

Artículo Original

MORINGA OLEIFERA. APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UN PROTECTOR SOLAR

MORINGA OLEIFERA. APPLICATION IN THE PRODUCTION OF SUNSCREEN

Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7935-903X>

Cándida Magali Ferrer Serrano² <https://orcid.org/0000-0003-1616-7932>

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), La Habana, Cuba.

² Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), La Habana, Cuba.

Recibido: Julio 15, 2024; Revisado: Octubre 8, 2024; Aceptado: Octubre 25, 2024

RESUMEN

Introducción:

Los rayos solares tienen características terapéuticas para la piel, pero su exposición en exceso es perjudicial para la salud, además, los riesgos debido al deterioro de la capa de ozono, provocan efectos cancerígenos y envejecimiento prematuro. Se ha generalizado el uso de materias primas de origen natural en la elaboración de productos cosméticos. Una de las plantas empleada es la *Moringa oleifera* Lam.

Objetivo:

Determinar el efecto fotoprotector solar in vitro de la combinación del extracto hidroalcohólico de hojas y del aceite vegetal de semillas de *Moringa oleifera* ecotipo *Plain*.

Materiales y Métodos:

El extracto hidroalcohólico de hojas se obtuvo mediante el método de maceración con etanol al 70% (m/v) y el aceite por el método de prensado de las semillas.

Resultados y Discusión:

El extracto hidroalcohólico de hojas presentó color verde oscuro, olor sui generis; el aceite, color amarillo claro, olor agradable y aspecto oleoso. El factor de protección



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Beatriz Zumalacárregui, Email: beatriz.mzc@gmail.com



solar in vitro de la combinación del extracto hidroalcohólico de hojas y del aceite vegetal de *Moringa oleífera* L. fue de $27,40 \pm 0,04$.

Conclusiones:

El resultado de emplear la combinación de extracto hidroalcohólico de hojas de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain* y el aceite correspondiente brinda una alternativa para ser utilizado en formulaciones cosméticas. Esto se debe a que poseen en su composición compuestos con actividad biológica, como compuestos fenólicos, vitaminas y ácidos grasos, imprescindibles para la protección de las células vivas, del daño oxidativo asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas.

Palabras clave: fotoprotección; hojas; Moringa; semillas.

ABSTRACT

Introduction:

The sun's rays have therapeutic characteristics for the skin, but excessive exposure is harmful to health. In addition, the risks due to the deterioration of the ozone layer cause carcinogenic effects and premature aging. The use of raw materials of natural origin in the manufacture of cosmetic products has become widespread. One of the plants used is *Moringa oleifera* Lam.

Objective:

To determine the in vitro solar photoprotective effect of the combination of the hydroalcoholic extract of leaves and the vegetable oil from seeds of *Moringa oleifera* ecotype *Plain*.

Materials and Methods:

The hydroalcoholic leaves extract was obtained by the maceration method with 70% ethanol (m/v) and the oil by the seed pressing method.

Results and Discussion:

The hydroalcoholic extract of leaves presented dark green color, sui generis odor; the oil, light yellow color, pleasant odor and oily appearance. The in vitro sun protection factor of the combination of the hydroalcoholic extract of leaves and the vegetable oil of *Moringa oleifera* L. was 27.40 ± 0.04 .

Conclusions:

The result of using the combination of hydroalcoholic extract of leaves of *Moringa oleifera* ecotype *Plain* and the corresponding oil provides an alternative to be used in cosmetic formulations. This is due to its composition contains compounds with biological activity, such as phenolic compounds, vitamins and fatty acids, which are essential for the protection of living cells from oxidative damage associated with aging, cancer, and degenerative diseases.

Keywords: photoprotection; leaves; Moringa; seeds.

1. INTRODUCCIÓN

La piel es la frontera que separa el cuerpo del resto de las cosas. Su elevada enervación la convierte es un órgano sensorial en el que se reflejan los sentimientos, las emociones

y el estado de salud, ocupa un lugar importante en la homeostasis del agua, la regulación de la temperatura corporal y la síntesis de vitamina D. El envejecimiento se define como acúmulo de daños moleculares con el tiempo producidos por las especies reactivas de oxígeno ERO (iones, radicales libres y peróxidos). El envejecimiento de la piel «se ve» y tiene como consecuencia una importancia social, que no tiene el envejecimiento de cualquier órgano interno.

