

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



XXVII

de Verano  
La Ciencia

Universidad de Guanajuato



Curso Digital

## “Alternativas para la protección solar de la piel”

Mariana Susana Gutiérrez Chávez  
María Guadalupe Jiménez Perea

Jennifer López Muñiz  
Estefanía Guadalupe Tovar García

Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

# Objetivo del curso

Analizar las biomoléculas con capacidad para bloquear la radiación ultravioleta proveniente del sol; así como los efectos de combinar distintos compuestos activos en una formulación fotoprotectora.



# Contenido del curso

**Sesión 1.** Radiación solar

**Sesión 2.** Efectos de la radiación solar en la piel

**Sesión 3.** Fotoprotección de la piel

**Sesión 4.** Biomoléculas con actividad fotoprotectora



# Curso “Alternativas para la protección solar de la piel”

## **Sesión 1. Radiación solar**

Mariana Susana Gutiérrez Chávez  
María Guadalupe Jiménez Perea  
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

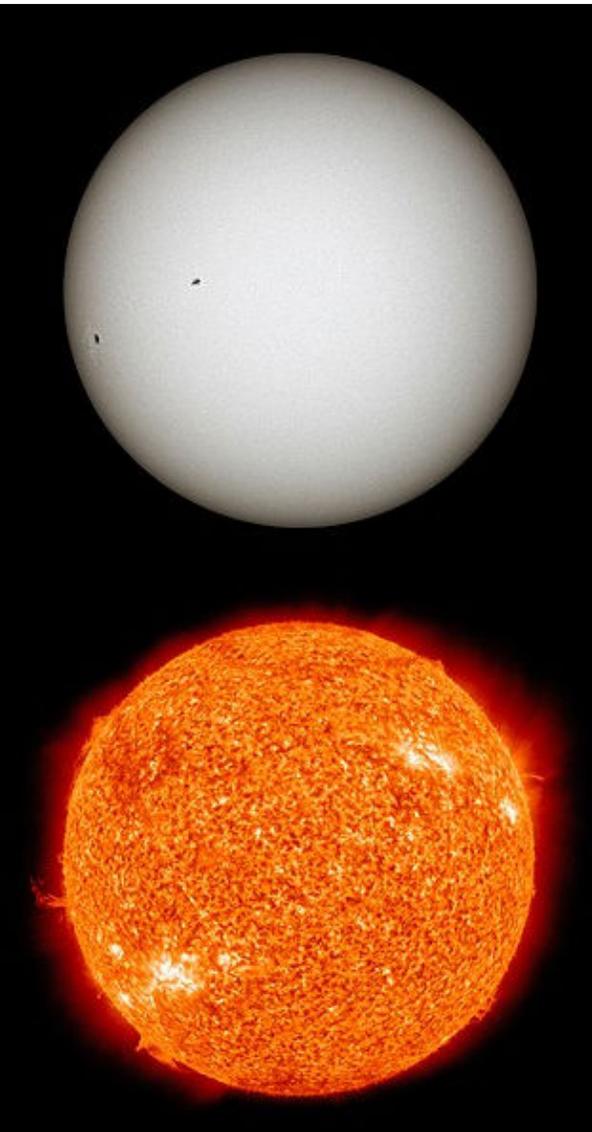
Jennifer López Muñiz  
Estefanía Guadalupe Tovar García

# Contenido de la sesión 1

- Radiación solar
- Tipos de radiación solar
- Espectro electromagnético
- Radiación ultravioleta
- Atmósfera terrestre

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO





## Radiación solar

El Sol es una estrella que desprende energía que se propaga por el sistema solar. Esta es la fuente primaria de energía en la Tierra.

La radiación solar que llega a la Tierra, impacta de manera directa o difusa.

*The Sun in white light. Por: Matúš Motlo. Recuperado de: [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org)*

*The Sun by the Atmospheric Imaging Assembly of NASA's Solar Dynamics Observatory. Por: NASA/SDO (AIA).  
Recuperado de [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org)*

# Tipos de radiación

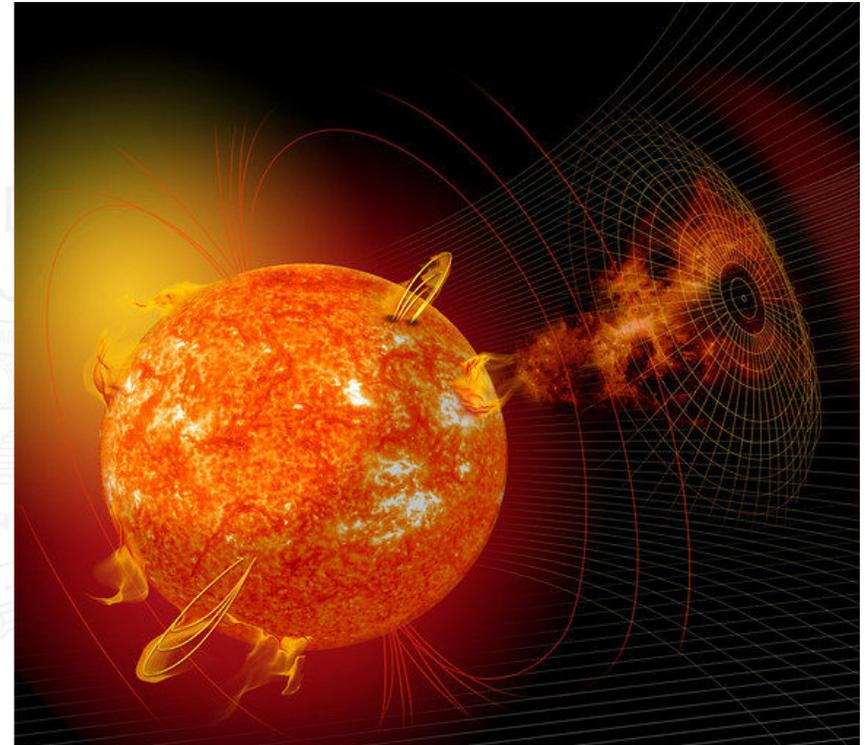
Diversos procesos atenúan la intensidad de la radiación que llega a la tierra, como lo son la absorción selectiva, la dispersión molecular y la dispersión y absorción por aerosoles.

## Radiación directa

Una parte de la radiación que procede del Sol y de la zona circunsolar mantiene su dirección.

## Radiación difusa

Esta es dispersada por el aire y las nubes y pierde la dirección definida.



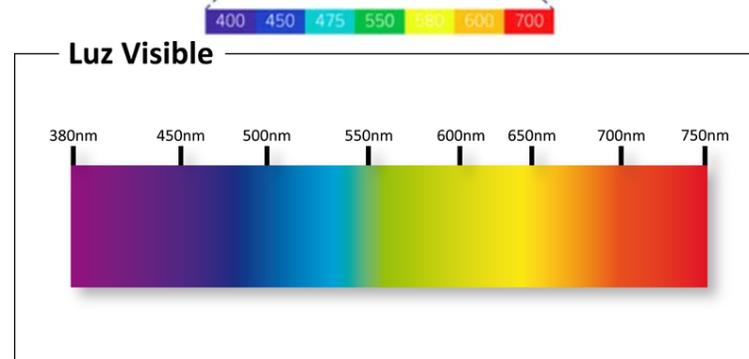
*Storms From the Sun. Por: NASA Goddard Photo and VideoRecuperado de wordpress.org*

# Espectro electromagnético

Es una forma de clasificar a las ondas electromagnéticas y está dividido en diferentes regiones. El Sol emite energía en todo el espectro, principalmente en la región ultravioleta (UV), visible e infrarrojo.



