

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS

FORMULACIÓN Y DETERMINACIÓN IN VITRO DEL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EMULSIONES COSMÉTICAS ELABORADAS CON EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE FLORES DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS. Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake

PRESENTADO POR:

Br. ESTHER FANY CCALA HUANCA
Br. MARIA ELIZA SAYA TINTAYA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

ASESORA:

Dra. CARLA DEL CARPIO JIMENEZ

CUSCO-PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: FORMULACIÓN y DETERMINACIÓN IN VITRO DEL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EMULSIONES COSMÉTICAS ELABORADAS CON EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE FLORES DE Senna bixastris (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin y Barneby y Vigüera procumbens (Pers.) S.F. Blake

presentado por: ESTHER FANY CCALA HUANGA con DNI Nro.: 75252084 presentado por: MARTA ELIZA SAYA LINTAYA con DNI Nro.: 72636271 para optar el título profesional/grado académico de QUÍMICO FARMACÉUTICO

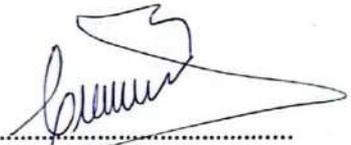
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje | Evaluación y Acciones | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10% | No se considera plagio. | X |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | |
| Mayor a 31% | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 13 de FEBRERO de 2024


Firma
Post firma Carla del Carpio Jiménez

Nro. de DNI 23945000

ORCID del Asesor <https://orcid.org/0000-0001-7487-354x>

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:330321946 ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis Final Maria Saya y Esther Ccala.pdf

AUTOR

Carla Del Carpio

RECUENTO DE PALABRAS

33731 Words

RECUENTO DE CARACTERES

189552 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

152 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.9MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 12, 2024 5:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 12, 2024 5:42 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente

DEDICATORIA

Este trabajo fruto de nuestro esfuerzo y constancia va dedicado con mucho amor a nuestros padres que son el mejor regalo que Dios nos pudo dar. Son ellos quienes nos inculcaron el deseo de triunfar y superarnos, dándonos los mejores consejos, guiándonos en cada etapa de nuestras vidas.

Esther Fany Ccala Huanca

Maria Eliza Saya Tintaya

AGRADECIMIENTOS

A NUESTROS PADRES

Por darnos las herramientas necesarias y palabras de aliento que nos han ayudado a seguir con nuestros sueños.

A NUESTROS HERMANOS

Quienes han sido nuestra inspiración para ser mejores cada día y por llenar nuestros días de alegría.

A NUESTRA ASESORA

Dra. Carla Del Carpio Jiménez, por su conocimiento, paciencia, apoyo y amor a la investigación, quien nos apoyó durante todo el proceso.

A NUESTROS CO-ASESORES

Dr. Quispe Herrera Rosel y Mgt. Gutierrez Chavez Roger Giancarlo, por su apoyo y consejos oportunos durante el proceso de este trabajo.

A NUESTRA CASA DE ESTUDIOS

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por brindarnos la oportunidad de convertirnos en profesionales de calidad.

A NUESTRO ENTORNO

A los familiares y amistades que nos apoyaron a realizar este trabajo, en especial al Q.F. Gabriel Rosell Cáceres por su apoyo constante ¡gracias totales!

A TI

Gracias por la confianza, paciencia, amistad, por los momentos compartidos y apoyo incondicional.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ABREVIATURAS | 11 |
| RESUMEN..... | 12 |
| ABSTRACT | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 16 |
| CAPÍTULO I | 18 |
| GENERALIDADES | 18 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 19 |
| 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 19 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 19 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO | 20 |
| 1.5. HIPÓTESIS..... | 21 |
| 1.6. LIMITACIONES..... | 21 |
| 2. CAPÍTULO II | 22 |
| MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL | 22 |
| 2.1. VISIÓN HISTÓRICA..... | 22 |
| 2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES..... | 23 |
| 2.2. ANTECEDENTES NACIONALES | 26 |
| 2.1. ANTECEDENTES LOCALES | 29 |
| 2.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN | 32 |
| 2.3. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS | 33 |
| 2.3.1. DESCRIPCIÓN DE <i>Senna birostris</i> (MUTUY)..... | 33 |
| 2.3.2. DESCRIPCIÓN DE <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)..... | 36 |
| 2.3.3. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA | 38 |
| 2.3.4. FOTOPROTECCION | 41 |
| 2.3.5. ESTRUCTURA DE LA PIEL Y FUNCIONES | 43 |
| 2.3.6. RADIACIÓN SOLAR..... | 45 |
| 2.3.7. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE | 50 |
| 2.3.8. RADICALES LIBRES | 51 |
| 2.3.9. ESTRÉS OXIDATIVO..... | 51 |
| 2.3.10. METABOLITOS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y/O FOTOPROTECTOR | 52 |
| 2.3.11. EMULSION:..... | 54 |
| 2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS | 56 |
| CAPÍTULO III | 58 |

| | |
|--|----|
| MATERIALES Y MÉTODOS | 58 |
| 3. MATERIALES:..... | 58 |
| 3.1.1. MATERIALES BIOLÓGICOS | 58 |
| 3.1.2. MATERIALES DE CAMPO..... | 58 |
| 3.1.3. MATERIALES DE LABORATORIO..... | 58 |
| 3.1.4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO..... | 59 |
| 3.1.5. OTROS MATERIALES | 59 |
| 3.1.6. REACTIVOS | 60 |
| 3.2. METODOLOGÍA | 61 |
| 3.2.1. TIPO DE ESTUDIO | 61 |
| 3.2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 62 |
| 3.3. DEFINICION Y OPERALIZACION DE VARIABLES | 67 |
| 3.3.1. VARIABLES IMPLICADAS: | 67 |
| 3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN | 70 |
| 3.5. PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN..... | 70 |
| 3.5.1. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES, DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y EL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS..... | 72 |
| 3.5.2. ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES DE MUTUY Y SUNCHU | 74 |
| 3.5.3. PRE-FORMULACIÓN Y FORMULACIÓN FINAL DE LA EMULSIÓN COSMÉTICA, Y ANÁLISIS DE SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FISICOQUÍMICAS | 77 |
| 3.5.4. MÉTODO DE DETERMINACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A BASE DE EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MUTUY Y SUNCHU.. | 80 |
| 3.5.5. DETERMINACIÓN <i>IN VITRO</i> DEL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR (FPS) DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A BASE DE EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MUTUY Y SUNCHU.. | 83 |
| 3.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 85 |
| 3.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN..... | 85 |
| CAPÍTULO IV..... | 87 |
| 4. 1. DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO | 87 |
| 4.1.1. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (sunchu) (Pers.) S.F. Blake | 87 |
| 4.1.2. DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (sunchu)..... | 88 |
| 4.2. DEL ANALISIS FITOQUIMICO CUALITATIVO Y SOLUBILIDAD DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO | 90 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.2.1. | DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)..... | 90 |
| 4.2.1. | DEL ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) | 93 |
| 4.3. | DE LA INCORPORACIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) EN EMULSIONES COSMETICAS, A LAS CONCENTRACIONES DE 1%, 3% Y 5% | 95 |
| 4.4. | DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES..... | 104 |
| 4.4.1. | ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN RESPECTO A LAS CONCENTRACIONES DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) y, del control vitamina E en emulsiones base..... | 107 |
| 4.5. | DE LA DETERMINACIÓN DEL FPS <i>IN VITRO</i> DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES..... | 109 |
| | CONCLUSIONES..... | 113 |
| | RECOMENDACIONES..... | 115 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 117 |
| | ANEXOS..... | 129 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) | 34 |
| FIGURA 2: <i>Viguiera procumbens</i> (Persoon) S.F. Blake..... | 37 |
| FIGURA 3: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO, MODIFICADA DE HORMUNG | 40 |
| FIGURA 4: MECANISMO ET | 50 |
| FIGURA 5: MECANISMO HAT | 50 |

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

| | |
|--|----|
| FLUJOGRAMA 1: PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN | 71 |
| FLUJOGRAMA 2: DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO..... | 82 |
| FLUJOGRAMA 3: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR | 85 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICO 1: GRÁFICA DE DISPERSIÓN % INHIBICIÓN VS CONCENTRACIONES DE LAS EMULSIONES AL 1%, 3% Y 5%..... | 105 |
|--|-----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| TABLA 1: VARIABLE INDEPENDIENTE..... | 67 |
| TABLA 2: VARIABLES DEPENDIENTES | 67 |
| TABLA 3: ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO | 77 |
| TABLA 4: PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS FLORES DE <i>Senna birostris</i> (mutuy).... | 87 |
| TABLA 5: PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS FLORES DE <i>Viguiera procumbens</i> (sunchu)..... | 87 |
| TABLA 6: PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (sunchu)..... | 88 |
| TABLA 7: ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)..... | 90 |
| TABLA 8: ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES DE <i>Senna birostris</i> y <i>Viguiera procumbens</i> | 93 |
| TABLA 9: PRE FORMULACIONES DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS..... | 95 |
| TABLA 10: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LAS EMULSIONES A BASE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (MUTUY)..... | 97 |
| TABLA 11: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LAS EMULSIONES A BASE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE <i>Viguiera procumbens</i> (SUNCHU) | 99 |
| TABLA 12: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS EMULSIONES A BASE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (MUTUY) | 101 |
| TABLA 13: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS EMULSIONES A BASE DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE <i>Viguiera procumbens</i> (SUNCHU) | 101 |
| TABLA 14: COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE LAS EMULSIONES AL 1% ,3 % Y 5% ELABORADAS A BASE DE LOS EXTRACTOS DE MUTUY, SUNCHU Y VITAMINA E..... | 104 |
| TABLA 15: TABLA DE SÍNTESIS DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 107 |
| TABLA 16: CÁLCULO DEL FPS PARA LAS EMULSIONES A BASE DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Viguiera procumbens</i> A CONCENTRACIONES DE 1%, 3% Y 5% UTILIZANDO EL MÉTODO DE MANSUR et.al | 109 |
| TABLA 17: CÁLCULO DEL FPS PARA LAS EMULSIONES A BASE DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby a CONCENTRACIONES DE 1%, 3% Y 5% UTILIZANDO EL MÉTODO DE MANSUR et.al | 110 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 18: CÁLCULO DEL FPS PARA EL PATRÓN NEUTROGENA SUN FRESH FPS70 UTILIZANDO EL MÉTODO DE MANSUR et.al | 111 |
|---|-----|

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO N° 1: CERTIFICACIÓN DE DETERMINACIÓN DE TAXONÓMICA..... | 130 |
| ANEXO N° 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 131 |
| ANEXO N° 3: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ORGANOLÉPTICA | 134 |
| ANEXO N° 4: ANÁLISIS FISICOQUIMICO..... | 136 |
| ANEXO N° 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 1%, MÉTODO DPPH..... | 138 |
| ANEXO N° 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 3 %,..... | 139 |
| ANEXO N° 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 5 %, MÉTODO DPPH..... | 140 |
| ANEXO N° 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (<i>Senna birostris</i>) AL 1 %, MÉTODO DPPH..... | 141 |
| ANEXO N° 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (<i>Senna birostris</i>) AL 3 %, MÉTODO DPPH..... | 142 |
| ANEXO N° 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (<i>Senna birostris</i>) AL 5 %, MÉTODO DPPH..... | 143 |
| ANEXO N° 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (<i>Viguiera procumbens</i>) AL 1 %, MÉTODO DPPH..... | 144 |
| ANEXO N° 12: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (<i>Viguiera procumbens</i>) AL 3 %, MÉTODO DPPH..... | 145 |
| ANEXO N° 13: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (<i>Viguiera procumbens</i>) AL 5 %, MÉTODO DPPH..... | 146 |
| ANEXO N° 14: RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO | 146 |

ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| AE | Área de extensibilidad |
| c.s.p. | Cantidad suficiente para |
| cm | Centímetro |
| DPPH | 2,2-difenil-1-picrilhidracilo |
| EOx | Estrés oxidativo |
| ERO | Especies Reactivas de Oxígeno |
| ET | Transferencia de electrones |
| FPS | Factor de Protección Solar |
| FRAP | Poder antioxidante reductor férrico |
| gr | gramo |
| HAT | Transferencia de átomos de hidrógeno |
| IR | Infrarrojo |
| M | Molar |
| m s.n.m | Metros sobre el nivel del mar |
| Mg | Miligramo |
| mL | Mililitro |
| mm | Milímetro |
| nm | Nanómetro |
| PABA | Ácido para-aminobenzoico |
| PTCH | Gen de supresión tumoral |
| RL | Radicales libres |
| RLO | Radical libre de oxígeno |
| SENAMHI | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú |
| UVA | Radiación ultravioleta A |
| UVB | Radiación ultravioleta B |
| UVC | Radiación ultravioleta C |

RESUMEN

Este estudio de investigación tiene como objetivo formular y determinar *in vitro*, el factor de protección solar y la actividad antioxidante de las emulsiones cosméticas elaboradas con extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), a concentraciones del 1%, 3% y 5%.

Con el fin de seleccionar una base de emulsión adecuada, se prepararon emulsiones utilizando extractos hidroalcohólicos de las flores de Mutuy, Sunchu y vitamina E en concentraciones del 1%, 3% y 5%. Estas emulsiones fueron sometidas a pruebas de estrés para evaluar su estabilidad preliminar, y se seleccionaron aquellas emulsiones que superaron satisfactoriamente dichas pruebas.

Para la determinación de la capacidad fotoprotectora, se llevaron a cabo ensayos *in vitro* utilizando el método de Mansur para hallar el factor de protección solar. Para su comparación se utilizó una forma farmacéutica comercial, Neutrogena Sun fresh FPS 70, fabricada por Laboratorios Johnson & Johnson, su forma farmacéutica es la de una crema y se utilizó como estándar para los ensayos realizados. Para determinar la capacidad antioxidante se empleó el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrylhidrazil), el cual fue desarrollado por Brand-Willams et al. y posteriormente modificado por Mariotti y Zanini. Para estos ensayos fue necesario disponer de las emulsiones con extractos de las flores y vitamina E como estándar, a concentraciones del 1%, 3% y 5%.

Los resultados para la evaluación del FPS fueron los siguientes: la crema estándar (Neutrogena) dio un valor de 76,329. Por otro lado, la emulsión elaborada con extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) presentó valores de 1,200 al 1%, 1,280 al 3%, y 1,286 al 5%. Asimismo, la emulsión con extracto hidroalcohólico *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) dio valores de 1,269 al 1%, 1,349 al 3%, y 1,380 al 5%.

Los resultados de las pruebas de capacidad antioxidante fueron los siguientes: para la emulsión con el extracto hidroalcohólico de *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), a una concentración de 5% (dilución 5mg/mL), mostró un

porcentaje de inhibición del 99,783%; para *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy), alcanzo un 95,839% a la misma concentración y dilución. En comparación, la emulsión que contenía vitamina E al 5% exhibió un porcentaje de inhibición del 74,599% a 5 mg/mL.

Se concluye que las emulsiones cosméticas formuladas con extractos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) en concentraciones del 1,3 y 5%, exhiben bajo FPS contra la radiación UVB; sin embargo, sí demuestran actividad antioxidante alta.

Palabras claves: Fotoprotector, antioxidante, *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin, *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake.

ABSTRACT

This research study aims to formulate and determine *in vitro*, the sun protection factor and antioxidant activity of cosmetic emulsions made with hydroalcoholic extracts of *Senna birostris* flowers (Dombey ex Vogel) HS Irwin and Barneby (Mutuy) and *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), at concentrations of 1%, 3% and 5%.

In order to select a suitable emulsion base, emulsions were prepared using hydroalcoholic extracts of Mutuy, Sunchu flowers and vitamin E in concentrations of 1%, 3% and 5%. These emulsions were subjected to stress tests to evaluate their preliminary stability, and those emulsions that satisfactorily passed these tests were selected.

To determine the photoprotective capacity, *in vitro* tests were carried out using the Mansur method to find the sun protection factor. For their comparison a commercial pharmaceutical form was used, Neutrogena Sun fresh SPF 70, manufactured by Johnson & Johnson Laboratories, its pharmaceutical form is that of a cream and it was used as a standard for the tests carried out. To determine the antioxidant capacity, the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) method was used, which was developed by Brand-Willams et al. and later modified by Mariotti and Zanini. For these tests it was necessary to have emulsions with flower extracts and vitamin E as standard, at concentrations of 1%, 3% and 5%.

The results for the SPF evaluation were as follows: the standard cream (Neutrogena) gave a value of 76.329. On the other hand, the emulsion made with hydroalcoholic extract of *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin and Barneby (Mutuy) presented values of 1,200 at 1%, 1,280 at 3%, and 1,286 at 5%. Likewise, the emulsion with hydroalcoholic extract *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) gave values of 1.269 at 1%, 1.349 at 3%, and 1.380 at 5%.

The results of the antioxidant capacity tests were as follows: for the emulsion with the hydroalcoholic extract of *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), at a concentration of 5% (5mg/mL dilution), it showed an inhibition percentage of 99.783%; for *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin and Barneby (Mutuy), it reached 95.839% at the same concentration and dilution. In comparison, the

emulsion containing 5% vitamin E exhibited an inhibition percentage of 74.599% at 5 mg/mL.

It is concluded that cosmetic emulsions formulated with *Senna birostris* flower extracts (Dombey ex Vogel) HS Irwin and Barneby (Mutuy) and *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) at concentrations of 1.3 and 5%, exhibit low SPF against UVB radiation; However, they do demonstrate high antioxidant activity.

Keywords: Photoprotector, antioxidant, *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Blake, *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake.

INTRODUCCIÓN

La radiación ultravioleta (UV) se ha elevado notablemente en todo el país, registrando índices "muy altos" y "extremadamente altos" (1). Este aumento de la radiación UV está asociado al fotoenvejecimiento y a diversas afecciones cutáneas (2).

Los antioxidantes y los fotoprotectores desempeñan un papel crucial en la defensa de nuestro cuerpo y piel contra el daño causado por la radiación ultravioleta (UV) del sol. Los protectores solares tradicionales, aunque eficaces, pueden contener sustancias químicas no biodegradables y fotoinestables, perjudiciales para el medio ambiente y la piel (3). Los antioxidantes, como las vitaminas C y E, así como otros compuestos presentes en alimentos y suplementos, ayudan a neutralizar los radicales libres (RL), moléculas inestables que pueden dañar las células y contribuir al envejecimiento prematuro y a diversas afecciones cutáneas (2).

Los antioxidantes pueden ser ingredientes valiosos para los protectores solares con una triple actividad de estabilización del filtro, aumento del factor de protección (FPS) y previniendo el fotoenvejecimiento (4). Por otro lado, los fotoprotectores son sustancias que actúan como una barrera para la piel, protegiéndola de los dañinos rayos UV. Estos productos no solo previenen las quemaduras solares, sino que también reducen el riesgo de enfermedades cutáneas graves, como el cáncer de piel (5). La combinación de antioxidantes y fotoprotectores en productos para el cuidado de la piel puede ofrecer una defensa más completa contra los efectos adversos de la radiación UV, promoviendo así una piel más saludable y protegida (6).

Las flores de Mutuy y Sunchu son plantas que destacan por su rica composición de metabolitos secundarios, según lo documentado en la bibliografía, metabolitos con propiedades antioxidantes y/o fotoprotectoras. Estos compuestos pueden contrarrestar los efectos perjudiciales de la radiación UV y proteger contra el estrés oxidativo, teniendo un impacto significativo en la salud humana y en sectores como la cosmética y la farmacéutica (7) (7,8).

Por lo mencionado anteriormente se planteó formular y determinar *in vitro* el factor de protección solar y la actividad antioxidante de las emulsiones cosméticas elaboradas con extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex

Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu).

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente incidencia de cáncer de piel, derivada de la exposición excesiva a los rayos ultravioleta B (UVB) y A (UVA), plantea un desafío significativo para la salud pública a nivel mundial. Este escenario ha impulsado a la industria dermocosmética a buscar soluciones integrales y respetuosas con el medio ambiente (9). En el contexto específico del Perú, donde los niveles de radiación UV son clasificados como "muy alto" y "extremadamente alto" según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), estos niveles están vinculados a diversos factores como astronómicos, meteorológicos, oceanográficos, ambientales y de contaminación ambiental (10). Ante esta situación, la necesidad de desarrollar estrategias efectivas para la protección cutánea se vuelve aún más necesaria.

A pesar de las medidas preventivas y el uso de protectores solares convencionales, surge una creciente demanda de moléculas antioxidantes de origen natural capaces de combatir el daño inducido por la radiación UV. Estas moléculas ofrecen una respuesta al inhibir procesos oxidativos como la peroxidación lipídica y las modificaciones en proteínas y ADN ocasionadas por la radiación UVA (11).

Como respuesta a esta problemática, se propone la formulación de una emulsión cosmética que incorpora extractos de flores de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*. Estas plantas, reconocidas por su rica composición de metabolitos secundarios, a los cuales se le atribuye propiedades fotoprotectoras y antioxidantes (8)(12) (13) (14), se perfilan como prometedoras en la elaboración de un producto cutáneo (emulsión cosmética) que no solo proteja eficazmente contra la radiación UV, sino que también sea respetuoso con el medio ambiente. La carencia de estudios específicos sobre la capacidad antioxidante y el factor de protección solar de estos extractos resalta la importancia de esta investigación, que busca contribuir al desarrollo de formas farmacéuticas más efectivas y sostenibles, respondiendo a las necesidades actuales de cuidado de la piel.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Presentarán actividad antioxidante y factor de protección solar *in vitro* las emulsiones cosméticas elaboradas a base de los extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Formular y determinar *in vitro* el factor de protección solar y la actividad antioxidante de las emulsiones cosméticas elaboradas con extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obtener el extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) y determinar el porcentaje de humedad y el porcentaje de rendimiento de los extractos hidroalcohólicos.
2. Realizar el análisis fitoquímico cualitativo de los extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu).
3. Incorporar por separado los extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) en emulsiones cosméticas a concentraciones de 1%, 3%, y 5%, y desarrollar el análisis de estabilidad organoléptica y fisicoquímica.
4. Evaluar la capacidad antioxidante *in vitro* de las emulsiones cosméticas a diferentes concentraciones de los extractos hidroalcohólicos de las flores de

Senna birostris (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), utilizando el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

5. Determinar la capacidad fotoprotectora *in vitro* de las emulsiones cosméticas a diferentes concentraciones de extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), utilizando el método desarrollado por Mansur.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

PRIORIDAD: El propósito de esta investigación fue evaluar el factor de protección solar y la actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake incorporados en una emulsión cosmética con potencial actividad fotoprotectora y antioxidante, con el objetivo de beneficiar a la población en general gracias a sus componentes naturales y su aplicación tópica (11). Existe una urgencia de reformular productos para minimizar su impacto ambiental y garantizar una protección solar constante (3), al mismo tiempo que se busca reducir la contaminación ambiental mediante la utilización de plantas que crecen en abundancia a lo largo del territorio peruano (13).

CONOCIMIENTO: Investigaciones previas indican que las flores de Mutuy y Sunchu contienen diversos metabolitos secundarios en diferentes partes de las plantas (12) (13) (14). La evaluación de la actividad antioxidante y la capacidad fotoprotectora *in vitro* de los extractos hidroalcohólicos de las flores de Mutuy y Sunchu representará una contribución significativa al conocimiento, ya que no se ha encontrado información en la literatura existente, por lo tanto, los efectos de estos extractos son desconocidos. Además, en estos últimos años, ha aumentado el interés en las especies vegetales con actividad antioxidante debido a su capacidad para neutralizar radicales libres.

APLICABILIDAD: La propuesta de la formulación de una forma cosmética incorporando extractos hidroalcohólicos de Mutuy y Sunchu, se da por la necesidad actual de innovar la elaboración de protectores solares que sean más completos y que proporcionen protección contra la radiación ultravioleta B (UVB) y la radiación ultravioleta A (UVA) (15) (9), retrasando el proceso de fotoenvejecimiento y de esta manera disminuir la incidencia del cáncer de piel en la población (16).

1.5. HIPÓTESIS

Las emulsiones cosméticas elaboradas usando los extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake presentan factor de protección solar frente a la radiación UVB y actividad antioxidante *in vitro*.

1.6. LIMITACIONES

Limitada información bibliográfica encontrada sobre investigaciones previas acerca del efecto fotoprotector y antioxidante de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (sunchu).

2. CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. VISIÓN HISTÓRICA

A lo largo de los años, ha habido una evolución en la forma en que nos protegemos de factores que podrían afectar nuestra salud, ya sean de origen ambiental, biológico o químico. Uno de estos factores es la protección contra los rayos solares. En la actualidad, se ha evidenciado de manera más clara el daño que estos rayos pueden causar a nuestra salud, incluso aumentando el riesgo de cáncer (15).

La piel es una barrera protectora contra diferentes factores; a pesar de generar una protección contra los rayos UV, esta no ha sido suficiente. A consecuencia de lo anteriormente mencionado, se ha buscado desde tiempos anteriores una solución a este problema, incorporando en nuestro día a día el uso de prendas que protejan nuestro rostro, como gorras y sombreros. Es indispensable el uso de protectores solares, siendo la tendencia actual la búsqueda de fotoprotectores naturales con menos efectos nocivos sobre la salud humana y que atenúen los efectos negativos de la radiación solar (17).

En el año 1928, se comercializó el primer protector solar a base de salicilato de bencilo. Posteriormente, salió al mercado el oleato de quinina en el año 1935, y en el año 1943, se popularizó mucho más el uso de bloqueadores solares con la aparición del PABA (ácido para-aminobenzoico), aprobado por la Administración de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos (FDA). Ya en los años 80, se descubrió que el PABA producía efectos secundarios en el 4% de la población, como irritación en la piel; por tal razón, se dejó de comercializar, y actualmente es común encontrar productos que no contengan PABA. En la actualidad, la avobenzona (Parsol 1789) es una de las sustancias más usadas por su amplio espectro, aunque por sí solo no es fotoestable, por lo cual se usa en combinación con otras sustancias que actúan sinérgicamente entre ellas, con el objetivo de incrementar la protección frente a la radiación (18).

Actualmente, el uso de bloqueadores solares se ha convertido en algo habitual, y para las diferentes industrias de la dermo-cosmética, es un reto producir un

producto ideal contra los rayos UV, además de tener otros efectos agregados como la hidratación, regeneración de la piel, etc. (19).

En 1950, Harman fue pionero al presentar la "Teoría del envejecimiento celular inducido por radicales libres". Desde entonces, se ha observado un notable aumento en la expansión de productos farmacéuticos que incorporan esta teoría, mayormente destinados al tratamiento del envejecimiento cutáneo. Sin embargo, no todos estos productos cuentan con un respaldo científico sólido. A pesar de esta limitación, diversos estudios sustentan sus beneficios, como su capacidad fotoprotectora y propiedades anticarcinogénicas (19).

2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Mak Y. Wei, Chuah O. Li y Ahmad “Actividades antioxidantes y antibacterianas de los extractos de flores de Hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) y Cassia (*Senna bicaularis* L.)”; Malasia, 2012.

Objetivo: Determinación de la actividad antioxidante, antibacteriana de los extractos de flores de Hibisco (*Hibiscus Rosa-Sinensis* L.) Y Casia (*Senna Bicapsularis* L.)

Metodología: Para evaluar el efecto antioxidante de los extractos se determinó basándose en el porcentaje de inhibición de DPPH y los ensayos de poder antioxidante reductor férrico (FRAP), para hallar la cantidad total de fenoles se evaluaron con la base del método de Folin-Ciocalteu, mientras que se emplearon los métodos de vainillina-HCl y cloruro de aluminio para flavonoides totales.

Resultados: Los extractos etanólicos de Cassia tenía un alto contenido fenólico total, flavonoides totales y mostró la mayor actividad para la inhibición de DPPH, mientras que el extracto acuoso de hibisco tenía un alto contenido de taninos y antocianinas y presento un alto poder antioxidante reductor férrico. El porcentaje de inhibición del DPPH del extracto etanolico de flor de hibisco fue de $83,08 \pm 0,1$ y para el extracto acuoso $97,35 \pm 0,6$ para el extracto etanolico de flor de Cassia $99,51 \pm 0,2$ y para el extracto acuoso $96,51 \pm 0,3$.

Conclusión: Los extractos etanólicos y acuosos de flores de hibisco y Cassia exhibieron ricos efectos eliminadores del DPPH. La comparación general mostró extractos etanólicos de Cassia, para exhibir efectos de eliminación más fuertes

sobre los radicales DPPH, mientras que los extractos etanólicos de hibisco tuvieron los más bajos (20).

Tarquino F. y Luz G. “Valoración fotoprotectora *in vitro* de extractos fenólicos a partir de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la provincia Aroma del departamento La Paz” Universidad Mayor de San Andrés; Bolivia 2018.

