

Mezclas de extractos naturales con actividad fotoprotectora

Mixtures of natural extracts with photoprotective activity

Juan Carlos Ramírez Granados, César Díaz Pérez, María Fernanda García Villagómez, Margarita Verenice García Jiménez y Vania Saraí Gómez Torres

Programa de Ingeniería en Biotecnología del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Universidad de Guanajuato.

jcramirez@ugto.mx

Resumen

Las emisiones solares pueden provocar daños en la piel de los seres humanos, ocasionando distintas lesiones y en casos extremos, cáncer de piel. Para evitar estos riesgos existe una gran variedad de protectores solares que ofrecen distintos niveles de protección; sin embargo, algunos compuestos químicos pueden tener efectos secundarios por lo que se están investigando otras opciones de protección solar, tales como los extractos de origen vegetal que tienen un efecto positivo en la protección de la piel. Para esta investigación se obtuvieron extractos hidroalcohólicos de fresa y espinaca; así como mucílago de semillas chía y un protector solar comercial. Con estos materiales se elaboraron disoluciones que luego se emplearon para generar varias mezclas con diferentes proporciones en sus componentes. Posteriormente, se utilizó el método propuesto por Mansur *et al.* (1986) para estimar el factor de protección solar de las muestras; tanto de los extractos individuales, como de las mezclas de extractos. En las disoluciones con extractos individuales se destaca el FPS de los extractos de fresa y espinaca. Entre las mezclas, la que tuvo mejores resultados fue la mezcla con 30% de espinaca y 70% de bloqueador comercial que presenta un FPS de 22.28; seguida por la mezcla con 30% de fresa y 70% de bloqueador con FPS de 20.78, lo que nos indica que los extractos vegetales producen un impacto positivo en la actividad fotoprotectora de las formulaciones. También se observó que, al mezclar algunos agentes activos, el FPS de la formulación resultante fue mayor que el de los componentes individuales. Esto indica que en algunas mezclas se presentan efectos sinérgicos que intensifican la actividad fotoprotectora de las formulaciones.

Palabras clave: protección solar; piel; extractos naturales.

Introducción

La radiación solar es un fenómeno natural esencial que se origina cuando el Sol emite energía electromagnética al espacio y parte de esta llega a la Tierra. Dicha emisión abarca un amplio espectro de longitudes de onda, incluyendo a los rayos gamma, rayos X, radiación ultravioleta (UV), visible, infrarrojo, microondas y ondas de radio. La radiación visible representa a los colores que podemos ver; mientras que la radiación UV tienen efectos en los procesos biológicos a pesar de ser invisibles para el ojo humano. Por otra parte, la radiación infrarroja contribuye a la percepción del calor y a los problemas del calentamiento global, aunque también son invisibles. Durante los últimos años la exposición a la radiación solar se ha incrementado debido a las propias actividades de las personas, ocasionando que sea cada vez más necesario el uso de protectores solares.

Una exposición moderada a la radiación solar es beneficiosa porque mejora el ánimo, la vitalidad y contribuye a la producción de vitamina D, esencial para prevenir el raquitismo y la osteoporosis; sin embargo, alargar esta exposición puede provocar efectos negativos tanto agudos como crónicos en la piel, los ojos y el sistema inmunológico (Gloria M. *et al.*, 2020). La sobreexposición a los rayos ultravioleta son la principal causa del cáncer de piel.

La piel es un órgano que cubre completamente nuestro cuerpo formando una barrera protectora compleja y dinámica que desempeña un papel fundamental en nuestra salud y bienestar general. La piel está compuesta por varias capas: epidermis, dermis e hipodermis. Además, cuenta con estructuras adicionales como el pelo y las uñas, que son parte de los anexos cutáneos (Figura 1). Cuando estas capas se dañan o se interrumpen, surgen diversos tipos de lesiones.

