



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y
FOTOPROTECTORA *in vitro* DE LA CREMA GEL
ELABORADA CON EXTRACTO ETANÓLICO DE LOS
FRUTOS DE *Vaccinium corymbosum* L. (ARÁNDANO)**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

AUTORES:

Bach. MATIAS LOARTE, MIRIAM

Bach. CONTRERAS CASTAÑEDA, NANCY ROSI

ASESOR:

Mg. INOCENTE CAMONES, MIGUEL ÁNGEL

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi padre, que ya no me acompaña en vida, pero que siempre me aconsejó y motivó durante toda mi etapa universitaria. A mi madre, por su incondicional apoyo y comprensión durante todos estos años. Y a todas aquellas personas que han contribuido para el logro de mis objetivos.

Miriam Matias Loarte

A mis padres, mi esposo y a mis adorados hijos Alexander y Evans , que son el motor y motivo de mi vida, que siempre estuvieron, me respaldaron y comprendieron para culminar esta meta.

Nancy Rosi Contreras Castañeda

Agradecimiento

A la Universidad María Auxiliadora y especialmente a nuestro asesor Mg. Miguel Ángel Inocente Camones por su dedicación y orientación en esta investigación. Y a nuestras familias por acompañarnos en todo este proceso.

Índice general

I. INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
II. MATERIALES Y METODOS	¡Error! Marcador no definido.7
2.1. Enfoque y diseño de la investigación	¡Error! Marcador no definido.7
2.2. Población, muestra y muestreo	¡Error! Marcador no definido.7
2.3. Variables de investigación	¡Error! Marcador no definido.7
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ¡Error!	Marcador no definido.7
2.5. Proceso de recolección de datos	¡Error! Marcador no definido.8
2.6. Métodos de análisis estadístico	23
2.7. Aspectos éticos	23
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	35

Índice de Tablas

	Página
Tabla 1. Formulación de la crema gel con arándano	18
Tabla 2. Relación del efecto eritemogénico (EE) frente a la intensidad de la radiación (I) en cada longitud de onda	19
Tabla 3. Características del extracto etanólico de arándano	21
Tabla 4. Metabolitos hallados en el extracto etanólico de arándano	21
Tabla 5. Compuestos fenólicos expresados en Equivalentes Ácido Gálico	22
Tabla 6. Resultados del patrón de referencia para DPHH: Trolox	22
Tabla 7. Resultados de la actividad antioxidante del extracto	23
Tabla 8. Resultados de la actividad antioxidante de la crema gel	24

Índice de Gráficos

	Página
Gráfico 1. Curva de calibración para compuestos fenólicos	22
Gráfico 2. Recta de Trolox para DPPH	23
Gráfico 3. Actividad antioxidante del extracto etanólico en μM Equiv. Trolox	24
Gráfico 4. Actividad antioxidante de la crema gel en μM Equiv. Trolox	25
Gráfico 5. Factor de protección solar de la crema gel de arándano	25

Índice de Anexos

	Página
Anexo A. Operacionalización de la variable	31
Anexo B. Colección de fotografías	32

Resumen

Objetivo: Evaluar la capacidad antioxidante y fotoprotectora *in vitro* de la crema gel elaborada con extracto etanólico del fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano).

Material y método: La investigación corresponde al enfoque cuantitativo, de diseño experimental y explicativo, la especie vegetal de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) fue recolectada en Cañete, Lima. Se obtuvo un extracto etanólico al 20% con los frutos de arándano. Se realizó el tamizaje fitoquímico según Lock, O. Se desarrolló una crema gel con el extracto. En el extracto y crema gel, se cuantificaron los compuestos fenólicos totales según el método de Folin Ciocalteu; se evaluó la capacidad antioxidante mediante la inhibición del radical DPPH, y se evaluó la capacidad fotoprotectora mediante el método Mansur.

Resultados: El extracto etanólico de fruto de arándano presentó compuestos fenólicos y flavonoides, con un contenido de compuestos fenólicos de 382,7132 mg Equivalente ácido gálico/g extracto. La crema gel presentó 237,1273 mg Equivalente ácido gálico/g crema gel. La capacidad antioxidante del extracto y de la crema gel a 1000 µg/mL fueron 962,436 y 608,930 µM Equivalente Trolox respectivamente. La capacidad fotoprotectora de la crema gel con extracto resultó 7,048.

Conclusiones: La crema gel elaborada con extracto etanólico al 20% con los frutos de arándano presenta capacidad antioxidante y fotoprotectora relacionado con la cantidad de compuestos fenólicos determinados.

Palabras clave: *Vaccinium corymbosum* L., crema gel, antioxidante, fenólicos, fotoprotector

ABSTRACT

Objective: To evaluate the antioxidant and photoprotective capacity in vitro of the gel cream elaborated with aqueous extract of the peel of the yellow variety of the fruit of *Vaccinium corymbosum* L. (arándano).

Method: The research corresponds to the quantitative approach, of experimental and explanatory design, the vegetable species of *Vaccinium corymbosum* L. (arándano) was collected in Cañete, Lima. A 20% aqueous extract was obtained from the fresh peel of the arándano fruit. Phytochemical screening was performed according to Lock, O. A gel cream was developed with the extract. In the extract and gel cream, total phenolic compounds were quantified according to Folin Ciocalteu method; antioxidant capacity was evaluated by means of DPPH radical inhibition, and photoprotective capacity was evaluated by means of Mansur method.

