



Estabilidad de cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* «lanche colorado» de los páramos de Piura

Stability of photoprotective creams based on *Myrcianthes rhopaloides* “lanche colorado” from the moors of Piura

Manuel E. Ascate-Pasos¹, Luz A. Suárez-Rebaza², Mayar L. Ganoza Yupanqui^{3,*}, Fidel A. Torres-Guevara⁴

¹ Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

² Departamento de Farmacotecnia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

³ Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

⁴ Asociación Para la Ciencia e Innovación Agraria de la Red Norte - AgroRed Norte, Piura, Perú.

Recibido: 10/4/2020 Aprobado: 30/4/2020

RESUMEN

Objetivos. Determinar la estabilidad de cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* «lanche colorado» de los páramos de Piura. **Materiales y métodos.** Se evaluaron tres extractos hidroetanólicos y dos acuosos que fueron purificados con Amberlite® XAD7HP. Se formularon cremas fotoprotectoras con los purificados para la realización de la prueba de shock térmico, la evaluación de los parámetros organolépticos y fisicoquímicos, antes y después del almacenamiento. Se escogieron las mejores formulaciones para la realización de la prueba de estabilidad acelerada. **Resultados.** No se evidenciaron cambios organolépticos y fisicoquímicos entre las formulaciones. Se optó por escoger la crema a base de purificado de 45%, a la cual se realizó la prueba de estabilidad acelerada; mostrando cambios organolépticos a los siete días, y cambios fisicoquímicos durante todo el tiempo de almacenamiento. **Conclusiones.** Se determinó que los parámetros físicos y químicos de la crema fotoprotectora a base de extracto purificado de 45% presenta moderada estabilidad.

Palabras clave: *Myrcianthes rhopaloides*; Crema fotoprotectora; Shock térmico; Prueba de estabilidad acelerada (Fuente: DeCS)

ABSTRACT

Objectives. To determine the stability of photoprotective creams based on *Myrcianthes rhopaloides* “lanche colorado” from the paramos of Piura. **Materials and methods.** Three hydroethanolic and two aqueous extracts were evaluated that were purified with Amberlite® XAD7HP. Photoprotective creams were formulated with the purified ones for the thermal shock test, the evaluation of the organoleptic and physicochemical parameters, before and after storage. The best formulations were chosen to perform the accelerated stability test. **Results.** There were no organoleptic and physicochemical changes between the formulations. It was decided to choose the cream based on purification of 45%, to which the accelerated stability test was carried out; showing organoleptic changes at 7 days and physicochemical changes throughout the storage time. **Conclusions.** It was determined that the physical and chemical parameters of the photoprotective cream based on 45% purified extract presents moderate stability.

Key words: *Myrcianthes rhopaloides*; Photoprotective cream; Thermal shock; Accelerated stability test (Source: DeCS)

Información del artículo

Correspondencia

Mayar L. Ganoza Yupanqui
mganoza@unitru.edu.pe
958 822 250

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento

Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).

Agradecimiento

Al Programa Nacional de Inversión Agraria (PNIA) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), The Mountain Institute INC y la Asociación de Productores Conservadores de los Páramos y Bosques Nublados de Pacaipampa-ACOBOSPA.

Citar como: Ascate-Pasos ME, Suárez-Rebaza LA, Ganoza Yupanqui ML, Torres-Guevara FA. Estabilidad de cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* «lanche colorado» de los páramos de Piura. Rev Peru Med Integrativa. 2020; 5(2): 49-54

INTRODUCCIÓN

La radiación solar es importante en el desarrollo de los seres vivos, pero el exceso a la exposición de la radiación ultravioleta puede generar en el ser humano una serie de problemas relacionados con la piel y los ojos. Para minimizar dichos efectos se han desarrollado productos cosméticos que contienen protectores solares capaces de proteger la piel ante la intensidad de dicha radiación. Sin embargo, las sustancias utilizadas para su elaboración están generando toxicidad en algunas personas. Actualmente se está realizando investigaciones sobre el uso de antioxidantes extraídos de especies vegetales que sean estables ante dicho fenómeno⁽³⁾.