*Espectro electromagnético. Por: Alex. Recuperado de: stock.adobe.com*

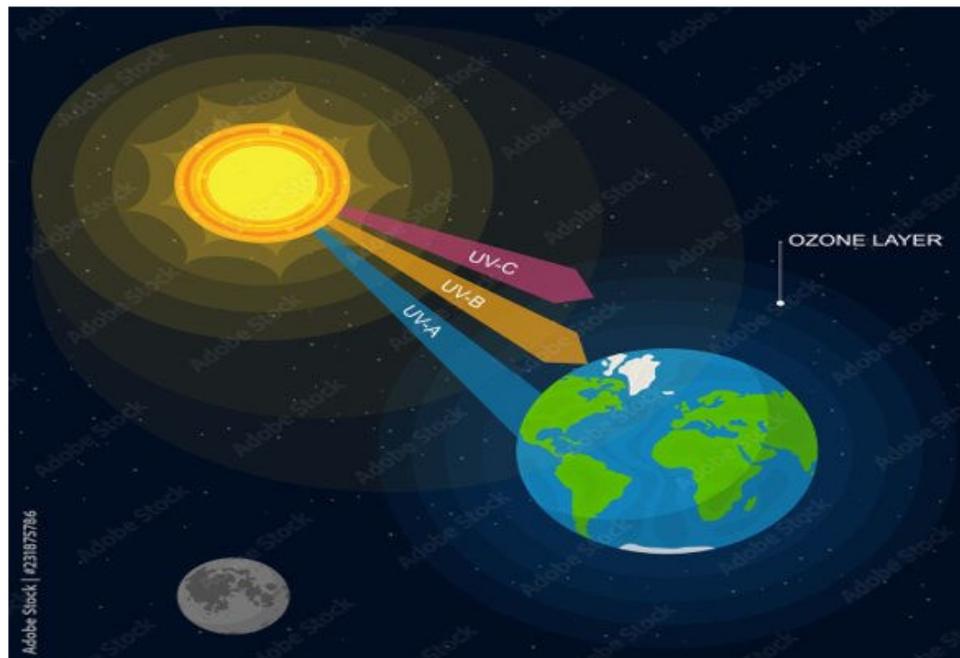


*Electromagnetic spectrum. Por: Allen Gathman. Recuperado de wordpress.org*

# Regiones del espectro electromagnético

	<b>Radiación</b>	<b>Longitud de onda</b>
UV 100-400 nm	Ultravioleta C	190-290 nm
	Ultravioleta B	290-320 nm
	Ultravioleta A	320-400 nm
	Violeta	400-455 nm
Visible 400-780 nm	Azul	455-490 nm
	Verde	490-570 nm
	Amarillo	570-590 nm
	Anaranjado	590-620 nm
	Rojo	620-780 nm
	Infrarroja A	780-1400 nm
IR 780 nm-1 mm	Infrarroja B	1400-3000 nm
	Infrarroja C	3000 nm-1 mm

# Radiación ultravioleta



Rayos ultravioletas. Por: Bigmouse108. Recuperado de: [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

La composición activa de la radiación UV que llega a la Tierra ha sufrido cambios debido a la contaminación química y otros factores atmosféricos. Esta radiación suele subdividirse en tres regiones: UVA, UVB y UVC.

UVA comprende las longitudes de onda más largas (320–400 nm), mientras que las longitudes de onda UVB están en el rango medio (290–320 nm) y UVC comprende las longitudes de onda más cortas (190–290 nm).

# Atmósfera terrestre

La atmósfera está constituida por diversos gases y otros elementos no gaseosos como el polvo atmosférico.

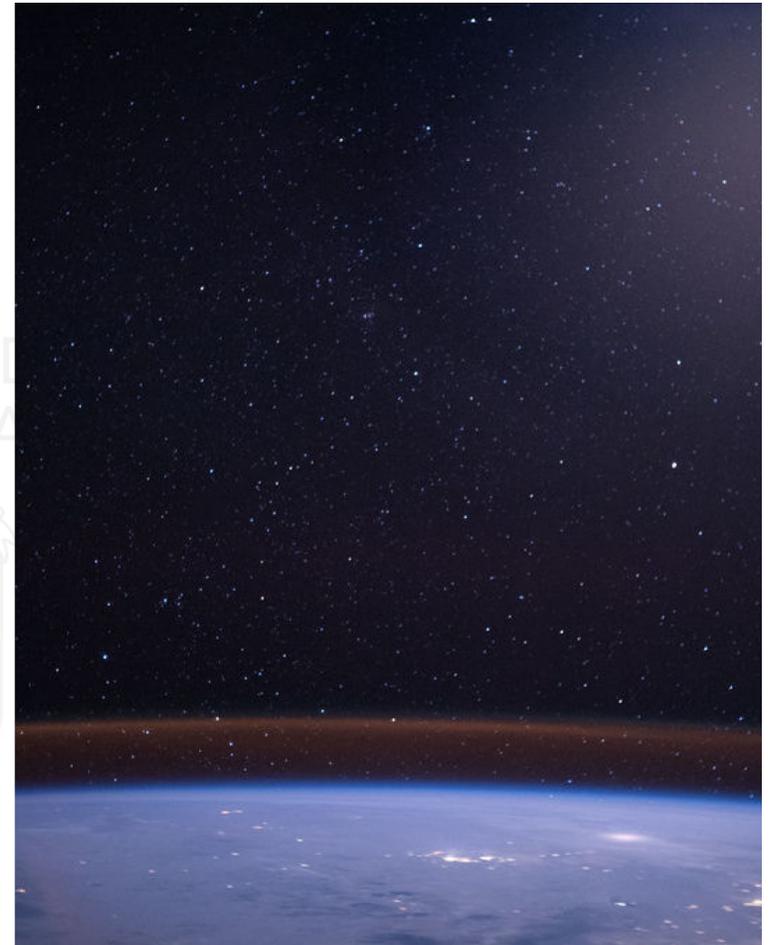
Esta actúa como protección contra la radiación solar, evitando que cierto rango de ésta incida sobre el suelo y perjudique a los seres vivos.

Su composición química es la siguiente:

Nitrógeno: 78.084%

Oxígeno: 20.984%

Argón: 0.934%



*The atmospheric glow above Earth's moonlit horizon. Por: NASA Johnson. Recuperado de wordpress.org*

# Conclusión

El Sol irradia energía electromagnética que llega hasta la Tierra.

En términos de fotoprotección, la radiación UV proveniente del Sol es relevante porque una parte de ella puede atravesar la atmósfera terrestre y llegar hasta nuestra piel causando diversos daños. En la sesión 2 revisaremos los efectos de la radiación UV en la piel.

¡Felicidades, has concluido la primera sesión de este curso!

# Referencias bibliográficas

- Bachiller, R. (2009). El sol: nuestra estrella, nuestra energía. Observatorio Astronómico Nacional. Instituto Geográfico Nacional-Ministerio de Fomento, 381-382.
- Benavides, H. (2010). Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice y su pronóstico. Instituto de Hidrología. Meteorología y Estudios Ambientales.
- Fontal, B., Suárez, T., & Reyes, M. (2005). El espectro electromagnético y sus aplicaciones. Escuela de la Ingeniería, 1, 24.
- Gallegos, G. (2004). Notas sobre radiación solar. Luján, Buenos Aires, 225.



# Curso “Alternativas para la protección solar de la piel”

## **Sesión 2. Efectos de la radiación solar en la piel**

Mariana Susana Gutiérrez Chávez  
María Guadalupe Jiménez Perea  
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Jennifer López Muñiz  
Estefanía Guadalupe Tovar García

## Contenido de la sesión 2

- La piel, su función y estructura
- Melanina, factor de protección fisiológico más importante
- Fototipos cutáneos
- Efectos de la radiación UVA, UVB y UVC

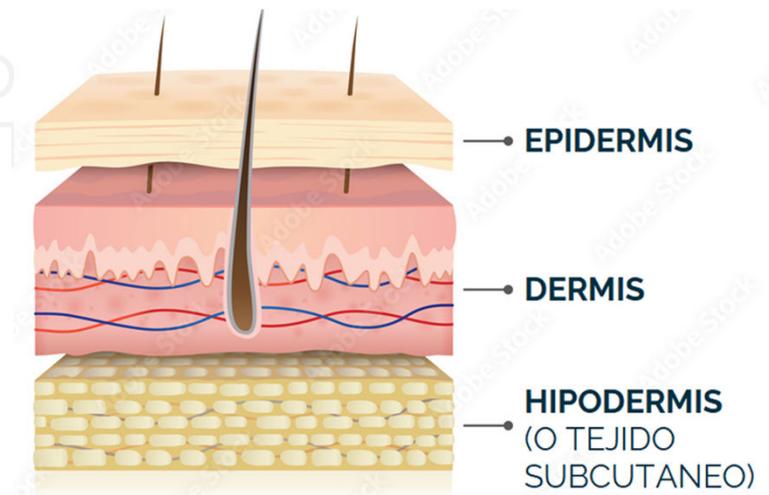


# La piel, su función y estructura

La piel es considerada el órgano de mayor extensión y de mayor peso, representa el 15% del peso total del cuerpo humano.