Results: The aqueous extract of arándano shell presented phenolic compounds, flavonoids and tannins, with a phenolic compound content of 382.7132 mg Gallic acid equivalent/g extract. The gel cream presented 237,1273 mg Gallic acid equivalent/g gel cream. The antioxidant capacity of the extract and the gel cream at 1000 µg/mL were 962,436 and 608,930 µM Trolox equivalent respectively. The photoprotective capacity of the cream-gel with extract was 7,048.

Conclusions: The gel cream elaborated with aqueous extract at 20% with fresh peel of arándano fruits presents antioxidant and photoprotective capacity related to the amount of determined phenolic compounds.

Keywords: *Vaccinium corymbosum* L., gel cream, antioxidant, phenolics, photoprotector

I. INTRODUCCIÓN

La exposición a los rayos ultravioleta dependen de los siguientes factores: a) la posición del sol, pues la radiación es mayor mientras más alta esté su posición, la cual depende no sólo de la hora del día sino también de los días del año; b) latitud, siendo mayor la radiación cuando está más cerca de la línea ecuatorial; c) altitud, ya que la atmósfera a mayor altitud absorbe menos los rayos UV aumentando la intensidad aproximadamente entre 10 y 12% por cada 1000 metros de altitud; d) nubosidad, si bien la intensidad es máxima cuando hay cielo despejado, la reflexión de las finas partículas de agua puede incrementar la radiación; e) capa de ozono, que absorbe la radiación UV y cuya concentración varía constantemente; f) reflexión del suelo, siendo esta mayor en el suelo cubierto de nieve donde alcanza el 80% (1).

Se ha demostrado que existen distintos ingredientes de origen biológico (carotenoides, polifenoles, extractos de plantas, vitaminas, proteínas, ácidos grasos y otros compuestos) que poseen una gran capacidad antioxidante y antienvjecimiento, ya sea por vía oral o tópica, los cuales no solo han demostrado su eficacia, sino que también demuestran una seguridad apreciable y un alto valor en la industria cosmética (2).

El fotoenvejecimiento cutáneo (FEC) se produce por la combinación del envejecimiento biológico y de los daños generados a largo plazo por la continua exposición al sol. De acuerdo con la literatura científica, este proceso comienza desde que nace el individuo, pero los signos son evidentes a partir de las tres décadas de vida, en tanto, “la celeridad e intensidad del proceso está determinada por el fototipo de piel, los hábitos tóxicos, la alimentación, mecanismos genéticos, las enfermedades concomitantes, la calidad del descanso y el nivel de fotoprotección, entre otros”. El FEC conduce a la pérdida de la elasticidad de la piel, la formación de arrugas, engrosamiento de la dermis y la epidermis, así como despigmentación y telangiectasias (3).

Los protectores solares son productos que se aplican sobre la piel con el fin de protegerla de los efectos de las radiaciones ultravioletas e impedir el paso de un gran porcentaje de estas (4). El factor de protección solar (FPS) se usa para cuantificar la protección que se da frente a quemaduras solares (expresada en tiempo y no en proporción), así un FPS de 30, es capaz de bloquear el 96,7 % de la RUV (4,5).

Investigaciones realizadas por Torri, et al (6) en animales de experimentación, indican que el extracto hidroalcohólico de arándanos presenta actividad antinociceptiva y antiinflamatoria, por lo que afirmaron que el consumo del mismo puede ser útil para el tratamiento de trastornos inflamatorios.

Poornima, et al (7), indican en sus estudios, que los extractos de hojas y frutos de *Vaccinium leschenaultii* Wight. Poseen compuestos fenólicos, taninos y flavonoides; y junto con el potencial antioxidante que posee la planta, puede ser evidencia suficiente para probar las actividades antiinflamatorias y antiulcerosas de *Vaccinium leschenaultii* Wight.

Investigaciones realizadas por Hui Luo, et al (8), al evaluar el efecto antiinflamatorio del extracto de *Vaccinium myrtillus* L sobre daño hepático y edema de oído inducido en animales de experimentación, observaron que el extracto de arándanos inhibió ambos procesos inflamatorios de tal manera que suprimió el incremento de los niveles de ARNm de hígado de iNOS, TNF-a, IL-1b e IL-6, y los niveles de proteína de iNOS, TNF-a y NF-kB. Además, de evidenciar una reducción de NO y malondialdehído en el hígado después de tratamiento con el extracto experimental.

Según estudios de Dr. Asha Jha y Srimanti Paul en la India (9), el extracto acuoso de los frutos del arándano logró la inhibición de la inflamación aguda inducida en la pata de animales de experimentación. Se evidenció que a 300 mg/kg se logra la inhibición de la inflamación aguda después de tres y cinco horas de la administración de carragenina (agente inductor), por lo que la actividad antiinflamatoria del extracto acuoso de los frutos del arándano es significativa y comparable con la actividad del ibuprofeno.

Montes (10), menciona en sus estudios realizados en animales de experimentación, que el extracto hidoalcohólico del fruto de *Vaccinium floribundum Kunth* a dosis de 300 mg/kg y 600 mg/kg presenta efecto antiinflamatorio en el modelo de edema plantar inducido por carragenina.

Riso, et al (11) mencionan en sus investigaciones que el consumo de una bebida echa a base de *Vaccinium angustifolium* (25 g de polvo liofilizado) durante seis semanas, redujeron los niveles de bases de ADN oxidadas endógenamente y los niveles de daño en el ADN inducido por H₂O₂.