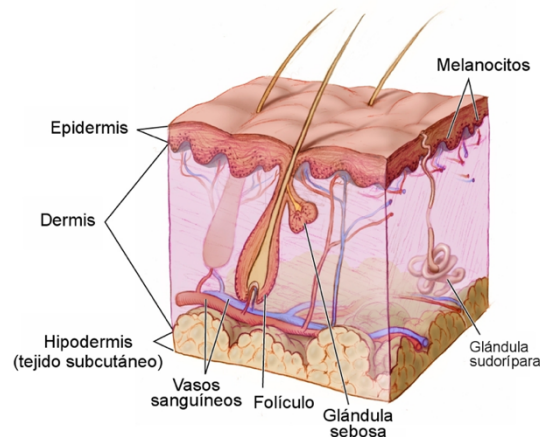


Figura 1. "Anatomía de la piel", por Don Bliss bajo licencia BY CC 2.0
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Anatomy_The_Skin_-_NCI_Visuals_Online_esp.jpg

La epidermis es la capa externa de la piel y sirve como defensa contra agentes patógenos; así como contra daños físicos y químicos. Esta capa contiene células que generan melanina, el pigmento responsable del color de la piel y que ofrece protección contra los rayos UV, brindando tanto un aspecto estético como una defensa vital. Debajo de la epidermis se encuentra la dermis, una capa más gruesa y fuerte que incluye una red densa de colágeno y elastina. Estas fibras otorgan elasticidad y resistencia a la piel, permitiendo el movimiento sin dañarla. La dermis también contiene folículos pilosos, glándulas sebáceas y sudoríparas, que son esenciales para regular la temperatura corporal y producir sebo, manteniendo la piel hidratada y protegida. La hipodermis, la capa más profunda, está formada principalmente por tejido adiposo. Esta capa funciona como aislante térmico, amortiguador contra impactos y reserva energética importante para el cuerpo.

El tipo de piel puede clasificarse en uno de 6 fototipos según su capacidad de adaptación y su sensibilidad a quemaduras provocadas por la radiación solar. En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los fototipos propuesta por Thomas Fitzpatrick (1975).

Tabla 1. Clasificación de los fototipos según Thomas Fitzpatrick (Harvard Medical School, 1975).

Fototipo	Quemaduras	Bronceado	Color de piel	Grupos de individuos, etnias
I	Siempre	No	Muy blanca	Pecosos, pelirrojos, celtas
II	Muy fácilmente	Mínimo	Blanca	Nórdico europeo y centroeuropeo
III	Fácilmente	Gradual	Morena clara	Cabello rubio/moreno
IV	Ocasionalmente	Sí	Morena	Latinos
V	Raramente	Intenso y rápido	Muy morena	Árabes, asiáticos, indios
VI	Nunca	Máximo	Negra	Africanos, afroamericanos

La protección solar tópica es una estrategia efectiva y accesible para evitar el cáncer de piel y otras lesiones cutáneas, ya que ayuda a disminuir el daño en el ADN, el envejecimiento prematuro y la respuesta inmunológica de la piel provocados por la radiación ultravioleta (García C.S. *et al.*, 2021).

La protección solar de la piel usualmente actúa bajo uno o varios de los siguientes principios:

1. Absorción y disminución de la transmisión de la radiación UV: Este proceso ocurre en la capa más externa de la piel (estrato córneo), utilizando sustancias químicas que absorben tanto los rayos UVB, como los UVA.
2. Aumento de dispersión UV: Se logra en el estrato córneo y en la epidermis viva mediante el uso tóxico de melanina o micro y nanopartículas de dióxido de titanio y óxido de zinc.
3. Aumento de reflexión de radiación UV y visible: También se lleva a cabo en el estrato córneo, mediante el uso de partículas microscópicas de dióxido de titanio y óxido de zinc.
4. Inmovilización de radicales libres y formas reactivas de oxígeno: Esto tiene lugar en las células vivas de la epidermis y dermis, y se logra mediante antioxidantes, aunque su efectividad puede variar.
5. Bloqueo físico de los UV: Se realiza en la superficie de la piel utilizando sombrillas, sombreros y ropa adecuada, ofreciendo una protección que puede ser de buena a excelente.

El factor de protección solar (*FPS*) indica el nivel de protección que proporciona un producto contra los rayos UVB, que son los principales causantes de las quemaduras solares. El *FPS* se puede asociar con el tiempo que la piel tarda en enrojecerse cuando no se usa protector solar, indicando cuántas veces se incrementará el tiempo que tardan los rayos UVB en provocar enrojecimiento en la piel protegida. Por ejemplo, si la piel no protegida de una persona tarda 5 minutos en comenzar a enrojecerse; entonces tardará 50 minutos en enrojecerse si está protegida con un fotoprotector de *FPS* 10.