Existe un envejecimiento natural o también llamado cronológico, se da con el paso del tiempo y es producto del propio estrés oxidativo celular del organismo. El envejecimiento acelerado está provocado por diversos factores ambientales (radiación UV, campos electromagnéticos, productos químicos, climatología). En ambos casos se producen las ERO que dañan los telómeros de ADN (ácido desoxirribonucleico), enzimas y membranas celulares (Garrote y Bonet, 2008).

Los rayos solares tienen importantes características terapéuticas para la piel, aumentando la producción de vitamina D y la absorción de calcio, pero su exposición en exceso es sumamente perjudicial para la salud, y los riesgos ahora son más altos debido al deterioro de la capa de ozono en los últimos años, provocando efectos cancerígenos y envejecimiento prematuro gracias a la fototoxicidad (Cañarte y col., 2010).

La radiación UV tiene una longitud de onda entre 100 y 400 nanómetros, se divide en 3 componentes:

- UV-A: Banda de 315 a 400 nm, actúa sobre la melanina ya existente, oxidándola y da lugar a un bronceado.
- UV-B: Banda de 280 a 315 nm, causa el eritema solar y desencadena la verdadera pigmentación de la piel con formación de melanina.
- UV-C: Entre 100 y 280 nm, tiene poder germicida, afortunadamente queda detenida por la capa de ozono de la biosfera.

Desde hace algún tiempo se sabe que las dosis altas de radiación UV producen radicales libres en la piel, que influyen negativamente en la generación de tejidos conectivos y, por consiguiente, la renovación de las fibras de elastina y el colágeno se altera, ocasionando la aparición de surcos y arrugas en la piel (Araujo y Souza, 2008).

Cada individuo posee una capacidad particular de resistir a la radiación UV. Para las pieles muy oscuras, los umbrales de eritema pueden ser 10 veces mayores que para pieles caucásicas muy claras.

Los protectores solares son productos cosméticos seguros y eficaces, de aplicación tópica que protegen la piel de las radiaciones ya que interaccionan con las mismas por medio de tres formas, reflexión, dispersión y absorción (Badea y col., 2017).

Para la implementación de productos que pueden ser usados en formulaciones para protección solar, se llegó a una clasificación de 26 filtros permitidos, subdivididos en dos grupos (Garrote y Bonet, 2008) y (Araujo y Souza, 2008).

Los filtros inorgánicos o físicos, que poseen una propiedad fundamental de impermeabilizar, funcionando como pantallas reflectoras. Para esto se han venido usando los óxidos metálicos.

Los filtros orgánicos o químicos, que son capaces de absorber la radiación UV; generalmente se componen de uno o varios anillos bencénicos, conjugados con dobles enlaces y/o grupos carbonilo.

El factor de protección solar (FPS) es un número que indica cuál es el múltiplo del

tiempo al que se puede exponer la piel protegida para conseguir el mismo efecto eritematoso que se obtendría si no se hubiese aplicado ninguna protección. De esta manera se evita el eritema, en comparación con el mismo tiempo de exposición, pero sin la protección del filtro solar. Este factor se calcula dividiendo la dosis eritematógena o eritémica mínima (DEM) con la aplicación del filtro solar, entre la DEM sin filtro solar. Existen diferentes métodos para la valoración de la capacidad protectora de los fotoprotectores (Guerra, 2018).

La Agrupación Europea de Fabricantes de Productos de Cosmética y Perfumería (*European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association - COLIPA*), es una de las entidades que realiza una clasificación del factor de protección, los cuales se considera bajo si es de 2-6, medio de 8-12, alto de 15-25, muy alto de 30-50 y factor ultra si es más de 50, (Sepúlveda y col., 2021).

En los últimos años ha disminuido el uso de materias primas de origen químico para la elaboración de productos cosméticos y se ha generalizado el uso de materias primas de origen natural por contar con menores efectos secundarios en la piel de las personas (Baldisserotto y col., 2018).

