una longitud de onda crítica no inferior a 370 nm. Los productos que cumplan este requisito lo indican en su etiquetado mediante la inclusión del sello normalizado que aparece en la figura 1.

### INGREDIENTES ACTIVOS

Si bien el organismo dispone de una serie de mecanismos defensivos innatos para contrarrestar el daño solar, es también bien conocido que estas medidas resultan del todo insuficientes para prevenir el daño a corto y a largo plazo que el espectro de radiación solar es capaz de causar en el ser humano.

Los filtros solares constituyen la primera barrera artificial efectiva para minimizar los efectos nocivos de un exceso de exposición solar. Están destinados específicamente a reflejar, dispersar o absorber ciertas radiaciones con el fin de proteger la piel. Para maximizar su efectividad es necesario adicionarlos en vehículos que –además de facilitar su aplicación– garanticen su homogeneidad, su estabilidad y su permanencia.

La efectividad y seguridad de estos ingredientes activos, dada las altas implicaciones que de su uso se derivan, deben ser estrictamente evaluadas. Es por ello por lo que en la Unión Europea hay listas positivas donde se especifican los filtros solares permitidos y la concentración máxima a la que pueden ser formulados.

### RADIACIONES ULTRAVIOLETA

Dentro del espectro radiante, la franja ultravioleta –y dentro de ella, las fracciones UV-A y UV-B– ha sido identificada desde siempre como la principal causante de los efectos nocivos a medio-largo plazo de la exposición solar. Los productos cosméticos

para protección solar incluyen filtros ultravioleta que se pueden clasificar en función de su naturaleza en: químicos y físicos.

### FILTROS QUÍMICOS

Los filtros químicos son compuestos orgánicos aromáticos conjugados, cuya configuración química les confiere la capacidad de absorber la energía emitida por la radiación ultravioleta, alterando su estructura molecular. Cuando estas moléculas son irradiadas pasan de un nivel energético fundamental a un nivel energético excitado, impidiendo de este modo la transmisión de la radiación a los tejidos subyacentes y, por consiguiente, evitando los efectos perjudiciales que sobre ellos desencadena la radiación solar.

La estructura química de cada tipo de filtro condicionará la longitud de onda que sea capaz de absorber, justificando en cada caso su acción como filtro UVA o filtro UVB y, por consiguiente, su capacidad protectora. Esta propiedad explica la necesidad de combinar, en un mismo preparado, distintos tipos de filtro para proporcionar una amplia cobertura.

### FILTROS FÍSICOS

Los filtros físicos son micropigmentos ultrafinos, insolubles, de naturaleza inorgánica (óxido de zinc, dióxido de titanio...) que gracias a su opacidad actúan a modo de pantalla en los preparados antisolares bloqueando la absorción de la radiación solar. Estos compuestos son capaces de reflejar y/o dispersar la luz incidente además de absorber selectivamente –en función de su estructura– la radiación ultravioleta. Su inclusión en las formulaciones cosméticas les confiere una alta protección tanto frente al espectro UVA como a UVB.

El tamaño de partícula de estos pigmentos y de sus microagregados es fundamental para determinar tanto su efectividad como su aceptación por parte del consumidor. Por ello, la I+D cosmética ha invertido considerables esfuerzos en desarrollar micropigmentos de tamaño inferior a 100 nm con una triple finalidad: en primer lugar, potenciar la capacidad de reflexión/absorción de la radiación UV; en segundo lugar, aumentar la ad-

ESTUDIOS RECIENTES HAN PUESTO DE MANIFIESTO QUE LA FRANJA CERCANA DE LA RADIACIÓN INFRARROJA A ES CAPAZ DE PENETRAR HASTA LA HIPODERMIS Y DESENCADENAR ALLÍ UNA SERIE DE REACCIONES QUE CONDUCEN AL FOTOENVEJECIMIENTO CUTÁNEO

herencia de los activos protectores a la piel, y en tercer lugar, aunque no por ello menos importante, mejorar las características organolépticas de los preparados antisolares, ya que el menor tamaño de partícula de los pigmentos hace que no sean capaces de reflejar las longitudes de onda del espectro visible y se evite así la antiestética capa blanquecina y pegajosa que queda en la piel tras la aplicación de muchos de estos preparados.

