



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



AT 2026-FFBB-005

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

**Formulación de un gel cosmético con actividad antioxidante *in vitro* a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**

Presentado por:

**GARAY MUÑOZ ROCIO MILAGROS**

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 0% por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.**

Con Código de Matrícula: 20182122

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de enero de 2026

Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



**Formulación de un gel cosmético con actividad antioxidante *in vitro* a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck "girasol silvestre"**

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

**INFORME FINAL DE TESIS**

AUTOR:

BACH. GARAY MUÑOZ ROCIO MILAGROS

**Ica, Perú**

**2025**

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, por su amor incondicional, por darme la vida y la sabiduría para culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación, sin Él nada sería posible.

**A mi madre, Marisol**, por ser mi soporte y mi ejemplo de fortaleza, por acompañarme siempre e inculcarme desde niña que nada es imposible y que puedo alcanzar todo lo que me proponga.

**A mi padre, Ricardo**, por creer en mí, enseñarme a ser constante, luchar siempre por mis ideales y su amor incondicional.

**A mi hermano, Sergio**, por su apoyo constante y sabios consejos, tanto en mi vida personal como profesional.

**A mi abuela, doña Juana Dora Bernaola de Muñoz**, quien me enseñó que siempre existen razones para creer en mí misma y no rendirme ante la adversidad.

**A mi abuelo, don Juvencio Esaú Muñoz García**, quien me enseñó que la honestidad, la ética y la responsabilidad están siempre por encima de cualquier decisión.

## AGREDECIMIENTO

Expreso mi especial agradecimiento a mi asesora, Dra. **María Dolores Rocío Bendezú Acevedo**, por haber sido mi mentora y una guía fundamental en el desarrollo de esta investigación. Le agradezco profundamente su paciencia, la generosidad al compartir sus conocimientos, su apoyo constante ante cada nueva idea orientada a la mejora, así como sus acertados consejos y la motivación permanente que me impulsaron a crecer tanto profesional como personalmente, enseñándome que no existen límites para investigar e inspirándome a explorar y cuestionar siempre con rigor y entusiasmo.

Un agradecimiento especial a mis estimados docentes: Dr. **Felipe Artemio Surco Laos**, cuya paciencia, dedicación, apoyo incondicional y valiosos consejos fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación y a lo largo de mi formación; al Dr. **Jorge Antonio García Ceccarelli**, por impulsar mi interés en la investigación y motivarme de manera constante en mi crecimiento académico; a la Dra. **Santos Haydee Chávez Orellana**, por su orientación y acompañamiento durante mi desarrollo académico; y a la Dra. **Aura Cabrera Molina**, por haberme inspirado, desde el inicio de mi formación profesional, a dar lo mejor de mí. Asimismo, expreso mi gratitud a mi amigo **Ricardo Derian Gonzales Vargas**, por su apoyo durante esta etapa.

A mi alma mater, **Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”**, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y como persona de bien, preparándome para un futuro competitivo.

Agradezco profundamente a la **Asociación Científica de Investigación Farmacéutica (ACIF)**, que fue el punto de partida e inspiración para mi deseo de convertirme en investigadora.

Un agradecimiento especial a los **Químicos Farmacéuticos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins**, cuya exigencia constituyó un ejemplo de que el éxito es posible con preparación y determinación. Así mismo, me transmitieron la importancia del trabajo en equipo y del ejercicio de nuestra profesión con ética, recordándome que nuestra hermosa carrera debe estar siempre al servicio y bienestar de la sociedad.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	17
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	18
1.4 Justificación e importancia .....	18
1.5 Antecedentes de investigación.....	19
1.6 Marco teórico.....	20
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>26</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>97</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>102</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>110</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Criterios de inclusión y exclusión de las muestras de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	27
<b>Tabla 2.</b> Definición de los términos de solubilidad (adaptada de la Farmacopea de los Estados Unidos, Formulario Nacional - USP28/USP38-NF33* y Avisos Generales) y de la Farmacopea Europea, 11.ª edición). .....	34
<b>Tabla 3.</b> Evaluación de formulaciones para la selección del agente gelificante.....	43
<b>Tabla 4.</b> Ensayo microbiológico de control de calidad del gel cosmético.....	47
<b>Tabla 5.</b> Metabolitos secundarios de las fracciones derivadas del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas y flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	53
<b>Tabla 6.</b> Caracterización organoléptica de los extractos hidroalcohólicos de las partes aéreas y flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	54
<b>Tabla 7.</b> Caracterización fisicoquímica de los extractos hidroalcohólicos de las partes aéreas de la <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	55
<b>Tabla 8.</b> Caracterización fisicoquímica de los extractos hidroalcohólicos de las flores de la <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	55
<b>Tabla 9.</b> Ensayo de solubilidad de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de la especie <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	56
<b>Tabla 10.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de CUPRAC.....	57
<b>Tabla 11.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de partes aéreas de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre", mediante el método CUPRAC.....	58
<b>Tabla 12.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre", mediante el método CUPRAC .....	58
<b>Tabla 13.</b> Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método CUPRAC.....	60
<b>Tabla 14.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de FRAP.....	61
<b>Tabla 15.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre", mediante el método FRAP.....	62

<b>Tabla 16.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre", mediante el método FRAP .....	62
<b>Tabla 17.</b> Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método FRAP.....	64
<b>Tabla 18.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de ABTS.....	65
<b>Tabla 19.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de la especie <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, mediante el método ABTS. ....	66
<b>Tabla 20.</b> Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las flores de la especie <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, mediante el método ABTS. ....	66
<b>Tabla 21.</b> Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método ABTS.....	68
<b>Tabla 22.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales.....	69
<b>Tabla 23.</b> Determinación de polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de flores por método de maceración de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	70
<b>Tabla 24.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de quercetina para la determinación de flavonoides.....	71
<b>Tabla 25.</b> Determinación de flavonoides del extracto hidroalcohólico de flores por método de maceración de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre".....	72
<b>Tabla 26.</b> Evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones del gel cosmético con base B1 del extracto de flores por maceración <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	73
<b>Tabla 27.</b> Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable TEAC ( $\mu\text{mol TE/g}$ ), correspondiente a las formulaciones con Base 1, por el método CUPRAC.....	76
<b>Tabla 28.</b> Evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones del gel cosmético con base B2 del extracto de flores por maceración <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	77
<b>Tabla 29.</b> Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable TEAC, correspondiente a las formulaciones con Base 2, por el método CUPRAC.....	80
<b>Tabla 30.</b> Características organolépticas de la formulación del gel cosmético F4B1 con extracto hidroalcohólico de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	81

<b>Tabla 31.</b> Características fisicoquímicas de la formulación del gel cosmético F4B1 con EH de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	82
<b>Tabla 32.</b> Estudio de estabilidad preliminar del gel antioxidante F4B1 con EH de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	82
<b>Tabla 33.</b> Control de calidad organoléptico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del EH de flores de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	83
<b>Tabla 34.</b> Control de calidad fisicoquímico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del EH de flores de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	84
<b>Tabla 35.</b> Control microbiológico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del extracto hidroalcohólico de flores de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	88
<b>Tabla 36.</b> Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante del gel F4B1, por el método FRAP.....	89
<b>Tabla 37.</b> Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel cosmético F4B1 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, por método FRAP.....	90
<b>Tabla 38.</b> Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de DPPH.....	91
<b>Tabla 39.</b> Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel cosmético F4B1 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, por método DPPH.....	92
<b>Tabla 40.</b> Determinación de polifenoles totales de la formulación de gel cosmético de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	93
<b>Tabla 41.</b> Determinación de flavonoides de la formulación de gel cosmético de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”.....	94
<b>Tabla 42.</b> Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel antioxidante F4B1 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y del gel antioxidante comercial, por método CUPRAC.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fotografía de <i>Encelia canescens</i> Lamarck "girasol silvestre" - Distrito de Rosario de Yauca (Molletambo,Ica).....	20
<b>Figura 2.</b> Planta entera de <i>Encelia canescens</i> Lamarck "girasol silvestre".....	21
<b>Figura 3.</b> Proceso extractivo.....	22
<b>Figura 4.</b> La piel.....	23
<b>Figura 5.</b> Esqueleto carbónico C6-C3-C6, que forma los diversos flavonoides (A), y un flavonol formado a partir de este esqueleto, la quercetina (B).....	24
<b>Figura 6.</b> Función y vías antienviejecimiento de los ingredientes derivados de plantas en cosméticos.....	25
<b>Figura 7.</b> Ventajas, desventajas y aplicaciones cosméticas de los geles frente a otros sistemas vehiculares.....	25
<b>Figura 8.</b> Lugar de la recolección (Molletambo - Ica) .....	27
<b>Figura 9.</b> Flujograma de la obtención de los extractos hidroalcohólicos .....	29
<b>Figura 10.</b> Flujograma de marcha fitoquímica preliminar para identificar metabolitos.....	32
<b>Figura 11.</b> Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método CUPRAC.....	36
<b>Figura 12.</b> Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método FRAP.....	37
<b>Figura 13.</b> Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método ABTS.....	39
<b>Figura 14.</b> Proceso de disolución de la muestra de extracto para determinar polifenoles totales.....	40
<b>Figura 15.</b> Proceso de disolución de la muestra de extracto para determinar flavonoides.....	42
<b>Figura 16.</b> Especificaciones microbiológicas.....	47
<b>Figura 17.</b> Esquema del procedimiento para el control microbiológico del gel cosmético.....	48
<b>Figura 18.</b> Proceso de disolución de la muestra de gel para el método DPPH.....	50
<b>Figura 19.</b> Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método CUPRAC.....	57
<b>Figura 20.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por CUPRAC.....	59
<b>Figura 21.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por CUPRAC .....	59
<b>Figura 22.</b> Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm$ EE) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método CUPRAC para los distintos métodos .....	60

<b>Figura 23.</b> Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP.....	61
<b>Figura 24.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por FRAP .....	63
<b>Figura 25.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las FLOERS de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por FRAP .....	63
<b>Figura 26.</b> Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm$ EE) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método FRAP para los distintos métodos de extracción.....	64
<b>Figura 27.</b> Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS. ....	65
<b>Figura 28.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por ABTS.....	67
<b>Figura 29.</b> Correlación entre las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las flores de <i>Encelia canescens</i> L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por ABTS.....	67
<b>Figura 30.</b> Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm$ EE) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método ABTS para los distintos métodos de extracción.....	68
<b>Figura 31.</b> Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales.....	69
<b>Figura 32.</b> Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de flores de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y equivalente de ácido gálico ( $\mu$ g).....	70
<b>Figura 33.</b> Curva de calibración de quercetina.....	71
<b>Figura 34.</b> Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de flores de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y equivalente de quercetina ( $\mu$ g).....	72
<b>Figura 35.</b> Curvas de calibración de las formulaciones del gel cosmético con Base 1 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, obtenidas por el método CUPRAC.....	74
<b>Figura 36.</b> Gráfica comparativa de intervalos de las formulaciones del gel cosmético con Base 1 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, evaluadas por el método CUPRAC.....	75
<b>Figura 37.</b> Prueba de comparaciones múltiples de Tukey IC (95%), para la variable TEAC, mostrando las diferencias entre las medias de las formulaciones (FXB1 7–20 %).....	75
<b>Figura 38.</b> Curvas de calibración de las formulaciones del gel cosmético con Base 2 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, obtenidas por el método CUPRAC.....	78
<b>Figura 39.</b> Gráfica comparativa de intervalos de las formulaciones del gel cosmético con Base 2 de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre”, evaluadas por el método CUPRAC.....	79
<b>Figura 40.</b> Prueba de comparaciones múltiples de Tukey IC (95%), para la variable TEAC, mostrando las diferencias entre las medias de las formulaciones (FXB2 7–20 %).....	79

<b>Figura 41.</b> Variación del (a) pH, (b) extensibilidad y (c) viscosidad del gel F4B1 durante el almacenamiento bajo condiciones de envase cerrado y abierto.....	86
<b>Figura 42.</b> Curva de calibración de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP.....	89
<b>Figura 43.</b> Correlación entre concentración del gel antioxidante y TEAC (mM), por el método FRAP. ....	90
<b>Figura 44.</b> Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método DPPH.....	91
<b>Figura 45.</b> Correlación entre concentración del gel antioxidante de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y TEAC (mM), por el método DPPH.....	92
<b>Figura 46.</b> Correlación entre concentración de la formulación de gel cosmético de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y equivalente de ácido gálico ( $\mu\text{g}$ ).....	93
<b>Figura 47.</b> Correlación entre concentración de la formulación de gel cosmético de <i>Encelia canescens</i> L. “girasol silvestre” y equivalente de quercetina ( $\mu\text{g}$ ).....	94
<b>Figura 48.</b> Correlación entre concentración de TEAC del gel antioxidante F4B1 y el gel comercial antioxidante, por el método CUPRAC.....	95
<b>Figura 49.</b> Diagrama de cajas mostrando la distribución y dispersión de los valores de TEAC...96	

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N° 1:</b> Constancia de clasificación taxonómica de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	110
<b>ANEXO N° 2:</b> Tratamiento de la muestra vegetal de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	111
<b>ANEXO N° 3:</b> Obtención del extracto hidroalcohólico de partes aéreas de la de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	112
<b>ANEXO N° 4:</b> Obtención del extracto hidroalcohólico de flores de la de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	113
<b>ANEXO N° 5:</b> Tamizaje fitoquímico preliminar para identificar metabolitos de los extractos hidroalcohólicos de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	114
<b>ANEXO N° 6:</b> Caracterización fisicoquímica de los extractos hidroalcohólicos de flores de la de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	116
<b>ANEXO N° 7:</b> Ensayos de solubilidad de los extracto hidroalcohólico de flores de la de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	117
<b>ANEXO N° 8:</b> Análisis comparativo y determinación de la actividad antioxidante de los extractos de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	118
<b>ANEXO N° 9:</b> Determinación del contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto hidroalcohólico de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	119
<b>ANEXO N° 10:</b> Evaluación de formulaciones para la selección del agente gelificante .....	120
<b>ANEXO N° 11:</b> Formulación del gel con extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”, por el método de maceración.....	122
<b>ANEXO N° 12:</b> Ensayos organolépticos del gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	123
<b>ANEXO N° 13:</b> Ensayos fisicoquímicos del gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	123
<b>ANEXO N° 14:</b> Prueba de estabilidad preliminar del gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	124
<b>ANEXO N° 15:</b> Control microbiológico del gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	127
<b>ANEXO N° 16:</b> Determinación de la actividad antioxidante al gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	128
<b>ANEXO N° 17:</b> Determinación del contenido de polifenoles totales y flavonoides del gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	129
<b>ANEXO N° 18:</b> Comparación de actividad antioxidante por método de CUPRAC <i>in vitro</i> al gel formulado a partir del extracto de flores de <i>Encelia canescens</i> Lamarck “girasol silvestre”.....	129

## ABREVIATURAS

±EE: error estándar

μg: microgramo

μL: microlitro

Abs: absorbancia

Abs prom: absorbancia promedio

ABTS: ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)

AE: área de extensibilidad

ANOVA: análisis de varianza

CAN: Comunidad Andina de Naciones

cc: concentrado

cP: centipoise

CUPRAC: Capacidad Antioxidante Reductora del Cobre

DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo

DS: desviación estándar

EAU: extracción asistida por ultrasonido

EH: extracto hidroalcohólico

FDA: Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos

FEQ: equivalentes a flavonoides

FRAP: reducción del hierro férrico a ferroso

g: gramo

GAE: equivalentes de ácido gálico

IC: intervalo de confianza

IC50: Concentración Inhibitoria Media

L.: Lamarck

M: molar

MEC: matriz extracelular

mg: miligramos

mL: mililitro

mm: milímetro

mM: milimolar

mm<sup>2</sup>: milímetro cuadrado

MMPs: metaloproteinasas de matriz

nm: nanómetro

°C: Grados Celsius

OMS: Organismo Mundial de la Salud

p/p: peso a peso

QE: equivalentes de quercetina

ROS: especies reactivas de oxígeno

rpm: revoluciones por minuto

Rx.: reacción

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

TAC: capacidad antioxidante total

TEAC: capacidad antioxidante equivalente al Trolox

TFC: flavonoides totales

TPC: polifenoles totales

TPTZ: 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina

Trolox: Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico

UFC: Unidades formadoras de Colonias

USP: Farmacopea de los Estados Unidos

UV: ultravioleta

UVI: índice de ultravioleta

v/v: volumen a volumen

v:v:v: proporción volumétrica múltiple

## RESUMEN

El estrés oxidativo cutáneo desempeña un papel determinante en los procesos de envejecimiento y daño dérmico, lo que sustenta el interés por compuestos naturales con propiedades antioxidantes, como los polifenoles y flavonoides, para su aplicación en formulaciones cosméticas. *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre” es una especie nativa de zonas áridas que contiene metabolitos bioactivos con potencial dermocosmético; sin embargo, no se ha documentado su incorporación en formulaciones tópicas estandarizadas ni su evaluación *in vitro*. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad antioxidante *in vitro* del gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck. Los extractos hidroalcohólicos de partes aéreas y flores fueron obtenidos mediante maceración y extracción asistida por ultrasonido, y posteriormente sometidos a tamizaje fitoquímico, análisis fisicoquímico, ensayos antioxidantes (CUPRAC, FRAP y ABTS), cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoides totales. El extracto floral obtenido por maceración presentó la mayor capacidad antioxidante y fue incorporado en geles a concentraciones de 7 %, 10 %, 13 %, 15 % y 20 %. La fórmula F4B1 al 15% fue evaluada en sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes, incluyendo la comparación con un gel comercial mediante CUPRAC. Aunque el análisis ANOVA no evidenció diferencias significativas entre las formulaciones ( $p > 0,05$ ), el gel F4B1 mostró la media más alta de capacidad antioxidante y parámetros fisicoquímicos óptimos. En conclusión, el gel cosmético de *Encelia canescens* Lamarck mostró actividad antioxidante cuantificable y cumplimiento microbiológico, consolidándose como un prototipo dermocosmético innovador para la protección cutánea frente al daño oxidativo.