Una de las plantas que posee estas propiedades es la *Moringa oleífera L.* La *Moringa oleífera L.* tiene estructuras fitoquímicas de interés medicinal: como glucosinolatos, isotiocianatos, flavonoides, antocianinas, proantocianidinas y cinamatos; varios de estos compuestos se consideran nutraceuticos y con propiedades fotoprotectoras; por ejemplo, el 4-(4'-O-acetil- α -L-rhamnopiranosiloxi)- isotiocianato de bencilo, el 4-(α -L-rhamnopiranosiloxi)-isotiocianato de bencilo, el isotiocianato de bencilo y el 4-(α -L-rhamnopiranosiloxi)-glucosinolato de bencilo presentan actividad anticancerígena, hipotensiva y antibacteriana (Zumalacárregui y Ferrer, 2022).

El alto contenido de vitaminas, minerales y otros fitoquímicos de la moringa, como vainillina, ácidos grasos omega, carotenoides, ascorbatos, tocoferoles, β -sitosterol, ácido octacosanoico, moringina, moringinina y fitoestrógenos también es un factor importante en los efectos terapéuticos de *Moringa oleífera L.* Estudios fotoquímicos de *Moringa oleífera L.* revelaron la presencia de importantes polifenoles, tales como glucósidos de quercetina, rutina, glucósidos kaempferol y ácidos clorogénicos (Atawodi y col., 2017), (Gharge y col., 2018).

La composición del aceite de moringa (<1% en ácidos grasos poliinsaturados), lo convierte en una base para cosméticos, jabones y perfumes, dado que absorbe el mal olor y es apropiado para atrapar fragancias florales. Se considera como uno de los aceites ideales en la elaboración de cosméticos (Ferrer y col., 2020).

Investigaciones previas de Mailho y col., (2018), Matute y Echavarría, (2017) habían empleado el extracto hidroalcohólico de hojas de otros ecotipos para identificar las propiedades fotoprotectoras y modificar un protector solar comercial pero no se habían determinado estas propiedades para el aceite ni se había empleado la combinación del extracto hidroalcohólico con el aceite de la misma planta (Mailho y col., 2018), (Matute y Echavarría, 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto fotoprotector solar in vitro de la combinación del extracto hidroalcohólico de hojas y del aceite vegetal de semillas de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinaron las características organolépticas y los análisis físicoquímico de hojas y semillas de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain* identificando el factor de protección solar in vitro de la combinación del extracto hidroalcohólico de hojas y aceite vegetal.

2.1. Obtención de extractos y caracterización

Para la obtención del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Moringa* se realizó la elección de etanol como disolvente lo que se justifica por la composición fitoquímica de las hojas, que contienen principalmente sustancias hidrosolubles como compuestos fenólicos, flavonoides, vitamina C y minerales; y estos compuestos pueden ser extraídos en soluciones polares hidroalcohólicas.

Una vez realizada la selección de las hojas, se procedió a lavar las mismas mediante un flujo continuo de agua potable hoja por hoja, se dejaron secar a temperatura ambiente y a la sombra por un periodo de 7 días para eliminar la humedad. Posteriormente se molieron las hojas, con el fin de aumentar la superficie de contacto al momento de interaccionar con el disolvente, y así optimizar la extracción de los metabolitos secundarios.

Para la extracción de polifenoles, se empleó como método la extracción por maceración, utilizando como disolvente etanol al 70% (m/v), se utilizó una proporción de trabajo 1:35 a 50 °C, teniendo como referencia investigaciones anteriores. La maceración se realizó en un frasco ámbar a temperatura ambiente durante siete días agitándolo dos veces al día, luego se filtró a vacío y se evaporó el disolvente en estufa a 40 °C. El producto de la evaporación se trasvasó a viales los cuales fueron pesados. La extracción se realizó por triplicado (González y Bravo, 2017).

La concentración de polifenoles de los extractos obtenidos se determinó utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu según el método modificado (Araujo y Souza, 2008). Una alícuota de un mL de muestra se puso en el tubo de ensayo, con 2,5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu y dos mL de carbonato de sodio al 7,5% (m/v), se puso en la oscuridad durante 20 minutos a temperatura ambiente, desarrollando una coloración azul intensa.