El nivel de protección de los fotoprotectores puede ser clasificado y etiquetado según el criterio de la COLIPA (1997) que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación y etiquetado de fotoprotectores según la COLIPA (1997).

Tipo de fotoprotector	<i>FPS</i>
Bajo	2-4-6
Medio	8-10-12
Alto	15-20-25
Muy alto	30-40-50
Ultra	50+

Los protectores solares pueden ser agentes tópicos que reducen el impacto de los rayos UV, ya que son capaces de bloquear los efectos que la radiación ultravioleta tiene sobre el ADN de manera eficiente. Sin embargo, la mayoría de las formulaciones comerciales contienen compuestos que pueden ser dañinos para la salud. Tal es el caso de la oxibenzona y otros agentes activos que filtran eficientemente los rayos UV, pero que pueden ser perjudiciales porque atraviesan rápidamente la piel y comienzan a actuar como disruptores endocrinos (Perez R. O., 2023); por lo que es recomendable reducir su uso. Asimismo, estos productos son fuentes contaminantes del medio ambiente, principalmente de cuerpos de agua, teniendo una alta toxicidad en la flora y fauna del ecosistema (Jaime V. A. *et al.*, 2024). Por estas razones, se están desarrollando opciones de fotoprotección menos nocivas mediante el uso de agentes activos biológicos como carotenoides, polifenoles, vitaminas, proteínas, ácidos grasos y extractos vegetales que adicionalmente tienen propiedades antioxidantes, antienviejecimiento y humectantes; tanto cuando se administran por vía oral, como cuando se aplican tópicamente. Varios de estos productos no sólo han demostrado ser efectivos, sino también seguros y valorados por su utilidad en cosmética (Guerra, *et al.*, 2018).

En el presente estudio se elaboraron y evaluaron distintas mezclas de extractos naturales que previamente mostraron actividad fotoprotectora de manera individual, tales como los extractos de fresa (*fragaria*), y espinaca (*spinacia oleracea*); así como el mucílago de chíá (*salvia hispanica*). También se elaboraron algunas mezclas de extractos naturales con un bloqueador solar de tipo químico de la marca Hawaiian Tropic FPS 50+ para explorar la posibilidad de incrementar la actividad fotoprotectora de la formulación. Finalmente, se

evaluó la capacidad fotoprotectora de las formulaciones con extractos naturales y el bloqueador comercial mediante la estimación de su *FPS* a través del método espectrométrico *in vitro* propuesto por Mansur.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de investigaciones en Biotecnología de la Universidad de Guanajuato, Campus Celaya Salvatierra en la sede Mutualismo.

Para obtener los materiales vegetales con actividad fotoprotectora se obtuvieron extractos de fresa (*fragaria*), espinaca (*spinacia oleracea*) y mucílago de chíá (*salvia hispanica*). Para la fresa y la espinaca se obtuvieron extractos hidroalcohólicos; mientras que de las semillas de chíá se obtuvo un mucílago que luego fue procesado hasta convertirlo en un polvo seco.

Para obtener los extractos hidroalcohólicos de fresa o espinaca se realizó el proceso de maceración que se detalla de manera esquemática en la Figura 2. Este proceso de maceración consiste en extraer un compuesto soluble de un producto sólido al sumergirlo en un solvente durante un tiempo determinado. La maceración inicia en el punto 01 lavando y desinfectando el material vegetal con agua y jabón, seguido del enjuagado con agua destilada para luego pasar al punto 02 donde se licua el material con agua destilada. En el punto 03, se le agrega etanol que puede ser tanto al 70% o al 96% con una proporción de 1:1; es decir, para 1 kg de fresa que se requiriere 1 L de etanol y para 300 g de espinaca se requieren 300 ml de etanol. Después se envasa en un recipiente estéril que se envuelve en papel para protegerlo de la luz. A continuación, se coloca el recipiente en un refrigerador agitando cada día durante 10 minutos, justo como se indica en el punto 04 del esquema. En el punto 05, se dejan transcurrir de 6 a 7 días antes de realizar el filtrado del material vegetal, en el que se puede usar papel filtro. Una vez que se elimina el material vegetal, se inicia la evaporación del etanol, punto 06, colocando la alícuota en un horno de secado con una temperatura de 40 °C durante un periodo de 24 a 48 horas y monitoreando frecuentemente.

