



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,  
Volumen 8, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5)

**FORMULACIÓN DE UN PROTECTOR SOLAR  
MEDIANTE EL USO DE POTENCIALES  
COMPLEJOS FOTOPROTECTORES DE  
ORIGEN NATURAL**

FORMULATION OF A SUNSCREEN THROUGH THE  
USE OF POTENTIAL PHOTOPROTECTIVE COMPLEXES  
OF NATURAL ORIGIN

**Geovanna Lissette Coloma Coloma**

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

**Fernanda Carolina Guaygua Silva**

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

**Tatiana de los Angeles Mosquera Tayupanta**

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14093](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14093)

## Formulación de un Protector Solar Mediante el Uso de Potenciales Complejos Fotoprotectores de Origen Natural

**Geovanna Lissette Coloma Coloma<sup>1</sup>**[gcolomac@est.ups.edu.ec](mailto:gcolomac@est.ups.edu.ec)<https://orcid.org/0009-0006-2091-5509>Universidad Politécnica Salesiana  
Ecuador**Fernanda Carolina Guaygua Silva**[fguaygua@est.ups.edu.ec](mailto:fguaygua@est.ups.edu.ec)<https://orcid.org/0009-0008-5223-3531>Universidad Politécnica Salesiana  
Ecuador**Tatiana de los Angeles Mosquera Tayupanta**[tdmosquera@uce.edu.com](mailto:tdmosquera@uce.edu.com)<https://orcid.org/0000-0001-6468-1413>Universidad Central del Ecuador  
Ecuador

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo formular un protector solar con potenciales complejos fotoprotectores de origen natural. El estudio inició con la localización y recolección de la droga vegetal Taxo (*Passiflora tarminiana*), ñachag (*Bidens andicola*), maíz (*Zea mays*) y espinaca (*Spinacea oleracea*), que por métodos de maceración y percolación se obtuvo extractos hidroalcohólicos para finalmente obtener extractos secos. Se realizó el control de calidad y tamizaje fotoquímicos identificándose la presencia de saponinas, compuestos fenólicos y flavonoides. La medición del factor de protección solar se efectuó a partir del método espectrofotométrico de Mansur en el rango la longitud de onda de 290 a 320 nm (radiación UVB); a 500 ppm se determinó que los mejores extractos fueron *Bidens andicola* (16,80) y *Zea mays* (11,741). Posteriormente, se realizó la combinación de extractos, una vez analizadas las 66 combinaciones, en base al porcentaje de variación los extractos y la proporción ideal a emplear corresponde al 30% de *Zea mays* y 70% de *Bidens andicola*. El análisis del factor de protección solar de la emulsión fotoprotectora, a 300 ppm fue de 38,5; siendo evidente que la combinación de los extractos de *Zea mays* y *Bidens andicola*, potencia el efecto fotoprotector.

**Palabras clave:** fotoproteccion, complejos fotoprotectores, protector solar, factor de protección solar

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [gcolomac@est.ups.edu.ec](mailto:gcolomac@est.ups.edu.ec)

## Formulation of a Sunscreen Through the use of Potential Photoprotective Complexes of Natural Origin

### ABSTRACT

The objective of this research project was to formulate a sunscreen with potential photoprotective complexes of natural origin. The study began with the location and collection of the plant drug Taxo (*Passiflora tarminiana*), ñachag (*Bidens andicola*), corn (*Zea mays*) and spinach (*Spinacea oleracea*), which, by maceration and percolation methods, hydroalcoholic extracts were obtained to finally obtain dry extracts. Quality control and photochemical screening were carried out, identifying the presence of saponins, phenolic compounds and flavonoids. The measurement of the sun protection factor was carried out using the Mansur spectrophotometric method in the wavelength range of 290 to 320 nm (UVB radiation); At 500 ppm, the best extracts were found to be *Bidens andicola* (16.80) and *Zea mays* (11.741). Subsequently, the combination of extracts was carried out, once the 66 combinations had been analyzed, based on the percentage of variation of the extracts and the ideal proportion to use corresponds to 30% of *Zea mays* and 70% of *Bidens andicola*. The analysis of the sun protection factor of the photoprotective emulsion, at 300 ppm, was 38.5; making it evident that the combination of the extracts of *Zea mays* and *Bidens andicola* enhances the photoprotective effect.

**Keywords:** photoprotection, photoprotective complexes, sunscreen, sun protection factor

*Artículo recibido 08 agosto 2024*

*Aceptado para publicación: 10 septiembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

La radiación solar posee acciones tanto beneficiosas como perjudiciales a nivel de la piel humana, tomando en cuenta el nivel de exposición y el tipo de radiación a la que se ve expuesta la acción del sol sobre la piel humana desde un punto de vista beneficioso permite la síntesis de vitamina D lo cual contribuye a mantener los niveles normales de Calcio y fósforo en plasma (García, et al., 2019); a la vez estimula la producción de melanina deseable desde un punto de vista estético, sin embargo, la exposición excesiva al sol conlleva a varios efectos adversos en la salud tanto a corto en las cuales se incluyen quemaduras, enrojecimiento e inflamación (eritema); como a largo plazo en donde es posible observar aceleración del envejecimiento cutáneo (aparición de arrugas, pérdida de volumen y de densidad que provocan cambios de apariencia y de funciones en la piel, como una mayor sensibilidad a la radiación UV y una reducción de la función inmunitaria) y diversos tipos de cáncer de piel (Merin, et al., 2022).

Varios de los mecanismos que dan lugar a los efectos adversos se fundamentan en la interacción de los distintos componentes celulares con la radiación solar, variando en función de la banda del espectro solar electromagnético (Cañarte, 2010). De este modo, la radiación UVB, con una longitud de onda que varía entre 290 y 320 nm, afecta directamente a la epidermis, siendo la principal responsable de distintos tipos de cáncer de piel entre ellos el carcinoma espinocelular, ya que afectan el ADN de las células e induce mutaciones; y de las quemaduras solares. Por su parte, se cree que la radiación UVA, que se caracteriza por una longitud de onda de entre 320 y 400 nm, está estrechamente relacionada con la génesis del melanoma y es la principal responsable del estrés oxidativo por la formación y liberación en el organismo de radicales libres responsables de cambios moleculares asociadas al fotoenvejecimiento cutáneo (López, et al., 2022).

Es importante mencionar que la piel presenta defensas naturales (fotoprotección endógena) de varios tipos frente a estas agresiones ambientales causadas por la exposición al sol. La melanina, constituye un pigmento estimulado por la radiación solar, por ende, es excelente filtro frente a radiaciones principalmente aquellas que varían entre 305 y 365 nm. Otro tipo de filtro son las moléculas antioxidantes que se sintetizan de manera natural en las células, pudiendo estas ser moléculas no proteicas de bajo peso molecular o a su vez proteínas con funciones enzimáticas antioxidantes. Los

antioxidantes no enzimáticos de bajo peso molecular incluyen la vitamina E, liposoluble en las membranas celulares (Guerra & Crane, 2019).

Sumado a los filtros o defensas naturales frente a la protección solar, las personas deben aplicar protección exógena mediante el empleo de suplementos sistémicos orales o composiciones tópicas fotoprotectoras en forma de cremas, lociones, o formulaciones similares, las mismas que son capaces de absorber, reflejar o dispersar la radiación solar, disminuyendo sus efectos adversos (Saucedo, et al., 2020).

En la actualidad, existe un sin fin de formulaciones cosméticas que emplean factores de protección tanto físicos como químicos, sin embargo, para su elección en las formulaciones es importante tener en consideración el rango de toxicidad de los mismos, puesto que su uso puede dar lugar a irritaciones o incluso formar parte del grupo de disruptores endocrinos (Gabros, et al., 2023).

Con el objetivo de disminuir o evitar este tipo de compuestos fotoprotectores perjudiciales para el ser humano se han llevado a cabo varios estudios que dan a conocer sustancias o complejos fotoprotectores de uso tópico, los cuales incluyen moléculas tales como las vitaminas, el pantenol, la alantoína y los extractos de especies vegetales (Saucedo, et al., 2020).

Por su parte, un sinnúmero de investigaciones ha demostrado que el uso de extractos vegetales ha resultado ser muy eficaz debido a la presencia de determinados metabolitos secundarios capaces de proteger a las células de las mismas plantas, y también a las células humanas. Estudios *in vitro* e *in vivo* ya han incluido en las formulaciones principios activos de origen vegetal, principalmente aquellos con función fotoprotectora (Mejía, et al., 2014). Se ha demostrado que las moléculas más comunes en estos organismos son los terpenos, flavonas, carotenoides, catequinas, compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas. (Stevanato, et al., 2014). Los principios activos con función fotoprotectora ya sea biológica o natural, son actualmente de mayor preferencia por las personas por la conciencia del ambiente, resultando a la vez ser una excelente alternativa en cuanto se refiere al cuidado de la piel (Tohge & Fernie, 2017).