Es de gran importancia debido a que es el órgano sensorial primario encargado de registrar el dolor, la temperatura y la presión ejercida en la superficie corporal.

Protege a los tejidos y órganos situados debajo de ella para que no sean expuestos a agentes externos como el aire, agua, radiación solar o microorganismos patógenos como parásitos, bacterias y virus. La piel está dividida en tres capas: epidermis, dermis e hipodermis.



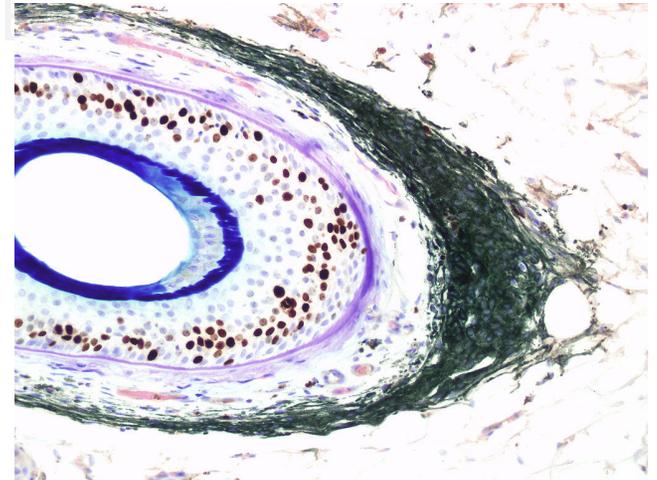
Tres capas principales de la piel humana: diagrama médico ilustrado. Por: logozin1. Recuperado de: stock.adobe.com

# La epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel.

En la epidermis se encuentran diferentes tipos celulares como las células de Merkel, las células fagocíticas de Langerhans y los queratinocitos, los cuales son las células más abundantes y que se encargan de sintetizar diferentes tipos de queratina y lípidos que permiten regular su permeabilidad.

Otras células en la epidermis son los melanocitos encargados de sintetizar melanina, la principal biomolécula fotoprotectora. A esta síntesis se le conoce como melanogénesis y es un proceso complejo regulado por factores ambientales (como la radiación UV), genéticos y endócrinos.

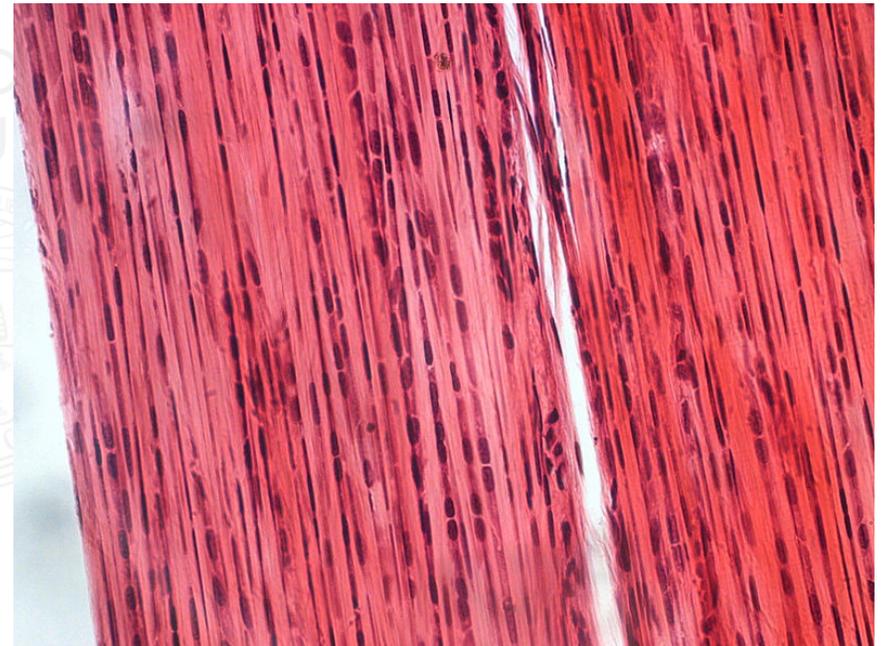


*Acumulo de melanocitos en folículo piloso en nevus de Ota. Por Recio, A. Recuperado de flickr.*

# La dermis

La dermis aporta soporte, pues está constituida por tejido conectivo y sus estructuras celulares principales son los fibroblastos, células que aportan resistencia y elasticidad a la piel debido a su colágeno y elastina.

La dermis tiene una función inmunitaria, las células encargadas de esta función son los histiocitos y los mastocitos, los cuales contienen histamina que es liberada en respuesta a una reacción alérgica



Dense connective tissue. Por J Jana. Recuperado de wikimedia commons.

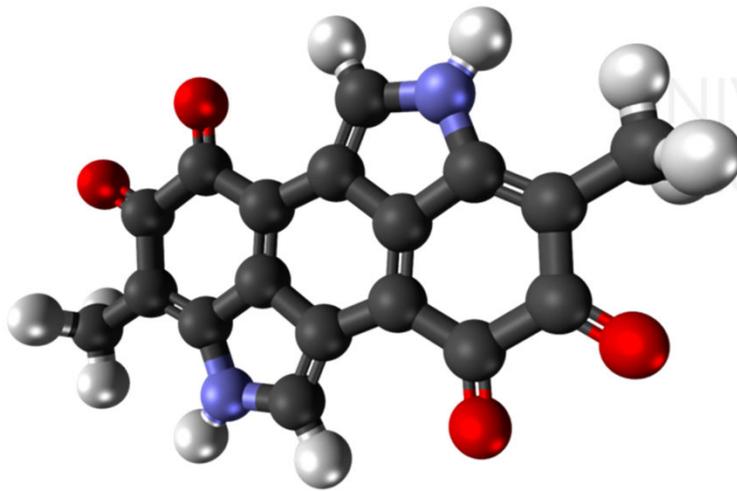
# La hipodermis

La hipodermis es la capa más profunda y espesa de la piel, está formada por adipocitos que son células grasas cuya función es actuar como aislante y reserva de energía. Cabe mencionar que es el soporte de vasos sanguíneos y nervios que pasan desde los tejidos subyacentes hacia la dermis. Además de que los folículos pilosos y glándulas sudoríparas se originan en la hipodermis.



*Pertoneum. Por Guada Tirma. Recuperado de wikimedia commons.*

# Melanina, factor de protección fisiológico más importante



*Melanin ball and stick. Por Mhotep. Recuperado de wikimedia commons.*

La piel es una barrera de protección fundamental, por lo cual dispone de diversos mecanismos naturales para absorber o dispersar la radiación solar. En el caso de la dispersión se tienen las barreras físicas como las vellosidades o los lípidos de la superficie. Por parte, la radiación es absorbida por dos cromóforos: el ácido urocánico y la melanina, la cual se considera el factor de protección fisiológico predominante.

# Tipos de melanina

Existen dos tipos de melanina:

- Eumelanina, pigmento marrón-negro predominante en fototipos oscuros.
- Feomelanina, pigmento rojo-amarillento predominante en fototipos claros.

La melanogénesis (producción de melanina) es estimulada con la exposición solar y se traduce al bronceado. En muchas ocasiones, la cantidad de melanina producida no es suficiente para proteger a nuestra piel.