El arándano conocido como berri o fruto del bosque, es originario de Norte América, actualmente catalogado como alimento funcional debido a sus diferentes propiedades nutritivas y terapéuticas (12). Presenta un gran contenido de fibra sin presencia de sodio y su aporte de calorías es de 30 calorías por gramo. Cuenta con un gran contenido de provitamina A, E, C y Mg y sales minerales como el K, P y Ca (13). Es así que, debido a su composición y su capacidad de actuar como antioxidante, es que se ve respaldado el papel que puede tener en la reducción de la inflamación (14).

Desde un punto de vista teórico, el presente estudio busca ampliar la información existente en torno a esta planta propia de la sierra peruana y cuyas propiedades todavía son motivo de investigación, tanto por su utilidad nutricional como por su potencial farmacológico. Además, debe resaltarse que la mayoría de estudios se centra más en la variedad de color rojo, por lo que un estudio sobre la variedad amarilla sería de gran utilidad. Desde un punto de vista social, la obtención de resultados positivos en relación a esta planta podría servir de referencia para impulsar en los gobiernos regionales de aquellos departamentos donde crece esta planta una mayor inversión para el desarrollo de productos industriales que aprovechen la capacidad antioxidante del arándano.

El objetivo general del estudio es evaluar la capacidad antioxidante y fotoprotectora *in vitro* de la crema gel elaborada con extracto etanólico del fruto de *Vaccinium corymbosum L.* (arándano).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La siguiente investigación presenta un enfoque cuantitativo, pues se basa en datos medibles para determinar una concentración específica que garantice el efecto antirradicalario mediante el método DPPH y la capacidad fotoprotectora mediante el método de Mansur de la crema gel elaborada con extracto etanólico de los frutos de *Vaccinium corymbosum L.* El diseño es experimental y explicativa pues busca la relación de causa y efecto para demostrar los efectos antirradicalarios y la capacidad fotoprotectora a concentraciones experimentales.

2.2 POBLACIÓN

Se desarrollan formulaciones de crema gel a partir del extracto etanólico de los frutos del arándano colectados en colectados en Cañete, Lima; y se realiza un muestreo por conveniencia para la muestra de formulaciones.

2.3 VARIABLE DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación cuenta con dos variables, la primera es la variable independiente, crema gel del extracto etanólico de los frutos de *Vaccinium corymbosum L.* (arándano).

La variable dependiente será la capacidad antioxidante y la capacidad fotoprotectora de la crema gel elaborada.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La colecta de datos se realizará mediante fichas de recolección de resultados obtenidos de la experimentación para determinar la capacidad antioxidante y capacidad fotoprotectora de la crema gel.

2.5 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.5.1 Recolección y selección de muestra botánica

El cactus *Vaccinium corymbosum* L. se colecta en Cañete, Lima. Se recolecta aproximadamente 3 kg en peso de los frutos del cactus como muestra y se muestrea de forma aleatorizada por conglomerado 1 kg de las mismas previamente acondicionadas, seleccionadas de tal manera que tengan la menor imperfección o manchas.

2.5.2 Preparación de la muestra

Luego se procede al lavado de los frutos con agua destilada y se divide en trozos pequeños, para pesar en una balanza digital.

2.5.3 Obtención del extracto etanólico de arándano

En un beacker de 1000 mL, se colocó 100 gramos de los frutos de arándano y se adicionó 500 mL de agua destilada. Luego se procede a hervir a 90°C durante 30 minutos, en constante recuperación de agua destilada.

Se elaboró el extracto etanólico con muestra fresca y se concentró al 20%. Luego se realizó el filtrado en malla de nylon. Luego, los extractos pasaron al estudio fitoquímico.

2.5.4 Tamizaje fitoquímico de los extractos etanólicos

El estudio fitoquímico de los extractos etanólicos se realizó mediante pruebas de coloración y precipitación (15, 16).

2.5.5 Cuantificación de compuestos fenólicos del extracto etanólico

Se procedió según método de Folin Ciocalteu (tungstato-fosfomolibdico; carbonato de sodio al 20%) que consiste en la capacidad de los fenoles de interactuar frente a agentes oxidantes y se da una reacción debido a la formación de un complejo de coloración azul y esto se lee a una absorbancia de 760 nm obteniendo el contenido total de fenoles (17).

Procedimiento

Se prepararon soluciones de:

- Solución estándar de ácido gálico 1000ppm (solución madre).
- Solución de carbonato de sodio 20%: (20g de carbonato de sodio anhidro disueltos en una fiola de 100mL).

De la solución estándar de ácido gálico se realizaron diluciones para obtener soluciones de 5, 25, 50, 100, 250 y 500 ppm, y se construyó la curva de calibración.

Para la determinación de compuestos fenólicos se colocó 0,1 ml de extracto etanólico (10%, 20% y 50%) en tres tubos respectivamente luego se agregó a cada tubo 1,5 ml de Folin Ciocalteu, se homogenizo y dejo en reposo durante 5 minutos. Luego se añadió 1,5 ml de carbonato de sodio 20% y se dejó en reposo por 2 horas a temperatura ambiente y a oscuridad y se leyó a 760 nm es el espectrofotómetro.

