

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso: “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Eje: Educación

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Objetivo del curso

Generar material didáctico para dar a conocer los tipos de compuestos biológicos que absorben radiación UV y como se podrían combinar extractos naturales para ampliar e intensificar la absorbancia espectral de una formulación fotoprotectora.



Contenido del curso

- Sesión 1: La radiación solar.
- Sesión 2: La piel humana.
- Sesión 3: Fotoprotección.
- Sesión 4: Extractos naturales con actividad fotoprotectora.
- Sesión 5: Perspectiva a futuro de los protectores solares con extractos naturales.

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Sesión 1. La radiación solar

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Contenido de la sesión 1

- **Características de la radiación solar**

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO

- **Naturaleza de la luz**

Teoría corpuscular y teoría ondulatoria



- **Espectro electromagnético**

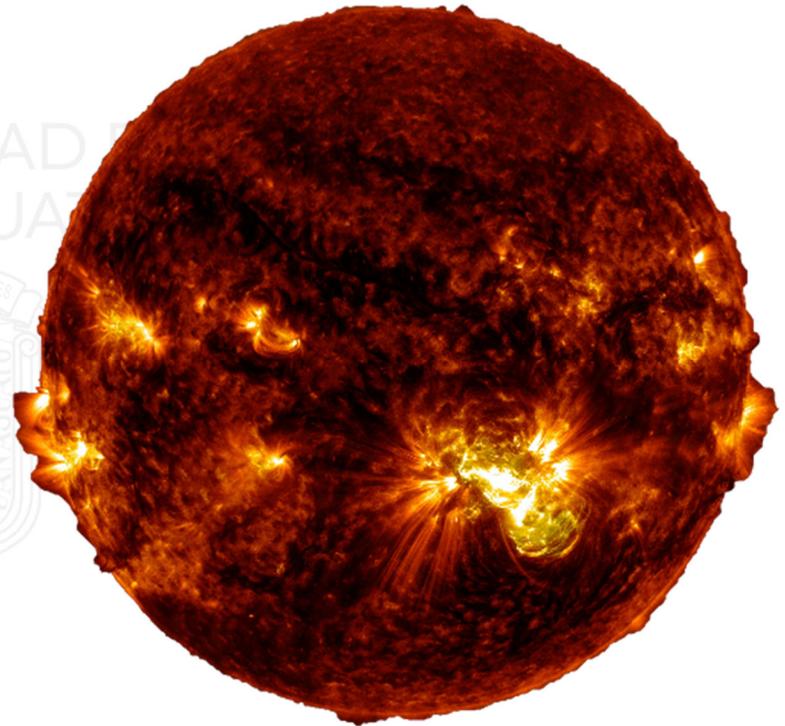
Regiones del espectro electromagnético

Radiación solar

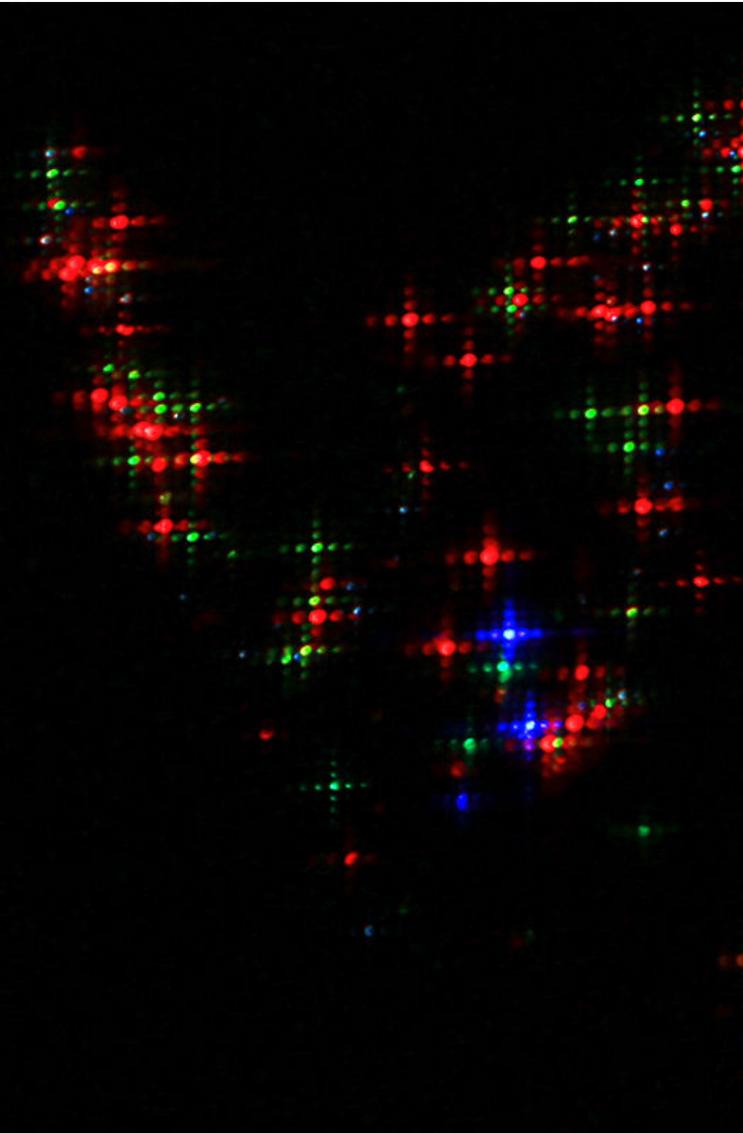
El Sol es una estrella que, gracias a las reacciones termonucleares que ocurren en su interior, desprende grandes cantidades de energía que se propagan a lo largo de todo el sistema solar.

Una pequeñísima fracción de esta energía llega a la Tierra, la cual impacta de forma directa (desde la dirección del Sol) o difusa (que cambia su trayectoria por nubes, polvo, etcétera).

Además, la radiación solar se atenúa en su paso a través de la atmósfera terrestre, gracias a que los gases que la conforman son capaces de absorber parte de la energía que causa daños a la piel.



Erupción de un punto solar gigante. Por NASA Goddard Space Flight Center. Recuperado de: flickr.com



Naturaleza de la energía luminosa

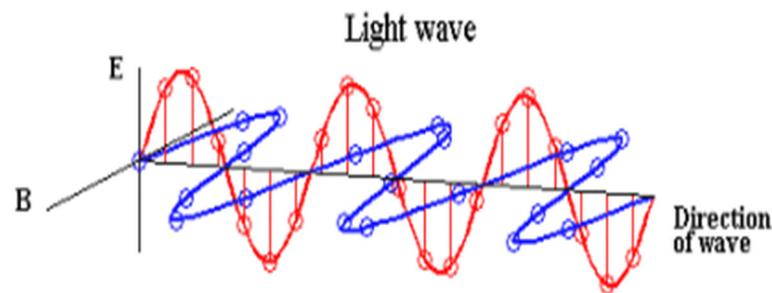
Gracias al Sol, podemos interactuar con el resto del mundo debido a que una parte de su energía llega a nosotros en forma de luz visible. Sin embargo, pasó mucho tiempo para poder comprender la naturaleza de esta energía.

En 1704, Isaac Newton formuló la **Teoría corpuscular**. En ella postulaba que las fuentes luminosas emitían *corpúsculos* (partículas de tamaño microscópico) sin masa que viajan muy rápido y en línea recta, permitiendo atravesar cuerpos transparentes como el cristal, pero rebotando en cuerpos opacos, como paredes. Según esta teoría, la intensidad variaría según la cantidad de corpúsculos emitidos durante cierto tiempo.

La luz - partícula u onda. Por Reid. Recuperado de: flickr.com

En 1678, Christian Huygens postuló su **Teoría ondulatoria**, donde afirmaba que la luz tiene un comportamiento similar al de una onda, propagándose a través de un medio al que denominó éter. Sin embargo, la teoría no tuvo una gran aceptación en su momento.

No fue hasta 1801 que Thomas Young demostró, mediante *su experimento de la doble rendija*, que la luz tiene comportamientos propios de las ondas. Esto fue respaldado por trabajos como el de Agustín Fresnel, que dio soporte matemático a la teoría y clasificó a las ondas de luz como transversales.



En 1864 James Maxwell propone su **teoría electromagnética**, en donde planteó una relación entre los campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí, similares a ondas transversales, concluyendo en que la luz es una onda electromagnética.

Ondas electromagnéticas. Por ZafiroSawfish. Recuperado de: giphy.com

¿Onda o una partícula?

Con lo anterior, se podría concluir que la luz es una onda, sin embargo, en 1905 Albert Einstein demostró que la luz esta conformada por partículas sin masa denominadas fotones, gracias al descubrimiento del *efecto fotoeléctrico*.

Si la luz está compuesta de partículas, pero se comporta como onda, ¿qué es? La respuesta es: ambas. A esto se le conoce como la **dualidad onda-partícula**.

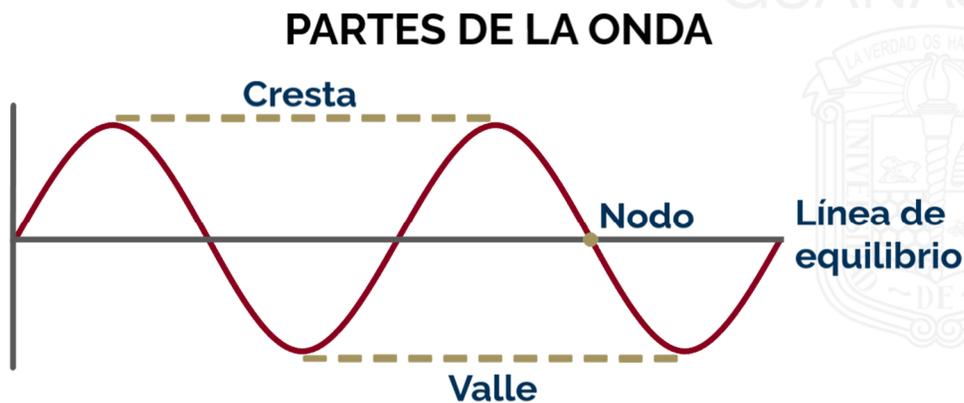
Es así que la luz puede ser comprendida mediante la teoría ondulatoria y otras veces a partir de la teoría corpuscular, dependiendo del experimento que se realice.

La naturaleza corpuscular de la luz. Por Paolo Bosetti. Recuperado de: flickr.com



Características de las ondas

Considerando que la radiación luminosa se comporta como una onda, demos un repaso a las partes que le conforman.



Características de una onda. Por: elaboración propia.

Cresta: punto de máxima amplitud o punto más elevado de la onda.

Valle: punto más bajo de la onda.

Nodo: punto específico en que coincide en la línea de equilibrio.

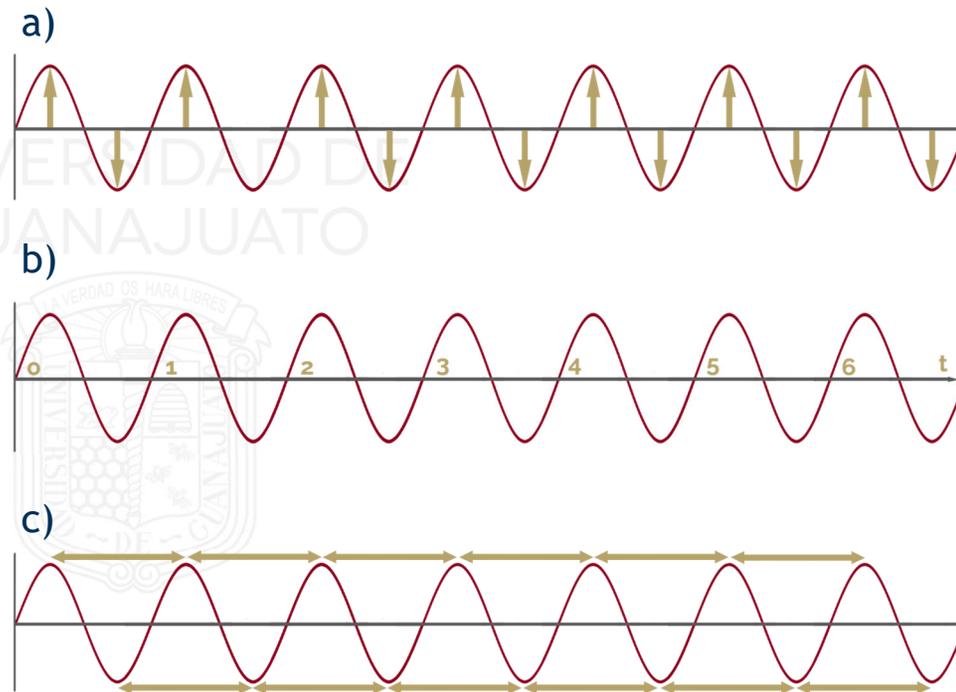
Línea de equilibrio: línea imaginaria que indica la posición de equilibrio o el punto medio de la onda.