**Palabras clave:** *Encelia canescens* Lamarck, actividad antioxidante, gel cosmético, extracto hidroalcohólico, dermocosmética.

## ABSTRACT

Cutaneous oxidative stress plays a decisive role in the processes of skin aging and dermal damage, supporting the growing interest in natural compounds with antioxidant properties, such as polyphenols and flavonoids, for their incorporation into cosmetic formulations. *Encelia canescens* Lamarck (“wild sunflower”) is a native species from arid regions containing bioactive metabolites with dermocosmetic potential; however, its inclusion in standardized topical formulations and its in vitro evaluation have not yet been reported. This study aimed to evaluate the in vitro antioxidant activity of a cosmetic gel formulated from the hydroalcoholic extract of *Encelia canescens* Lamack. Hydroalcoholic extracts from aerial parts and flowers were obtained by maceration and ultrasound-assisted extraction and subjected to phytochemical screening, physicochemical characterization, antioxidant assays (CUPRAC, FRAP, and ABTS), and quantification of total phenolic and flavonoid contents. The floral extract obtained by maceration exhibited the highest antioxidant capacity and was incorporated into gels at concentrations of 7%, 10%, 13%, 15%, and 20%. The F4B1 formulation at 15% was evaluated for its organoleptic, physicochemical, microbiological, and antioxidant properties, including comparative analysis with a commercial gel using the CUPRAC method. Although one-way ANOVA revealed no statistically significant differences among formulations ( $p > 0.05$ ), the 15% F4B1 gel showed the highest mean antioxidant capacity and acceptable physicochemical parameters. In conclusion, the *Encelia canescens* Lamarck F4B1 cosmetic gel demonstrated quantifiable antioxidant activity, technological stability, and microbiological compliance, establishing itself as an innovative dermocosmetic prototype for skin protection against oxidative damage.

**Keywords:** *Encelia canescens* Lamarck, antioxidant activity, cosmetic gel, hydroalcoholic extract, dermocosmetics.

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento cutáneo inducido por factores ambientales, conocido como fotoenvejecimiento, constituye un proceso degenerativo multifactorial que altera progresivamente la estructura y funcionalidad de la piel. Entre los factores extrínsecos, la radiación ultravioleta (UV) es el principal agente desencadenante, al inducir una sobreproducción de especies reactivas de oxígeno (ROS) que generan un desequilibrio redox dérmico, provocando peroxidación lipídica, oxidación proteica y daño al ADN (1,2). Además, las ROS estimulan la expresión de metaloproteinasas de matriz (MMPs), responsables de la degradación del colágeno y elastina, acelerando la pérdida de firmeza y elasticidad cutánea (3).

Frente a estos procesos, la cosmética moderna ha evolucionado hacia un enfoque integral que aborda las necesidades fisiológicas y el bienestar sensorial de la piel. En este contexto, las plantas medicinales han adquirido un papel protagónico como fuentes sostenibles de metabolitos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y regeneradoras, fortaleciendo la convergencia entre innovación tecnológica y sostenibilidad (4).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen más de 20 000 especies de plantas medicinales distribuidas en 91 países, lo que representa un vasto potencial biotecnológico y cosmético. Este recurso natural ofrece la posibilidad de desarrollar ingredientes activos de origen vegetal mediante tecnologías modernas de extracción y estandarización, promoviendo productos más seguros y sostenibles. El creciente reconocimiento del valor de las materias primas vegetales ha impulsado a la industria cosmética global hacia formulaciones ecológicas y funcionales. Empresas como el Grupo L'Oréal proyectan que, para 2030, el 95 % de sus ingredientes procederá de fuentes renovables, reflejando la transición hacia una biocosmética sostenible. De igual modo, marcas asiáticas como Winona, Inoherb y Pechoin destacan por el uso de extractos botánicos con propiedades hidratantes, reparadoras y antioxidantes (5).

El empleo tópico de antioxidantes constituye una estrategia efectiva para prevenir el daño oxidativo cutáneo. Estos compuestos neutralizan radicales libres y modulan enzimas implicadas en el deterioro dérmico (6). Dentro de ellos, los polifenoles y flavonoides destacan por su elevada capacidad reductora, estabilidad y biocompatibilidad, atributos que los posicionan como ingredientes de alto valor dermocosmético (7).

En este contexto, los geles cosméticos representan vehículos idóneos por su estabilidad fisicoquímica, textura ligera y capacidad para liberar sostenidamente compuestos bioactivos, optimizando la eficacia antioxidante y la aceptabilidad sensorial de las formulaciones (8).

*Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”, de la familia Asteraceae, es una especie nativa de zonas áridas del Perú. Los extractos etanólicos de sus hojas muestran presencia de compuestos fenólicos y flavonoides con actividad antioxidante (9). No obstante, las flores de esta especie no han sido caracterizadas fitoquímicamente, lo que representa una oportunidad de investigación con potencial aplicación cosmética. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo formular un gel cosmético con actividad antioxidante *in vitro* a partir del extracto hidroalcohólico de *E. canescens* Lamarck y evaluar su capacidad antioxidante mediante ensayos químicos estandarizados, complementados con una prueba preliminar de estabilidad térmica.

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

El envejecimiento cutáneo puede acelerarse por factores ambientales como la radiación UV, la contaminación y el estrés oxidativo generando pérdida de elasticidad, arrugas y manchas pigmentarias que afectan la salud y percepción estética (10,11). Se distinguen dos tipos de envejecimiento: intrínseco (cronosenescencia) y extrínseco (dermatoheliosis), este último considerado el más agresivo debido a su relación directa con la radiación UV y factores conductuales que favorecen la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y el consecuente daño oxidativo térmico (12).

A nivel mundial, la radiación UV constituye un importante factor de riesgo cutáneo. En Europa, entre el 70 % y 90 % de los melanomas se atribuyen a la exposición solar, generando más de 20 000 muertes anuales por cáncer de piel. En países mediterráneos como España, Italia y Grecia, los índices de radiación UV (UVI) pueden alcanzar valores de 9 o superiores en verano, disminuyendo a 5–8 en invierno (13). En el Perú, los niveles de radiación UV se encuentran entre los más altos del mundo. Según el SENAMHI, los valores promedio oscilan entre 8 y 15 en la costa, 10 a 17 en la sierra y 8 a 14 en la selva (14). Regiones como Ica registran picos de hasta 18, considerados peligrosos para la salud humana. Estas condiciones justifican el desarrollo de formulaciones cosméticas antioxidantes que prevengan el fotoenvejecimiento y mitiguen los efectos de la radiación solar (15). El interés por productos dermocosméticos antioxidantes ha crecido, pero la mayoría son importados, costosos y poco adaptados al entorno local (16). En este escenario, se planteó el desarrollo de un gel cosmético antioxidante a base del extracto hidroalcohólico de *E. canescens* L. orientado a valorizar un recurso vegetal nativo mediante una formulación eficaz, sostenible y accesible.

### **1.2 Formulación del problema**

¿Presentará actividad antioxidante *in vitro* el gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”?

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### 1.3.1 Objetivo General

Evaluar la actividad antioxidante *in vitro* del gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.

#### 1.3.2 Objetivo Específico

- ❖ Determinar la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Determinar el contenido de polifenoles y flavonoides totales del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Formular un gel cosmético con actividad antioxidante a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Determinar el contenido de polifenoles y flavonoides totales del gel cosmético con actividad antioxidante a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Efectuar el control de calidad organoléptico y fisicoquímico del gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Efectuar el control microbiológico del gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.
- ❖ Comparar la actividad antioxidante *in vitro* del gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre” con un gel antioxidante comercial.

### 1.4 Justificación e importancia

La revisión de bases de datos especializadas (*PudMed*, *Scopus*, *SciELO*, *Cosmetics*, *ScienceDirect*), evidenció que *Encelia canescens* Lamarck es una especie nativa del Perú, tradicionalmente empleada con fines medicinales y adaptada a ecosistemas áridos (17). Estudios recientes reportan que los extractos etanólicos de sus hojas presentan actividad antioxidante y antiinflamatoria, atribuida a la presencia de flavonoides y triterpenoides, lo que la convierte en una fuente prometedora de compuestos bioactivos con aplicación dermocosmética (9). Sin embargo, no existen investigaciones que evalúen su incorporación en formulaciones tópicas estandarizadas bajo criterios de eficacia, estabilidad y seguridad.

El estrés oxidativo cutáneo es un factor clave en la degradación dérmica, por lo que el uso de antioxidantes naturales constituye una estrategia eficaz para preservar la funcionalidad de la piel (18). En este contexto, los geles cosméticos se destacan por su biocompatibilidad, textura ligera y capacidad de liberar de forma controlada principios activos antioxidantes e hidratantes (19). El desarrollo de un gel facial con

extracto hidroalcohólico de *E. canescens* ofrece una opción natural, accesible y sostenible para la prevención del daño oxidativo de la piel, además de contribuir a la valorización de la biodiversidad peruana y al fortalecimiento de la innovación científica nacional en dermocosmética.

### 1.5 Antecedentes de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica sobre *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”, enfocada en sus propiedades fitoquímicas, farmacológicas y antioxidantes, identificándose investigaciones que respaldan su potencial biológico.

- ✦ Fernández F, *et al.* (9), en 2020, desarrollaron en Trujillo (Perú) el estudio “Protection of Erythrocytes against Lipoperoxidation and Anti-inflammatory Effects of Ethanolic Extract of *Encelia canescens* Lam Leaves in Mice”, donde el extracto etanólico de hojas demostró efecto antiinflamatorio y protección frente a la lipoperoxidación eritrocitaria inducida por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, atribuida a la presencia de flavonoides y triterpenoides.
- ✦ Cayún *et al.* (20), en 2015, en la investigación “Preclinical Evaluation of the *Encelia canescens* Lam Extract: Medicinal Properties useful for Cancer Treatment”, identificaron metabolitos secundarios —saponinas, terpenos, flavonoides, cumarinas y taninos— mediante pruebas fitoquímicas, además de cuantificar compuestos fenólicos y flavonoides totales. Los ensayos antioxidantes ABTS y DPPH confirmaron la capacidad reductora de los extractos etanólico y acuoso.
- ✦ Cochachi y Fernández (21), en 2015, evaluaron la “Toxicidad aguda y efecto hepatoprotector del extracto etanólico de los tallos de *Encelia canescens* Lamarck, en ratas en un modelo de intoxicación con paracetamol”, se evidenció la presencia de aminoácidos, esteroides y/o triterpenoides, antraquinonas, flavonoides, los cuales se asociaron con el efecto hepatoprotector. Además, el estudio clasificó el extracto como no tóxico (DL<sub>50</sub> > 2000 mg/kg), según los criterios de Williams descrita en el Manual de Técnicas de Investigación CYTED (1995).
- ✦ Sepúlveda (22), en 2007, amplió el conocimiento con su “Estudio fitoquímico y farmacológico de *Encelia canescens* Lam. Asteraceae”, analizó las partes aéreas y hojas frescas, obteniéndose mayores rendimientos con los extractos metanólico y diclorometánico. Se identificaron metabolitos como esteroides, triterpenos, flavonoides y cumarinas. Sin embargo, el extracto metanólico global de la parte aérea no mostró actividad antioxidante significativa en el ensayo DPPH.

## 1.6 Marco teórico

### 1.6.1 *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”

#### ➤ Clasificación taxonómica:

La especie fue identificada y clasificada taxonómicamente en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, confirmando su pertenencia a la familia Asteraceae. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

**ORDEN:** Asteraceae Link

**FAMILIA:** Asteraceae Bercht & J. Presl

**GÉNERO:** *Encelia* Adans.

**ESPECIE:** *Encelia canescens* Lamarck

**NOMBRE VULGAR:** Flor amarilla, girasol silvestre, coronilla del Fraile (23).



**Figura 1.** Fotografía de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre” - Distrito de Rosario de Yauca (Molletambo, Ica)

#### ➤ Descripción morfológica:

La especie *Encelia canescens* Lamarck es una planta arbustiva perenne (30-80 cm), adaptada a ambientes áridos de Chile, Perú y Argentina. Presenta tallos verde plumizos cubiertos de pilosidad blanca, hojas alternas, pecioladas, y oblongas e inflorescencias terminales amarillas con flores liguladas femeninas infértiles y flores tubulosas fértiles castañas, características de la familia Asteraceae (22).



**Figura 2.** Planta entera de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”  
 Fuente. Rodríguez R. *et al.* (Catálogo de las plantas vasculares de Chile) (24)

➤ **Distribución geográfica y hábitat:**

*Encelia canescens* L., es una especie arbustiva nativa de Sudamérica, crece de forma natural en suelos arenosos y secos a lo largo de la costa peruana, particularmente en Molletambo (Rosario de Yauca, Ica) y en zonas áridas del norte de Chile y Argentina, entre los 1 000 – 1 700 m.s.n.m. (22).

➤ **Usos:**

En comunidades del norte de Chile, Perú y Argentina, *Encelia canescens* L. se usa tradicionalmente por sus propiedades galactóforas, empleándose para estimular la producción de leche materna en mujeres lactantes y como remedio frente a la retención urinaria. Asimismo, diversas especies del género *Encelia* han sido reportadas con propiedades analgésicas, utilizadas tradicionalmente en el tratamiento de afecciones odontológicas. Además de su valor ornamental y apícola (22).

**1.6.2 PROCESO EXTRACTIVO (25)**

El proceso extractivo es una operación unitaria de transferencia de materia, mediante la cual los principios activos o metabolitos se difunden desde una fase original hacia otra, denominada fase solvente, que constituirá el extracto final. Este proceso permite aislar compuestos de interés biológico presentes en matrices vegetales, optimizando su recuperación en función de la polaridad del

disolvente y de la naturaleza de la muestra. Existen varias formas de extracción, entre ellas, para la presente investigación se emplearon dos de ellas:



**Figura 3.** Proceso extractivo (25)

Fuente. Ferraro G, *et al.*

La maceración es una técnica sólido-líquido en la que la droga vegetal se deja en contacto con un disolvente (agua, etanol o mezcla hidroalcohólica) para permitir la difusión de los compuestos; mientras que, la extracción por ultrasonido es una técnica de intensificación extractiva que emplea ondas ultrasónicas de alta frecuencia para generar cavitación, mejorando la liberación de metabolitos y reduciendo el tiempo y consumo de disolvente.