Objetivo: Valorar las propiedades fotoprotectoras de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la provincia Aroma del Departamento de La Paz, mediante métodos biológicos *in vitro* y espectrofotométricos, cuatro variedades: Kurmi (QK) y Phisancalla (QP_i), Ajara (QA) y Punaya (QP_u).

Metodología: Se realizó mediante un Escaneo espectral de los extractos abundantes en compuestos fenólicos de las variedades de estudio a una longitud de onda de 200-400 nm de la quercetina (4ppm), de las cuatro variedades de quinua (200ppm) y el extracto de té verde (25ppm).

Resultados: Los resultados muestran que el extracto de la variedad QP_i presenta un alto contenido de flavonoides y la variedad QA presento un mayor contenido de componentes que absorben la radiación UVA y UVB.

Conclusiones: La variedad con mayor capacidad de inhibición es la QK con un 34,03%, seguida por la variedad QP_i que presenta 19% de inhibición, luego le sigue la variedad QP_u con 8,89 % de inhibición y la de menor efecto de inhibición es la QA con un 3,31% (21).

Quizhpi C. Nicole “Evaluación *in vitro* de la actividad fotoprotectora de los extractos alcohólico y glicólico de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola para su uso en la elaboración de un protector solar” Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; Ecuador 2019.

Objetivo: Evaluar por medio de ensayos *in vitro* la actividad fotoprotectora de los extractos de la cáscara de papa -*Solanum tuberosum* L.-variedad Superchola para su empleo en el desarrollo de un protector solar.

Metodología: El FPS se determinó según el método *in vitro* planteado por Mansur para los extractos alcohólico y glicólico. Las muestras, ya sean de las formulaciones

ya establecidas o de extractos con plantas han seguido un mismo procedimiento, que consta en diluirlas con etanol (96%) hasta alcanzar una concentración final de 0,2 μ g/mL. La absorbancia de estas soluciones se midió en el rango de 290 a 320 nm. Se utilizó el método DPPH para la actividad antioxidante *in vitro* de los extractos.

Resultado: El FPS fue de 4,39 para el extracto alcohólico y 4,33 para el extracto glicólico; esto posterior a realizar las tres lecturas respectivas y promediadas. Los valores para la actividad antioxidante indican que el extracto alcohólico tiene un valor de IC₅₀ de 117,57 μ g/mL con un porcentaje de inhibición de 13,98% y el extracto glicólico tuvo un valor IC₅₀ de 504,49 μ g/mL con un porcentaje de inhibición de 3,49%, ambos a una concentración de 33,33 μ g/mL.

Conclusiones: Se deduce que el extracto alcohólico de papa -*Solanum tuberosum* L.- (cáscaras) es la que presenta la más alta actividad fotoprotectora, el mayor captador de radicales libres por la existencia de compuestos fenólicos y ejerce cierta acción contra el estrés oxidativo por la capacidad antioxidante presente. La formulación del protector solar se realizó utilizando extracto alcohólico dando un resultado de FPS de 4,39 (22).

Channa Umedan, Mushtaque S. Afsheen “Análisis fitoquímico y propiedades antibacterianas de *Cassia senna alata*” Instituto de Bioquímica Universidad de Sindh, Jamshoro-Pakistan, 2020.

Objetivo: Comprobar las propiedades medicinales, los parámetros bioquímicos, actividad antibacteriana y antioxidante de *Cassia senna alata*, que se cultiva en Sindh, Pakistán.

Metodología: Las diferentes partes de la planta se trituraron por separado, se disolvió 100 mL de metanol al 80% se colocaron en un baño de agua con agitación durante 24 horas, para evaporar el metanol. Se utilizó el método del poder antioxidante reductor férrico para la evaluación antioxidante.

Resultados: Las semillas de las plantas se encontraron ricas en compuestos fenólicos en comparación con otras partes de la planta. El mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides se encontró en las semillas. Los compuestos fenólicos grupo importante de compuestos antioxidantes, más potentes que la vitamina E.

Conclusiones: Las hojas tiene mejor actividad antibacterianas. Se realizo la evaluación antioxidante de las diferentes partes de la planta, las cuales dieron un resultado para la raíz 0,255g/100g, tallo 0,457g/100g, semilla 0,345 g/100g, hojas 0,560 g/100g y flores 0,5652 g/100g (23).

2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Castillo A. Aurea y Valenzuela P. Eleonor “Determinación de la actividad laxante y/o catártica de los extractos de hojas de *Senna birostris* Var *Arequipensis* (Mutuy) en animales de experimentación” Universidad Católica de Santa María; Arequipa 2012.

Objetivo: Determinar la actividad laxante y desarrollar la marcha fitoquímica del extracto de las hojas de *Senna birostris var arequipensis* (Mutuy) por cromatografía en capa fina.

Metodología: Se prepararon dos extractos, para la primera extracción se utilizó agua como disolvente por decocción; para la segunda se utilizó el equipo Soxhlet utilizando extracto etanólico blando (3:1) como disolvente. Para la identificación de metabolitos secundarios se empleó placas de cromatografía en capa fina y se emplearon reveladores químicos, así como físicos y luz UV.

Resultados: Se eligió el extracto etanólico para la marcha fitoquímica por su aparente riqueza en metabolitos activos, según las placas se detectó la presencia de terpenos, flavonoides, esteroides, así como taninos.

Conclusiones: Se sugiere la presencia de terpenoides, esteroides, flavonoides y taninos mediante cromatografía en capa fina (24).

Mendez B. Josefina “Efecto hipoglicemiante del extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* "Mutuy" en ratas Wistar” Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho 2013.

Objetivo: Este estudio tuvo como objetivo principal determinar la actividad hipoglucemiante en animales de experimentación y la identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico.

Metodología: Las flores *Senna birostris* "mutuy" se macero con alcohol al 80%. Obteniéndose así un extracto hidroalcohólico, se filtró al vacío y se concentró en un rotavapor y en una estufa a 40°C.

Se realizó un tamizaje fitoquímico y de extracto seco para identificar y reconocer diversos metabolitos secundarios presentes en el extracto, se realizó reacciones de precipitación y coloración.

Resultados: Se ha demostrado que el extracto de las flores de *Senna birostris* contiene metabolitos secundarios (flavonoides, antocianinas, compuestos fenólicos, taninos, azúcares y saponinas) que fueron identificados mediante estudios químicos cualitativos preliminares.

Conclusión: El extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* contiene metabolitos secundarios como polifenoles, taninos, triterpenos, esteroides, flavonoides, azúcares reductores, quinonas, catequinas, antocianinas, y saponinas(12).

Castañeda A. Malena “Evaluación de la actividad fotoprotectora *in vitro* y efecto fotoprotector *in vivo* de una formulación a base de extracto acuoso liofilizado de *Lepidium meyenii* (Maca)” Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Lima 2019.

Objetivo: Valorar *in vitro* e *in vivo* la acción fotoprotectora de una preparación a partir de extracto acuoso liofilizado de *Lepidium meyenii* (maca).

Metodología: Se valoró la actividad fotoprotectora de preparaciones que contenían extracto acuoso liofilizado de maca sobre la piel de ratones expuestos a la radiación UVB. El FPS del preparado se determinó mediante el método *in vitro* por espectrofotométrico UV-VIS, elaborado por Mansur.

Resultado: El screening fitoquímico del extracto acuoso liofilizado de la raíz de maca reveló la existencia de alcaloides. Los resultados del análisis de control de calidad fisicoquímicos fueron satisfactorios. Se registraron valores de factor de protección solar de 5.480 ± 0.020 para la formulación con extracto al 15%; 6.854 ± 0.001 para BZF-4 al 1.5 % y para protector solar de mercado fue de 11.504 ± 0.027 .

Conclusión: Se ha llegado a la conclusión de que la formulación basada en el extracto acuoso liofilizado de *Lepidium meyenii* tiene un efecto fotoprotector contra los rayos UVB (25).

Mera S. Ermitaño y Papuico S. Liliana “Actividad Anti - tirosinasa y efecto fotoprotector del extracto etanólico del tegumento de dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Ñuña roja y Ñuna negra” Universidad Norbert Wiener; Lima 2020.

Objetivo: Verificar la actividad anti-tirosinasa de extractos etanólicos del tegumento de dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L. “Ñuña” roja y negra, y evaluar el efecto fotoprotector.

Metodología: Se obtuvo un extracto etanolico al 70% a partir del tegumento, para determinar el efecto fotoprotector se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) donde se utilizó 35 ratones de la especie *Mus musculus* cepa Balb/C53 a los cuales se le sometió a radiación UVC y posterior se les aplico un gel a diferentes concentraciones.

Resultado: El estudio demostró que el extracto etanólico del tegumento de Ñuña roja y negra presentaban metabolitos secundarios como quinonas, flavonoides, tanino, polifenoles, saponinas, al ser aplicados en gel al 5%, la variedad negra fue más fotoprotectora y la variedad roja menos en ratones expuestos a radiación UVC.

Conclusión: Se demostró que el gel al 5% elaborado a base del extracto etanolico del tegumento de Ñuña negra tiene mayor efecto protector a comparación de la Ñuña roja que tiene en menor medida (26).

Medina O. Gilmer y Perez M. Lucila R. “Efecto fotoprotector y capacidad antioxidante de una crema a base de *Fragaria Xananassa Duch.* (Fresa) y *Vitis vinífera L.* (Uva)”; Huancayo 2021.

Objetivo: La finalidad de este estudio de investigación fue verificar la actividad antioxidante y el efecto fotoprotector de una crema realizada a base de *Fragaria X ananassa Duch.* (fresa) y *Vitis vinífera L.* (uva).

Metodología: Se elaboro una crema a base de los extractos etanolicos al 96° de *Fragaria X ananassa Duch.* (Fresa) y *Vitis vinífera L.* (uva), para la evaluación *in vitro* del factor de protección solar se utilizó el método espectrofotométrico UV-VIS en el rango de 290 nm a 320 nm y se utilizó el método de DPPH a una longitud de onda de 517 nm para el efecto antioxidante.

Resultados: El factor de protección solar para la crema elaborada con el extracto etanólico de fresa al 20 % es de 12,243 + 0,157 siendo este mayor al valor obtenido de la crema elaborada a base del extracto etanólico de Uva al 20% dando un valor de 7,856 + 0,101. El efecto antioxidante de la crema a base de fresa a concentración del 20% dio un valor mayor que al de la uva, dando resultados de 42,71 y 38,29 respectivamente, al combinar los dos extractos dio un resultado de 45,56 al 20%.

Conclusiones: Se demostró que a mayor concentración de los extractos será mayor el factor de protección solar, siendo la crema elaborada a base de uva al 20% presenta mayor factor de protección solar y mayor efecto antioxidante que la crema elaborada a base de uva a la misma concentración, al momento de combinarlas aumento el factor de protección solar (27).

2.1. ANTECEDENTES LOCALES

Quispe H. Rosel “Flavonoides de *Viguera procumbens* (Persoon) S.F. Blake y su efecto antioxidante” Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco 2008

Objetivo: Identificar la estructura probable de los flavonoides de *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F.Blake y evaluar el efecto antioxidante de sus extractos crudos obtenidos de la parte aérea mediante espectroscopia UV.

Metodología: Se obtuvo extractos crudos por método de percolación con solución hidroalcohólica al 90%, 40% y por solubilidad con agua, de los extractos hidroalcohólicos de pétalos, hojas y cabezuelas se realizó ensayos de solubilidad y análisis fitoquímico cualitativo y efecto antioxidante para el cual se empleó método basado en la formación de un complejo azul del Fósforo-Molibdeno y como patrón ácido ascórbico.

Resultados: El contenido de humedad de las muestras frescas de la especie vegetal *Viguiera procumbens* (Person) S. F. Blake fue de 68,17 % para las muestras de hojas, 75,15 % para los pétalos y 67,85 % para las cabezuelas. Hubo un mayor porcentaje de flavonoides en las muestras de pétalos con 90% de etanol, apoyando el análisis cualitativo de extractos donde se pudo observar una mayor presencia de metabolitos secundarios en abundante proporción en flavonoides,

compuestos fenólicos, alcaloides y lactonas. El efecto antioxidante de los extractos se expresa mediante la correspondencia de 1mg de extracto en mg de ácido ascórbico, dando resultado para los pétalos 90% etanol 0,09 mg y para pétalo 10% etanol 0,08 mg donde se confirma que todos los extractos poseen efecto antioxidante comparado con el ácido ascórbico.

Conclusiones: Las muestras de extractos hidroalcohólicos y acuosos de pétalos, hojas y cabezuelas de flores al 90%, 40% y acuosos contenían composiciones diversas, con una mayor proporción de flavonoides, aminoácidos, taninos y lactonas, se aislaron cuatro tipos de flavonoides, los más abundantes y con efectos antioxidantes. El extracto hidroalcohólico al 90% de pétalos presenta el mayor efecto antioxidante, debido a que contiene mayor proporción de flavonoides y compuestos fenólicos (8).

Colque A. Gaby “Evaluación de la capacidad fotoprotectora, determinación del FPS e irritación primaria en piel de ratones de una crema elaborada con el extracto etanólico al 96% de las semillas de *Bixa orellana* (Achiote)”;
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco 2019.

Objetivo: Evaluar la capacidad fotoprotectora y determinar el factor de protección solar (FPS) de una crema elaborada a partir de un extracto etanólico al 96% de las semillas de Achiote (*Bixa orellana*).

Metodología: Para la determinación del FPS *in vitro* se usó el método espectrofotómetro tanto para las cremas elaboradas con los extractos, como para la crema patrón (Bahia superbloc), a la crema base se agregó el extracto etanólico de semillas en concentraciones de 1, 3 y 5%.

Resultados: El rendimiento del extracto de etanol al 96% fue de 4,51%. En la marcha fitoquímica del extracto se observó la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides, leucoantocianidinas y quinonas. El FPS se determinó mediante cálculo *in vitro* de la crema, lo que dio un FPS de 42 para una crema comercial estándar (Bahia superbloc). Para las cremas que contienen extracto etanólico de semillas de *Bixa orellana*, la crema al 1 % tiene un FPS de 1,1 la crema al 3 % tiene un FPS de 1,2 y la crema al 5 % tiene un FPS de 1,4.

Conclusión: Se concluyó que la crema elaborada al 1%, a base del extracto de la semilla de *Bixa orellana* (Achiote), presentó un valor de FPS = 1,1, con poca diferencia en comparación con las otras concentraciones (28).

Aparicio A. Chabely, Espinosa S. Catherine “Evaluación del efecto fotoprotector frente a la radiación UV B y actividad antioxidante del cremigel a base de manteca de *Theobroma grandiflorum* (COPOAZU)” Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco 2022.

Objetivo: Estimar el efecto fotoprotector y actividad antioxidante de los cremigeles a base de manteca de *Theobroma grandiflorum* (copoazú) a 5,10 y 20 %.

Metodología: Se evaluó el factor de protección solar *in vitro* con el método de Mansur y se evaluó *in vivo* con ratones a los cuales se le sometió a radiación UVB, para la actividad antioxidante se empleó el método de DPPH en la cual se utilizó la vitamina E como patrón.

Resultados: El factor de protección solar dio resultados de 11,672 para el cremigel al 20%, 9,628 al 10% y 9,438 al 5% en el caso del efecto antioxidante a concentración de 20 mg/mL, para el cremigel al 20% dio 197,692, para 10% 128,077 por último al 5% 123,590 y para la vitamina E dio resultados de 312,586, 173,997 y 117,151 respectivamente.

Conclusión: Se llegó a la conclusión que a mayor concentración del extracto incorporado a una base de cremigel será mayor será el efecto fotoprotector y el efecto antioxidante. Con los resultados obtenidos se puede decir que el cremigel elaborado a base de manteca de Copoazu se encuentran dentro del rango de protección media y si posee capacidad antioxidante comparado con los cremigeles elaborados con la vitamina E (29).

Del Carpio J. Carla, Cardeña U. Karina “*Senna birostris*: Una potencial fuente de fitoquímicos antioxidantes y antibacterianos”; Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco 2023.

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antioxidante, antimicrobiana, identificar sus metabolitos secundarios y cuantificar los flavonoides totales (flavonas y flavonoles) presentes en las hojas de *Senna birostris*.

Metodología: Se realizó un extracto hidroalcohólico al 96% con las hojas *Senna birostris*, la identificación de metabolitos secundarios se llevó mediante reacciones de identificación específica (coloración y precipitación), la cuantificación de flavonoides se realizó utilizando el ensayo de colorimétrico con AlCl_3 (cloruro de aluminio), para evaluar la actividad antioxidante se realizó mediante el método de 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) con una curva patrón de Trolox a 100, 300, 500 y 800 μmol , el extracto hidroalcohólico se diluyó a 62,5, 125, 250, 500 y 1000 mg/mL en metanol al 80%, a 0.1 mL de cada solución de Trolox y extracto se le adiciono 2,9 mL de solución de DPPH, se realizó la lectura de las absorbancias a 517nm.

Resultados: El porcentaje de extracción fue de 15,9%, en la marcha fitoquímica, se encontró flavonoides, glicósidos, fenólicos y quinonas, para la cuantificación de flavonoides totales se tuvo una media de 35,7 mgQ/g. Los resultados mostraron que cuando mayor sea la concentración del extracto, mayor es el porcentaje de inhibición del DPPH, para la concentración del extracto a 62,5 mg/mL dio como resultado $3,05 \pm 0,28$, para 12,5 mg/mL dio como resultado $4,66 \pm 0,21$, para 250 mg/mL $10,71 \pm 0,2$, para 500 mg/mL $25,09 \pm 0,08$ y por último a concentración 1000 mg/mL $39,20 \pm 0,08$.

Conclusiones: En este trabajo de investigación se concluyó que el extracto hidroalcohólico al 96% de las hojas de *Senna birostris*, tiene actividad antioxidante y antibacteriana, debido a la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, quinonas y antraquinonas (7).

2.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El cáncer de piel es el cáncer más común en humanos y ha aumentado en todo el mundo en los últimos años (30). El Perú no es ajeno al tema del cambio climático, que genera la disminución de la capa de ozono y el calentamiento global, fenómenos que favorecen al ingreso de los rayos UV que se recibe todo el año, generando un aumento en la incidencia de cáncer de piel (31). La radiación ultravioleta A como la B provocan algunos cambios genéticos e inmunosupresión que pueden desencadenar en cáncer (9).

Se tiene conocimiento de los efectos negativos que trae consigo la radiación solar, por lo cual es importante analizar alternativas para la prevención del cáncer de piel

y otras enfermedades y promover aún más las medidas de cuidado a tomar al momento de exponerse al sol (31). Con la innovación de los protectores solares, surge la preocupación por investigar sustancias cada vez más ideales y nuevas estrategias de fotoprotección con los cuales se puede lograr la prevención y disminución de las afectaciones causadas directamente por la radiación ultravioleta (9) también es necesario la incorporación de compuestos antioxidantes en los protectores solares como la estrategia central para prevenir el envejecimiento cutáneo prematuro causado por la exposición solar.

En los últimos años se ha realizado investigaciones sobre protectores solares van en aumento con la finalidad de beneficiar a la población en general que día tras día está más expuestos a los efectos negativos de los rayos solares, es una buena opción por ser procedencia natural que actúen de manera tópica o sistémica (11), así mismo disminuir la contaminación ambiental, aparte de utilizar una planta que crece en abundancia (13).

Esta investigación busca innovar en la industria dermo-cosmética al proponer una formulación a partir de extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu). Estos extractos han mostrado metabolitos secundarios en investigaciones previas, y muchos de estos se han asociado con la capacidad de proteger contra el daño fotooxidativo. Así, se contribuye al avance en las formas cosméticas para el cuidado de la piel mediante el uso de productos naturales (32).

2.3. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

2.3.1. DESCRIPCIÓN DE *Senna birostris* (MUTUY)

Nombre científico: *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby

Nombre común: “Mutuy, Motuy, Pacte, Saligua”

A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

Sistema de clasificación según Cronquist. 1988, y Irwin, Howard Samuel y Barneby, Rupert Charles publicado en *Memoirs of The New York Botanical Garden* 35: 337. 1982, es la siguiente:(33)(34)(35)

División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Rosidae
Orden: Fabales
Familia: Caesalpinaceae
Género: Senna
Especie: *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby

Sinónimos botánicos: *Cassia birostris* Dombey ex J. Vogel, *Cassia helveola* J.F. Macbride, *Chamaefistula birostris* (Dombey ex J. Vogel) Dombey ex J.F. Macbride



Figura 1: *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

Fuente: Fuente propia

B. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

Es un arbusto silvestre generalmente de tamaño pequeño. Mide aproximadamente de 2 m a 5 m de altura. Presenta una copa globosa con el follaje denso y oscuro (13)(35). La corteza externa es agrietada, de color marrón claro (34) (35).

Las hojas son compuestas paripinnadas, alternas y en forma de espiral. Miden aproximadamente de 10 a 20 cm de longitud o más (34) (35). Compuesta por 12 a

15 pares de hojuelas elípticas, ápice agudo, base redondeada y el borde entero (35).

Las flores son de tamaño mediano de 4 cm de longitud, se hallan en racimos simples, terminales o axilares, de 12 cm a 18 cm de longitud y de color amarillo intenso. Son hermafroditas (34) (35).

Los frutos son legumbres de 7 cm a 11 cm de longitud aproximadamente y 1,5 cm a 2 cm de ancho, de color marrón cuando estas se encuentran maduros. Portan generalmente de 4 a 10 semillas (34) (35).

C. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

Se distribuye en diversos pisos altitudinales, de 500 a 4500 m s.n.m. (13)(34)(35). En nuestro territorio peruano, crece de modo silvestre y es bastante distribuida en la sierra también crece en la costa norte y centro (34) (35). *Senna* es un género cosmopolita; asimismo esta distribuidas en África tropical, Madagascar, sur de Asia y Australia (13).

D. USOS TRADICIONALES DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

En las zonas rurales, se utilizado como cercos vivos para delimitar propiedades y proteger suelos (36), además las raíces hervidas en agua generan un tinte de color amarillo que este se emplea para teñir textiles (34)(35).

En la medicina tradicional, las hojas tiernas se utilizan para tratar el herpes, frotándolas sobre las áreas afectadas (34) (35). También, tanto las hojas como las flores pueden actuar como laxantes (12).

E. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy)

Las flores de "Mutuy" contiene metabolitos secundarios como taninos, polifenoles, triterpenos, esteroides, azúcares reductores, quinonas, catequinas, antocianinas, saponinas y en abundante cantidad flavonoides (12), las hojas y flores contienen

antraquinonas (13)(14), un metabolito secundario que se utiliza en la producción de medicamentos para el tratamiento de gingivitis, estomatitis, úlceras bucales, inflamación de la mucosa y condiciones periodontal, así como hidrocoloides (13).

F. ESTUDIOS FARMACOLÓGICOS DE *Senna birostris* (Mutuy)

En un estudio realizado en el año 2013 se determinó que el extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* tiene un efecto hipoglicemiante siendo el mayor porcentaje de eficacia de 44,37 % a la dosis de 400 mg/kg, estadísticamente parecida a la glibenclamida (12).

Por otra parte el extracto etanólico blando de foliolos de *Senna birostris* (Mutuy) tienen un efecto laxante en animales de experimentación que se evidencia a una dosis de 2 g/kg reconstituido en 5 mL de agua destilada administrada por vía oral (24).

2.3.2. DESCRIPCIÓN DE *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

Nombre científico: *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake

Nombre común: Sunchu, Sihuilla (37).

A. CLASIFICACION TAXONÓMICA DE *Viguiera procumbens* (SUNCHU)

De acuerdo al sistema de Arthur Cronquist (1988) compatibilizado con las propuestas de Judo, Campbell, Kellog y Stevens (1999) es la siguiente (38).

División: Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase: Magnoliopsida (Tricolpados Eudicotyledoneae)
Subclase: Asteridae
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Tribu: Heliantheae
Subtribu: Helianthinae
Género: *Viguiera*
Especie: *Viguiera procumbens* (Persoon) S. F. Blake

Sinónimos botánicos: *Viguiera pazensis* Rusby, *Flourensia atacamensis* (Phil.) Reiche, *Helianthus atacamensis* Phil., *Helianthus procumbens* Pers., *Viguiera pflanzii* Perkins, *Viguiera punensis* S.F. Blake, *Sanvitalia helianthoides* Rich., *Rhysolepis helianthoides* (Rich.) H. Rob. & A.J. Moore (39).



Figura 2: *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake

Fuente: Fuente propia

B. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

Robinson en el año 1985 identificó este taxón como *Viguiera pazensis* Rusby. *Viguiera pazensis*, recientemente sinonimizada con *V. procumbens* (40). Esta es una planta erecta, robusta, ramosa, de hasta 1m de altura, presenta hojas ásperas, alternas u opuestas, ovado-lanceoladas, atenuadas y agudas en el ápice, de base cuneiforme a redondeada, enteras a levemente aserradas, con dientes poco marcados, las flores son amarillas y viscosas (41).

C. DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DE *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

Arbusto nativo de Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, se extiende en la precordillera a una altitud de 1900 a 3500 m s.n.m. (42). Habita en el piso puneño y comúnmente se extiende a charcos y borde de caminos (41).

D. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

En los pétalos, hojas y cabezuelas de la *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake contienen una gran variada composición de metabolitos secundario encontrándose en mayores cantidades los flavonoides, aminoácidos, taninos y lactonas y en una menor proporción de alcaloides, azúcares reductores, resinas, saponinas, triterpenos, esteroides y en pequeña proporción glucósidos (8).

E. USOS TRADICIONALES DE *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

Se usa para ayudar a cicatrizar heridas en forma de parches o cataplasmas, antes de poner sobre la piel se debe de limpiar muy bien la zona afectada. Para la cataplasma se usa las hojas trituradas y esta se coloca sobre un trozo de papel previamente agujereado, se coloca sobre la herida y se asegura con una venda (43).

También es utiliza como ornamental para decorar altares en fiestas religiosas, como semana santa en las zonas rurales (43).

2.3.3. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Según la ubicación geográfica, varía la incidencia de radiación UV. Los rayos solares en la zona ecuatorial caen de manera más directa, que en las latitudes medias y como consecuencia la más fuerte en esa área es la radiación UV (44).

Antes de llegar a la superficie terrestre la radiación solar viaja a través de la atmósfera de lo cual solo ingresa a la tierra entre un 6% a 7% correspondiente a la radiación ultravioleta (UV) que va entre el rango de longitudes de onda de 100 a

400 nanómetros. la radiación UV mientras posea una longitud de onda corta, es mucho más dañina para los seres vivos (45).

La radiación UVCes absorbida en su totalidad por la capa de ozono, mientras UVB es absorbida en un 90% aproximadamente y a la UVA en poca cantidad. La cantidad que alcanza la superficie terrestre de la radiación UVA es aproximadamente 95% y UVB en un 5 % (45) (31).

La radiación UV posee efectos beneficiosos, pero a la vez peligrosos, si se sobrepasa el límite de seguridad esta disminuye los mecanismos de autoprotección de organismos vivos, siendo gravemente dañados, en el ser humano afecta principalmente a la piel y los ojos (46).

2.3.3.1. Tipos de radiación UV

La RUV se divide en 3 grupos según la longitud de onda medida en nanómetros (nm) (46).

A. Radiación UVA: Representa entre 320 a 400 nm (47)(46). Llega en mayor proporción a la superficie terrestre atravesando la capa de ozono y es la menos nociva (46) (45). Induce a un daño crónico acumulativo durante todo el año (48). Este tipo de radiación penetra profundamente de manera que atraviesa la capa córnea, epidermis hasta incluso la dermis (46). Siendo responsable del bronceado de la piel esta radiación es la causa de múltiples daños que ocasionan en la piel como el envejecimiento prematuro, oscurecimiento de la piel (45), inmunosupresión, reacciones fotoalérgicas, reacciones fototóxicas que actúan de manera sinérgicas con los medicamentos y generando radicales libres que dañan el ADN celular (45) (46). Los radicales libres poseen una alta reactividad dañando de esta manera la dermis y la epidermis (45).

B. Radiación UVB: Representa entre 290 a 320 nm (47), la capa de ozono absorbe la mayoría de los rayos UVB y este tipo de radiación ha aumentado en la superficie de la Tierra debido a la contaminación ambiental y el deterioro de la capa de ozono (46). Los rayos UVB generan radiación bastante energética y nociva (45) durante los meses de verano,

en las horas centrales del día provocan daño agudo (48), tienen la capacidad de atravesar la piel en su capa córnea llegando hasta la epidermis en donde rompe los enlaces de las moléculas del ácido desoxirribonucleico – ADN, debido a una exposición prolongada a la UVB trae como consecuencia el cáncer de piel (26) (30). La radiación UVB que ingresa a la tierra es altamente dañina, reduciendo el crecimiento de las plantas y dañando los materiales que se encuentran en la intemperie (30).