Otros parámetros que definen el comportamiento de una onda son:

Amplitud: intensidad de la onda y se mide entre el punto más alto de la onda y el punto medio (a).

Frecuencia: es el número de ciclos completos que se forman por una unidad de tiempo (b).

Longitud de onda: es la distancia que existe entre dos valles o dos crestas consecutivas. A menor distancia, la onda tendrán mayor energía (c).



Parámetros de la onda: a) amplitud; b) frecuencia y c) longitud de onda. Por: elaboración propia.

Otros parámetros importantes de las ondas son:

Periodo: tiempo necesario para formar una onda completa.

Velocidad de propagación: velocidad en la que viaja una onda (depende del medio).



Ondas. Por faculty.buffalostate.edu. Recuperado de: giphy.com



Radiación ionizante y no ionizante

Radiación no-ionizante: Tipo de energía radiante que no tienen la capacidad para ionizar la materia; es decir, es incapaz de proporcionar suficiente energía a una molécula o un átomo para quitarle uno o más electrones.

Radiación ionizante: Tipo de energía radiante que tiene la capacidad para ionizar la materia, repeliendo o atrayendo los electrones de los átomos, modificando su estructura y provocando problemas a la salud.

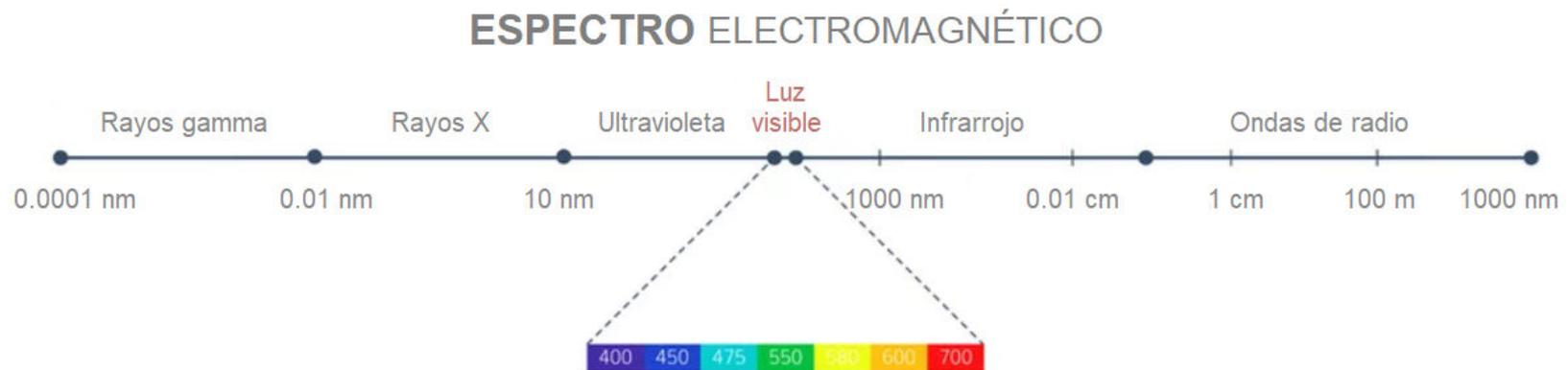
La división entre la radiación no-ionizante y la radiación ionizante suele establecerse entre 10 y 100 nm.

Científico en traje protector que muestra el signo de radiación ionizante. Por motortion. Recuperado de: flickr.com

Espectro electromagnético

Conjunto de ondas electromagnéticas clasificadas según su longitud de onda, frecuencia o energía y que teóricamente van desde longitud de onda cero hasta infinito.

El ojo humano promedio es sensible a la radiación luminosa con longitudes de onda entre 400 y 780 nm. Esta región del espectro electromagnético es formalmente la “luz”. Otras bandas no son visibles a simple vista e incluyen las ondas de radio, infrarrojo, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

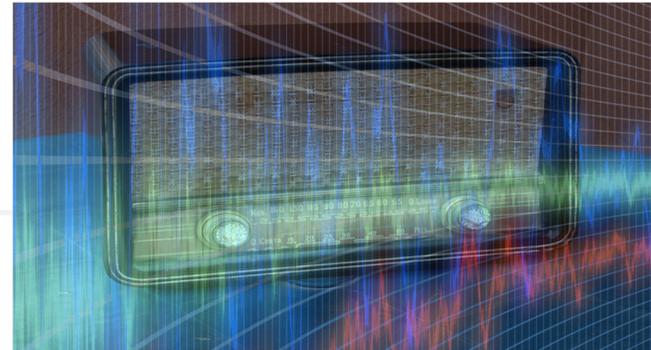


Espectro electromagnético. Por: Alex. Recuperado de: [stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

Regiones del espectro

Ondas de radio y microondas: tienen poca energía, baja frecuencia y longitud de onda muy grande que va de metros a kilómetros. Se emplean en sistemas de comunicación y aparatos electrónicos. Pueden obtenerse mediante corrientes eléctricas oscilantes.

Radiación infrarroja: parte de la radiación solar con longitud de onda entre $0.78 \mu\text{m}$ y $1000 \mu\text{m}$, y que es percibida en forma de energía térmica (calor). Tiene una frecuencia mayor a la de las ondas de radio y no puede ser detectada por el ojo humano. Puede aplicarse en sistemas de detección térmica.

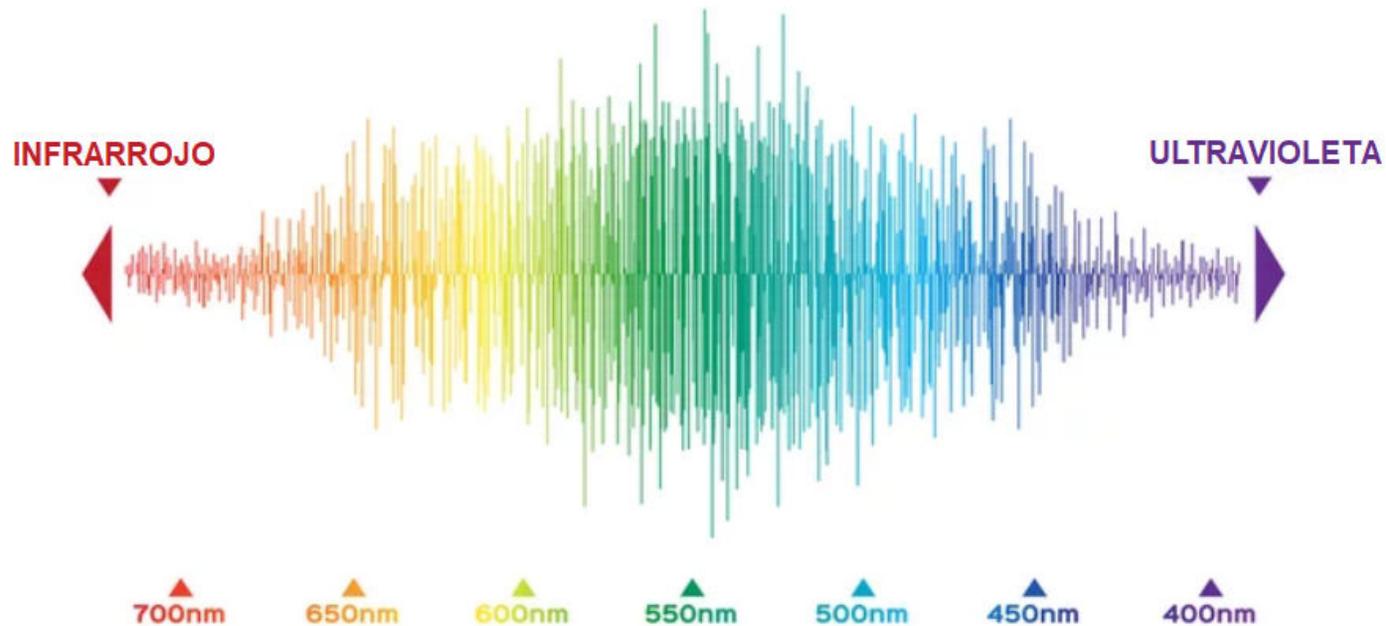


Ondas de radio. Por Kanijoman y Gerardo Donoso
Recuperado de: flickr.com



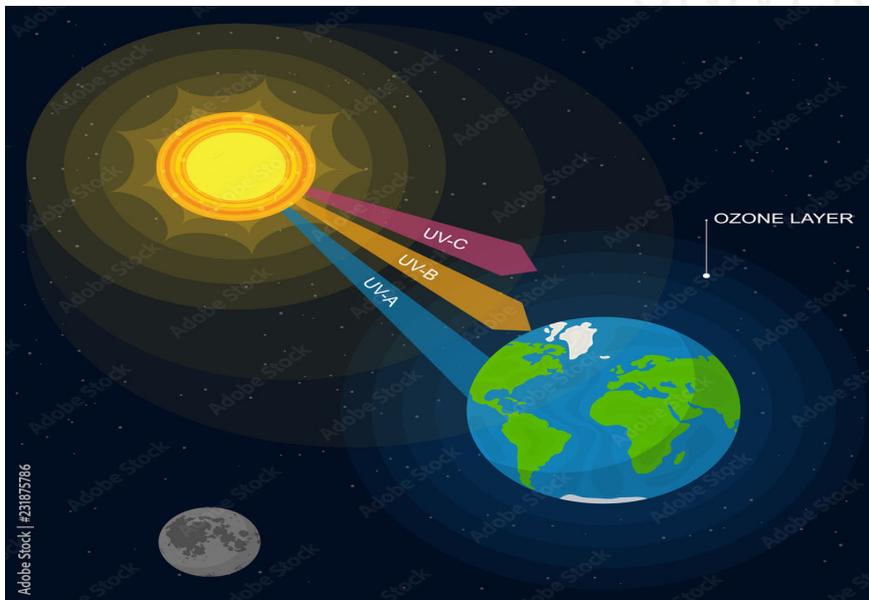
Radiación infrarroja. Por Lale Cizmesi.
Recuperado de: flickr.com

Luz visible: también llamado espectro visible, forma parte de la radiación solar y ocupa una región muy pequeña en el espectro electromagnético. Las longitudes de onda que están presentes van de los 400 nm a 780 nm. El ojo humano es mayormente sensible a parte intermedia de esta región que corresponden a los colores amarillo y verde y pobremente sensible a los colores rojo y violeta.



Infografía del espectro visible de la luz solar color. Por: gritsalak. Recuperado de: stock.adobe.com

Radiación ultravioleta (UV): esta parte de la radiación solar que es mayormente absorbida por la atmosfera terrestre (entre un 6 y 7% llega a la superficie). Tiene aplicaciones en celdas solares y procesos como la fotosíntesis; sin embargo, también provoca daños a la salud debido a su alta energía y capacidad mutagénica. Su longitud de onda está entre 100 a 400 nm. Se clasifica en tres categorías:

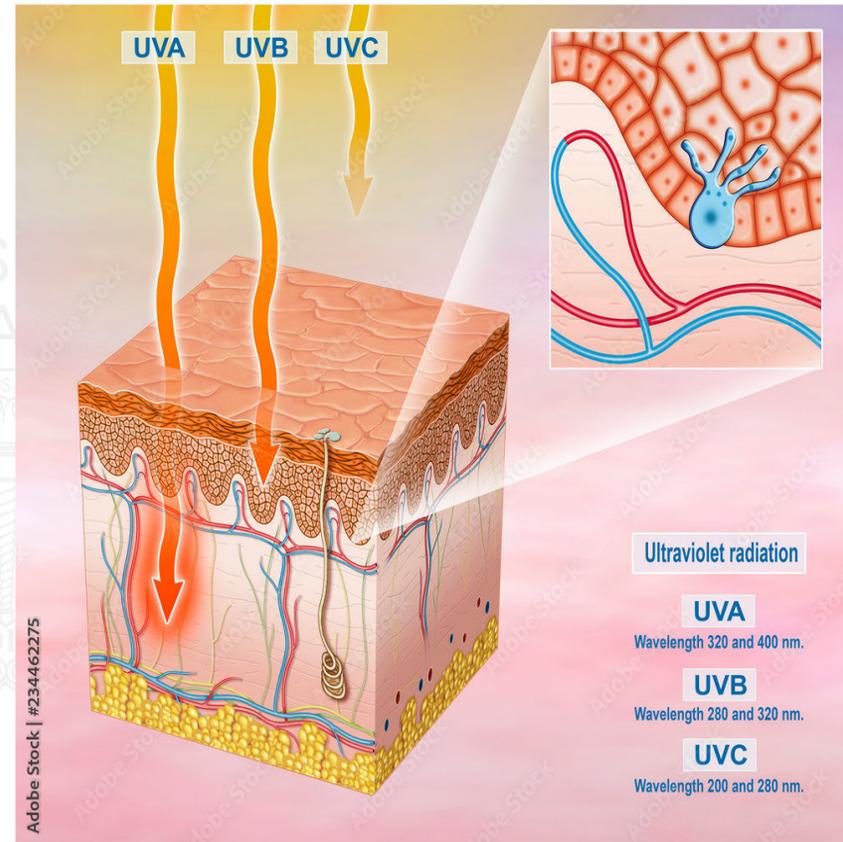


UVA: tiene una longitud de onda entre 320-400 nm y es débilmente absorbida por la capa de ozono. Conforman un 95% de la luz UV que alcanza la superficie terrestre. Es la forma menos dañina de la radiación ultravioleta, pero su carga energética es capaz de broncear la piel y dañar estructuras internas.