2.5.6 Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto etanólico y crema gel

Esta prueba se realizó mediante la reacción de la muestra con el radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y tiene como objetivo determinar la capacidad de neutralizar agentes oxidantes en este caso radicales libres y al darse la reacción entre el radical y el antioxidante cuando el radical se reduce ante el antioxidante se presenta una decoloración de azul a amarillo claro y se llevó a lectura de espectrofotómetro a 517 nm; y se usa como estándar TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) y VEAC (vitamin C equivalent antioxidant capacity), mediante la realización de curvas estándar (17).

Procedimiento

Se prepararon las siguientes soluciones:

- Solución estándar metanólica de Trolox 1000 uM (solución madre)
- Solución estándar solución metanólica de DPPH 0,1 mM

- Blanco: Se mezcló 0,1 mL de agua y 3,9 mL de metanol, para ajustar el espectrofotómetro a cero.

A partir de la solución estándar de Trolox, se realizaron diluciones en metanol de 100, 200, 400 y 800 µM, y se realizó la curva de calibración

Para evaluar la actividad antioxidante se colocan 3 tubos con 0,1 ml de extracto etanólico (50%), y se añadió el estándar de DPPH, se homogenizó y se dejó en reposo y reposo a 30 minutos a temperatura ambiente y se leyó a 517 nm en el espectrofotómetro.

Se calcula el porcentaje de inhibición del radical DPPH con la ecuación DPPH remanente (%) = $(A_o - A_f) / A_o \times 100$, A_o : absorbancia inicial del DPPH, A_f : absorbancia final DPPH después de 30 min y se calcula la actividad antioxidante equivalente a Trolox. Se despeja X de la ecuación de la recta del estándar de Trolox ($Y = aX + b$), el valor obtenido se multiplica el factor de dilución para obtener la actividad antioxidante equivalente a Trolox real. Y se expresan en µmol de Trolox/100mL del extracto.

2.5.7 Desarrollo de las formulaciones fotoprotectoras

Para la elección de la forma farmacéutica tópica es importante tener en cuenta la factibilidad de fabricación, compatibilidad con el extracto, aspecto, costo, estabilidad y seguridad. Asimismo, la selección de los excipientes se realizó evaluando la solubilidad, compatibilidad, aspecto, costo, estabilidad y seguridad.

Tabla 1. Formulación de la crema gel con arándano

FORMULACIONES	COMPOSICIÓN
Formulación 1: Crema gel en una concentración de 20% de frutos de arándano y filtro solar.	Extracto etanólico a una concentración de 50% de frutos de arándano <i>en proporción del 15%</i> .

	Filtro solar, benzofenona 4. Ácido ascórbico. Crema gel base.
Formulación 2: Crema gel en una concentración de 20% de frutos de arándano.	Extracto etanólico a una concentración de 50% de frutos de arándano 15%. Ácido ascórbico. Crema gel base.
Formulación 3: Crema gel con filtro solar.	Filtro solar, benzofenona 4. Ácido ascórbico. Crema gel base.

2.5.8 Análisis fisicoquímico y sensorial del producto terminado

Se realizó el análisis físico y sensorial de las formulaciones tomando en cuenta el aspecto, color, olor, pH y consistencia.

- Determinación de pH de la crema gel

La muestra en solución fue filtrada en papel filtro y se determinó el pH del filtrado mediante pH metro marca ISOLAB.

2.5.9 Determinación *in vitro* del Factor de Protección Solar (FPS) de las formulaciones

La determinación del Factor de Protección Solar del producto terminado se realizó según la técnica de Mansur 1986 (18).

Se procede a leer a muestra diluida en etanol en el espectrofotómetro a una concentración de 0,2 mg/ml se pesó 1,0 g de muestra de producto terminado y se llevó a fiola de 100ml y se añade 50ml de etanol P.A se agito 5 minutos, y se homogeniza y filtra luego y se tomó una alícuota de 5,0 ml se lleva a una fiola de 50ml y se diluye con etanol P.A y se lleva a fiola de 25 ml, se lee a 290, 295, 300, 305 ,310 ,315 y 320; luego se relacionan los valores obtenidos según la formulación de FPS, el rango es de 290 a 320 nm.

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

Donde:

FPS= Factor de Protección Solar

FC= 10 (factor de corrección)

EE= efecto eritemogénico de la radiación de longitud de onda

I= intensidad del sol en la longitud de onda

Abs= absorbanza de la solución en la longitud de onda

La relación entre el efecto eritemogénico y la intensidad de la radiación de cada longitud de onda (EE x I).

Tabla 2. Relación del efecto eritemogénico (EE) frente a la intensidad de la radiación (I) en cada longitud de onda (18)

Longitud de onda (nm)	EE (λ) x I (λ)
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180

2.5.10 Análisis espectral de las formulaciones

Se determinó las absorbancias de la muestra diluida mediante espectrofotómetro UV-visible marca ThermoScientific para el análisis del FPS (10mg/mL).

2.6 Métodos de análisis estadísticos

Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa Microsoft Excel 2016, considerando la estadística descriptiva para mostrar los resultados obtenidos.

2.7 Aspectos éticos

El trabajo se realizó bajo las condiciones de las buenas prácticas de laboratorio y normativas internas del Instituto de Investigación Traslacional y Biotransversal Ayru ubicado en el distrito de Cieneguilla, Lima.