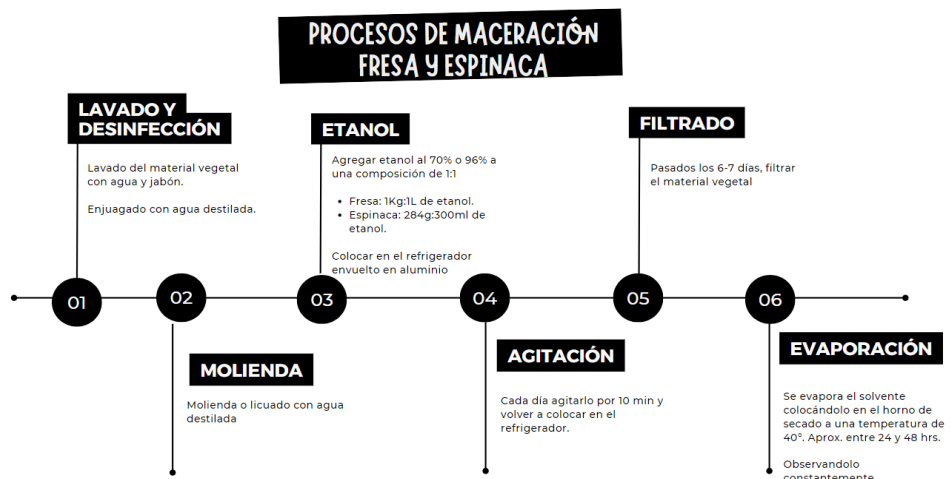


Figura 2. Proceso de maceración para la obtención de extractos hidroalcohólicos de fresa o espinaca. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, para la extracción del mucílago de chíá se siguió el procedimiento esquematizado en la Figura 3. En este proceso de extracción primeramente se lavan y desinfectan las semillas con agua y jabón, para después añadir hipoclorito al 1% y enjuagar con agua destilada, paso 1. Luego en el paso 2, se hidratan 250 g de semillas con 500 ml de agua destilada, se envasa en un recipiente sellado y envuelto con papel, y se coloca en el refrigerador durante 2 días en los cuales se debe agitar durante 10 min como indica el paso 3. En el paso 4 se realiza la eliminación de las semillas mediante filtración empleando gasas (2-3 capas) y exprimiéndolas para acelerar la separación. Luego, se le adiciona etanol a la alícuota para separar el mucílago

de la fase acuosa (paso 5). Finalmente, el mucilago húmedo es secado en un horno a 60 °C durante 3 días monitoreando constantemente (paso 6).

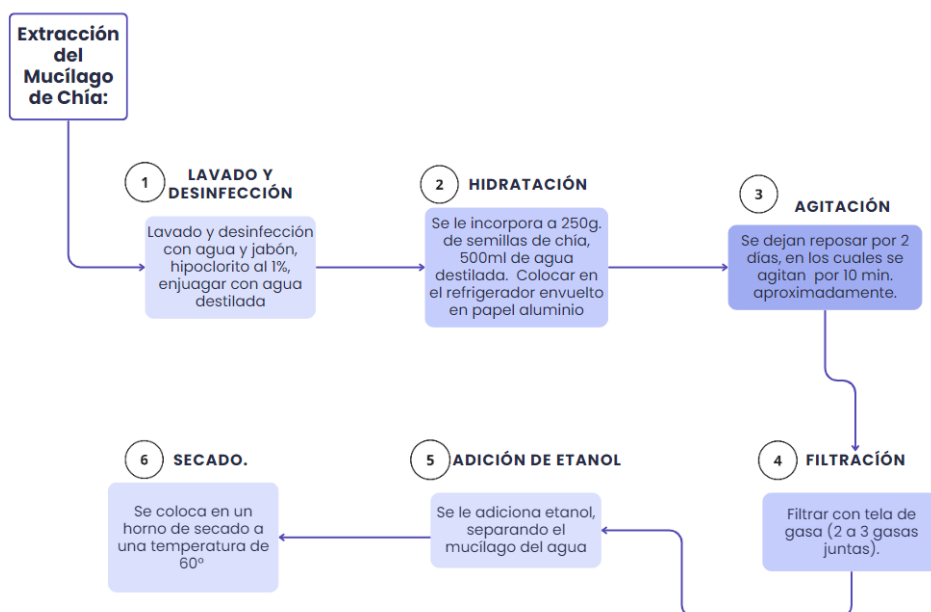


Figura 3. Proceso de extracción de mucilago de chía. Fuente: Elaboración propia.