Se efectuó la lectura de absorbancia a una longitud de onda máxima de 765 nm. De forma similar se preparó la curva de calibración de ácido gálico y los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG/g m.seca). Los extractos obtenidos se filtraron utilizando papel de filtro cuantitativo número 202. Los mismos se envasaron en frascos de 10 mL de capacidad para luego ser almacenados en refrigeración para la posterior medición de la absorbancia. El proceso de maceración se realizó por triplicado a temperatura ambiente durante siete días y se determinaron las características organolépticas y físico-químicas del extracto hidroalcohólico.

2.2 Obtención de aceite y caracterización

Las semillas se prepararon para la extracción mecánica, separando primero las cáscaras de los cotiledones en una descascaradora modelo Agro 01 de fabricación nacional. Se sometieron 500 kg de semillas de *Moringa oleífera* a un prensado en frío, utilizando una prensa hidráulica extractora marca SIGEC modelo HOP-20/200 con una presión de 20 MPa y una carga de 30 kg siendo estos los máximos valores a los que la prensa trabaja,

ya que si se exceden estos parámetros podrían ocurrir graves roturas. Por tanto, estos valores se mantuvieron constantes durante todo el proceso. Se cargaron seis paños con cinco kg cada uno con las semillas y se realizó la prensada durante 30 minutos. Terminado el proceso de prensado el aceite pasa a través de un filtro prensa modelo 2FIN 20-20 eliminando partículas en suspensión, para posteriormente ser almacenado en un tanque de acero inoxidable de 50 L hasta el momento de ser envasado.

2.3 Determinaciones espectroscópicas de los extractos y aceite de Moringa

El sistema numérico para medir el factor de protección solar (FPS) fue establecido por la FDA (*Food and Drug Administration*). El mismo indica cuánto tiempo más, un protector solar aumenta la capacidad de defensa natural de la piel antes de llegar a quemarse una persona, usando un producto de protección frente a un eritema o enrojecimiento de la piel previa a la quemadura (González y Bravo, 2017).

El FPS in vitro se determinó siguiendo el método espectrofotométrico que establece un modelo matemático que correlaciona el FPS con la absorbancia de la muestra entre 290 y 320 nanómetros, es decir en la región UVB (European Cosmetics Association, 2004).

Se prepararon soluciones de dos, cinco y ocho mL de aceite en 50 mL de etanol y soluciones al 5% y al 10% del extracto hidroalcohólico de las hojas de Moringa oleífera. Se realizaron mezclas binarias de los extractos hidroalcohólicos de las hojas y el aceite empleando diferentes alícuotas de los mismos. Las lecturas de absorbancia se efectuaron en el intervalo de longitud de onda de 290 a 320 nm, con intervalos de cinco nm utilizando cubetas de cuarzo de un mm de espesor. Se usó como blanco una solución de agua destilada: etanol, en una proporción 6:4 (v:v), (Choquenet y col., 2009).

Una vez medidas las absorbancias a las diferentes longitudes de onda, el FPS in vitro se calcula a través de la ecuación 1:

$$FPS \text{ espectrofotométrico} = FC \cdot \sum (EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot A(\lambda)) \quad (1)$$

Donde: FC = factor de la corrección (igual a 10).

EE (λ) = efecto de la radiación a una longitud de onda λ (reportado en tablas) también llamado efecto eritematoso.

I (λ) = espectro de intensidad solar.

A (λ) = valores de absorbancia a la longitud de onda λ .

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Obtención y caracterización del extracto hidroalcohólico de hojas y del aceite de semillas

Las características organolépticas del extracto hidroalcohólico de hojas de Moringa oleífera ecotipo *Plain* presentó los siguientes resultados: color verde oscuro, olor herbal característico y aspecto líquido. En el análisis fisicoquímico: densidad relativa a 25 °C (g/cm^3) fue de 0,9922, pH de 5,96; índice de refracción de 1,355.

Los resultados de la extracción y cuantificación de los polifenoles totales expresados como ácido gálico en el extracto hidroalcohólico mostraron un $21,01 \pm 0,38$ % de extracción y $20,67 \pm 0,86$ mg EAG/g m.seca.