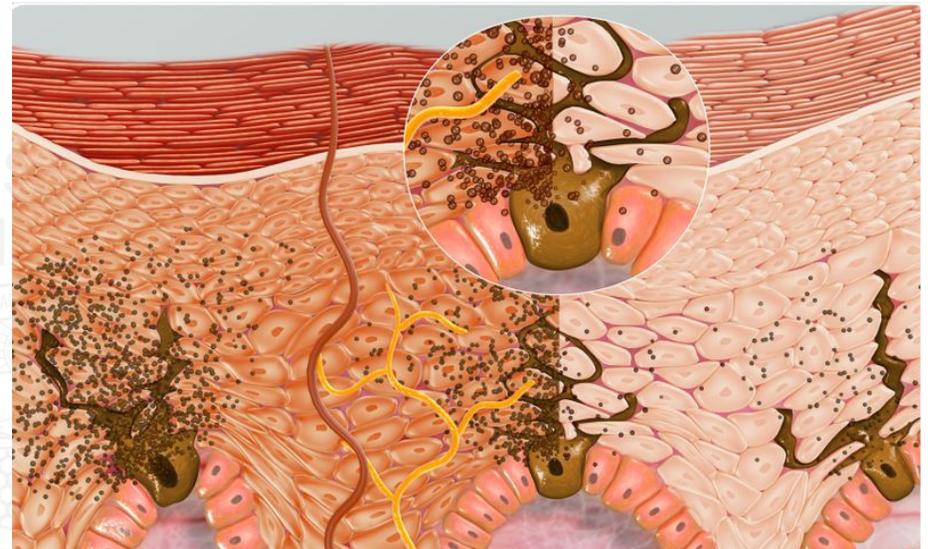
*Usada bajo licencia Pixabay.*



*International Redhead Day 2011. Recuperado de flickr*

A pesar de que la melanina es considerada una buena barrera de protección contra el daño inducido por la radiación UV, puede tener propiedades tóxicas: particularmente la feomelanina.

La feomelanina es propensa a la fotodegradación y está asociada a los efectos dañinos de la radiación UV porque puede generar especies reactivas de oxígeno como peróxido de hidrógeno y aniones superóxido, causando mutaciones en los melanocitos. Además de asociarse con tasas más altas de apoptosis posterior a la exposición a la radiación UV.



*Melanin production as a result of tanning. Por scientificanimations. Recuperado de wikimedia commons*

# Fototipos cutáneos

La diferencia en la pigmentación de la piel no sólo es consecuencia del número de melanocitos en la piel, sino también del tipo de melamina producida.

El fototipo corresponde a la capacidad de adaptación a la radiación solar que tiene cada individuo, cuanto más baja sea dicha capacidad, menos serán contrarrestados los efectos de la radiación solar en la piel.



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

Los fototipos cutáneos son 6:

**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 50+).

**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.

**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 15.



*Mujeres de pelo castaño. Por: Alessandro Grandini y luismoliner. Recuperado de: stock.adobe.com*



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

**Fototipo IV:** corresponde al tipo de piel mediterránea que presenta una fácil pigmentación a la exposición solar. Aunque no presenta quemaduras, para evitar el foto envejecimiento 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.

# Efectos de la radiación UVA, UVB y UVC

La radiación UVA puede penetrar hasta la dermis. La exposición crónica a los rayos UVA causan fotoenvejecimiento prematuro de la piel y a nivel celular, pueden producir daños estructurales en el ADN, provocando cáncer, se relaciona directamente a la aparición del melanoma maligno.

La UVB puede penetrar hasta la epidermis de la piel, es responsable principalmente de las quemaduras solares, que a su vez generan hiperpigmentación de la piel. También es asociada a carcinogénesis.

La UVC es extremadamente dañina para la piel, incluso una exposición muy corta. Afortunadamente, la radiación UVC es completamente absorbida por el oxígeno molecular y el ozono en la atmósfera terrestre. Comprende las longitudes de onda cortas (180-290 nm).

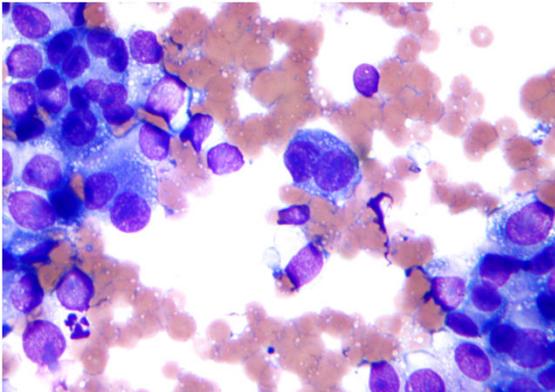


*Melanoma maligno en la cabeza de un hombre caucásico. Por: Lavizzara. Recuperado de: stock.adobe.com*



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

# Principales patologías causadas por la radiación UV



Melanoma cytology field stain. Por Nephron. Recuperado de wikimedia commons



Psoriasis: la enfermedad que complica a quienes la padecen en el verano. Por El mostrador. Usado bajo licencia de Creative Commons

Quemadura solar: Es la reacción cutánea más frecuente y surge como respuesta inflamatoria ante la exposición solar.

Fotodermatosis: Son varias enfermedades que pueden llegar a presentar una reacción anormal debido a la exposición a la radiación UV. Comúnmente se conocen como "alergia al sol".

Cáncer de piel: Se debe al crecimiento anormal de células de la piel incluso en zonas no expuestas a la luz solar, puede ser de tipo melanoma, el cual es un tumor maligno originado en los melanocitos; o de tipo no-melanoma, el cual consiste en carcinoma de células basales y escamosas de la piel.

# Capacidad mutagénica de la radiación UV

La radiación UV está implicada en el desarrollo del cáncer de piel.

Los productos originados por efecto de la radiación UV ocasionan mutaciones en regiones codificantes de oncogenes y genes supresores de tumor.

La exposición a la radiación UV crónica da lugar a la aparición de tumores que, con una exposición continua, progresan mediante la selección de clones de células resistentes a la apoptosis.



*Despistaje de cáncer de piel. Recuperado de flickr bajo licencia de Creative Commons*

# Conclusión

La piel es un órgano de gran importancia, es la primera barrera de protección de nuestro cuerpo. El no cuidar de nuestra piel podría tener graves consecuencias para nuestra salud, ya que continuamente estamos expuestos a la radiación UV.

Por lo anterior, es muy importante cuidar de nuestra piel con algún protector solar, de los cuales hablaremos con detalle en la sesión 3.

¡Felicidades, has concluido la segunda sesión de este curso!

# Referencias bibliográficas

Ávila, D. A. G. (2015). Fototipos cutáneos. *Revista Sthetic & Academy*, 30-32.

Brenner, M. and Hearing, V.J. (2008), The Protective Role of Melanin Against UV Damage in Human Skin. *Photochemistry and Photobiology*, 84: 539-549. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2007.00226.x>

Gómez-Arevalillo, C., Montero, J. et al (2021). Campaña de fotoprotección 2021. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos

Montalvo, C. (2018). Sistema tegumentario: piel y anexos (faneras). Universidad Nacional Autónoma de México.

Moreno, M. I., & Moreno, L. H. (2010). Fotoprotección. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 18(1), 31-39.

Solano, F. (2020). Photoprotection and skin pigmentation: Melanin-related molecules and some other new agents obtained from natural sources. *Molecules*, 25(7), 1537.