Las sustancias naturales extraídas de las plantas se han considerado recientemente como posibles filtros solares debido a su absorción de rayos ultravioleta y su poder antioxidante. Estos compuestos presentan reactividad estable como donadores de electrones por lo que tienen la propiedad antioxidante, y pueden reaccionar con radicales libres producidos por la radiación ultravioleta e inhibir o retrasar sus efectos nocivos. Algunos de estos compuestos son principalmente fenoles simples, ácidos fenólicos, cumarinas, taninos y flavonoides⁽⁴⁻⁵⁾.

La especie vegetal *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) Mc Vaugh «lanche colorado» es un árbol que crece en el páramo de la sierra piurana entre los 3000 y 3700 m de altitud, en una zona con una temperatura máxima promedio en el día de 15 °C y en la noche hasta los 6 °C, además con altos niveles de RUV de hasta 468,1 cal/cm² por día, debido a la delgada atmósfera por encima de los 3000 m de altitud. Las hojas de este vegetal son utilizadas tradicionalmente por las comunidades aledañas como terapia para el resfrío. Estudios preliminares indican que algunos de sus compuestos son de naturaleza fenólica, por lo que puede generar protección frente a las radiaciones⁽⁶⁻⁷⁾.

El uso de sustancias naturales en preparados fitocosméticos o fitofármacos deben cumplir distintos requisitos de calidad que fundamenten su eficacia y seguridad. Una de las pruebas que se realizan es la estabilidad, puesto que indica su nivel de rendimiento a un determinado tiempo. Los estudios de estabilidad en condiciones aceleradas brindan información valiosa en la etapa de formulación. En estos estudios se someten las muestras a condiciones drásticas de almacenamiento, semejantes a las que pueden ser expuestas durante su distribución o manipulación. Sus resultados sirven como criterio para seleccionar el material de envase o la mejor formulación entre varias opciones, además tienen un carácter predictivo⁽¹²⁻¹⁶⁾. Dada la importancia que pueden poseer las plantas de la flora peruana en el descubrimiento

de nuevas moléculas para fitoformulaciones, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar la estabilidad de cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) Mc Vaugh de los páramos de Piura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Myrcianthes rhopaloides (Kunth) McVaugh denominada «lanche colorado» fue recolectada a 3450 m de altitud en los páramos de Piura e identificada en el Herbario Isidoro Sánchez Vega de la Universidad Nacional de Cajamarca (CPUN).

Reactivos y solventes

Ácido clorhídrico (JT Baker), Amberlite® XAD7HP (Sigma), etanol (CKF), hidróxido de sodio (Merck), metanol (Merck), cetiol, emulgin B1, emulgin B2, glicerina anhídrida, monoestearato de glicerilo, vaselina líquida, agua ultrapura.

Preparación de los liofilizados

Las hojas de *M. rhopaloides* fueron secadas y trituradas hasta obtener partículas finas. Se prepararon cinco extractos al 10% peso/volumen (etanol al 96%, 70%, 45%, infuso y decocto). Los extractos hidroalcohólicos fueron obtenidos en un baño de ultrasonido durante 15 min. Para el infuso y el decocto se empleó agua ultrapura. Los extractos fueron concentrados a sequedad en un rotaevaporador Heidolph®, luego fueron resuspendidos en agua ultrapura, filtrados y colocados en contacto con Amberlite® XAD7HP activada, en agitación continua. Después, la resina fue lavada con agua ultrapura y secada por filtración al vacío, luego se agregó metanol para desorber los polifenoles. Los extractos metanólicos fueron concentrados en rotavapor Heidolph® y estabilizados hasta llegar a polvo en un liofilizador Millrock®.

Preparación de las cremas fotoprotectoras

Se prepararon cinco cremas fotoprotectoras combinando los componentes de la fase A (monoestearato de glicerilo, cetiol, vaselina líquida, emulgin B1, emulgin B2 y metilparabeno), fase B (glicerina y agua ultrapura) y fase C (polvo liofilizado de cada extracto disuelto en agua ultrapura). Las fases A (oleosa) y B (acuosa) se calentaron por separado a 75 °C, luego la fase acuosa se añadió a la fase oleosa homogenizando la mezcla a 40 °C. Finalmente, se añadió la fase C y se homogenizó. Las cremas fotoprotectoras fueron envasadas en potes.