Tomando en cuenta el enfoque principal de la investigación de ofrecer un protector solar inocuo, seguro y eficaz, la selección de excipientes se centra en el análisis de las propiedades de cada componente a emplear, pues en la actualidad se puede observar que gran parte de las formulaciones presentes en el

mercado poseen componentes con propiedades relacionadas con la alteración hormonal considerados como potenciales disruptores a niveles endocrinos, además de ser considerados como altamente contaminantes para el medio ambiente (Krause, et al., 2018).

La finalidad de la presente investigación se centró en obtener un producto que proporcione un factor de protección solar potenciado mediante complejos fotoprotectores de origen natural, además de garantizar la seguridad y eficacia de sus excipientes, resaltando así de la oferta actual del mercado. Permitiendo así su fácil posicionamiento, al ofrecer un producto de calidad, seguro y eficaz que propone evitar el impacto ambiental en sus procesos de producción además de innovar en la combinación de diferentes extractos vegetales. Finalmente se ejecutarán todos los análisis respectivos al control de calidad a nivel físico y químico, además evaluación del factor de protección solar de cada una de las formulaciones obtenidas, permitiendo así corroborar el cumplimiento de todos los parámetros de calidad aplicables para este tipo de productos.

La selección de los extractos a emplear y su posterior combinación en la formulación de los protectores solares se centró en una revisión bibliográfica de estudios previos de fotoprotección realizados sobre extractos vegetales, entre estos estudios se destacan los resultados obtenidos por Soria y sus colaboradores en el año 2021, en esta investigación se resalta la presencia de un sinnúmero de especies vegetales con potencial de fotoprotección, destacándose así los extractos de taxo (*Passiflora tarminiana*), ñachag (*Bidens andicola*), espinaca (*Spinacia oleracea* L) y maíz (*Zea mays*), entre otras. Finalmente se resalta a los compuestos bioactivos responsables de la acción fotoprotectora como los polifenoles, entre otros metabolitos secundarios que poseen una absorción representativa en las regiones del ultravioleta A y B.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó una investigación de tipo cuantitativa, con un diseño experimental de tipo robusto y nivel de estudio descriptivo. La obtención de resultados se centró en la aplicación de métodos estadísticos y cuantitativos con una inferencia hipotético-deductivo, con un nivel investigación explicativo que busca determinar los componentes de causa y efecto de los acontecimientos de interés (Galarza, 2020), como es el caso de influencia de la combinación de complejos fotoprotectores de origen natural en la emulsión fotoprotectora a través del análisis del factor de protección solar.

Las partes aéreas de las cuatro especies vegetales: Ñachag (*Bidens andicola*), Taxo (*Passiflora tarminiana*), Maíz (*Zea mays*) y Espinaca (*Espinaca oleracea*), fueron acondicionadas y llevadas a un proceso de secado en estufa a temperatura de 40 °C, finalmente fueron trituradas para llevar a cabo los análisis correspondientes, para la obtención los extractos hidroalcohólicos.

En el caso de Ñachag (*Bidens andicola*) y Maíz (*Zea mays*) se pesó 200 g de planta seca en 600 mL de etanol al 96%, en una relación 1:3, posteriormente se llevó a macerar por 48 horas (protegiendo siempre de la luz), se filtró, y se procedió a medir el volumen obtenido, posteriormente se llevó a concentrar en rotavapor (temperatura menor a 60 °C), hasta obtener el extracto seco.

Para la obtención del extracto seco de Espinaca (*Spinacia oleracea L.*) se pesó 100 g de planta seca en 40 mL de etanol al 70°, y se humectó por 10 minutos, posteriormente se coloca en el equipo de percolación y se añade 600 mL de etanol, se macera por 24 horas (proteger de la luz); la percolación se realiza a velocidad constante de 10-20 gotas por minuto, en la cual se eliminan los primeros 100 mL, y se añaden 400 mL hasta recolectar 375 ml (repetir 2 veces), finalmente se recolectan 1000 mL que se llevan a concentrar en rotavapor (temperatura menor a 60 °C), hasta obtener 250 mL; de este volumen se tomó una alícuota de 100 ml y se llevó a concentrar hasta los 10 ml, del volumen concentrado se llevó a sequedad a 40 °C, hasta la obtención del extracto deseado.

Finalmente, en el caso de la especie de Taxo (*Passiflora tarminiana*), se pesó 200 g de planta seca en 100 mL de etanol al 96%, en una relación (70:10), posteriormente se efectuó una maceración de 72 horas (llevar a la agitadora), para filtrar y concentrar en rotavapor a 210 rpm a 50 °C, hasta obtener extracto seco; una vez obtenido los extractos secos se procedió a calcular rendimiento de obtención de los mismos, para lo cual se empleó la siguiente fórmula

$$R = \frac{M_2}{M_1} \times 100\%$$

Donde:

**R**= % expresado en gramos del extracto seco/ 100g correspondiente al material seco vegetal

**M<sub>2</sub>**= Masa correspondiente al extracto seco

**M<sub>1</sub>**= Masa correspondiente al material seco vegetal debidamente acondicionado

Es importante destacar que previo a la obtención de los extractos secos, se realizó en respectivo control de calidad de los extractos hidroalcohólicos, ese análisis se realizó en base a al cumplimiento de los requisitos organolépticos como el olor, color, sabor y aspecto y la determinación del pH de los mismos; posteriormente este control de calidad fue evaluado a nivel de la emulsión fotoprotectora.

Una vez obtenido los extractos secos de las especies en estudio se procedió a realizar el respectivo tamizaje fitoquímico, para el ensayo de la espuma (determinación de saponinas), las muestras hidroalcohólicas se diluyeron en agua, en relación 1:5, posteriormente se agitó fuertemente durante 10 minutos. Para el ensayo del cloruro férrico (compuestos fenólicos y taninos), se añadió 3 gotas de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica a una alícuota del extracto. Finalmente en el ensayo de Shinoda (flavonoides), se diluyó con 1 mL de HCl concentrado y cinta de magnesio metálico, se esperó por 5 minutos y se añadió 1 mL de alcohol amílico, posteriormente se dejó en reposo los ensayos realizados hasta la obtención de resultados.

### **Medición de FPS de extractos**

Blanco: Se empleó etanol al 96%

Muestras

- Ñachag: se preparó el extracto a una concentración de 20 ppm, 300 ppm, 600 ppm y 1000 ppm
- Taxo: se preparó el extracto a una concentración de 20 ppm, 300 ppm, 500 ppm y 1000 ppm
- Maiz: se preparó el extracto a una concentración de 20 ppm, 200 ppm, 500 ppm y 1000 ppm
- Espinaca: Se preparó los extractos a una concentración 0.2 mg/mL. Se tomó 1 mL y se aforó a 100 mL.

Se midió el espectrofotómetro UV a un rango de 290 a 320 nm. Se obtuvo datos por triplicado, y se aplicó la ecuación de Mansur

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Donde:

CF= Factor de corrección igual a 10

EE( $\lambda$ ) = Espectro del efecto eritemal (de la longitud de onda  $\lambda$ )

I( $\lambda$ ) =Intensidad del espectro del sol (en la longitud de onda  $\lambda$ )

Abs( $\lambda$ ) = Absorbancia del producto en la longitud de onda  $\lambda$  (Morales, 2018)



## Diseño Experimental

El diseño experimental se realizó tanto para los extractos como para la formulación cosmética, el primer análisis se llevó a cabo para identificar cual es la mejor combinación de extractos, la misma que fue colocada en la formula base del protector solar.

- Extractos

Se prepararon soluciones a 200 ppm de los cuatro extractos, para finalmente agruparse de dos en dos, en distintas proporciones, para la medición en el espectrofotómetro se realizó entre 290 – 320 nm.

Se empleó una relación porcentual de 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90, 0/100, los modelos empleados corresponden a la combinación de los extractos de: *Zea mays* - *Bidens andicola*, *Zea mays* - *Passiflora tarminiana*, *Zea mays* - *Spinacea oleracea*, *Bidens andicola* - *Passiflora tarminiana*, *Bidens andicola* - *Spinacea oleracea* y *Passiflora tarminiana* - *Spinacea oleracea*, dando un total de 66 posibles combinaciones.

- Protector solar

Una vez obtenida la mejor combinación de extracto, con el FPS más alto, se realizaron 4 formulaciones distintas con el empleo de filtros y extractos naturales.