C. Radiación UVC: Representa entre 200 a 290 nm (47), es muy energética por lo cual es la potencialmente nociva para el ser vivo, los rayos UVC son absorbida casi en su totalidad por la capa de ozono (46) (45) y oxígeno de la estratosfera (46). En el campo médico, la radiación UVC también se puede obtener de lámparas especiales o rayos láser y se utiliza para eliminar gérmenes o ayudar a cicatrizar heridas. También se usa para tratar ciertas afecciones de la piel como la psoriasis, el vitíligo y los nódulos en la piel que causan el linfoma cutáneo de células T (49) (50).

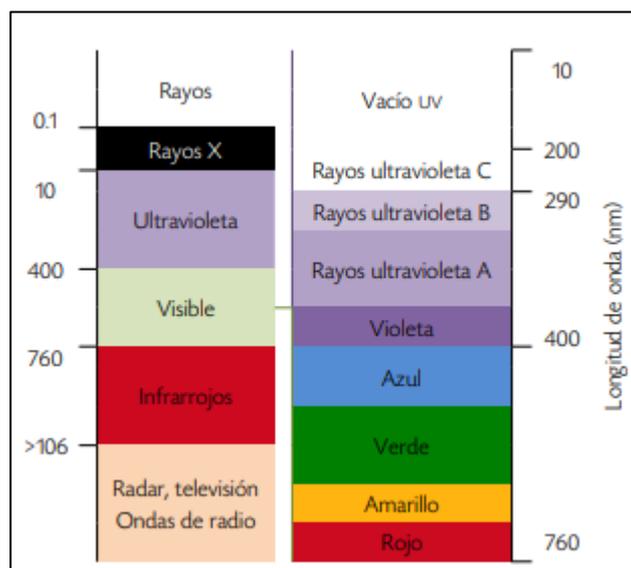


Figura 3: Espectro electromagnético, modificada de Hormung

FUENTE: Duro Mota, Campillos Páez M. (47)

2.3.4. FOTOPROTECCION

Es el conjunto de medidas para poder prevenir los daños indeseados por la radiación solar, la fotoprotección externa está dada por protectores solares (orgánicos o inorgánicos) y prendas (51), en la actualidad se desarrollan protectores solares que brinden una protección total contra la radiación UVB y UVA (9) (15) .

Los filtros solares están diseñados para proteger la piel de los efectos nocivos del sol, incluidos el eritema a corto plazo y el fotoenvejecimiento actínico a largo plazo y/o el cáncer de piel (52), además de inhibir la producción de ERO (especies reactivas de oxígeno) y contener moléculas que ayuden la reparación del ADN (15).

2.3.4.1. Tipos de filtros solares

A. Químicos: También llamados filtros orgánicos (15)(53), el componente activo es el carbono, presentan en su estructura anillos aromáticos conjugados (9) al momento de absorber la radiación solar estos compuestos estimulan o excitan a sus electrones inestabilizándolos (15) (9) luego, se estabiliza convirtiéndolos a su estado inicial (15). convirtiendo la radiación en calor (9).

B. No químicos: Antes llamados filtros físicos, son inorgánicos (9) de origen mineral (53) y en su composición no presenta carbono, pueden incluir agentes de pigmentación, que son visibles sobre la piel (9), con alto poder cubriente e insolubles. Actúan reflejando o refractando los rayos solares (53) son estables a la luz y no causan alergias ni sensibilización a la piel, son moléculas que pueden llegar a tener un tamaño de 100nm, por su tamaño se pensaba que estas partículas podían ser absorbidas y como consecuencia dañar la piel, pero estudios han demostrado que no penetran y se mantienen en el estrato corneo dando una seguridad, actúan mediante dos procesos (9):

Dispersión: Esto sucede cuando los rayos UV chocan con la película o pantalla y cambia su trayectoria (9).

Absorción: Las partículas del protector solar absorben la radiación UV de manera que son conducidos en forma de calor (9).

C. Biológicos: Son compuesto que absorben e inhiben los radicales libres y las reacciones de oxidación, por ejemplo, el té verde y negro, ácido ascórbico tóxico, la cafeína y otros. La forma de administración puede ser forma oral como una forma adicional o complementaria (9).

2.3.4.1.1. Filtros para la radiación UVB

- A. PABA: Aprobada por la FDA, es uno de los primeros filtros que se incursiono en el mercado, tiene un pico de absorción de 283nm, es altamente resistente al agua, en los años 80 un 4% de la población presento irritación por lo cual actualmente los protectores solares son libres de PABA (9).
- B. Éster de PABA: Compuesto derivado del PABA, tiene buena resistencia al agua y protección a una longitud de onda de 311nm (9).
- C. Cinamatos: Se emplea como protector solar, existen dos tipos octinoxato o OMC y cinoxato, el OMC es un filtro que tiene picos de absorción de hasta 320nm (UVB) (9) (15) y es el más usado a comparación de el cinoxato que cubre un espectro hasta 289nm (9). Es resistente al agua y no se usa en combinación con la avobenzona porque se hace inestable y fotolábil (15) (9).
- D. Salicilatos: absorben en proporción menor la radiación UVB (15) y se usan en combinación con otros fotoprotectores como la avobenzona para incrementar los efectos de fotoprotector de otros filtros UVB. Se emplean el octisalato que tiene un pico de absorción de hasta 306 nm, el salicilato trolamina que cubre un espectro de 290 a 310nm (9), tras una exposición al agua y al sudor mantienen aun su eficacia (15).
- E. Octocrileno: Su efecto se reduce al contacto con el agua o la transpiración, y se suele utilizar con otros protectores solares y aumenta su eficacia (9). Cubre un espectro de 290 a 360 nm (9) (15) y un pico de 307 nm (9). Se usa con avobenzona porque es el mejor estabilizador de luz, es inactivo con el sudor y el agua (15).

2.3.4.1.2. Filtros para la radiación UVA

- A. Benzofenonas: Son un conjunto de moléculas cetonas (53) como la oxibenzona, dioxibenzona y sulisobenzona que dentro de su estructura tiene un grupo de cetonas aromáticas (53) son usadas a nivel mundial por el amplio espectro que cubren (9) , en caso de la oxibenzona su espectro de absorción es de 270 a 350nm, con dos picos en 288 y 325 nm (53).
- B. Oxibenzona: En Europa no se emplea como protector solar debido a que produce dermatitis y fotoreactividad, además de que se absorbe y se detecta en la orina y sangre (9).
- C. Avobenzona (Parsol): Se usan en combinación con otros filtros solares, para incrementar su efecto fotoprotector (9), es la más usada por cubrir un amplio espectro de 310 a 400 nm (9)(53), con un pico de 360nm (9). Cubriendo totalmente el espectro de UVA y una cierta parte de UVB, por ser fotolabil se usa en combinación con otros filtros solares que le proporcionen una fotoestabilidad (53). Se usa en una concentración de 3% en EE.UU. y en Europa a un 5% (9).
- D. Ecamsule (mexoril sx): Presenta una baja absorción sistémica, es usado con otros fotoprotectores por ser estable a la luz y tiene un pico de 345nm. Los fotoprotectores que incluyen mexoril sx evitan la inmusupresion al reducir las células de Langerhans, mediante la reducción del ácido cis-urocánico (9).

2.3.5. ESTRUCTURA DE LA PIEL Y FUNCIONES

También conocida como membrana cutánea (54), representa aproximadamente el 16% del peso corporal en una persona adulta (54) (55). Es el órgano más extenso y es el responsable de nuestra defensa, ante agentes externos (luz solar, radiación UV, microorganismos, etc), siendo la primera línea defensiva de nuestro organismo (55) (56).

2.3.5.1. Epidermis

Es la capa externa y es un epitelio plano estratificado y queratinizado (55) (56). Está conformado por cuatro tipos de células: queratinocitos, melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel (54). Estas células se unen a la lámina basal,

pasan por mitosis para dar origen a queratinocitos nuevos y reemplazar las células perdidas (55).

A. Queratinocitos: Se encuentran en abundante cantidad y evolucionan desde la profundidad a la superficie (56), a medida que pasan de una capa epidérmica a otra acumulan queratina (54) se distinguen hasta cuatro capas o estratos (56).

- *Estrato germinativo:* Forma una única fila de células cúbicas prismáticas apiladas unas contra las otras y unidas entre sí.
- *Estrato espinoso:* posee 8 a 10 capas de queratinocitos multifacetados (54) que van pasando a ser poliedricas en vez de cubicas (56).
- *Estrato granuloso:* Se encuentra en medio de la epidermis (54), compuesta por tres a cinco células que se van desapareciendo hasta que el núcleo se degenera y los orgánulos desaparecen (56).
- *Estrato corneo:* Formada por 25 a 30 capas de queratinocitos muertos (54) sin núcleo ni orgánulos y las capas más superficiales se descaman (56).

B. Melanocitos: Producen gránulos llamados melanosomas que cuando se llenan de melanina (pigmento que da color a la piel) son transferidos a los queratinocitos vecinos (formación).

C. Células de Langerhans: Están asociadas a los discos táctiles sensitivos y distribuidos entre los queratinocitos (54) para poder recoger la información que aporta la piel, también cumple un papel dentro del sistema inmunitario (56).

2.3.5.2. Dermis

Se ubica entre la epidermis y el tejido subcutáneo (55) principalmente compuesta por tejido conectivo (54) se observa vasos sanguíneos, nervios y terminaciones nerviosas libres (56) principalmente compuesta por colágeno y proteínas fibrosas,

también brinda soporte a la epidermis y es su principal fuente de nutrición gracias a los vasos sanguíneos en esta capa (55).

Se divide en dos capas:

- *Dermis papilar*: Es una capa delgada y superficial que se ubica en adyacencia a la epidermis. Está constituida por fibras de colágeno y sustancia de la matriz. Esta capa muestra una cubierta densa de proyecciones cónicas denominadas *papilas dérmicas*. Las papilas dérmicas contienen capilares, arteriolas terminales y vénulas que nutren a las capas epidérmicas de la piel. Esta capa de la dermis tiene gran vascularidad y los vasos linfáticos y el tejido nervioso también se encuentran en esta capa (55).
- *Dermis reticular*: Es el área más gruesa de la dermis y constituye el grosor de la capa dérmica. La dermis reticular se caracteriza por una red compleja formada por haces de colágeno tridimensionales interconectados con fibras elásticas grandes y sustancia de la matriz, un gel viscoso rico en mucopolisacáridos (55).

2.3.5.3. Tejido subcutáneo

La capa de tejido subcutáneo es la tercera capa de la piel, y está constituida ante todo por adipocitos y tejidos conectivos que proveen soporte a las estructuras vasculares y neurales (55).

2.3.6. RADIACIÓN SOLAR

Es la energía emitida por el sol, que viaja por el espacio en forma de ondas electromagnéticas en todas las direcciones (49).

En diversas áreas como arquitectura, ganadería, agricultura, ingeniería, meteorología y salud humana es de suma importancia medir la radiación solar, para un amplio rango de aplicaciones en la salud (ej. cáncer de piel o tratamientos curativos como raquitismo) (49).

2.3.6.1. Efectos positivos de la radiación solar

La energía solar provee calor y luz fundamentales para el desarrollo de los organismos vivos en la Tierra (57). La exposición breve a la radiación solar tiene efectos beneficiosos para la salud, incluyendo la prevención de enfermedades como el raquitismo y la osteoporosis al estimular la síntesis de vitamina D, mejora la circulación sanguínea, contribuye al tratamiento de ciertas afecciones de la piel, y en algunos casos, fomenta la síntesis de neurotransmisores cerebrales relacionados con el estado de ánimo (49).

2.3.6.2. Efectos negativos de la radiación solar

La alta contaminación ambiental ha llevado a graves problemas como la reducción de la capa de ozono y el calentamiento global, resultando en un aumento considerable de la radiación UV. Esto ha contribuido al incremento de enfermedades de la piel, como melanomas, cáncer de piel, quemaduras solares, fotosensibilidad, fotodermatosis, inmunodepresión y envejecimiento prematuro, debido a la sobreexposición a la radiación solar, especialmente la UVB (31) (58). En los últimos años, la incidencia de melanomas ha crecido en comparación con otros tipos de cáncer, convirtiendo al cáncer de piel en uno de los más comunes a nivel mundial (58).

A. Fotodermatosis

Las fotodermatosis abarcan enfermedades cutáneas causadas por la absorción de fotones por parte de fotosensibilizadores, que afectan solo a algunas personas (48) (59). La exposición a la radiación ultravioleta y la luz visible conduce a varios tipos de enfermedades de la piel y afecciones de la piel, inducidas por la radiación, como erupción polimorfa lumínica, la dermatitis activa crónica, la urticaria solar, las reacciones fotoalérgicas a los medicamentos y los trastornos genéticos presentan características distintivas por defectos en la reparación de daños en el ADN incluidos xeroderma pigmentoso y porfirias (15).

B. Quemadura solar

La exposición a la radiación solar puede causar un tipo de reacción aguda en la piel sana y las lesiones que se encuentran a nivel de los queratinocitos, estas lesiones ocasionadas dependen del tipo de piel y de las diferentes características genéticas que poseen (59). También dependerá de la cantidad de radiación que recibe la persona y surgirá generalmente en horas donde la radiación es elevada y en sitios de menor latitud y mayor altitud (60).

Las diferentes tonalidades de color de piel determinan la facilidad de las quemaduras solares. Desde la piel blanca hasta la más morena o negra que serán más o menos sensibles a la quemadura de piel, pero se debe tener en cuenta que todos los colores de piel pueden sufrir quemaduras solares (61).

C. Urticaria solar

Es un tipo de urticaria crónica, clasificada también como fotodermatosis idiopática (61). Es un tipo de urticaria incitada por la exposición a luz solar o artificial, se manifiesta por la presencia de erupciones y eritemas después de un corto plazo de la exposición de la radiación solar o artificial (62).

D. Fotoenvejecimiento

La piel es afectada directamente por una exposición prolongada a la radiación ultravioleta (61). Desde el punto histológico se produce un aumento de la elastosis y la fragmentación del colágeno por debajo de la unión dermoepidérmica (63) y va generar un fenotipo envejecido que anticipa el envejecimiento cronológico o por vejez (61).

E. Carcinogénesis

La sobreexposición crónica a la radiación solar provoca cambios en los queratinocitos epidérmicos en personas susceptibles, dando inicio a cambios celulares anormales conocidos como queratosis solar. Estos cambios se observan en la capa basal de la epidermis y se manifiestan con lesiones características, como un parche eritematoso, escamoso y rugoso (64). La exposición a fuentes artificiales que emiten radiaciones UVA, como

las camas bronceadoras, aumenta la posibilidad de desarrollar melanoma, carcinoma basocelular y epidermoide(15).

F. Cánceres de piel no melanoma

La principal causa del cáncer de piel no melanoma es la exposición prolongada a la luz ultravioleta (UV), que puede provocar daño acumulativo en el ADN celular. Este daño, junto con la inhabilidad de repararlo, puede llevar al desarrollo de carcinomas. Además, la exposición solar puede alterar el gen supresor tumoral PTCH, que normalmente previene la formación de células cancerosas. En el cáncer no melanoma varía las alteraciones en genes que tienen relación con enzimas, funciones estructurales y moléculas. Se destaca que la exposición a radiaciones artificiales, como camas bronceadoras y tratamientos médicos con luz UV, aumenta el riesgo de cáncer no melanoma, y se recomienda evitarlas (64).

G. Hiperpigmentación

La exposición prolongada a la radiación ultravioleta (RUV) puede causar modificaciones en la pigmentación de la piel. Se destaca que la hiperpigmentación inmediata atribuida a la UVA se manifiesta con una coloración gris-ceniza visible minutos después de la exposición, desapareciendo con el tiempo. En contraste, la hiperpigmentación continua presenta una tonalidad parda que comienza unas dos horas después de la exposición sin protección y persiste hasta 24 horas. Importante destacar que ambas formas de hiperpigmentación no están relacionadas con una nueva síntesis de melanina, sino con la fotooxidación y redistribución del pigmento existente (15).

H. Bronceado de la piel

Es producido por los rayos UVB y UVA, generalmente se observa unos días después de la exposición y es el resultado del aumento de la actividad de la tirosinasa, lo que conduce a la síntesis de nueva melanina (15). Se clasifica en dos procesos: bronceado inmediato y tardío (65).

- **Bronceado inmediato:** Este oscurecimiento, generalmente por efecto de los rayos UVA, que aparece a los pocos minutos y

desaparece a las 6-8 horas, está provocado por la oxidación de la melanina por la producción de semiquinonas en forma reducida de melanina(65).

- **Bronceado tardío:** Debido al eritema o las quemaduras solares, el pigmento melanina está formulado para proporcionar una pantalla natural contra el daño por exposición posterior. Los rayos ultravioletas pueden estimular el bronceado, pero no reacciona inmediatamente hasta después de tres días y depende de la síntesis de melanina nueva por parte de los melanocitos y su entrega a los queratinocitos (65).

I. Melanoma maligno

El melanoma maligno es una neoplasia que se origina en los melanocitos de la capa basal de la epidermis, se expande a las capas superficiales, la dermis e hipodermis. A pesar de poseer propiedades antioxidantes, los melanocitos son dañados por los radicales libres generados por la radiación ultravioleta, lo que resulta en su transformación maligna. Esta neoplasia es más letal de lo que los melanocitos están programados para prevenir (59). La evolución de este tumor depende, en primer lugar, del estadio en el momento del diagnóstico (66) lo que sugiere la importancia de un tratamiento efectivo y un pronóstico adecuado (67).

J. Inmunosupresión

Los UVB provocan inmunosupresión y, en menor medida, los UVA (47) como consecuencia suprime la inmunidad regulada por células y modifica la migración de células de Langerhans, el otro mecanismo que realiza es la producción de linfocitos T supresores y modifica el perfil de las citocinas cutáneas y en la modificación del gen supresor p53 que se encuentra en el tipo de cáncer cutáneo no melanoma. Algunas citoquinas incluyendo las IL12, IL18 e IL23, pueden controlar la reparación del ADN y consecuentemente, el daño inducido por RUV (15).

2.3.7. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Los sistemas de defensa antioxidantes son micro y macromoléculas, así como enzimas antioxidantes endógenas y exógenas o enzimas relacionadas (68), que inhiben la oxidación (69) que consisten en una serie de moléculas a través de las cuales las células invierten la reactividad y/o inhiben la formación de radicales libres (68).

2.3.7.1. Métodos de eliminación de radicales/ERO

Estos ensayos requieren generalmente de un agente oxidante (radicales libres o ERO), y el antioxidante bajo investigación, estas pruebas se dividen en dos categorías.

Una prueba basada en la transferencia de electrones (ET) (Figura 4) y una prueba basada en la reacción de transferencia de átomos de hidrógenos (HAT, transferencia de átomos de hidrogeno) con un mecanismo de reacción diferente (figura 5).

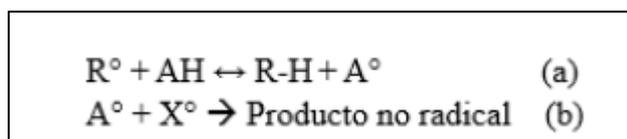


Figura 4: Mecanismo ET

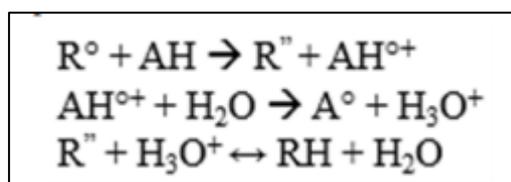


Figura 5: Mecanismo HAT

FUENTE: Vázquez-Ovando A, Mejía-Reyes JD, García-Cabrera KE. (70).

La vitamina E (tocoferol) neutralizan los radicales ·OH ubicados dentro de las membranas, donde su protección es particularmente importante, al colisiona con un RLO (radical libre de oxígeno), le sede un electrón, que a su vez se oxida y se trasforma en radical libre de oxígeno débil no toxico. La vitamina C reacciona

rápidamente con el $O_2^{\cdot-}$ debido a su efecto reductor con $\cdot OH$, también actúa como eliminador de oxígeno singlete e iones de hipoclorito (71).

2.3.7.2. Tipos de antioxidante

Los sistemas antioxidantes naturales se pueden dividir en dos amplias categorías: enzimas y antioxidantes de bajo peso molecular. Las enzimas incluyen superóxido dismutasa, catalasa, peroxidasa y algunas enzimas auxiliares. Los antioxidantes de bajo peso molecular se pueden dividir en antioxidantes de acción directa y antioxidantes de acción indirecta. Recordemos que las propias células sintetizan algunas de estas moléculas, como el glutatión y NADPH (72).

2.3.8. RADICALES LIBRES

Un radical libre se puede definir como una molécula o fragmento que tiene uno o más electrones desapareados en su orbital (69) o un par de electrones con el mismo espín en diferentes orbitales, lo que los convierte en compuestos altamente reactivos (72).

Los radicales libres más comunes en el cuerpo humano son el superóxido y el peróxido de hidrógeno, que en su mayoría se derivan del oxígeno porque normalmente se forman durante la respiración celular (72).

2.3.9. ESTRÉS OXIDATIVO

El estrés oxidativo (EOx) es un término comúnmente utilizado para describir un desequilibrio entre la concentración de especies reactivas de oxígeno (ROS) y nitrógeno, así como la falta de mecanismos antioxidantes (69) (68), lo que conduce a una alteración de la homeostasis oxidoreducción intracelular, lo que conduce a la degeneración celular (68).

Este desequilibrio juega un papel crucial en muchas patologías, incluidas la aterosclerosis, la diabetes, el cáncer, la artritis reumatoide, las cataratas y las enfermedades de Parkinson (69).

2.3.10.METABOLITOS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y/O FOTOPROTECTOR

La vida vegetal produce antioxidantes para reducir el estrés oxidativo provocado por la luz del sol y el oxígeno, se han convertido en una fuente de sustancias seguras para el consumo humano que tienen actividad antioxidante (73).

Muchos compuestos fenólicos que se encuentran en los tejidos vegetales, además de los tocoferoles, tienen potencial antioxidante. Los taninos, los flavonoides y los precursores de la lignina pueden funcionar como compuestos que purgan las especies reactivas del oxígeno (69).

Chen et al.(2004) sugiere que es importante consumir compuestos fenólicos como los flavonoides ya que la capacidad antioxidante del cuerpo no es completamente efectiva frente a un incremento de radicales libres por encima de lo normal (estrés oxidativo) (74).

2.3.10.1. Antocianinas

Las antocianinas pertenecen a la clase más común de compuestos polifenólicos como flavonoides es el grupo más grande de plantas solubles en agua. Las antocianinas son colorantes vegetales casi universales y son los principales responsables de los colores naranja, rosa, magenta, rojo, malva, púrpura y azul brillante de los pétalos y frutos de las plantas superiores (75).

La síntesis y acumulación de antocianinas es un proceso determinado por la información genética del material y su interacción con su entorno (76). Las antocianinas se sintetizan solo en tejidos específicos y en etapas determinadas de la vida de la planta (77).

Es de gran importancia la presencia de antocianinas en diferentes partes de la planta. Se sabe que las antocianinas desempeñan papeles importantes en la ecología y reproducción de las plantas, ayudan a atraer polinizadores y participan en los mecanismos de defensa de las plantas contra factores estresantes biológicos y ambientales (78).

A. Actividad biológica de la antocianina

Las antocianinas tienen una composición química ideal para ser un excelente antioxidante, pueden ceder hidrógenos o electrones a los radicales libres o también capturarlos y desplazarlos en sus estructuras aromáticas (78), disminuyendo así el estrés oxidativo (79).

2.3.10.2. Flavonoides

Los flavonoides son sustancias de bajo peso molecular y producido por casi todas las plantas vasculares (80). Son pigmentos naturales presentes en los vegetales y protege al organismo de los daños causados por agentes oxidantes como los rayos ultravioletas, contaminantes ambientales y productos químicos. El cuerpo humano no produce estas sustancias químicas protectoras y debe obtenerlas de los alimentos o suplementos dietéticos (81).

A. Actividad biológica de los flavonoides

La actividad antioxidante de los flavonoides es el resultado de debe a una combinación de sus excelentes propiedades quelantes de radicales libres y hierro, así como la inhibición de oxidasas como la lipoxigenasa, ciclooxigenasa (COI, mieloperoxidasa) (MPO), NADPH oxidasa y xantina oxidasa (XO). Otros mecanismos potenciales incluyen la inhibición de enzimas indirectamente involucradas en el estrés oxidativo, como la fosfolipasa A2 y la estimulación de otras con propiedades antioxidantes reconocidas como la catalasa y el superóxido dismutasa. De esta manera, los flavonoides pueden interferir no solo con las respuestas de propagación de los radicales libres sino también con la formación del radical en sí (82).

Los flavonoides son adecuados como protectores solares porque son altamente absorbentes de rayos UV y no son tóxicos. Los flavonoides bloquean los rayos UVB y las flavonas son filtros UVA particularmente efectivos. Los ésteres de flavonoides se utilizan como descongestionantes, alérgenos, agentes tensores de la piel y agentes antienvjecimiento (83).

2.3.10.3. Fenoles

Los fenoles se biosintetizan por medio de dos rutas como son del ácido shikímico y acetato de malonato, estos compuestos fenólicos son algunos de los compuestos más abundantes entre los metabolitos secundarios (90).

Estos compuestos están muy extendidos en todo el reino vegetal y se encuentran más comúnmente en la naturaleza conjugados con uno o más residuos de azúcar unidos a un grupo hidroxilo, aunque pueden ocurrir algunos enlaces moleculares directos entre azúcares y carbonos aromáticos (91).

Los polifenoles han demostrado tener actividad antiinflamatorio, antioxidante, quimiopreventivo y neuro protector que puede contribuir a las propiedades protectoras de la salud (95).

A. Actividad biológica de los fenoles

Los fenoles son reconocidos debido a sus potenciales antioxidantes y de romper la cadena de propagación de los radicales libres dando un átomo de hidrogeno (90). El mecanismo de actividad antioxidante de los compuestos fenólicos puede ser vía HAT o mecanismo de un solo electrón, por transferencia de protones o transferencia de electrones por pérdida secuencial de protones, y quelación de metales. Cada uno de estos mecanismos proporciona una explicación del papel de los antioxidantes fenólicos (94).

2.3.11. EMULSION:

Las emulsiones son sistemas que consisten en al menos dos fases líquidas que no se mezclan entre sí. En estos sistemas, una de las fases se dispersa en forma de pequeñas gotas dentro de la otra fase, que actúa como la fase continua (84) (85). Las emulsiones múltiples son valoradas por sus propiedades, especialmente por su capacidad para encapsular y salvaguardar diferentes sustancias dentro de sus compartimentos. Esta característica permite una liberación controlada de las sustancias atrapadas desde una fase a otra dentro del sistema emulsionado. Esta habilidad para proteger y regular la liberación de compuestos encapsulados las hace prometedoras en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo la industria

farmacéutica, cosmética y de alimentos, donde se requiere la entrega precisa y controlada de ingredientes activos (85).

2.3.11.1. Clasificación:

Las emulsiones pueden categorizarse según la distribución de la fase oleosa y acuosa. Cuando las gotas de aceite se dispersan en agua, se denominan Emulsiones de Aceite en Agua (O/W). En contraste, cuando las gotas de agua se encuentran dispersas en aceite, se conocen como Emulsiones de Agua en Aceite (W/O) (McClements, 2015) (86).

2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ❖ **Antioxidante:** Compuestos tanto endógenos como exógenos poseen la capacidad de prevenir la oxidación molecular al inhibir y frenar la propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres (87).
- ❖ **Cáncer:** Engloba diversas enfermedades caracterizadas por la falta de respuesta de las células a los mecanismos regulares de control del crecimiento, mostrando la capacidad de invadir y propagarse a otras áreas del organismo (88).
- ❖ **Factor de protección solar:** Índice que cuantifica la habilidad de un protector solar para resguardar la piel de los dañinos efectos de la radiación ultravioleta tipo B (UVB). Este parámetro nos proporciona información acerca del tiempo durante el cual la piel puede exponerse al sol sin presentar enrojecimiento o experimentar quemaduras solares (5).
- ❖ **Fotoenvejecimiento:** Es la deterioración de la piel debido a la exposición constante a la luz ultravioleta del entorno, incrementando así el riesgo de daño fotooxidativo. Este fenómeno tiene consecuencias a largo plazo en el envejecimiento cutáneo y cáncer de piel debido a los efectos nocivos causados (89).
- ❖ **Metabolitos secundarios:** Las plantas generan diversos compuestos bioactivos y metabolitos secundarios como una forma de protegerse contra insectos, microorganismos y adaptarse a condiciones adversas. El término "bioactivo" se refiere a compuestos con la capacidad de inducir efectos farmacológicos o toxicológicos en humanos y/o animales (90).
- ❖ **Polifenoles:** Comprenden un grupo de compuestos químicos caracterizados por la presencia de más de un grupo fenol en sus moléculas. Este conjunto incluye derivados de ácidos fenólicos, taninos hidrolizables y condensados. Los polifenoles destacan por su capacidad para atrapar radicales libres, lo que les confiere propiedades antioxidantes (91).
- ❖ **Radiación UV:** Fracción de la energía radiante proveniente del sol, constituyendo la porción más energética del espectro electromagnético que alcanza la superficie terrestre. A diferencia de las radiaciones ionizantes, esta forma de energía carece de la fuerza suficiente para expulsar electrones (92).