Determinación de la prueba de shock térmico

Por cada día, las cremas fotoprotectoras fueron almacenadas primero a baja temperatura (8 ± 1 °C) por

12 h y luego a alta temperatura (40 ± 1 °C) por las siguientes 12 h, durante tres días. Se evaluaron los parámetros organolépticos (color, olor, aspecto, extensión/textura y consistencia) y fisicoquímicos (separación de fases por centrifugación y pH) al inicio y al final del periodo del shock térmico⁽¹³⁻¹⁷⁾.

Determinación de la prueba de estabilidad acelerada

Se seleccionó la crema fotoprotectora que presentó los mejores parámetros organolépticos y fisicoquímicos de la prueba de shock térmico. Esta fue almacenada a temperatura constante de 40 ± 1 °C en una estufa JP Selecta®. La evaluación de los parámetros organolépticos y fisicoquímicos fueron realizados al inicio de la prueba, 1 día, 2 días, 7 días y 14 días⁽¹⁴⁾.

Evaluación del factor de protección solar (FPS) *in vitro*

Se mezclaron 100 mg de cada crema fotoprotectora con agua ultrapura hasta obtener una concentración final de 0,2 mg/mL. Las absorbancias se determinaron en un espectrofotómetro Thermo Scientific® en el rango de 290 a 320 nm, a intervalos de 5 nm, usando agua ultrapura como blanco. Se realizaron tres repeticiones por cada crema. El FPS se determinó con los datos obtenidos por análisis espectrofotométrico, usando la siguiente ecuación^(17,18).

$$\text{FPS espectro fotométrico} = FC \times \sum_{290}^{320} (EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda))$$

Donde FC es el factor de la corrección (igual a 10); EE (λ) es el efecto eritemogénico de la radiación de longitud de

onda λ ; I (λ) es la intensidad del sol en la longitud de onda y Abs (λ) es la absorbancia de la solución en la longitud de onda. Los valores de EE vs. I fueron tomados de Sayre⁽¹⁸⁾.

La Comunidad Andina de Naciones (CAN), de la cual es miembro el Perú, mediante la Decisión 516 establece la armonización de legislación en materia de productos cosméticos. El Perú no tiene una norma específica para el rango de medición de FPS de una crema fotoprotectora, por lo que se tomó los rangos propuestos en la «Nueva Clasificación de FPS COLIPA», documento de la Comunidad Europea (European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association-COLIPA)⁽¹⁹⁾.

RESULTADOS

Según los parámetros organolépticos y fisicoquímicos, las cremas fotoprotectoras elaboradas a base de extractos liofilizados de etanol al 96%, etanol al 70%, etanol al 45%, infuso y decocto mostraron cierta semejanza entre ellas, antes de la prueba de shock térmico (Tabla 1).

Pero, a los tres días de haber realizado la prueba de *shock* térmico se pudo evidenciar las diferencias que se presentaban en los parámetros organolépticos y fisicoquímicos de las cremas fotoprotectoras elaboradas a base de los cinco extractos de las hojas de *Myrcianthes rhopaloides* (Tabla 2).

Al ser la crema fotoprotectora elaborada a base de extracto liofilizado de etanol al 45% la que presentó los mejores parámetros organolépticos y fisicoquímicos, se le aplicó la prueba de estabilidad acelerada, durante 14 días, a intervalos de tiempo y se evaluó el FPS (Tabla 3).