A medida que se disminuye el tamaño de partícula de estos pigmentos fotoprotectores, su propia reactividad y una mayor tendencia a formar agregados han generado la necesidad de recubrir las partículas protectoras con otros materiales tales como alúminas, sílica, siliconas... que llegan a suponer el 20-25% del peso de las partículas pigmentarias y con cuya inclusión, además de disminuir la tendencia a formar agregados (que podrían afectar la efectividad fotoprotectora), dotan al cosmético de una mayor fotoestabilidad y una menor fotorreactividad.

**RADIACIONES INFRARROJAS**

Tradicionalmente se había considerado que el componente infrarrojo (IR) de la luz solar tenía un escaso poder de penetración y se había asociado con la aparición de la sensación de calor y eritema cutáneo. No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto que la franja cercana de la radiación infrarroja (IR-A) es capaz de penetrar hasta la hipodermis y desencadenar allí una serie de reacciones que conducen al fotoenvejecimiento cutáneo por un mecanismo bioquímico diferente al que presentan las radiaciones ultravioleta.

Las alteraciones de la piel atribuibles a los IR-A tienen lugar mediante dos mecanismos diferentes: la inhibición de la síntesis de colágeno y el aumento de la expresión de la colagenasa MMP-1. Así, la radiación IRA es captada por los cromóforos mitocondriales de los fibroblastos de la piel, dando lugar a la formación de especies de oxígeno reactivo. Se ha demostrado que este estrés oxidativo es capaz de inducir un aumento en la expresión de la proteasa extracelular MMP-1 sin aumentar concomitantemente la expresión de su inhibidor tisular específico (TIMP-1). La consecuencia de este desequilibrio es la degradación proteolítica de los colágenos de tipo 1 y 3 y de las fibras elásticas de la dermis; lo que da lugar a un envejecimiento prematuro de la piel, con pérdida de firmeza y aparición de arrugas.

Estos hallazgos suponen un nuevo reto en fotoprotección,

ya que implican la necesidad de complementar los tradicionales filtros UV con ingredientes activos capaces de inhibir –de forma reproducible y dependiente de la dosis– la expresión de MMP-1 inducida por la radiación IRA cuando son aplicados preventivamente por vía tópica antes de la exposición solar. Con esta finalidad hay firmas cosméticas que han empezado a incluir mezclas de sustancias que, sin ser filtros contra la radiación IRA, han demostrado empíricamente su eficacia anti-IRA (extractos de uva, coenzima Q, vitaminas C y E).

**FOTOPROTECCIÓN: OTROS INGREDIENTES ACTIVOS**

Los protectores solares suelen complementar la acción de los filtros propiamente dichos con la inclusión de otros activos con cuya aplicación tópica se busca la creación de una segunda línea defensiva, eficaz sobre la porción de la radiación que supera las barreras biológicas y los filtros tradicionales. Son ingredientes que actúan restaurando el equilibrio oxidativo cutáneo, neutralizando los radicales libres generados en la piel y minimizando los potenciales efectos nocivos sobre el ADN celular de la radiación incidente.

Desde que se puso de manifiesto que la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta tenía capacidad de inhibir el normal funcionamiento del sistema inmunitario y las defensas naturales de la piel, también se empezaron a incluir en estas formulaciones ingredientes activos con capacidad de prevenir la migración de las células de Langerhans o la dispersión del agente inmunosupresor sistémico IL-10.

Con estas finalidades se incluyen vitaminas C, B y E o productos de origen vegetal como la isoflavona de soja, los ácidos hidroxicinámicos (ácido ferúlico y cafeico); los extractos de sandía, equinácea, granada o té verde o aceites de jojoba, soja, argán, girasol o sésamo. La tendencia actual es combinar sustancias antioxidantes buscando con ello sinergizar sus efectos.



Fig. 2. Sellos de acreditación de cosméticos ecológicos que aplican los principales organismos de certificación.

Algunos preparados solares incluyen en su formulación activos a los que atribuyen propiedades reparadoras del ADN como la fotoliasa o los oligonucleótidos de timidina.