# Curso “Alternativas para la protección solar de la piel”

## **Sesión 3. Fotoprotección de la piel**

Mariana Susana Gutiérrez Chávez  
María Guadalupe Jiménez Perea  
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Jennifer López Muñiz  
Estefanía Guadalupe Tovar García

# Contenido de la sesión 3

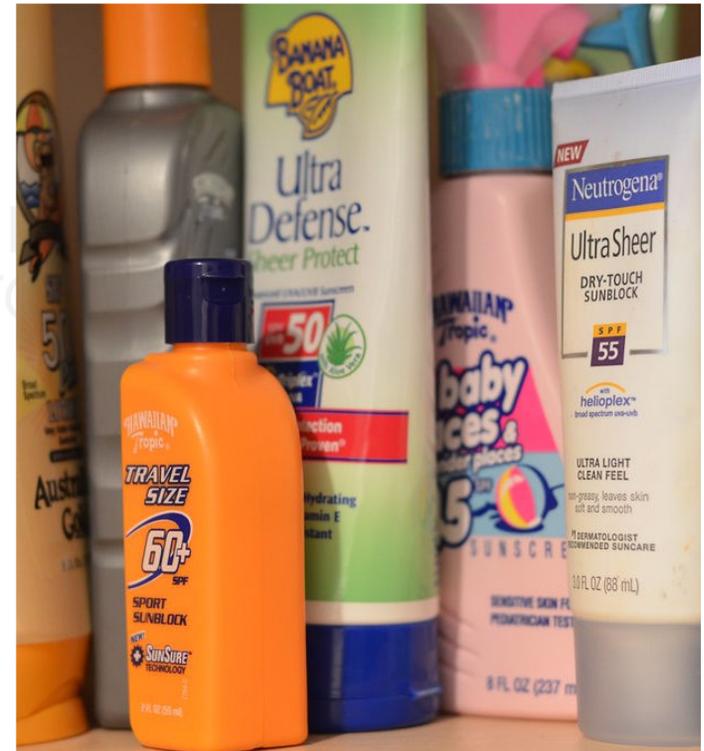
- Fotoprotectores
- Tipos de fotoprotectores
- Ventajas de desventajas de los fotoprotectores
- Extractos naturales con actividad fotoprotectora
- Extracción de materiales biológicos fotoactivos

# Fotoprotectores

Los fotoprotectores son fórmulas hechas a base de varios ingredientes y deben ser eficaces y seguros.

Contienen sustancias activas que se denominan filtros solares o filtros UV, los cuales son capaces de dispersar, reflejar o absorber fotones.

Los protectores solares están diseñados para su aplicación de forma superficial sobre la piel.



Sunscren. Por: Joe Shlabotnik. Recuperado de [wordpress.org](http://wordpress.org)

# Factor de Protección Solar



El factor de protección solar (FPS) es un número que mide cuántas veces se puede estar expuesto a la radiación solar (en minutos) para producir el mismo enrojecimiento en piel desprotegida.

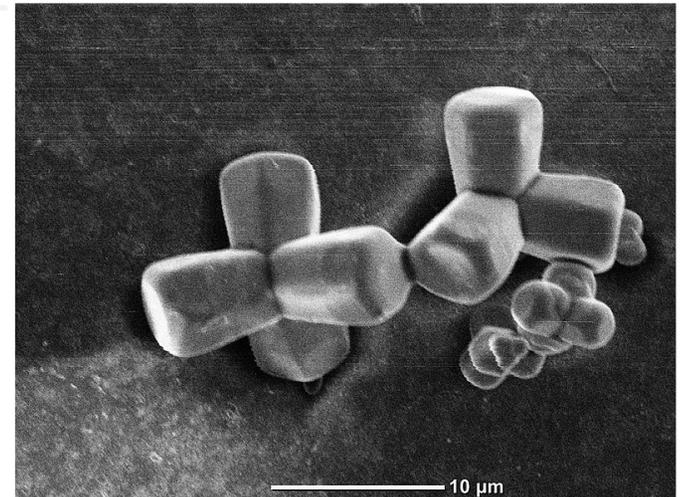
*Emulsion protectora Dry Touch SPF 50 - Dry Touch protective emulsion SPF50. Por: [skeyndor.official.wordpress.org](http://skeyndor.official.wordpress.org)*

# Tipos de fotoprotectores

Los agentes fotoprotectores pueden clasificarse según su naturaleza en físicos, químicos y biológicos.

## Fotoprotectores físicos

Los filtros solares físicos están compuestos por moléculas estables que protegen de la radiación UV por dispersión o reflexión. Existen en el mercado dos principales agentes protectores físicos: el óxido de zinc y el dióxido de titanio. Estos no causan alergias ni sensibilización en primera instancia, sin embargo, pueden bloquear los poros de la piel e incluso pueden dar lugar a especies reactivas de oxígeno.



*Family of zinc oxide microtetrapods. Por Andrey P. Tarasov. Recuperado de wikimedia commons*



## Fotoprotectores químicos

Los fotoprotectores químicos absorben la radiación UV a través de los anillos aromáticos en su estructura molecular convirtiendo la radiación solar en calor.

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

## Filtros químicos

Ácido para-aminobenzoico (PABA): tiene un pico de absorción de 283 nm. Es resistente al agua y muy popular por su alta sustentividad y eficacia. No obstante, puede producir irritación y una coloración amarilla en la piel, además de que se relaciona con la carcinogénesis.

El éster de PABA es un derivado que protege hasta longitudes de onda de 311 nm, es poco usado en protectores solares debido a lo antes mencionado.

Otro filtro sintético son los cinamatos, filtros UVB más usados debido a su bajo potencial irritante y su pico de acción sobre longitudes de onda hasta 320 nm

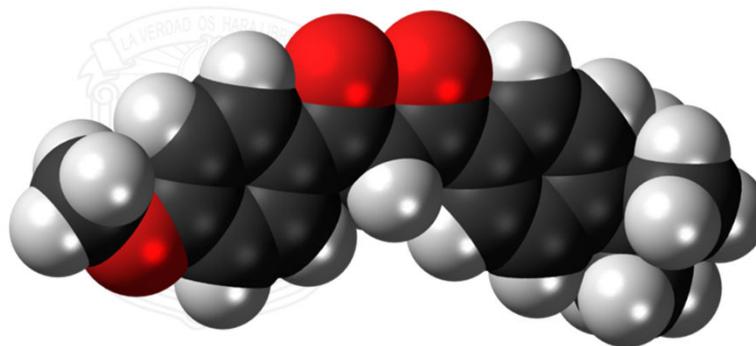


*Síntomas de alergia. Por: New Africa.  
Recuperado de: stock.adobe.com*

Otros filtros químicos contienen avobenzona, con un espectro de absorción de 310 a 400 nm, es un agente protector muy utilizado que permite ser combinado con otros fotoprotectores, a excepción del octinoxato, un tipo de cinamato ya que la unión de las dos moléculas excitadas se destruye y se pierde la protección contra UVA y UVB.



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



Avobenzene 3D spacefill. Por Jynto. Recuperado de wikimedia  
commons.



## Fotoprotectores biológicos

Algunos extractos que provienen de plantas y frutos contienen biomoléculas con estructuras similares a los filtros químicos, por lo que pueden absorber radiación UV. Además algunos tienen actividad antioxidante y otros beneficios.

En general, los extractos naturales son más seguros para las personas y el ambiente.

*Vista superior de rodajas de cítricos. Por: Lena Khrupina. Recuperado de; pexels.com*

# Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de fotoprotectores

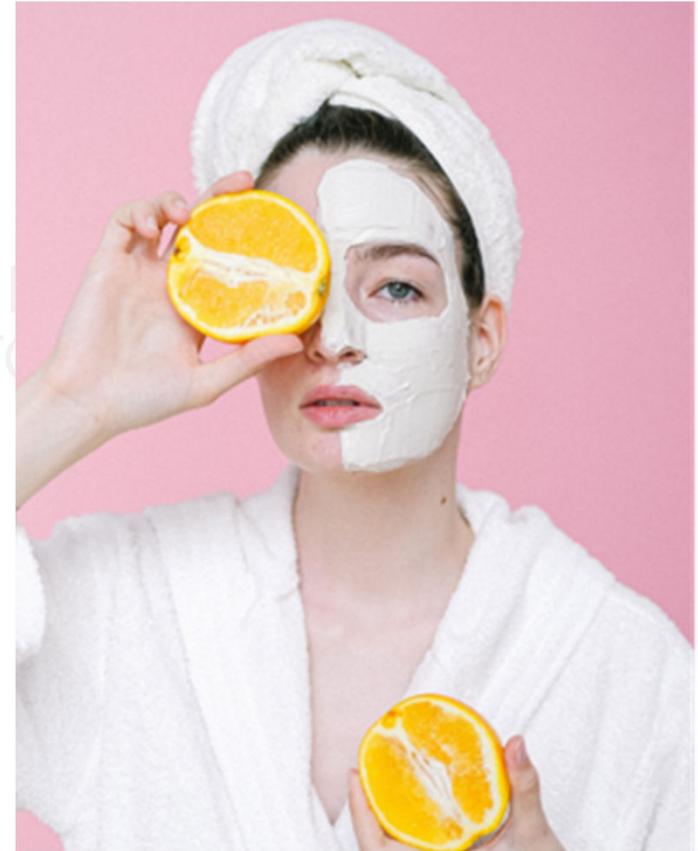
	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Físicos	No causan alergias ni sensibilización	Obstruye los poros de la piel y da lugar a especies reactivas de oxígeno
Químicos	Tienen alta sustentividad y eficacia	Puede producir irritación y decoloración amarilla en la piel, se relaciona con la carcinogénesis
Biológicos	Poseen actividad antioxidante, evita la formación de radicales libres	El rendimiento en el proceso de extracción puede verse limitado

*Ventajas y desventajas de los tipos de fotoprotectores. Autoría propia.*

# Extractos naturales con actividad fotoprotectora

Los extractos son sustancias obtenidas a partir de productos de origen animal, vegetal o microbiano.