Rayos ultravioletas. Por Bigmouse108. Recuperado de: stock.adobe.com

UVB: tiene una longitud de onda entre 280-320 nm y el 90% es absorbida por la capa de ozono, conformando un 5% de la radiación UV que alcanza la superficie terrestre. Es potencialmente dañina, ya que reduce el crecimiento de las plantas, su exposición prolongada produce daños a la salud y a materiales y equipos que se encuentran en la intemperie.

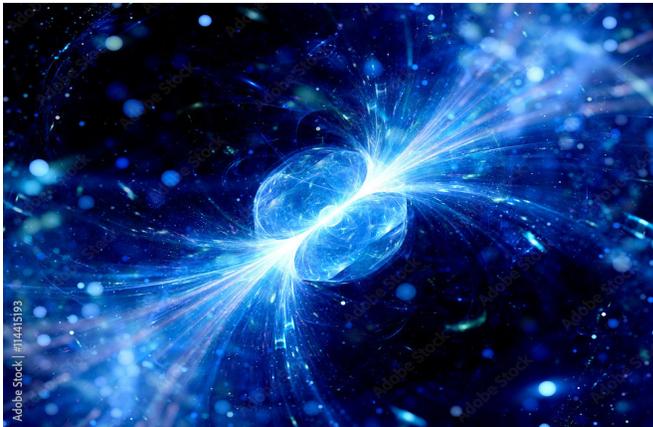
UVC: tiene longitud de onda entre 100-280 nm y es absorbida casi completamente por la capa de ozono, por lo que no llega a la superficie terrestre. Es considerada la forma más dañina de la radiación UV, ya que pequeñas dosis podrían provocar severos daños en la piel y ojos, cambiar procesos fisiológicos en las plantas, entre otros.



Piel expuesta a la luz solar y a los rayos UVA. Por: ilusmedical. Recuperado de: stock.adobe.com



Imagen de rayos X del huesos de la mano derecha de una mujer adulta.. Por Matthieu. Recuperado de: stock.adobe.com



Estallido de rayos gamma azules en el espacio.. Por sakkmasterke. Recuperado de: stock.adobe.com

Rayos X: se originan en reacciones atómicas fuera del núcleo por decaimiento de electrones. Son muy energéticos y se les utiliza para obtener radiografías del cuerpo. Tienen una longitud de onda de 10 nm a 0.01 nm y son capaces de atravesar la materia. Una exposición mayor a 5 milisieverts (unidad de medida de la radiación ionizante) al año puede provocar daños graves a la salud como cáncer, malformaciones en el embarazo, cataratas, etc.

Rayos gamma: se producen por la desintegración de átomos radiactivos. Es un tipo de radiación ionizante, altamente energética, alta frecuencia y longitud de onda inferior a 0.1 nm que es capaz de penetrar la materia. Afectan al ADN ocasionando daños moleculares, por lo que son extremadamente peligrosos para la salud. En ciertos procedimientos puede desintegrar células cancerosas.

Conclusión

La radiación solar con la que interactuamos cada día llega a nosotros en forma de energía luminosa con su característica dualidad onda-partícula. Gracias a la atmósfera que nos protege, sólo una pequeña parte del espectro electromagnético incide en la superficie terrestre. De esta última, la radiación UVA y UVB es la de mayor preocupación en el área de fotoprotección debido a que puede provocar daños en la piel.

Continúa con la sesión 2 donde revisaremos la estructura de la piel y la manera en que es afectada por la radiación *UV*.

Referencias bibliográficas

Belletti, S., Besio, G. & Godino, E. (2016). Ondas Electromagnéticas. Universidad Nacional de Rosario.

Benavides, H.(2010). Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice y su pronóstico. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Cherry, R. (s.f.). Radiaciones ionizantes. Enciclopedias de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Fontal, B. (2005). El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química

Hernandez, R. (2018). Definición y partes de una onda Física y Óptica Moderna. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Lorente, J. (2010). Curso de fotoprotección. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos

Knave, B. (s.f.). Radiaciones no ionizantes. Enciclopedias de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Prat, L. (2012). Dispositivos optoelectrónicos. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB)

Verges, J. (s.f.). Ondas electromagnéticas óptica y luz. IPN

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Sesión 2. La piel humana

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Contenido de la sesión 2

- **Características y funciones de la piel**
- **Estructura de la piel**
- **Fototipos cutáneos**
- **Efectos de la radiación UV en la piel**

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



La piel humana

Como organismos vivientes necesitamos una cubierta que nos proteja; permitiendo así nuestro desarrollo e interacción con el ambiente.

El *sistema tegumentario*, conformado por la piel y sus anexos, realizan este trabajo protegiéndonos de agentes externos. La piel es el órgano más extenso y pesado del cuerpo humano, representando un 15% del peso total.



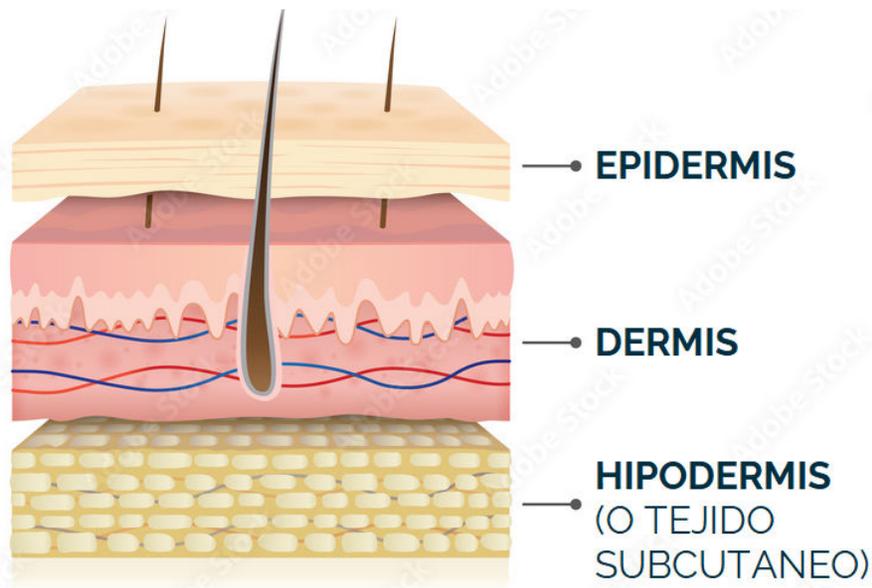
Sistema tegumentario o epidermis: anatomía humana. Por: Sonulkaster. Recuperado de: stock.adobe.com

Funciones de la piel

La piel cumple con diversas funciones:

- Barrera protectora contra bacterias, hongos o virus, así como agentes mecánicos, químicos, térmicos u osmóticos.
- Regula la temperatura corporal y mantiene el equilibrio hídrico.
- Captación de estímulos de tacto, temperatura, presión y dolor por medio de profundas inervaciones en la dermis que permiten interactuar con el medio ambiente y relacionarlo con el sistema nervioso central.
- A través de los vasos linfáticos y sanguíneos, se absorben sustancias como medicamentos.
- **Síntesis de vitamina D en la dermis mediante la captación de la luz UV.**
- **Protege de la radiación UV a los tejidos subyacentes gracias a la melanina, un pigmento que da color a la epidermis.**

Estructura de la piel



SISTEMA UNIVERSITARIO DE
AJUATO

La piel esta constituida por tejidos de origen embrionario y posee tres estructuras tisulares; así como anexos tales como vellos, uñas y glándulas sudoríparas, sebáceas y mamarias.

*Tres capas principales de la piel humana: diagrama médico ilustrado.
Por: logo3in1. Recuperado de: stock.adobe.com*

La **epidermis** es la estructura tisular más externa y carece de irrigación sanguínea e inervaciones. Está integrada por *queratinocitos* que ayudan a la firmeza, rigidez, dureza y semipermeabilidad de la piel.

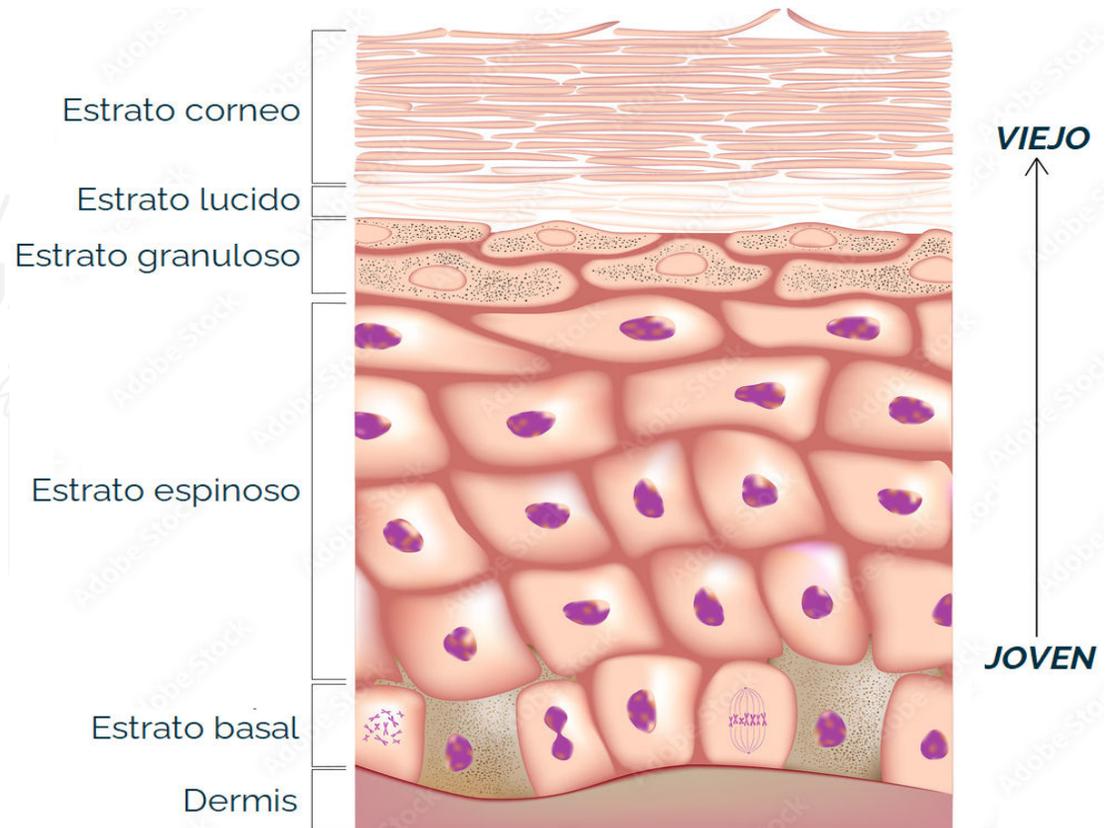
Estrato corneo: Posee abundantes filamentos de queratina en capas que se desprenden con facilidad.

Estrato lúcido: Únicamente presente en la piel gruesa, está constituido por dos o tres capas de células sin núcleo.

Estrato granuloso: Está conformado por células alargadas y ligeramente aplanadas.

Estrato espinoso: Está integrado por células de forma poliédrica con núcleos horizontales. Puede tener de 2 a 6 capas.

Estrato basal: Formado por células cúbicas o cilíndricas y se regenera continuamente. Está unida a la capa basal.