Finalmente, y puesto que el consumo mayoritario de fotoprotectores se producen en unas condiciones en las que lo que se busca es el bronceado de la piel, es frecuente la inclusión de activos como aceite de té verde, aceite de naranjas dulces, etc. con los cuales se pretende estimular la síntesis de melamina por la piel, acelerando así el proceso de bronceado.

### ECOPROTECTORES SOLARES O FILTROS «VERDES»

El cambio climático, la disminución de la capa de ozono y la concienciación social que existe sobre estos fenómenos están desempeñando un papel doble en el mundo de los fotoprotectores: por un lado, hacen más nocivos los efectos de la exposición solar (la población va asumiendo esta realidad y ello justifica las importantes tasas de crecimiento de este sector dentro del mercado del cuidado personal), y por otro, aumenta la tendencia a utilizar cosméticos «biológicos», «naturales» u «orgánicos», percibidos como productos más respetuosos con la propia piel y, sobre todo, con una menor capacidad de seguir impactando negativamente en el futuro medioambiental de nuestro planeta.

### CRITERIOS Y ENTIDADES DE CALIFICACIÓN

Para que un protector solar pueda exhibir el calificativo de «ecológico» el 95% de los ingredientes utilizados debe ser natural o de origen natural. En caso de que éstos tengan una procedencia botánica, las plantas de los que se obtiene el 95% de ellos de-

## HAY SUFICIENTES EVIDENCIAS CIENTÍFICAS QUE AVALAN EL PAPEL PROTECTOR DE LOS MICRONUTRIENTES ANTIOXIDANTES PRESENTES EN LA DIETA FRENTE A LOS DAÑOS DE LA PIEL CAUSADOS POR LA EXPOSICIÓN SOLAR

ben proceder, asimismo, de agricultura ecológica. La transformación de materias primas en preparados cosméticos debe realizarse de forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente y los embalajes deben tener carácter biodegradable o reciclable.

En la actualidad hay diversos organismos independientes que certifican estas propiedades en los productos de consumo, basándose para ello en criterios y directrices de calidad, autenticidad y diseño preestablecidos. Ecocert en Europa; USDA en Estados Unidos; BIDH en Alemania; Soil Association Organic Standard en Gran Bretaña; Bioforum en Bélgica; ICEA en Italia o Cosmebio en Francia son algunos de los organismos más utilizados para la certificación «orgánica» de los cosméticos presentes en nuestro mercado (fig. 2).

Los fotoprotectores que intentan posicionarse en esta parcela se encuentran con importantes dificultades. Por un lado, para poder cumplir las directrices de la Comisión Europea deben ga-

rantizar un nivel mínimo de protección frente a las radiaciones UVB y UVA. Por otro lado, deben cumplir los estándares fijados por la entidad de acreditación para poder exhibir su sello oficial de categorización como cosméticos «verdes». En este marco, es difícil la cabida de filtros solares de tipo químico, dada su naturaleza sintética. Los preparados que únicamente incluyen filtros físicos –de origen mineral– son hoy día los únicos que podrían defender su condición de productos naturales aunque tienen dificultades para lograr los niveles más altos de FPS (por encima de 30) y un adecuado espectro de protección UVA.

### NANOPARTÍCULAS

Un punto de discrepancia entre los diferentes organismos evaluadores de la condición «bio» lo constituye la utilización de nanopartículas (altamente extendida entre los productos fotoprotectores y aceptada en la legislación europea para este tipo de productos). Mientras que algunos de ellos consideran que las fuentes y procesos de producción utilizados para conseguirlas son básicamente similares a los utilizados para las versiones de mayor tamaño de partícula y mantienen su eco-clasificación; otros invocan problemas de seguridad al considerar que, por su pequeño tamaño, estas partículas tienen una capacidad de infiltrarse en el cuerpo humano y otros organismos vivos (especialmente en el medio acuático) causando daños no suficientemente evaluados, lo que les lleva a negar la certificación a productos finales que contengan nanopartículas.