### 1.6.3 EXTRACTOS

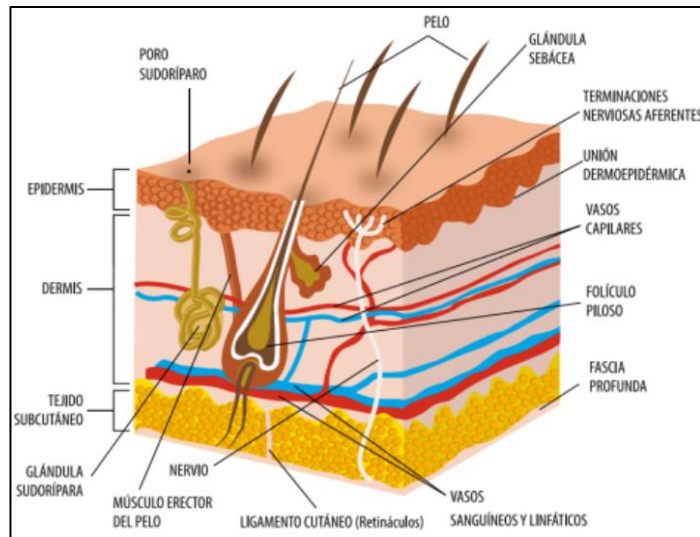
Los extractos vegetales son soluciones de fitocomplejos obtenidas por maceración o percolación de la droga vegetal en disolventes como agua, etanol o glicerina, seguidas de la concentración del solvente hasta alcanzar la fracción activa (26). En cosmética, los extractos fluidos hidroalcohólicos (20-60 %) son los más usados por su estabilidad y alta concentración de metabolitos, actuando como ingredientes antioxidantes, antiinflamatorias y regeneradores frente al fotoenvejecimiento cutáneo (27, 28).

### 1.6.4 PIEL

La piel es el órgano de interfaz directa con el entorno y constituye la primera barrera de defensa frente a agentes físicos, químicos y biológicos. Su integridad depende del estrato córneo, capa externa de la epidermis responsable de mantener la homeostasis hídrica y electrolítica y de proteger contra la radiación ultravioleta (UV), los agentes oxidativos y los microorganismos patógenos.

Está compuesta por tres capas: epidermis, dermis y tejido subcutáneo. La epidermis, formada principalmente por queratinocitos, culmina en el estrato córneo, constituido por células anucleadas que actúan como barrera protectora. La dermis, más gruesa, está integrada por una matriz extracelular (MEC) de colágeno, elastina y proteoglicanos sintetizados por fibroblastos, que otorgan

resistencia, firmeza y elasticidad. Durante el envejecimiento cutáneo, la dermis sufre adelgazamiento, reducción del colágeno y degradación de fibras elásticas, lo que se traduce en pérdida de firmeza, elasticidad y tono. Estas alteraciones, intensificadas por el estrés oxidativo y la exposición solar, justifican el interés en formulaciones antioxidantes capaces de preservar la estructura y funcionalidad cutánea (29, 30).



**Figura 4.** La piel (26)  
Fuente. Álvarez y Bague

### 1.6.5 ANTIOXIDANTE

Los antioxidantes son compuestos capaces de prevenir la oxidación de moléculas lipídicas insaturadas, preservando la estabilidad química de las formulaciones cosméticas. Al oxidarse preferentemente, evitan la rancidez, la decoloración y olores indeseables, prolongando la vida útil del producto (25).

En la piel, los sistemas antioxidantes endógenos y dietarios constituyen una defensa natural frente al fotodaño; sin embargo, su eficacia disminuye con la edad y la exposición crónica a radiación ultravioleta. Por ello, la aplicación tópica de antioxidantes representa una estrategia afectiva para mitigar el estrés oxidativo cutáneo y fotoenvejecimiento. Estos compuestos neutralizan radicales libres, inducidos por radiación UV, inhiben la activación de metaloproteinasas y preservan el colágeno y las proteínas estructurales dérmicas, reduciendo el daño oxidativo cutáneo (5).

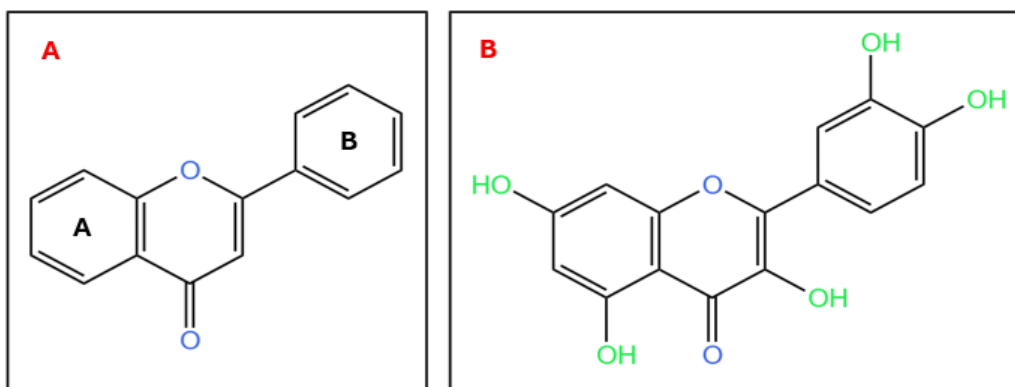
#### **Radicales libres**

Los radicales libres son átomos o moléculas con uno o más electrones desapareados en su capa externa, lo que les confiere inestabilidad química y alta reactividad. Esta condición los impulsa a captar electrones de otras moléculas

para alcanzar un estado más estable. Durante la transferencia, la molécula donadora pierde un electrón y se convierte a su vez en un nuevo radical, generando una reacción en cadena capaz de alterar estructuras celulares y componentes biológicos esenciales. (12)

### Polifenoles y flavonoides como agentes bioactivos (12)

Los polifenoles son metabolitos secundarios de origen vegetal ampliamente distribuidos en el reino vegetal, reconocidos por su capacidad antioxidante y fotoprotectora. Al no ser sintetizados por el organismo humano, deben incorporarse a través de la dieta o de formulaciones tópicas. Dentro de este grupo, los flavonoides son una de las clases más abundantes y se caracterizan por un esqueleto carbonado C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, compuesto por dos anillos aromáticos (A y B) unidos mediante una unidad heterocíclica de tres carbonos (C) (Figura 6).



**Figura 5.** Esqueleto carbónico C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, que forma los diversos flavonoides (A), y un flavonol formado a partir de este esqueleto, la quercetina (B) (12)

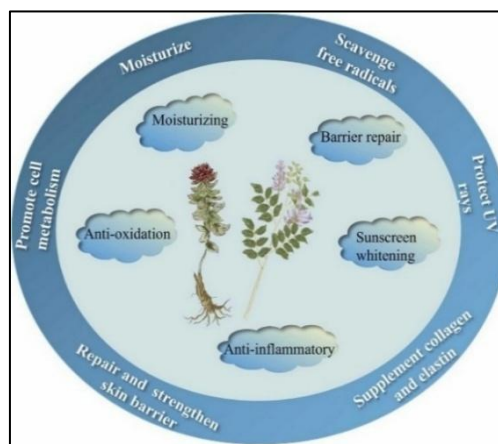
Fuente. Ribeiro C.

A partir de este esqueleto básico se derivan las principales subclases: flavonas, flavononas, flavonoles, antocianinas e isoflavonoides, cuyas variaciones estructurales determinan su capacidad antioxidante y biológica. En la actualidad, los compuestos polifenólicos son ampliamente incorporados en formulaciones cosméticas destinadas al cuidado de la piel fotoexpuesta y envejecida, debido a su eficacia como neutralizadores de radicales libres y agentes protectores frente al estrés oxidativo.

### 1.6.5 COSMÉTICOS

Según la Food and Drug Administration (FDA), los cosméticos son formulaciones destinadas a aplicarse sobre el cuerpo humano con el fin de limpiar, embellecer o modificar la apariencia, sin alterar su estructura ni función biológica (31). En el ámbito nacional, la Comunidad Andina regula estos productos mediante la Decisión 833 – Armonización de Legislaciones en

Materia de Productos Cosméticos, que los define como sustancias o preparaciones aplicadas sobre las partes superficiales del cuerpo humano - epidermis, el sistema piloso y capilar, las uñas, labios, los órganos genitales externos, dientes o las mucosas bucales—, con el propósito de limpiar, perfumar, proteger o mejorar su aspecto (32). El Reglamento Técnico Andino complementa esta normativa al establecer las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas que garantizan la inocuidad y estabilidad del producto (33). Asimismo, la Resolución N.º 1906 clasifica las formas cosméticas según su naturaleza y presentación, incluyendo aerosoles, barras, ceras, cremas en gel, esmaltes, lociones, pastas, perlas, polvos, pomadas y suspensiones, entre otras (34).



**Figura 6.** Función y vías antienvjecimiento de los ingredientes derivados de plantas en cosméticos (5)

Fuente. Sciencedirect

**Gel:** son dispersiones monofásicas semisólida obtenidas por gelificación de medios acuosos u oleoso con agentes poliméricos, de origen vegetal o sintético; aumentan la viscosidad y estabilidad de la formulación. Durante la gelificación, las macromoléculas se hidratan y forman una red tridimensional capaz de retener el disolvente otorgando al sistema una textura homogénea, estable y cosméticamente agradable (25).

Tipo de portador	Ventajas	Desventajas	Ejemplos de aplicaciones
Geles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El alto contenido de agua favorece los compuestos hidrófilos.</li> <li>- Versátil (hidrogeles, oleogeles, nanoemulgeles)</li> <li>- Biocompatible y no tóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilidad limitada con compuestos hidrófobos a menos que se modifiquen.</li> <li>- La producción requiere condiciones específicas para la integridad estructural.</li> <li>- Susceptible a secarse, reduciendo la estabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cicatrización de heridas, envasado de alimentos, cosméticos.</li> <li>- Entrega de antioxidantes y antimicrobianos</li> </ul>

**Figura 7.** Ventajas, desventajas y aplicaciones cosméticas de los geles frente a otros sistemas vehiculares (8)

Fuente. Gels

## **II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

### **2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación (35)**

#### **2.1.1 Tipo de investigación**

Tipo aplicada, ya que los resultados que se obtuvieron se emplearon para la formulación del gel con actividad antioxidante.

#### **2.1.2 Nivel de investigación**

Descriptivo – explicativo, debido a que se realizó la descripción del nivel antioxidante del gel.

#### **2.1.3 Diseño de investigación**

Diseño experimental - transversal, porque se manipularon variables para formular y evaluar un gel antioxidante a base de *Encelia canescens* Lamarck.

### **2.2 Lugar de investigación**

Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Facultad de Farmacia y Bioquímica, departamento de Ciencias Farmacéuticas, Laboratorio de Química General – Laboratorio de Farmacotécnica e Industria farmacéutica.

### **2.3 Variables:**

#### **2.3.1 Variable Independiente:**

Gel cosmético formulado a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.

#### **2.3.2 Variable Dependiente:**

Actividad antioxidante

### **2.4 Población y muestra**

#### **2.4.1 Población**

La población vegetal estuvo conformada por la especie *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.

#### **2.4.2 Muestra:**

La muestra vegetal estuvo conformada por 6 kilos de las partes aéreas de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.

### **2.5 Métodos, técnicas y procedimientos para la recolección de datos**

#### **2.5.1 Recolección de la muestra vegetal: (36)**

La especie *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre” fue recolectada durante los meses de marzo y abril de 2025, en el centro poblado de Molletambo, ubicado en el distrito de Rosario de Yauca, provincia de Ica, región de Ica (Ica-Perú). La recolecta se llevó a cabo a primeras horas de la mañana, con el propósito de que el material vegetal sea trasladado en buen estado.



**Figura 8.** Lugar de la recolección (Molletambo – Ica)

### 2.5.2 Determinación de la identidad de la muestra vegetal:

El material vegetal fue autenticado en el Herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Id. 028-USM-MHN-2025), según el Sistema de Clasificación APG IV (2016) (ANEXO N° 1).

### 2.5.3 Tratamiento de la muestra: (ANEXO N° 2) (37)

- **Selección:**

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión de las muestras de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

CATEGORÍA	CRITERIOS
<b>Inclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partes aéreas (hojas, flores y tallos) sin signos de marchitez ni deterioro, entera, que no han sido atacadas por insectos.</li> <li>• Plantas correctamente identificadas por un especialista en taxonomía.</li> <li>• Almacenamiento en sobres de papel Kraft, que garantizaron protección frente a humedad y descomposición durante transporte y procesamiento.</li> </ul>
<b>Exclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestras con descomposición, daño físico, infestación por insectos o residuos externos.</li> <li>• Plantas con identificación botánica incorrecta.</li> <li>• Especímenes cuyo material vegetal no pudiera conservarse en condiciones adecuadas.</li> <li>• Muestras deterioradas durante el transporte.</li> </ul>

- **Limpieza:** Se realizó con el objetivo de evitar la presencia de residuos de tierra otras sustancias y así evitar alteraciones en los resultados por una posible contaminación.
- **Secado y estabilización:** Se llevó a cabo de forma natural en el laboratorio bajo sombra 3 semanas aproximadamente, luego se realizó la operación estabilización de la muestra, utilizando una estufa: para el secado de las partes aéreas se realizó a una temperatura de 38 °C y para flores se realizó a una temperatura de 35 °C, hasta lograr el peso constante (38). Este proceso permitió preservar las características fitoquímicas de las muestras y facilitar su posterior extracción.
- **Fragmentación:** Tanto las partes aéreas como las flores, se colocaron en grupos distintos, posteriormente, el material vegetal fue triturado mediante un molino manual previamente limpiado y desinfectado, con el fin de obtener partículas más pequeñas y homogéneas, lo cual facilitó su procesamiento o extracción de los compuestos activos.
- **Conservación:** Los órganos aéreos y el material floral se guardaron en bolsas de papel Kraft debidamente rotuladas.

#### **2.5.4 Obtención del extracto hidroalcohólico de partes aéreas de la especie: (ANEXO 3) (39)**

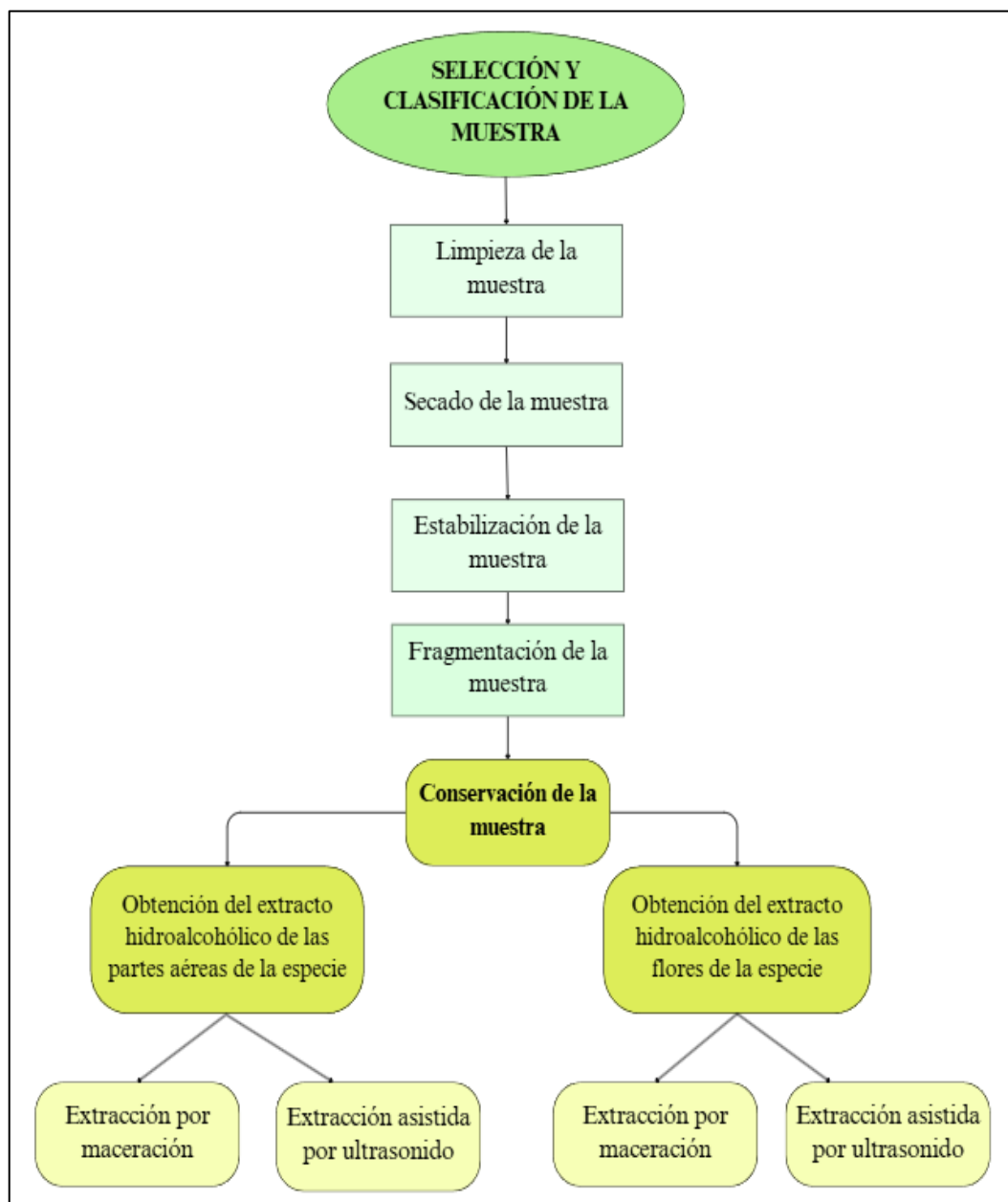
- **Método de maceración:** La muestra se maceró con etanol al 70 % (v/v) durante 15 días a temperatura ambiente, protegidas de la luz y con agitación manual intermitente. Finalizado el proceso, el macerado se filtró (papel Whatman N.º 40 y gasa estéril), y se concentró por evaporación parcial a temperatura ambiente hasta obtener el extracto fluido.
- **Método de ultrasonido:** La EAU se realizó con etanol al 70 % (v/v) durante 2 h, distribuidas en seis intervalos de 20 min con agitación manual entre ciclos. El extracto se filtró (papel Whatman N.º 40 y gasa estéril) y se concentró por evaporación parcial a temperatura ambiente, conservándose en bandejas rotuladas hasta su secado (40).