Se empleo el siguiente modelo de formuación:

Formulación 1: formulación base

Formulación 2: formulación base + Maíz: Ñachag 30:70

Formulación 3: formulación base + óxido de zinc

Formulación 4: formulación base + óxido de zinc + Maíz: Ñachag 30:70

## Determinación FPS

Blanco: Solución de etanol-agua (60:40)

Muestras: Se llevó a cabo una formulación a una concentración de 0,2 mg/ml

Se midió en el espectrofotómetro a 290-320 nm, Mediante la ecuación de Mansur se calculó el FPS

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención de extractos vegetales consistió en la aplicación de diversos métodos de extracción cuya finalidad fue el aprovechamiento y la optimación del uso de los principios activos presentes en las especies de interés, el método a emplear varía de acuerdo a las características de solubilidad de los

metabolitos de interés (Valenzuela, 2022). En la Tabla N° 1 se puede identificar los 4 extractos secos obtenidos de las especies de Taxo (*Passiflora tarminiana*), ñachag (*Bidens andicola*), maíz (*Zea mays*) y espinaca (*Spinacea oleracea*), el rendimiento de los mismos presento una media de 24,15%, con una eficacia promedio de 2,31% por hora, tomando en cuenta el rendimiento obtenido en razón del tiempo total empleado para la extracción (Guerra, 2005) ; se destaca que los mejores resultados en cuando al rendimiento y eficacia de la extracción fueron obtenidos por la especie de maíz (*Zea mays*), manifestando un rendimiento que alcanza los 27, 62% con una eficacia de 3,45% por hora.

En la Tabla N° 2 se presenta el análisis de los parámetros relacionados con el olor, color, sabor y aspecto de las cuatro especies en estudio; en el caso del extracto seco de *Passiflora tarminiana*, se destaca la presencia de un olor característico a la especie, evidenciándose así la evaporación total del solvente, su coloración es rojo ladrillo, característica presentada por la presencia de flavonoides y taninos, presenta un sabor ligeramente astringente y amargo que se manifiesta con un aspecto sólido cristalino. Las características manifestadas por el extracto de *Passiflora tarminiana*, coinciden con descritas por Quisnancela en el año 2019, en donde se destaca que la presencia de las mismas confirma la presencia de antocianias, taninos y flavonoides propias del género analizado.

El análisis del extracto seco de *Bidens andicola*, de igual forma presentó un olor característico a la especie, se identificó una coloración amarillo verdosa, con un sabor amargo de aspecto sólido cristalino, Los estudios realizados por Pacheco en el año 2019, corroboran la manifestación de estas características, mismas que se relacionan con especies ricas en flavonoides.

El extracto seco de *Zea mays*, presentó un olor característico de la especie, con una coloración amarillo verdosa, con un sabor dulce de aspecto sólido cristalino; en el año 2018, los estudios realizados por Morales relacionan la manifestación de estas características con la presencia de flavonoides, azúcares y almidón propios de la especie.

Finalmente, el extracto seco de *Spinacea oleracea* manifestó un olor característico de la especie, con una coloración verde oscuro, cuyo sabor es amargo y de aspecto sólido cristalino; los estudios realizados por Castillo y Pesantes en el 2019, atribuyen estas características a la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides.

Una vez llevado a cabo la medición del pH de los extractos secos, se obtuvieron resultados similares que varían entre 5,4 a 5,9 (ver Tabla N° 3), es decir que se mantienen ligeramente ácidos, lo cual, resulta ser benéfico para las formulaciones, debido a que se debe considerar el pH de la piel para evitar irritaciones cutáneas al momento de aplicarlas, además de relacionarse directamente con la presencia de compuestos como taninos, flavonoides y ácidos orgánicos.

En el caso del extracto seco de *Bidens andicola* el pH obtenido fue de 5,4 el mejor de todas las muestras analizadas, por presentar el pH más ligeramente ácido del resto de extractos, sigue *Spinacea oleracea*, *Passiflora tarminiana*, y *Zea mays* con 5,5; 5,6 y 5,9 respectivamente.

El tamizaje fitoquímico se realizó en base al interés de obtención de un protector solar en forma de emulsión cosmética, por lo que se optó por identificación de aquellas características favorables para la piel como la presencia de saponinas, metabolitos relacionados con los procesos de renovación y exfoliación cutánea, adicionalmente se ha buscado explicar el comportamiento fotoprotector de las especies a través de la identificación de compuestos fenólicos y flavonoides. En la Tabla N°4 se observa el resultado obtenido de las reacciones de espuma y coloración efectuados a los extractos secos de *Passiflora tarminiana*, *Bidens andicola*, *Zea mays* y *Spinacea oleracea*. A través del ensayo de espuma se identificó la presencia de saponinas en los extractos de *Bidens andicola* y *Zea mays*, resultado que se corrobora por la manifestación de espuma con una duración aproximada de 2 minutos; el ensayo de cloruro férrico permitió corroborar la presencia de compuestos fenólicos en general en todos los extractos analizados, se destacan los resultados obtenidos de *Bidens andicola* y *Zea mays* (+++), en los cuales se observó una coloración rojo-vino intensa, en los extractos de *Passiflora tarminiana* y *Spinacea oleracea* (++) se observa una reacción similar pero con menor intensidad. Finalmente a través del ensayo de Shinoda se realizó la identificación flavonoides en todos los extractos analizados, destacándose así los resultados obtenidos de *Passiflora tarminiana* y *Bidens andicola* (+++), en los cuales se observó la presencia de una coloración amarilla de mayor intensidad.

Los resultados obtenidos permiten corroborar que las especies en estudio poseen características fitoquímicas que las convierten en los componentes ideales para una formulación cosmética con fines fotoprotectores, destacándose así las características obtenidas de los extractos *Bidens andicola* y *Zea mays*.

En el presente estudio la obtención del FPS de los extractos secos de *Passiflora tarminiana*, *Bidens andicola*, *Zea mays* y *Spinacea oleracea* se efectuó a partir del método espectrofotométrico de Mansur a partir de la dilución de los extractos principales hasta obtener un total de 4 diluciones que facilitan la obtención de las respectivas absorbancias en el rango la longitud de onda correspondiente a la radiación UVB. En la Tabla N°5 se observa el FPS in vitro de las 4 diluciones empleadas para cada extracto; en el caso de *Passiflora tarminiana*, la determinación se realizó a 20, 200, 500 y 1000 ppm, mediante la ecuación de Mansur se identifica que en la muestra correspondiente a la concentración de 1000 ppm se obtiene un FPS de 14,878 coincidiendo así con los resultados descritos por Quisnancela en el año 2019; sin embargo tomando en cuenta las limitaciones del método y con la finalidad de obtener resultados fiables se ha optado por tomar como referencia los datos obtenidos a 500 ppm como punto de comparación para todas las muestras (Ver Gráfico N° 1), en el caso de *Passiflora tarminiana* en la concentración antes mencionada se obtiene un FPS de 7,461 con un nivel de fotoprotección bajo.

La determinación del FPS del extracto de *Bidens andicola*, se efectuó en las concentraciones de 20, 300, 600 y 1000 ppm, descascandose así que la máxima concentración se obtiene un valor de 32,456 para el FPS, sin embargo al tomar en cuenta las limitaciones del método a traves de la curva de calibración correspondiente relación de la concentración del extracto y el FPS con una correlación de 0,9967 (Ver Gráfico N° 2) se obtiene que a una concentración de 500 ppm presenta un FPS de 16,8 con un nivel de fotoprotección alto; resultados que presentan una relación significativa con los estudios realizados por Pacheco en el año 2019.

El análisis del FPS del extracto de *Zea mays*, se efectuó en las concentraciones de 20, 300, 500 y 1000 ppm, en su máxima concentración se obtiene 23,021 de FPS y como punto de referencia para el presente estudio a 500 ppm su FPS corresponde a 11,741 con un nivel de fotoprotección medio (Ver Gráfico N° 3); resultados que presentan una relación significativa con los estudios realizados por Morales en el año 2018. Finalmente, el análisis del FPS del extracto de *Spinacea oleracea*, se realizó en las concentraciones de 20, 300, 500 y 1000 ppm, en su máxima concentración se obtiene 10,427 de FPS y como punto de referencia para el presente estudio a 500 ppm su FPS corresponde a 5,31 con un nivel de fotoprotección bajo (Ver gráfica N° 4); resultados que presentan una relación significativa con los estudios por Castillo y Pesantes en el 2019.



Es importante destacar los datos obtenidos de *Bidens andicola* y *Zea mays*, pues al evidenciarse niveles de fotoprotección medio y alto, se presenta la opción de realizar formulaciones fotoprotectoras sin la necesidad de adición de otros filtros solares, optimizando así el empleo de recursos naturales y la inclusión significativa de fitoingredientes en las formulaciones cosméticas.