Estos se presentan de forma líquida (sin eliminación total del solvente) y de forma seca (eliminando el solvente).



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

# Extracto de fresa

Esta fruta contiene flavonoides como *kaempferol*, *quercetina* y *miricetina*.

Proporciona un FPS de 12 en conjunto con protectores químicos (Moya *et al*, 2017).



Strawberry. Por: Denim Dave. Recuperado de [wordpress.org](http://wordpress.org)

# Extracto de arándano



Cranberries. Por: Muffet. Recuperado de wordpress.org

Este fruto contiene *quercetina* junto con antocianinas que proporcionan la pigmentación roja característica.

Su extracto logra un FPS de 7.1 y junto a fotoprotectores químicos llega hasta 9.5 (Matias Loarte *et al*, 2021).

# Extracto de espinaca

Esta planta determina la actividad fotoprotectora mediante polifenoles como glucorónidos, siendo que también posee propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas y anti-mutagénicas.

El extracto alcanza un FPS de 8 y si es combinado con filtros químicos es de hasta 28 (Nureña Castillo *et al*, 2019).



Spinach. Por: DeSegura89. Recuperado de [wordpress.org](https://wordpress.org)

# Mucílago de chía

Si se usa la concentración adecuada, puede tener una capacidad igual o mayor para la absorción de radiación ultravioleta que un fotoprotector químico con FPS 50 (Ramírez-Granados *et al*, 2017).



Chia seeds. Por: Stacy Spensley. Recuperado de [wordpress.org](https://wordpress.org)



Making Aloe Vera Dessert. Por: Food Trails Recuperado de [wordpress.org](https://wordpress.org)

## Mucílago de sábila

Puede ser utilizada en fotoprotectores contra quemaduras solares o incluso contra estas mismas una vez obtenidas.

Alcanza un FPS de 14.8 (Rodrigues *et al*, 2020).

# Extracción de materiales fotoactivos:

## Extracción de fresa o arándano

- **Desinfección.** Una vez lavado el material fresco se desinfecta con solución de hipoclorito de sodio por 3 minutos y se enjuaga con agua.
- **Molienda.** El producto desinfectado se licúa o tritura hasta homogeneizar.
- **Maceración.** El producto se deja reposar en alcohol etílico a 25 °C de 7 a 10 días, agitándolo al menos 2 veces al día durante 10 minutos,
- **Filtración.** La mezcla obtenida es filtrada con una bomba de vacío.
- **Secado.** El líquido filtrado es llevado a calentamiento (para agilizar el proceso se recomienda colocar en cajas de Petri) a 45°C durante 48-72 horas o hasta obtener el extracto de consistencia viscosa.

# Extracción etanólica de espinaca

- **Secado.** Una vez lavado el material fresco se pone a secar directamente al sol por 48 horas.
- **Molienda.** El producto seco se muele en el mortero hasta reducirlo a polvo.
- **Hidratación.** Al polvo obtenido se le añade una cuarta parte del peso total de etanol y se deja humectar por 10 minutos.
- **Maceración.** Al polvo humectado se le agrega etanol en una proporción 1:6 y se deja reposar por 24 horas a temperatura ambiente.
- **Filtración.** La mezcla obtenida es filtrada con ayuda de papel filtro.
- **Secado.** El líquido filtrado es llevado a calentamiento a 40°C durante 24 horas o hasta la eliminación total del etanol.

# Mucílago de chía o sábila

- **Hidratación.** Se coloca el producto de origen vegetal en agua destilada durante 12 horas.
- **Filtración.** El producto hidratado se filtra, el material vegetal es desechado y se conserva la alícuota.
- **Calentamiento.** La alícuota obtenida se somete a un proceso de calentamiento a 70°C por 24 horas.
- **Precipitación.** Se deja que la alícuota alcance la temperatura ambiente y se añade etanol en proporción 1:3 para coagular el mucílago y eliminar la fase acuosa.
- **Secado.** El extracto gelatinoso es sometido a calentamiento a 45°C por 48 horas para que se deshidrate y conseguir un extracto seco.

# Conclusión

Los extractos naturales se pueden obtener de diferentes maneras y fuentes, incluyendo las vegetales.

Debido a la diversidad de extractos y sus características, algunos tienen mayor capacidad para absorber radiación UV y, por lo tanto, es más factible su utilización para la elaboración de fotoprotectores biológicos.

¡Has concluido la tercera sesión, ya falta poco!

# Referencias bibliográficas

- Azcona Barbed, L. (2003). Protección solar. Actualización. *Farmacia profesional*, 17(5), 66-75. <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-proteccion-solar-actualizacion-13047981>
- Bofill, G. (2015). Fotoprotectores: perfil de seguridad. *Rev. chil. dermatol*, 238-244.
- Escamilla, P. C., Agulles, M. G., & Timor, Á. B. (2008). Protección solar: ¿cuál es el factor óptimo?. *Más dermatología*, (5), 21-24.
- Matias Loarte, M., & Contreras Castañeda, N. R. (2021). EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y FOTOPROTECTORA in vitro DE LA CREMA GEL ELABORADA CON EXTRACTO ETANÓLICO DE LOS FRUTOS DE *Vaccinium corymbosum* L.(ARÁNDANO).
- Moreno, M. I., & Moreno, L. H. (2010). Fotoprotección. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 18(1), 31-39.
- 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.
- Nureña Castillo, S. F., & Pesantes Chávez, G. E. (2019). Desarrollo de una crema a base de extracto hidroalcohólico de *Spinacia oleracea* L. "espinaca" y evaluación in vitro de su actividad fotoprotectora.
- RAMÍREZ-GRANADOS, J. C., GÓMEZ-LUNA, B. E. D. P., Cesar, G. A. S. C. A., & TIRADO, J. R. (2017). Análisis de la Absorbancia y Transmitancia Espectral del Mucílago de *Salvia hispanica* L. para la Fotoprotección de la Piel. *de la Salud*, 4(10), 13-22.
- Rodrigues, L. R., & Jose, J. (2020). Exploring the photo protective potential of solid lipid nanoparticle-based sunscreen cream containing Aloe vera. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 20876-20888.



# Curso “Alternativas para la protección solar de la piel”

## **Sesión 4. Biomoléculas con actividad fotoprotectora**

Mariana Susana Gutiérrez Chávez  
María Guadalupe Jiménez Perea  
Dr. Juan Carlos Ramírez Granados

Jennifer López Muñiz  
Estefanía Guadalupe Tovar García

# Contenido de la sesión 4

- Beneficios de los fotoprotectores biológicos
- Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora
- Flavonoides
- Sinergia entre materiales con capacidad fotoprotectora



# Beneficios de los fotoprotectores biológicos

Con el fin de reducir la cantidad de agentes químicos en los protectores solares se han utilizado extractos naturales con absorción UV, además de propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

Los extractos de fuentes naturales han ganado una atención considerable para su uso en productos de protección solar y han reforzado la tendencia del mercado hacia la cosmética sustentable.