Para estimar el *FPS* de los extractos vegetales individuales y de las mezclas se empleó el método propuesto por Mansur, Breder, Mansur & Azulay (1986) debido a que es un método espectrométrico *in vitro* seguro y de implementación simple y rápida; además de que los resultados son reproducibles. En este método se diluye la sustancia en un solvente que usualmente es etanol y se ajusta la concentración de la disolución a 0.2 mg/ml. Después, se mide la absorbancia de la muestra de 290 a 320 nm en intervalos de 5 nm. Posteriormente, se estima el *FPS* de la sustancia mediante el modelo mostrado en la Ecuación 1,

$$FPS = FC \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda) \quad (1)$$

donde *FC* es un factor de corrección de 10, *EE*(λ) representa el efecto eritemogénico de la radiación a la longitud de onda λ , *I*(λ) es la intensidad de la radiación solar en esa misma longitud de onda, y *Abs*(λ) corresponde al valor de absorbancia espectrométrica de la muestra a esa misma longitud de onda. El producto del efecto eritemogénico y la intensidad solar en cada longitud de onda fue determinado por Sayre *et al.* (1980).

Para obtener las disoluciones a la concentración que el método de Mansur requiere se pesaron 0.5 g de sustancia: extracto de fresa, mucilago de chía o bloqueador solar. En la primera disolución, los 0.5 g se disolvieron en etanol usando un matraz aforado de 25 ml. Posteriormente, de la disolución madre se tomaron 2.5 ml colocándose en otro matraz aforado y de igual manera se aforó a 25 ml, obteniendo la segunda disolución. Luego se repitió el proceso anterior para la tercera disolución obteniendo una concentración final de 0.2 mg/ml. Para el mucilago de chía y el bloqueador se usó agua destilada como solvente debido a que estos últimos no son solubles en etanol.

En el caso del extracto de espinaca, se tomaron 2.5 ml del extracto de espinaca y se colocaron en un matraz aforando hasta 25 ml. Se repite lo mismo que las anteriores soluciones hasta lograr una concentración de 0.2 mg/ml.

Con las disoluciones finales de los extractos se prepararon mezclas con diferentes pares de ingredientes y en distintas proporciones. La composición y proporción de ingredientes en estas mezclas de extractos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición y proporción de ingredientes de las mezclas de extractos vegetales. Fuente: Elaboración propia.

Mezcla	Solvente	Proporción %V/%V		
Fotoprotector-espinaça	Agua	70/30	50/50	30/70
Fotoprotector-fresa	Agua	70/30	50/50	30/70
Fotoprotector-chía	Agua	70/30	50/50	30/70
Espinaça-fresa	Etanol	70/30	50/50	30/70
Espinaça-chía	Agua	70/30	50/50	30/70
Fresa-chía	Agua	70/30	50/50	30/70

Para elaborar todas las mezclas se utilizaron las disoluciones con la concentración final de 0.2 mg/ml, obteniendo un volumen total de 10 ml para cada mezcla de disoluciones. Una vez elaboradas estas mezclas de disoluciones se tomaron muestras de 3 ml y se midió su absorbancia en un espectrofotómetro desde 290 hasta 320 nm con incrementos de 5 nm. Las mediciones de absorbancia fueron realizadas por triplicado y promediadas.

Resultados y discusiones

Se midió la absorbancia de las soluciones con extractos de fresa, espinaça y mucílago de chía; además de un bloqueador solar comercial. Las absorbancias promedio de las muestras en cada longitud de onda se muestran en la Figura 4.