#### **2.5.5 Obtención del extracto hidroalcohólico de flores de la especie: (ANEXO 4)**

- **Método de maceración:** Las flores secas se maceraron en una mezcla glicerina-agua destilada (4:3, v/v) durante 15 días a temperatura ambiente, en frascos de vidrio ámbar cubiertos con papel Kraft para protegerlas de la

luz. Finalizado el proceso, el macerado se filtró y se almacenó en frascos ámbar etiquetados hasta su utilización.

- **Método de ultrasonido:** Se aplicó extracción asistida por ultrasonido (EAU) utilizando la misma mezcla glicerina-agua destilada (4:3, v/v). Las flores se distribuyeron en dos matraces aforados de 500 mL con igual volumen de disolvente y se sometieron a baño ultrasónico durante 2 h, en seis ciclos de 20 min con agitación intermedia. Finalizado el proceso, el extracto se filtró doblemente y se almacenó en frascos ámbar etiquetados para su conservación.



**Figura 9.** Flujograma de la obtención de los extractos hidroalcohólicos

## 2.5.6 Tamizaje fitoquímico: (ANEXO N° 5) (41)

Los extractos fueron sometidos a análisis fitoquímico para identificar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en *Encelia canescens* L. La caracterización se efectuó mediante reacciones de coloración y formación de precipitados, siguiendo el método de Olga Lock.

### 2.5.6.1 Determinación de taninos

#### ❖ Reacción de gelatina – sal:

En tres tubos con NaCl al 5 %, gelatina al 1 % y reactivo gelatina–sal se adicionó el extracto. La presencia de precipitado indica taninos; el cambio de color con FeCl<sub>3</sub> (azul, verde o negro) confirma la reacción.

#### ❖ Reacción de cloruro férrico:

En un tubo de ensayo se coloca 0.5 mL. de la Fracción A se le adiciona una gota de solución acuosa de FeCl<sub>3</sub> 1%. Reacción (+): cambio de colores azul-negro, verde o azul verdoso.

### 2.5.6.2 Determinación de aminoácidos

#### ❖ Reacción de Ninhidrina:

Sobre papel de filtro se aplicó una gota del extracto y otra del reactivo al 2 %. Tras el secado, la coloración azul violácea indicó resultado positivo frente al testigo de metionina 5 %.

### 2.5.6.3 Determinación de flavonoides

#### ❖ Reacción de Shinoda:

En una placa excavada se colocaron 3 gotas del extracto, adicionado 5 limaduras de magnesio y 2 gotas de HCl concentrado. Siendo la reacción positiva si el desarrollo inmediato de coloración fue color rojo, anaranjado o violeta.

### 2.5.6.4 Determinación de triterpenoides y/o esteroides

❖ **Reacción de Liebermann – Burchard:** Sobre una placa excavada, sobre 1 mL de la fracción B, se mezclaron 5 gotas de anhídrido acético y 3 mL de ácido sulfúrico concentrado. Esta mezcla se agregó con cuidado y enfriando, a 50 mL de etanol (preparar poco antes de su uso). La reacción es positiva si se observan colores verdes o azul verdoso (vías rojo o azul).

### 2.5.6.5 Determinación de antraquinonas

#### ❖ Reacción de Bornträger:

Sobre el resto de la fracción B y se le añadió 5 ml de NaOH 5% en un tubo de ensayo. Posterior a ello, se tapó el tubo y se agitó

ligeramente, para después, dejar reposar hasta que se distinguieron las dos fases. Siendo la reacción positiva si la fase acuosa adquiere un color rojo.

#### **2.5.6.6 Determinación de alcaloides**

El resto de la Fracción C se evapora a sequedad y luego se adicionó 2ml de HCl 1%, y se filtró.

##### **❖ Reacción de Mayer:**

Se adicionaron 2 a 3 gotas del reactivo, siendo la reacción positiva si presentó un precipitado color blanco a crema.

##### **❖ Reacción de Dragendorff:**

Se adicionaron 2 a 3 gotas del reactivo, siendo la reacción positiva si presentó un precipitado de color rojo a naranja.

##### **❖ Reacción de Wagner:**

Se agregaron de 2 a 3 gotas del reactivo, se observa el precipitado. Siendo la reacción positiva si al aspersar se observaron la formación de manchas marrones.

#### **2.5.6.7 Determinación de leucoantocianidinas y/o catequinas**

##### **❖ Reacción de Rosenheim:**

Se calentó 0,2 mL del extracto con HCl concentrado por 10 min; se adicionaron agua y alcohol amílico. Color rosado-carmesí: leucoantocianidinas; marrón: catequinas.

#### **2.5.6.8 Determinación de saponinas**

A 1 gr droga seca, se le agregó 20 ml de agua destilada, se dejó hervir durante 15 minutos. Se filtró en caliente hasta completar a volumen (10mL), y se dejó enfriar, esto constituyó la fracción F.

##### **❖ Prueba de espuma:**

En dos tubos de ensayo se agitaron 2,5 ml de la cocción por un minuto. Se dejó reposar 15 minutos y se observó la formación de espuma. Se considera negativa la reacción si la altura de la espuma es < 5 mm.

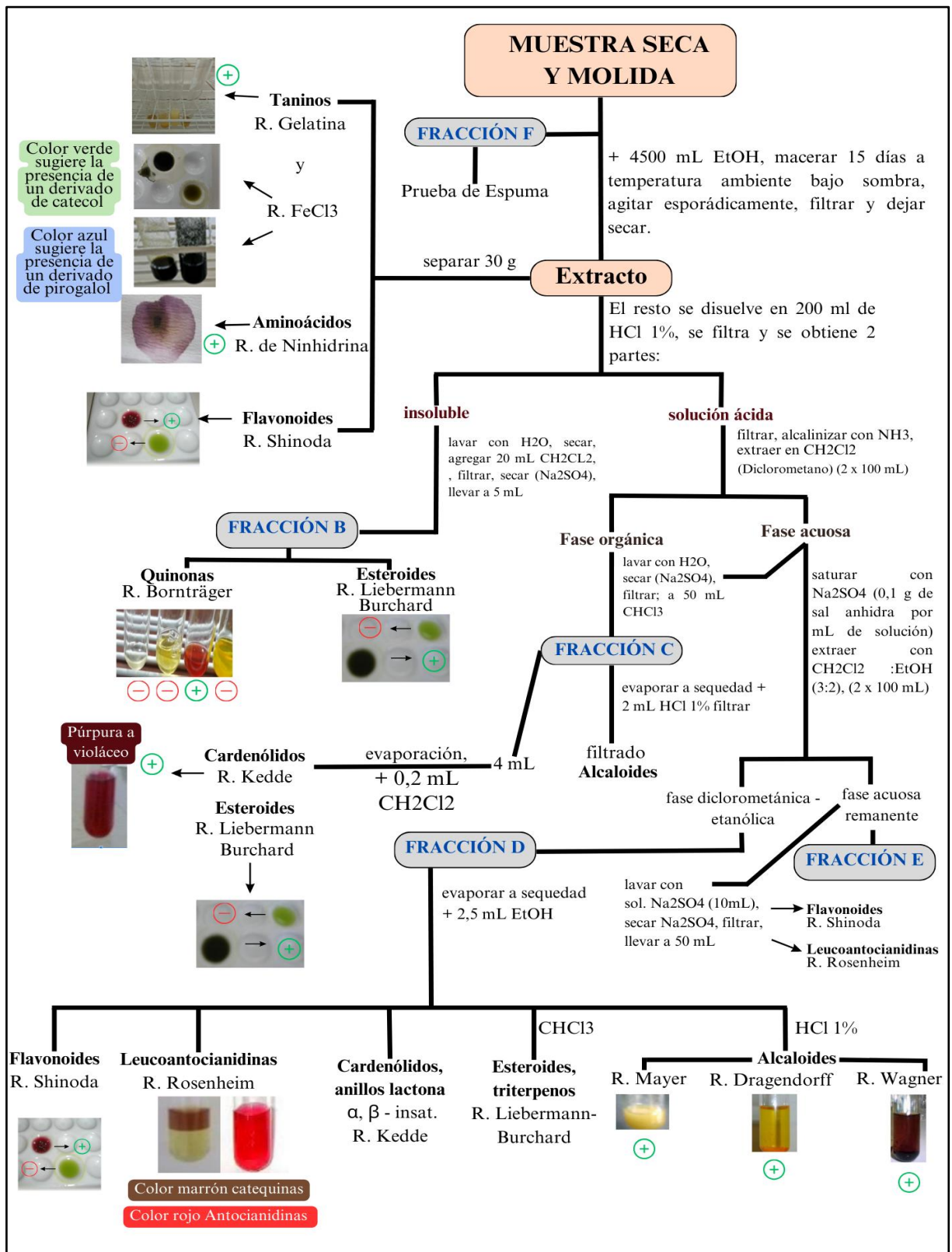


Figura 10. Flujograma de marcha fitoquímica preliminar para identificar metabolitos secundarios

Fuente. Olga Lock.

## 2.5.7 Caracterización Físicoquímica del extracto: (ANEXO N°6)

### ❖ Actividad de agua (Aw): (42)

La determinación se realizó en la droga vegetal seca (flores) mediante un medidor digital de actividad de agua (Graigar® WA-160A), basado en sensor capacitivo a  $25 \pm 1$  °C. Las mediciones se efectuaron por triplicado ( $n = 3$ ).

### ❖ Sólidos totales: AOC 925.03B (42)

Se colocaron 2 g del extracto en una placa Petri tarada y se secaron en estufa a 105 °C por 1 h. La muestra se enfrió en desecador durante 30 min y se pesó. Se repitió el proceso de secado bajo las mismas condiciones por 1 h adicional, realizando el enfriamiento y pesado final. El porcentaje se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sólidos totales} = \frac{w \text{ de la placa con residuo} - w \text{ de la placa vacía}}{w \text{ de la muestra}} \times 100$$

### ❖ Sólidos solubles: AOAC 932.12 (42)

Se preparó una solución al 10 % p/p del extracto en agua destilada y se midió el índice refractométrico con refractómetro digital calibrado (°Brix).

### ❖ Cenizas: AOAC 923.03 Ash (42)

Se pesaron 2 g de extracto en cápsulas de porcelana previamente calcinadas, las cuales se incineraron en mufla a 600 °C durante 2 h hasta obtener peso constante. El porcentaje de cenizas totales representa la materia inorgánica residual (sales y minerales), usando la fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100$$

P<sub>1</sub>: peso en gramos de la cápsula vacía y calcinada

P<sub>2</sub>: peso en gramos de la cápsula con la muestra

P<sub>3</sub>: peso en gramos de la cápsula con el residuo inorgánico tras calcinación.

### ❖ pH: AOAC 981.12 (42)

Se preparó una suspensión al 10% p/p del extracto en agua destilada y se midió el pH mediante potenciómetro previamente calibrado con soluciones buffer pH 4 y 7, a temperatura ambiente.

### ❖ Porcentaje de rendimiento: (43)

El rendimiento se calculó considerando la masa total del extracto líquido recuperado (Pf) en relación con el peso inicial de la muestra seca molida (Pi), mediante la fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

## 2.5.8 Pre-formulación del gel cosmético:

### 2.5.8.1 Solubilidad: (ANEXOS N° 7)

El coeficiente de solubilidad corresponde a la cantidad máxima de soluto disuelto en un volumen de disolvente a una temperatura determinada. Este estudio se realizó con el fin de identificar incompatibilidades entre el extracto y los excipientes, y seleccionar los vehículos adecuados para la formulación, evaluando en diferentes disolventes considerando factores como temperatura, pH, tamaño de partícula y agitación. Para ello, se colocaron 5 mL de cada disolvente en tubos de ensayo, se añadió una cantidad mínima de extracto, y se agitó hasta alcanzar el equilibrio (26). Cada ensayo se realizó por triplicado, y se expresó mediante la fórmula:

$$\frac{mL \text{ disolvente}}{g \text{ extracto}} = \frac{5}{\text{peso promedio (g) de la muestra disuelta}}$$

La solubilidad de los extractos se clasificó conforme a los criterios establecidos por la *United States Pharmacopeia* (USP38/NF33) y las recomendaciones del *Scientific Committee on Consumer Safety*, que definen los rangos cuantitativos de solubilidad expresados en g/L y las partes de disolvente requeridas por parte de soluto (Tabla 2).

**Tabla 2.** Definición de los términos de solubilidad (adaptado de la Farmacopea de los Estados Unidos, Formulario Nacional —USP38/USP38–NF33\* y Avisos Generales) y de la Farmacopea Europea, 11.<sup>a</sup> edición) (44)

<b>Término</b>	<b>Partes de disolvente requeridas para 1 parte de soluto</b>	<b>Solubilidad expresada en g/L</b>
<b>Muy soluble</b>	Menos de 1 parte	>1000
<b>Fácilmente soluble</b>	1 a 10 partes	100 - 1000
<b>Soluble</b>	10 a 30 partes	33,3 – 100
<b>Poco soluble</b>	30 a 100 partes	10 – 33,3
<b>Ligeramente soluble</b>	100 a 1000 partes	1 – 10
<b>Muy ligeramente soluble</b>	1000 a 10 000 partes	0,1 – 1
<b>Prácticamente insoluble o insoluble</b>	>10 000 partes (o igual a 10 000 partes)	< 0,1 o = 0,1

Fuente. Cosmetic Ingredient Review

### **2.5.8.2 Análisis comparativo y determinación de la actividad antioxidante de los extractos por los métodos CUPRAC, FRAP y ABTS: (ANEXO N° 8)**

Con propósito de seleccionar el extracto con mayor potencial antioxidante para su incorporación en la formulación cosmética, se evaluó la actividad antioxidante de los extractos obtenidos mediante los métodos CUPRAC, FRAP y ABTS. Esta etapa permitió comparar cuantitativamente su capacidad reductora.