- ❖ **Radicales libres:** Son átomos con un electrón no emparejado, son altamente reactivos al buscar capturar electrones de moléculas estables para lograr estabilidad electroquímica. Después de obtener el electrón, la molécula estable donante se convierte en un radical libre, desencadenando una cadena de reacciones que pueden causar daño celular (93).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3. MATERIALES:

3.1.1. MATERIALES BIOLÓGICOS

❖ **Muestra vegetal:** Pétalos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake que fueron recolectadas en la comunidad Campesina de Chihuaco distrito de Sicuani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, a continuación, se muestran las coordenadas geográficas, datos extraídos de Google Maps (94).

➤ COORDENADAS GEOGRÁFICAS

- Longitud :14°15'3.57"S
- Latitud: 71°17'3.98"O.

➤ COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 19S

- Este: 253514.53 m E
- Norte: 8423305.67 m S
- Altura: 3520 m s.n.m
- Banda 19 L

3.1.2. MATERIALES DE CAMPO

- ❖ Bolsas de papel Kraft
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Cinta de embalaje
- ❖ Lapicero
- ❖ Plumón indeleble

3.1.3. MATERIALES DE LABORATORIO

- ❖ Vasos de precipitados de 10 a 50 mL
- ❖ Fiolas de 25 mL
- ❖ Baguetas de vidrio

- ❖ Pipetas de 1 a 10 mL
- ❖ Probetas de 10 a 1000 mL
- ❖ Tubos de ensayo 10 mL
- ❖ Embudo de vidrio de 100mm
- ❖ Frasco ámbar tapa rosca 4L
- ❖ Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- ❖ Cubetas de cuarzo
- ❖ Gradilla metálica por 48 tubos
- ❖ Soporte universal
- ❖ Piseta de 250 mL
- ❖ Papel filtro
- ❖ Papel film
- ❖ Cubre objeto
- ❖ Porta objeto
- ❖ Tiras de pH
- ❖ Filtros de 0.22µm

3.1.4. EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- ❖ Balanza analítica Ohaus Pioneer PA523
- ❖ Espectrofotómetro UV-Vis PGIstruments mod.T80+.(Software UV-Win5.2.01104)
- ❖ Sonificador Branson 2800
- ❖ Rota vapor Boeco – RVO 400 SD
- ❖ Centrifuga Hettch EBA 20S
- ❖ Estufa Binder FD 115
- ❖ Termómetro digital Boeco

3.1.5. OTROS MATERIALES

- ❖ Tijeras
- ❖ Guantes estériles
- ❖ Mascarillas
- ❖ Gorros

- ❖ Papel aluminio

3.1.6. REACTIVOS

A. Para la maceración de pétalos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake.

- ❖ Alcohol 70%

B. Para la marcha fitoquímica

- ❖ Lieberman- Burchard (Triterpenos y esteroides)
- ❖ Reactivo de Dragendorff (Alcaloides)
- ❖ Reactivo de Mayer (Alcaloides)
- ❖ Reacción de Shinoda (Flavonoides)
- ❖ Vapor de NH₃ (Flavonoides)
- ❖ Fehling (Azúcares reductores)
- ❖ Fehling (Glicósidos)
- ❖ FeCl₃ (Fenoles)
- ❖ FeCl₃ (Taninos)
- ❖ KOH 10% (Quinonas)
- ❖ Ninhidrina (Aminoácidos)

C. Reactivos para la prueba de solubilidad

- ❖ Agua destilada
- ❖ Etanol de 40°
- ❖ Etanol de 70°
- ❖ Etanol de 96°
- ❖ Cloroformo QP
- ❖ Metanol QP
- ❖ Acetona QP
- ❖ Hexano QP

D. Reactivos para la actividad antioxidante

- ❖ DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)
- ❖ Etanol absoluto
- ❖ Vitamina E

E. Reactivos para la determinación del FPS *in vitro*

- ❖ Etanol absoluto
- ❖ Protector solar: Neutrogena FPS 70

F. Reactivos para la elaboración de las emulsiones

- ❖ Monoestearato de glicerilo
- ❖ Tween 80
- ❖ Propilenglicol
- ❖ Agua purificada
- ❖ Sharomix 705

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. TIPO DE ESTUDIO

El trabajo presenta 2 etapas

- ❖ **Etapa I:** Para la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* de las emulsiones cosméticas con el extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake corresponde a un diseño cuasi-experimental.
- ❖ **Etapa II:** Para la determinación *in vitro* del factor de protección solar (FPS) por el método espectrofotométrico de las emulsiones cosméticas con el extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake corresponde a un diseño cuasi-experimental.

En ambas etapas se considera un estudio cuasi-experimental porque se manipuló la variable independiente (concentración del extracto) para observar los resultados provocados por la variable dependiente (actividad antioxidante y FPS).

3.2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Determinación de la capacidad antioxidante de las emulsiones cosméticas con extractos hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake
Se siguió el siguiente diseño.

| Grupos | Tratamiento experimental | Medición de la prueba |
|--------|--------------------------|-----------------------|
| G_1 | X_1 | O_1 |
| G_2 | X_1 | O_2 |
| G_3 | X_1 | O_3 |

NOTA: Las pruebas se realizaron por triplicado.

G: Solución etanólica diluida de emulsión a base de los extractos hidroalcohólicos (Mutuy / Sunchu) y de DPPH.

X: Condiciones de absorbancia en nanómetros (nm).

O: Medición de la absorbancia a 517 nm.

G_1 : Solución etanólica diluida de emulsión a base de los extractos hidroalcohólicos al 1% y DPPH.

G_2 : Solución etanólica diluida de emulsión a base de los extractos hidroalcohólicos al 3% y DPPH.

G_3 : Solución etanólica diluida de emulsión a base de los extractos hidroalcohólicos al 5% y DPPH.

X_1 : Absorbancia a 517 nm.

O_1 : Lectura de la absorbancia a 517 nm de la solución etanólica diluida de la emulsión al 1% a base de los extractos hidroalcohólicos (Sunchu y Mutuy) y de DPPH.

O_2 : Lectura de la absorbancia a 517 nm de la solución etanólica diluida de la emulsión al 3% a base de los extractos hidroalcohólicos (Sunchu y Mutuy) y de DPPH.

O_3 : Lectura de la absorbancia a 517 nm de la solución etanólica diluida de la emulsión al 5% a base de los extractos hidroalcohólicos (Sunchu y Mutuy) y de DPPH.

Para la determinación *in vitro* del factor de protección solar (FPS) de las emulsiones cosméticas con extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake

G: solución etanólica de las emulsiones a base del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* en una concentración determinada.

X: condiciones a longitudes de onda establecidas nm.

O: medición de las absorbancias (lectura en el espectrofotómetro)

| | | |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| G_1 | X_1 | O_1 |
| G_1 | X_2 | O_2 |
| G_1 | X_3 | O_3 |
| G_1 | X_4 | O_4 |
| G_1 | X_5 | O_5 |
| G_1 | X_6 | O_6 |
| G_1 | X_7 | O_7 |
| G_2 | X_8 | O_8 |
| G_2 | X_9 | O_9 |
| G_2 | X_{10} | O_{10} |
| G_2 | X_{11} | O_{11} |
| G_2 | X_{12} | O_{12} |
| G_2 | X_{13} | O_{13} |
| G_2 | X_{14} | O_{14} |
| G_3 | X_{15} | O_{15} |
| G_3 | X_{16} | O_{16} |
| G_3 | X_{17} | O_{17} |

| | | |
|-------|----------|----------|
| G_3 | X_{18} | O_{18} |
| G_3 | X_{19} | O_{19} |
| G_3 | X_{20} | O_{20} |
| G_3 | X_{21} | O_{21} |

NOTA: Las pruebas se realizaron por triplicado.

G_1 : Solución etanólica a base de la emulsión al 1% del extracto hidroalcohólico al 70% de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* en una concentración de 0.2mg/mL.

G_2 : Solución etanólica a base de la emulsión al 3% del extracto hidroalcohólico al 70% de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* en una concentración de 0.2mg/mL.

G_3 : Solución etanólica a base de la emulsión al 5% del extracto hidroalcohólico al 70% de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* en una concentración de 0.2mg/mL.

X_1 : Longitud de onda a 290 nm.

X_2 : Longitud de onda a 295 nm.

X_3 : Longitud de onda a 300 nm.

X_4 : Longitud de onda a 305 nm.

X_5 : Longitud de onda a 310 nm.

X_6 : Longitud de onda a 315 nm.

X_7 : Longitud de onda a 320 nm.

X_8 : Longitud de onda a 290 nm.

X_9 : Longitud de onda a 295 nm.

X_{10} : Longitud de onda a 300 nm.

X_{11} : Longitud de onda a 305 nm.

X_{12} : Longitud de onda a 310 nm.

X_{13} : Longitud de onda a 315 nm.

X_{14} : Longitud de onda a 320 nm.

X_{15} : Longitud de onda a 290 nm.

X_{16} : Longitud de onda a 295 nm.

X_{17} : Longitud de onda a 300 nm.

X_{18} : Longitud de onda a 305 nm.

X_{19} : Longitud de onda a 310 nm.

X_{20} : Longitud de onda a 315 nm.

X_{21} : Longitud de onda a 320 nm.

O_1 : Lectura espectrofotométrica a 290 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_2 : Lectura espectrofotométrica a 295 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_3 : Lectura espectrofotométrica a 300 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_4 : Lectura espectrofotométrica a 305 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_5 : Lectura espectrofotométrica a 310 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_6 : Lectura espectrofotométrica a 315 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_7 : Lectura espectrofotométrica a 320 nm de la emulsión al 1% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_8 : Lectura espectrofotométrica a 290 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_9 : Lectura espectrofotométrica a 295 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{10} : Lectura espectrofotométrica a 300 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{11} : Lectura espectrofotométrica a 305 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{12} : Lectura espectrofotométrica a 310 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{13} : Lectura espectrofotométrica a 315 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{14} : Lectura espectrofotométrica a 320 nm de la emulsión al 3% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O_{15} : Lectura espectrofotométrica a 290 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₁₆: Lectura espectrofotométrica a 295 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₁₇: Lectura espectrofotométrica a 300 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₁₈: Lectura espectrofotométrica a 305 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₁₉: Lectura espectrofotométrica a 310 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₂₀: Lectura espectrofotométrica a 315 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

O₂₁: Lectura espectrofotométrica a 320 nm de la emulsión al 5% del extracto seco de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*.

3.3. DEFINICION Y OPERALIZACION DE VARIABLES

3.3.1. VARIABLES IMPLICADAS:

Tabla 1: Variable independiente

| VARIABLE INDEPENDIENTES | INDICADOR | SUB INDICADOR | DEFINICION OPERACIONAL | | | | |
|---|---|---------------|------------------------|----------|---------|--|---|
| | | | NATURALEZA | MEDICION | ESCLALA | INSTRUMENTO | EXPRESION FINAL |
| Extracto hidroalcohólico al 70% de las flores de <i>Senna birostris</i> y <i>Viguiera procumbens</i> (Mutuy y Sunchu) | Concentración: Cantidad de extracto hidroalcohólico seco al 70% de <i>Senna birostris</i> y <i>Viguiera procumbens</i> . | | Cuantitativo | Directa | Razón | Balanza analítica de sensibilidad 0.001g | %P/P: porcentaje peso de soluto/peso de una solución. |

Tabla 2: Variables dependientes

| VARIABLES DEPENDIENTES | INDICADOR | SUB INDICADOR | DEFINICION OPERACIONAL | | | | |
|-------------------------------|---|----------------------------|------------------------|-----------|---------|-------------------|-----------------|
| | | | NATURALEZA | MEDICION | ESCLALA | INSTRUMENTO | EXPRESION FINAL |
| Actividad antioxidante | Molécula capaz de retardar o inhibir la oxidación de otras moléculas. | Decoloración de la muestra | Cuantitativo | Indirecta | Razón | Espectrofotómetro | % |

| | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------|------------------|----------------|----------------------------|--|
| <p>Capacidad Fotoprotectora <i>in vitro</i></p> | <p>Determinación espectrofotométría del FPS de las emulsiones cosméticas al 1, 3 y 5% del extracto hidroalcohólico de las flores de <i>Senna birostris</i> y <i>Viguiera Procumbens</i>.</p> | <p>Absorbancia de la muestra</p> | <p>Cuantitativo</p> | <p>Indirecta</p> | <p>Ordinal</p> | <p>Espectrofotómetro</p> | <p>- Bajo: 2 - 6 - Medio: 8 - 12 - Alto: 15 - 25 - Muy alto: 30 - 50 - Ultra: superior a 50 (95)</p> |
| <p>Emulsiones Cosméticas con extracto hidroalcohólico de <i>Senna birostris</i> y <i>Viguiera procumbens</i> (Mutuy y Sunchu)</p> | <p>Análisis Organoléptico: Metodo utilizado para evaluar las caratecticas de la emulsion cosmetica , utilizando organos sensoriales.</p> | <p>Aspecto: Característica física para valorar la homogeneidad de la emulsión.</p> | <p>Cualitativo</p> | <p>Directa</p> | <p>Nominal</p> | <p>Estimación visual</p> | <p>-Homogéneo -No homogéneo</p> |
| | | <p>Textura: Característica física para valorar la fluidez de la emulsión.</p> | <p>Cualitativo</p> | <p>Directa</p> | <p>Nominal</p> | <p>Estimación visual</p> | <p>-Fluida -Cremosa</p> |
| | | <p>Color: Característica física para evaluar la tonalidad de la emulsión.</p> | <p>Cualitativo</p> | <p>Directa</p> | <p>Nominal</p> | <p>Estimación visual</p> | <p>Escala de Pantone</p> |
| | | <p>Olor: Característica física para valorar el olor de la emulsión</p> | <p>Cualitativo</p> | <p>Directa</p> | <p>Nominal</p> | <p>Estimación olfativa</p> | <p>-Agradable -Desagradable -Sin olor</p> |

| | | | | | | |
|---|---|--------------|---------|---------|-------------------|---|
| <p>Análisis fisicoquímico: Es la determinación de diversas propiedades con el objetivo de garantizar la calidad de las emulsiones.</p> | <p>pH: Medida de la acidez o alcalinidad de una disolución acuosa.</p> | Cuantitativo | Directa | Razón | Tira de pH | <ul style="list-style-type: none"> - pH 1-4,4: No aceptable - pH 4,5-7,5: Aceptable - pH 7,6 a más: No aceptable |
| | <p>Extensibilidad: Medida de del aumento de la superficie de una determinada cantidad de muestra al ser sometida a presiones crecientes.</p> | Cuantitativo | Directa | Razón | Placa Petri | mm2 |
| | <p>Microscopia: Método para confirmar el equilibrio entre la fase oleosa y acuosa y la homogeneidad entre ambas fases.</p> | Cualitativo | Directa | Nominal | Estimación visual | <ul style="list-style-type: none"> - Homogéneo - No homogéneo |
| | <p>Sedimentación: Se realiza un proceso de centrifugación en todas las emulsiones con el fin de asegurar la estabilidad del producto y verificar que no haya separación entre las fases.</p> | Cualitativa | Directa | Nominal | Estimación visual | <ul style="list-style-type: none"> - Estable - No estable (separación de fases) |

3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

De la especie vegetal: *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Mutuy y Sunchu)

A. Criterios de inclusión:

- ❖ Flores pertenecientes a la comunidad de Chihuaco – Sicuani – Canchis – Cusco.
- ❖ Flores enteras, que no han sido atacadas por insectos.

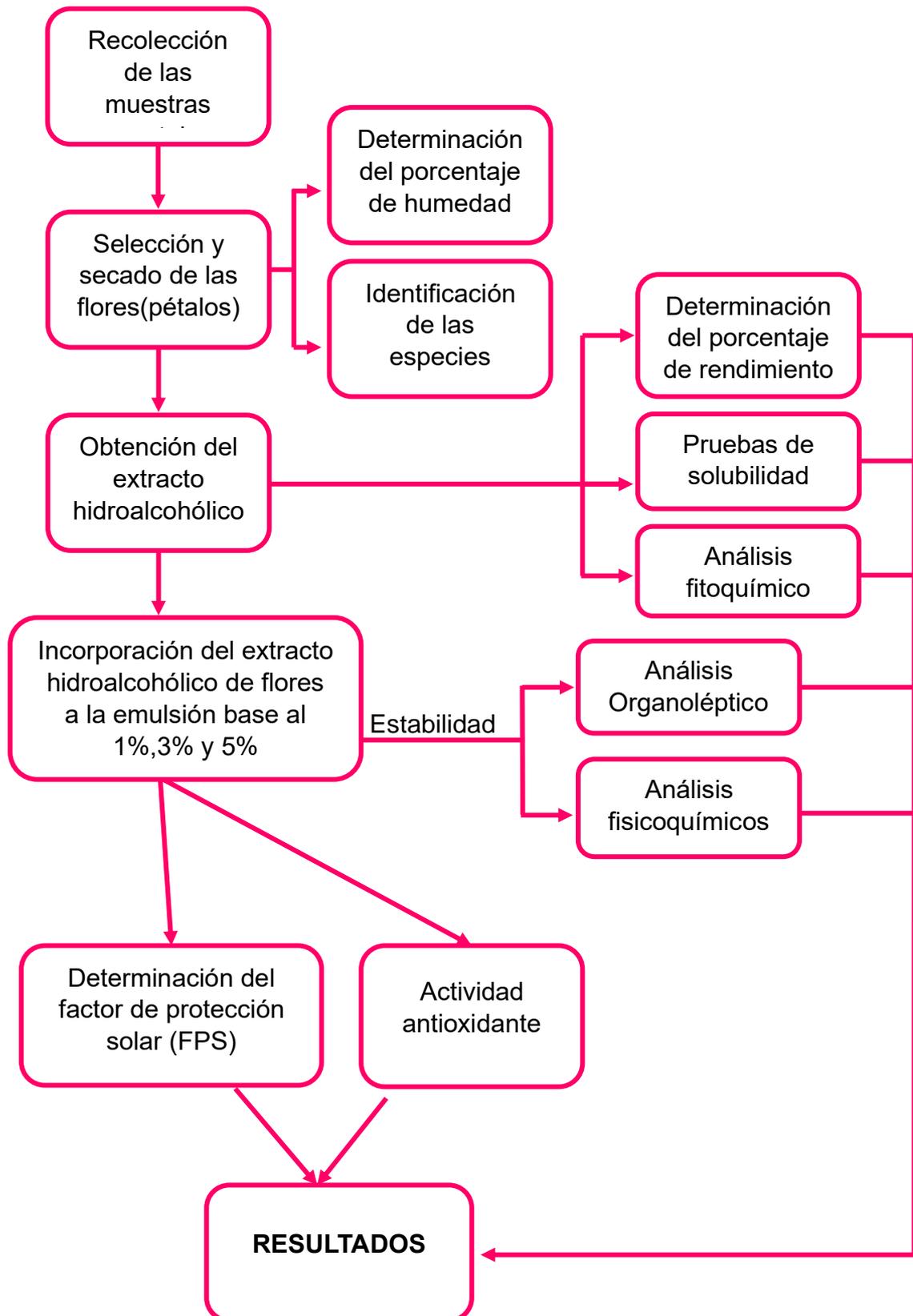
B. Criterios de exclusión:

- ❖ Hojas, tallos, raíces y frutos de las especies *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Mutuy y Sunchu).
- ❖ Flores deterioradas, dañadas por insectos o afectadas por condiciones ambientales adversas.

3.5. PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó la recolección de las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu), para luego seleccionarlas y realizar el secado de las mismas, con el fin de determinar el porcentaje de humedad. Posteriormente, se llevó a cabo la obtención del extracto hidroalcohólico al 70 %, con el cual se determinó el porcentaje de rendimiento. Además, se realizó pruebas de solubilidad y análisis fitoquímico. Después, se incorporará el extracto obtenido en pre-formulaciones a una concentración al 5%, la cual se sometió a un estudio de estabilidad acelerada (físico y químico). Se eligió la emulsión que presentó estabilidad física y química durante los 15 días de prueba. Con la emulsión elegida, se determinó *in vitro* el FPS y la actividad antioxidante. Además, se observó durante 30 días a temperatura ambiente. Esto nos permitió identificar posibles cambios físicos y químicos a concentraciones del 1%, 3% y 5%, los cuales podrían no haber sido evidentes en la pre-formulación y podrían afectar la estabilidad del producto (Flujograma 1).

Flujograma 1: Procedimiento general de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.5.1. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES, DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y EL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS

3.5.1.1. Recolección de la muestra vegetal

Las flores de las especies *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake fueron recolectadas de la comunidad de Chihuaco, ubicada en el distrito de Sicuani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, durante los meses de enero y febrero de 2022.

3.5.1.2. Determinación de la identidad de la especie vegetal

Para obtener la certificación botánica se llevó las muestras completas de ambas especies al Herbario Vargas Cuz de la Escuela Profesional de Biología de la universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

3.5.1.3. Selección y secado

Las flores recolectadas fueron cuidadosamente seleccionadas, asegurándose que estén intactas y libres de partículas como insectos, hongos y suciedad. El secado se realizó en un espacio fresco, seco, alejado de la luz y a temperatura ambiente.

3.5.1.4. Porcentaje de humedad

El secado de plantas es una técnica de preservación que conserva la calidad al disminuir la humedad, evitando el deterioro y la contaminación microbiana durante el almacenamiento (96)(97). También previene reacciones químicas no deseadas, manteniendo la consistencia y textura (97).

Para determinar el porcentaje de humedad se usó el método Gravimétrico mediante el uso de placas Petri, agregando aproximadamente 10 gramos de muestra por triplicado a una temperatura de 40-50°C en estufa hasta obtener un peso constante. Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de humedad (98)(99):

$$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

Pi: Peso inicial

Pf: Peso final

3.5.1.5. Obtención del extracto hidroalcohólicos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake.

El extracto hidroalcohólico se obtuvo por maceración de las flores de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* con etanol al 70%, durante 20 días a temperatura ambiente, en frascos de vidrio color ámbar debidamente etiquetados, con agitación constante. Esta solución se filtró y evaporó en rotavapor.

3.5.1.6. Porcentaje de rendimiento del extracto hidroalcohólicos al 70% de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake.

Para determinar el porcentaje de rendimiento del extracto hidroalcohólicos al 70% de las flores de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*, se realizó mediante la siguiente formula (99):

$$\%E = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

%E: Porcentaje de rendimiento

Pi: Peso inicial (muestra seca)

Pf: Peso final (extracto etanolico seco)

3.5.2. ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES DE MUTUY Y SUNCHU

Los extractos hidroalcohólicos fueron sometidos a un análisis fitoquímico con el objetivo de determinar de manera cualitativa la presencia de metabolitos secundarios. Se llevó a cabo la identificación de estos metabolitos mediante reacciones químicas específicas, caracterizadas por cambios de color y formación de precipitados. Se incluye una tabla resumen (Tabla 3) que detalla los reactivos utilizados para cada grupo de metabolitos, proporcionando así una visión general de los compuestos presentes en los extractos (100).

A. FLAVONOIDES:

Ensayo de Shinoda: Este método permite detectar la presencia de flavonoides en un extracto vegetal. En caso de que la alícuota del extracto esté en etanol, se diluye con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y se agrega un pequeño trozo de cinta de magnesio metálica. Después de la reacción, se espera durante 5 minutos y se añade 1 ml de alcohol amílico; a continuación, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen. Si la alícuota del extracto está en agua, se sigue un proceso similar tras la adición de ácido clorhídrico concentrado. Se considera que el ensayo es positivo cuando el alcohol amílico adquiere tonalidades intensas de amarillo, naranja, carmelita o rojo en todos los casos (100).

B. FENOLES Y TANINOS

Ensayo de Cloruro de hierro (III): La prueba de cloruro de hierro (III) es un método cualitativo utilizado para determinar la presencia de fenoles en una muestra. Los fenoles reaccionan con el cloruro de hierro (III) para formar complejos coloreados. Se agrega unas gotas de la solución de cloruro de hierro (III) a la muestra y se observa cualquier cambio de color en la mezcla.

- Desarrollo de una coloración rojo_vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos (100).

C. QUINONAS:

Ensayo KOH 10 %: Para realizar un ensayo cualitativo de alcalinidad para quinonas, puede ser útil una simple reacción de color basada en las propiedades redox de las quinonas; así, la reducción a un producto incoloro (o menos intensamente coloreado) y la fácil regeneración de su color por oxidación es característico y distintivo de ellas (en comparación a otros compuestos naturales coloreados). La reducción puede efectuarse con solución neutra o alcalina (100).

D. ALCALOIDES:

Ensayo de Dragendorff

Permite identificar la presencia de alcaloides en un extracto. Para llevar a cabo esta identificación, si la alícuota está disuelta en un solvente orgánico, es necesario evaporar este último en un baño de agua y luego volver a disolver el residuo en 1 ml de HCl al 1%. En el caso de que el extracto sea acuoso, se le agrega una gota de ácido clorhídrico concentrado, se calienta suavemente y se deja enfriar hasta alcanzar acidez. Posteriormente, se realiza el ensayo con la solución acuosa ácida, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff. Se considera un resultado positivo (+) en caso de opalescencia, definido (++) si hay turbidez y fuerte (+++) si se forma un precipitado (100) (101).

E. AZÚCARES REDUCTORES Y GLICÓSIDOS

Ensayo de Fehling: Facilita la identificación de azúcares reductores en un extracto. En este proceso, si la porción del extracto no está en agua, se procede a evaporar el solvente en un baño de agua, y luego el residuo se vuelve a disolver en 1-2 ml de agua. Se añaden 2 ml del reactivo recién preparado y se calienta la mezcla en un baño de agua durante 5-10 minutos. La evaluación se considera positiva si la solución se tiñe de rojo o si surge un precipitado rojo (102).

F. LACTONAS SESQUITERPENOS

Ensayo de Liebermann-burchard: Permite reconocer en un extracto la presencia de triterpenos y/o esteroides. Se adiciona 1 mL de anhídrido acético

y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayos se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración:

- ❖ Rosado-azul muy rápido.
- ❖ Verde intenso-visible, aunque rápido.
- ❖ Verde oscuro-negro-final de la reacción (100).

G. SAPONINAS:

Ensayo de la espuma: Permite reconocer en un extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo esteroidal como triterpénica. De modo que, si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos. El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos (100).

H. AMINOÁCIDOS

Ensayo de la ninhidrina: Permite reconocer en los extractos vegetales la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general. Se toma una alícuota del extracto en alcohol, o el residuo de la concentración en baño de agua, si el extracto se encuentra en otro solvente orgánico, se mezcla con 2 mL de solución al 2 % de ninhidrina en agua. La mezcla se calienta 5- 10 minutos en baño de agua. Este ensayo se considera positivo cuando se desarrolla un color azul violáceo (100).

Tabla 3: Análisis Fitoquímico Cualitativo

| METABOLITOS | REACTIVO |
|------------------------------------|-----------------------|
| FLAVONOIDES | Shinoda |
| | Vapor NH ₃ |
| FENOLES | FeCl ₃ |
| QUINONAS | KOH 10% |
| TANINOS | FeCl ₃ |
| ALCALOIDES | Drangendorf |
| | Mayer |
| AZÚCARES REDUCTORES | Fheling |
| GLICOSIDOS | Fheling |
| LACTONAS SESQUITERPENOS | Lieberman Bourchar |
| SAPONINAS | Espuma |
| AMINOÁCIDOS | Ninhidrina |

FUENTE: Lock-de Ugaz O., Investigación Fitoquímica (100).

3.5.3. PRE-FORMULACIÓN Y FORMULACIÓN FINAL DE LA EMULSIÓN COSMÉTICA, Y ANÁLISIS DE SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICOQUÍMICAS

3.5.3.1. Pre- formulación de la emulsión cosmética

Se planteó la elaboración de diversas formulaciones (4 fórmulas) de emulsiones base. A Cada una de estas formulaciones se le incorporaron extractos a la concentración más alta (5%), tanto para el patrón (vitamina E). Las pre-formulaciones fueron sometidas a dos condiciones de ciclos, uno de 24 horas a -14 °C y 24 horas a temperatura ambiente, y otro ciclo de 24 horas a -4 °C y 24 horas a 40 °C, durante un

período de 15 días. A lo largo de este período, se realizaron pruebas fisicoquímicas y organolépticas en los días 0, 5, 10 y 15 (103) .