La obtención de curvas de calibración facilita la extrapolación, a partir de las absorbancias y datos del FPS obtenidos en las 4 concentraciones es posible establecer la relación que existe entre la concentración del extracto y el valor del FPS. Tomando en cuenta este principio a partir de la ecuación calculada para cada uno de los extractos se define el FPS resultante a 20, 200, 300, 500, 600 y 1000 ppm, facilitando así la comparación de los resultados obtenidos y la estimación del comportamiento del FPS en las diferentes concentraciones analizadas (Ver Gráfico N° 5).

La medición del FPS de la combinación de extractos de las especies vegetales en estudio consistió en la aplicación del modelo experimental que permite agrupar dos extractos a la vez en una relación porcentual de 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90, 0/100, los modelos empleados corresponden a la combinación de los extractos de: *Zea mays* -*Bidens andicola*, *Zea mays* -*Passiflora tarminiana*, *Zea mays* -*Spinacea oleracea*, *Bidens andicola* -*Passiflora tarminiana*, *Bidens andicola* -*Spinacea oleracea* y *Passiflora tarminiana* -*Spinacea oleracea*. Tomando en cuenta las limitaciones del método de Mansur en la determinación del FPS, se han realizado diluciones a 200 ppm (Sepúlveda, et al., 2021), mismas que se han clasificado en las proporciones antes mencionadas, obteniendo un total de 66 posibles combinaciones, de las cuales el objetivo principal es obtener la mejor combinación en la que se evidencie los efectos de sinergia en cuanto al FPS obtenido. El análisis del FPS de los datos obtenidos se presenta en la Tabla N° 6. Se identificó que las combinaciones obtenidas de los extractos de *Zea mays* y *Bidens andicola*, en la proporción de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola* con un FPS de 14,1 presentan un porcentaje de variación positivo en 6 de las 10 combinaciones realizadas con respecto a la medición del extracto puro de *Zea mays* (FPS:8,1); la mejor combinación representa un incremento del 73% con respecto al extracto puro de *Zea mays* (Ver Gráfico N° 6), tomando en cuenta al extracto puro de *Bidens andicola* (FPS:11,3) la combinación manifestada aumentó el FPS en un 24%, lo que evidencia el efecto de sinergia y potenciación del FPS.

Las combinaciones obtenidas de los extractos de *Zea mays* y *Passiflora tarminiana*, no superaron los valores obtenidos del extracto puro de *Zea mays*, obteniéndose así 9 porcentajes de variación negativos con respecto a este extracto (Ver Gráfico N° 7), descartándose la posibilidad de sinergia entre *Zea mays* y *Passiflora tarminiana*.

Las combinaciones obtenidas de los extractos de *Zea mays* y *Spinacea oleracea*, presentan un incremento significativo en la proporción de 60% extracto de *Zea mays* y 40% extracto de *Spinacea oleracea* con un FPS de 10,2; adicionalmente evidencia un porcentaje de variación positivo en 2 de las 10 combinaciones realizadas con respecto a la medición del extracto puro de *Zea mays* (FPS:8,1); la mejor combinación representa un incremento del 25% con respecto al extracto puro de *Zea mays* (Ver Gráfico N° 8), tomando en cuenta al extracto puro de *Spinacea oleracea* (FPS: 3,0) la combinación manifestada aumentó el PFS en un 241%, evidenciándose así la sinergia de la combinación analizada.

Las combinaciones obtenidas de los extractos de *Bidens andicola* y *Passiflora tarminiana*, poseen un incremento en la proporción de 70% extracto de *Bidens andicola* y 30% extracto de *Passiflora tarminiana* con un FPS de 13,1, adicionalmente evidencia un porcentaje de variación positivo en 5 de las 10 combinaciones realizadas con respecto a la medición del extracto puro de *Bidens andicola* (FPS:11,3); la mejor combinación representa un incremento del 15% con respecto al extracto puro de *Bidens andicola* (Ver Gráfico N° 9), tomando en cuenta al extracto puro de *Passiflora tarminiana* (FPS: 4,1) la combinación manifestada aumentó el PFS en un 216%, evidenciándose así un incremento notable del FPS en la combinación analizada.

Las combinaciones obtenidas de los extractos de *Bidens andicola* y *Spinacea oleracea*, presentan la mejor combinación en la proporción de 80% extracto de *Bidens andicola* y 20% extracto de *Spinacea oleracea* con un FPS de 11,8; se evidencia un porcentaje de variación positivo en 1 de las 10 combinaciones realizadas con respecto a la medición del extracto puro de *Bidens andicola* (FPS:11,3); la mejor combinación representa un incremento del 4 % con respecto al extracto puro de *Bidens andicola* (Ver Gráfico N° 10), tomando en cuenta al extracto puro de *Spinacea oleracea* (FPS: 3,0) la combinación manifestada aumentó el PFS en un 295%, evidenciándose así el efecto sinérgico proporcionado por el extracto de *Bidens andicola*.

Las combinaciones obtenidas de los extractos de *Passiflora tarminiana* y *Spinacea oleracea*, manifiestan la mejor combinación en la proporción de 60% extracto de *Passiflora tarminiana* y 40% extracto de *Spinacea oleracea* con un FPS de 4,7; la mejor combinación representa un incremento del 13 % con respecto al extracto puro de *Passiflora tarminiana* (Ver Gráfico N° 11), tomando en cuenta al extracto puro de *Spinacea oleracea* (FPS: 3,0) la combinación manifestada aumentó el FPS en un 56%, evidenciándose así un incremento notable del FPS en la combinación analizada.

Es importante destacar que la combinación 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola* disminuye significativamente la concentración requerida de los extractos individuales, puesto que para alcanzar un FPS similar del extracto puro de *Zea mays* se requería 1302 ppm y del extracto puro de *Bidens andicola* 900 ppm, evidenciándose así que la combinación presentada optimiza el uso de los Fitoingredientes, además de potenciar los efectos fotoprotectores de los extractos empleados.

Una vez obtenido el porcentaje de combinación de extractos la fase de preparación de la formulación cosmética en primera instancia se basó en identificar si la emulsión cosmética debería presentar solo la combinación de extractos o si la misma requiere de la adición de un filtro solar físico como el óxido de zinc para alcanzar el nivel de fotoprotección deseado

En la formulación 1 se preparó una emulsión cosmética sin la adición de componentes fotoprotectores, en la formulación 2 se realizó una dilución madre de óxido de zinc, la formulación 3 presento la combinación de extractos a partir de la proporción obtenida de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola* y finalmente se realizó la combinación entre el óxido de zinc y la proporción de extractos, se realizaron 4 diluciones a 20, 100, 200 y 300 ppm con la finalidad de identificar la concentración ideal del componente fotoprotector ya sea a partir solo de la combinación de extractos o de la adición de óxido de zinc para alcanzar el FPS deseado (Ver Tabla N° 7).

Entre los factores a destacar se obtiene que la adición de óxido de zinc a la combinación de extractos no incrementa el FPS, siendo evidente que no es relevante la incorporación del mismo.

La obtención de un protector solar mediante el uso de potenciales complejos fotoprotectores de origen natural, se llevó a cabo gracias a la obtención de la mejor combinación de extractos 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola*, tomando en cuenta el empleo de otros componentes como dermocosmético como los surfactantes, espesantes, conservantes, emolientes, agentes

acondicionadores, antioxidantes, coemulgentes, agentes de enmascaramiento, reguladores del pH, humectantes, colorantes, entre otros, se ha optado por el empleo de una concentración de 500 ppm de la combinación de extractos (Ver Tabla N° 8).

En la Tabla N° 9 se puede observar el FPS solar obtenido de la emulsión fotoprotectora, se evidencia que a 200 ppm se manifiesta un FPS de 38,5, siendo evidente que la combinación de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola*, potencia el efecto fotoprotector de los fitoconstituyentes presentes (compuestos fenólicos y flavonoides), además de evidenciarse un efecto sinérgico con los componentes adicionales de la formulación. En el Gráfico N° 12 se observa que el FPS es directamente proporcional a concentración analizada, las variaciones manifestadas están sujetas a los componentes de la formulación, sin embargo tomando en cuenta las limitaciones del método se estima que la formulación fotoprotectora cumple con el objeto deseado de presentar un FPS de 30 con un nivel de fotoprotección muy alto, es importante destacar que los resultados obtenidos permiten descartar la adición de filtros adicionales, considerando que los complejos fotoprotectores de origen natural satisfacen en su totalidad las necesidades de fotoprotección.