#### **❖ Determinación de la actividad antioxidante mediante el método de reductora de iones cúpricos (CUPRAC)**

Este método, desarrollado por primera vez por Apak y sus colaboradores (45) está basado en la reducción de iones cúpricos mediante antioxidantes, se evaluó la capacidad de un compuesto para reducir un oxidante, provocando un cambio de color cuya intensidad será proporcional a la capacidad antioxidante total, a medida que los iones  $\text{Cu}^{2+}$  se reduzcan a  $\text{Cu}^+$ . Este ensayo empleó  $\text{Cu (II)-Nc}$  como reactivo oxidante, formando  $\text{Cu (I)-Nc}$  al reducirse con antioxidantes. Su absorbancia se midió a 450 nm, generando un color amarillo anaranjado. La reacción finalizó en 30 minutos. (46)

#### **Preparación de reactivo CUPRAC:**

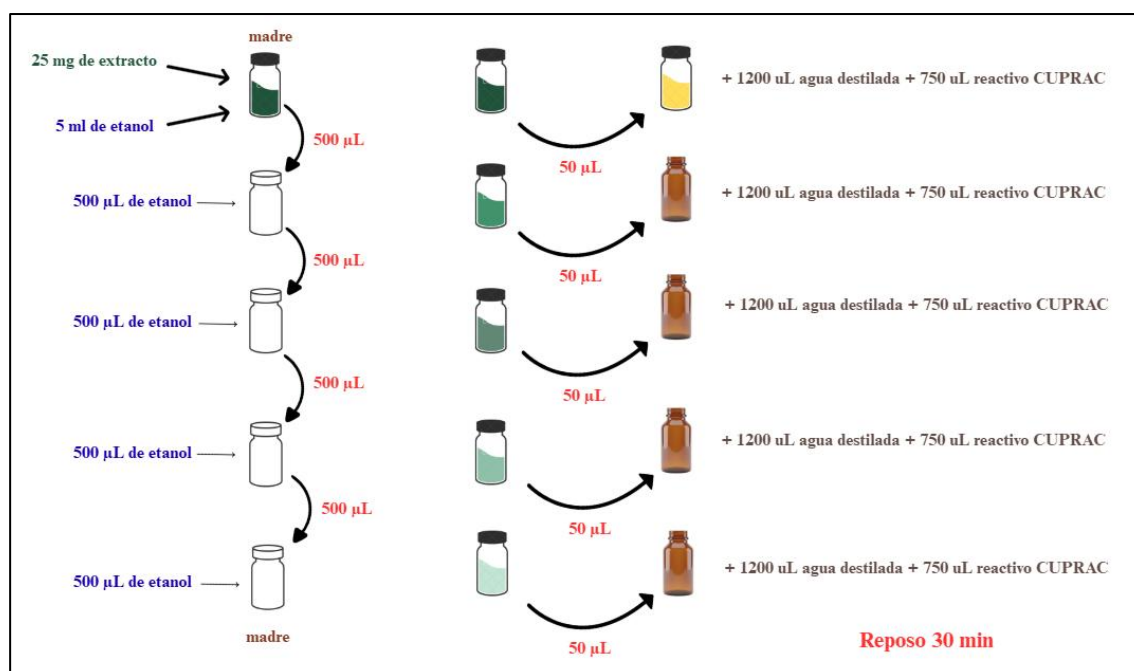
Los reactivos utilizados fueron:

- ✓ Solución buffer de acetato de amonio  $\text{NH}_4$  ( $\text{CH}_3\text{COO}$ ) 1M de pH 7.
- ✓ Solución etanólica de Neocuproina.
- ✓ Solución de cloruro de cobre dihidratado.
- ✓ Solución de patrón. (Trolox).

#### **Procedimiento para el extracto:**

Se pesaron 25 mg de extracto de partes aéreas, los cuales fueron disueltos en 5 mL de etanol; se midieron 900  $\mu\text{L}$  de extracto de flores, los cuales fueron disueltos en 100  $\mu\text{L}$  de etanol, ambas muestras sometidas a ultrasonido para garantizar su homogenización. Posteriormente, para ambos extractos, se prepararon diluciones seriadas mediante la adición de 500  $\mu\text{L}$  de etanol. De cada dilución, se transfirieron 50  $\mu\text{L}$  a viales ámbar, a los que se añadieron 1200  $\mu\text{L}$  de agua destilada y 750  $\mu\text{L}$  del reactivo CUPRAC. El blanco se preparó sustituyendo la muestra

por 50 µL de etanol, manteniendo las mismas proporciones de los demás reactivos.



**Figura 11.** Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método CUPRAC

#### ❖ **Determinación de la actividad antioxidante mediante el método de reducción del hierro férrico a ferroso (FRAP)**

Se determinó empleando el procedimiento descrito por Benzie y Strain (1996) con algunas modificaciones. Este método se utilizó para evaluar la capacidad antioxidante de una muestra, basándose en su habilidad para reducir el ion férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) en un complejo con 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) a su forma ferrosa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) mediante la donación de electrones por parte de los antioxidantes. Su absorbancia se midió a 593 nm, generando un color azul intenso. La reacción finalizó en 30 minutos. (47)

#### **Preparación de reactivo FRAP:**

- ✓ Solución tampón de acetato de sodio ( $\text{NaCH}_3\text{COO}$ ) 300 mM, ajustada a pH 3.6.
- ✓ Solución de TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) 10 mM preparada en HCl 40 mM.
- ✓ Solución de cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 20 mM en agua destilada.

Las soluciones se combinaron en una proporción de 10:1:1 (v:v:v). La absorbancia inicial del reactivo preparado se registró a 593 nm para su estandarización.

### Procedimiento para el extracto:

- ❖ Se pesaron 25 mg de extracto de partes aéreas, los cuales fueron disueltos en 5 mL de etanol; se midieron 100  $\mu$ L de extracto de flores, los cuales fueron disueltos en 900  $\mu$ L de etanol, ambas muestras sometidas a ultrasonido para garantizar su homogenización.
- ❖ Posteriormente, se prepararon diluciones seriadas mediante la adición de 500  $\mu$ L de etanol. En los viales ámbar, a los que se añadieron 1500  $\mu$ L de reactivo y se transfirieron 50  $\mu$ L de cada dilución.
- ❖ El blanco se preparó sustituyendo la muestra por de etanol, manteniendo las mismas proporciones de los demás reactivos.

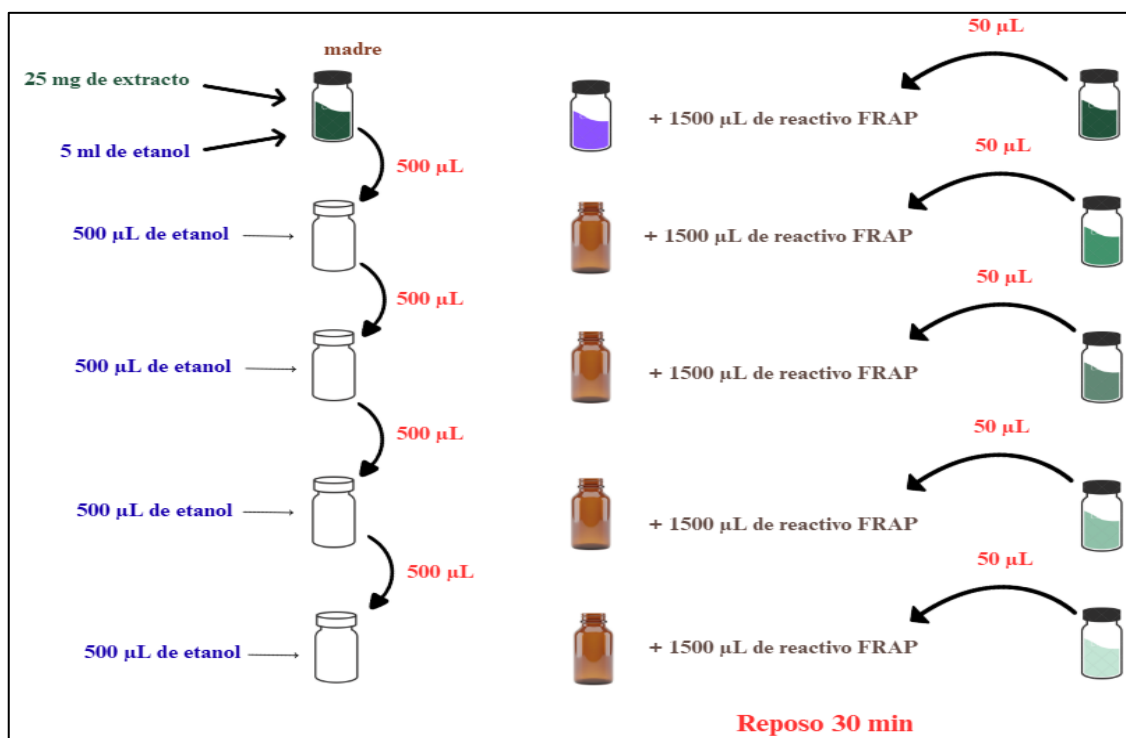


Figura 12. Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método FRAP

### ❖ Determinación de la actividad antioxidante mediante el método ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS)

Este método descrito por Miller *et al.* (1993), se emplea para determinar la capacidad antioxidante total (TAC) de una muestra mediante la reducción del catión radical ABTS<sup>+</sup>, un cromóforo azul verdoso con máxima absorbancia a 734 nm. Los antioxidantes presentes en la muestra neutralizan el radical

ABTS<sup>+</sup> mediante mecanismos de transferencia de electrones o de átomos de hidrógeno, provocando una disminución en la absorbancia que es proporcional a la actividad y concentración de los compuestos antioxidantes (48).

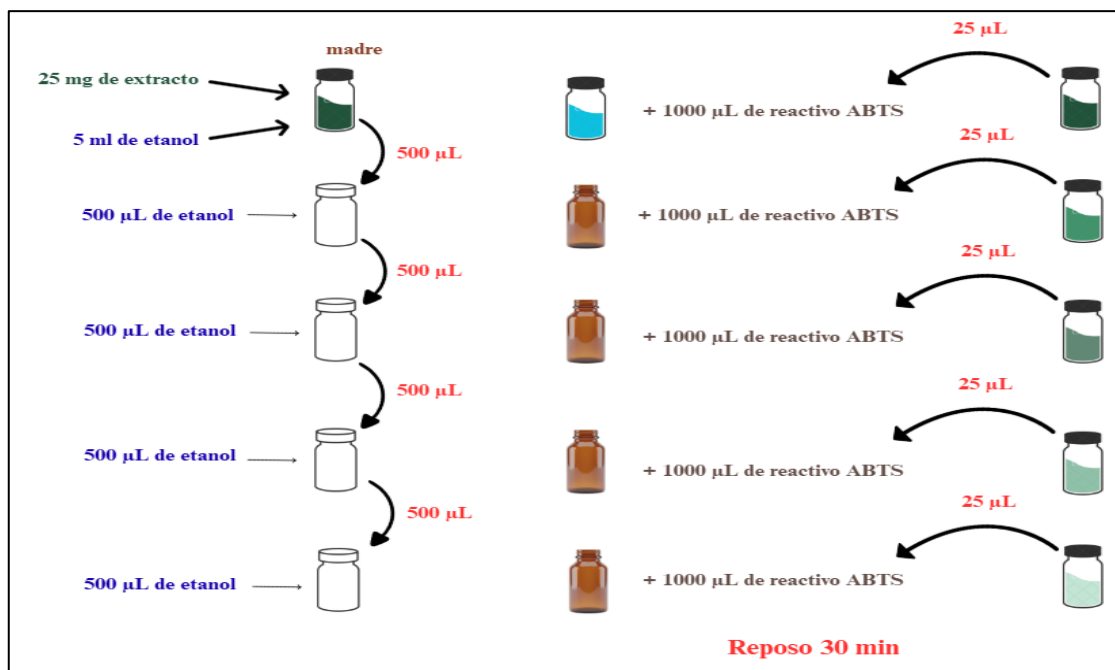
**Preparación de reactivo ABTS:**

- ✓ Solución madre de ABTS: 0,0504 g de ABTS disueltos en 5 mL de agua grado HPLC con 6,7 mg de persulfato de potasio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>).
- ✓ Condiciones de reacción: se mantuvo en oscuridad durante 16–18 h para formar el radical ABTS<sup>+</sup>.
- ✓ Solución de trabajo: 1 mL del radical diluido en ~70 mL de etanol al 96 % (v/v), ajustando la absorbancia a 0,680 ± 0,020 a 734 nm.
- ✓ Las soluciones se combinaron en una proporción 10:1:1 (v:v:v).

**Procedimiento para el extracto:**

- Se pesaron 25 mg de extracto de partes aéreas, los cuales fueron disueltos en 5 mL de etanol; se midieron 150 µL de extracto de flores, los cuales fueron disueltos en 850 µL de etanol, ambas muestras sometidas a ultrasonido para garantizar su homogenización.
- Posteriormente, se prepararon diluciones seriadas mediante la adición de 500 µL de etanol. En los viales ámbar, a los que se añadieron 1000 µL de reactivo y se transfirieron 25 µL de cada dilución.

•



**Figura 13.** Proceso de disolución de la muestra de extracto partes aéreas para el método ABTS

### 2.5.8.3 Determinación del contenido de polifenoles totales y flavonoides del extracto hidroalcohólico de flores de *Encelia Canescens* Lamarck “girasol silvestre”, por el método de maceración: (ANEXO N° 9)

La cuantificación de polifenoles totales (TPC) y flavonoides totales (TFC) se efectuaron con el propósito de caracterizar y comparar el contenido de metabolitos antioxidantes presente en el extracto de *Encelia canescens* Lamarck elegido para la formulación. Asimismo, los valores de TPC y TFC se consideraron parámetros de estandarización química y control de calidad, esenciales para la reproducibilidad y consistencia del gel cosmético formulado.

#### ❖ Método para determinar polifenoles totales:

Este método fue originalmente diseñado para el análisis de proteínas, pero posteriormente fue adaptado por Singleton, Orthofer y Lamuela-Raventós (1999) para la cuantificación de compuestos fenólicos en vino, convirtiéndose desde entonces en una técnica rutinaria para la evaluación antioxidante de alimentos y extractos vegetales. El método de Folin-Ciocalteu permite estimar el contenido total de compuestos fenólicos presentes en extractos vegetales y formulaciones cosméticas. Basado en la reducción del reactivo de Folin Ciocalteu en un medio alcalino, generando una coloración azul cuya intensidad es proporcional a

la concentración de compuestos fenólicos. Los resultados se expresan como equivalentes de ácido gálico (GAE). (48)

#### Preparación de reactivo:

- ✓ Ácido gálico 10 mg en 25 mL.
- ✓ NaCO<sub>3</sub> al 20% en 25 mL.
- ✓ Folin – Ciocalteu 2 mL + agua destilada 2 mL = “W”

#### Procedimiento para el extracto:

- Se tomaron 150 µL de muestra o de las soluciones del estándar (ácido gálico en el caso de la curva de calibración). Se añadieron 850 µL de agua destilada. Luego se incorporaron 500 µL de agua destilada adicional, luego 250 µL de “W”.
- Tras 5 minutos de reposo, se adicionaron 500 µL de solución de carbonato de sodio al 20% (m/v). La mezcla se incubó en la oscuridad por 90 min. La absorbancia fue medida a 760 nm, utilizando agua como blanco. La curva de calibración se elaboró con soluciones acuosas de ácido gálico, y los resultados se expresaron en µg equivalentes de ácido gálico (GAE) por µL de muestra.