Epidermis de la piel. Por: Alila Medical Media. Recuperado de: stock.adobe.com

El siguiente tejido tisular es la **dermis**. Esta capa se encuentra inervada profundamente y alberga abundantes vasos sanguíneos y linfáticos. Se conforma enteramente de tejido conectivo denso con fibras colágenas elásticas y tiene dos estratos:

ESTRUCTURA DE LA DERMIS



ESTRATO
PAPILAR

ESTRATO
RETICULAR

Estrato papilar: es una capa delgada de tejido conectivo laxo integrado por haces de fibras de colágeno, la cual le confiere elasticidad y resistencia. En este estrato existen vasos sanguíneos y linfáticos, e inervaciones con terminaciones nerviosas.

Estrato reticular: es una capa gruesa de tejido conectivo denso formando una malla densa y resistente. Esta compuesto también por fibras de colágeno.

Capa de la piel humana e información de sus componentes. Por: logo3in1.
Recuperado de: stock.adobe.com

La **hipodermis**, también conocida como subcutis o tejido subcutáneo, está constituida por tejido conjuntivo laxo que sirve de unión flexible entre la piel y los tejidos subyacentes. Contiene abundantes vasos sanguíneos y tejido adiposo en cantidades variables que sirve como reserva de energía. En algunos casos es posible observar en ella folículos pilosos y glándulas sudoríparas.

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO

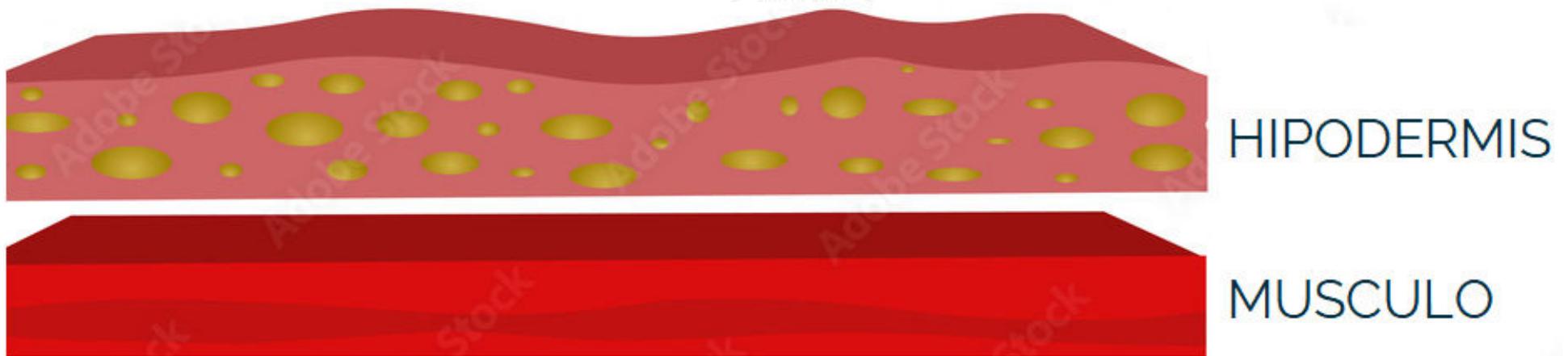


Diagrama de las partes de la piel. Por: LuckySoul. Recuperado de: stock.adobe.com

Tipos de piel

Cada individuo posee un diferente grado de susceptibilidad y tolerancia a la radiación solar debido a los distintos tipos de piel, permitiendo la distinción de 6 fototipos cutáneos:

Fototipo I: corresponde al tipo de piel muy clara en personas pelirrojas o rubias con ojos claros. La exposición solar le quema con facilidad y precisa de protección extrema (FPS 60).

Fototipo II: corresponde al tipo de piel clara en personas pelirrojas o rubias con pecas. La exposición solar puede broncear la piel levemente, aunque también se quema con facilidad. Requiere de un factor de protección solar por encima de 30.



Mujer rubia y pelirroja. Por: alfa27 y Sergey Chumakov.
Recuperado de: stock.adobe.com



Mujeres de pelo castaño. Por: Alessandro Grandini y luismolinero. Recuperado de: [stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

Fototipo III: corresponde al tipo de piel clara perteneciente a personas castañas y que su exposición solar no suele provocar quemaduras graves, sólo un bronceado gradual. Necesitan una protección moderada superior con FPS de 15.

Fototipo IV: corresponde al tipo de piel mediterránea que presenta una fácil pigmentación a la exposición solar. Aunque no presenta quemaduras, para evitar el fotoenvejecimiento precisa de una protección con FPS 6 u 8.

Fototipo V: corresponde al tipo de piel morena, común entre personas con ojos y cabello oscuro. Se queman muy raramente y presentan bronceado a la exposición solar. Precisa de una protección mínima con FPS entre 2 y 6.

Fototipo VI: corresponde al tipo de piel de raza negra con cabellos y ojos oscuros. Nunca presentan quemaduras ni eritema y requieren de una protección mínima o nula.



Mujeres de raza negra con cabello oscuro. Por: Wayhome Studio y Anastasia. Recuperado de: stock.adobe.com

Efectos de la radiación UV en la piel

En el ser humano, la exposición prolongada a la radiación UV proveniente del Sol puede producir efectos agudos y crónicos en la piel, los ojos y el sistema inmunitario, ya que se sabe que la energía de la radiación UV es capaz de romper enlaces de moléculas químicas y biológicas.

Los efectos se agravan de acuerdo con el tipo de radiación UV y el fototipo cutáneo.

Acercamiento de la piel quemada de una mujer por el sol. Por: New Africa. Recuperado de: stock.adobe.com



Daño provocado por UVA

La exposición prolongada a la radiación UVA, a pesar de no producir quemaduras solares, genera fotoenvejecimiento, caracterizándose por zonas de piel engrosada, sequedad cutánea, profundas arrugas y poros dilatados. Esto es resultado de la acumulación anormal de elastina debido a la alteración del material genético celular.

Otra de las manifestaciones propias de una piel fotoenvejecida es la aparición de manchas o zonas hiperpigmentadas debido a una alteración en los melanocitos.



Piel del escote con arrugas y manchas por el fotoenvejecimiento prematuro de la piel por tomar el sol. Por: Sofia. Recuperado de: stock.adobe.com



Manchas oscuras, pecas, hiperpigmentación (melasma o cloasma). Por lado2016. Recuperado de: stock.adobe.com



Primer plano de una quemadura solar en la espalda de una mujer. Por: marjan4782. Recuperado de: stock.adobe.com



Melanoma maligno en la cabeza de un hombre caucásico. Por: Lavizzara. Recuperado de: stock.adobe.com

Daño provocado por UVB

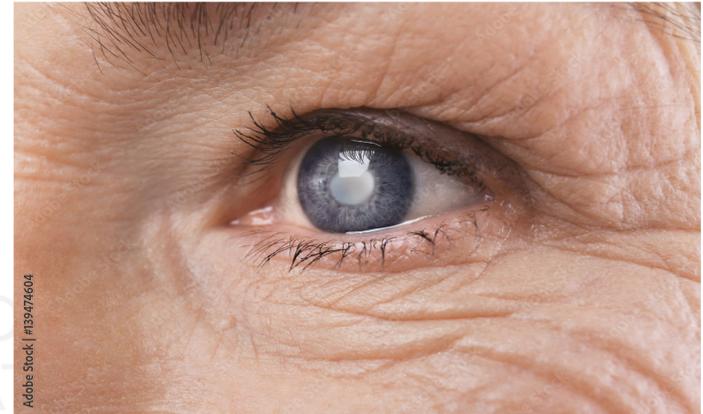
La exposición de la radiación UVB es capaz de ocasionar daños en la piel tan leves como una simple quemadura (eritema) solar, o de tal gravedad como mutaciones en el ADN de las células cutáneas que pueden derivar en el cáncer de piel debido a que esta radiación es absorbida por el ADN dérmico penetrando en las capas celulares más profundas de la epidermis.

Efectos de la radiación UV en los ojos

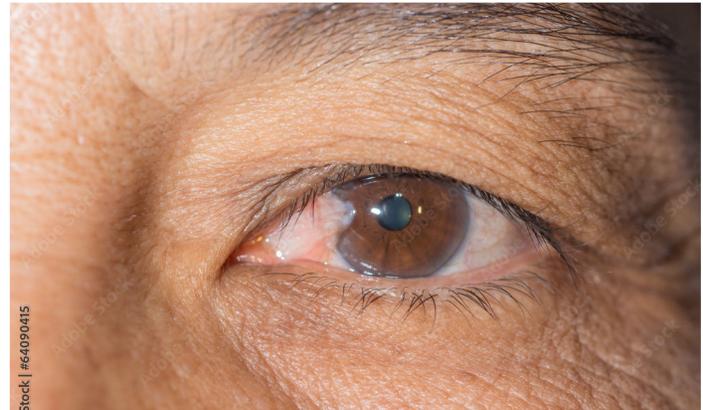
Cataratas: La radiación entra por la pupila y es enfocada por la córnea y el cristalino para luego ser proyectada en la retina. Si la radiación es muy intensa quema la retina, sin que produzca dolor inmediato. Esa región de la retina se ciega de forma irreversible.

Pterigios: Son crecimiento de tejido fibroso sobre la cornea.

La radiación UV también eleva el riesgo de que aparezcan otras lesiones como cáncer en los párpados y en la conjuntiva.



Primer plano de la cara de una mujer mayor con cataratas,. Por: Africa Studio. Recuperado de: stock.adobe.com



Pterigios. Por arztsamui. Recuperado de: stock.adobe.com

Reducción de la eficiencia del sistema inmunológico

Aumenta el riesgo de infecciones y disminuye la eficacia de las vacunas, ya que la radiación UVB actúa como agente inmunosupresor local, dañando a las células de Langerhans que son responsables de la presentación de antígenos en la epidermis.



Inmunosupresión. Por: CrazyCloud. Recuperado de: stock.adobe.com

Prevención de daños causados por UVA/UVB

La radiación UV es capaz de producir severos daños a la salud y es por ello que se han desarrollado protectores solares capaces de absorber, reflejar o dispersar la radiación UV para la protección de la piel.

Para mantener la salud ocular por exposición solar, se recomienda el uso de gafas filtrantes que cuenten con controles de calidad.

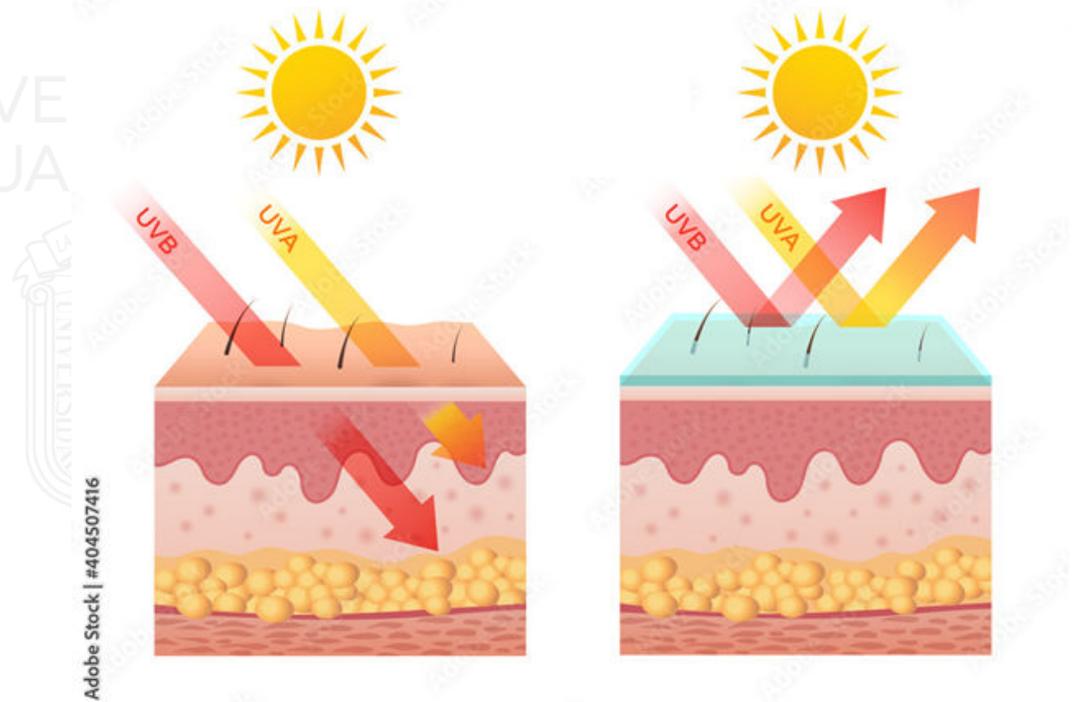


Fig. 17: Protección de la piel contra los rayos UV. Por: ONYXprj. Recuperado de: stock.adobe.com

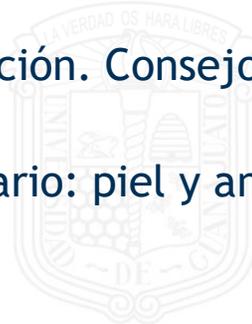
Conclusión

La piel nos permite interactuar con el mundo exterior, es por ello que es indispensable su cuidado para mantener el equilibrio interno del cuerpo. Sin embargo, cada día nos exponemos a la radiación UV proveniente del Sol que puede afectar gravemente los tejidos de la piel, por lo que es necesario la aplicación de formulaciones fotoprotectoras que aumenten el grado de protección ante la radiación UVA y UVB.