Finalmente, se llevó a cabo los análisis de control de calidad de la emulsión cosmética; en la Tabla N° 10 se presenta el análisis organoléptico realizado a las 4 formulaciones, en donde el olor en todos los casos fue el de los excipientes, más no propio a cada especie como en el caso de los extractos, esto se debe a que la cantidad en relación a la formulación es inferior. En cuanto al color para todas las muestras fue de color blanco, debido a que es propio de los componentes empleados a la vez que no cuenta con ningún tipo de colorante. Finalmente, el aspecto posee características semisólidas.

En la Tabla N° 11 es posible visualizar el pH medido en las formulaciones cosméticas finales, las cuales, se encuentran dentro los parámetros establecidos según el pH de la piel. Como se indicaba al medir el pH en los extractos es importante mantenerse ligeramente ácido para evitar irritaciones tras su uso, de igual manera ocurre con el producto final. La formulación 3, la cual es la que emplea la combinación de dos extractos presenta mejor caracteriza en cuanto a pH, cabe señal que mientras más se acerque a las propiedades alcalinas, se encuentran totalmente comprometidos la síntesis de lípidos epidérmicos y por ende la resequedad de la piel es más favorable.



El empleo de emulsiones para la formulación de protectores solares resulta benéfico, puesto que permite el uso de filtros solares de ambas polaridades. Para la determinación del signo de la emulsión se empleó el método de coloración tras el uso de un colorante hidrófilo, en este caso el azul de metileno.

Las cuatro formulaciones dieron como resultado ser emulsiones aceite en agua, debido a que el colorante se dispersó en las muestras, es decir, que en todos los casos la fase dispersa es el aceite y la fase dispersante es el agua (Tabla N° 12).

Es importante señalar que las emulsiones O/W son las más empleadas en la industria de la cosmética, por el hecho de que proporcionan frescor y resultan ser más agradables al momento de su aplicación (Cueto & Castañeda, 2019).

## TABLAS

**Tabla N° 1:** Rendimiento de la extracción de las especies analizadas (*Passiflora tarminiana*, *Bidens andicola*, *Zea mays*, *Spinacea oleracea*)

Variables	Extracto seco de <i>Passiflora</i>	Extracto seco <i>Bidens andicola</i>	Extracto seco <i>Zea mays</i>	Extracto seco <i>Spinacea oleracea</i>
M <sub>2</sub>	48,51 g	50,02 g	55,23 g	19,22 g
M <sub>1</sub>	200	200 g	200 g	100 g
R	24,26%	25,01%	27,62%	19,22%
Tiempo de extracción	12 horas	10 horas	8 horas	15 horas

**Tabla N° 2:** Parámetros organolépticos de las especies en estudio

Parámetros	<i>Passiflora tarminiana</i>	<i>Bidens andicola</i>	<i>Zea mays</i>	<i>Spinacea oleracea</i>
Olor	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris
Color	rojo ladrillo	Amarillo verdoso	Amarillo verdoso	Verde oscuro
Sabor	Ligeramente astringente y amargo	Amargo	Dulce	Ligeramente amargo
Aspecto	Sólido cristalino	Sólido cristalino	Sólido cristalino	Sólido cristalino

**Tabla N° 3:** Determinación de pH

Extracto seco	pH
<i>Passiflora tarminiana</i>	5,6
<i>Bidens andicola</i>	5,4
<i>Zea mays</i>	5,9
<i>Spinacea oleracea</i>	5,5

**Tabla N° 4:** Tamizaje fitoquímico: ensayos cualitativos

Extracto seco	Ensayo de la espuma	Ensayo del cloruro férrico	Ensayo de Shinoda
	Saponinas	Compuestos fenólicos y taninos	Flavonoides
Passiflora tarminiana	-	++	+++
Bidens andicola	+	+++	+++
Zea mays	+	+++	++
Spinacea oleracea	-	++	+

**Tabla N° 5:** FPS in vitro de las especies vegetales

Concentración ppm	Extractos			
	Passiflora tarminiana	Bidens andicola	Zea mays	Spinacea oleracea
20	0,3	0,7	0,8	0,1
200	2,8	7,0	4,8	2,0
300	4,4	10,6	7,1	2,7
500	7,5	16,8	11,7	5,3
600	8,9	21,4	13,9	6,2
1000	14,9	32,5	23,0	10,4

**Tabla N° 6:** Diseño experimental de combinación de extractos

Relación	Combinación de extractos					
	Maiz-Ñachag	Maiz - Taxo	Maiz- Espinaca	Ñachag - Taxo	Ñachag- Espinaca	Taxo- Espinaca
100/0	8,1	8,2	8,1	11,3	11,3	4,1
90/10	7,3	7,5	6,9	12,1	9,4	3,8
80/20	8,5	6,2	7,3	11,8	11,8	3,0
70/30	7,2	6,5	7,2	13,1	10,8	3,1
60/40	7,5	5,7	10,2	11,4	10,0	4,7
50/50	9,4	4,1	8,6	11,7	7,7	3,7
40/60	10,5	4,4	5,2	8,8	10,1	4,0
30/70	14,1	4,8	4,2	8,4	8,3	3,8
20/80	11,7	3,7	4,9	9,2	7,9	3,3
10/90	9,9	3,4	2,9	7,9	5,7	3,7
0/100	11,3	4,1	3,0	4,1	3,0	3,0

**Tabla N° 7:** Medición de FPS de modelo experimental para obtención de concentración de extractos

Concentración ppm	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
	Sin componentes fotoprotectores	Óxido de zinc	FPS de la combinación 30% extracto de Zea mays y 70% extracto de Bidens andicola	Óxido de zinc Más combinación de extractos
20	0,03	0,72	0,97	1,13
100	0,05	3,22	12,24	9,87
200	0,07	6,07	14,33	13,05
300	0,09	9,22	19,19	16,87
446	0,15	13,63	30	26,48

**Tabla N° 8:** Composición de emulsión con FPS 30

Componentes	Cantidad (g)
CETEARYL ALCOHOL	10,00
CETYL ALCOHOL	5,33
STEARIC ACID	3,33
GLYCERIN	2,66
ARGANIA SPINOSA KERNEL OIL	0,66
PRUNUS AMYGDALUS DULCIS OIL	0,66
ALOE BARBADENSIS EXTRACT	0,06
TOCOPHEROL	0,013
POLYSORBATE 60	0,06
ASCORBIC ACID	0,06
ÑACHAG EXTRACT	0,035
MAIZ EXTRACT	0,015
AQUA	Csp 100 g

**Tabla N° 9:** Medición de FPS del protector solar formulado

Concentración Emulsión cosmética (ppm)	FPS
0	0
20	2,2
100	18,4
200	24,2
300	38,5

**Tabla N° 10:** Parámetros organolépticos del protector solar formulado

Parámetros	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
Olor	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris
Color	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Aspecto	Semisólido	Semisólido	Semisólido	Semisólido

**Tabla N° 11:** Determinación de Ph del protector solar formulado

Formulación	pH
Formulación 1	5.9
Formulación 2	6.3
Formulación 3	5.7
Formulación 4	6.2

**Tabla N° 12:** Determinación del signo de la emulsión

Formulación	Signo de la emulsión
Formulación 1	O/W
Formulación 2	O/W
Formulación 3	O/W
Formulación 4	O/W