III. RESULTADOS

3.1 Del ensayo organoléptico del extracto etanólico

Tabla 3. Características del extracto etanólico de arándano

<i>Característica</i>	<i>Extracto etanólico</i>
Aspecto	Líquido
Color	Roja oscura
Olor	Característico
Sabor	Dulce
pH	6.34

3.2 Del tamizaje fitoquímico

Tabla 4. Metabolitos hallados en el extracto etanólico de arándano

<i>Metabolito</i>	<i>Reactivo</i>	<i>Resultado</i>
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico	+++
Flavonoides	Rx. Shinoda	+++
Taninos	Gelatina	+
Alcaloides	Rx. Mayer	-
Saponinas	Prueba de espuma	-
Esteroides y triterpenoides	Rx Lieberman Burchard	-

Leyenda: (+++) Abundante, (++) Regular, (+) Poco (+), Ausente (-)

3.3 Cuantificación de compuestos fenólicos del extracto y crema gel

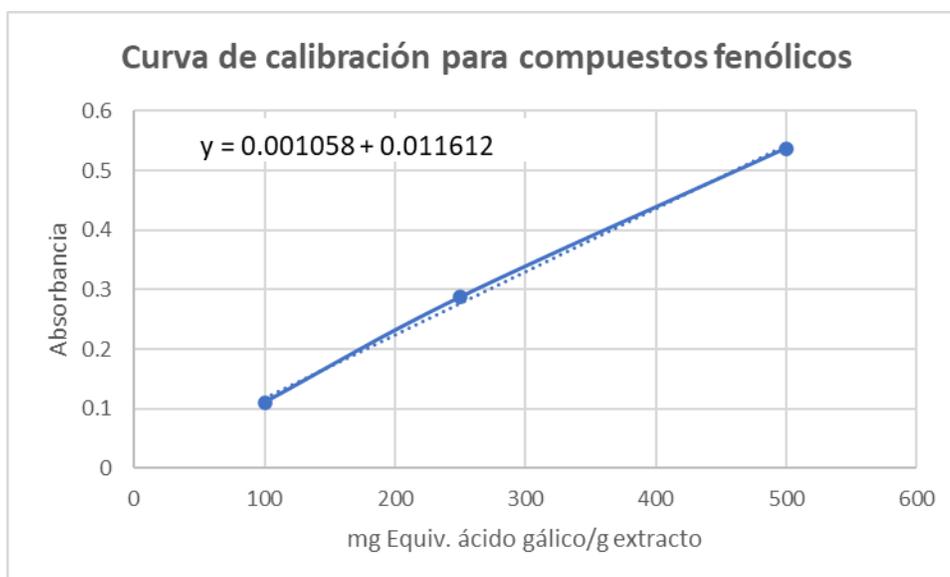


Gráfico 1. Curva de calibración para compuestos fenólicos

Tabla 5. Compuestos fenólicos expresados en Equivalentes Ácido Gálico

DETERMINACIÓN	EXTRACTO	CREMA GEL
Fenoles totales (mg Equivalente ácido gálico/g extracto o crema gel)	757.063352	372.853079

3.4 Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto

Tabla 6. Resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox

ECUACION RECTA DE TROLOX	100	200	400	800	1000
Absorbancias	0.814	0.721	0.536	0.204	0.028
Abs. Inicial DPPH:	0.813	0.724	0.538	0.211	0.021
0,8667	0.809	0.723	0.533	0.206	0.023
Promedio de absorbancias	0.812	0.723	0.536	0.207	0.024
Abs. Inicial DPPH – promedio Abs. TROLOX	0.055	0.144	0.331	0.660	0.843
% Inhibición	6.308	16.615	38.192	76.115	97.231

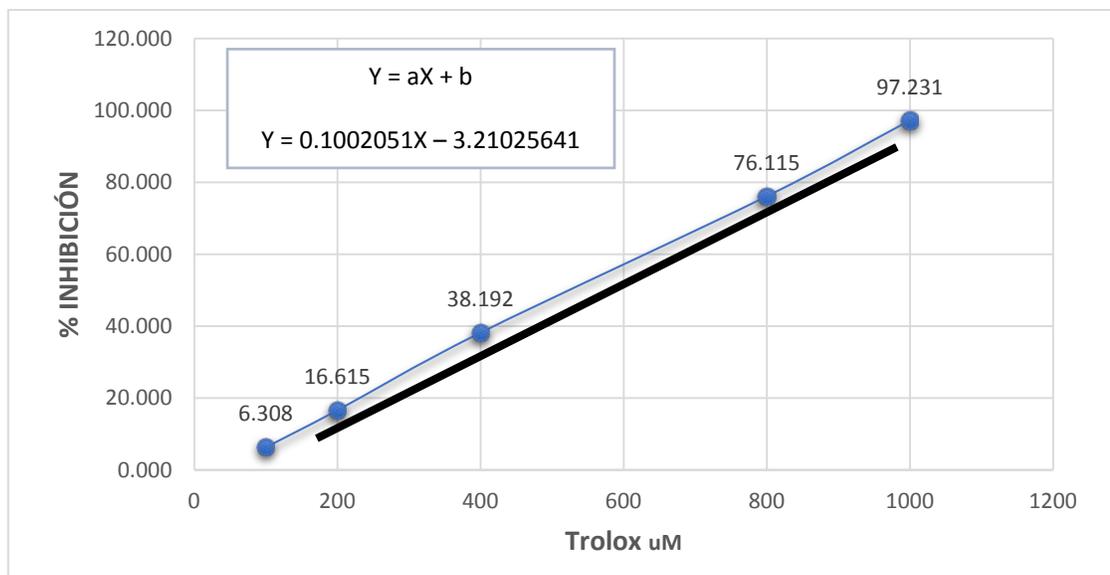


Gráfico 2. Recta de Trolox para DPPH

3.4.1 De la capacidad antioxidante del extracto etanólico de arándano

Según el método de DPPH, se obtuvieron: 1024,232 en 1000 $\mu\text{g/mL}$, 870,509 en 500 $\mu\text{g/mL}$ y 612,001 en 100 $\mu\text{g/mL}$, del extracto etanólico siendo estos valores expresados en μM Equivalente Trolox.