La elección de la emulsión base se basó en la estabilidad mostrada, tanto a nivel organoléptico como fisicoquímico. Esto se traduce en la ausencia de separación de fases, compatibilidad con los extractos y presentación de características organolépticas adecuadas. Se evaluaron los siguientes parámetros:

3.5.3.1.1. Análisis Organoléptico

- ❖ **Textura:** Se examinó la apariencia general de la emulsión y se aplicó una pequeña cantidad sobre la piel limpia y seca. Luego, se evaluó su suavidad, facilidad de aplicación y sensación al tacto, observando cuidadosamente su absorción y verificando si mantenía una consistencia fluida o cremosa (104) (105).
- ❖ **Aspecto:** Se llevó a cabo una evaluación visual con el objetivo de identificar posibles alteraciones macroscópicas, asegurándose de la ausencia de grumos, partículas sólidas visibles o signos de separación de fases. Se determinó la homogeneidad o no homogeneidad del producto como parte de este análisis (105).
- ❖ **Color:** Se realizó una observación directa de las emulsiones con el propósito de analizar su tonalidad. Se empleó la escala de Pantone, una referencia de colores identificados por códigos, para una evaluación más precisa y objetiva de la coloración de las emulsiones (105).
- ❖ **Olor:** La evaluación se llevó a cabo directamente mediante el sentido del olfato, asegurando la apreciación del aroma como agradable, desagradable o sin olor (104) (105).

3.5.3.1.2. Análisis fisicoquímicos

- ❖ **Determinación del pH:** El pH da una medida del grado de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa.(106) . Se determinó mediante tiras de pH, se tomó una pequeña porción de muestra con una varilla y la extendimos sobre la tira, esperamos un minuto antes de definir el valor de pH por aproximación visual.
- ❖ **Sedimentación:** Todas las emulsiones se someten a centrifugación para garantizar la estabilidad del producto y la ausencia de separación de fases

(106) . Se separo 2 gr de la emulsión cosmética a un tubo de ensayo y se centrifugó durante 30 min a 2500 rpm.

- ❖ **Microscopía:** Para confirmar el equilibrio entre la fase oleosa y acuosa y la homogeneidad entre ambas fases, se coloca una muestra en una lámina portaobjetos, se cubre con un cubreobjetos y se observa al microscopio. La estabilidad se evidencia cuando los bordes están cerrados, lo que indica una correcta unión entre las fases, logrando así un equilibrio adecuado entre los tensioactivos, la fase oleosa y la fase acuosa. Además, se espera que el fondo sea uniforme, con presencia de gotículas pequeña (106).
- ❖ **Extensibilidad:** En términos de extensibilidad, se define como el aumento de área superficial que se produce para un volumen de emulsión cuando se somete a un peso creciente durante un intervalo de tiempo específico (107).

Procedimiento de medición de diámetros de emulsiones en portaobjetos:

1. Se trazó el contorno de un portaobjetos sobre papel milimétrico y trazaron las dos diagonales.
2. Se aseguró que el portaobjeto (portaobjetos 1) quede dentro del contorno dibujado en el papel milimétrico
3. Se colocó 1 gramo de emulsión sobre el portaobjetos (portaobjetos 1), asegurándose de que coincida con la intersección de las diagonales del papel colocado debajo.
4. Se pesó un segundo portaobjetos (portaobjetos 2).
5. Se colocó el segundo portaobjeto sobre el primero (portaobjetos 1).
6. Se esperó durante un minuto.
7. Después de ese tiempo, se midieron sobre las diagonales trazadas los dos diámetros que formaba la emulsión, anotando las medidas.
8. Se agregó un segundo peso de 1 gramo y se esperó durante un minuto.
9. Repetir el paso 7 y 6 con pesos de 2 gramos y 4 gramos.

El área de extensibilidad se halló mediante la siguiente fórmula:

$$AE = \pi(rp)^2$$

rp: Radio promedio de las dos dimensiones (mm²) (28).

3.5.3.2. Formulación final

La formulación final se eligió en función de aquella que presentó las mejores características organolépticas y fisicoquímicas. Esta formulación se llevó a cabo a concentraciones del 1%, 3%, y 5% para cada extracto de Mutuy y Sunchu. Además, se realizó la formulación del patrón con vitamina E en las mismas concentraciones. Estas formulaciones fueron evaluadas a lo largo de 30 días a temperatura ambiente. Esto nos permite observar posibles cambios en aspectos fisicoquímicos y organolépticos, anteriormente mencionados.

3.5.4. MÉTODO DE DETERMINACIÓN *IN VITRO* DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A BASE DE EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MUTUY Y SUNCHU

El método de decoloración por radicales 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), es muy utilizado para determinar la actividad antioxidante global. DPPH es una sustancia cromógena de naturaleza radical (108) , con un color púrpura intenso (70) estos radicales libres pueden interactuar fácilmente con los antioxidantes mediante la transferencia de un átomo por parte del antioxidante (109) (70). Esta reacción va acompañada de una pérdida de color es proporcional a la actividad antioxidante medido a 517 nm (70).

La actividad antioxidante se evaluó de acuerdo a lo descrito por *Mariotti et al.*, (110) con ligeras modificaciones, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

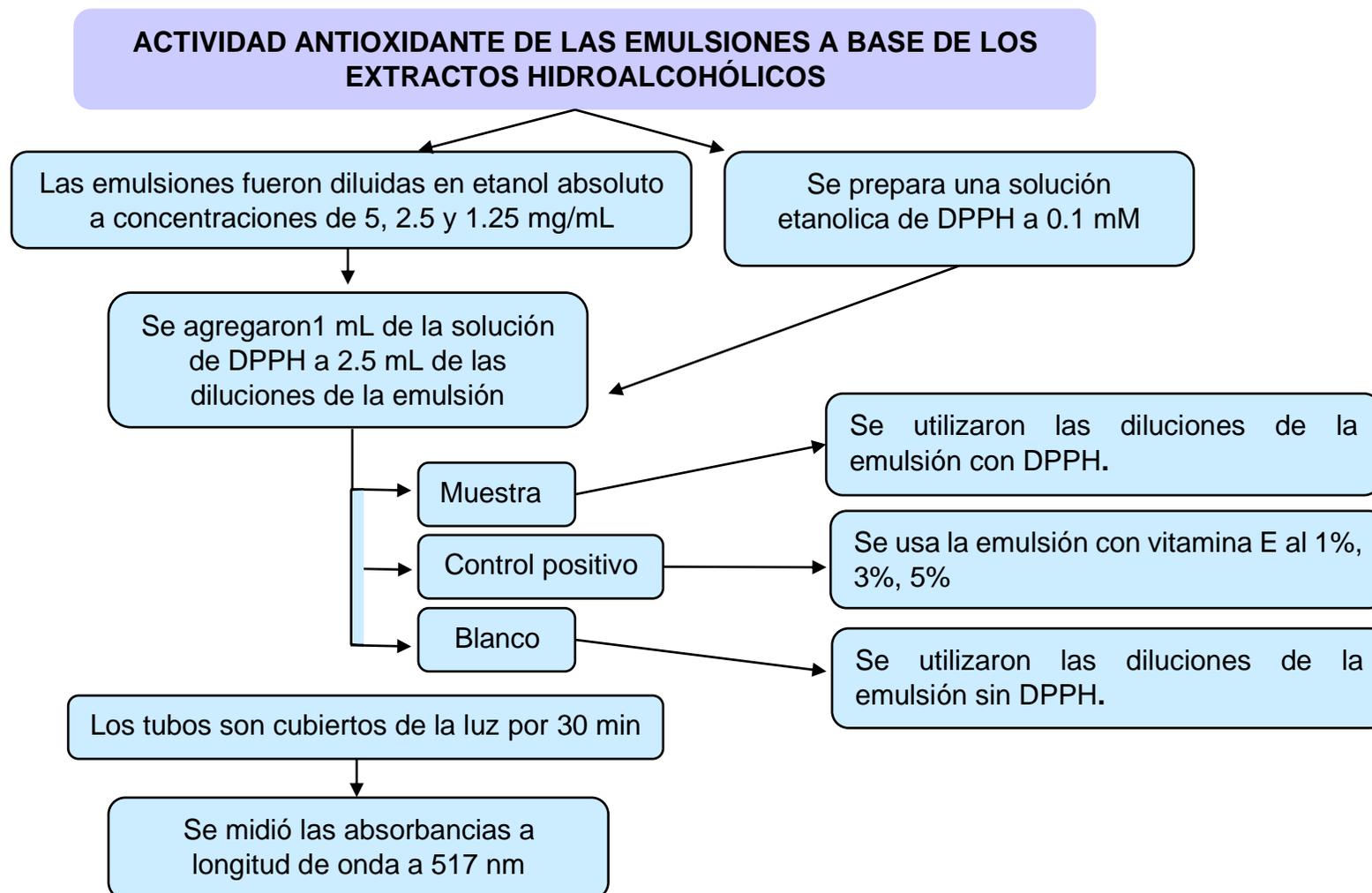
1. Se preparó una solución 0.1mM de DPPH en etanol.
2. Se diluyó las emulsiones con los extractos a 1.25, 2.5, 5 mg/mL en etanol.
3. A 1 mL de la solución de DPPH se le adicionó 2.5mL de las diluciones de la emulsión y del patrón
4. Los tubos se cubrieron de la luz por media hora.
5. Se midió las absorbancias a $\lambda=517\text{nm}$.
6. Como blancos se usó las diluciones de la emulsión sin DPPH.
7. La lectura se realizó por triplicado.
8. La actividad antioxidante se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%I: 100 - \frac{[(Abs\ muestra - Abs\ blanco) \times 100]}{Abs\ control}$$

Donde:

- ❖ Abs muestra: Absorbancia de las diluciones de las muestras + DPPH.
 - ❖ Abs blanco: Absorbancia de las diluciones de las muestras (blancos, sin DPPH).
 - ❖ Abs control: Absorbancia de la solución de DPPH en etanol.
9. Se realizó el mismo procedimiento con la emulsión con vitamina E al 1, 3 y 5%.

Flujograma 2: Determinación de la actividad antioxidante *in vitro*



Fuente: Elaboración propia

3.5.5. DETERMINACIÓN *IN VITRO* DEL FACTOR DE PROTECCIÓN SOLAR (FPS) DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A BASE DE EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE MUTUY Y SUNCHU

El FPS de las emulsiones elaboradas se determinó utilizando un método *in vitro* descrito por Mansur et al. (1986). Esta metodología implica un proceso espectrofotométrico donde la emulsión se diluye en etanol absoluto hasta alcanzar una concentración de 0,2 mg/mL, siguiendo una condición establecida por el autor para establecer una relación con el método *in vivo*. Utilizando una fórmula matemática desarrollada según este método, se relacionan los valores de absorbancia obtenidos de las muestras con el FPS de la formulación. Cabe destacar que este estudio evaluó el FPS en el rango de 290 a 320 nm, que corresponde al rango de radiación UVB, excluyendo la evaluación en los rangos UVA y UVC (111). Las mediciones de absorbancia de las diluciones se llevaron a cabo entre 290 y 320 nanómetros, utilizando una celda de cuarzo de 1 cm con intervalos de 5 nm. Se realizaron por triplicado, y el Factor de Protección Solar (FPS) se determinó empleando la fórmula propuesta por Mansur y colaboradores en el año 1986 (112) (113).

La actividad fotoprotectora se evaluó de acuerdo con lo propuesto por **Mansur et al.**, con el siguiente procedimiento (111) (112) (113):

1. La emulsión se disolvió a 0.2mg/mL en etanol.
2. Se realizó la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro UV-Vis a $\lambda=290$, 295, 300, 305, 310, 315 y 320 nm.
3. Se usó como patrón el protector solar Neutrogena – sun fresh 70 FPS.
4. Para calcular el FPS se aplicó la siguiente ecuación:

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

5. Con el objetivo de lograr mediciones por debajo de 1.5 AU para el protector solar comercial, siguiendo el método de Gutiérrez et al., se llevó a cabo una dilución adicional después del paso 1. Esta etapa implicó tomar 0.1 mL de la solución filtrada a 0.2 mg/mL y diluirla a 10 mL con etanol absoluto, para luego

continuar con el paso 2. Por consiguiente, se necesitó aplicar un segundo factor de corrección según lo señalado por Gutiérrez et al., resultando en un nuevo factor de dilución de 100.

Donde:

FPS= Factor de Protección Solar

FC= 10 (factor de corrección)

EE (λ)= Efecto eritemogénico de la radiación de longitud de onda λ

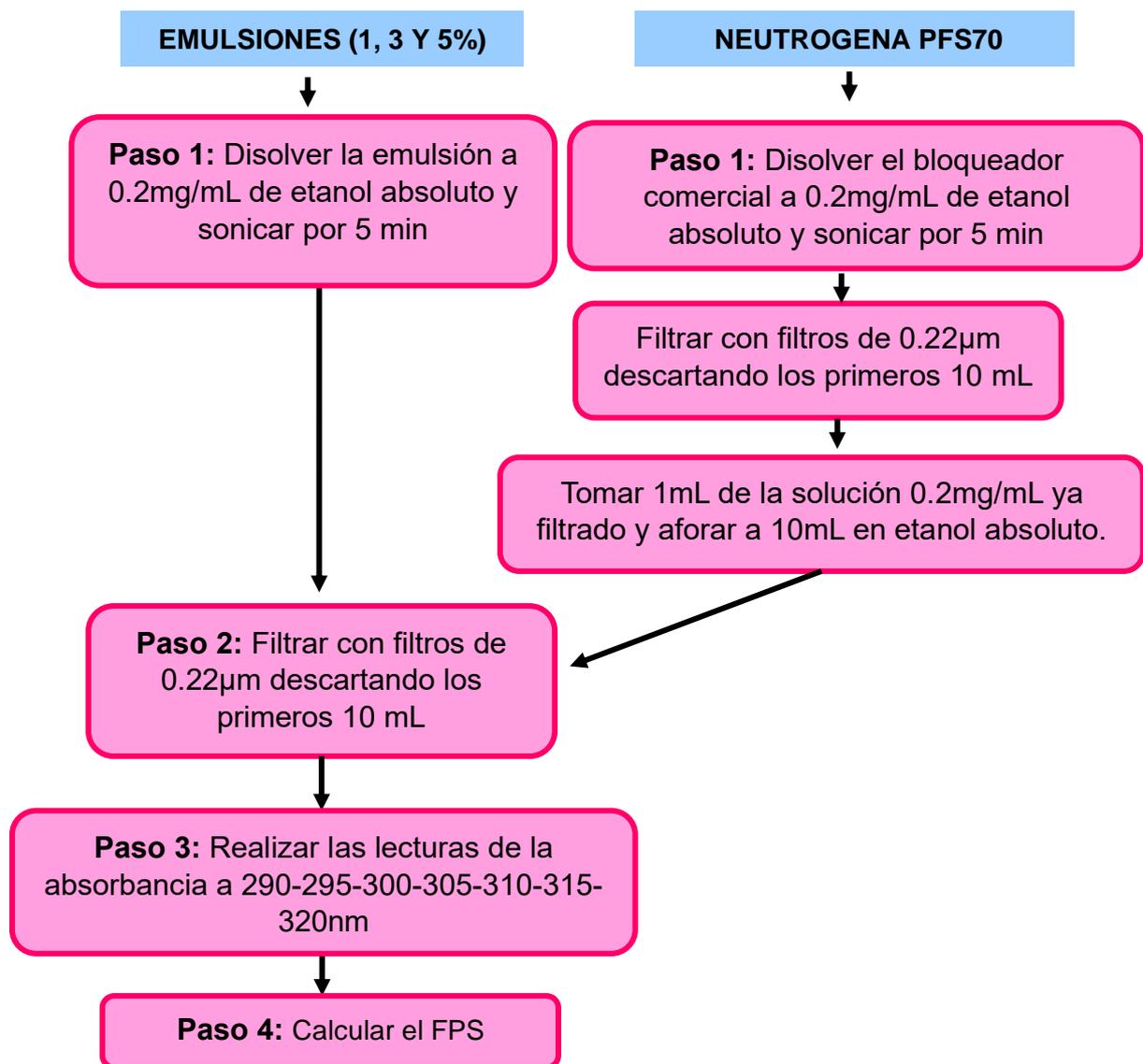
I (λ) = Intensidad del sol en la longitud de onda λ

Abs (λ)= Absorbancia de la solución en la longitud de onda λ

La relación entre el efecto eritemogénico y la intensidad de la radiación de cada longitud de onda ($EE(\lambda) \times I(\lambda)$) es una constante determinada por Sayre et al.(1979) (111) (112).

| longitud de onda λ (nm) | EE x I |
|---|---------------|
| 290 | 0,0150 |
| 295 | 0,0817 |
| 300 | 0,2874 |
| 305 | 0,3278 |
| 310 | 0,1864 |
| 315 | 0,0839 |
| 320 | 0,0180 |

Flujograma 3: Determinación del factor de protección solar



Fuente: Elaboración propia

3.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos a usar son las Fichas de Recolección de Datos elaboradas (Anexo 2).

3.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la distribución ordenada de los datos y poder procesarlos se usó el Software estadístico SPSS versión 23.0, se ejecutaron las pruebas estadísticas de

ANOVA y las Post Hoc: Test de Scheffé; además se utilizó el Software Microsoft Excel ver. 2019 para obtención de gráficos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4. 1. DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO

4.1.1. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y *Viguiera procumbens* (sunchu) (Pers.) S.F. Blake

Tabla 4: Porcentaje de humedad de las flores de *Senna birostris* (mutuy)

| | <i>Peso de muestra fresca (gr)</i> | <i>Peso de muestra seca (gr)</i> | <i>Porcentaje de humedad</i> | Promedio |
|---|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| <i>Senna birostris</i> (MUTUY) | 10,134 | 1,926 | 81,00 | 80,49 |
| | 10,113 | 1,919 | 81,02 | |
| | 10,171 | 2,089 | 79,46 | |

Tabla 5: Porcentaje de humedad de las flores de *Viguiera procumbens* (sunchu)

| | <i>Peso de muestra fresca (gr)</i> | <i>Peso de muestra seca (gr)</i> | <i>Porcentaje de humedad</i> | Promedio |
|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| <i>Viguiera procumbens</i> (SUNCHU) | 10,084 | 2,022 | 79,95 | 79,64 |
| | 10,163 | 2,083 | 79,50 | |
| | 10,151 | 2,085 | 79,46 | |

En la tabla N°4 y 5 se muestran los resultados del porcentaje de humedad para las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu). Dando como resultado un promedio de 80,49 % y 79,64 % para Mutuy y para Sunchu respectivamente.

Análisis y discusión de resultados

En el estudio realizado por Quispe Herrera R. (2008), el porcentaje de humedad de las muestras frescas de flores (pétalos) de la especie vegetal *Viguiera procumbens* (Persoon) S. F. Blake fue de 75,15% (8), con una ligera diferencia con el resultado obtenido en este estudio un promedio de 79,64%. Para *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy), se obtuvo un promedio de 80,49%.

Según reportes bibliográficos, para muestras de pétalos, el rango de humedad es de 65 a 80% (8), los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro de este rango.

Ambos resultados son relativamente altos, lo que implica que las muestras de las flores deben manejarse con mucho cuidado y se debe garantizar un proceso de secado adecuado, así como un almacenamiento correcto para evitar una contaminación microbiana (98), durante el proceso de secado.

4.1.2. DEL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (sunchu)

Tabla 6: Porcentaje de rendimiento de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (sunchu)

| | Peso de muestra seca (gr) | Peso de extracto seco (gr) | Porcentaje de rendimiento |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Senna birostris</i> (Mutuy) | 73 | 21,481 | 29,43 |
| <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) | 118 | 27,26 | 23,10 |

Análisis y discusión de resultados

Para obtener un alto porcentaje de rendimiento es mejor utilizar un material vegetal molido, ya que la porción de partículas promueve el contacto entre el soluto y el solvente. Además, la mejora del rendimiento de extracción por interacción de

partículas se confirma al comparar el efecto de la agitación y la ausencia de agitación, en el trabajo realizado por Benitez et al.,2019 (114).

Es importante mencionar que no se encontraron estudios relacionados al porcentaje de rendimiento referentes a las especies en estudio. Puede ser el resultado de múltiples factores, como la novedad del tema, la falta de interés previo, limitaciones en la investigación previa o la ausencia de datos específicos en la literatura científica. Esta carencia resalta la necesidad de investigaciones adicionales para llenar este vacío de conocimiento y comprender mejor el rendimiento de estas especies en estudio.

4.2. DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO Y SOLUBILIDAD DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO

4.2.1. DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

Tabla 7: Análisis fitoquímico cualitativo del extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu)

| METABOLITOS | REACTIVO | MUTUY (<i>Senna birostris</i>) | SUNCHU (<i>Viguiera procumbens</i>) |
|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Flavonoides | Shinoda | +++ | +++ |
| | Vapor NH ₃ | +++ | +++ |
| Fenoles | FeCl ₃ | +++ | +++ |
| Quinonas | KOH 10% | ++ | +++ |
| Taninos | FeCl ₃ | ++ | +++ |
| Alcaloides | Drangendorf | - | - |
| | Mayer | - | - |
| Azúcares Reductores | Fheling | ++ | +++ |
| Glicósidos | Fheling | ++ | + |
| Lactonas Sesquiterpenos | Liberman Bourchar | + | + |
| Saponinas | Espuma | ++ | - |
| Aminoácidos | Ninhidrina | - | + |

FUENTE: Lock-de Ugaz O., Investigación Fitoquímica (100). Datos recolectados con el anexo 2C.

| Leyenda | | | |
|--------------------|-----|---------------|---|
| Abundante cantidad | +++ | Poca cantidad | + |
| Regular cantidad | ++ | Ausente | - |

En la tabla N° 7 se muestran los resultados del análisis fitoquímico cualitativo del extracto hidroalcohólico de las flores de Mutuy y Sunchu.

El análisis fitoquímico se considera crucial debido a su capacidad para identificar de manera cualitativa los grupos químicos primordiales que se encuentran en una planta. Esta metodología es fundamental para adentrarse en la comprensión de la fisiología y la bioquímica de los seres vivos responsables de la producción de estos compuestos (98). Además, posibilita la utilización óptima de las plantas con propósitos científicos, médicos y económicos (98) (115) (116).

Análisis y discusión de resultados

La evaluación fitoquímica del extracto hidroalcohólico al 70% Mutuy (*Senna birostris*) y el estudio de Mendes Barzola (2014) sobre las flores de *Senna birostris* utilizando un extracto alcohólico al 80% presentan diferencias en la composición de metabolitos secundarios de la planta.

Este estudio reveló la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, fenoles en abundante cantidad, seguidos de quinonas, taninos, azúcares reductores, glucósidos y saponinas, y en poca cantidad lactonas y sesquiterpenos.

En contraste, el estudio de Mendes Barzola (2014) evidencio que las flores de *Senna birostris*, sometidas a una extracción con alcohol al 80%, presentaban una cantidad considerable de flavonoides, acompañados de fenoles, taninos y azúcares reductores en proporciones moderadas, y una presencia mínima de saponinas (12).

La comparación entre ambos análisis resalta discrepancias notables en la concentración y presencia de ciertos metabolitos secundarios entre el extracto hidroalcohólico al 70% de Mutuy y el extracto alcohólico al 80% utilizado por Mendes Barzola. Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones en los métodos de extracción, las partes específicas de la planta utilizadas en cada estudio, así como a las condiciones de cultivo y ambientales.

Para Sunchu (*Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake), se identificaron metabolitos secundarios en abundantes cantidades para flavonoides, fenoles, taninos y azúcares reductores, en poca cantidad para glucósidos, lactonas y aminoácidos y ausencia de saponinas.

Quispe Herrera (2008) llevó a cabo una investigación titulada “Flavonoides de *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake y su efecto antioxidante”, empleando distintos solventes para extraer los compuestos de hojas, pétalos y tallos de *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (8).

El extracto hidroalcohólico al 90% de pétalos presentó abundante proporción de flavonoides, compuestos fenólicos, alcaloides y lactonas; en moderada proporción glucósidos, aminoácidos, saponinas, triterpenos y esteroides; y ausencia de cumarinas y quinonas. Para el extracto hidroalcohólico al 40%, se identificó en abundante proporción triterpenos, esteroides, aminoácidos; en moderada proporción azúcares reductores, flavonoides, compuestos fenólicos, taninos y saponinas; en baja proporción glucósidos; y ausencia de alcaloides y cumarinas. Respecto a la solubilidad en agua, se observó presencia de flavonoides en baja proporción y ausencia de los demás metabolitos (8). Estas diferencias en los resultados pueden ser atribuidas a las distintas partes de la planta analizadas, los solventes empleados y las técnicas de extracción utilizadas en cada estudio. Además, los niveles y tipos de compuestos encontrados varían según la solubilidad de los mismos en los diferentes solventes utilizados en la investigación de Quispe Herrera. Esto resalta la importancia de considerar las variaciones en los métodos de extracción y las partes de la planta estudiadas al interpretar los resultados de los perfiles fitoquímicos.

4.2.1. DEL ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD CUALITATIVO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES DE *Senna birostris* (*Dombey ex Vogel*) *HS Irwin y Barneby* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu)

Tabla 8: Análisis de solubilidad cualitativo del extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*

| Solvente | Grado de solubilidad de <i>Senna birostris</i> (Mutuy) | Grado de solubilidad de <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) |
|-----------------|---|--|
| Metanol | ++ | ++ |
| Etanol 40° | +++ | +++ |
| Etanol 70° | +++ | +++ |
| Agua destilada | ++ | ++ |
| Etanol 96° | + | + |
| Acetona | - | + |
| Cloroformo | - | + |
| Hexano | - | + |

FUENTE: Rengifo Zevallos Diana, Estudio fitoquímico cualitativo preliminar y cuantificación de flavonoides (117). Datos recolectados con el anexo 2D.

| Leyenda | | | |
|-------------|-----|--------------|---|
| Muy soluble | +++ | Poco soluble | + |
| Soluble | ++ | Insoluble | - |

En la tabla N° 8 se muestra el resultado de las características de solubilidad del extracto hidroalcohólico al 70% de flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu).

Análisis y discusión de resultados

Se observa en la tabla N° 8 que ambos extractos (Mutuy y Sunchu) en etanol a 40° y 70° son muy solubles, en metanol y agua son solubles, en etanol a 96° son poco soluble; en solventes como acetona, cloroformo y hexano el extracto de Sunchu es poco soluble e insoluble para el extracto de Mutuy. La alta solubilidad de ambos extractos en solventes polares se debe a su extracción con un solvente polar (alcohol a 70%) y poca o nula solubilidad en solventes apolares (118).

El grado en que una sustancia se disuelve en otra está determinado por la naturaleza tanto del soluto como del disolvente. Los solutos iónicos y polares son fácilmente solubles en solventes polares. Los solutos no polares son generalmente insolubles en líquidos polares (118)

4.3. DE LA INCORPORACIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) EN EMULSIONES COSMETICAS, A LAS CONCENTRACIONES DE 1%, 3% Y 5%

Tabla 9: Pre formulaciones de las emulsiones cosméticas

| 1° formulación | PROPORCIÓN | OBSERVACIONES |
|---|--|--|
| Fase oleosa: Aceite de girasol Oliven 1000 | 20% 6% | Esta formulación se descartó porque se observa presencia de pequeños grumos y una textura muy espesa, presentando un aspecto poco homogéneo. |
| Fase acuosa: Goma xanthan Glicerina Benzoato de sodio Sorbato de potasio Agua destilada Extracto de las flores | 3% 3% 0.5% 0.5% c.s.p. 100 g 5% | |
| 2° Formulación | Proporción | Observaciones |
| Fase oleosa: Lanette N Aceite mineral Propilenglicol | 15% 5% 5% | Esta formulación se descartó debido a que la emulsión estaba demasiado espesa y carecía de extensibilidad y al pasar los días se observó el cambio de color, en ambas condiciones. |
| Fase acuosa: Metilparabeno Propilparabeno Agua destilada Extracto de las flores | 0.2% 0.05% c.s.p. 100 g 5% | |
| 3° Formulación | Proporción | Observaciones |

| | | |
|---|-------------------------------|--|
| Fase oleosa: Monoestearato de glicerilo Propilenglicol | 20% 5% | Esta formulación demostró propiedades organolépticas ideales y estabilidad fisicoquímica en ambas condiciones, haciéndola apropiada para una emulsión cosmética. |
| Fase acuosa: Tween 80 Agua purificada Extracto de las flores | 10% c.s.p. 100 g 5% | |
| 4° Formulación | Proporción | Observaciones |
| Fase oleosa: Propilenglicol Carbopol 940 Cera Lanette N Monoestearato de glicerilo Vaselina líquida | 10% 1% 2% 2% 10% | Debido a la separación del extracto de la emulsión y su textura acuosa e inestable, se descartó esta formulación. |
| Fase acuosa Propilparabeno Metilparabeno Agua purificada Extracto de las flores | 1% 1% c.s.p. 100g 5% | |

FUENTE: Dr. Fernandez Montes Enrique, Manual de formulación magistral (119).