Tabla 1. Parámetros organolépticos y fisicoquímicos de las cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides*, antes de la prueba de *shock* térmico

Parámetro	Extractos				
	Etanol 96%	Etanol 70%	Etanol 45%	Infuso	Decocto
Color	Beige oscuro	Beige claro	Beige claro	Beige	Beige
Olor	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris	Suigéneris
Aspecto	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Extensión	Sin presencia de grumos				
Consistencia	Cremosa	Cremosa	Cremosa	Cremosa	Cremosa
Presencia de manchas amarillas	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Centrifugación	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
pH	5,5	4,0	5,0	5,0	5,0

Tabla 2. Parámetros organolépticos y fisicoquímicos de las cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* a tres días de la prueba de *shock* térmico

Parámetro	Extractos				
	Etanol 96%	Etanol 70%	Etanol 45%	Infuso	Decocto
Color	Beige oscuro	Beige claro	Beige claro	Beige semioscuro	Beige
Olor	Suigéneris intenso				
Aspecto	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Extensión	Sin presencia de grumos				
Consistencia	Crema semiacuosa				
Presencia de manchas amarillas	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Positivo
Centrifugación	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
pH	4,5	4	4,5	4,5	4,5

Tabla 3. Parámetros organolépticos y fisicoquímicos de las cremas fotoprotectoras a base del liofilizado del extracto de etanol 45% de *Myrcianthes rhopaloides*, durante la prueba de estabilidad acelerada

Parámetro	Tiempo (días)				
	0	1	2	7	14
Color	Beige oscuro	Beige	Beige	Beige	Beige claro
Olor	Suigéneris suave	Suigéneris suave	Suigéneris moderado	Rancio	Rancio intenso
Aspecto	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Extensión	Sin presencia de grumos				
Consistencia	Cremosa	Cremosa	Crema semiacuosa +	Crema semiacuosa ++	Crema semiacuosa +++
Presencia de manchas amarillas	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo
Centrifugación	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
pH	5,0	4,9	4,9	4,8	4,4
FPS	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5

DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al formular las cremas fotoprotectoras a base de *Myrcianthes rhopaloides* antes de la prueba de *shock* térmico. La coloración de las formulaciones fue de tonalidad beige y se observó mayor intensidad en la formulación con el extracto purificado de 96%. Todas las cremas mostraron olor suigéneris y aspecto homogéneo, sin presencia de grumos y de consistencia cremosa. No se observaron

manchas amarillas. También, no se observaron fases de separación después de la prueba de centrifugación. Con respecto al pH, presentaron valores entre 4 y 5. Al término de la prueba de *shock* térmico (Tabla 2), no se observaron cambios en la coloración, excepto en la crema a base de purificado de infuso, que pasó a tener tonalidad semioscura. No se determinaron cambios en el olor, aspecto y extensión en cada crema. Sin embargo, mostraron cambios en la consistencia a un estado semiacuoso; además de presentar manchas amarillas en las cremas a base de purificados de 70%, infuso y decocto.

No hubo distinción de fases al término de la prueba de centrifugación ni en la disminución de los valores iniciales de pH de las formulaciones de 96%, 45%, infuso y decocto, excepto la formulación de 70% que no se observó cambio en su valor de pH inicial. Estos resultados demostraron que no hay una diferenciación evidente con respecto a sus parámetros físicos y químicos. Sin embargo, la presencia de manchas amarillas en las cremas a base de extractos purificados de 70%, infuso y decocto, fueron motivo de descarte, para la prueba de estabilidad acelerada, debido a la posible degradación de la crema. Las formulaciones a base de extractos purificados de 96 y 45% fueron las posibles muestras para el análisis; sin embargo, se optó por escoger la crema a base de 45%, debido a que dicho sistema se asemeja a la maceración tradicional con aguardiente de caña (cañazo) que emplea la comunidad donde crece esta especie vegetal ^(20, 21).

Se formularon 50 g de cremas a base de extracto purificado de 45% y se colocaron en la estufa por 14 días a temperatura constante de 40 °C. Se realizaron las mediciones a distintos tiempos (inmediatamente después de la formulación, 24 h, 48 h, 7 días y 14 días). En la Tabla 3 se evidencia los cambios que tuvo la crema a distintos tiempos. Al término de la formulación se mostró el color beige oscuro, que durante el tiempo de almacenamiento cambió hasta llegar a tonalidad clara. El olor suigénérico se mantuvo relativamente, pero a partir de las 48 h se intensificó, siendo detectado el cambio a un aroma rancio a los 7 días, obteniendo mayor hedor al final de la prueba. No hubo cambios en el aspecto ni en la extensibilidad, pero sí en la consistencia, debido al cambio de estado cremoso a un estado de crema semiacuosa, que fue más persistente al pasar los días de prueba. Se observó la presencia de manchas amarillas y no hubo separación de fases en la prueba de centrifugación. Los valores de pH disminuyeron de 5,04 a 4,43, y el FPS de valor 3 a 2,5, a los 14 días, respectivamente ^(22, 23).