Muy bien, has llegado al final de la sesión 2. Te invitamos a que continúes con la siguiente sesión donde presentaremos el tema de fotoprotección para el cuidado de la piel.

Referencias bibliográficas

- Benavides, H. (2010). Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice y su pronóstico. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- González, L. (2003). Los efectos nocivos de la radiación solar y la forma de combatirlo. *Ámbito Farmacéutico*, 22(5), 68-76.
- Lorente, J. (2010). Curso de fotoprotección. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos
- Montalvo, C. (2018). Sistema tegumentario: piel y anexos (faneras). Universidad Nacional Autónoma de México.



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Sesión 3. Fotoprotección

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Contenido de la sesión 3

- **Fotoprotección**

- **Factor de protección solar (FPS)**

 - Medición del FPS

- **Protectores solares**

 - Ingredientes activos

 - Desventajas de los fotoprotectores físicos y químicos

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO





En la sesión anterior pudimos conocer algunos de los efectos nocivos de la radiación ultravioleta en la piel, por lo que en ésta sesión aprenderemos más sobre los compuestos activos de los fotoprotectores, el factor de protección solar y las formulaciones fotoprotectoras.

Montañas con rayo crepuscular. Por: Min An. Recuperado de: pexels.com

Fotoprotección

Se entiende por fotoprotección a aquellas acciones que tienen como objetivo la prevención del daño cutáneo producido por la exposición a la radiación UV, ya sea limitando su tiempo de exposición o con el uso de protectores solares capaces de bloquear las longitudes de onda de estas radiaciones y actuar como un filtro.



Puesta del sol. Por: Geralt. Recuperado de: stock.adobe.com

Factor de protección solar (FPS)



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO

El FPS está relacionado con el tiempo que podemos permanecer expuesto al sol hasta la aparición del eritema con la piel protegida en comparación con la piel sin protección.

Eritema cutáneo. Por: Abandonian. Recuperado de:
stock.adobe.com

Los organismos reguladores de diferentes países emplean criterios ligeramente distintos para determinar el FPS y clasificar el nivel de protección de los fotoprotectores.

MÉTODOS	FDA (ESTÁNDAR DE ESTADOS UNIDOS)	DIN 67501 (BORRADOR 1995/1996)	COLIPA (MÉTODO EUROPEO)
Número de individuos valorados	20	Según el método estadístico, de 10 a máximo 20	Según el método estadístico, de 10 a máximo 20
Superficie irradiada y localización	30 cm ² de espalda	35 cm ² de espalda ≥	35 cm ² de espalda
Tipos de piel	I, II, III	I, II, III, IV	I, II, III, así como los tipos de piel con valores colorimétricos de CIE° ≥ 28°
Cantidad aplicada	2 mg/cm ²	2,0 ± 0,1 mg/cm ²	2,0 ± 0,04 mg/cm ²
Período de irradiación activa	15 min	15 ± 5 min	15 m
Inspección al cabo de...	16-24 h	20 ± 4 h	20 ± 4 h
Estándares SPF	<ul style="list-style-type: none"> • SPF bajo: 4,0 ± 0,7 • SPF alto: 9,8 ± 15,0 	<ul style="list-style-type: none"> • P1: estándar europeo igual al SPF 3,4-4,8 • P3: estándar europeo igual al SPF 11,0-18,0 	<ul style="list-style-type: none"> • P1: estándar bajo (SPF 4,0-4,4) • P2: estándar alto (SPF 11,5-13,9), si es necesario sustituir por P3 • P3: estándar alto (SPF 14,0-17,0)
Espectro del simulador solar	Continuo de tipo solar de 290 a 400 nm	Continuo de tipo solar de 290 a 400 nm	Continuo de tipo solar de 290 a 400 nm
Umbral MED (duración de la irradiación)		≥ 15 s	20-180 s
Recomendación para el etiquetado del producto	<ul style="list-style-type: none"> • 2-4 mínimo • 5-7 moderado • 8-11 elevado • 12-20 muy elevado • ≥ 20 ultraelevado 	<ul style="list-style-type: none"> • 2-4 mínimo • 5-8 moderado • 9-14 elevado • > 15 muy elevado 	

Criterios de evaluación para la valoración de productos bloqueadores solares según los métodos FDA, DIN y COLIPA. Por: Cristina Batlle.
Recuperado de: Factor de protección solar.

Nivel de fotoprotección (COLIPA)

El sistema COLIPA es probablemente el más usado y clasifica el nivel de fotoprotección de acuerdo al FPS frente a UVB.

Protección baja: 2,4 o 6 FPS

Protección media: 8, 10 o 12 FPS

Protección alta: 15, 20 o 25 FPS

Protección muy alta: 30, 40 o 50 FPS

Protección ultra: mayor a 50 FPS



Protectores solares con distintos FPS. Por: O-che. Recuperado de: stock.adobe.com

Protectores solares



Persona vertiendo protector solar en sus manos. Por: Moose Photos. Recuperado de: pexels.com

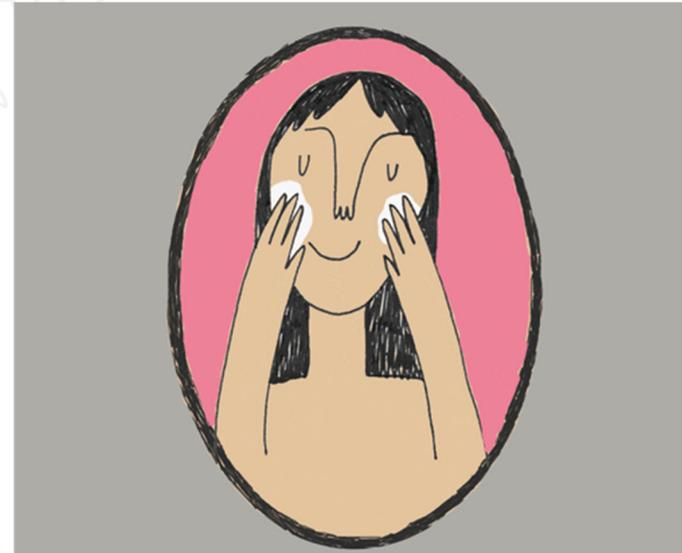
Los **protectores solares** son cosméticos que tienen la finalidad la proteger a la piel humana de los efectos nocivos del sol.

Para ello incorporan ingredientes activos que tienen la propiedad de reflejar, absorber o dispersar los rayos solares, de modo que permiten una exposición solar más prolongada y con menor riesgo actuando frente a las radiaciones UVB y UVA.

Los protectores solares deben carecer de toxicidad aguda o crónica, no causar irritación u otra reacción sensibilizante; además de ser compatibles con otros componentes de la formulación y estabilidad al calor, humedad, luz intensa y el pH de la piel.

Se pueden clasificar en: UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Filtros físicos: son opacos a la radiación solar, lo que les permite reflejar la luz y absorberla simultáneamente. Se utilizan para evitar el bronceado y el eritema cutáneo. Tienen una textura espesa y blanquecina que resulta poco agradable en pieles grasas, pero su aplicación no suele presentar efectos adversos.



*Protector solar con óxido de zinc. Por: Joanramone.
Recuperado de: giphy.com*



Filtros químicos: son capaces de absorber radiación UV impidiendo la transmisión de la radiación a los tejidos subyacentes. Tienen una textura más ligera.

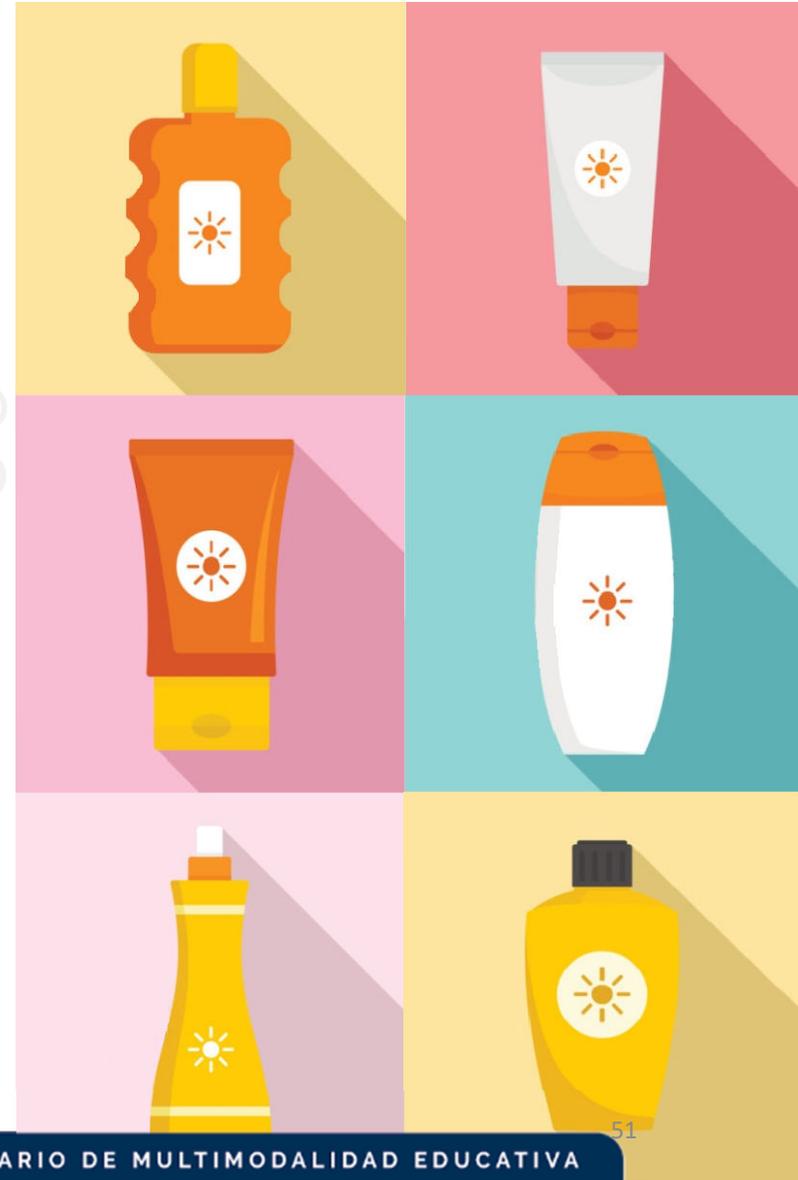
Filtros biológicos: son moléculas con propiedades antioxidantes como el ácido ascórbico o compuestos fenólicos y sus derivados. Debido a su naturaleza, son capaces de detener los radicales libres responsables del envejecimiento cutáneo y del cáncer fotoinducido.

Protector solar. Por: Sora Shimazaki. Recuperado de: pexels.com

Ingredientes activos

Los protectores solares contienen ingredientes activos con amplio espectro de acción capaces de bloquear la radiación UV.

Los ingredientes activos comúnmente encontrados en fotoprotectores comerciales se pueden clasificar según la radiación UV que bloquean.