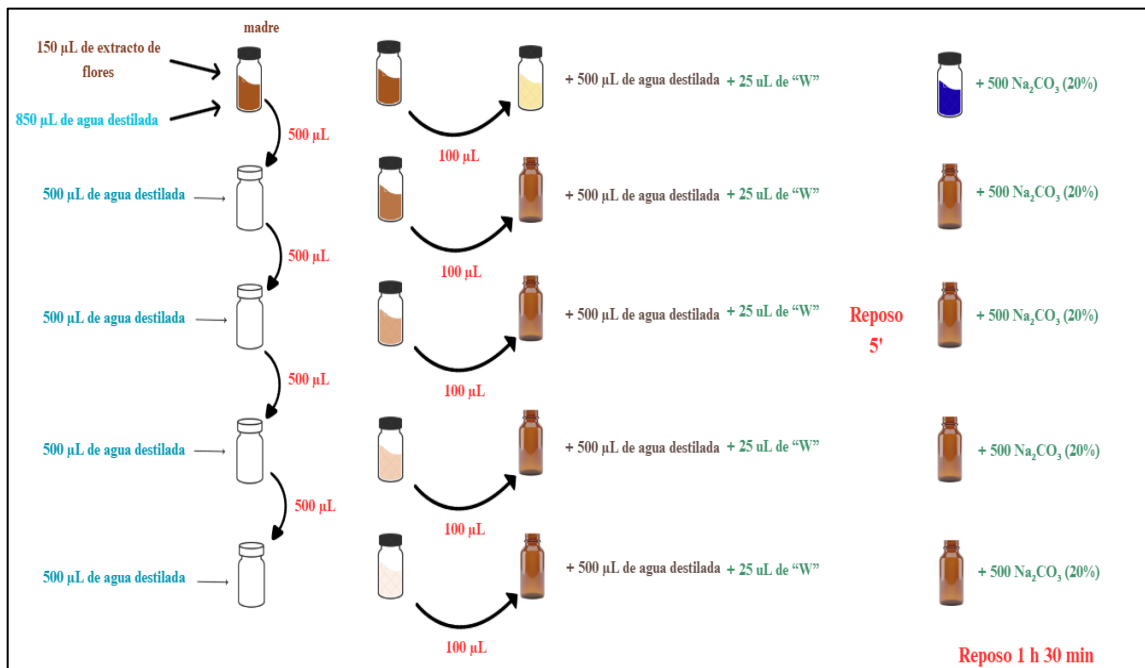


Figura 14. Proceso de disolución de la muestra de extracto para determinar polifenoles totales

#### ❖ **Método para determinar flavonoides:**

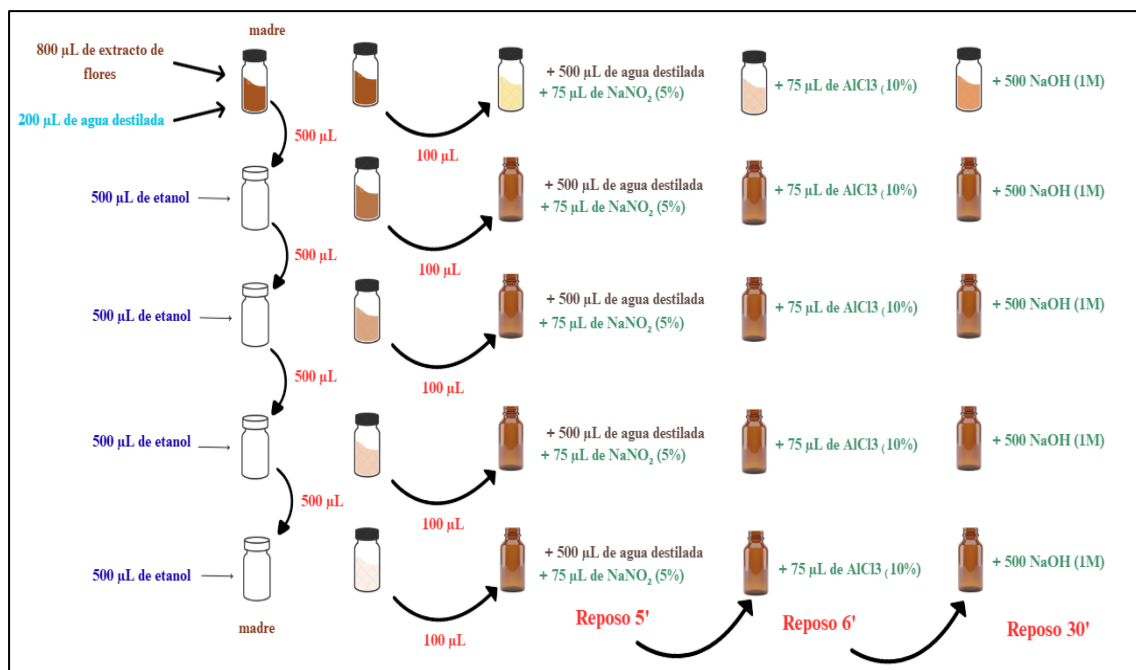
La cuantificación de flavonoides totales se realizó siguiendo el método descrito por Zhishen *et al.* Este ensayo se fundamenta en una serie de reacciones químicas: inicialmente, los flavonoides reaccionan con nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ ), posteriormente se forman complejos estables con cloruro de aluminio ( $\text{AlCl}_3$ ) y finalmente se añade hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) para alcalinizar el medio. Como resultado se genera una coloración rosada, cuya intensidad es proporcional a la concentración de flavonoides presentes en la muestra. (49)

#### **Preparación de reactivos:**

- ✓ Solución de  $\text{NaNO}_2$  al 5% (25 mL).
- ✓ Solución de  $\text{AlCl}_3$  al 10% (25 mL).
- ✓ Solución  $\text{NaOH}$  1 M.

#### **Procedimiento para el extracto:**

- Se tomaron 800  $\mu\text{L}$  de muestra o de las soluciones del estándar (quercetina en el caso de la curva de calibración).
- Se añadieron 200  $\mu\text{L}$  de agua destilada, y se homogenizó la mezcla. Luego, se realizaron las diluciones seriadas con 500  $\mu\text{L}$  de etanol. De cada dilución se transfirieron 100  $\mu\text{L}$  a viales ámbar, adicionando 500  $\mu\text{L}$  de agua destilada.
- Se agregaron, 75  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaNO}_2$  (5%) dejando reaccionar durante 5 minutos. Posteriormente, se añadieron 150  $\mu\text{L}$  de  $\text{AlCl}_3$  (10%), dejando reaccionar por 6 minutos, verificando si ocurre alguna reacción.
- Finalmente, se incorporaron 500  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaOH}$  (1M), manteniendo la reacción durante 30 minutos. La absorbancia se midió a 510 nm. Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de Quercetina (QE) por cada 100 mg de muestra.



**Figura 15.** Proceso de disolución de la muestra de extracto para determinar flavonoides

#### 2.5.8.4 Pruebas piloto:

##### ➤ Selección de mejor solubilidad:

Se realizó pruebas de solubilidad a los extractos, para determinar los solventes óptimos.

##### ➤ Selección de capacidad antioxidante:

Se realizó tres métodos para seleccionar la capacidad antioxidante de los extractos, y así llegar a la formulación cosmética adecuada.

##### ➤ Selección del gelificante o agente gelificante:

Se elaboraron formulaciones experimentales utilizando extractos de partes aéreas y flores de *Encelia canescens*, variando el tipo de agente gelificante con el fin de evaluar la compatibilidad, estabilidad y apariencia final del producto. De las seis formulaciones iniciales (F1–F6), se seleccionaron aquellas que mostraron mejor comportamiento organoléptico y estabilidad fisicoquímica, según se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Evaluación de formulaciones para la selección del agente gelificante. (ANEXO 10)

Nº FORMULACIÓN	OBSERVACIONES	CONCLUSIÓN
F1	Gel con extracto de flores y base 1. Presentó buena homogeneidad, transparencia y estabilidad durante el periodo de observación.	Aceptable
F2	Gel con extracto de flores y base 2, Mostró comportamiento similar a la F1, con textura uniforme, buena transparencia y pH compatible.	Aceptable
F3	Gel con extracto de flores y base 3. Exhibió textura homogénea y adecuada consistencia, aunque presentó interferencias en la evaluación de la actividad antioxidante.	Descartada
F4	Gel base 5 en envase de vidrio transparencia, presencia de grumos y evaporación parcial y una posterior licuefacción del sistema, evidenciando inestabilidad en la formulación.	Descartada
F5	Gel con extracto de partes aéreas. Se evidenció separación de fases y formación de grumos, indicando inestabilidad fisicoquímica.	Descartada
F6	Gel con textura y extensibilidad adecuadas, pero con signos de inestabilidad asociados al agente gelificante.	Descartada
F7	Gel opaco, con baja extensibilidad y falta de homogeneidad, características indicadas de inadecuada gelificación.	Descartada
F8	Gel con base 4 en envase plástico. Mostró buena textura y viscosidad, pero se observaron puntos de aire en la estructura.	Descartada
F9	Gel base 5, en envase plástico. Presentó textura suave, ligera separación, se evaporó a los 2 días.	Descartada
F10	F8 pero en envase de vidrio, buena textura, sin grumos, pero opaco a los pocos días.	Descartada

\*Las formulaciones F1 y F2 fueron consideradas aceptables por su homogeneidad, transparencia y estabilidad.

### ➤ **Selección de concentración de extracto**

Se procedió a formular a distintas concentraciones (7%, 10%, 13%, 15% y 20%) para así verificar si existe diferencia significativa.

### **2.5.9 Formulación del gel: (ANEXO N° 11)**

Para esta formulación se usaron los datos de la pre-formulación, tanto el extracto que tenga mayor actividad antioxidante y mejor compatibilidad con los solventes. Se obtuvo la formulación final, a la cual, se le realizó las siguientes pruebas:

### **2.5.10 Controles de calidad:**

#### **2.5.10.1 Ensayos organolépticos (ANEXO N° 12)**

Son procedimientos utilizados para evaluar las características de un producto detectable por los órganos de los sentidos.

- **Aspecto:** Se llevó a cabo una evaluación visual, se observó si la muestra presentó separación de fases, precipitaciones, nubosidad, etc (50).
- **Olor:** Se llevó a cabo mediante el sentido del olfato, la cual, se hizo uso de una tira para insertarla en un extremo de la muestra, después se retiró el papel para percibir el olor presente en el gel (50).
- **Color:** El color del gel se clasificó visualmente mediante el Munsell Book of Color (51). Esta elección proporciona una referencia visual estandarizada, alineada con las guías europeas (COLIPA/SCCS), que exigen evaluar la apariencia/color en estudios de estabilidad y control (52). Para la evaluación, se colocó una pequeña porción del gel sobre una luna de reloj limpia y seca, registrándose el tono observado.
- **Homogeneidad:** Se colocó una extensión de la muestra sobre un portaobjetos, el cual se ubicó sobre una superficie de color negro, y posteriormente se observó utilizando una luna (50).
- **Textura:** Se aplicó una porción sobre la piel limpia y seca para analizar su textura y facilidad de aplicación prestando atención a su absorción y comprobando si conservaba una consistencia fluida (52).
- **Consistencia aparente:** Para evaluar la consistencia de las formulaciones, se tomó una pequeña porción del gel y se comprimió suavemente entre el pulgar y el índice,

registrándose la resistencia al tacto y la sensación de cohesión percibida (53).

- **Evanesencia (poder refrescante):** Se aplicó una porción del gel sobre la piel a fin de evaluar la rapidez de evaporación o absorción cutánea (54).

Estas cualidades organolépticas serán medidas a las 24 horas, 7, y 15 días, desde su preparación.

#### 2.5.10.2 Ensayos fisicoquímicos (ANEXO N° 13)

- **Extensibilidad:** Este método se basa en el aumento de la superficie de una determinada cantidad de muestra al ser sometida, progresivamente, a presiones crecientes a iguales intervalos de tiempo. El área de extensibilidad (AE) se determinó mediante la expresión:

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

Donde  $r_p$  corresponde al radio promedio obtenido a partir de ocho mediciones independientes (mm). (55) Los resultados se expresaron como el promedio de tres réplicas experimentales, y posteriormente se construyó la curva de relación entre la masa aplicada (g) y el área de extensibilidad (mm<sup>2</sup>), con el fin de analizar el comportamiento deformacional del gel bajo carga. (56)

- **Determinación de pH:** Se realizó con la finalidad de especificar los iones hidrogenados en la formulación del gel, reaccionando ante una desestabilización de formulación. Para el ensayo, se pesó 1 g de la muestra de gel en un vaso de precipitados de 10 mL y se agitó durante 5 minutos a temperatura ambiente para asegurar la homogeneidad. Las lecturas se realizaron por triplicado y se registró el promedio. (57)
- **Determinación de viscosidad:** Se valora la resistencia que el gel ofrecerá, este parámetro ayuda a determinar si un producto presenta la consistencia o fluidez apropiada, se midió a 25 °C en un viscosímetro Brookfield hasta estabilizar la lectura. (53)

### 2.5.10.3 Prueba de estabilidad preliminar: (ANEXO N° 14)

La evaluación de estabilidad preliminar constituye una etapa esencial en el desarrollo de formulaciones cosméticas, orientada a determinar la robustez fisicoquímica inicial y detectar posibles incompatibilidades entre los componentes. Este ensayo permite optimizar la composición y garantizar la coherencia estructural y microbiológica del gel durante el periodo de observación, sin implicar una estimación de vida útil. (52)

#### - Prueba de Centrífuga:

Se evaluó la estabilidad coloidal sometiendo una alícuota del gel a 3000 rpm durante 30 min. La ausencia de separación de fases o formación de sobrenadante indicó buena estabilidad estructural.

#### - Temperatura:

Se evaluó la estabilidad térmica del gel bajo condiciones controladas de temperatura, mediante ciclos de calentamiento ( $40 \pm 2$  °C) y enfriamiento ( $5 \pm 2$  °C), observando posibles cambios fisicoquímicos o estructurales.

#### - Ciclos de temperatura:

El ensayo se prolongó durante 15 días, alternando cada 24 h entre  $40 \pm 2$  °C (estufa) y  $4 \pm 2$  °C (refrigeración). Se registraron variaciones organolépticas y fisicoquímicas en los días 0, 7 y 15, a fin de identificar signos de inestabilidad o degradación.

### 2.5.10.4 Control microbiológico: (ANEXO N° 15)

El control microbiológico es esencial para garantizar la calidad e inocuidad de geles cosméticos, permitiendo verificar la eficacia del conservante y el cumplimiento de los límites microbiológicos normativos (53).

En este estudio, se realizó la cuantificación de la carga microbiana total y la detección de microorganismos patógenos, siguiendo lo establecido en el Capítulo 2, Artículo 4 de la Decisión 833 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) (58), en la cual menciona las especificaciones microbiológicas, que son las siguientes:

ÁREA DE APLICACIÓN Y FASE ETARIA	LÍMITES DE ACEPTABILIDAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Productos para uso en infantes (hasta 3 años)</li> <li>▪ Productos para uso en área de ojos.</li> <li>▪ Productos que entran en contacto con las membranas mucosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo <math>5 \times 10^2</math> UFC/g ó ml .</li> <li>b. Ausencia de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> en 1 g ó ml .</li> <li>c. Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g ó ml .</li> <li>d. Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g ó ml .</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demás productos cosméticos susceptibles de contaminación microbiológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo <math>5 \times 10^3</math> UFC/g ó ml .</li> <li>b. Ausencia de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> en 1 g ó ml .</li> <li>c. Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g ó ml .</li> <li>d. Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g ó ml .</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Productos a ser utilizados en los órganos genitales externos</li> </ul>	Además de los límites de aceptabilidad especificados para los demás productos contenidos en el presente cuadro, deben cumplir con: Ausencia de <i>Candida albicans</i> .

Nota. Los valores del tamaño de muestra a examinar para los respectivos ensayos serán determinados por las normas y procedimientos internos de los Países Miembros.

**Figura 16.** Especificaciones microbiológicas (58)

Además, se consultaron los capítulos <61> y <62> de la *Farmacopea de los Estados Unidos (USP 43)* como referencia internacional complementaria para validar los métodos microbiológicos empleados, garantizando la confiabilidad y reproducibilidad de las determinaciones realizadas en el control de calidad del gel cosmético (59).

Se pesaron 10 g de gel y se homogenizaron en 90 mL de solución salina estéril, obteniendo la dilución  $10^{-1}$ . A partir de esta, se realizaron diluciones sucesivas, las cuales fueron inoculadas en distintos medios, según el microorganismo a evaluar:

**Tabla 4.** Ensayo microbiológico de control de calidad del gel cosmético

ENSAYO / MICROORGANISMO	MEDIO DE CULTIVO	PROCEDIMIENTO	LECTURA / INTERPRETACIÓN
<b>Recuento de mesófilos aerobios totales</b>	Plate Count Agar (PCA)	Se homogenizaron 10 g de gel en 90 mL de solución salina estéril ( $10^{-1}$ ) y se prepararon diluciones seriadas hasta $10^{-3}$ . Se inoculó 1 mL en placas con 15-20 mL de PCA fundido (45 °C) y se incubó a 30 – 45 °C por 48 – 72 h.	Colonias contadas y expresadas en UFC/g.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Manitol Salado Agar (MSA)	Se tomó 1 mL de la dilución $10^{-1}$ y se sembró por estría en placas de MSA.	Colonias amarillas con halo indican presencia.

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agar Cetrimide	Se tomó 1 mL de la dilución $10^{-1}$ y se sembró por estría en placas de Cetrimide.	Colonias verdes – azuladas fluorescentes indican presencia.
<i>Escherichia coli</i>	Agar MacConkey	Se tomó 1 mL de la dilución $10^{-1}$ y se sembró por estría en placas de MacConkey.	Colonias rosadas con halo indican presencia.