El aceite de las semillas de Moringa oleífera ecotipo *Plain* resultó ser de color amarillo,

con olor y apariencia característico de este aceite. El porcentaje de extracción de aceite promedio de tres determinaciones, en base a la masa de semillas utilizada empleando la prensa hidráulica fue de $23,0 \pm 2\%$.

Los resultados del análisis fisicoquímico del aceite fueron: Índice de refracción $1,4640 \pm 0,02$, Índice de saponificación (mg de KOH/g) $161,02 \pm 2,0$, Índice de peróxido (mmol eq O_2 / kg aceite) $1,8 \pm 0,2$, Índice de yodo $68,68 \pm 0,10$.

Se determinaron los contenidos de ácidos grasos AG (%), cuantificados como ésteres metílicos de los ácidos grasos, ver tabla 1.

Tabla 1. Contenido de ácidos grasos en el aceite de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain*

Ácidos	Resultados (%)
Mirístico (C14:0)	0,16
Palmítico (C16:0)	5,89
Palmitoleico(C16:1)	1,16
Esteárico (C18:0)	5,30
Oleico (C18:6)	67,93
Linoleico (C18:2)	0,62
Linolénico (C18:3)	0,19
Araquídico (C20:0)	2,51
Eisosenoico (C20:1)	2,04
Behénico (C22:0)	2,67
Lignocérico (C24:0)	0,40
Total	88,88

De estos resultados se corroboró que el componente fundamental en este aceite es el ácido graso oleico. Además, se observan otros ácidos grasos que contribuyen de manera importante a su composición, siendo estos los ácidos: palmítico, esteárico, behénico, araquídico, palmitoleico y el eisosenoico.

3.2 Determinaciones espectroscópicas de los extractos y aceite de *Moringa*

Se realizaron las lecturas de absorbancia para las diferentes disoluciones encontrándose que los valores mayores se obtenían en los extractos hidroalcohólicos al 10% a valores de 310 nm, por lo que se selecciona este valor para determinar los FPS *in vitro* promedio que se contemplarán en el diseño de experimentos.

Se trabajó con el programa estadístico *Statgraphics Centurion XV* versión 15.2.14. Se propuso un diseño experimental multinivel factorial 3^2 . Los factores considerados fueron extracto hidroalcohólico al 10% y aceite, los niveles de estudios son 2, 5 y 8 mL, donde en todos los casos la variable dependiente es el Factor de protección solar. Para cada corrida experimental se realizaron tres réplicas, resultando un total de 27 experimentos. Una vez definidos los factores en el programa se obtiene la matriz ortogonal, mostrada en la tabla 2, figura 1.

Tabla 2. FPS de la mezcla de extracto hidroalcohólico de hojas al 10% con aceite al mejor valor de longitud de onda (por triplicado)

Lecturas a 310 nm	10%-aceite (2:2)	10%-aceite (2:5)	10%-aceite (2:8)	10%-aceite (5:2)	10%-aceite (5:5)	10%-aceite (5:8)	10%-aceite (8:2)	10%-aceite (8:5)	10%-aceite (8:8)
FPS	26,10	26,20	26,27	26,53	26,61	26,85	27,14	27,20	27,40
	26,05	26,16	26,28	26,56	26,63	26,88	27,10	27,18	27,36
	26,08	26,18	26,25	26,55	26,75	26,87	27,08	27,23	27,38

BLOQUE	Extracto 10% ml	Aceite ml	FPS
1	1	8	27.14
2	1	2	26.20
3	1	2	26.27
4	1	2	26.10
5	1	5	26.85
6	1	8	27.40
7	1	5	26.53
8	1	5	26.61
9	1	8	27.20
10	2	5	26.88
11	2	5	26.56
12	2	5	26.63
13	2	2	26.05
14	2	8	27.36
15	2	2	26.16
16	2	2	26.28
17	2	8	27.18
18	2	8	27.10
19	3	8	27.08
20	3	8	27.38
21	3	2	26.25
22	3	5	26.75
23	3	2	26.08
24	3	8	27.23
25	3	5	26.55
26	3	5	26.87
27	3	2	26.18

Figura 1. Matriz ortogonal de los factores Extracto 10% y aceite, más el FPS correspondiente

El diagrama de Pareto muestra en la figura 2 los valores absolutos de los efectos estandarizados. La línea de referencia indica cuáles efectos son estadísticamente significativos, cumpliendo el factor A (extracto hidroalcohólico de hojas) y el factor B (aceite) con esta y la anterior característica. Se observa que dichos efectos son positivos, por tanto, la variable respuesta tiene una relación directamente proporcional con estos, siendo el extracto al 10% el que mayor influencia tiene sobre el FPS.