**Gráfico N° 1:** Curva de calibración del extracto de Passiflora tarminiana

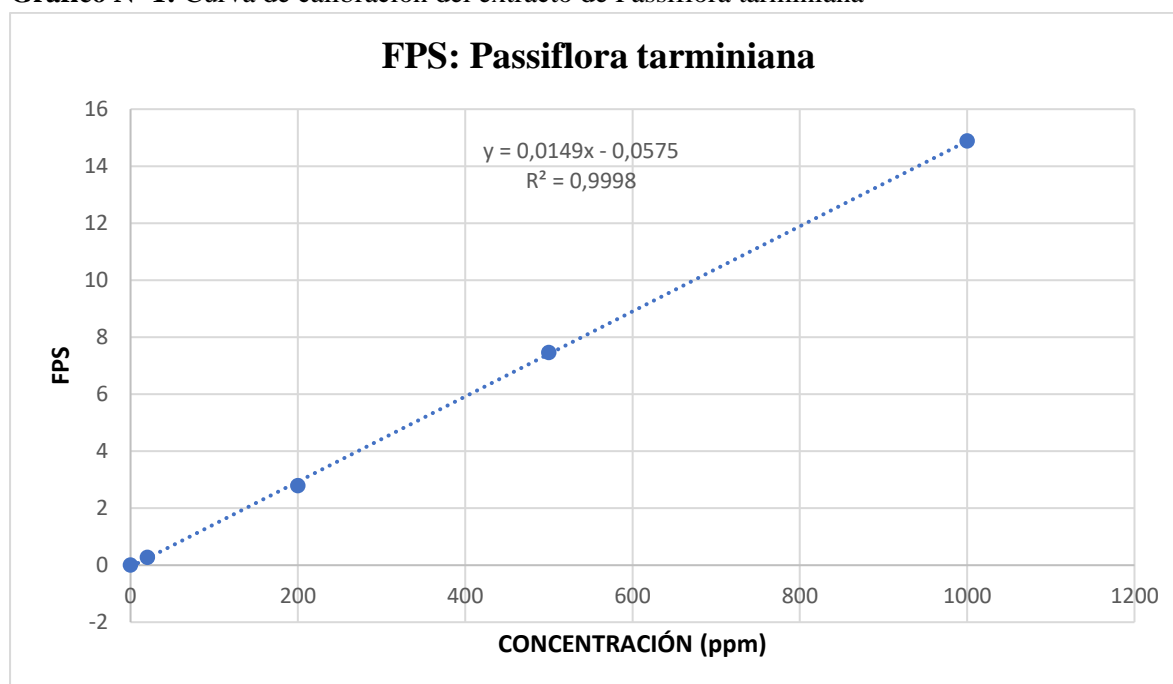


Gráfico N° 2: Curva de calibración del extracto de Bidens andicola

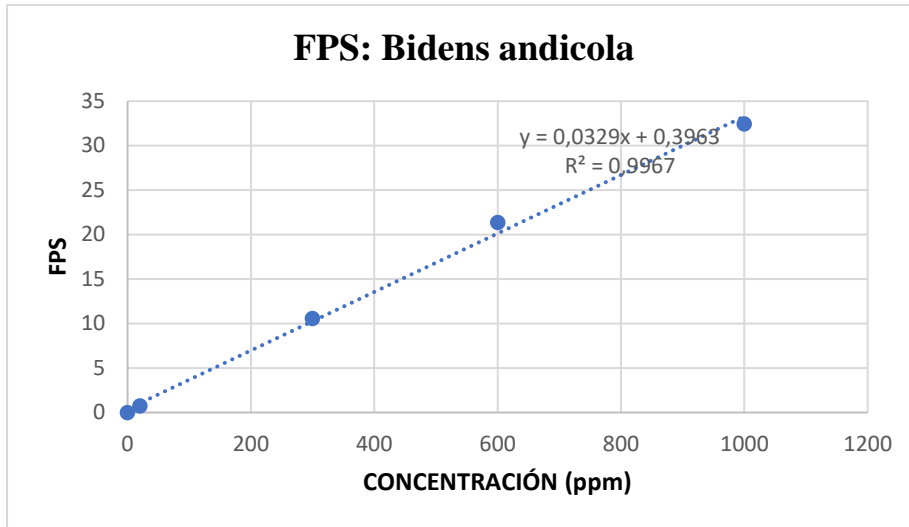


Gráfico N° 3: Curva de calibración del extracto de Zea mays

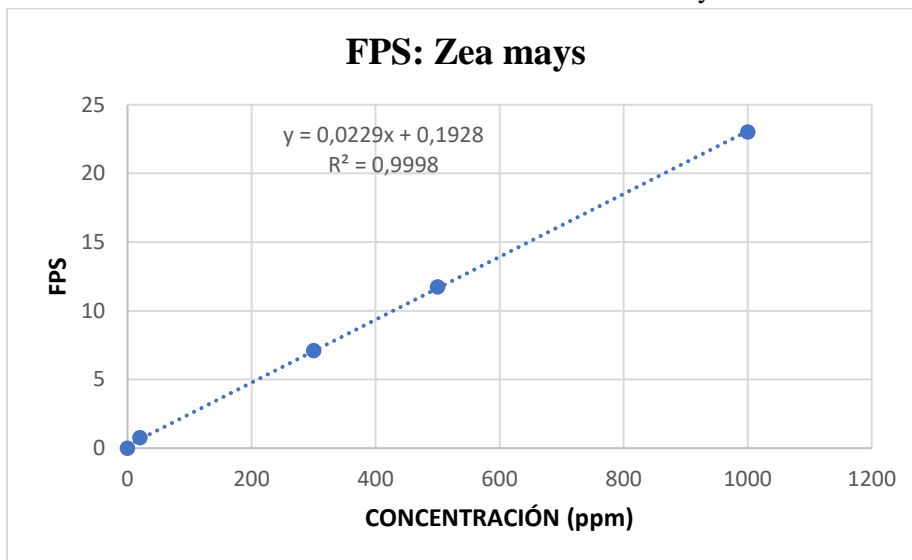
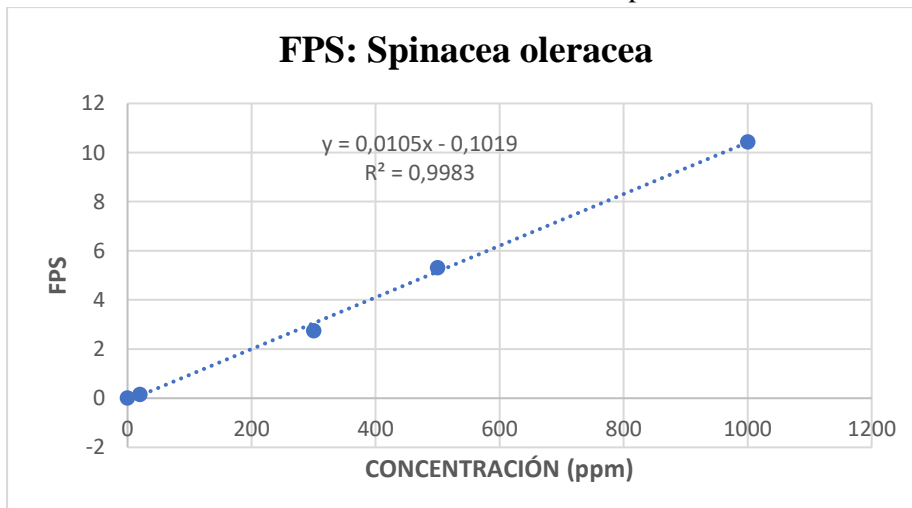
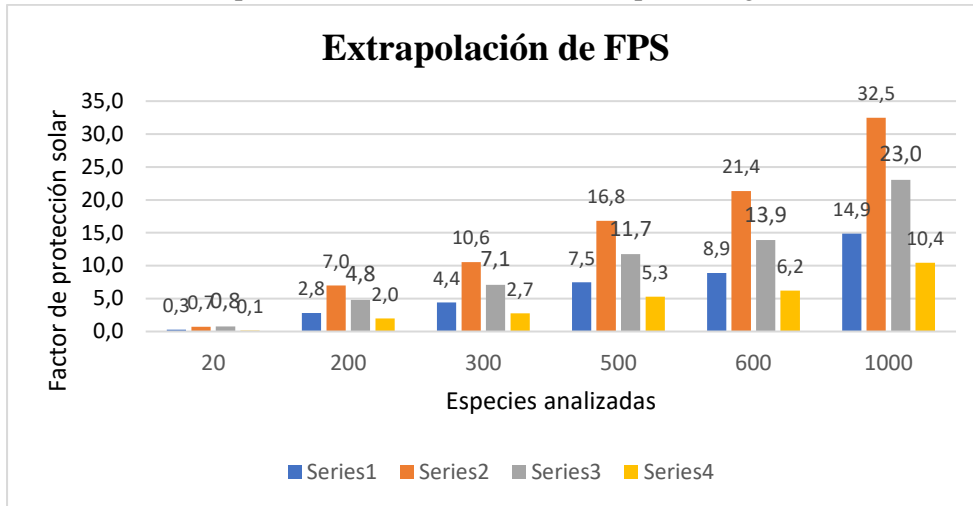