Fuente. United States Pharmacopeia (USP). *Microbiological Examination of Nonsterile Products: Microbial Enumeration Tests <61>*. In: *USP 43 – NF 38*. Rockville (MD): United States Pharmacopeial Convention; 2020.

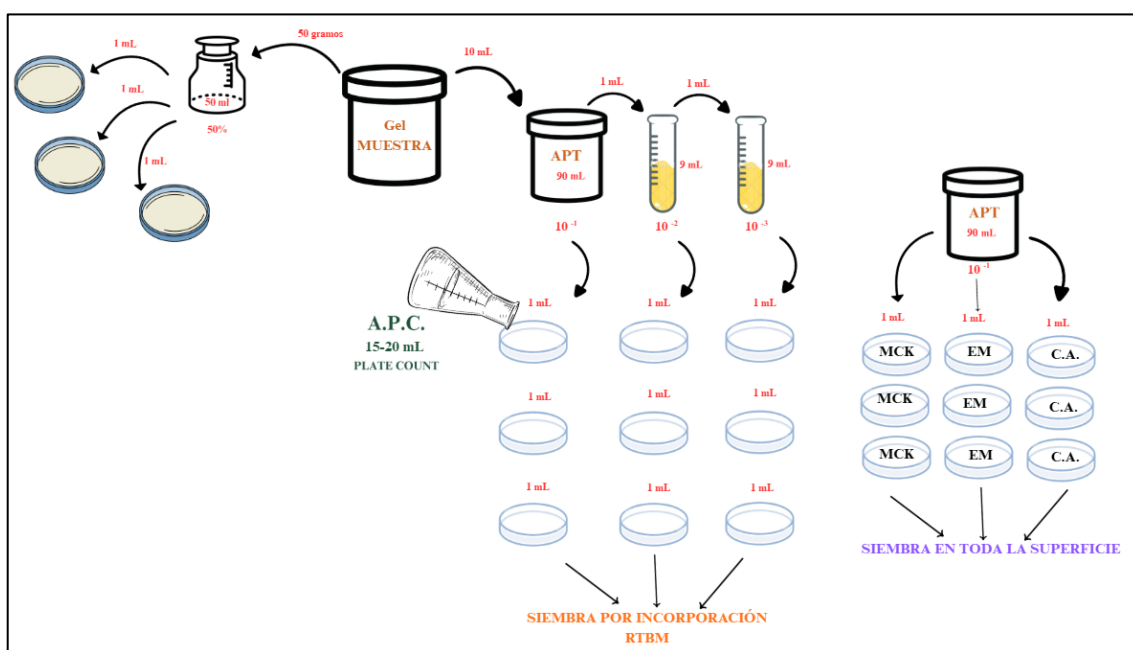


Figura 17. Esquema del procedimiento para el control microbiológico del gel cosmético

### 2.5.11 Métodos para determinar la actividad antioxidante al gel: (ANEXO N° 16)

Para determinar la actividad antioxidante del gel se emplearán 3 métodos:

- **Determinación de la actividad antioxidante mediante el método de reductora de iones cúpricos (CUPRAC)**

#### Procedimiento para el gel formulado:

Para la preparación de la muestra, se disolvieron 300 mg del gel formulado en 2 mL de etanol 96%, obteniéndose la solución madre. A partir de esta, se realizaron diluciones sucesivas mediante la mezcla de 500  $\mu$ L de la solución inicial con 500  $\mu$ L de etanol 96%. El mismo protocolo que se utilizó con los extractos, se aplicó a las diferentes concentraciones de gel cosmético.

- **Determinación de la actividad antioxidante mediante el método de reducción del hierro férrico a ferroso (FRAP)**

**Procedimiento para el extracto:**

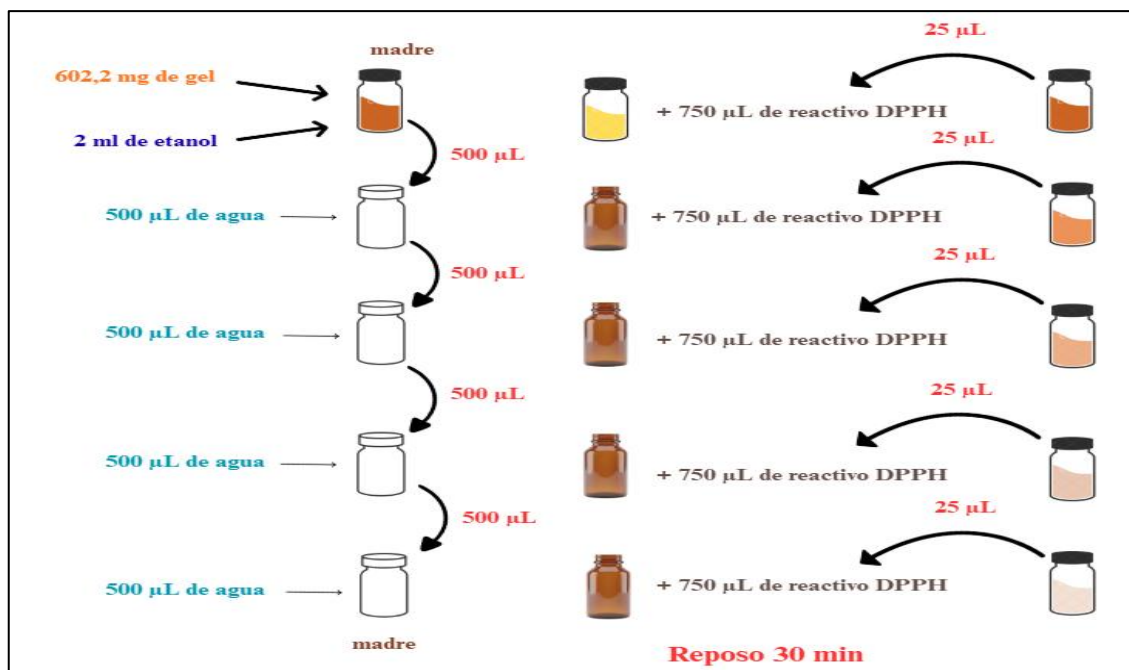
Para la preparación de la muestra, se disolvieron 600 mg del gel formulado en 2 mL de etanol 96%, obteniéndose la solución madre. A partir de esta, se realizaron diluciones sucesivas mediante la mezcla de 500 µL de la solución inicial con 500 µL de etanol 96%. El mismo protocolo que se utilizó con los extractos.

- **Determinación de la actividad antioxidante mediante el método de decoloración del catión radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) (60)**

**Procedimiento para el gel:**

Para la preparación de la muestra, se disolvieron 600 mg del gel formulado en 2 mL de etanol 96%, obteniéndose la solución madre. A partir de esta, se realizaron diluciones sucesivas mediante la mezcla de 500 µL de la solución inicial con 500 µL de etanol 96%. Posteriormente, en viales ámbar se adicionaron 725 µL de la solución de DPPH y 25 µL de cada dilución del gel, dejándose reaccionar en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente. Las lecturas de absorbancia se realizaron en un espectrofotómetro UV-Vis a 517 nm, empleando etanol 96% como blanco. Cada determinación se llevó a cabo por triplicado. Los resultados se expresaron como porcentaje de inhibición del radical DPPH, y a partir de estos valores se calculó el IC<sub>50</sub>, definido como la concentración de la muestra capaz de inhibir el 50% de la absorbancia del radical libre.

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{\text{Abs blanco} - \text{Abs muestra}}{\text{Abs blanco}} \times 100$$



**Figura 18.** Proceso de disolución de la muestra de gel para el método DPPH

## 2.5.12 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES (ANEXO N° 17)

### 2.5.12.1 Método para determinar polifenoles totales: (61)

La cuantificación de polifenoles totales permite verificar la conservación de los compuestos antioxidantes en el gel, asegurar su estabilidad química y establecer una correlación directa con la actividad antioxidante, respaldando la calidad y eficacia del producto cosmético.

#### Procedimiento para el gel:

✦ Se pesaron 317,6 mg de gel formulado y se disolvieron en 2 mL de agua destilada. Se prepararon diluciones seriadas siguiendo el mismo procedimiento empleado para el extracto. La concentración final se expresó en mg/mL.

### 2.5.12.2 Método para determinar flavonoides: (62)

La determinación de flavonoides totales en un gel antioxidante permite asegurar la preservación de compuestos bioactivos claves, establecer su contribución directa a la actividad antioxidante global y garantizar la estabilidad funcional del producto cosmético. De esta manera, su cuantificación no solo permite caracterizar el extracto de *Encelia canescens* L., sino también respaldar científicamente la eficacia dermocosmética de la formulación final.

### **Procedimiento para el gel**

- ✦ Se tomaron 3 g de muestra o de las soluciones del estándar (quercetina, para la curva de calibración).
- ✦ Se añadieron 3 mL de agua destilada, y se homogenizó la preparación. La suspensión se centrifugó a 3000 rpm durante 5 minutos, para obtener un sobrenadante libre de interferencias. Del sobrenadante se realizaron diluciones seriadas con 500  $\mu$ L de etanol. De cada dilución se transfirieron 100  $\mu$ L a viales ámbar, adicionando 500  $\mu$ L de agua destilada.
- ✦ Se agregaron, 75  $\mu$ L de  $\text{NaNO}_2$  (5%) dejando reaccionar durante 5 minutos.
- ✦ Posteriormente, se añadieron 150  $\mu$ L de  $\text{AlCl}_3$  (10%), dejando reaccionar por 6 minutos, verificando si presentaba alguna reacción.
- ✦ Finalmente, se incorporaron 500  $\mu$ L de  $\text{NaOH}$  (1M), manteniendo la reacción durante 30 minutos. La absorbancia se midió a 510 nm.

Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de Quercetina (QE) por cada 100 mg de muestra.

### **2.5.13 COMPARACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODO DE CUPRAC *IN VITRO* AL GEL COSMÉTICO FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO CON UN GEL ANTIOXIDANTE COMERCIAL: (ANEXO N° 18)**

La comparación de la capacidad antioxidante *in vitro* entre el gel formulado y un gel comercial de referencia mediante el método CUPRAC permitió validar la eficacia funcional y el comportamiento redox de la formulación desarrollada. Este método, reconocido por su sensibilidad y aplicabilidad en matrices tanto hidrofílicas como lipofílicas, aseguró la obtención de resultados reproducibles bajo condiciones experimentales controladas. La evaluación comparativa frente a un producto del mercado constituyó un indicador objetivo de desempeño antioxidante, confirmando el potencial bioactivo del gel a base de *Encelia canescens* y su idoneidad para aplicaciones dermocosméticas orientadas a la protección cutánea frente al estrés oxidativo (60).

## **2.6 Técnicas de procesamiento de la información:**

### **Observación**

Se empleó la técnica de observación experimental para registrar de forma sistemática los resultados obtenidos, utilizando fichas diseñadas para consignar las mediciones y observaciones de los ensayos.

### **Recolección de datos analíticos**

Los resultados generados por los distintos métodos experimentales (evaluaciones fisicoquímicas y determinaciones antioxidantes) fueron registrados en un cuaderno de trabajo, garantizando la trazabilidad y consistencia de la información recopilada.

### **Procesamiento de datos**

La información se procesó en Microsoft Excel® y Word® (Office 365), calculando promedios y desviaciones estándar, y elaborando tablas y gráficos para la presentación de resultados.

## **2.7 Técnicas de Análisis e interpretación de la información**

Los datos experimentales fueron registrados en un cuaderno de laboratorio y posteriormente transferidos a Microsoft Excel® (Office 365) para su tabulación y análisis preliminar. Para la comparación estadística entre tratamientos o métodos de extracción, se utilizó el programa Statistica® 13, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido de la prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ) para determinar diferencias significativas entre medias.

Asimismo, para la representación gráfica y análisis visual de tendencias, se empleó el software GraphPad Prism® 10, lo que permitió una interpretación clara, objetiva y reproducible de los resultados experimentales.

## **2.8 Aspectos éticos**

El presente estudio se condujo conforme a los principios éticos de integridad científica, asegurando la veracidad, transparencia y trazabilidad de los datos obtenidos. Se evitó toda manipulación o sesgo de la información, cumpliendo las normas internacionales de redacción científica. Asimismo, se respetaron los derechos de autor y las normas de ética en investigación establecidas por la institución, garantizando la confidencialidad, reproducibilidad y fiabilidad de los resultados.

### III. RESULTADOS

**Tabla 5.** Metabolitos secundarios de las fracciones derivadas del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas y flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

FRACCIÓN	METABOLITO SECUNDARIO	REACCIONES	EH PARTES AÉREAS	EH FLORES
A	Taninos	Rx. de Gelatina-sal	-	+
	Grupos fenólicos libres	Rx. de cloruro férrico	+	+
	Aminoácidos	Rx. de Ninhidrina	+	+
B	Flavonoides	Rx. de Shinoda	+	+
	Esteroides y/o triterpenoides	Rx. de Liebermann Burchard	+	+
	Antraquinonas	Rx. de Bornträger	-	-
C	Esteroides y/o triterpenoides	Rx. de Liebermann Burchard	+	+
	Cardenólidos	Rx. de Kedde	-	+
	Alcaloides	Rx. de Dragendorff	-	-
		Rx. de Mayer Rx. de Wagner	- -	- -
D	Flavonoides	Rx. de Shinoda	-	+
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. de Rosenheim	+	+
	Esteroides y/o triterpenoides	Rx. de Liebermann Burchard	+	+
	Cardenólidos	Rx. de Kedde	-	+
	Alcaloides	Rx. de Dragendorff	-	-
		Rx. de Mayer Rx. de Wagner	- -	- -
E	Flavonoides	Rx. de Shinoda	+	+
	Leucoantocianidinas y catequinas	Rx. de Rosenheim	+	+
F	Saponinas	Rx. de Espuma	+	+
	Antraquinonas	Rx. de Bornträger	-	+

**Leyenda:** Presencia (+); Ausencia (-)

**Tabla 6.** Caracterización organoléptica de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de las partes aéreas y flores de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

EXTRACTOS	MÉTODO DE EXTRACCIÓN	PARÁMETROS		
		OLOR	COLOR	ASPECTO
EH PARTES AÉREAS	MACERACIÓN	Característico (ligeramente dulce)	Verde oscuro	Viscoso
	ASISTIDA POR ULTRASONIDO	Suigéneris	Verde marronáceo	Viscoso
EH FLORES	MACERACIÓN	Característico (con nota ácida)	Naranja	Líquido con consistencia fluida
	ASISTIDA POR ULTRASONIDO	Característico	Naranja con ligero matiz marronáceo	Líquido con consistencia fluida

**Tabla 7.** Caracterización fisicoquímica de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de las partes aéreas de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

<b>EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE LAS PARTES AÉREAS</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN</b>	<b>EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>Sólidos totales</b>	83,94	83,55	g/100g
<b>Sólidos solubles</b>	43,7	43,2	°Bx (Brix)
<b>Cenizas</b>	15	15	g/100g
<b>pH</b>	5	4,19	-
<b>% rendimiento</b>	15,56	51,76	% R

**Tabla 8.** Caracterización fisicoquímica de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de las flores de la especie *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”.

<b>EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE LAS FLORES</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN</b>	<b>EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>Sólidos totales</b>	53	58,87	g/100g
<b>Sólidos solubles</b>	1,6 %	1,3 %	°Bx (Brix)
<b>Cenizas</b>	0,99 %	0,65 %	g/100g
<b>pH</b>	4,18	4,12	-
<b>% rendimiento</b>	61,54	64,44	% R
<b>Aw (flores secas)</b>		0,71	-

\*El valor de actividad de agua (aw) obtenido ( $0.71 \pm 0.01$ ) indica una baja disponibilidad de agua libre, condición que garantiza la estabilidad microbiológica y fisicoquímica del material vegetal.