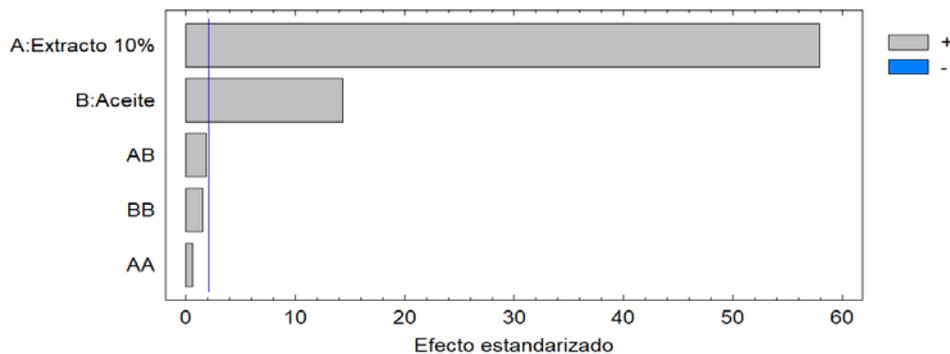


Figura 2. Diagrama de Pareto Estandarizada para FPS

Los resultados del análisis de varianza realizado se reportan en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de Varianza para FPS

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Extracto 10%	5,01389	1	5,01389	2906,60	0,000
B: Aceite	0,306806	1	0,306806	177,86	0,0000
bloques	0,00162222	2	0,000811111	0,47	0,310

R-cuadrado = 99,292 %.

R-cuadrado (ajustado por g.l.) = 99,233 %.

Error estándar del est. = 0,0415331.

Error absoluto medio = 0,0308642.

Estadístico Durbin-Watson = 2,0374 (P = 0,3802).

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,0428114.

La ecuación del modelo ajustado es la 2:

$$FPS = 25,6017 + 0,175926 * Extracto\ 10\% + 0,0435185 * Aceite \quad (2)$$

Todos los coeficientes son positivos, entonces un aumento de los factores A (extracto hidroalcohólico de hojas y B (aceite de semillas de Moringa) hace que aumente el FPS. Los resultados indican una asociación sinérgica entre el extracto hidroalcohólico y el aceite. Los valores de FPS en la formulación con 8 mL de cada ingrediente son $27,40 \pm 0,04$, esto sugiere que de acuerdo con la nueva clasificación de FPS de la COLIPA, se encontraría en la clasificación de nivel alto de fotoprotección.

Según plantea Dunaway existen una gran variedad de biomoléculas con acción fotoprotectora en la naturaleza. Entre las moléculas más comunes se encuentran los flavonoides que tienen absorción significativa en la región ultravioleta A y B, debido a su estructura química (Dunaway y col., 2018).

3.3 Elaboración del protector solar

El protector solar consiste en una emulsión de aceite en agua (O/W), se realiza bajo las normativas de calidad impuestas por la industria cosmética Suchel Regalo (NC 68, 2015). La formulación se elabora a través del análisis de la estabilidad de la proporción de aceite adecuada para una base (excipiente) seleccionada, caracterizándola para posteriormente realizarle pruebas de estabilidad. Se elaboraron 2 kg de protector solar a partir de la combinación de extracto hidroalcohólico de hojas al 10% y aceite en iguales cantidades expresadas en volumen (8 mL) y empleando las cantidades requeridas de aditivos cosméticos señalados en los PNO de la empresa Suchel Regalo. Una vez finalizada la elaboración del producto se le realizan distintas pruebas de calidad las cuales se reflejan en la tabla 4.