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

# Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora (1)

Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
<b>Hesperidina</b>	No especifica	Inhibición de la actividad de elastasa y colagenasa, contrarrestando la degradación de las fibras elásticas. Aumento de niveles de colágeno perdido por UV. Reducción del contenido de elastasa e inhibición de COX-2 y PEG-2. Incremento de niveles de enzimas antioxidantes e inhibición de la actividad inflamatoria.
<b>Compuestos fenólicos de lanche colorado</b>	3.0 a los 0 días	El FPS disminuyó durante el tiempo de análisis. Demuestra que los componentes tienen actividad fotoprotectora por un tiempo limitado.
<b>Naringenina</b>	No especifica	Fotoestabilización. Mayor capacidad antioxidante. Elevada liberación del flavonoide en el colágeno que permitió mayor retención en formula y nula fototoxicidad.
<b>Conversión de hesperidina y narirutina en hesperetina y naringenina</b>	No especifica	Disminución en la expresión de metaloproteinasas de matriz. Aumento de biosíntesis del colágeno. Disminución de senescencia celular después de su irradiación con UV.
<b>Hojas de Moringa oleífera Rutina, quercetina, ácido elágico, ácido clorogénico y ácido ferúlico</b>	2.0	El método de determinación del factor de protección in vitro lo desarrollaron los autores, adaptando a UVB la norma ISO 24443:2012 para la determinación de la protección UVA in vitro.
<b>Hojas de Zea mays. Compuestos fenólicos flavonoides y antocianinas</b>	6.8, 16.88	La capacidad fotoprotectora del extracto depende de la concentración. Es necesario realizar análisis toxicológicos para poder aplicarlo en cosméticos.
<b>Moringa oleífera y aceites esencial de Ocimum basilicum.</b>	M. oleífera l. al 10%, 26.2096, aceite esencial al 5%, 25.89	Los autores no recomiendan el uso de la combinación de ambos, ya que se demuestra que disminuye el FPS.

*Compuestos biológicos con actividad fotoprotectora provenientes de frutas y vegetales. Fuente: Sepúlveda et al . (2021).*

## Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora (2)

Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
<b>Lepidium meynii (Maca)</b> <b>Compuestos fenólicos</b>	5.48, concentraciones de 15%	El estudio demostró que la formulación en crema y el extracto con agua al 15% mostraron mejores propiedades fotoprotectoras, pero no mejores a las de control.
<b>Nanopartículas de quitosano y ácido úsnico</b> <b>Compuestos fenólicos</b>	9.6	La formulación tiene propiedades antiinflamatorias y fotoprotectoras. Además, cumple con condiciones asépticas e higiénico-sanitarias. Libre de microorganismos y apto para el uso.
<b>Miricetina, luteolina, apigenina, puerarina, baicalina, baicaleína, hesperidina, hesperetina, naringenina, diosmina, ácido clorogénico y ácido cafeico.</b>	No específica	Fotoestabilidad y protección contra UV y UVA.
<b>Biomasa de macroalgas</b>	No específica	Se busca solucionar el problema de producción de biomasa de las algas buscando diferentes propósitos, entre ellos la fotoprotección.
<b>Pelargonidina y derivados de cianidina</b>	No específica	Disminución del daño a DNA. Nula fototoxicidad y disminución de senescencia celular. Los compuestos presentes demostraron aumento en supervivencia celular.
<b>Naringina</b>	No específica	Aumento de la capacidad antioxidante. Neutralización de especies reactivas de oxígeno. Mayor retención de naringenina en piel que aumentó la fotoestabilización de los filtros (óxido de zinc y dióxido de titanio).
<b>Ácido sulfónico fenilbenzimidazol (PBSA) con micropartículas de quitosano</b>	No específica	Aumento de rendimiento de incorporación, lo que permitió mayor protección UV debido a la interacción quitosano-PBSA. El quitosano demostró ser un medio eficiente que aumentó las capacidades fotoprotectoras de los compuestos que cubrió/encapsuló.
<b>Caulerpa filiformis (Suhr) Hering</b>	FPS alto	Se utilizó un sistema de determinación de FPS de acuerdo con los eritemas provocados por la exposición de los ratones a los rayos. UVB.

*Compuestos biológicos con actividad fotoprotectora provenientes de frutas y vegetales. Fuente: Sepúlveda et al. (2021).*

## Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora (3)

Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
<b>Cáscara de Opuntia ficus-indica (tuna)</b> <b>Compuestos fenólicos y flavonoides</b>	7.69	Utilización de un desecho natural, mostrando un uso prometedor y viable
<b>Myciaria dubia Kunth (Camu camu)</b>	Valores de 10,897 para el gel y 13,401 para la loción	Las formulaciones tanto para el gel y la loción son prometedoras y cumplen con las normativas.
<b>Extracto de frutos de Passiflora mollissima HBK. Compuestos fenólicos</b>	11.754	El formulado cumple con las exigencias y normativas sanitaria, posee propiedad antioxidante y fotoprotectora.
<b>Naringenina y mangiferina</b>	No especifica	Reducción de especies reactivas de oxígeno. Fotoestabilización de la avobenzona-naringenina por alta capacidad antioxidante de mangiferina.
<b>Narirutina, hesperidina y ácido ascórbico</b>	No especifica	Disminución de especies reactivas de oxígeno y senescencia celular. Mejoramiento de viabilidad celular. Inhibición de vías de señalización de metaloproteinasas de matriz. Incremento de proteínas que inducen crecimiento y proliferación celular. Inhibición del engrosamiento dérmico y fibras de colágeno poco dañadas.
<b>Partes aéreas de C. peregrinum. Fenoles y flavonoides</b>	35.21	El extracto muestra alta actividad fotoprotectora y efectos antioxidantes.
<b>Hojas de Passiflora quadrangularis L.</b>	29.06, 33.5, Y 37.45 con concentraciones 0.5% 1% y 1.5% respectivamente	La compatibilidad del extracto con los otros ingredientes del formulado es importante, ya que estos pueden potenciar o aportar un efecto fotoprotector a la fórmula.

*Compuestos biológicos con actividad fotoprotectora provenientes de frutas y vegetales. Fuente: Sepúlveda et al . (2021).*

## Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora (4)

Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
<b>Frutos de Vaccinium corymbosum (arándano).</b> <b>Compuestos fenólicos.</b>	7.048	La crema gel presenta valores significativos respecto a su contenido de compuesto fenólicos. Actividad antioxidante y capacidad fotoprotectora.
<b>Dioscorea trifida L.f. (Sacha papa morada).</b> <b>Compuestos fenólicos.</b>	0.4421, 0.4458 y 0.4568	Se proponen pruebas con distintos tipos de pre-formulaciones para ver la sinergia que pueda existir entre los componentes y los metabolitos secundarios que se llegan a producir.
<b>Extracto etanólico de hojas de maíz y potenciada con aceite de oliva.</b> <b>Componentes lepófilos, fenoles, flavonoides.</b>	28	El extracto presentó actividad antioxidante y fotoprotectora por su alto contenido en flavonoides y fenoles totales. Extracto no irritante.
<b>Ácido fenólico, flavonoides y polifenoles de alto peso molecular.</b>	No específica	Disminución del enrojecimiento cutáneo y oxígeno reactivo. Aumento de viabilidad celular. Disminución de aberraciones cromosomáticas y aumento de dosis mínima eritematosa. Alta presencia de polifenoles y flavonoides.
<b>Spinacia oleracea L. (espinaca)</b>	10.96, 20.65, 28.64 a concentraciones de 1.25%, 2.5% y 5%	La crema elaborada cumple con todos los parámetros de control de calidad. Actividad fotoprotectora alta.
<b>Chusquea.</b> <b>Quercetina-3-O-gentiobiósido,</b> <b>Kaempferol-3-O-ramnoglucósido,</b> <b>Isorhamnetin-3-O-glucósido</b>	6.11	El incremento en la concentración del extracto aumenta el valor del FPS.
<b>Antocianinas como flavonas, ácidos hidroxicinámicos y ácido ascórbico</b>	No específica	Disminución del eritema cutáneo. Diminución de niveles de melanina (manchas solares) y aumento de homogeneidad en el color de la piel. La ingesta oral del jugo de naranja roja puede disminuir niveles de eritema cutáneo y unificar el color de piel.