Tabla 7. Resultados de la actividad antioxidante del extracto

EXTRACTO DE ARÁNDANO	1000 $\mu\text{g/mL}$	500 $\mu\text{g/mL}$	100 $\mu\text{g/mL}$
Absorbancias	0.007	0.141	0.364
(Abs. Inicial DPPH:	0.005	0.136	0.362
0.8667)	0.003	0.139	0.368
Promedio de absorbancias	0.005	0.139	0.363
Abs. DPPH - Abs. Muestra	0.862	0.728	0.504
% Inhibición	99.423	84.019	58.115
μM Equivalente Trolox	1024.232	870.509	612.001

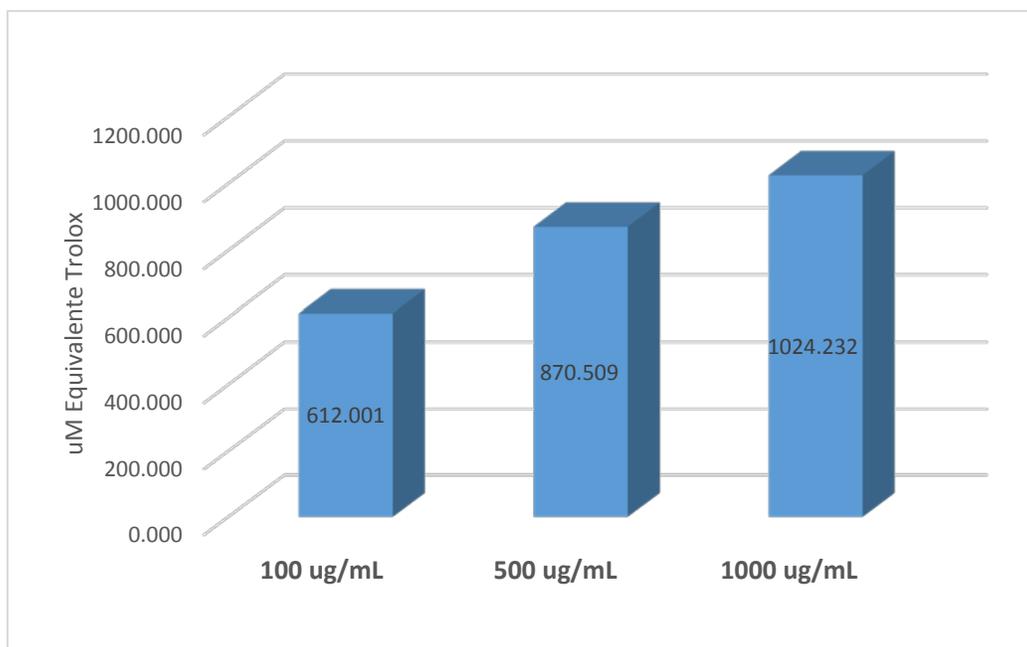


Gráfico 3. Actividad antioxidante del extracto etanólico en µM Equiv. Trolox

3.4.2 De la capacidad antioxidante de la crema gel a base del extracto

Según el método de DPPH, se obtuvieron: 737,897 en 1000 µg/mL, 525,640 en 500 µg/mL y 322,403 en 100 µg/mL, de la crema gel siendo estos valores expresados en µM Equivalente Trolox.

Tabla 8. Resultados de la actividad antioxidante de la crema gel

CREMA GEL DE EXTRACTO	1000 µg/mL	500 µg/mL	100 µg/mL
Absorbancias	0.257	0.435	0.612
(Abs. Inicial DPPH: 0.8667)	0.251	0.441	0.617
	0.253	0.437	0.613
Promedio de absorbancias	0.254	0.438	0.615
Abs. DPPH - Abs. Muestra	0.613	0.429	0.252
% Inhibición	70.731	49.462	29.096
µM Equivalente Trolox	737.897	525.640	322.403