Tabla 4. Propiedades físico-químicas y organolépticas del protector solar con extracto hidroalcohólico de hojas y aceite de Moringa ecotipo *Plain*

<i>Propiedades</i>	<i>Resultados</i>	<i>Métodos de ensayos</i>
Densidad	1,88 g/cm ³	ME 05-10 NC ISO 279, 2003
pH	5,73	ME 05-17 NC 836, 2011
Viscosidad	20 Pa.s	ME 05-11 NC 699, 2009
Extensibilidad	30 cm ²	ME 05-38 NC 132, 2009
Color	Blanco	ME 05-14 NRL107.02633-28, 2007
Apariencia	Crema homogénea libre de grumos	ME 05-14 NRL107.02633-28, 2007
Olor	Característico	ME 05-14 NRL107.02633-28, 2007

Las propiedades establecidas en la tabla anterior constituyen las especificaciones de calidad del producto terminado y según los resultados obtenidos, las mismas se encuentran dentro de las normas y límites impuestos por la empresa.

Se realizaron ensayos de estabilidad de las formulaciones cosméticas extremando las condiciones de almacenaje del producto (42 °C), para comprobar su estabilidad ante este cambio radical de temperatura. Los resultados demuestran la nula variabilidad del producto, se hace énfasis en que no ocurre cambio de color, ni separación de fases, lo que indica la permanencia del producto terminado (Ascate-Pasos y col., 2020).

De acuerdo con la prueba en anaquel, o sea la influencia de la luz y oscuridad en condiciones normales de almacenamiento, se observa que la muestra se mantuvo de forma íntegra durante el tiempo de estudio, en este caso los 30 días.

El resultado de extensibilidad obtenido es de 30 cm², un valor alto, por lo que es favorable a la hora de su uso, ya que se esparce con facilidad en la piel. La extensibilidad de la crema está relacionada con las características físico-químicas de las materias primas.

4. CONCLUSIONES

El resultado de emplear la combinación de extracto hidroalcohólico de hojas de Moringa *oleífera* ecotipo *Plain* y el aceite correspondiente brinda una alternativa para ser utilizado en formulaciones cosméticas. Esto se debe a que poseen en su composición compuestos con actividad biológica: entre ellos resaltan sustancias antioxidantes, como compuestos fenólicos, vitaminas y ácidos grasos como el oleico, behénico, araquídico, imprescindibles para la protección de las células vivas del daño oxidativo en el ADN asociado con el envejecimiento, el cáncer y las enfermedades degenerativas.

REFERENCIAS

- Araujo, T.S., y Souza, S.O., Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. Scientia Plena, Vol. 4, No. 11, 2008, pp. 1-7. www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/721
- Ascate-Pasos, M.E., Suárez-Rebaza, L.A., Ganoza-Yupanqui, M.L., y Torres-Guevara, F.A., Estabilidad de cremas fotoprotectoras a base de Mycianthes rhopaloides “lanche colorado” de los páramos de Piura., Revista Peruana de Medicina Integrada,