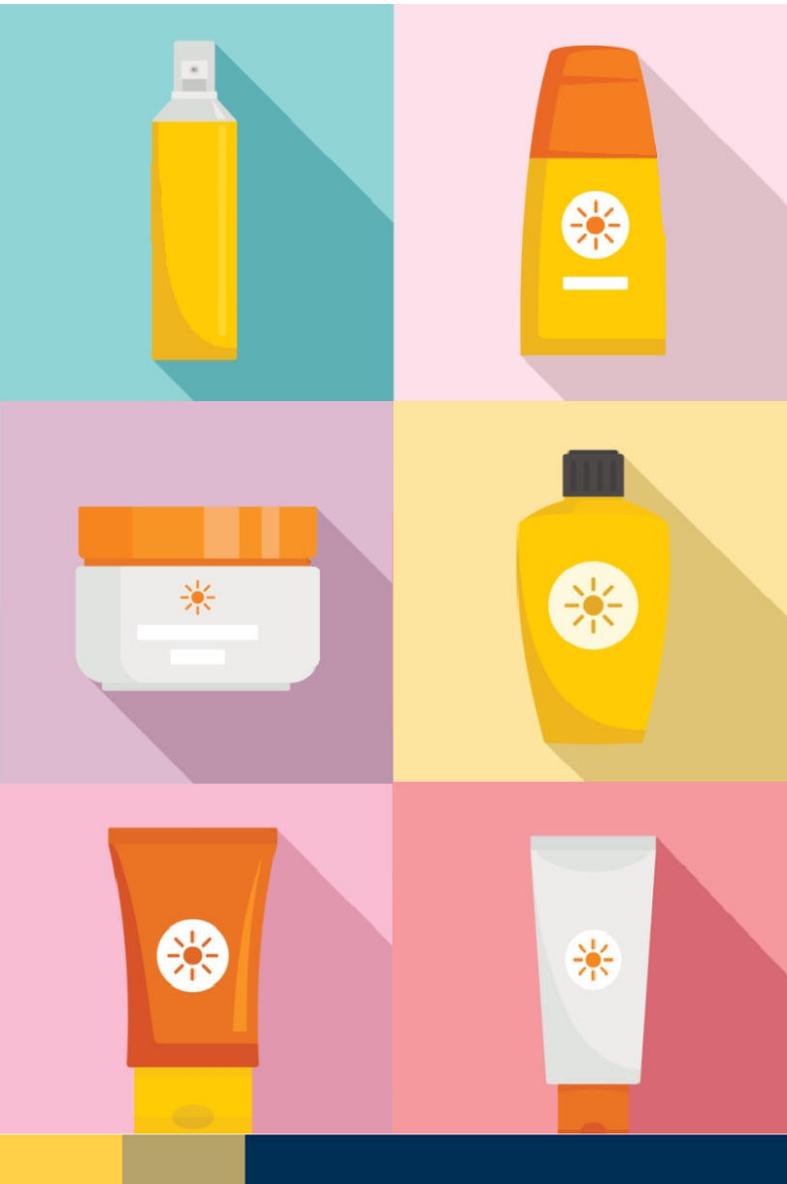
Protección solar cosmética. Por: Vector. Recuperado de:
[stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

Compuestos físicos

Los fotoprotectores físicos contienen dióxido de titanio u óxido de zinc; dispersan, reflejan y absorben la radiación UVB y UVA hasta 380 nm; además de proteger contra la radiación infrarroja. Son fotoestables aun después de la exposición solar, y poseen poco potencial alergénico y de sensibilización.



*Protector solar en la piel de una niña Por: yanadjan.
Recuperado de: stock.adobe.com*



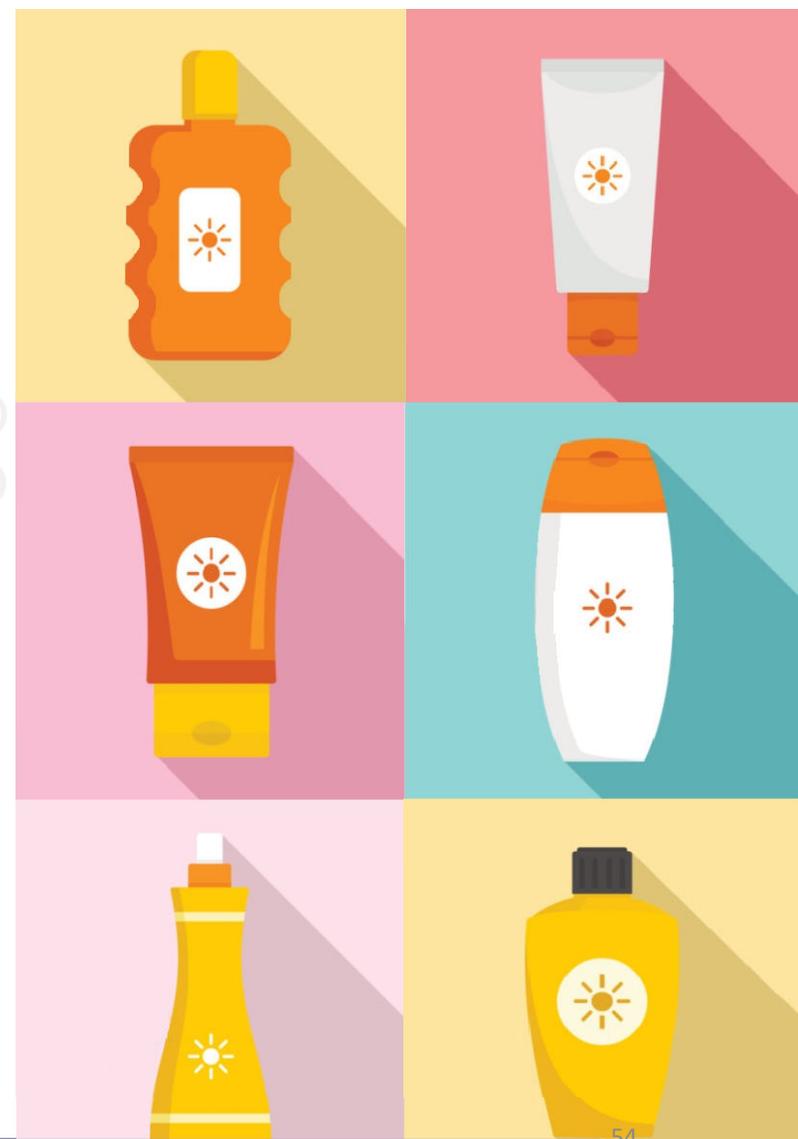
Compuestos químicos que bloquean la radiación UVB

- *Derivados de aminobenzonas* como padimato-O. Tiene un perfil de protección de 300-310 nm.
- *Cinamatos* como el octinoxato. Es el compuesto para absorción UVB más utilizado y más potente (con un rango de absorción de 270-328 nm).
- El *octocrileno* cubre un espectro de 290-360 nm, por lo que es altamente utilizado en formulaciones.
- *Salicilatos y sus derivados*. Se consideran débiles absorbentes de UVB, pero con un excelente perfil de seguridad ya que no son capaces de penetrar el estrato corneo.

Compuestos químicos que bloquean la radiación UVA

- *Benzofenonas* como la oxibenzona tiene un amplio espectro de absorción que va desde 270 nm-350 nm.
- La *avobenzona* es otro de los filtros más populares, tiene un rango de 310-400 nm, por lo que es capaz de abarcar también parte del espectro UVB.
- El *ecamsule* es fotoestable y resistente al agua, además de absorber longitudes de 290-390 nm, teniendo un mayor rango de absorción en UVA.

Protección solar cosmética. Por: Vector. Recuperado de: stock.adobe.com



Desventajas de los fotoprotectores físicos y químicos

A pesar de los múltiples beneficios de los protectores solares convencionales, se han reportado efectos secundarios adversos debido a que sus compuestos activos pueden afectar la salud de las personas.

- La inhalación de filtros físicos puede ocasionar inflamación, cáncer e incluso daño a nivel del ADN.
- La aminobenzona presente en algunas fórmulas es potencialmente carcinógena, ocasiona dermatitis, fototoxicidad y manchas en la ropa.



Síntomas de alergia. Por: New Africa. Recuperado de: stock.adobe.com

- El octinoxato es incompatible con la avobenzona, comprometiendo su capacidad fotoprotectora.
- El octocrileno es un producto de escasa sustentividad y pierde su efecto con el agua y el sudor.
- Los derivados de las benzofenonas son absorbidos por la piel, aumentando el riesgo de toxicidad sistémica.
- La avobenzona es un compuesto muy fotolábil capaz de perder entre el 40 y 90% de su efectividad después de una hora de exposición solar.
- El ecamsule puede ocasionar reacciones alérgicas.

Inflamación cutánea. Por: Jtasphoto. Recuperado de: pexels.com



Conclusión

La piel requiere de una protección adecuada para combatir la radiación UV a la que día a día estamos expuestos. Los protectores solares cumplen esta función absorbiendo, reflejando o dispersando la radiación solar. Sin embargo, algunas personas presentan efectos adversos tras su aplicación, por lo que se deben de buscar otras alternativas para enfrentar esta problemática.

En la siguiente sesión abarcaremos el uso de sustancias naturales con actividad fotoprotectora.

Referencias bibliográficas

- Arellano, I., Alcalá, D., Barba, J., Carlos, B., et al. (2014). Recomendaciones clínicas para la fotoprotección en México. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 12(4), 246-256.
- Batlle, C. (2005). Factor de protección solar. *Ámbito Farmacéutico*, 24(6), 65-72.
- Duro Mota, E., Campillos Páez, M. T., & Causín Serrano, S. (2003). El sol y los filtros solares. *Medifam*, 13(3). <https://doi.org/10.4321/s1131-57682003000300005>
- Garrote, A., & Bonet, R. (2008). Fotoprotección Factores de protección y filtros solares. *Ámbito Farmacéutico*, 27(5), 63-72.
- González, L. (2003). Los efectos nocivos de la radiación solar y la forma de combatirlo. *Ámbito Farmacéutico*, 22(5), 68-76.
- Marin, D., & del Pozo, A. (2005). Filtros solares. Características, tipos y requerimientos. *Farmacia práctica*, 4(9), 175-178.

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Sesión 4. Extractos naturales con actividad fotoprotectora

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Contenido de la sesión 4

- **Fotoprotectores con extractos vegetales**
- **Biomoléculas con actividad fotoprotectora**





Aunque efectivos, los protectores solares químicos y físicos pueden producir efectos negativos en las personas y el ambiente.

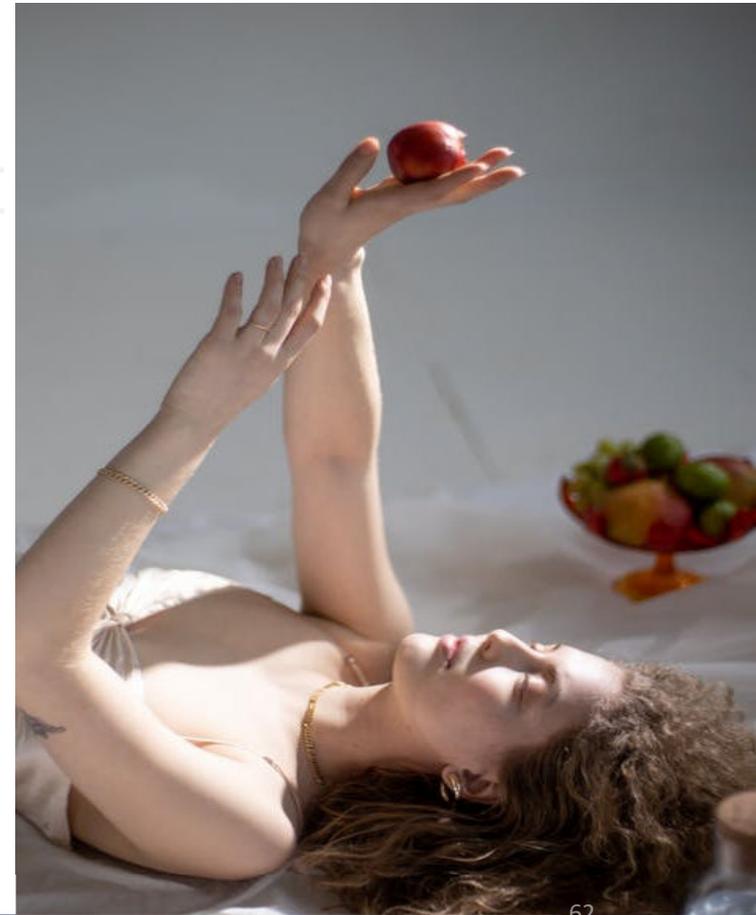
En esta sesión, analizaremos el uso de extractos naturales que podrían reemplazar o potenciar a los filtros químicos y físicos en formulaciones fotoprotectoras.

Cítricos. Por: Cup of couple. Recuperado de: pexels.com

Fotoprotectores con extractos vegetales

El uso de extractos de frutas, vegetales y plantas en protectores solares ha crecido debido a la acción fotoprotectora identificada en varias especies, a su amplio rango de acción y a su inocuidad.

Fotoprotección vegetal. Por: Jill Burrow. Recuperado de: pexels.com





Crema a base de naranja. Por: Anna Shvets. Recuperado de: pexels.com

Ventajas de los extractos vegetales

Sus **metabolitos secundarios** tienen *estructuras químicas similares* a los filtros químicos con alto potencial fotoprotector.

Hay una gran *variedad de biomoléculas activas*, dando como resultado un **amplio espectro de absorción UV**.

Pueden ser **sustitutos o potenciadores de filtros químicos y físicos**.

Muchas biomoléculas son retenidas en la superficie de la piel, y **no existe riesgo de absorción y toxicidad sistémica.**

Los compuestos biológicos **pueden usarse de manera tópica u oral.** Su consumo tiene múltiples beneficios, como el fortalecimiento del sistema inmune y la reparación del daño celular causado por la radiación UV.