*Compuestos biológicos con actividad fotoprotectora provenientes de frutas y vegetales. Fuente: Sepúlveda et al . (2021).*

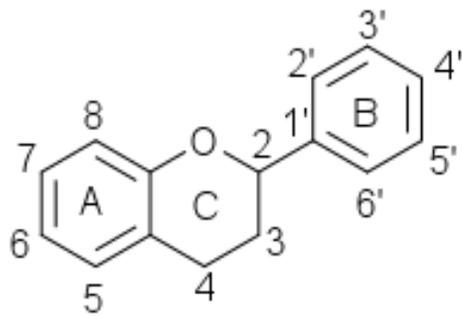
## Principales biomoléculas con actividad fotoprotectora (5)

Ingrediente activo	FPS	Otros beneficios
<b>Hojas de Piper elongatum Vahl. var. Salviaefolium.</b> <b>Compuestos fenólicos y flavonoides</b>	5.334	Alternativa para su uso en la elaboración de crema con fines cosméticos y del cuidado de la piel, debido a que contiene compuestos con actividad biológica, antioxidante y antifúngica.
<b>Extracto seco de las semillas de cacao.</b> <b>Flavonoides y fenoles</b>	10.55 a 100 ppm	Cobertura de la zona UVB. Se recomienda combinar con otro tipo de intensificadores o potenciadores.
<b>Flores anaranjadas de Tropaeolum maius L.</b> <b>Compuestos fenólicos y flavonoides</b>	91.5 pre-irradiación y 25.75 post irradiación	El extracto asociándose con otros filtros solares químicos demuestra una buena sinergia elevando los valores del FPS. Por si sólo no puede considerarse un filtro.
<b>Hojas de Passiflora edulis (maracuyá).</b> <b>Polifenoles y flavonoides</b>	14.598	El extracto tiene acción fotorresistente. Candidato a ser utilizado en la formulación de un protector solar.
<b>Propóleo</b>	10	Las formulaciones presentaron un FPS mayor a algunos productos en el mercado, manteniéndose estables por mayor tiempo.
<b>Cáscara de Opuntia soehrensii B. (ayrampo).</b> <b>Compuestos fenólicos y flavonoides</b>	7.048	Utiliza lo que comúnmente es un desecho para dar un uso como agente con actividad fotoprotectora logrando buenos resultados.
<b>Bixa orellana L. (achiote).</b>	No específica	La efectividad de un fotoprotector depende de muchos factores, uno de ellos es el vehículo para incorporar el extracto; así como la sinergia de los diferentes extractos.
<b>Tangeretina, naringenina, nobiletina y 3,3',4',5,6,7,8-heptametoxiflavona</b>	No especifica	Disminución del fotoenvejecimiento y supresión de la respuesta inflamatoria por ciclooxigenasas y prostaglandinas luego de la exposición a UV.
<b>Hojas de Aloysia triphylla.</b> <b>Fenoles y flavonoides</b>	Extracto mostró un FPS de 13.39, la formulación obtuvo 27	Los aceites añadidos en la formulación potenciaron el nivel de FPS. El Cedrón tiene un excelente nivel de seguridad a cualquier concentración.

*Compuestos biológicos con actividad fotoprotectora provenientes de frutas y vegetales. Fuente: Sepúlveda et al. (2021).*

# Flavonoides

Los flavonoides son una clase de fenoles vegetales con importantes propiedades antioxidantes y efecto protector en sistemas biológicos atribuidos a su capacidad para transferir electrones de radicales libres, activar enzimas antioxidantes e inhibir oxidasas y la absorción de radiación UV.



*Flavonoid. Por Pancrat. Recuperado de wikimedia commons*

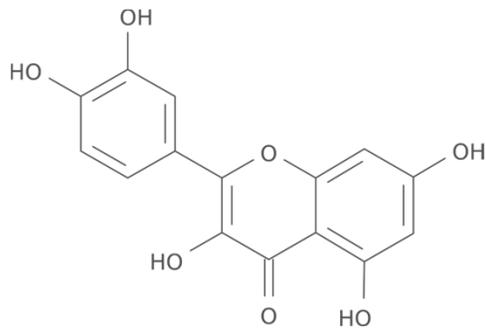


*Raspberry. Por pixabay. Utilizado bajo licencia de Creative Commons*

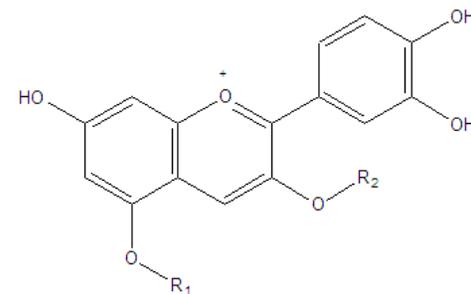
# Tipos de flavonoides

La **quercetina** es un flavonoide presente en diversas frutas y verduras, tiene actividad antioxidante y tiene su pico de absorbancia a la radiación en 365 nm. La energía ultravioleta absorbida por la quercetina puede disiparse en forma de calor.

Otro flavonoide con actividad fotoprotectora son las **antocianinas**, pigmentos responsables de los colores de muchas frutas, verduras, cereales y flores. La cianidina-3-glucósido es la antocianina más común que se encuentra en la naturaleza.



Quercetin Por Johannes Botne.. Utilizado bajo licencia de Creative Commons.



Anthocyanin. Por LouiseK. Recuperado por wikimedia commons.

# Sinergia entre materiales biológicos con capacidad fotoprotectora



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

Al igual que con los fotoprotectores químicos, la actividad fotoprotectora de las biomoléculas puede verse potenciada por la unión de dos o más moléculas.

Ejemplo de ello es la naringenina, flavonoide presente en naranjas con una actividad fotoprotectora irrelevante por sí sola. Sin embargo, puede llegar a fotoestabilizarse bajo la acción de la mangiferina, compuesto presente en el mango que protege principalmente de la radiación UVB.

# Sinergia entre fotoprotectores biológicos y físicos/químicos

También se ha reportado que la incorporación de extracto de fresa al dióxido de titanio y Tinosorb M (Bisotrizol) demostró compatibilidad y potenciación la capacidad fotoprotectora.

Esta opción resulta favorable para la industria, debido a que requiere emplear menores cantidades de extracto y reducir el tiempo de fabricación de las formulaciones (desde el tratamiento del fruto, extracción y preparación de la crema cosmética); lo cual tiene como consecuencia la reducción de costos.



Por pxhere Utilizado bajo licencia de Creative Commons



Por pxhere Utilizado bajo licencia de Creative Commons

# Conclusiones finales

Es muy importante cuidar nuestra piel de la radiación UV con un protector solar. Los agentes fotoprotectores por su propia naturaleza presentan distintas ventajas o desventajas.

Existe un futuro prometedor para los fotoprotectores de origen biológico, debido a las ventajas que su uso conlleva para la piel y para el medio ambiente tales como su inocuidad, capacidad antioxidante y efecto antiinflamatorio.

Lo has logrado, llegaste al final de este curso, ¡Te felicitamos por tu esfuerzo!

# Referencias bibliográficas

- Moreno, M. I., & Moreno, L. H. (2010). Fotoprotección. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 18(1), 31-39.
- Kawakami, C. M., & Gaspar, L. R. (2015). Mangiferin and naringenin affect the photostability and phototoxicity of sunscreens containing avobenzone. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 151, 239-247
- Saewan, N. and Jimtaisong, A. (2015), Natural products as photoprotection. *J Cosmet Dermatol*, 14: 47-63. <https://doi.org/10.1111/jocd.12123>
- Saewan, N., & Jimtaisong, A. (2013). Photoprotection of natural flavonoids. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), 129-141.
- Solano, F. (2020). Photoprotection and skin pigmentation: Melanin-related molecules and some other new agents obtained from natural sources. *Molecules*, 25(7), 1537.

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



**¡GRACIAS!**