Las características organolépticas mostraron que la crema fotoprotectora a temperatura constante de 40 °C resiste siete días en almacenamiento, demostrando el deterioro de los ingredientes de manera física. El descenso de pH fue indicativo de la descomposición química hidrolítica de la formulación. Además, es un parámetro reglamentario al momento del control de calidad, dado que al ser de aplicación tópica se debe ajustar a un pH entre 4-6; que es el intervalo en el que varía el pH de la piel y pueda penetrar o difundir el principio activo aislado ^(8, 24, 25). También se observó que los valores de factor de protección solar (FPS) disminuyen durante el tiempo de análisis. El FPS indica cuánto tiempo más un protector solar aumenta la capacidad de defensa natural de la piel antes de generar una alteración en el sistema tegumentario, y según European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association

– COLIPA, de la Comunidad Europea, el FPS para las cremas fotoprotectoras debe estar entre el rango de 2 a 50. La crema fotoprotectora obtuvo un valor de FPS que disminuyó a los 14 días de estudio hasta un valor que se mantiene dentro del mínimo establecido. Esto quiere decir que los compuestos extraídos y aislados del extracto de 45% son moléculas que tienen actividad fotoprotectora debido a su naturaleza química fenólica o su posible similitud estructural a los filtros solares convencionales. Esto concuerda con investigaciones relacionadas a su concentración de compuestos fenólicos presentes en los extractos a esa concentración de solvente. Además, se observó que son relativamente estables a condiciones de elevada temperatura, por lo que el nivel de fotoprotección tenga eficacia de duración limitada ⁽²⁶⁻²⁹⁾.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abid A, Marciniak B, Pędziński T, Shahid M. Photo-stability and photo-sensitizing characterization of selected sunscreens' ingredients. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*.2017; 332(1):241–250.
2. Dhital B., Durlík P., Rathod P., Gul-E-Noor F., Wang Z., Sun Ch. et al. Ultraviolet radiation reduces desmosome cross-links in elastin. *Biochemistry and Biophysics Reports*. 2017; 10(2):172–177.
3. Young A., Claveau J., Rossi B. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. *J AM ACAD DERMATOL*. 2017; 76(3):S100-S109.
4. Mishra AK, Mishra A, Chattopadhyay P. Assessment of In Vitro Sun Protection Factor of *Calendula Officinalis* L. (Asteraceae) Essential Oil Formulation. *Journal of Young Pharmacists*.2012; 4(1):17-21.
5. Costa S, Detoni C, Branco C, Botura M, Branco A. In vitro photoprotective effects of *Marcetia taxifolia* ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*.2015; 25(4):413-418.
6. Torres F. Etnobotánica y tamizaje fotoquímico de especies vegetales con potencial económico de los páramos de Ayabaca y Huancabamba Piura-Perú. [Tesis de Maestría]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2015.
7. Torres-Guevara F, Ganoza-Yupanqui, M. Etnobotánica y sistemas de extracción para compuestos fenólicos, actividad antioxidante y toxicidad de plantas de páramos y bosques nublados del norte peruano. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*.2017; 2(2) 101-109.
8. Suárez Y, García O, Cueto M. Estabilidad acelerada del ungüento QL. *Revista Cubana de Farmacia*. 2008;42(1):1-5.
9. Smaoui S, Hlima H, Chobba I, Kadri A. Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Arabian Journal of Chemistry*.2013; 10(1):1216-1222.