- Vol. 5, No. 2, 2020, pp. 49-54. <http://dx.doi.org/10.26722/rpmi.2020.52.176>
- Atawodi, S.E., Haubner, R., Atawodi, J.C., Wurtele, G., Idakwo, G.A., Bartsch, H., Robert, W., & Owen, G.W, Evaluation of the polyphenol content and antioxidant properties of methanol extracts of the leaves, stem, and root barks of *Moringa oleifera* Lam., *Journal of Medicinal Food*, Vol. 13, No. 3, 2017, pp. 710-716. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0057>
- Badea, G., Badea, N., Brasoveanu, L.I., Mihaila, M., Stan, R., Istrati, D., Balaci, T., & Lacatusu, I., Naringenin improves the sunscreen performance of vegetable nanocarriers., *New Journal of Chemistry*, Vol. 41, No. 2, 2017, pp. 480-492. <https://doi.org/10.1039/c6nj02318>
- Baldisserotto, A., Lampronti, I., Buso, P., Radice, M., Dissette, V., & Gambari, R., *Moringa oleifera* leaf extracts as multifunctional ingredients for “Natural and Organic” sunscreens and photoprotective preparations., *Molecules*, Vol. 23, No. 3 (664), 2018, pp. 1-16. <https://doi.org/103390/molecules23030664>
- Cañarte, C., Salum, G., Ipiña, A., y Piacentini, R., Obteniendo de índice ultravioleta como indicador de riesgo en la piel., *Dermatología Ibero-Americana On line.*, Caracas; 2010, pp. 1 - 26. https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=ana&id=22437&capitulo_s=yes&detalles=yes&capit_id=1306655
- Choquenot, B., Couteau, C., Papis, E., & Coiffard, L.J., Flavonoids and Polyphenols, molecular families with sunscreen potential: Determining effectiveness with an in vitro method., *Natural Product Communications*, Vol. 4, No. 2, 2009, 1934578X0900400. <https://doi.org/10.1177/1934578x0900400212>
- Dunaway, S., Odin, R., Zhou, L., Ji, L., Zhang, Y., Kadekaro, A.L., Natural antioxidants: Multiple mechanisms to protect skin from solar radiation., *Frontiers in Pharmacology*, No. 9, 2018, pp. 1-14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00392>
- European Cosmetics Association. COLIPA Guidelines. Guidelines for evaluating sun product water resistance. October 2004. https://www.cosmeticseurope.eu/files/7914/6407/7400/Guidelines_for_Evaluating_Sun_Product_Water_Resistance_-_2005.pdf
- Ferrer, C., Zumalacárregui, B., y Mazorra, M., Caracterización Físico-Química del aceite de semillas de moringa oleífera., *Centro Azúcar*, Vol. 47, No. 4, 2020, pp. 1-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612020000400001
- Garrote, A., y Bonet R., Fotoprotección, factores de protección y filtros solares., *Ámbito Farmacéutico Educación Sanitaria*, Vol. 27, No. 5, 2008, pp. 64-67. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-131205202>
- Gharge, V., Bhandare, P., & Shelar, P., Anti-solar study of ethanolic extract of leaves *Moringa oleifera*., *International Journal of Advanced Community Medicine*, Vol. 1, No. 3, 2018, pp. 08-10. <http://www.comedjournal.com/archives/2018.v1.i3.a.23>
- Guerra, A., Indicaciones y aplicaciones de la fotoprotección., *Revista de la educación superior*, Vol. 12, No. 47, 2018, pp. 2811-2814. <https://www.medicineonline.es/es-indicaciones-aplicaciones-fotoproteccion-articulo-S0304541217303153>
- Mailho, J., Costa, A., Marinho, V., Cesar, P., Areias, C., Rolim, A., y Gonçalves, R., Potencial antioxidante e fotoprotector de *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae),
-

- Bioscience Journal, Vol. 34, No. 5, 2018, pp. 1365-1378.
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/39845>
- Matute, N., y Echavarría, A., Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de moringa (*Moringa oleífera*) y maracuyá (*Passiflora edulis*), Revista CUMBRES, Vol. 3, No. 2, 2017, pp. 09 – 16.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6550763.pdf>
- ME 05-10 NC ISO 279., Métodos de ensayos 05-10 NC ISO 279., Determinación de densidad, 2003.
- ME 05-11 NC 699., Métodos de ensayos 05-11 NC 699., Determinación de viscosidad, 2009.
- ME 05-14 NRL107.02633-28., Métodos de ensayos 05-14., Líquidos pruebas organolépticas, 2007.
- ME 05-38 NC 132., Métodos de ensayos 05-38 NC 132., Consistencia en cremas, 2009.
- NC 68., Cosméticos. Límites microbiológicos. Determinaciones., 2015.
- ME 05-17 NC 836., Métodos de ensayos 05-17 NC 836., Determinación de pH, 2011.
- Sepúlveda, S.M., González, L.A., Villaseñor, L.F., y Ramírez, J.C., Protección solar de la piel con extractos de frutas y vegetales., XXVI Verano de la Ciencia, Vol. 10, 2021, Universidad de Guanajuato, México.
<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3308>
- Zumalacárregui, B., y Ferrer, C., Caracterización fisicoquímica de hojas, semillas y aceite vegetal de *Moringa oleífera* ecotipo *Plain*., Revista Cubana de Química, Vol. 34, No. 2, 2022, pp. 227-241.
<https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/download/5221/4690/>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Dr.C. Beatriz Zumalacárregui de Cárdenas. Análisis formal, metodología, investigación, redacción-primera redacción.
 - M.Sc. Cándida Ferrer Serrano. Redacción - revisión y edición.
-