Formulación final

Luego de la elaboración de las pre-formulaciones de las emulsiones piloto, se seleccionó la fórmula 3° elaborada por Pérez Solier (2015)(120) y se realizaron algunos ajustes en la proporción de componentes. Para la fase oleosa se utilizó monoestearato de glicerol como emulsionante, propilenglicol como humectante, tween 80 como co-emulsionante, para la fase acuosa se utilizó agua purificada como vehículo después se agregó el extracto hidroalcohólico de las flores, como principio activo al que se le confiere la capacidad fotoprotectora y antioxidante. Por último, se agregó Sharomix como conservante natural para preservar la emulsión cosmética libre de bacterias, hongos.

Tabla 10: Análisis organoléptico de las emulsiones a base de extractos hidroalcohólicos de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (MUTUY)

| | | CONTROL ORGANOLEPTICO DE <i>Senna birostris</i> (MUTUY) | | | | | | | |
|--------------------|---------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 | Pantone PMS-1205 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Emulsión 3% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 | Pantone PMS-127 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |
| Emulsión 5% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 | Pantone PMS-129 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |

FUENTE: Elaboración propia

ANALISIS Y DISCUSION:

En la tabla N° 10 se observan los resultados del análisis organoléptico, realizado a las emulsiones elaboradas a base de *Senna birostris (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby* (Mutuy) a concentraciones 1%, 3% y 5%, el análisis se realizó en diferentes periodos de tiempo 0,5,10,15,20,25,30 días.

En la evaluación de la textura, se pudo observar que las emulsiones al 1%, 3% y 5%, desde el inicio hasta el final del período de estudio de 30 días, mantuvieron una consistencia constante y uniforme, exhibiendo una textura estable, que se describiría como cremosa. Este hallazgo sugiere una notable estabilidad en la textura de las emulsiones a lo largo del tiempo de evaluación.

En cuanto al análisis del color se utilizó la escala de colores Pantone, los colores de las emulsiones variaron dependiendo de la cantidad de extracto de las flores que se utilizó en las diferentes concentraciones, en la emulsión al 5% la intensidad de amarillo intenso fue mayor identificada como Pantone "PMS-1205", la emulsión al 3% fue un color amarillo identificado como Pantone "PMS-127" y por último la emulsión al 1% presento una coloración amarillo pálido identificado como Pantone "PMS-129", en las diferentes concentraciones no se observó una variación considerable durante el proceso.

En cuanto a la evaluación del aspecto, se realizó mediante observación visual y se descartó la presencia de grumos, separación de fases, variación de colores dentro la emulsión, las tres formulaciones presentaron un aspecto homogéneo desde el día 0 hasta el día 30.

Para la evaluación del olor, se realizó directamente con el sentido del olfato las tres formulaciones presentaron olor característico y agradable del extracto de *Senna birostris (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby* (Mutuy) y a monoestearato de glicerilo, que es un componente de la formulación. El olor que presento la emulsión al 1% fue más ligera de lo que presento la emulsión al 5%.

Tabla 11: Análisis organoléptico de las emulsiones a base de extractos hidroalcohólicos de *Viguiera procumbens* (SUNCHU)

| | | CONTROL ORGANOLPETICO DE <i>Viguiera procumbens</i> (SUNCHU) | | | | | | | |
|--------------------|---------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 | Pantone PMS-1355 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico |
| Emulsión 3% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 | Pantone PMS-135 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico | Característico |
| Emulsión 5% | Textura | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa | Cremosa |
| | Color | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 | Pantone PMS-1365 |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |
| | Olor | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable | Agradable |

FUENTE: Elaboración propia

ANALISIS Y DISCUSION:

En la tabla N° 11 se observan los resultados del análisis organoléptico, realizado a las emulsiones elaboradas a base *Viguera procumbens* (Sunchu) a concentraciones 1%, 3% y 5%, el análisis se realizó en diferentes periodos de tiempo 0,5,10,15,20,25,30 días.

En la evaluación de la textura, durante el estudio de 30 días, las emulsiones al 1%, 3% y 5% mantuvieron una textura cremosa estable y consistente, demostrando una notoria estabilidad en su composición a lo largo del tiempo evaluado.

Respecto al análisis del color se utilizó la escala de colores Pantone, los colores de las emulsiones variaron dependiendo de la cantidad de extracto de las flores que se incorporó en diferentes concentraciones, en la emulsión al 5% el color fue beige identificada como Pantone "PMS-1365", la emulsión al 3% fue un color amarillo claro identificado como Pantone "PMS-135" y por último la emulsión al 1% presento una coloración crema ligero identificado como Pantone "PMS-1355", en las diferentes formulaciones no se observó un cambio considerable del color durante el proceso.

La evaluación del aspecto se llevó a cabo mediante observación visual directa. Se descartó la presencia de grumos, separación de fases o variaciones de color dentro de la emulsión. Desde el principio hasta el último día de la evaluación, las tres formulaciones mantuvieron un aspecto homogéneo.

Para la evaluación del olor, se realizó directamente con el sentido del olfato. Las tres formulaciones exhibieron un olor agradable y característico del extracto de *Viguera procumbens*. El aroma percibido en la emulsión al 1% fue más suave que el de la emulsión al 5%.

Tabla 12: Análisis fisicoquímico de las emulsiones a base de extractos hidroalcohólicos de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (MUTUY)

| CONTROL FISICOQUIMICO DE <i>Senna birostris</i> (MUTUY) | | | | | | | | |
|--|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | pH | 5,5 | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 2,84 mm ² | 2,84 mm ² | 3,24 mm ² | 3,18 mm ² | 4,52 mm ² | 4,76 mm ² | 4,91 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |
| Emulsión 3% | pH | 6 | 6 | 6 | 5,5 | 5,5 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 2,27 mm ² | 2,54 mm ² | 2,63 mm ² | 2,69 mm ² | 3,14 mm ² | 3,23 mm ² | 3,31 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |
| Emulsión 5% | pH | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 1,33 mm ² | 1,54 mm ² | 1,77 mm ² | 2,07 mm ² | 2,48 mm ² | 2,84 mm ² | 3,06 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Análisis fisicoquímico de las emulsiones a base de extractos hidroalcohólicos de *Viguiera procumbens* (SUNCHU)

| CONTROL FISICOQUIMICO DE <i>Viguiera procumbens</i> (SUNCHU) | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | pH | 5 | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 2,27 mm ² | 2,84 mm ² | 3,31 mm ² | 3,46 mm ² | 3,67 mm ² | 3,77 mm ² | 3,84 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |
| Emulsión 3% | pH | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 2,01 mm ² | 2,01 mm ² | 2,54 mm ² | 2,63 mm ² | 2,84 mm ² | 3,14 mm ² | 3,21 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |
| Emulsión 5% | pH | 5 | 5,5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Extensibilidad | 1,77 mm ² | 2,27 mm ² | 2,35 mm ² | 2,54 mm ² | 2,62 mm ² | 2,84 mm ² | 2,99 mm ² |
| | Microscopía | Homogéneo |
| | Sedimentación | Estable |

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS Y DISCUSION:

La tabla N°12 y 13 muestra los resultados de las características fisicoquímicas obtenidas en los periodos 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días para las emulsiones de Mutuy y Sunchu al 1%,3% y 5%.

Palencia (2008), en su estudio “Estandarización del pH en la manufactura de formulaciones de emulsiones cosméticas con hidróxido de sodio “, indica que el pH natural de la piel es importante. Una variación podría generar algunas infecciones. Por estas razones, las emulsiones cosméticas deben presentar un pH entre 5,5 y 6,5, con el propósito de no comprometer las funciones de la piel (121). El pH de las emulsiones elaboradas cumple con lo establecido por Palencia, siendo un pH 6 como valor final para todas las emulsiones, valores dados por determinación colorimétrica.

Para la extensibilidad, se obtuvieron valores finales de 4,91, 3,31 y 3,06 mm², para las emulsiones de Mutuy, a concentraciones de 1%, 3%, 5% respectivamente; mientras que para las emulsiones de Sunchu, a las mismas concentraciones, los valores finales fueron de 3,84, 3,21 y 2,99 mm². Los valores varían ligeramente, este comportamiento puede explicarse debido a la concentración de los extractos incorporados en las emulsiones, lo que sugiere que la emulsión es estable en relación con el índice de extensibilidad (122). No existe un valor de referencia con el que comparar, sino que es la propia experiencia del formulador la que le da validez o no a la extensibilidad obtenida (123). Este parámetro puede influir en la sensación táctil, la absorción del producto y, en última instancia, en la experiencia general del usuario al utilizar productos tópicos (124).

Se comprobó la homogeneidad por observación microscópica de la fase acuosa (fase externa) y fase oleosa (gotículas) para verificar una buena distribución y tamaño de las gotículas (aglomeración) (107), las emulsiones de ambas especies a diferentes concentraciones presentan una buena homogeneidad y no se observa coalescencia (unión de gotículas).

La centrifugación tensiona la muestra simulando un aumento de la gravedad, aumentando la movilidad de las partículas y prediciendo una posible inestabilidad. Las emulsiones de ambas especies a diferentes concentraciones al ser sometidas a la prueba de centrifugación no se observaron visualmente precipitaciones, separación de fases, coalescencia, entre otras (123) (125).

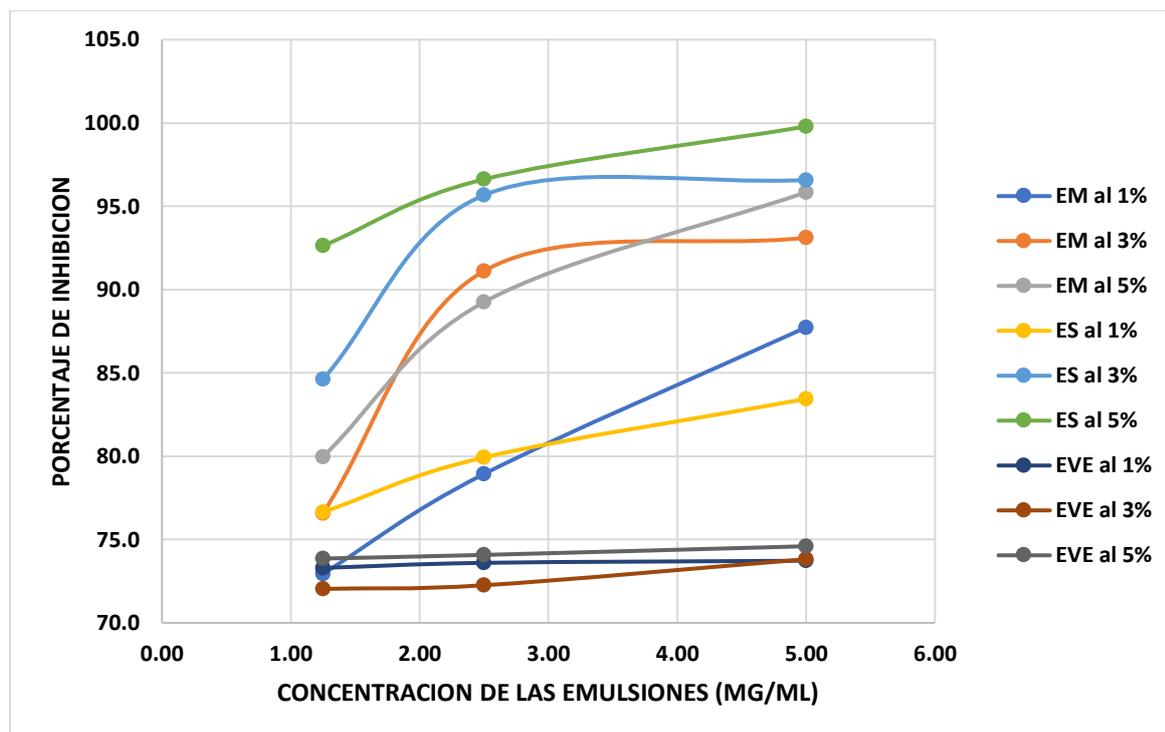
4.4. DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES

Tabla 14: Comparación del porcentaje de inhibición de las emulsiones al 1% ,3 % y 5% elaboradas a base de los extractos de Mutuy, Sunchu y vitamina E

| Concentración | concentración (mg/mL) | VITAMINA E % de Inhibición | MUTUY (<i>Senna birostris</i>) % de Inhibición | SUNCHU (<i>Viguiera procumbens</i>) % de Inhibición |
|---------------|-----------------------|----------------------------|--|---|
| EMULSION 1% | 5 | 73,732 | 87,733 | 83,437 |
| | 2,5 | 73,602 | 78,934 | 79,931 |
| | 1,25 | 73,299 | 72,952 | 76,550 |
| EMULSION 3% | 5 | 73,819 | 93,108 | 96,576 |
| | 2,5 | 72,259 | 91,114 | 95,666 |
| | 1,25 | 72,042 | 76,593 | 84,612 |
| EMULSION 5% | 5 | 74,599 | 95,839 | 99,783 |
| | 2,5 | 74,079 | 89,250 | 96,619 |
| | 1,25 | 73,862 | 79,974 | 92,631 |

En la tabla N°10 se observa una relación entre la concentración de las emulsiones realizadas a base de las flores de Mutuy y Sunchu al 1%,3% y 5%, y la actividad antioxidante mostrada por la emulsión elaborada con Vitamina E a las mismas concentraciones.

Gráfico 1: Gráfica de dispersión % inhibición vs concentraciones de las emulsiones al 1%, 3% y 5%



Basándonos en los resultados presentados en la tabla N°14 acerca de la actividad antioxidante hallada en cada una de las diluciones de las emulsiones a diferentes concentraciones (5mg/mL, 2,5mg/mL y 1,25 mg/mL), se observa una relación directa entre la concentración de las emulsiones y el porcentaje de inhibición. En general, a mayor concentración de las emulsiones y de las diluciones, se logran mayores porcentajes de inhibición. Se destaca que tanto para *Senna birostris* (Mutuy) como *Viguiera procumbens* (Sunchu) mostraron porcentajes de inhibición elevados, alcanzando valores de 95,839 % y 99,783 % respectivamente, a una concentración del 5%. Por otro lado, la vitamina E registró un porcentaje de inhibición del 74,599 %, siendo inferior en comparación con las emulsiones elaboradas a partir de los extractos hidroalcohólicos de las flores.

Estos resultados sugieren que las emulsiones con extractos de *Senna birostris* y *Viguiera procumbens* tienen un potencial antioxidante más alto en comparación con la vitamina E a las concentraciones evaluadas. Además, señalan que a concentraciones más altas de las emulsiones generan una mayor capacidad para inhibir la oxidación.

Yin Wei, et al. (2013) reporta en su investigación que realizó un extracto acuoso y en etanol (99,7%) de las flores de Casia (*Senna bicapsularis* L.) obteniendo como resultado un porcentaje de inhibición de DPPH $99,51 \pm 0,2$ en etanol y en acuoso $96,51 \pm 0,3$ (20).

Según Umedan, Channa (2020) en su trabajo realizado obtuvo un extracto metanol/agua (80%) de las flores de Senna atala (L.) Roxb. Mediante el método de FRAP evaluó la actividad antioxidante obteniendo como resultado el valor de 0,565 (g/100g) (23).

Ambos estudios reportan la presencia de altos niveles de fenoles, taninos y flavonoides en los extractos de la muestra, que también fueron identificadas durante el estudio y cuantificadas de manera general, exponiendo así su efecto antioxidante al eliminar los radicales libres (20)(23).

Estudio realizado por Del Carpio Jiménez et al. (2023) destaca la presencia de flavonoides, quinonas y glicósidos fenólicos en extracto etílico al 96% de las hojas de Senna birostris con un porcentaje de inhibición de DPPH de $39,20 \pm 0,08$ para una concentración de 1000 mg/mL(7). Karau et al., (2013) en su estudio identifica fitoquímicos como: taninos, fenoles, saponinas, flavonoides, esteroides, alcaloides y glucósidos cardiacos en las hojas y tallos de *Senna spectabilis* a partir de la extracción con metanol, dicho estudio dio como resultado para la corteza del tallo y los polvos de hojas 90,95 y 88,98 % de eliminación de radicales DPPH respectivamente a una concentración de 1,0 mg /mL (126).

Por lo antes expuesto se precisa que dentro del género Senna presentan metabolitos secundarios en diferentes proporciones, observándose así una diferencia en la actividad antioxidante, esta discrepancia podría deberse a diferentes factores como: las especie, geografía, solvente usado para la extracción, método usado para evaluar la actividad antioxidante, parte de la planta en estudio (flor, pétalos, tallo y hojas) y perfil fitoquímico.

Herrera Quispe (2008) en su estudio "Flavonoides de Viguiera procumbens (Persoon) S.F. Blake y su efecto antioxidante" reporta resultados expresado para 1 mg de extracto crudo como equivalente a mg de ácido ascórbico, para el extracto de pétalos al 90% en etanol es equivalente a 0,09 mg (ácido ascórbico), para pétalos al 40% en etanol 0,08 mg y para pétalos en extracto acuoso 0,07 mg, De los resultados, se puede afirmar que todos los extractos poseen efecto antioxidante comparado con el ácido ascórbico. El extracto hidroalcohólico al 90% de pétalos presenta el mayor

efecto antioxidante, debido a que contiene mayor proporción de flavonoides y compuestos fenólicos según el análisis fitoquímico cualitativo de los extractores crudos realizado en dicho trabajo y son estos metabolitos los que pueden actuar como antioxidantes (8) .

Todos los estudios antes mencionados nos proporcionan una base científica para la explicación de la presencia del efecto antioxidante en las emulsiones elaboradas a las diferentes concentraciones con extractos hidroalcohólicos de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguera procumbens* (Sunchu). Este conocimiento es importante para mejorar la eficacia de las formulaciones de protección solar. Los antioxidantes pueden ser valiosos ingredientes de protección solar con su triple acción de estabilización del filtro, aumento del FPS y prevención del envejecimiento (4).

4.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE DE INHIBICIÓN RESPECTO A LAS CONCENTRACIONES DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguera procumbens* (Sunchu) y, del control vitamina E en emulsiones base

Tabla 15: Tabla de síntesis del resultado del análisis estadístico

| ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY, SUNCHU Y VITAMINA E | | | | | | |
|--|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| | ANOVA (Sig.) | SCHEFFE Subconj. | ANOVA (Sig.) | SCHEFFE Subconj. | ANOVA (Sig.) | SCHEFFE Subconj. |
| | 1% | | 3% | | 5% | |
| MUTUY | <0,001 | 3 | <0,001 | 3 | <0,001 | 3 |
| SUNCHU | <0,001 | 3 | <0,001 | 3 | <0,001 | 3 |
| VIT. E | 0,094 | 1 | <0,001 | 2 | 0,016 | 2 |

Para determinar la existencia de diferencia significativa entre los resultados se realizó el análisis estadístico ANOVA

Al realizar el análisis estadístico ANOVA de un factor, se debe tener en cuanto a los valores de la significancia

- ❖ $\text{Sig} \leq 0,05$ Nos indican que existen diferencias estadísticamente significativas
- ❖ $\text{Sig} > 0,05$ Nos indican que **no** existen diferencias estadísticamente significativas

Tomando en cuenta esta acotación en el Anexo N°5 se observa el análisis de varianza ANOVA de las medias de inhibición de DPPH, para la vitamina E al 1% se observa un valor de 0,094 para su significancia, lo que nos indica que no existen diferencia estadísticamente significativa, para las emulsiones al 3% y 5% de la vitamina E los valores de significancia son 0,001 y 0,016 respectivamente (Anexo N°6 y 7) lo que nos indica que existe diferencia estadísticamente significativamente, por lo tanto, se puede decir que se requiere una emulsión más concentrada para una diferencia estadística.

Los Anexos del N° 8 al 13, se observa que la significancia en el análisis de varianza ANOVA de las medias de inhibición de DPPH para todas las emulsiones de Mutuy y Sunchu a concentraciones crecientes, se obtuvo una significancia menor a 0,05. Esto nos indica que existe una diferencia estadísticamente significativa (las dos variables están relacionadas). Para comprender estas diferencias, se realizó una prueba Post Hoc de Scheffe (127)(128). Esta prueba se lleva a cabo para determinar específicamente entre qué grupos existen estas diferencias significativas (127). Esto permite identificar las concentraciones particulares que presentan diferencias en su capacidad antioxidante en comparación con otras concentraciones. Dicho análisis los rangos en subconjuntos de la media de los porcentajes de actividad de la captación de radicales libres. Se observaron 3 subconjuntos para todas emulsiones de Mutuy y Sunchu en sus diferentes concentraciones (Anexo N°8 al 13), mientras que para la Vitamina E se obtuvieron 2 subconjuntos para las emulsiones al 3% y 5% (Anexo N°5 y 6), y 1 subconjuntos para la emulsión al 1% (Anexo N°7).

En resumen, la significancia obtenida en el ANOVA y la posterior prueba Post Hoc indican que las diferentes concentraciones de las emulsiones de Mutuy y Sunchu están relacionadas con la capacidad de inhibir la actividad de captación de radicales libres, lo que subraya la importancia de investigar y entender cómo estas

concentraciones específicas pueden influir en la actividad antioxidante de las emulsiones analizadas (128) (129).

4.5. DE LA DETERMINACIÓN DEL FPS *IN VITRO* DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES

Tabla 16: Cálculo del FPS para las emulsiones a base del extracto *hidroalcohólico* de *Viguera procumbens* a concentraciones de 1%, 3% y 5% utilizando el método de Mansur et.al

| | | Viguera procumbens (SUNCHU) | | | | | |
|---|---------------|------------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|
| | | Absorbancia | | | EE X I X Abs | | |
| longitud de onda λ (nm) | EE x l | 1% | 3% | 5% | 1% | 3% | 5% |
| 290 | 0,0150 | 0,208 | 0,219 | 0,217 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| 295 | 0,0817 | 0,207 | 0,219 | 0,222 | 0,017 | 0,018 | 0,018 |
| 300 | 0,2874 | 0,101 | 0,108 | 0,110 | 0,029 | 0,031 | 0,032 |
| 305 | 0,3278 | 0,114 | 0,120 | 0,122 | 0,037 | 0,039 | 0,040 |
| 310 | 0,1864 | 0,121 | 0,129 | 0,132 | 0,023 | 0,024 | 0,025 |
| 315 | 0,0839 | 0,123 | 0,132 | 0,196 | 0,010 | 0,011 | 0,016 |
| 320 | 0,0180 | 0,423 | 0,460 | 0,491 | 0,008 | 0,008 | 0,009 |
| | | | | \sum_{290}^{320} | 0,127 | 0,135 | 0,143 |
| | | | | x 10 | 1,269 | 1,350 | 1,431 |
| | | FPS | | | 1,269 | 1,350 | 1,431 |

Tabla 17: Cálculo del FPS para las emulsiones a base del extracto hidroalcohólico de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby a concentraciones de 1%, 3% y 5% utilizando el método de Mansur et.al

| | | Senna birostris (MUTUY) | | | | | |
|---|---------------|--------------------------------|-----------|--------------------|---------------------|-----------|-----------|
| | | Absorbancia | | | EE X I X Abs | | |
| longitud de onda λ (nm) | EE x I | 1% | 3% | 5% | 1% | 3% | 5% |
| 290 | 0,0150 | 0,199 | 0,210 | 0,213 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| 295 | 0,0817 | 0,196 | 0,209 | 0,213 | 0,016 | 0,017 | 0,017 |
| 300 | 0,2874 | 0,097 | 0,103 | 0,102 | 0,028 | 0,029 | 0,03 |
| 305 | 0,3278 | 0,107 | 0,115 | 0,114 | 0,035 | 0,037 | 0,038 |
| 310 | 0,1864 | 0,114 | 0,122 | 0,121 | 0,021 | 0,022 | 0,023 |
| 315 | 0,0839 | 0,117 | 0,127 | 0,125 | 0,010 | 0,010 | 0,011 |
| 320 | 0,0180 | 0,387 | 0,437 | 0,427 | 0,007 | 0,008 | 0,008 |
| | | | | \sum_{290}^{320} | 0,120 | 0,129 | 0,129 |
| | | | | x 10 | 1,200 | 1,280 | 1,286 |
| FPS | | | | | 1,200 | 1,280 | 1,286 |

Tabla 18: Cálculo del FPS para el patrón Neutrogena sun fresh FPS70 utilizando el método de Mansur et.al

| | | NEUTROGENA | |
|---|---------------|--------------------|-------------------------|
| longitud de onda λ (nm) | EE x I | Abs | EE X I X Abs |
| 290 | 0,0150 | 0,754 | 0,011 |
| 295 | 0,0817 | 0,769 | 0,063 |
| 300 | 0,2874 | 0,646 | 0,186 |
| 305 | 0,3278 | 0,647 | 0,212 |
| 310 | 0,1864 | 0,694 | 0,129 |
| 315 | 0,0839 | 0,712 | 0,060 |
| 320 | 0,0180 | 1,849 | 0,033 |
| | | \sum_{290}^{320} | 0,694 |
| | | x 100 | 69,445 |
| | | FPS | 69,445 |

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

Donde:

- FPS: Factor de Protección Solar
- FC: 10 (factor de corrección)
- EE (λ): Efecto eritemogénico de la radiación de longitud de onda λ
- I (λ): Intensidad del sol en la longitud de onda λ
- Abs (λ): Absorbancia de la solución en la longitud de onda λ

Los valores de EE (λ) e I (λ) son constantes y fueron determinados previamente por Sayre et al. (1979).

En la tabla N° 13 se muestran los resultados del FPS *in vitro* del bloqueador solar (Neutrogena FPS 70) y en la tabla N° 15 y 16 de las emulsiones cosméticas elaboradas con los extractos a base de las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu). Se uso como patrón el bloqueador solar (Neutrogena) que dio como resultado un FPS de 69,445 aproximado a lo que indica en su empaque (70 FPS), para la emulsión cosmética de *Senna birostris* (Mutuy) a concentraciones 1%, 3%, 5% dio como resultado 1,200, 1,280, 1,286 respectivamente, para la emulsión de *Viguiera procumbens* (Sunchu) a las mismas concentraciones dio como resultado 1,269, 1,350 y 1,431 respectivamente. En ambos resultados se observa un incremento mínimo a medida que se incrementan las concentraciones de las emulsiones cosméticas.

La diferencia significativa entre el patrón y las emulsiones elaboradas se debe a muchos factores que afectan la determinación de FPS, entre ellos , el tipo de emulsión que brindan adhesión, viscosidad y la aplicación uniforme del principio activo (130) ; muchas de las fórmulas fotoprotectoras comerciales suelen contener una combinación de filtros UV orgánicos e inorgánicos con 20 o más componentes incluyendo excipientes para garantizar que el espectro de protección sea el adecuado (131), además de potenciar o disminuir la capacidad de absorber la radiación UV de cada protector solar (130). Por lo tanto, el bajo FPS solar hallado en las formulaciones elaboradas podría deberse a algunos de los factores mencionados anteriormente.

De acuerdo con el "Reglamento Técnico Mercosur sobre protectores solares en cosméticos" y por la "European Cosmetic and Toiletry and Perfumery Association" (COLIPA) en 1996. Los valores de FPS obtenidos en el estudio no son considerados aceptables, considerándose aceptables cuando superan el valor mínimo de FPS6. (95) (5). En consecuencia, las formulaciones elaboradas a partir del extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu) no se consideran fotoprotectoras.