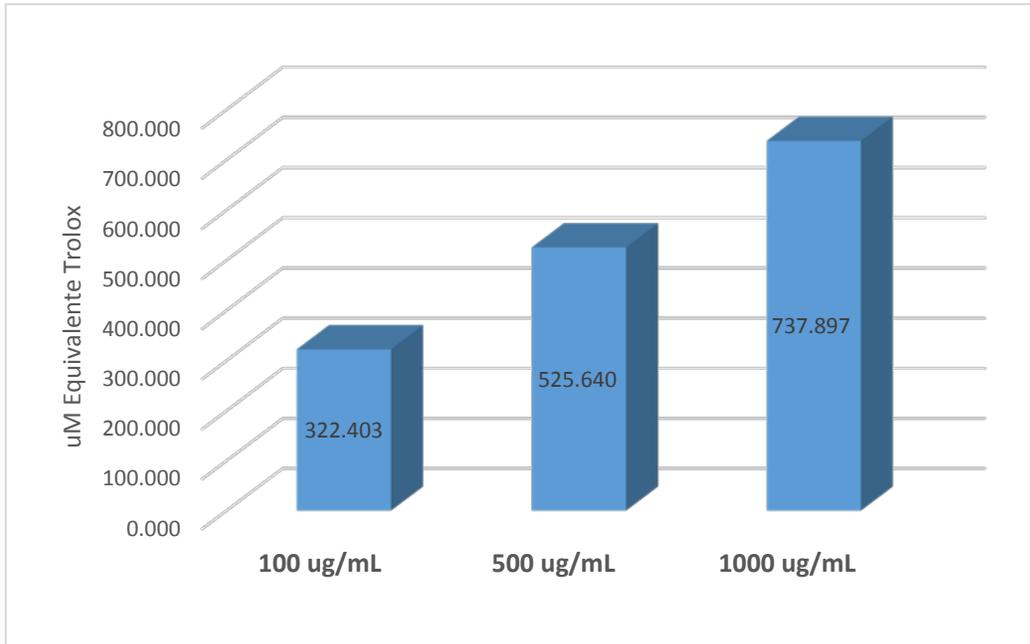


Gráfico 4. Actividad antioxidante de la crema gel en μM Equiv. Trolox

3.5 Evaluación de la capacidad fotoprotectora de la crema gel

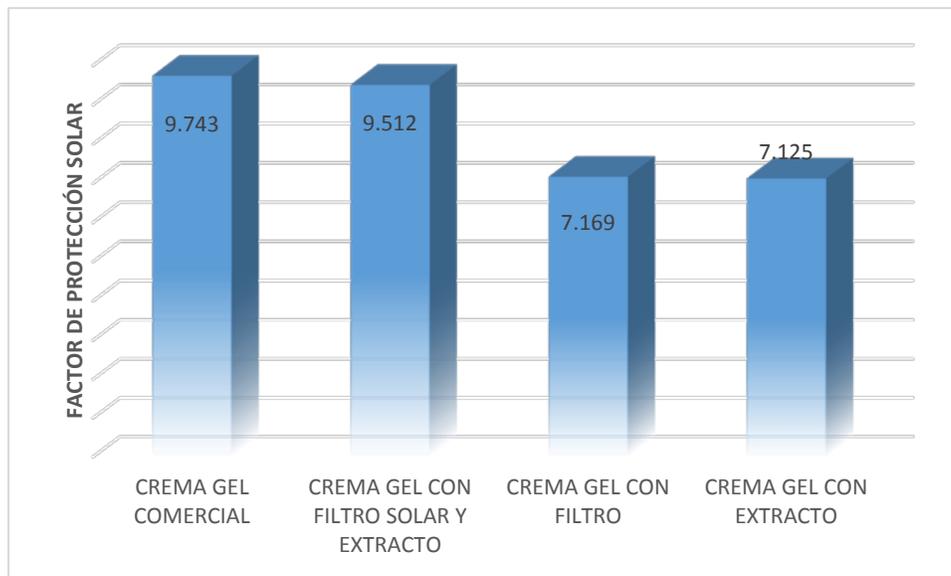


Gráfico 5. Factor de protección solar de la crema gel de arándano

IV. DISCUSIÓN

4.1 DISCUSIÓN

La formulación de crema gel con extracto etanólico de los frutos de arándano presentó compuestos fenólicos a los que se les atribuye la capacidad antioxidante potenciando y otorgando valor agregado a la crema gel. Al comparar con los resultados de Moya (2017) (19) que realizó una formulación tópica fotoprotectora como compuestos fenólicos obtuvo 134,73 mg Equivalente ácido gálico a comparación de una mayor cantidad de fenólicos en la crema gel con arándano 372,85 mg Equivalente ácido gálico.

En la actividad antioxidante la crema gel presentó 737,897 equivalente Trolox/ mL en comparación de 81,22 mg/mL de la formulación tópica. Y respecto a la determinación del FPS se obtuvo 9,512 al comparar con Moya (19) que obtuvo 12,05; considerando que la crema gel ha sido desarrollado con ingredientes naturales.

Debido a la naturaleza de la muestra que es un desecho natural que normalmente no se consume, y que en esta investigación se logró obtener buenos resultados al poder incluirla dentro de un producto cosmético como lo es la crema gel brinda los beneficios de ser antioxidante y fotoprotectora, debido a su composición química, al ser comparada con como la formulación tópica de Moya (2017) (19) que presenta extracto de la planta *Fragaria vesca* L. La crema gel desarrollada a base de extracto de frutos de arándano presento valores superiores respecto a los compuestos fenólicos, actividad antioxidante y capacidad fotoprotectora.

En relación a la actividad fotoprotectora esta fue comparada con un fotoprotector en crema de uso comercial, los resultados fueron de 9,512 a 9,743 de FPS con lo cual tenemos valores semejantes con una diferencia no mayor a 1.0 de FPS, con lo cual se elaboró un producto de tipo cosmético con una buena actividad antioxidante y un FPS similar a lo que se comercializa.

4.2 CONCLUSIONES

- La crema gel elaborada con extracto etanólico al 20% con los frutos de arándano presenta capacidad antioxidante y fotoprotectora relacionado con la cantidad de compuestos fenólicos determinados.