Conscientes de esta problemática hay en la actualidad numerosas líneas de investigación destinadas a identificar activos de origen natural que, de forma aislada o en combinación con otros, confieran la protección necesaria frente a los efectos nocivos de la totalidad del espectro de las radiaciones solares y a su vez sean respetuosos con el medio ambiente. Entre tanto, son cada vez más las firmas que han dado un primer paso «ecorresponsable» excluyendo de sus formulaciones fotoprotectoras: conservantes, colorantes, perfumes y emulsificantes como el polietilenglicol (PEG).

### EXCIPIENTES Y OTROS RECLAMOS

Obviamente el objetivo principal de los preparados antisolares es proporcionar un eficaz grado de protección a la piel frente a la radiación solar, para ello y con objeto de satisfacer las exigencias normativas establecidas en este sector, las formulaciones deben incorporar una alta carga de filtros solares eficaces frente a la radiación UVA y UVB. Este requisito ineludible requiere de un potente desarrollo galénico con el objeto de formular preparados dotados de atributos que faciliten la aplicación, aumenten su permanencia y por consiguiente su eficacia, sin por ello crear una sensación de rechazo por parte del consumidor frente a sus características organolépticas.

Frente a las actuales tendencias en salud, que apuestan incondicionalmente por la fotoprotección, es cada vez más frecuente encontrar productos mixtos que además de prevenir el daño solar a corto y medio plazo se posicionen para cubrir otras necesidades cosméticoestéticas del usuario. De este modo, surgen en el mercado fotoprotectores combinados con tratamientos antiedad, reafirmantes, hidratantes, despig-

mentantes, protectores del cuero cabelludo, reparadores labiales, etc., o formulaciones que, adicionalmente, ofrecen otro tipo de protección en función del entorno de exposición o actividad que se pretenda realizar:

- Efecto protector frente a picaduras de medusas y otras especies marinas urticantes.
- Efecto protector frente a la picadura de mosquitos.
- Permanencia sobre la piel y resistencia al agua: *water-resistant* (si tras un baño o inmersión de 40 min, queda sobre la piel al menos un 70% del valor del FPS calculado sobre la piel seca) y *waterproof* o *very water-resistant* (si el producto mantiene, como mínimo, el 70% del FPS tras una inmersión de 80 min).
- Resistencia a la fricción (*rubproof*), característica muy valorada en los fotoprotectores pediátricos.

Todos ellos deben adaptar su composición y características galénicas para conseguir productos que respondan a las demandas y expectativas de cada grupo de consumidores, siendo a la vez de fácil aplicación y estables.

Actualmente se oferta una amplia y variada gama de formulaciones destinadas a la protección facial y corporal: desde productos ligeros, de consistencia líquida y pulverizables; emulsiones de comportamiento tixotrópico (aumentan su fluidez

en el momento de la aplicación, lo que favorece su extensibilidad y la absorción de los activos que incorporan); productos de «dos fases» o formulaciones con consistencia de *mousse*, gel o espumas de rotura rápida y efecto refrescante que han presentado una excelente aceptación entre la población adulta, o formulaciones más densas, untuosas, con mayor «sensación» de permanencia y también con valores más altos de FPS, que siguen siendo las preferidas para proteger la piel del niño.

Algunas de las formulaciones recientemente incorporadas en el campo de la fotoprotección como son los preparados bifásicos o las espumas de formación in situ requieren ser manipuladas previamente a su aplicación para garantizar su uniformidad, es decir, para lograr una correcta resuspensión de sus componentes. Sin embargo, si bien este requisito podría considerarse a priori como una desventaja, esta misma exigencia garantiza la homogeneidad del preparado antisolar en cada aplicación. Adicionalmente se favorece la estabilidad del fotoprotector puesto que los filtros y demás ingredientes que contiene la formulación –activos y excipientes– se hallan incorporados en la fase más afin, minimizándose las interacciones entre los distintos componentes del fotoprotector.