Niño ingiriendo una naranja. Por: Ketut Subiyanto. Recuperado de: pexels.com





Biomoléculas con actividad fotoprotectora

Aunque muchos compuestos pueden contrarrestar el daño causado por la exposición solar, los **polifenoles** y **flavonoides** destacan por su alta capacidad fotoprotectora que aumenta el factor de protección solar (FPS) de los fotoprotectores químicos; además disminuir la penetración de la radiación UVB en la piel y de tener una alta capacidad antioxidante que reduce el daño oxidativo.

Vista superior de rodajas de cítricos. Por: Lena Khрупina. Recuperado de: pexels.com

Algunas de las mejores fuentes naturales de biomoléculas con actividad fotoprotectora son:



Tumbo (*Passiflora quadrangularis*)

Posee flavonoides como *quercetina*, *orientina* y *vitexina*, los cuales aumentan su actividad antioxidante ante la exposición de UVB. Su uso en fotoprotectores alcanza un FPS de 30 y en conjunto con otros compuestos hasta de 40.

Passiflora quadrangularis. Por: Fibonacci. CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=577928>.
Recuperado de: commons.wikimedia.org

Espinaca (*Spinacia oleracea*)

La actividad fotoprotectora de esta planta está determinada por polifenoles como *glucurónidos*, confiriéndole también propiedades antiinflamatorias, antimutagénicas y anticancerígenas. Su extracto alcanza un FPS de 8 y combinado con filtros químicos alcanza un FPS de 28.



Espinacas empacada en hoja. Por: Quadell. CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63067>. Recuperado de: commons.wikimedia.org



Curuba (*Passiflora mollisima*)

Esta fruta tiene un alta capacidad antioxidante gracias a su elevado contenido en polifenoles, como *catequinas*, *orientina*, *isoorientina*, *vitexina* e *isovi-texina*. Se ha reportado que su uso en protectores solares puede llegar a un FPS de 14.

Curuba. Por: Fibonacci. CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=577928>.
Recuperado de: commons.wikimedia.org

Maracuyá (*Passiflora edulis*)

Posee compuestos fenólicos en forma de pigmentos amarillos, rojos o morados que le confiere absorción de la radiación UV. El extracto de este fruto alcanza un FPS de 14.



Maracuyá amarilla (interior). CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52711>
Recuperado de: commons.wikimedia.org



Fragaria vesca pseudocarp.. Por: Gmihail. CC BY-SA 3.0 rs,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=82259468>
Recuperado de: commons.wikimedia.org

Fresa (*Fragaria vesca* L.)

En su composición encontramos flavonoides como *kaempferol*, *quercetina* y *miricetina*; además de pigmentos rojos. Su uso en conjunto con protectores químicos da un FPS de 12.

Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

La *quercetina* es el flavonoide de mayor contenido en el fruto, además de antocianinas que le dan su pigmentación roja. Su extracto alcanza un FPS de 7.12 y en conjunto con fotoprotectores químicos alcanza un FPS de 9.5.



Arándanos rojos. Por: Cjboffoli Trabajo propio, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12468957>
Recuperado de: commons.wikimedia.org



Frutos de tuna. Por: Edgar Amador Espinoza M. Recuperado de: commons.wikimedia.org

Tuna (*Opuntia ficus-indica*)

Tiene un alto contenido de ácido ascórbico y flavonoides como la *quercetina*, los cuales tienen actividad fotoprotectora por sí mismos o pueden potenciar la acción de los filtros químicos. Su extracto alcanza un FPS de 6.2 y combinado con protectores químicos aumenta a 7.6.

Maca (*Vaccinium corymbosum* L.)

Posee flavonoides como *quercetina*, *rutina*, *miricetina* y *kaempferol* que le dan una alta capacidad antioxidante. Su extracto alcanza un FPS de 5.5 y en conjunto con fotoprotectores químicos sube a 6.8.



Frutos de la maca. Por: Vahe Martirosyan. Recuperado de: flickr.com

Conclusión

Los compuestos biológicos presentes en algunas frutas, vegetales y plantas tienen una actividad fotoprotectora comparable con la de los fotoprotectores químicos y físicos. Al combinar extractos naturales fotoactivos con compuestos físicos y químicos frecuentemente aumenta el FPS y la fotoestabilidad de la formulación, además de añadir propiedades antioxidantes y otros beneficios. Estos beneficios también son ambientales, ya que los extractos naturales requieren procesos de extracción hidroalcohólicos que son más amigables con el ambiente; incluso en algunos casos la materia prima es el bagazo o residuos del fruto, lo que ofrece una alternativa ecológica para su uso.

En la sesión final, veremos las perspectivas futuras de los fotoprotectores con extractos naturales.

Referencias bibliográficas

- Arruda, R., Garcia, N., Souza, N., Silva, F., Arruda, E., Conceição, E. (2021). Natural photoprotectors: A literature review. *Research, Society and Development*. 10(5).
- Fuentes, L. (2019). Las plantas como fuente de compuestos fotoprotectores frente al daño en el ADN producido por la radiación ultravioleta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*
- Martinez R., & Myriam A. (2019). Formulación y control de calidad de un fotoprotector a base de badea (*Passiflora quadrangularis*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Moya, T., & Osorio, R. (2017). Actividad fotoprotectora de formulación tópica a base del extracto hidroalcohólico de *Fragaria vesca* L. (fresa). Universidad Nacional de San Marcos
- Ruiz, R., & Sifuentes, K. (2018). Evaluación in vitro de la fotoprotección del extracto de las hojas de *Passiflora edulis* “maracuyá”. Evaluación in vitro de la fotoprotección del extracto de las hojas de *Passiflora edulis* “maracuyá”
- Stevanato, R., Bertelle, M., & Fabris, S. (2014). Photoprotective characteristics of natural antioxidant polyphenols. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 69(1), 71-77.

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Curso “Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales”

Sesión 5. Perspectiva a futuro de los protectores solares con extractos naturales

Lucero Alejandra Gonzalez Tejeda
Sofía Michelle Sepúlveda Soria

Luis Fernando Villaseñor Villagómez
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Contenido de la sesión 5

- Sinergia entre biomoléculas con actividad fotoprotectora
- Sinergia entre biomoléculas fotoactivas y protectores convencionales
- El futuro de los fotoprotectores biológicos

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



En esta última sesión, abordaremos la capacidad que presentan las biomoléculas fotoactivas para combinarse entre sí, y potenciar sus capacidades. También veremos la perspectiva a futuro de los compuestos vegetales en la elaboración de protectores solares.

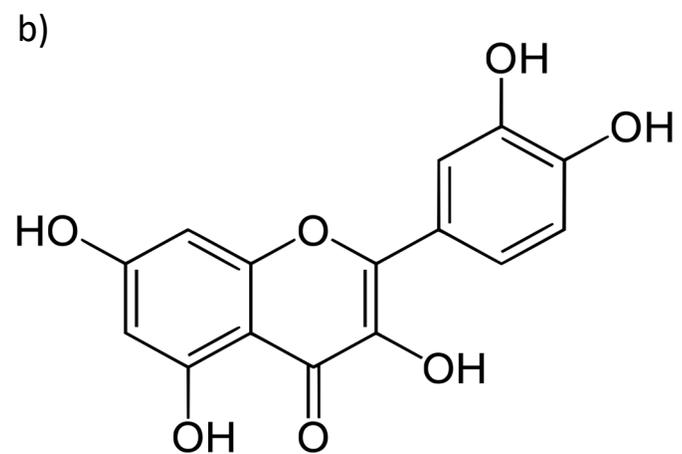
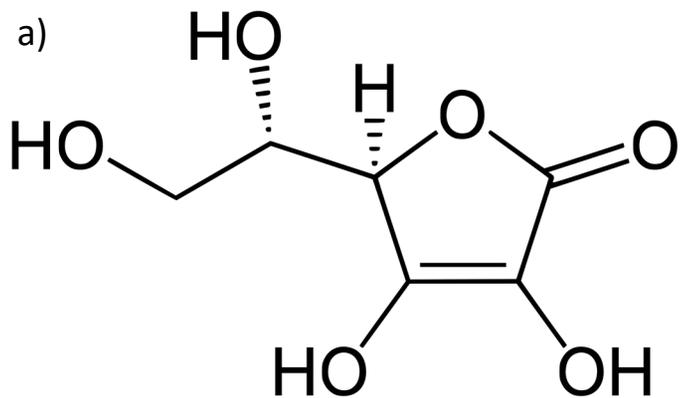
*Mujer sama con protección solar tradicional. Por: Erik Abrahamsson. CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36747788>
Recuperado de: commons.wikimedia.org*



Sinergia entre biomoléculas con actividad fotoprotectora

Las biomoléculas en los extractos vegetales tienen una alta capacidad antioxidante debido a la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales gracias a su estructura química son capaces de proveer protección frente a la radiación UV y mejoran la acción de los filtros químicos y físicos.

Algunas biomoléculas presentan múltiples capacidades fotoprotectoras ya que aumentan el FPS, mejoran la fotoestabilidad, disminuyen el daño ocasionado por la radiación UV, entre otros; por lo que la combinación de diferentes compuestos biológicos puede ampliar sus capacidades fotoprotectoras.

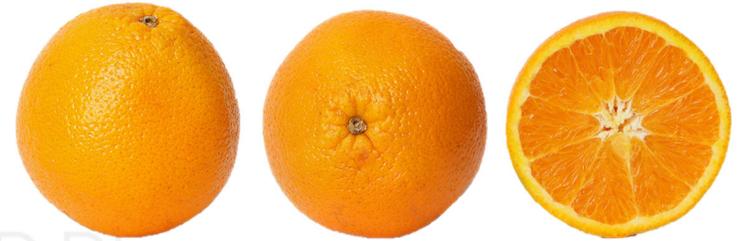


Por ejemplo, el uso de flavonoides como la **quercetina** contribuye a la actividad fotoprotectora mejorando el aspecto y elasticidad de la piel, además de potenciar el subsistema inmunológico cutáneo debido a la presencia de *tocoferol* o *ácido ascórbico*.

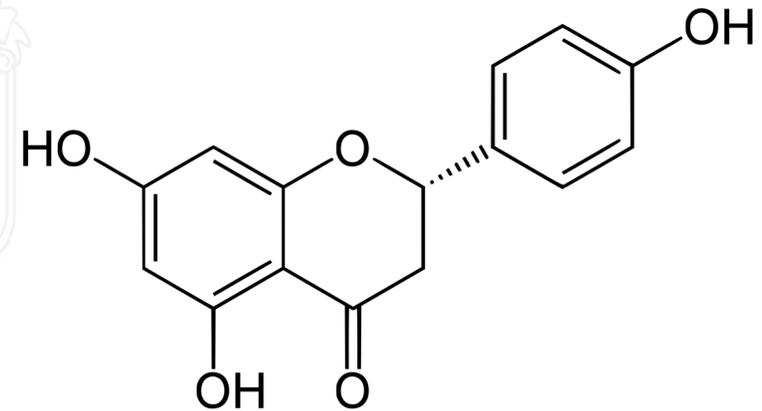
a) Ácido ascórbico y b) quercetina. Por: Yikrazuul. Recuperado de: commons.wikimedia.org

La *naringenina* es un flavonoide presente en frutos como naranjas con múltiples beneficios fotoprotectores, como la reparación del daño celular ocasionado por exposición a UVB e inhibición de la apoptosis prematura.

Sin embargo, este extracto no posee un FPS relevante por sí sólo; además bajo condiciones particulares puede tener acciones pro-oxidantes. Así que se recomienda su uso en combinación con otras biomoléculas.