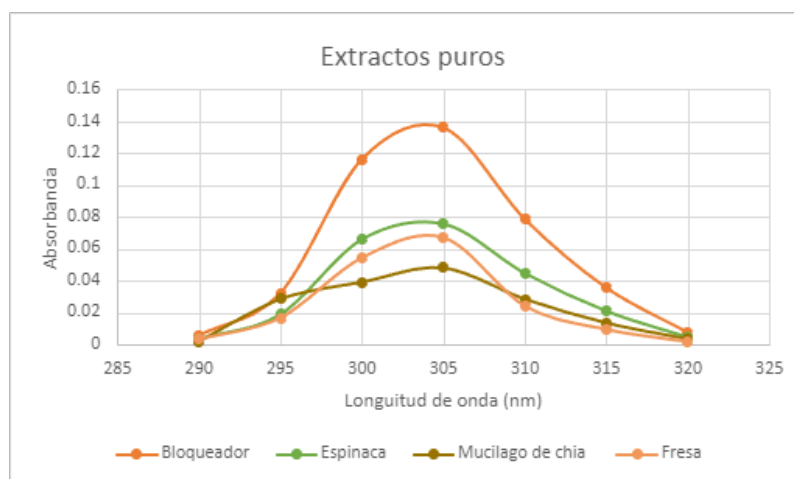


Figura 4. Absorbancia de las disoluciones con extractos individuales en la región UVB. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se observa que todas las muestras tienen máxima absorbancia cerca de los 305 nm y que el protector comercial posee mayor absorbancia que los extractos vegetales en esta banda espectral.

Por otro lado, el producto del efecto eritemogénico y la intensidad solar a una longitud de onda dada es una constante que fue previamente determinada por Sayre y otros (1980). Además, las disoluciones tenían una concentración de 0.2 mg/ml en concordancia con el método espectrométrico de Mansur. Con estos datos y

el modelo de Mansur presentado en la ecuación 1 se estimó el factor de protección solar de los extractos vegetales y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Absorbancias de las disoluciones con extractos individuales y determinación de su factor de protección solar. Fuente: Elaboración propia.

Longitud de onda	Bloqueador	Espinaca	Mucilago de chía	Fresa
290	0.393	0.241	0.14366	0.229
295	0.396	0.232	0.351	0.206
300	0.405	0.23	0.147	0.190
305	0.415	0.231	0.136666	0.205
310	0.422	0.24	0.15333	0.130
315	0.425	0.251	0.16266	0.114
320	0.424	0.259	0.19766	0.103
FPS	13.74	7.82	5.46	5.91

En los resultados de la Tabla 4 es posible notar que el bloqueador solar comercial analizado tiene un *FPS* estimado de 13.74, lo cual contrasta con su etiquetado de 50+. Una posible explicación para esta diferencia en el *FPS* del bloqueador comercial es que se analizó una loción con homosalato, lo que pudo haber afectado a la estimación por el método de Mansur. Es decir, es posible que uno o más componentes del bloqueador no se hayan disueltos en el solvente, lo cual causaría una subestimación del *FPS*. Además, las concentraciones de este tipo de componentes se mantienen sin cambios durante la fabricación de los protectores solares con *FPS* alto, por lo que no producen una variación proporcional en la estimación. Así pues, cuando se usa el método de Mansur para determinar el *FPS* de protectores solares con alto nivel de protección y formulaciones complejas puede haber diferencias entre el valor real y el valor estimado. Para evaluar esta diferencia entre el *FPS* declarado y el valor estimado se calculó el porcentaje de variación del *FPS* (%*FPS*) de acuerdo con la Ecuación 2,

$$\%FPS = \frac{FPS \text{ estimado}}{FPS \text{ declarado}}(100). \quad (2)$$

Tomando un valor de 50 para el *FPS* declarado y 13.74 para el valor estimado se obtiene un %*FPS* del 27.48%. Según la literatura, la variación entre el *FPS* declarado y el *valor* estimado por el método espectrométrico en el caso de fotoprotectores con *FPS* de 50+ usualmente va del 13.7% al 59.2% (Gutiérrez M. et al. 2017). Así pues, el %*FPS* obtenido se encuentra dentro de los valores usuales.

En las Figuras 5 a 10 se muestran los valores estimados del *FPS* para las mezclas con diferentes proporciones de agentes activos en su composición.

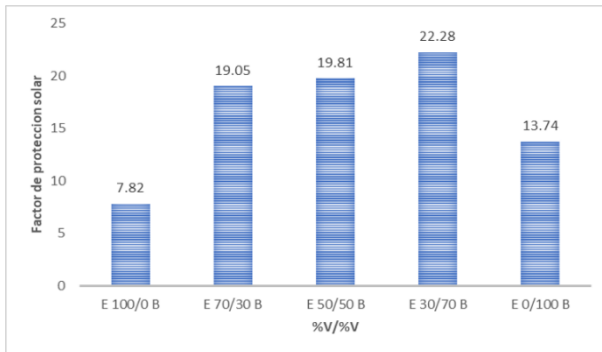


Figura 5. FPS de las mezclas con espinaca y bloqueador. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. FPS de las mezclas con fresa y espinaca. Fuente: Elaboración propia.