Gráfico N° 4: Curva de calibración del extracto de Spinacea oleracea

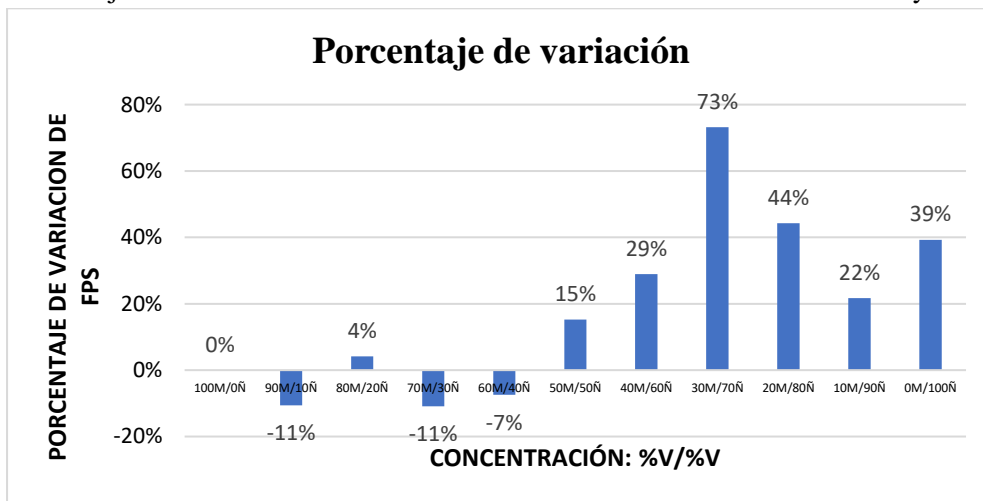


**Gráfico N° 5:**Extrapolación del FPS in vitro de las especies vegetales

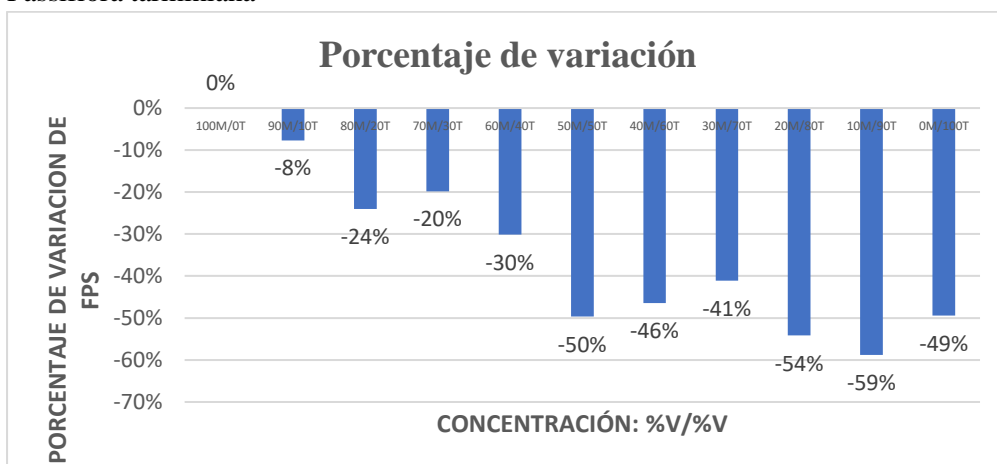


**Gráfico N° 6:**

Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de Zea mays -Bidens andicola

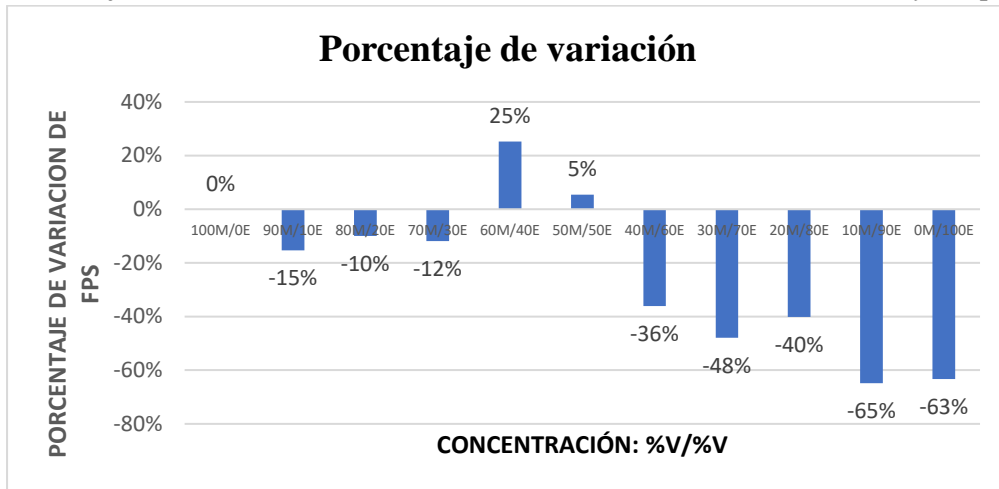


**Gráfico N° 7:** Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de Zea mays - Passiflora tarminiana

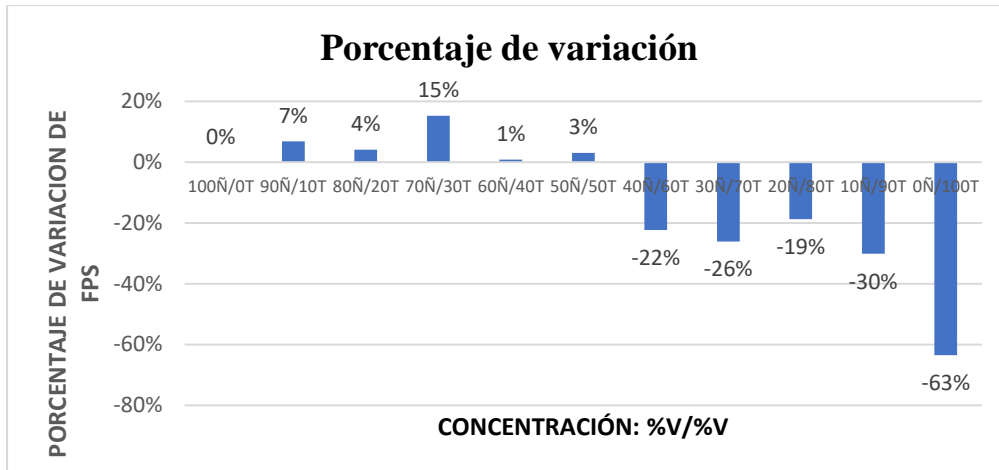


**Gráfico N° 8:**

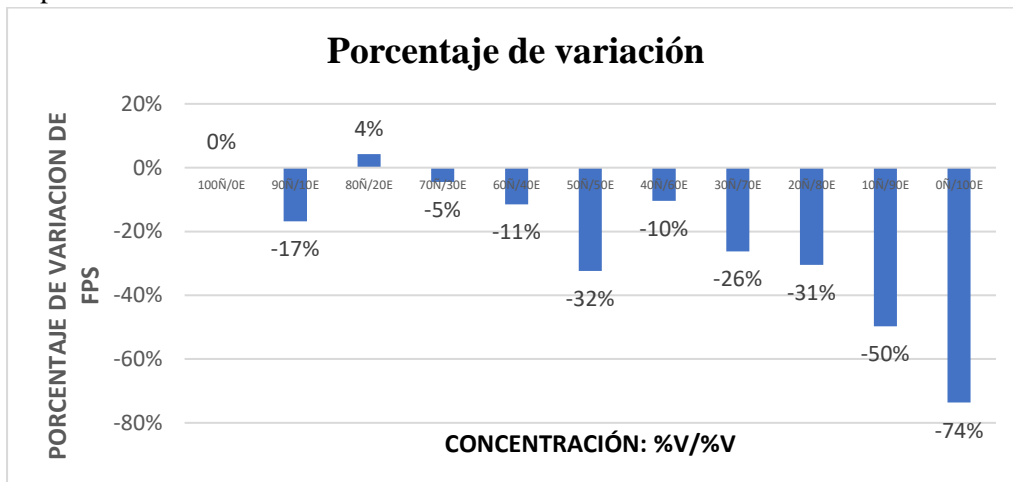
Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de Zea mays - Spinacea oleracea



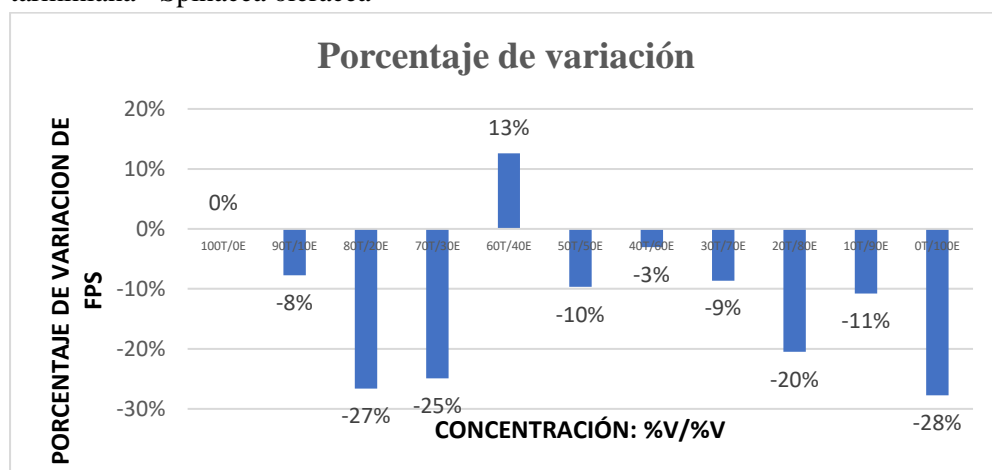
**Gráfico N° 9:** Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de Bidens andicola - Passiflora tarminiana