4.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con las investigaciones preclínicas y clínicas para implementar el uso de un producto natural con validez científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arellano, I., Alcalá, D., Barba, J. F., Ortega, B. C., Castanedo, J. P., de la Barreda Becerril, F., & Juárez, L. Recomendaciones clínicas para la fotoprotección en México. *Dermatología CMQ*, 2014; 12(4), 243-255. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2014/dcm144e.pdf>
2. Schalka S, González S, Vidal-Asensi S, Piaserico S. Simposio Satélite IFC: enfoque 360° a la fotoprotección. *Med Cutan Iber Lat Am*. 2013; 41(2):81-94.
3. Vallejo EO, Vargas N, Martínez LM, Agudelo CA, Ortiz IC. Perspectiva genética de los rayos UV y las nuevas alternativas de protección solar. *Rev Argent Dermatol*. 2013; 94(3). Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2013000300002
4. Guerra, M, Alemán, AD., & Román, Y. Photoprotection and photodamage in the childhood and adolescence. *MEDISAN*, 2018; 22(8), 804-815. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192018000800804&lng=es&tlng=en
5. Suárez H, Acosta D, Cadena C. Protección anti-UV de cremas fotoprotectoras: determinación in vitro del factor de protección solar (FPS). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 2009; 13. Disponible en: <https://docplayer.es/15455402-Proteccion-anti-uv-de-cremas-fotoprotectoras-determinacion-in-vitro-del-factor-de-proteccion-solar-fps-suarez-h-1-acosta-d-2-cadena-c.html>
6. Torri E, Lemos M, Caliarì V, Kassuya CAL, Bastos JK, Andrade SF. Anti-inflammatory and antinociceptive properties of blueberry extract (*Vaccinium corymbosum*). *J Pharm Pharmacol*. 2007;59(4): 591–6.
7. Nagulsamy P, Ponnusamy R, Thangaraj P. Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory, and antiulcer properties of *Vaccinium leschenaultii* Wight: A therapeutic supplement. *J Food Drug Anal*. 2015;23(3):376–86.
8. Luo H, Lv XD, Wang GE, Li YF, Kurihara H, He RR. Anti-inflammatory effects

- of anthocyanins-rich extract from bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) on croton oil-induced ear edema and *Propionibacterium acnes* plus LPS-induced liver damage in mice. *Int J Food Sci Nutr.* 2014;65(5):594–601.
9. Jha A, Aul S. EVALUATION OF ANTI INFLAMMATORY EFFECTS OF BLUEBERRY (*VACCINIUM*) FRUIT EXTRACT IN WISTAR RATS : AN EXPERIMENTAL STUDY. 2017;3(11):156–9.
 10. Montes M. Efecto del extracto hidroalcohólico del fruto de *Vaccinium floribundum* kunth (mullaca) sobre la inflamación inducida por carragenina en *mus musculus var. albinus*. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote; 2019.
 11. Riso P, Klimis-Zacas D, Del Bo' C, Martini D, Campolo J, Vendrame S, et al. Effect of a wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) drink intervention on markers of oxidative stress, inflammation and endothelial function in humans with cardiovascular risk factors. *Eur J Nutr.* 2013;52(3):949–61.
 12. Ministerio de agricultura y riego. El arandano en el Perú y el mundo Producción, Comercio y Perspectivas 2016. Lima; 2016.
 13. J.C. RG, M. CA, G. G. PROPIEDADES MEDICINALES DEL ARÁNDANO. El cultivo del arándano. 2007.
 14. Menéndez M del C, Córdoba EE, Contardi M, Güerci AM. Evaluation of blueberries as potential radioprotectors. *Perspect en Nutr Humana.* 2015;17(1):11–9.
 15. Bruneton, J (2001). *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales*, 2° edición. Zaragoza: Acribia.
 16. Lock de Ugaz, O (1994). *Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales*, 2° edición. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
 17. Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N., Cedrón, J. Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) *Revista de la Sociedad Química del Perú.* 2013; 79(1): 57-63.
 18. Mansur J, Breder M, Mansur M, Azulay R. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol.* 1986; 61 (1): 121-124.

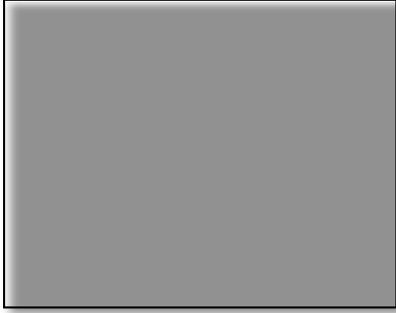
19. Moya T, Osorio R. Actividad fotoprotectora de formulación tópica a base del extracto hidroalcohólico de *Fragaria vesca* L. (fresa). Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, 2017.

ANEXOS

Anexo A. Operacionalización de la variable

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	TIPO	ESCALA	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Crema gel elaborado con extracto etanólico los frutos de arándano	Concentración	Cuantitativo	Ordinal	Extracto etanólico 20%	Porcentaje
	Compuestos fenólicos	Cuantitativo	Ordinal	Fenoles totales	Mg Equivalente ácido gálico/ g extracto o crema
Capacidad antioxidante <i>in vitro</i>	Inhibición de radical DPPH	Cuantitativo	Ordinal	Equivalente antioxidante	μM Equivalente Trolox
Capacidad fotoprotectora <i>in vitro</i>	Factor de Protección Solar	Cuantitativo	Ordinal	FPS	Dato numérico

Anexo B. Colección de fotografías



Fruto del arándano

Evaluación espectrofotométrica