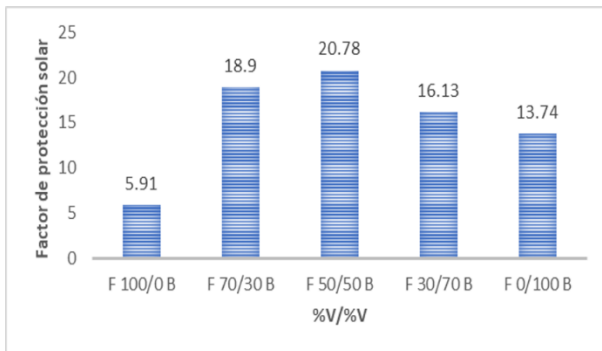


Figura 7. FPS de las mezclas con fresa y bloqueador. Fuente: Elaboración propia.

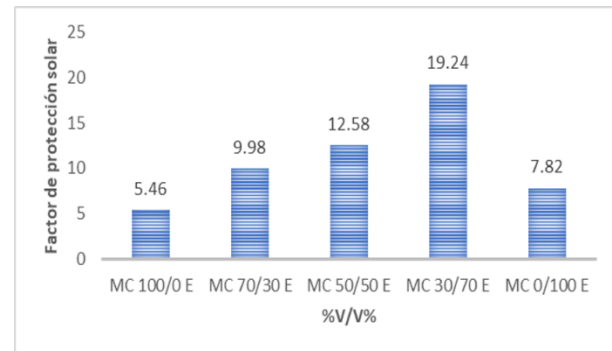


Figura 8. FPS de las mezclas con mucílago de chíya y espinaca. Fuente: Elaboración propia.

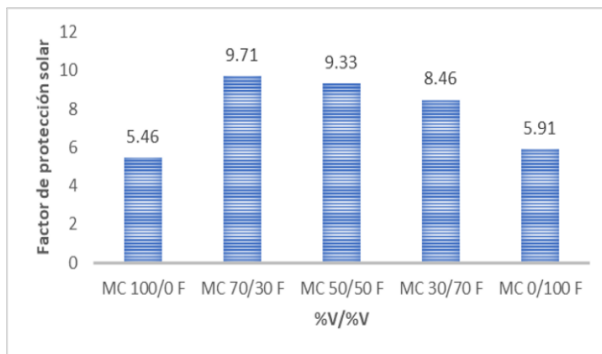


Figura 9. FPS de las mezclas con mucílago de chíya y fresa. Fuente: Elaboración propia.

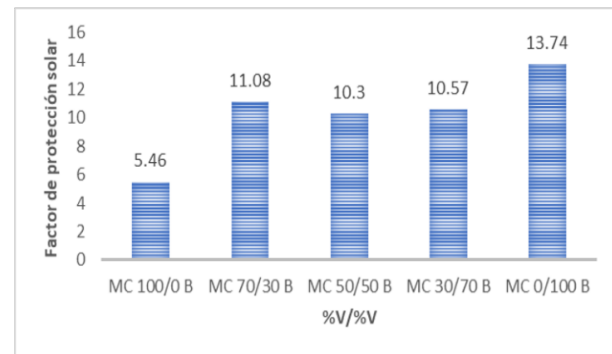


Figura 10. FPS de las mezclas con mucílago de chíya y bloqueador. Fuente: Elaboración propia.

La mezcla con 30% de espinaca y 70% de bloqueador (Fig. 5) es la que presentó mayor protección solar con un FPS de 22.28, seguida por la mezcla con 30% de fresa y 70% de bloqueador con FPS de 20.78 (Fig. 7). Esto indica que la incorporación de extractos de espinaca o fresa a las formulaciones es una buena alternativa para intensificar la actividad fotoprotectora. Otro hallazgo fue que en las mezclas de espinaca-bloqueador, fresa-espinaca, fresa-bloqueador, mucílago de chíya-espinaca y mucílago de chíya-fresa (Figs. 5 a 9) el FPS fue mayor que para los componentes individuales, sugiriendo un efecto sinérgico que aumenta la capacidad fotoprotectora de estas formulaciones. En el caso del mucílago de chíya-bloqueador (Fig. 10) el FPS de las mezclas fue inferior al del bloqueador, lo cual sugiere la ausencia de efectos sinérgicos en este caso.