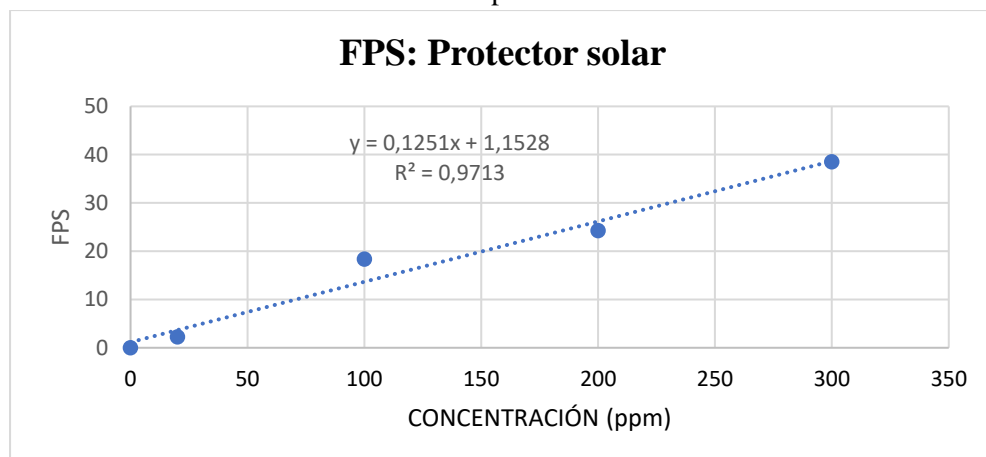
**Gráfico N° 10:** Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de Bidens andicola - Spinacea oleracea



**Gráfico N° 11:** Porcentaje de variación del FPS entre la combinación de extractos de *Passiflora tarminiana* - *Spinacea oleracea*



**Gráfico N° 12:** Curva de calibración del protector solar formulado



## CONCLUSIONES

Se obtuvo una formulación cosmética con efecto fotoprotector en la presentación de emulsión O/W, en la cual se ha empleado la combinación de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola*, es decir por cada 100 g de emulsión se ha empleado 0,015 g del extracto seco de *Zea mays* y 0,035 g del extracto seco de *Bidens andicola*, se destaca que a una concentración de 300 ppm la formulación manifiesta un FPS de 38,5; siendo evidente que la combinación de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola*, potencia el efecto fotoprotector de los fitoconstituyentes presentes (compuestos fenólicos y flavonoides), además de evidenciarse un efecto sinérgico con los componentes adicionales de la formulación.



Los procesos de maceración, percolación y evaporación del solvente permito la obtención de extractos naturales con un potencial efecto de fotoproteccion, se obtuvo 4 extractos principales de Taxo (*Passiflora tarminiana*), ñachag (*Bidens andicola*), maiz (*Zea mays*) y espinaca (*Spinacea oleracea*), mediante análisis fotoquímicos se verificó la presencia de saponinas, compuestos fenolicos y flavonoides, metablitos que se caracterizan por su acción antioxidante con efecto de fotoproteccion cutánea

La obtención de combinaciones de extractos permitió identificar los principales complejos fotoprotectores, se identificó un total de 5 combinaciones correspondientes a los extractos de *Zea mays* -*Bidens andicola*, *Zea mays* - *Spinacea oleracea*, *Bidens andicola* - *Passiflora tarminiana*, *Bidensandicola* - *Spinacea oleracea* y *Passiflora tarminiana* -*Spinacea oleracea*, combinaciones en las que se evidencia un porcentaje de variación positiva en la valoración de Fps con respecto a los extractos puros, en este sentido se destaca la combinación correspondiente a la proporción de 30% extracto de *Zea mays* y 70% extracto de *Bidens andicola* con un FPS de 14,1, representando así incremento del 73% con respecto al extracto puro de *Zea mays*, al tomar en cuenta al extracto puro de *Bidens andicola* (FPS:11,3) la combinación manifestada aumentó el PFS en un 24%, lo que evidencia el efecto de sinergia y potenciación del FPS.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arruda, R. Sousa, N. Souza, N. Da Silva, F. Arruda, E. & Da Conceição, E. (2021). Natural photoprotectors: A literature review. *Research, Society and Development*, 10(5).  
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1402/2501>
- Cañarte, A. (2010). Radiación Ultravioleta y su Efecto en la Salud. *Revista Ciencia Unemi*, 3(4). 26-33. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663869005.pdf>
- Castillo, S. & Pesantes, G. (2019). Desarrollo de una crema a base de extracto hidroalcohólico de *Spinacia oleracea*L.“espinaca” y evaluación in vitro de su actividad fotoprotectora (*Tesis de pregado, Universidas Nacional de Trujillo*). <https://1library.co/document/1y9ve8rq-desarrollo-extracto-hidroalcoholico-spinacia-oleracea-evaluacion-actividad-fotoprotectora.html>
- Cueto, M. S., & Castañeda, A. Z. (2019). Diseño y evaluación de cosméticos con vinagre y extracto de manzana. *FarmaJournal*, 4(2), 51-60.



- Balekundri, A., & Mannur, V. (2020). Quality control of the traditional herbs and herbal products: a review. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6, 1-9.
- Galarza, C. A. R. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.
- García, A. Flóres, J. & Santos, W. (2019). Eficiencia de un tratamiento de duración fija con Venetoclax en combinación con Rituximab en pacientes con Leucemia Linfocítica Crónica. *Actualidad en Farmacología y Terapéutica*. 19(2).  
[https://www.ifth.es/wp-content/uploads/2021/07/AFTV19N2-WEB\\_DEF.pdf](https://www.ifth.es/wp-content/uploads/2021/07/AFTV19N2-WEB_DEF.pdf)
- Guerra, A. (2005). Obtención, Caracterización y Evaluación de las Propiedades Físico-Químicas de los Extractos Fluidos, Blandos y Secos así como las Tinturas del Rizoma y de la Fronda de Calahuala (Phlebodium Pseudoaureum) a Nivel de Laboratorio (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0951\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0951_Q.pdf)
- Guerra, K. & Crane, J. (2019). Bronceado. *StatPearls [Internet]*.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534837/>
- Krause, M. Frederiksen, H. Sundberg, K. Jørgensen, F. Jensen, L. Nørgaard, P. & Andersson, A. (2018). Presence of benzophenones commonly used as UV filters and absorbers in paired maternal and fetal samples. *Environment international*, 11(110) 51-60.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29100749/>
- López, J. Tovar, E. Jiménez, M. & Kameswaran, R. (2022). Mezclas de extractos biológicos con capacidad fotoprotectora. *XXVII Verano De la Ciencia*, 16(1).  
<http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/7240/1/3619-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11978-1-10-20220826.pdf>
- Mejía, J. Atehortúa, L. & Puertas, M. (2014). Foto-protección: mecanismos bioquímicos, punto de partida hacia mejores filtros solares. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 12(4).  
<https://dcmq.com.mx/edici%C3%B3n-octubre-diciembre-2014-volumen-12-n%C3%BAmero-4/314-foto-protecci%C3%B3n-mecanismos-bioqu%C3%ADmicos,-punto-de-partida-hacia-mejores-filtros-solares>

- Merin, K. Shaji, M. & Kameswaran, R. (2022). A review on sun exposure and skin diseases. *Indian Journal of Dermatology*, 67(5), 625. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9971785/>
- Morales, J. (2018). Formulación de un Protector Solar a Base de Extractos de Maíz (Zea mays) Y Detreminación de su Calidad. (Tesis de pregado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8891/1/56T00781.pdf>
- Pacheco, D. (2018). Formulación de un Protector Solar a Base de Extractos Ñachag (Bidens andicola) Y Detreminación de su Calidad. (Tesis de pregado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8887/1/56T00777.pdf>
- Quisnancela, A. (2019). Formulación de un Protector Solar a Base de Passiflora Manicata (Juss.) Pers. (Tesis de pregado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Stevanato, R. Bertelle, M. & Fabricis, S. (2014). Photoprotective characteristics of natural antioxidant polyphenols. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 69(1), 71-77. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273230014000385>
- Tohge, T. & Fernie, A. (2017). Leveraging natural variance towards enhanced understanding of phytochemical sunscreens. *Trends in plant science*, 22(4), 308-315. <https://poshukach.com/?fr=ps&gp=496723&altserp=1>
- Valenzuela, C. (2022). EXTRACTOS BOTÁNICOS EN COSMÉTICA. *Cosmética Natural*. <https://www.claravalenzuela.com/blogs/cosmetica-natural/extractos-botanicos-en-cosmetica>