Los protectores solares deben ofrecer no solo protección inmediata, sino también beneficios a largo plazo contra los daños causados por el sol, como el cáncer de piel y el envejecimiento cutáneo, una estrategia efectiva para disminuir los daños cutáneos a largo plazo es el uso de antioxidantes que desactivan o eliminan estos radicales y ERO, contribuyendo así a mitigar los efectos dañinos del sol en la piel. (130)

CONCLUSIONES

1. Las emulsiones cosméticas elaboradas a base de los extractos de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) a concentraciones de 1,3 y 5% presentan bajo efecto fotoprotector frente a la radiación UVB, pero si alta actividad antioxidante.
2. Se obtuvo los extractos hidroalcohólicos al 70% de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), los cuales presentaron 80,49%, 79,64% de porcentaje de humedad y un porcentaje de rendimiento de 29,43% y 23,10% respectivamente.
3. Los extractos hidroalcohólicos al 70% de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) contienen una variada composición de metabolitos secundarios, encontrándose en abundante cantidad de flavonoides y fenoles para ambas especies, así como quinonas, taninos y azúcares reductores para *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu).
4. Se desarrolló cuatro pre-formulaciones de emulsiones cosméticas. De las cuales se eligió la que evidenció mejores características organolépticas (aspecto, textura, color y olor) y fisicoquímicas (pH, extensibilidad, microscopia y sedimentación) al incorporar los extractos hidroalcohólicos de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) a concentraciones de 1%, 3% y 5% presentando estabilidad.
5. Al evaluar la capacidad antioxidante *in vitro* de las emulsiones cosméticas con los extractos hidroalcohólicos al 70% de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu), presentaron una relación entre la concentración de la emulsión frente a la actividad antioxidante (a mayor concentración, mayor efecto antioxidante). Siendo para *Viguiera procumbens* (Sunchu) al 5% un porcentaje

de inhibición de 99,783 el valor más elevado en comparación con *Senna birostris* (Mutuy) que obtuvo un porcentaje de inhibición de 95,839 a la misma concentración, presentando mejor porcentaje de inhibición del radical DPPH en comparación de la vitamina E.

6. Al determinar la capacidad fotoprotectora *in vitro*, según el método de Mansur, de las emulsiones cosméticas elaboradas a partir de los extractos hidroalcohólicos al 70% de flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake (Sunchu) en concentraciones de 1%, 3% y 5%, los valores obtenidos del factor de protección solar fueron bajos. Para *Senna birostris* (Mutuy) al 5% un FPS 1,286 y para *Viguiera procumbens* (Sunchu) a la misma concentración fue de 1,431.

RECOMENDACIONES

A LAS AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- ❖ Fomentar la adquisición de equipos para la innovación en técnicas de extracción, análisis de compuestos bioactivos y métodos de aplicación para maximizar el potencial terapéutico de plantas.
- ❖ Promover la publicación de resultados en revistas científicas y la participación en conferencias especializadas para compartir hallazgos y contribuir al avance del conocimiento.

A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

- ❖ Se sugiere investigar y desarrollar la formulación de productos farmacéuticos, cosméticos o suplementos utilizando los extractos de estas plantas, con especial atención a su aplicación en la prevención del envejecimiento y en la protección contra los efectos nocivos de la radiación solar.
- ❖ Incentivar a realizar estudios *in vitro* e *in vivo* para evaluar la eficacia y seguridad de los extractos de estas plantas.

A LOS ALUMNOS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

- ❖ Se recomienda realizar más investigaciones con otras partes de las plantas y otros efectos terapéuticos.
- ❖ Continuar el estudio con otras formas farmacéuticas con la finalidad de evaluar el desempeño de los metabolitos secundarios en otras formulaciones.

- ❖ Continuar con las investigaciones sobre las propiedades antioxidante y fotoprotectoras in vivo.
- ❖ Realizar investigaciones en las que se puedan combinar los extractos de las flores de *Senna birostris* (Dombey ex Vogel) HS Irwin y Barneby y *Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake con otros extractos que presenten actividad fotoprotectora con la finalidad de obtener un FPS más elevado.
- ❖ Realizar estudios que aborden la variabilidad en la diversidad de metabolitos, no solo entre las mismas especies, sino también considerando las posibles influencias de diferentes zonas geográficas, presentes en las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu).
- ❖ Se sugiere investigar aspectos relacionados con la identificación y cuantificación de metabolitos específicos de las flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu).
- ❖ Se recomienda realizar estudios en la evaluación de la toxicidad de los extractos hidroalcohólicos de flores de *Senna birostris* (Mutuy) y *Viguiera procumbens* (Sunchu).

BIBLIOGRAFÍA

1. SENAMHI. SENAMHI - Perú [Internet]. 2013 [citado 29 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=1648>
2. Weihermann AC, Lorencini M, Brohem CA, de Carvalho CM. Elastin structure and its involvement in skin photoageing. *Int J Cosmet Sci* [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado 30 de agosto de 2023];39(3):241-7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/ics.12372>
3. Couselo-Rodríguez C, González-Esteban PC, Diéguez-Montes MP, Flórez Á. Impacto de los filtros ultravioleta en el entorno natural. *Actas Dermosifiliogr* [Internet]. 1 de septiembre de 2022 [citado 23 de julio de 2023];113(8):792-803. Disponible en: <http://www.actasdermo.org/es-impacto-filtros-ultravioleta-el-entorno-articulo-S0001731022003301>
4. Afonso S, Horita K, Sousa E Silva JP, Almeida IF, Amaral MH, Lobão PA, et al. Photodegradation of avobenzone: Stabilization effect of antioxidants. *J Photochem Photobiol B* [Internet]. 1 de noviembre de 2014 [citado 30 de agosto de 2023];140:36-40. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S101113441400222X?via%3Dihub>
5. Garrote A, Bonet R. Fotoprotección. Factores de protección y filtros solares. *Offarm* [Internet]. 1 de mayo de 2008 [citado 9 de agosto de 2023];27(5):63-73. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-fotoproteccion-factores-proteccion-filtros-solares-13120520>
6. Vera-Navarro L. Actualización en fotoprotección. *Cuadernos Hospital de Clínicas* [Internet]. 2022 [citado 12 de diciembre de 2023];63(1):64-75. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762022000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
7. Del Carpio-Jiménez C, Cardeña-Unda K, Gutierrez-Chavez RG, Duran-Arancibia PC, Soto-Cervantes JK, Cusiyunca-Phoco YM, et al. Senna birostris: Una potencial fuente de fitotoquímicos antioxidantes y antibacterianos. *Q'EUÑA* [Internet]. 27 de julio de 2023 [citado 20 de agosto de 2023];14(1):28-34. Disponible en: <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ/article/view/1151>
8. Quispe-Herrera R. Flavonoides de *Viguiera procumbens* (Persoon) S.F. Blake y su Efecto Antioxidante [Tesis De Maestría]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2003.
9. Moreno MI, Moreno LH. Fotoprotección. *Rev Asoc Colomb Dermatol* [Internet]. 2010 [citado 4 de agosto de 2022];18:31-9. Disponible en: <https://revista.asocolderma.org.co/index.php/asocolderma/article/view/188/167>
10. SENAMHI. Ministerio del Ambiente. 2018 [citado 5 de agosto de 2022]. p. 1 SENAMHI - Perú. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=783>
11. De Gálvez M V. Antioxidantes en fotoprotección, ¿realmente funcionan? *Actas Dermosifiliogr*. abril de 2010;101(3):197-200.

12. Mendez J. Efecto hipoglicemiante del extracto hidroalcohólico de las flores de *Senna birostris* «mutuy» en ratas Wistar. [Internet] [Tesis De Pregrado]. Tesis. [Ayacucho]: Universidad Nacional De San Cristobal De Huamanga; 2014 [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2481>
13. Chuquilín-Goicochea R, Ccente-Lulo F, Arteaga-lacza P, Huayta F. Caracterización química y reológica del hidrocoloide de *Senna birostris*. Manglar: Revista de Investigación Científica [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2022];18(2):111-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8104226>
14. Campos-Arcce R. Contenido de antraquinonas en hojas y flores de *Senna alata* “mutuy” y *Senna birostris* “mutuy”, Ayacucho 2016. [Internet] [Tesis de pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional De San Cristobal De Huamanga; 2016 [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/2776>
15. Mendoza-Arellano I, Alcalá-Pérez D, Barba-Gómez JF, Carlos-Ortega B, Castanedo-Cázares JP, De La Barreda-Becerril F, et al. Clinical Recommendations for Photoprotection in Mexico. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica* [Internet]. octubre de 2014 [citado 3 de agosto de 2022];12:243-56. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2014/dcm144e.pdf>
16. Medina-Huaman KD, Echaiz-Véliz M de los M. Actividad antioxidante y fotoprotectora UVB in vitro de una crema dermocosmética elaborada con el extracto acuoso liofilizado del tubérculo de *Dioscorea trifida* L.f. (sacha papa morada) - CORE [Internet]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019 [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/display/228232380>
17. Magliano J, Álvarez M, Salmentón M, Larre Borges A, Martínez M. Fotoprotección en los niños. *Arch Pediatr Urug*. 2011;82(2):98-103.
18. Martin-Josso F. Avances en fotoprotección. *Med Cutan Iber Lat Am* [Internet]. 2010 [citado 4 de agosto de 2022];38(4):172-3. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cutanea/mc-2010/mc104j.pdf>
19. Castellanos-Ramos GI, Alcalá-Pérez D. Antioxidants in Dermatology. *Dermatologia CMQ* [Internet]. 2010 [citado 12 de diciembre de 2023];8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2010/dcm104j.pdf>
20. Mak YW, Chuah LO, Ahmad R, Bhat R. Antioxidant and antibacterial activities of hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) and Cassia (*Senna bicapsularis* L.) flower extracts. *J King Saud Univ Sci*. 1 de octubre de 2013;25(4):275-82.
21. Tarquino-Flores LG. Valoración fotoprotectora in vitro de extractos fenólicos a partir de cuatro variedades de quinua (*Chenodium quinoa* Willd) de la provincia Aroma del departamento de La Paz. 2018 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18237>
22. Quizhpi-Cuesta NC. Evaluación in vitro de la actividad fotoprotectora de los extractos alcohólico y glicólico de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad superchola para su uso en la elaboración de un protector solar. 2019 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17968>
23. Umedan C, Afsheen-Mushtaque S, Shameem B, Asghar-Ali M, Allah-Bux G, Muhammad-Najeeb M. Phytochemical analysis and antibacterial properties of Cassia

- Senna alata. Rawal Medical Journal [Internet]. 2020 [citado 23 de agosto de 2023];45(1):223-6. Disponible en: <https://www.rmj.org.pk/fulltext/27-1560699006.pdf>
24. Castillo-Abarca AG, Valenzuela-Ponze De León EV. Determinación de la Actividad Laxante y/o Catártica de los Extractos de Hojas de Senna Birostris Var Arequipensis (Mutuy) en Animales de Experimentación [Internet]. [Arequipa – Perú]: Universidad Católica De Santa María; 2013 [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/3854/65.1470.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 25. Castañeda-Alarcon ML. Evaluación de la actividad fotoprotectora in vitro y efecto fotoprotector in vivo de una formulación a base de extracto acuoso liofilizado de *Lepidium meyenii* (Maca). Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Internet]. 2019 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11578>
 26. Papuico-Sanchez LE, Santa-Cruz EM. Actividad Anti-Tirosinasa y Efecto Fotoprotector del Extracto Etanólico del Tegumento de dos Variedades de *Phaseolus vulgaris* L. Ñuña Roja y Negra. Universidad Privada Norbert Wiener - WIENER [Internet]. 1 de diciembre de 2020 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3150471>
 27. Medina-Ochoa G, Pérez-Montenegro LR. Efecto fotoprotector y capacidad antioxidante de una crema a base de *Fragaria X ananassa* Duch. (fresa) y *Vitis vinifera* L. (uva). Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt [Internet]. 26 de junio de 2021 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.uoosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/439>
 28. Colque-Arce G. Evaluación de la capacidad fotoprotectora, determinación del FPS e irritación primaria en piel de ratones de una crema elaborada con el extracto etanólico al 96% de las semillas de *Bixa Orellana* (Achiote). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Internet]. 2019 [citado 27 de octubre de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4160>
 29. Aparicio-Alvarez CC, Salazar-Espinoza EC. Evaluación del efecto fotoprotector frente a la radiación UVB y actividad antioxidante del cremigel a base de manteca de *Theobroma grandiflorum* (Copoazú) [Internet]. [Cusco]: UNSAAC; 2022 [citado 12 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6543/253T20220133.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 30. Gutiérrez-Vidrio RM. Cáncer de piel. MG Rev Fac Med UNAM [Internet]. 2003 [citado 4 de agosto de 2022];46(4). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2003/un034l.pdf>
 31. Sordo C, Gutiérrez C. Cáncer de Piel y Radiación Solar: Experiencia Peruana en la Prevención y Detección Temprana del Cáncer de Piel y Melanoma. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2013 [citado 4 de agosto de 2022];30(1):113-7. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v30n1/a21v30n1.pdf>
 32. Aquino-Hanco R, Paredes-Olivera KE. Evaluación de la capacidad fotoprotectora de una crema elaborada a base del extracto antociánico obtenido de los frutos de la *Muehlenbeckia volcanica* (Mullaq'a) en ratones de la raza *Mus musculus* var. Balb/c. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Internet]. 2018 [citado 27 de

- octubre de 2022]; Disponible en:
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3304>
33. Tropicos. Tropicos. [citado 4 de agosto de 2022]. Tropicos | Name - !Senna birostris (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin & Barneby. Disponible en:
<http://legacy.tropicos.org/Name/13041268?langid=66>
 34. Reynel C, Pennington TD, Pennington RT, Marcelo J, Daza A. Árboles útiles del Ande peruano y una guía de identificación, ecología y propagación de las especies de la Sierra y los bosques montanos en el Perú. HUAMAN S, editor. Vol. 9. Intercooperation Fundacion Suiza; 2006. 238 p.
 35. Reynel C, J M. Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos [Internet]. PROGRAMA R. Vol. 9. LIMA; 2009 [citado 25 de agosto de 2022]. 166-182 p. Disponible en:
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1526.pdf>
 36. Llanos-Ramos JR. Etnobotánica de la Flora Arbórea y Arbustiva del Departamento de Cajamarca [Internet]. [Cajamarca – Perú]: Universidad Nacional De Cajamarca; 2018 [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2607/ETNOBOT%c3%81NICA%20DE%20LA%20FLORA%20ARB%c3%93REA%20Y%20ARBUSTIVA%20EL%20DEPARTAMENTO%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 37. Roque JE, Ramírez EK. Flora vascular y vegetación de la laguna de Parinacochas y alrededores (Ayacucho, Perú). Rev peru biol. 2008;15(1):61-72.
 38. Instituto De Botánica Darwinion. Instituto de Botánica Darwinion [Internet]. [citado 4 de agosto de 2022]. Disponible en:
<http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/sinonimoespecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&EspCod=12209&especie=procumbens&genero=Viguiera&SinGeneroDe=Aldama&SinEspecieDe=helianthoides&incod=12209>
 39. Instituto de Botánica Darwinion. Aldama helianthoides (Rich.) E.E. Schill. & Panero [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en:
<http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/DetalleEspecie.asp?forma=&variedad=&subespecie=&especie=helianthoides&genero=Aldama&espcod=195197>
 40. Dillon MO. Nuevos registros de Asteraceae para la flora de Perú. Arnaldoa. 2006;13(2):314-7.
 41. Trivelli-Jolly MA, Valdivia-Rios V. Alcances sobre la flora y vegetación de la cordillera de los andes [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/rocelcot/alcances-sobre-la-flora-y-vegetacin-de-la-cordillera-de-los-andes>
 42. Moreira-Muñoz A, Muñoz-Schick M, Marticorena A, Morales V. Catálogo de Asteraceae (Compositae) de la Región de Arica y Parinacota, Chile. Gayana Bot. 2016;73(2):226-67.
 43. Venegas-Estay F, Cardozo-Rojas C. Hierbas medicinales de la Quebrada de Camiña [Internet]. 2006 [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/145504#:~:text=Listado%20de%20kollires%20%2D%2D%20Listado,Vira%20vira%20%2D%2D%20Visa%20visa.>

44. IDEAM. Variación Espacio Temporal de la Radiación Ultravioleta - IDEAM [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal-de-la-radiacion-ultravioleta>
45. IDEAM. Generalidades de la Radiación Ultravioleta - IDEAM [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta>
46. SENAMHI. Boletín Mensual Vigilancia de la Radiación UV-B en Ciudades del País. SEMAMHI [Internet]. 2021 [citado 5 de agosto de 2022];4:1-16. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/03202SENA-65.pdf>
47. Duro-Mota E, Campillos-Páez M, Causín-Serrano S. El sol y los filtros solares. MEDIFAM [Internet]. marzo de 2003 [citado 5 de agosto de 2022];13(3):159-65. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/medif/v13n3/hablemos1.pdf>
48. Reyes E, Vitale MA. Avances en fotoprotección. Mecanismos moleculares implicados. Piel Formación continuada en dermatología. 1 de abril de 2013;28(4):235-47.
49. IDEAM. Radiación Solar [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>
50. Instituto Nacional Del Cancer. Definición de radiación UVC - Diccionario de cáncer del NCI - NCI [Internet]. [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/radiacion-uvc>
51. Meunier L. Fotoprotección (interna y externa). EMC - Dermatología. 1 de enero de 2008;42(2):1-15.
52. Ming-Thau S, Cheng-Wen L, Ming-Chuan H, Chao-Hui S, Hsiu-O H. Correlation of in vivo and in vitro measurements of sun protection factor. J Food Drug Anal [Internet]. 2003 [citado 17 de septiembre de 2022];11(2):128-32. Disponible en: <https://www.jfda-online.com/cgi/viewcontent.cgi?article=2719&context=journal>
53. Conejo-Mir J. Fotoprotección solar: Nuevas tendencias, beneficios y limitaciones. Piel [Internet]. mayo de 2006 [citado 5 de agosto de 2022];21(5):219-21. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-piel-formacion-continuada-dermatologia-21-pdf-13088732>
54. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología. 11.ª ed. Editorial Medica Panamericana;
55. Porth C, Grossman S. Fisiopatología. 9.ª ed. Fisiopatología: alteraciones de la salud. España: Wolters Kluwer; 2014. 1260-1262 p.
56. Cardelús R. Anatomofisiología y Patología Básicas. Macmillan profesional;
57. SENAMHI. Atlas de Energía Solar del Perú [Internet]. SENAMHI. Lima; 2003 jun [citado 5 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/pdf/Atlas_de_Radiacion_Solar.pdf
58. Garnacho-Saucedo GM, Salido-Vallejo R, Moreno-Giménez JC. Effects of solar radiation and an update on photoprotection. An Pediatr (Engl Ed) [Internet]. 1 de junio de 2020 [citado 5 de agosto de 2022];92(6):377.e1-377.e9. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1695403320301661?token=B2E87C519EE>

- 6CB7E08D264A5C98F4F17EA2CE2A56EF34638923288D6F2D09701CCCD0541EC
B7D41DC8FCEE95D357F576&originRegion=us-east-
1&originCreation=20220806144835
59. Fleta-Zaragozano J, Bueno-Lozano M, Moreno-Aznar L, Miral D, Bueno-Sánchez M. Quemadura solar y fotodermatosis. [citado 5 de agosto de 2022]; Disponible en: <http://spars.es/wp-content/uploads/2017/06/vol46-n2-4.pdf>
 60. Frades M. 28. Atención Primaria de la Salud Eritema solar: determinación del tiempo de exposición según fototipo de piel y época del año, para la ciudad de Concepción de Uruguay. 2018;
 61. Saz-Peiró P. Tratamiento y prevención de quemaduras solares. Medicina naturista, [Internet]. 2018 [citado 25 de agosto de 2022];12(2):48-50. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6505895>
 62. Raigosa M, Toro Y, Sánchez J. Urticaria solar. Reporte de un caso y revisión de la literatura. Rev Alerg Mex. 16 de octubre de 2017;64(3):371-5.
 63. Young AR, Claveau J, Rossi AB. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. J Am Acad Dermatol. 1 de marzo de 2017;76(3):S100-9.
 64. Taylor CR, Sober AJ. Sun exposure and skin disease. Annu Rev Med. 1996;47:181-91.
 65. Octavio-Flores A. El Sol y la piel. Rev Cent Dermatol Pascua [Internet]. 2000 [citado 5 de agosto de 2022];9(2):126-34. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/derma/cd-2000/cd002l.pdf>
 66. Villalobos-León ML, Molina-Villaverde R, López-González JL, Álvarez-Mon Soto M. Melanoma. Medicine [Internet]. 1 de febrero de 2013 [citado 5 de agosto de 2022];11(26):1597-607. Disponible en: <https://www.medicineonline.es/es-melanoma-articulo-S0304541213705110>
 67. Lavanderos F J, Pérez P JA, Jeria N S, Concha C D. Actualizaciones en melanoma maligno cutáneo. Cuad Cir. 2010;24:47-56.
 68. Tovar-Del Rio J. Determinación de la Actividad Antioxidante por DPPH y ABTS de 30 Plantas Recolectadas en la Ecorregión Cafetera [Internet]. [Pereira]: Universidad Tecnológica De Pereira; 2013 [citado 11 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/28bb3599-16cd-4c41-9c48-0a0dc4a9b5e2/content>
 69. Hasbal G, Yilmaz-Ozden T, Can A. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of Sorbus torminalis (L.) Crantz (wild service tree) fruits. J Food Drug Anal [Internet]. 1 de marzo de 2015 [citado 16 de septiembre de 2022];23(1):57-62. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1021949814000982?token=5BA769F6E06EAD239F93BCBB870C4AFA322860093D2C7F61189391DEB35DC754AF48CF166222CD7047081BC856D3664E&originRegion=us-east-1&originCreation=20220917145158>
 70. Vázquez-Ovando A, Mejía-Reyes JD, García-Cabrera KE, Velázquez-Ovalle G. Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales. 2022;9(1).

71. Pérez-Gastell PL, Pérez de Alejo JL. Trabajos De Revisión Métodos Para Medir El Daño Oxidativo. *Rev Cubana Med Milit* [Internet]. 2000 [citado 22 de agosto de 2023];29(3):192-8. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v29n3/mil07300.pdf>
72. Gil N, Gómez A, Gómez JC. Radicales libres y lesión cerebral. *Universitas Medica* [Internet]. 2008 [citado 16 de septiembre de 2022];49(2):231-42. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231016364008>
73. Ing-Chien C, Hui-Chi C, Hui-Wen Y, Gan-Lin C. Evaluation of Total Antioxidant Activity of Several Popular Vegetables and Chinese Herbs: A Fast Approach with ABTS/H₂O₂/HRP System in Microplates. *J Food Drug Anal* [Internet]. 2004 [citado 15 de septiembre de 2022];12(1):29-33. Disponible en: <https://www.jfda-online.com/cgi/viewcontent.cgi?article=2671&context=journal>
74. Villarreal-La Torre VE, Gamarra-Sánchez C, Silva-Correa C, Cruzado-Razco J, Ruiz-Reyes G, Costilla-Sánchez N, et al. Actividad antioxidante in vitro y compuestos fenólicos de las hojas de *Beautempsia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (Capparaceae). *Arnaldoa* [Internet]. abril de 2019 [citado 15 de septiembre de 2022];26(1):409-20. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000100021&lng=es&nrm=iso&tlng=es
75. Díaz-Abarca PA. Producción de antocianinas de *aristotelia chilensis* en biorreactores para uso nutracéutico [Internet]. [Santiago de Chile]: Universidad De Chile ; 2014 [citado 3 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132019>
76. Aguilar-Hernández ÁD, Salinas-Moreno Y, Ramírez-Díaz JL, Alemán-De la Torre I, Bautista-Ramírez E, Flores-López HE. Antocianinas y color en grano y olote de maíz morado peruano cultivado en Jalisco, México. *Rev Mex De Cienc Agric* [Internet]. 6 de agosto de 2019 [citado 9 de septiembre de 2023];10(5):1071-82. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000501071&lng=es&nrm=iso&tlng=es
77. Del valle-Leguizamón G, González-León A, Báez-Sañudo R. Antocianinas en uva (*Vitis vinifera* L.) y su relación con el color. *Revista Fitotecnia Mexicana* [Internet]. 5 de octubre de 2005 [citado 9 de septiembre de 2023];28(4):359-68. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028408>
78. Kuskoski EM, Asuero AG, García-Parilla MC, Troncoso AM, Fett R. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Food Science and Technology* [Internet]. diciembre de 2004 [citado 3 de septiembre de 2022];24(4):691-3. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/cta/a/JNfsGzC44d6BjDz3p3V6sbP/>
79. Rabanal-Atalaya M, Medina-Hoyos A. Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoamericana* [Internet]. 2021 [citado 3 de septiembre de 2022];39. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792021000100201&lng=es&nrm=iso&tlng=es
80. Estrada-Reyes R, Ubaldo-Suárez D, Araujo-Escalona AG. Los flavonoides y el Sistema Nervioso Central . *Salud Mental* [Internet]. 2012 [citado 3 de septiembre de 2022];35(5):375-84. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v35n5/v35n5a4.pdf>

81. Martínez-Flórez S, González-Gallego J, Culebras JM, Tuñón MJ. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes . Nutr Hosp [Internet]. 2002 [citado 3 de septiembre de 2022];17(6):271-8. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
82. Pérez-Trueba G, Martínez-Sánchez G. Los Flavonoides como Antioxidantes Naturales. Acta Farm Bonaerense [Internet]. 2001 [citado 3 de septiembre de 2022];20(4):297-306. Disponible en: http://www.latamjpharm.org/trabajos/20/4/LAJOP_20_4_3_1_P9HXUFPEV7.pdf
83. Ochoa M CI, Ayala A AA. Los Flavonoides: Apuntes Generales y su Aplicación en la Industria de Alimentos. Ingeniería y Competitividad [Internet]. 7 de junio de 2011 [citado 3 de septiembre de 2022];6(2):64-74. Disponible en: https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2280
84. Forgiarini A, Pietrangeli G, Arandía M, Guedez V. Influencia del tipo de alcohol sobre la formación de nanoemulsiones de aceite de soja-en-agua. Revista Ciencia e Ingeniería [Internet]. abril de 2009 [citado 13 de diciembre de 2023];30(2):115-20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550785003>
85. Jiménez-Colmenero F. Emulsiones múltiples: compuestos bioactivos y alimentos funcionales. Nutr Hosp [Internet]. mayo de 2013 [citado 13 de diciembre de 2023];28(5):1413-21. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000500007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
86. Bautista-Villarreal M, Álvarez-Nava H. Emulsiones en alimentos y sus aplicaciones. Presencia Universitaria [Internet]. 16 de octubre de 2019 [citado 13 de diciembre de 2023];7(14):64-73. Disponible en: <https://presenciauniversitaria.uanl.mx/index.php/pu/article/view/33>
87. Muller-Tito KE. Capacidad antioxidante y contenido de flavonoides entre las semillas de Chia Negra (salvia nativa) y Chia Blanca (salvia hispánica I.) Puno, Octubre 2014 – enero 2015. Universidad Nacional del Altiplano [Internet]. 2016 [citado 13 de diciembre de 2023]; Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274589>
88. Liang Y, Han H, Liu L, Duan Y, Yang X, Ma C, et al. CD36 plays a critical role in proliferation, migration and tamoxifen-inhibited growth of ER-positive breast cancer cells. Oncogenesis. 1 de diciembre de 2018;7(12).
89. Díaz de Villegas-Álvarez E, Castillo-Menéndez MD, Martínez-Sabatés Martínez M. Radiación ultravioleta. Fotoenvejecimiento cutáneo. MediSur [Internet]. 2005 [citado 13 de diciembre de 2023];3(1):14-33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020172002>
90. Autónoma U, México Y. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Tropical and Subtropical Agroecosystems [Internet]. 2014 [citado 13 de diciembre de 2023];17(3):489-99. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93935728004>
91. Tomás-Barberán FA. Los polifenoles de los alimentos y la salud. Alim,Nutri Salud. 2003;10(2):41-53.