Conclusiones

En este trabajo se analizó la actividad fotoprotectora de mezclas con extractos vegetales con la intención de contribuir al desarrollo de formulaciones fotoprotectoras más seguras para la piel de las personas y el ambiente. Para esto, se obtuvieron extractos fresa, espinaca y mucílago de semillas de chía. Con estos extractos vegetales y un fotoprotector comercial se elaboraron formulaciones con pares de componentes en distintas proporciones. En los resultados se encontró que el *FPS* estimado para el fotoprotector comercial fue menor que el declarado en el producto, debido a que posiblemente algunos agentes activos no se disolvieron completamente como se requiere en el método de Mansur. Uno de los hallazgos más destacados fue que en 5 de las 6 mezclas analizadas (espinaca-bloqueador, fresa-espinaca, fresa-bloqueador, mucílago de chía-espinaca y mucílago de chía-fresa) el *FPS* fue mayor que el de los componentes por separado. Esto indica que en dichas formulaciones los compuestos actúan de manera sinérgica incrementando la actividad fotoprotectora. La formulación con mayor actividad fotoprotectora fue la mezcla con 30% de extracto de espinaca y 70% de bloqueador con un *FPS* de 22.28; seguida por la mezcla con 30% de extracto de fresa y 70% de bloqueador con un *FPS* de 20.78. Cabe mencionar que los extractos vegetales individuales presentaron valores de *FPS* bajos y por sí solos proporcionan baja protección solar según la clasificación de la COLIPA. Sin embargo, al combinar los extractos de espinaca o fresa con un fotoprotector convencional es posible intensificar el nivel de protección de la formulación resultante.

Bibliografía

- García, C. S., Leal, M. P., & Gimeno, J. C. (2021). La radiación solar y la fotoprotección. *Actualidad en farmacología y terapéutica*, 19(2), 88-108. <https://www.socesfar.es/wp-content/uploads/2021/10/AFTV19N2-06D-Revisiones-en-farmacoterapia-1.pdf>
- Gloria M. Garnacho Saucedo, Rafael Salido Vallejo, Jose Carlos Moreno Giménez (2020). Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección, *Anales de Pediatría*, 92(6), pp. 377.e1-377.e9, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403320301661>
- Guerra, M. M., Alemán, A. D. y Román, Y. (2018). Fotoprotección y fotodaño en la niñez y la adolescencia. *MEDISAN*. 22(8), pp. 804-815.
- Gutiérrez M. *et al.* (2017). Comparison of the Photoprotective Effects of Sunscreens Using Spectrophotometric Measurements or the Survivability of Yeast Cells Exposed to UV Radiation. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 294-307. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000300005&lng=es&tlng=
- Marie Christine Martens, Christina Seebode, Janin Lehmann, Steffen Emmert (2018). Photocarcinogenesis and Skin Cancer Prevention Strategies: An Update, *Anticancer Research* <https://ar.iarijournals.org/content/38/2/1153>
- Pérez, R. O. (2023). Aspectos físicos, químicos, técnicos y barreras en fotoprotección. *Dermatología Revista Mexicana*, 67(3). Recuperado de revisiõnporpares.com
- Quisnancela Robles, Amparo Celina. (2019). *Formulación de un protector solar a base de Passiflora manicata (Juss.) Pers.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10570/1/56T00856.pdf>
- Vidal-Alvarez, J. A., Alonso-Morales, C. H., Rivera-Juarez, F., & Robles-Ramos, A. C. (2024). Influencia de disruptores endocrinos en medios acuosos. *RD-ICUAP*, 10(28), 124-135. <https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2024.10.28.1245>
- Mansur J.S., Breder M. N. R., Mansur M. C. A., Azulay R. D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An Bras Dermatol*. 61, pp.121-124.
- Sayre R., Desrochers D., Marlow E. (1980). Sunscreen testing methods: in vitro predictions of effectiveness. *J. Soc. Cosmet. Chem.* 31(1), pp. 133-43.