Existen paralelamente presentaciones especialmente diseñadas y formuladas para proteger zonas concretas del organismo: lápices labiales, *sticks* faciales, mascarillas capilares... con requisitos y características propias. **Of**

## COMPLEMENTOS NUTRICIONALES

El concepto de prevención interna o nutricional del fotoenvejecimiento nació hace algo más de 10 años y hoy día no sólo está plenamente asumido como un elemento esencial de las estrategias integrales de fotoprotección, sino que crece el número de estudios científicos que avalan su eficacia. De la misma forma que el envejecimiento cutáneo es el resultado de procesos intrínsecos y extrínsecos, una óptima fotoprotección sólo puede conseguirse combinando la aplicación de preparados tópicos con la administración de suplementos nutricionales con efectos fotoprotectores.

Ambas estrategias –la nutricional y la tópica– no deben ser consideradas ni como sustitutivas ni como mutuamente excluyentes, sino como complementarias, ya que con la combinación de ellas se pretende aportar al organismo el máximo de herramientas protectoras frente a las agresiones solares y sus consecuencias.

Hay suficientes evidencias científicas que avalan el papel protector de los micronutrientes antioxidantes presentes en la dieta frente a los daños de la piel causados por la exposición solar. Además de contrarrestar/neutralizar la acción de las especies reactivas de oxígeno a nivel cutáneo, estudios recientes han demostrado que combinaciones sinérgicas de algunos de ellos tienen propiedades biológicas que van más allá de su mera actividad antioxidante, influyendo en las vías de señalización celulares y activando, consecuentemente, los sistemas de progresión del ciclo celular, el crecimiento celular y la reparación de los daños cutáneos fotoinducidos. El resultado de todo ello es un fortalecimiento de la resistencia de la piel frente al estrés ambiental y una mejora de los parámetros generales indicativos de la salud cutánea (densidad, grosor, rugosidad, descamación, lisura y/o arrugas).

Algunos de los micronutrientes que forman parte de los suplementos nutricionales con acción fotoprotectora son:

- **Carotenoides:** aunque en la naturaleza se encuentra una gran diversidad de representantes de esta familia de antioxidantes, sólo unos pocos de ellos se encuentran en el cuerpo humano en cantidades apreciables: betacaroteno, alfacaroteno, licopeno, fitoflueno, fitoeno,

luteína y zeaxantina. Los carotenos, especialmente el beta, son precursores de la vitamina A, activadora de las defensas inmunitarias y desempeñan un papel importante en la visión nocturna. Luteína y licopeno se acumulan en la piel y tejido adiposo subcutáneo y presentan acción antirradicalar. Fitoeno y fitoflueno actúan respectivamente como filtros internos frente a las radiaciones UVB y UVA. Luteína y zeaxantina son los únicos carotenoides presentes en cristalino y retina, y contribuyen a filtrar la luz azul protegiendo las estructuras oculares frente a la formación de especies reactivas de oxígeno y otros radicales libres. Sólo la administración previa, prolongada y equilibrada de una combinación de carotenoides se ha mostrado capaz de disminuir la formación de radicales libres en la superficie cutánea, reducir los niveles de P53 (marcador de daños del ADN) y, a la vez, contribuir a estimular de forma segura, el bronceado uniforme y progresivo de la piel. Para potenciar su efecto, es frecuente complementar los suplementos nutricionales a base de carotenoides con otros micronutrientes antioxidantes como la vitamina E o el selenio.

- **Tocoferoles:** ralentizan la cadena oxidativa de los radicales libres generados por la exposición solar y, consecuentemente, reducen el daño celular oxidativo y el envejecimiento cutáneo.

- **Ácidos grasos esenciales** (aceite de onagra, zanahoria): acción antiinflamatoria y restauradora.

- **Coenzima Q10:** actúa a nivel tisular minimizando el daño oxidativo que pueda generarse en la piel.

- **Extracto de *Polypodium leucotomos*,** helecho tropical originario de América central, con importantes propiedades antioxidantes. Sus principales funciones como fotoprotector biológico consisten en contrarrestar los efectos de los radicales libres y la inmunosupresión provocada la radiación solar, así como reparar el daño celular provocado por el sol y, por consiguiente, prevenir el cáncer cutáneo.

- **Flavonoides y polifenoles de origen vegetal** por su especificidad frente a las especies oxidantes que se generan en la piel tras la exposición solar.