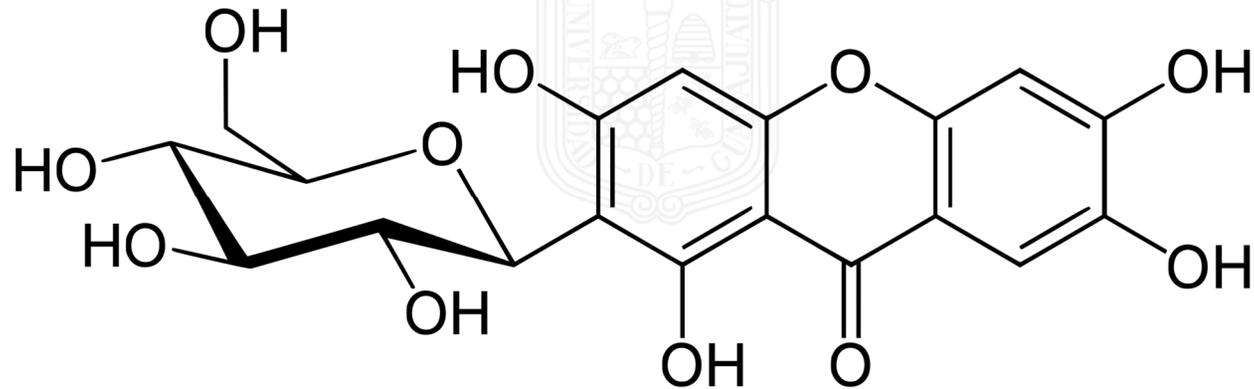
Vista de una naranja y su corte transversal. Por: fir0002.
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=576539>
7. Recuperado de: commons.wikimedia.org



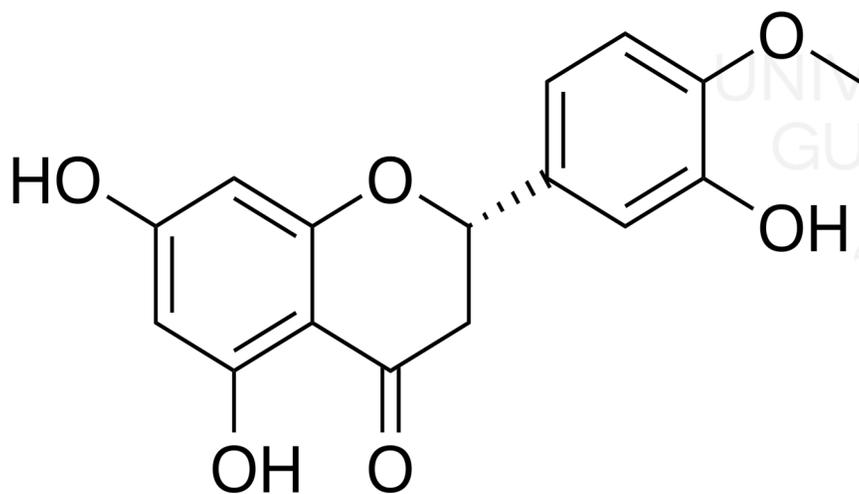
Naringenina. Por: Yikrazuul. Recuperado de:
commons.wikimedia.org

La *mangiferina* es un compuesto presente en mangos que puede inhibir el edema cutáneo ocasionado por UVB, la formación de arrugas y la pérdida de fibras de colágeno.

La acción combinada de la mangiferina con naringenina es positiva ya que el conjunto se fotoestabiliza por la alta capacidad antioxidante de la mangiferina.



Estructura química de la mangiferina. Por: Yikrazuul. Recuperado de: commons.wikimedia.org



Otro compuesto con el que actúa sinérgicamente la *naringenina* es la **hesperetina**, la cual es un flavonoide que se encuentra en muchos cítricos.

Su acción conjunta aumenta la síntesis del colágeno, inhibe la expresión de enzimas degradadoras de éste y reduce la senescencia celular.

Hesperetina. Por: Krakatit. Recuperado de: commons.wikimedia.org

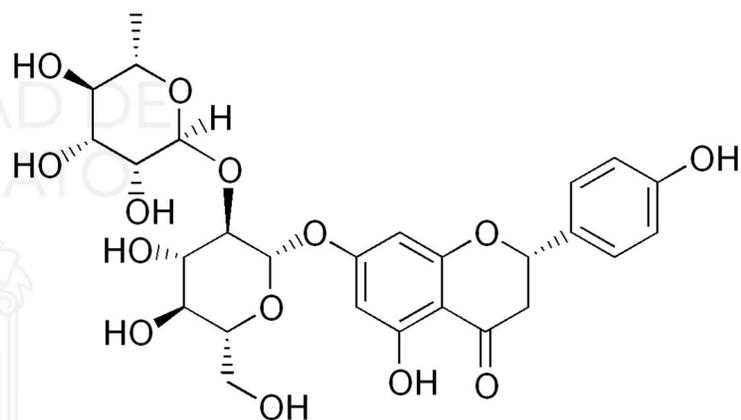


Sinergia entre biomoléculas fotoactivas y filtros convencionales

Diversos estudios han demostrado el mejoramiento de las fórmulas fotoprotectoras con la adición de extractos naturales que contienen biomoléculas fotoactivas, generando no sólo un incremento en el FPS, sino también otros beneficios asociados a la fotoprotección.

Filtros solares físicos como el *óxido de zinc* y *dióxido de titanio* pueden generar especies reactivas de oxígeno que dañan las células debido a su degradación por la exposición prolongada a la radiación UV.

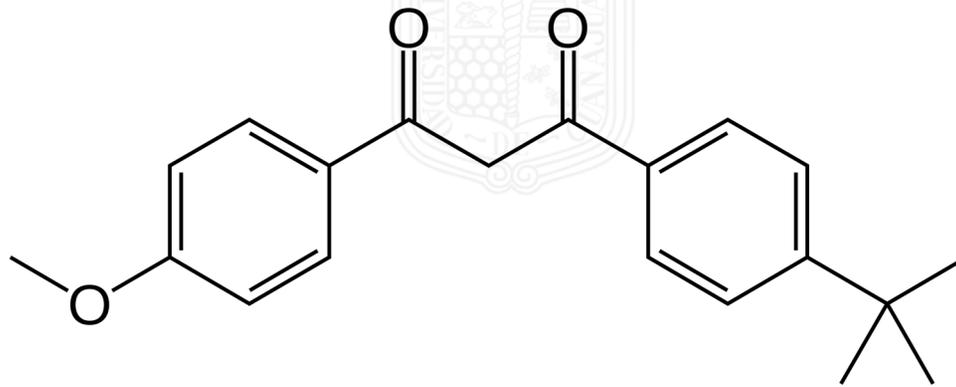
Sin embargo, la *naringenina* ha demostrado su capacidad de fotoestabilizar estos compuestos, además de alargar su tiempo de retención en la piel, evitando la absorción sistémica.



Naringina. Por: Edgar81. Recuperado de:
commons.wikimedia.org

La *avobenzona*, uno de los principales compuestos de los fotoprotectores químicos, se degrada bajo con la radiación UV y genera productos potencialmente tóxicos al interactuar con el sudor o sebo.

Para contrarrestar estos efectos se ha propuesto combinarla con *octocrileno*, otro filtro químico muy común. Sin embargo, se ha descubierto que puede producir reacciones fotoalérgicas y no estabiliza correctamente los radicales libres de la avobenzona.



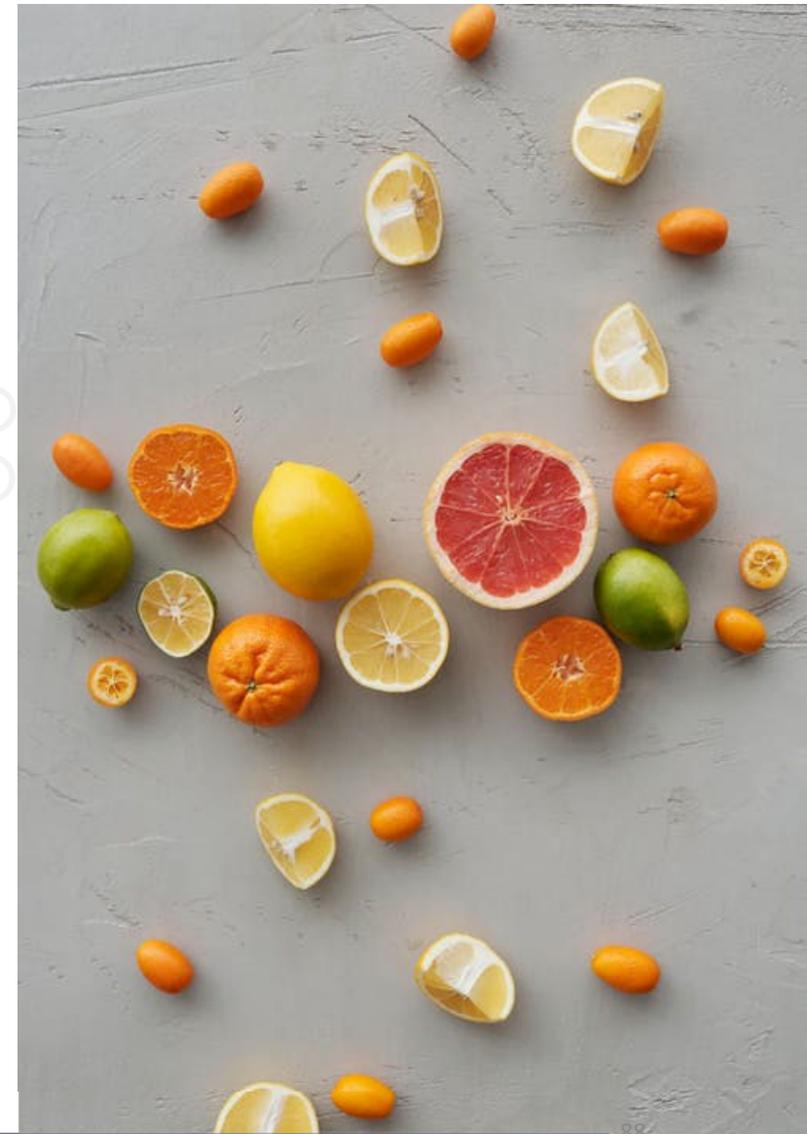
Estructura química de la avobenzona. Por: Fvasconcellos. Recuperado de: commons.wikimedia.org



Compuestos flavonoides como la *mangiferina* fotoestabilizan a la avobenzona y el octocrileno debido a su elevada capacidad antioxidante, además de disminuir el potencial fototóxico que estos compuestos químicos presentan por sí mismos.

El futuro de los fotoprotectores biológicos

Aunque hace falta más investigación para mejorar la eficacia de los fotoprotectores biológicos, es innegable que los extractos naturales con polifenoles y flavonoides pueden tener una actividad fotoprotectora comparable con la de los protectores físicos y químicos, pero con menos efectos secundarios para la salud.





Cuidado de la piel con compuestos vegetales. Por: Shauna Camps. Recuperado de: pexels.com

Además, los fotoprotectores biológicos requieren menos químicos en su elaboración y plantean la posibilidad de usar biomoléculas fotoactivas provenientes de residuos de frutas y vegetales, por lo que su empleo tiene un impacto económico y ecológico positivo al darle valor a un material residual y disminuir la cantidad de desechos y compuestos sintéticos difíciles de degradar, lo que implica una producción más rentable y sustentable.

Conclusiones finales

Resulta de suma importancia que las personas nos protejamos de la radiación UV proveniente del sol para evitar patologías que pongan en riesgo nuestra salud y nuestra vida. Por esta razón, es muy recomendable el uso de protectores solares eficaces, pero también seguros, ecológicos y accesibles. En este sentido, los fotoprotectores biológicos prometen traer grandes ventajas y beneficios en el futuro cercano. Aún hace falta más investigación sobre biomoléculas con fotoactividad y para mejorar la eficiencia, estabilidad y aspectos cosméticos de los fotoprotectores biológicos. Sin embargo, la evidencia actual indica que los extractos naturales con biomoléculas fotoactivas podrían potenciar y en algunos casos sustituir a los fotoprotectores físicos y químicos.

Has llegado al final de este curso, ¡Te felicitamos por tu esfuerzo!

Referencias bibliográficas

- Bae, J. T., Ko, H. J., Kim, G. B., Pyo, H. B., & Lee, G. S. (2012). Protective Effects of Fermented Citrus Unshiu Peel Extract against Ultraviolet-A-induced Photoageing in Human Dermal Fibroblasts. *Phytotherapy Research*, 26(12), 1851-1856.
- Gollavilli, H., Hegde, A. R., Managuli, R. S., Bhaskar, K. V., Dengale, S. J., Reddy, M. S., Kalthur, G., & Mutalik, S. (2020). Naringin nano-ethosomal novel sunscreen creams: Development and performance evaluation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 193, 111122.
- Huamani, R., & Santos, I. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante y fotoprotectora in vitro de la cremagel elaborado con extracto acuoso de la cáscara de la variedad amarilla del fruto de opuntia ficus-indica (tuna). Universidad Inca Garcilaso de la Vega
- Kawakami, C. M., & Gaspar, L. R. (2015). Mangiferin and naringenin affect the photostability and phototoxicity of sunscreens containing avobenzene. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 151, 239-247
- Yoshizaki, N., Fujii, T., Masaki, H., Okubo, T., Shimada, K., & Hashizume, R. (2014). Orange peel extract, containing high levels of polymethoxyflavonoid, suppressed UVB-induced COX-2 expression and PGE2 production in HaCaT cells through PPAR- γ activation. *Experimental Dermatology*, 23, 18-22.

GRACIAS