92. Cañarte-Soledispa K. Radiación Ultravioleta. *Ciencia UNEMI*. 4 de agosto de 2010;3(4):26-33.
93. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)* [Internet]. 2006 [citado 13 de diciembre de 2023];(494):161-72. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
94. Google Maps. Google Maps-14°15'25.9"S 71°16'05.3"W [Internet]. 2024 [citado 3 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/14%C2%B015'25.9%22S+71%C2%B016'05.3%22W/@-14.2450045,-71.2601725,14z/data=!4m4!3m3!8m2!3d-14.2571944!4d-71.2681389?entry=ttu>
95. Reglamento Tecnico Mercosur Sobre Protectores Solares en Cosmeticos (Derogación de la RES. GMC N 26/02) [Internet]. [citado 9 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/17465171-Reglamento-tecnico-mercosur-sobre-protectores-solares-en-cosmeticos-derogacion-de-la-res-gmc-n-26-02.html>
96. Marín B. E, Lemus M. R, Flores M. V, Vega G. A. La Rehidratación De Alimentos Deshidratados. *Revista chilena de nutrición* [Internet]. diciembre de 2006 [citado 24 de julio de 2023];33(3):527-38. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000500009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
97. García-Martínez E, Fuentes-López A, Fernández-Segovia I. Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación [Internet]. VALENCIA; [citado 3 de septiembre de 2022]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia Martínez et al.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Martinez%20et%20al.pdf?sequence=1)
98. Olivera-Delgado LI, Gutierrez-Felix EG. Evaluación de la actividad antimicrobiana "In vitro" sobre cuatro cepas ATCC y determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico al 96% de *Taraxacum officinale* (Diente de león) y del aceite esencial de *Minthostachys spicata* (Q'eshua muña). 2021 [citado 12 de agosto de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5580>
99. Espinoza-Mormontoy AL. Actividad antioxidante y antibacteriana in vitro del extracto seco hidroalcohólico al 70% de *Caiophora cirsiifolia* C. Presl «Ccori kisa» sobre cepas ATCC y cepas aisladas de *Staphylococcus aureus* [Internet]. [Cusco]: UNSAAC; 2018 [citado 11 de diciembre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3559/253T20180173_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
100. Lock-de Ugaz O. Investigación Fitoquímica [Internet]. Fondo Editorial. Lock de Ugaz O, editor. Vol. segunda. Lima: PUCP; 1194 [citado 11 de diciembre de 2023]. 120-150 p. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181719>
101. Robles-García MA, Aguilar AJ, Gutiérrez-Lomelí M, Rodríguez-Félix F, Del-Río JAM, Guerrero-Medina PJ, et al. Identificación cualitativa de metabolitos secundarios y determinación de la citotoxicidad de extractos de tempisque (*Sideroxylum capiri* PITTIER). *Biocencia* [Internet]. 29 de diciembre de 2016 [citado 7 de enero de

- 2024];18(3):3-8. Disponible en:
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/328>
102. Velásquez- Reales JA. Aplicación de técnicas electroquímicas en el control de calidad de miel [Internet]. [San Salvador]: Ciudad Universitaria ; 2014 [citado 7 de enero de 2024]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8478/1/19200996.pdf>
 103. Campanero MA. Evaluación de la Estabilidad de Productos Cosméticos: Necesidad y Procedimiento. *Industria Cosmetica - Primavera* 2019 [Internet]. 2019 [citado 9 de agosto de 2023];10:48-52. Disponible en:
<https://www.industriacosmetica.net/descargar/articulos-descarga-directa/zNhBUMj43XIQ1ZDO3CYFLNizG>
 104. Sieka-Vizza RM. Propuesta de normativa sobre especificaciones de producto terminado para cremas cosméticas de tipo limpiadora que se comercializan en Guatemala. *Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia* [Internet]. octubre de 2006 [citado 11 de diciembre de 2023];22-5. Disponible en: <https://www.biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF976.pdf>
 105. ANVISA. Serie Calidad en Coséticos. *Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria* [Internet]. junio de 2005 [citado 10 de enero de 2024];1:20-43. Disponible en:
<https://antigo.anvisa.gov.br/documents/106351/107910/Gu%C3%ADa+de+Estabilida+d+de+Productos+Cosm%C3%A9ticos/dd40ebf0-b9a2-4316-a6b4-818cac57f6de>
 106. Ruiz-Calero-Gutiérrez G. Estudio de Estabilidad de Productos y Homologación de Materias Primas en una Empresa Cosmética [Internet]. *Universidad De Cantabria*; 2019 [citado 8 de agosto de 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/16607/418426.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 107. Fernández-Montes EA. Control de calidad. *Farmacia Profesional* [Internet]. 1 de febrero de 2003 [citado 3 de septiembre de 2023];17(2):70-5. Disponible en:
<https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-control-calidad-13044494>
 108. Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology* [Internet]. diciembre de 2005 [citado 9 de septiembre de 2023];25(4):726-32. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/>
 109. Guija-Poma E, Inocente-Camones MÁ, Ponce-Pardo J, Zarzosa-Norabuena E. Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)* [Internet]. 17 de marzo de 2015 [citado 9 de septiembre de 2023];15(1):57-60. Disponible en:
<https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/148>
 110. Mariotti D, Frasson APZ. Avaliação da Estabilidade e Atividade Antioxidante de Formulações Cosméticas Contendo Extrato Etanólico Dos Frutos de *Fragaria Vesca* L. (Morango). *Infarma - Ciências Farmacêuticas* [Internet]. 13 de diciembre de 2011 [citado 27 de octubre de 2022];23(3/4):37-43. Disponible en:
<https://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=45>
 111. Inocente-Camones MÁ, Tomas-Chota GE, Huamán-Malla J, Muñoz-Jáuregui AM, García-Morán RI, Quispe-Fuentes G, et al. Actividad antioxidante y fotoprotectora in

- vitro de una loción y gel elaborados con extracto estabilizado de Camu Camu (*Myrciaria dubia* Kunth.). *Rev Soc Quím Perú*. 2014;80(1):65-77.
112. Bustamante-Arroyo EV, Prudencio-Quiroz JM. Determinación in vitro de la actividad fotoprotectora UVB en una crema de protección solar formulada con extracto hidroglicólico de *Lepidium meyenii* (Maca) [Internet]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018 [citado 12 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323342939.pdf>
 113. Mansur J, Breder M, Mansur M, Azulay R. Correlação entre a determinação do fator de proteção solar em seres humanos e por espectrofotometria. *An Bras Dermatol*. 1986;61(3):167-72.
 114. Benítez-Benítez R, Sarria-Villa RA, Gallo-Corredor JA, Pérez-Pacheco NO, Álvarez-Sandoval JH, Giraldo-Aristizabal CI. Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 24 de marzo de 2020;15(1):31-40.
 115. Castillo G, Diana O, Cuevas Z, Carrillo ML. Análisis Fitoquímico: Una Herramienta Para Develar el Potencial Biológico y Farmacológico de las Plantas. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación* [Internet]. 2017 [citado 9 de agosto de 2023];24(19899300). Disponible en: https://scholar.google.com.pe/scholar_url?url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7283800.pdf&hl=es&sa=X&ei=Eo22ZLGRLZLYygSH-oUY&scisig=ABFr3zDUkflw7kT4bnqRIC3BlaX&oi=scholar
 116. Olivera-Delgado LI, Gutierrez-Felix EG. Evaluación de la actividad antimicrobiana “In vitro” sobre cuatro cepas ATCC y determinación de la actividad antioxidante del extracto etanólico al 96% de *Taraxacum officinale* (Diente de león) y del aceite esencial de *Mintostachys spicata* (Q’eshua muña) [Internet]. [CUSCO]: UNSAAC ; 2021 [citado 9 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5580>
 117. Rengifo-Zevallos DR. Estudio fitoquímico cualitativo preliminar y cuantificación de flavonoides y taninos del extracto etanólico de hojas de *Desmodium vargasianum* Schubert. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [Internet]. junio de 2018 [citado 7 de febrero de 2024];84:1-5. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000200002
 118. Brown TL, Lemay E, Bursten BE, Murphy CJ. *Química la Ciencia Central*. Vol. 1ra ed. 2009.
 119. Alía Fernández-Montes Enrique. *Manual de formulación magistral dermatológica*. 1998 [citado 7 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=21668>
 120. Pérez-Solier Ingrid F. Actividad cicatrizante del cremigel elaborado a base del extracto atomizado de las hojas de *Solanum nitidum* R. & P. «ñuñunga», Aya cucho - 2014 [Internet]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ; 2015 [citado 9 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-910764>
 121. Palencia-Juarez LM. Estandarización Del pH en la Manufactura de Formulaciones de Emulsiones Cosméticas con Hidróxido de Sodio [Internet]. [Guatemala]: Universidad

- de San Carlos de Guatemala ; 2008 [citado 3 de septiembre de 2023]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1089_Q.pdf
122. Infante-Oriundo ND. Desarrollo de una crema elaborada a base del extracto atomizado de las vainas de *Caesalpinia spinosa* Molina Kuntze «tara». Ayacucho 2015. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga [Internet]. 2015 [citado 8 de diciembre de 2023];36. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/916072/desarrollo-de-una-crema-elaborada-a-base-del-extracto-atomizado_9eAv5TB.pdf
 123. Alvear-Rosero SJ. Estudio de estabilidad acelerada en cremas formuladas con aceites de frutos de tres especies vegetales: Morete, Chonta y Sacha inchi [Internet]. [Quito]: Universidad Politecnica Salesiana; 2012 [citado 3 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4013/1/UPS-QT03053.pdf>
 124. Pérez-Bueno T, Rodríguez-Perdomo Y, Morales-Lacarrere I, María Soler-Roger D, De La N, Martín-Viaña P. núms.1-2,1999 75 Tecnol. Tecnol Ciencia Ed (IMIQ). 2011;26(2):75-9.
 125. Díaz-Castillo JP, Mier-Giraldo HP. Recomendaciones para el desarrollo de Estudios de estabilidad de productos cosméticos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI, SAFE + Calidad para Cosméticos [Internet]. 2018 [citado 3 de septiembre de 2023]; Disponible en: www.safeplus.com.co
 126. Muriira-Karau G, Nyagah E, Njagi M, King'ori-Machocho A, Wangai LN, Ng'aru-Kamau P. Phytonutrients, Minerals and in vitro Antioxidant Capacity of Leaf and Stem Bark Powders of *Senna spectabilis*. J Pharmacogn Phytochem [Internet]. 2013 [citado 23 de agosto de 2023];2(2):51-9. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/2013.v2.i2.140/phytonutrients-minerals-and-in-vitro-antioxidant-capacity-of-leaf-and-stem-bark-powders-of-senna-spectabilis>
 127. Murray R. Spiegel, John J. Schiller. Teoría y Problemas de Probabilidad y Estadística [Internet]. McGraw-Hill. Ariza Herrera E, editor. Vol. 2. Mexico; 2003 [citado 8 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=0LowAAAACAAJ>
 128. Pallant J. SPSS survival manual : a step by step guide to data analysis using IBM SPSS [Internet]. Worldwide Bestseller. Vol. 7. London; 2020 [citado 8 de diciembre de 2023]. 275-278 p. Disponible en: https://books.google.com/books/about/SPSS_Survival_Manual_A_Step_by_Step_Guid.html?hl=es&id=CxUsEAAQBAJ
 129. Field AP. Discovering Statistics 4th Edition Summary [Internet]. MobileStudy. Field A, editor. Vol. 50, Choice Reviews Online. 2013 [citado 8 de diciembre de 2023]. 526-532 p. Disponible en: <http://www.cro3.org/cgi/doi/10.5860/CHOICE.50-2114>
 130. Gilaberte Y, Coscojuela CC, Sáenz-de Santamaría MC, González S. Fotoprotección. Actas Dermosifiliogr [Internet]. 2003 [citado 9 de agosto de 2023];94(5):271-93. Disponible en: <https://www.actasdermo.org/es-fotoproteccion-articulo-13048173>
 131. Couselo C, González PC, Diéguez MP, Flórez Á. Impacto de los filtros ultravioleta en el entorno natural. Actas Dermosifiliogr [Internet]. 1 de septiembre de 2022 [citado 9 de agosto de 2023];113(8):792-803. Disponible en: <http://www.actasdermo.org/es-impacto-filtros-ultravioleta-el-entorno-articulo-S0001731022003301>

ANEXOS

ANEXO N° 1: CERTIFICACIÓN DE DETERMINACIÓN DE TAXONÓMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224013
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 303 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277248
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

HERBARIO VARGAS CUZ

CERTIFICADO DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA N° 15-2023-HVC-FCB- UNSAAC

La Directora del Herbario Vargas CUZ, Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), deja constancia que: **María Eliza Saya Tintaya** con código de matrícula **140270** y **Esther Fany Ccala Huanca** con código de matrícula **141752**, Bachilleres de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica de la UNSAAC; han presentado a la Dirección del Herbario Vargas CUZ, dos (02) muestras botánicas para su determinación taxonómica (expediente N° 519755), para realizar la elaboración del proyecto de tesis intitulada, **"FORMULACION Y DETERMINACION IN VITRO DEL FACTOR DE PROTECCION SOLAR Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EMULSIONES COSMETICAS ELABORADAS CON EXTRACTOS HIDROALCOHOLICOS DE FLORES DE *Senna birostris* y *Viguiera procumbens*"**, las que al ser diagnosticadas por el Mgt. Abel Monteagudo Mendoza, utilizando claves dicotómicas, consulta con bibliografía especializada, y comparación con muestras del herbario, concuerdan con las siguientes especies; de acuerdo a la clasificación del Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group-APG IV, 2016).

| N° | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN |
|----|------------|---|--------------|
| 1 | Asteraceae | <i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake | "sunchu" |
| 2 | Fabaceae | <i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin & Barneby | "mutuy" |

Se le expide la presente certificación a petición formal de las interesadas para los fines que vieran por conveniente.

Cusco, 15 de marzo de 2023


 Blga. María Luisa Ochoa Cámara
 Directora del Herbario Vargas CUZ



ANEXO N° 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. Determinación de porcentaje de humedad:

| Muestra | Peso inicial (g) | Peso final (g) | Porcentaje de humedad |
|---|------------------|----------------|-----------------------|
| <i>Senna birostris</i> (Mutuy) | | | |
| <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu). | | | |

$$\%H = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad

Pi: Peso inicial

Pf: Peso final

B. Determinación de porcentaje de rendimiento

| Flores secas | Peso inicial (g) | Peso final (g) | Porcentaje de rendimiento |
|---|------------------|----------------|---------------------------|
| <i>Senna birostris</i> (Mutuy) | | | |
| <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu). | | | |

$$\%E = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

%E: Porcentaje de rendimiento

Pi: Peso inicial (muestra seca)

Pf: Peso final (extracto etanoico seco)

C. Análisis fitoquímico cualitativo

Metabolitos secundarios de *Viguiera procumbens* (Sunchu).

| Metabolitos | Reactivos | Resultado | Observaciones |
|------------------------------------|-----------|-----------|---------------|
| Carbohidratos | | | |
| Compuestos fenólicos | | | |
| Taninos | | | |
| Flavonoides | | | |
| Antocianinas y flavonoides | | | |
| Aminoácidos libres de grupos amino | | | |
| alcaloides | | | |
| Quinonas | | | |

Metabolitos secundarios de *Senna birostris* (Mutuy)

| Metabolitos | Reactivos | Resultado | Observaciones |
|------------------------------------|-----------|-----------|---------------|
| Carbohidratos | | | |
| Compuestos fenólicos | | | |
| Taninos | | | |
| Flavonoides | | | |
| Antocianinas y flavonoides | | | |
| Aminoácidos libres de grupos amino | | | |
| alcaloides | | | |
| Quinonas | | | |

D. Determinación de la prueba de solubilidad

| Solvente | Grado de solubilidad de <i>Senna birostris</i> (Mutuy) | Grado de solubilidad de <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu). |
|----------------|--|--|
| Metanol | | |
| Etanol 40° | | |
| Etanol 70° | | |
| Etanol 96° | | |
| Agua destilada | | |
| Acetona | | |
| Cloroformo | | |
| Hexano | | |

Leyenda:

Totalmente soluble: +++
 Parcialmente soluble: ++
 Poco soluble: +
 Insoluble: -

ANEXO N° 3: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ORGANOLÉPTICA

Análisis de estabilidad organoléptica de las emulsiones con *Viguiera procumbens* (Sunchu).

| | | CONTROL ORGANOLPETICO DE LAS EMULSIONES CON <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) | | | | | | | |
|------------------------|---------|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |
| Emulsión 3% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |
| Emulsión 5% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |

Análisis de estabilidad organoléptica de las emulsiones con *Senna birostris* (Mutuy).

| | | CONTROL ORGANOLPETICO DE LAS EMULSIONES CON <i>Senna virostris</i> (Mutuy). | | | | | | | |
|------------------------|---------|--|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |
| Emulsión 3% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |
| Emulsión 5% | Textura | | | | | | | | |
| | Color | | | | | | | | |
| | Aspecto | | | | | | | | |
| | Olor | | | | | | | | |

ANEXO N° 4: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Análisis físicoquímico de las emulsiones con *Senna birostris* (Mutuy).

| | | CONTROL FÍSICOQUÍMICO DE LAS EMULSIONES CON <i>Senna virostris</i> (Mutuy) | | | | | | | |
|------------------------|----------------|---|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | pH | | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | | |
| Emulsión 3% | pH | | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | | |
| Emulsión 5% | pH | | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | | |

Análisis fisicoquímico de las emulsiones con *Viguiera procumbens* (Sunchu).

| CONTROL FISICOQUIMICO DE LAS EMULSIONES CON <i>Viguiera procumbens</i> (Sunchu) | | | | | | | | |
|---|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Características | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 20 | DIA 25 | DIA 30 |
| Emulsión 1% | pH | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | |
| Emulsión 3% | pH | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | |
| Emulsión 5% | pH | | | | | | | |
| | Extensibilidad | | | | | | | |
| | Microscopia | | | | | | | |
| | Sedimentación | | | | | | | |

**ANEXO N° 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 1%,
MÉTODO DPPH**

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Entre grupos | 0,297 | 2 | 0,148 | 3,591 | 0,094 |
| Dentro de grupos | 0,248 | 6 | 0,041 | | |
| Total | 0,545 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EVE 1% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|--|---|------------------------------|
| | | 1 |
| Emulsion de Vitamina E al 1% (1.25mg/mL) | 3 | 73,29867 |
| Emulsion de Vitamina E al 1% (2.5mg/mL) | 3 | 73,60200 |
| Emulsion de Vitamina E al 1% (5mg/mL) | 3 | 73,73200 |
| Sig. | | ,103 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 3 %,

MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|--------|
| Entre grupos | 5,637 | 2 | 2,819 | 136,455 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,124 | 6 | 0,021 | | |
| Total | 5,761 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EVE 3% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--|---|------------------------------|----------|
| | | 1 | 2 |
| Emulsion de Vitamina E al 3% (1.25mg/mL) | 3 | 72,04200 | |
| Emulsion de Vitamina E al 3% (2.5mg/mL) | 3 | 72,25867 | |
| Emulsion de Vitamina E al 3% (5mg/mL) | 3 | | 73,81867 |
| Sig. | | 0,259 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN VITAMINA E AL 5 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|-------|
| Entre grupos | 0,860 | 2 | 0,430 | 8,808 | 0,016 |
| Dentro de grupos | 0,293 | 6 | 0,049 | | |
| Total | 1,153 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EVE 5% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--|---|------------------------------|----------|
| | | 1 | 2 |
| Emulsion de Vitamina E al 5% (1.25mg/mL) | 3 | 73,86200 | |
| Emulsion de Vitamina E al 5% (2.5mg/mL) | 3 | 74,07867 | 74,07867 |
| Emulsion de Vitamina E al 5% (5mg/mL) | 3 | | 74,59867 |
| Sig. | | 0,524 | 0,074 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (*Senna birostris*) AL 1 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------------|--------|
| Entre grupos | 331,669 | 2 | 165,834 | 88314,22 2 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,011 | 6 | 0,002 | | |
| Total | 331,680 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EM 1% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|--------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Mutuy al 1% (1.25mg/mL) | 3 | 72,9520 0 | | |
| Emulsion de Mutuy al 1% (2.5mg/mL) | 3 | | 78,9340 0 | |
| Emulsion de Mutuy al 1% (5mg/mL) | 3 | | | 87,7326 7 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (*Senna birostris*) AL 3 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|------------|--------|
| Entre grupos | 487,572 | 2 | 243,786 | 129826,957 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,011 | 6 | 0,002 | | |
| Total | 487,584 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EM 3% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Mutuy al 3% (1.25mg/mL) | 3 | 76,59300 | | |
| Emulsion de Mutuy al 3% (2.5mg/mL) | 3 | | 91,11367 | |
| Emulsion de Mutuy al 3% (5mg/mL) | 3 | | | 93,10800 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN MUTUY (*Senna birostris*) AL 5 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|----------------|--------|
| Entre grupos | 381,159 | 2 | 190,580 | 101492,07 2 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,011 | 6 | 0,002 | | |
| Total | 381,170 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x EM 5% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|--------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Mutuy al 5% (1.25mg/mL) | 3 | 79,9740 0 | | |
| Emulsion de Mutuy al 5% (2.5mg/mL) | 3 | | 89,2503 3 | |
| Emulsion de Mutuy al 5% (5mg/mL) | 3 | | | 95,8390 0 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (VIGUIERA PROCUMBENS) AL 1 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-----------|--------|
| Entre grupos | 915,730 | 2 | 457,865 | 81277,808 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,034 | 6 | 0,006 | | |
| Total | 915,764 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x ES 1% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Sunchu al 1% (1.25mg/mL) | 3 | 76,54967 | | |
| Emulsion de Sunchu al 1% (2.5mg/mL) | 3 | | 79,93067 | |
| Emulsion de Sunchu al 1% (5mg/mL) | 3 | | | 99,43667 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 12: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (VIGUIERA PROCUMBENS) AL 3 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|----------|--------|
| Entre grupos | 266,156 | 2 | 133,078 | 7874,447 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,101 | 6 | 0,017 | | |
| Total | 266,258 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x ES 3% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Sunchu al 3% (1.25mg/mL) | 3 | 84,61167 | | |
| Emulsion de Sunchu al 3% (2.5mg/mL) | 3 | | 95,66567 | |
| Emulsion de Sunchu al 3% (5mg/mL) | 3 | | | 96,57567 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 13: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EMULSIÓN SUNCHU (VIGUIERA PROCUMBENS) AL 5 %, MÉTODO DPPH

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|----------|--------|
| Entre grupos | 77,066 | 2 | 38,533 | 2565,053 | <0,001 |
| Dentro de grupos | 0,090 | 6 | 0,015 | | |
| Total | 77,156 | 8 | | | |

SCHEFFE

| Porcentaje de Inhibición DPPH x ES 5% | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------------------|---|------------------------------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Emulsion de Sunchu al 5% (1.25mg/mL) | 3 | 92,63133 | | |
| Emulsion de Sunchu al 5% (2.5mg/mL) | 3 | | 96,61900 | |
| Emulsion de Sunchu al 5% (5mg/mL) | 3 | | | 99,78333 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO N° 14: RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

FOTOGRAFÍA N° 1: COMUNIDAD DE CHIHUACO, DISTRITO DE SICUANI, PROVINCIA DE CANCHIS, DEPARTAMENTO DE CUSCO.



FUENTE:

E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 2: RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES EN LA COMUNIDAD DE CHIHUACO



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 3: SELECCIÓN DE MUESTRA



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 4: PESO DE LAS MUESTRAS VEGETALES



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 5: SECADO DE LAS MUESTRAS



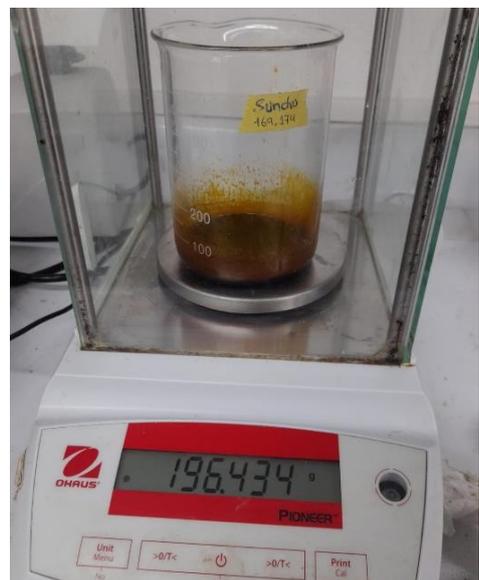
FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 6: MOLIENDA Y MACERACIÓN DE LAS MUESTRAS VEGETALES SECAS



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 7: FILTRACIÓN, EVAPORACIÓN Y PESO DEL EXTRACTO SECO



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 8: ELABORACIÓN DE LAS CREMAS SE *Senna birostris* Y *Viguiera procumbens* A CONCENTRACIONES 1%, 3% Y 5%



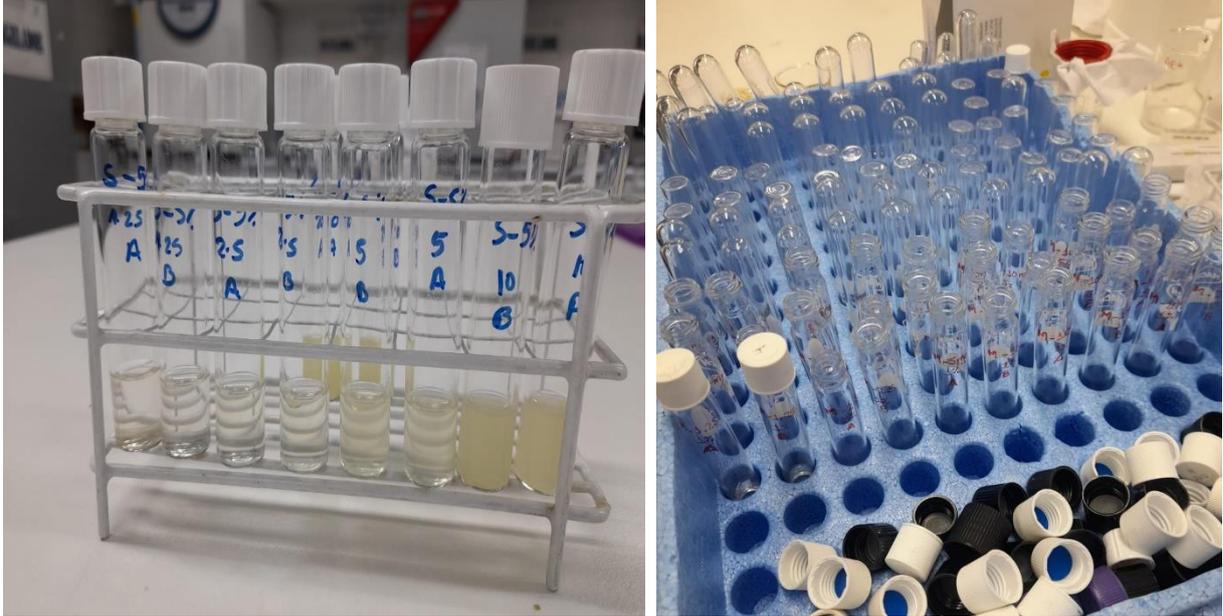
FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 9: ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD FOTOPROTECTORA DE LAS EMULSIONES DE *Senna birostris* Y *Viguiera procumbens* A DIFERENTES CONCENTRACIONES 1%, 3% Y 5%



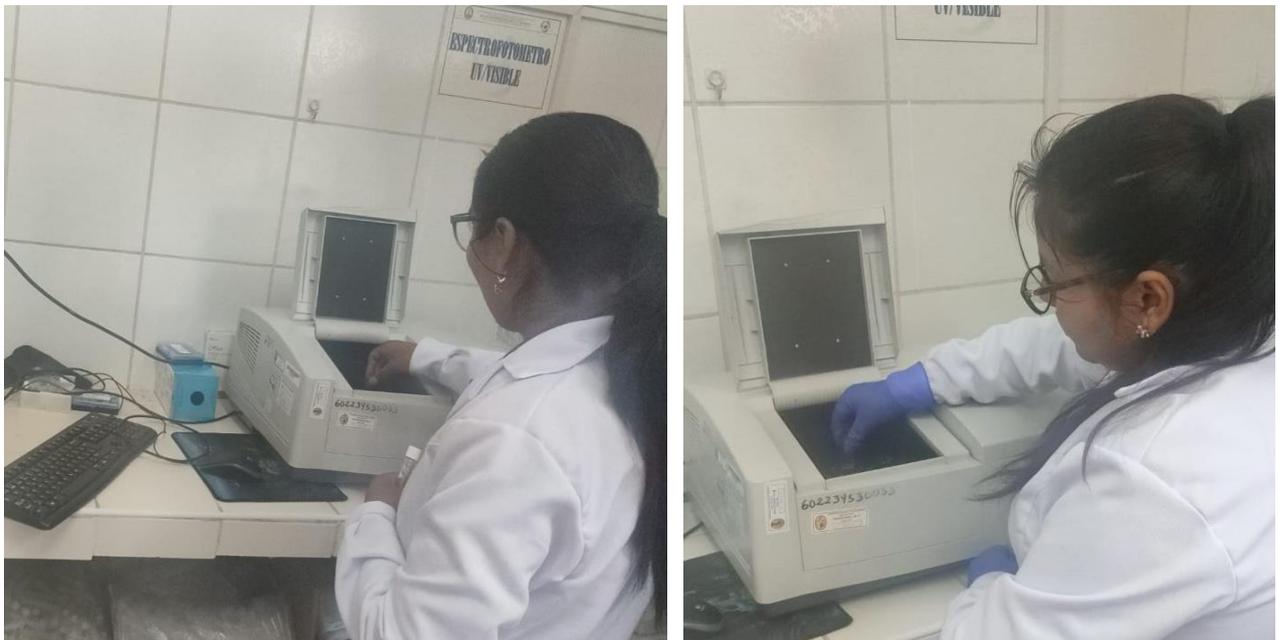
FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 10: ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS EMULSIONES SE *Senna birostris* Y *Viguiera procumbens* A LAS CONCENTRACIONES 1%, 3% Y 5%



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.

FOTOGRAFÍA N° 11: LECTURAS EN ESPECTROFOTÓMETRO



FUENTE: E.F.C.H. y M.E.S.T.