10. Santoro M, Oliveira D, Kedor-Hackmann E, Singh A. The effect of packaging material on the stability of sunscreen emulsions. *International Journal of Pharmaceutics*. 2005; 297(1):197-203.
11. Anchisi C, Maccioni A, Sinico C, Valenti D. Stability studies of new cosmetic formulations with vegetable extracts as functional agents. *Il Farmaco*. 2001; 56 (5-7):427-431.
12. Briasco B, Capra P, Mannucci B, Perugini P. Stability study of sunscreens with free and encapsulated UV filters contained in plastic packaging. *Pharmaceutics*. 2017; 9(19):1-24.
13. Yung GW, Ting PT, Salopek TG. Stability of sunscreens and sunblocks following exposure to extreme temperatures. *J Am Acad Dermatol*. 2012; 66 (6):1007-1009.
14. Mishra A, Saklani S, Milella L, Tiwari P. Formulation and evaluation of herbal antioxidant face cream of *Nardostachys jatamansi* collected from Indian Himalayan region. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2014; 4(2):679-682.
15. Samillan A. Capacidad antioxidante, regeneradora y factor de protección solar del liofilizado de *Passiflora edulis* "Maracuyá" y desarrollo de una crema. [Tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2018.
16. Clark A., Hessler J. Skin Care. *Facial Plast Surg Clin N Am*. 2015; 23(1):285-295.
17. Smaoui S, Hlima H, Chobba I, Kadri A. Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Arabian Journal of Chemistry*. 2013; 10(1):1216-1222.
18. Zavala E. Capacidad antioxidante, regeneradora y factor de protección solar de la cáscara de *Mangifera indica L.* "mango". [Tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2017.
19. Tantaleán M. Caracterización química de compuestos fenólicos con factor de protección solar de *Cuphea ciliata* Ruiz & Pav. "hierba del toro" de bosques nublados del norte del Perú. [Tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2018.
20. Castillo L. Perfil cromatográfico de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante de hojas de *Myrcianthes myrsinoides* (Kunth) Grifo "lanche" de los páramos del norte del Perú. [Tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2016.
21. Villalobos-Hernández J R, Müller-Goymann C Gofman. Physical stability, centrifugation tests, and entrapment efficiency studies of carnauba wax-decyl oleate nanoparticles used for the dispersion of inorganic sunscreens in aqueous media. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2006; 63(2):115-127.
22. Moya T, Osorio R. Actividad fotoprotectora de formulación tópica a base del extracto hidroalcohólico de *Fragaria vesca L.* (fresa). (Tesis de pregrado). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2017.
23. Prudencio J., Bustamante E. Determinación in vitro de la actividad fotoprotectora UVB en una crema de protección solar formulada con extracto hidroglicólico de *Lepidium meyenii* (Maca). (Tesis de pregrado). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2018.
24. Smaoui S, Hlima H, Chobba I, Kadri A. Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Arabian Journal of Chemistry*. 2013; 10(1):1216-1222.
25. Infante N. Desarrollo de una crema elaborada del extracto atomizado de *Caesalpinia spinosa* Molina kuntza "tara". Ayacucho 2015. (Tesis de postgrado). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, 2015.
26. Abid A, Marciniak B, Pędziński T, Shahid M. Photostability and photo-sensitizing characterization of selected sunscreens' ingredients. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2017; 332(1):241-250.
27. Torres-Guevara F, Ganoza-Yupanqui M, Suárez-Rebaza L, Malca-García G, Bussmann RW. Wild Plants of Northern Peru Traditions, Scientific Knowledge, and Innovation. En: Rai M, Bhattarai S, Feitosa CM, editores. *Wild Plants: The Treasure of Natural Healers*. Boca Raton: CRC Press; 2020. p.37-63.
28. Torres-Guevara F, Ganoza-Yupanqui M, Suárez-Rebaza L, Malca-García G, Bussmann RW. Ethnopharmacology of Wild Plants from the Tropical Mountains of Northern Peru. En: Rai M, Bhattarai S, Feitosa CM, editores. *Ethnopharmacology of Wild Plants*. Boca Raton: CRC Press; 2021. p.79-98.
29. Torres F. Etnobotánica y biomoléculas de páramos y bosques nublados de Piura; con potencial aplicación en medicina complementaria y biocomercio. [Tesis de doctorado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2019.