**Tabla 9.** Ensayo de solubilidad de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

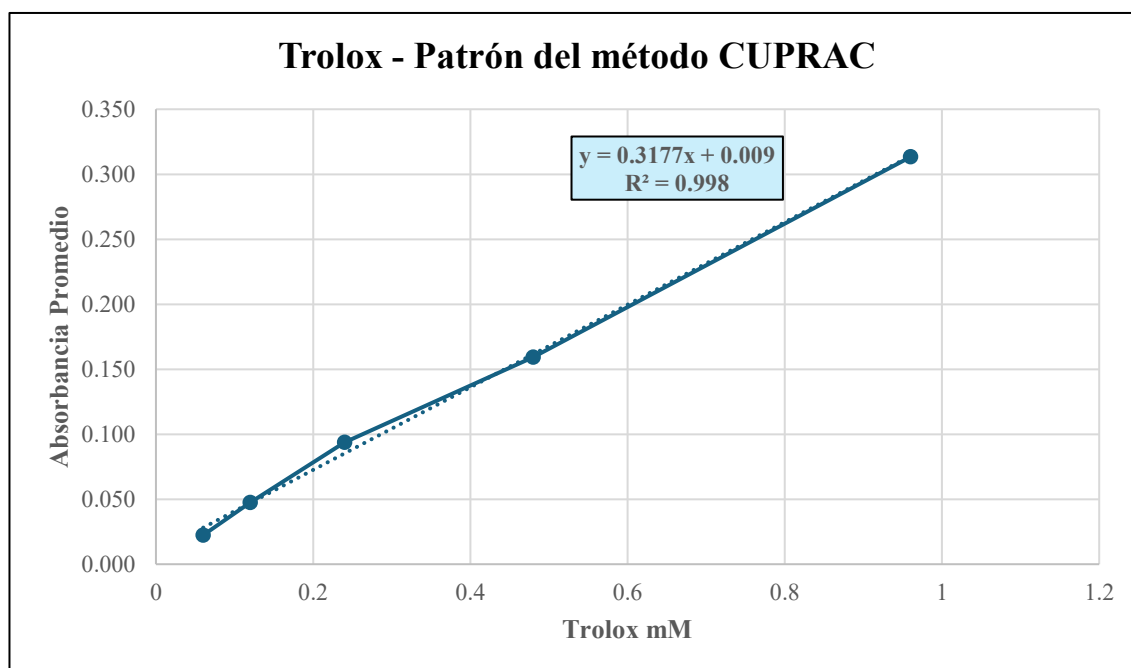
SOLVENTE	EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS PARTES AÉREAS		EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS FLORES	
	EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN	EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO	EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN	EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO
Glicerina	++	++	++	+++
Aceite vegetal	++	+	++	+
Agua destilada T° ambiente	+	++	++	++
Propilenglicol	-	-	++	+
Agua a T° 70 °C	++	+++	+++	++
Vaselina	++	+	++	+
Alcohol 70°	+++	++	+++	+++
Alcohol 96°	++	+++	++	++

**Leyenda:** Muy soluble (+++), soluble (++) , poco soluble (+), insoluble (-).

**Análisis comparativo y determinación de la actividad antioxidante de los extractos por el método CUPRAC**

**Tabla 10.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de CUPRAC

<b>Trolox mM</b>	<b>Abs 1</b>	<b>Abs 2</b>	<b>Abs 3</b>	<b>Abs prom</b>	<b>DS</b>
<b>0,96</b>	0,313	0,312	0,315	0,313	0,0015
<b>0,48</b>	0,155	0,159	0,164	0,159	0,0045
<b>0,24</b>	0,090	0,094	0,097	0,094	0,0035
<b>0,12</b>	0,047	0,046	0,049	0,047	0,0015
<b>0,06</b>	0,018	0,022	0,027	0,022	0,0045



**Figura 19.** Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método CUPRAC

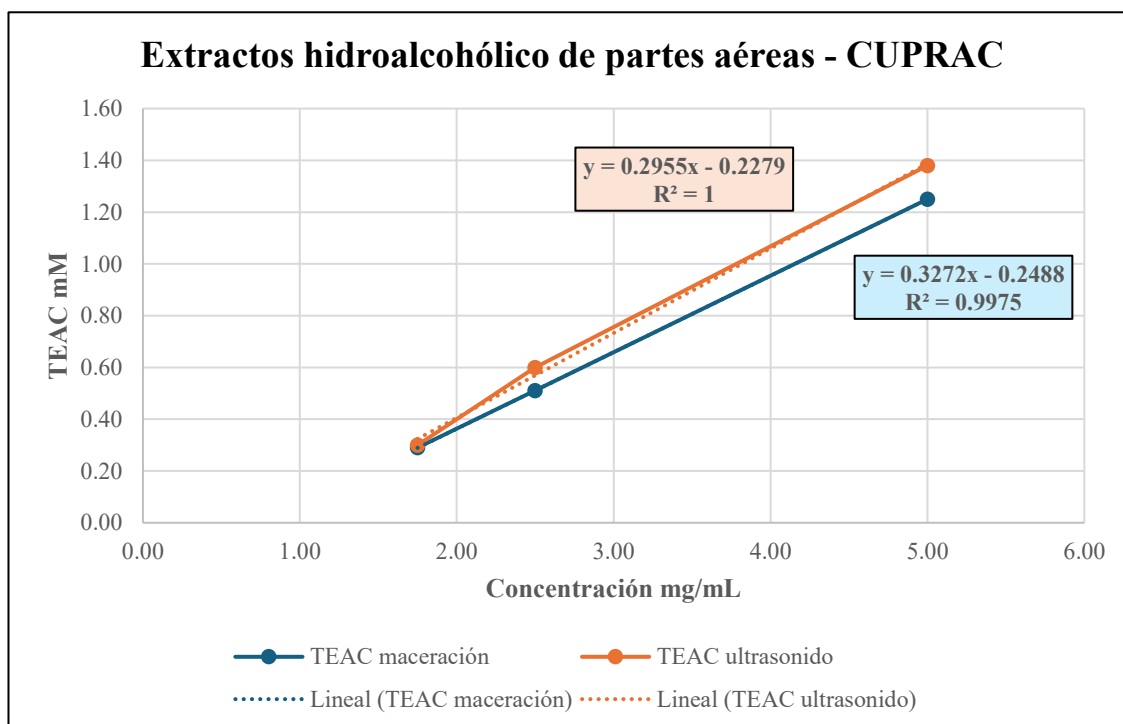
**Tabla 11.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de partes aéreas de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método CUPRAC.

Método de extracción	Extracto mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC mM
<b>Maceración</b>	5	0,405	0,405	0,406	0,446	0,0006	1,25
	2,5	0,169	0,171	0,171	0,192	0,0012	0,51
	1,75	0,130	0,088	0,089	0,101	0,0240	0,29
<b>Ultrasonido</b>	5	0,446	0,449	0,446	0,446	0,0017	1,38
	2,5	0,199	0,207	0,192	0,192	0,0075	0,60
	1,75	0,102	0,106	0,101	0,101	0,0026	0,30

\*TEAC: valores expresados en 1 mM, respecto al extracto expresado en mg/mL.

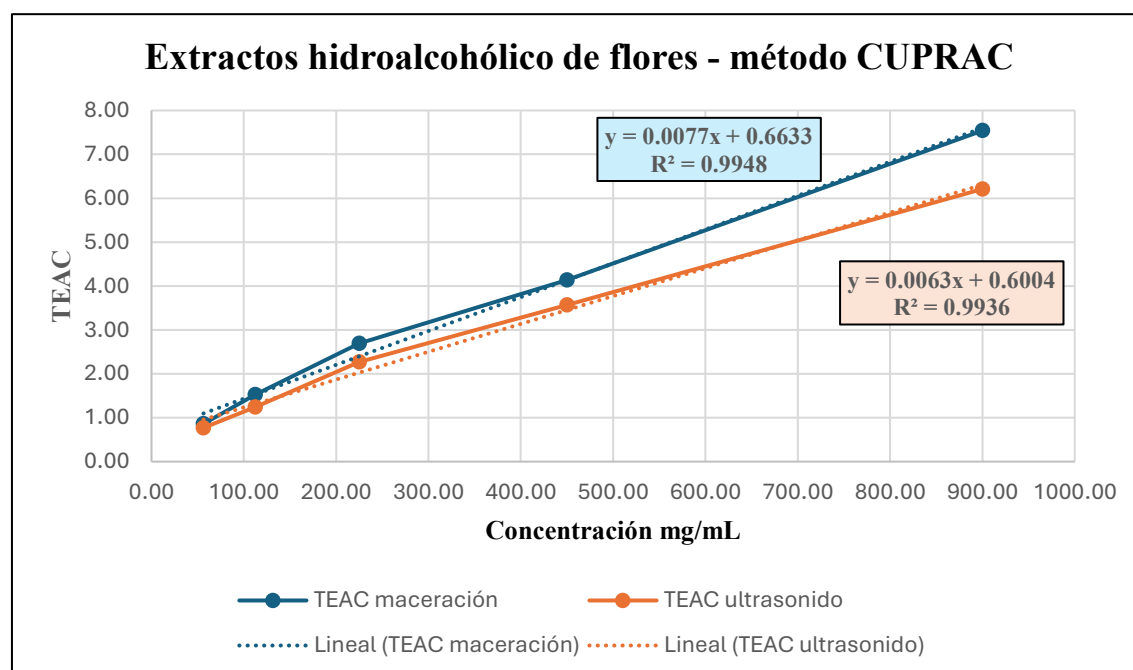
**Tabla 12.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método CUPRAC.

Método de extracción	Extracto uL/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC mM
<b>Maceración</b>	900	2,407	2,411	2,399	2,406	0,0061	7,54
	450	1,322	1,326	1,329	1,326	0,0035	4,14
	225	0,852	0,868	0,874	0,865	0,0114	2,69
	112,5	0,491	0,498	0,498	0,496	0,0040	1,53
	56,25	0,278	0,285	0,287	0,283	0,0047	0,86
<b>Ultrasonido</b>	900	1,977	1,987	1,986	1,983	0,0055	6,21
	450	1,136	1,146	1,147	1,143	0,0061	3,57
	225	0,722	0,73	0,735	0,729	0,0066	2,27
	112,5	0,402	0,406	0,405	0,404	0,0021	1,24
	56,25	0,248	0,25	0,259	0,252	0,0059	0,77



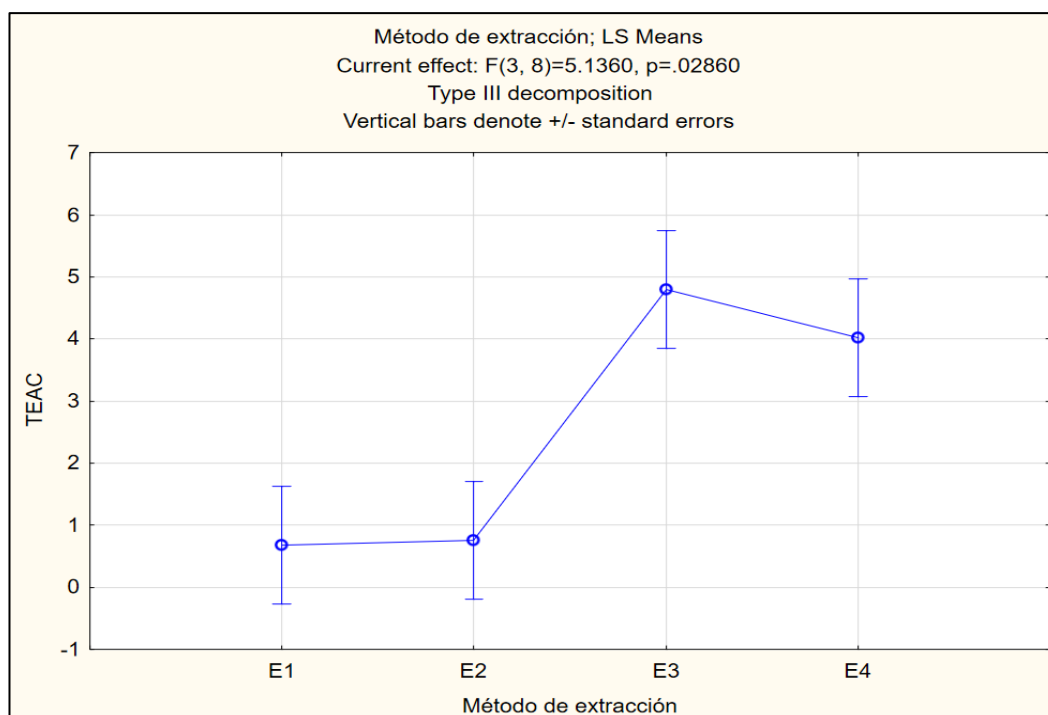
**Figura 20.** Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y TEAC (mM), por CUPRAC.

**1 mg de extracto equivale a 0.0784 mM de Trolox y 0.0676 mM de Trolox de extracto hidroalcohólico de partes aéreas por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 21.** Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de las flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y TEAC (mM), por CUPRAC.

**1 µL de extracto equivale a 0.671 mM de Trolox y 0.6067 mM de Trolox de extracto hidroalcohólico de flores por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 22.** Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm EE$ ) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método CUPRAC para los distintos métodos de extracción.

**Leyenda:** E1: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (maceración); E2: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (ultrasonido); E3: extracto hidroalcohólico de flores (maceración); E4: extracto hidroalcohólico de flores (ultrasonido).

**Tabla 13.** Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método CUPRAC.

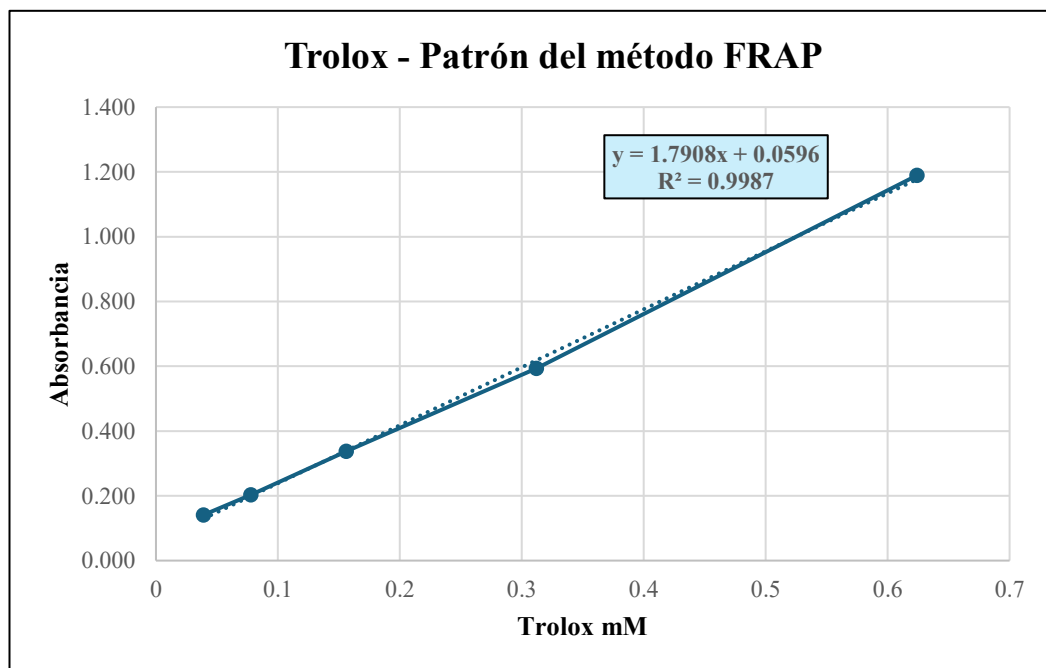
Newman-Keuls test; variable TEAC (Spreadsheet35)					
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests					
Error: Between MS = 2.6979, df = 8.0000					
Cell No.	Método de extracción	{1}	{2}	{3}	{4}
1	E1	.68333			
2	E2	0.955951			
3	E3	0.061021	0.955951		
4	E4	0.086551	0.040404	0.580211	

Tras obtener un ANOVA significativo ( $F_{3,8} = 5.136$ ;  $p = 0.0286$ ), se aplicó la prueba post hoc de Newman-Keuls ( $\alpha = 0.05$ ), adecuada para diseños con tamaño muestral reducido. Esta reveló diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los extractos de flores (E3-E4), indicando una mayor capacidad antioxidante (TEAC, mM) en los extractos florales de *Encelia canescens* evaluados mediante el método CUPRAC.

**Análisis comparativo y determinación de la actividad antioxidante de los extractos por el método FRAP**

**Tabla 14.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de FRAP

Trolox mM	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS
0,624	1,186	1,189	1,192	1,189	0,0030
0,312	0,587	0,593	0,599	0,593	0,0060
0,156	0,334	0,337	0,341	0,337	0,0035
0,078	0,211	0,205	0,193	0,203	0,0092
0,039	0,132	0,141	0,149	0,141	0,0085



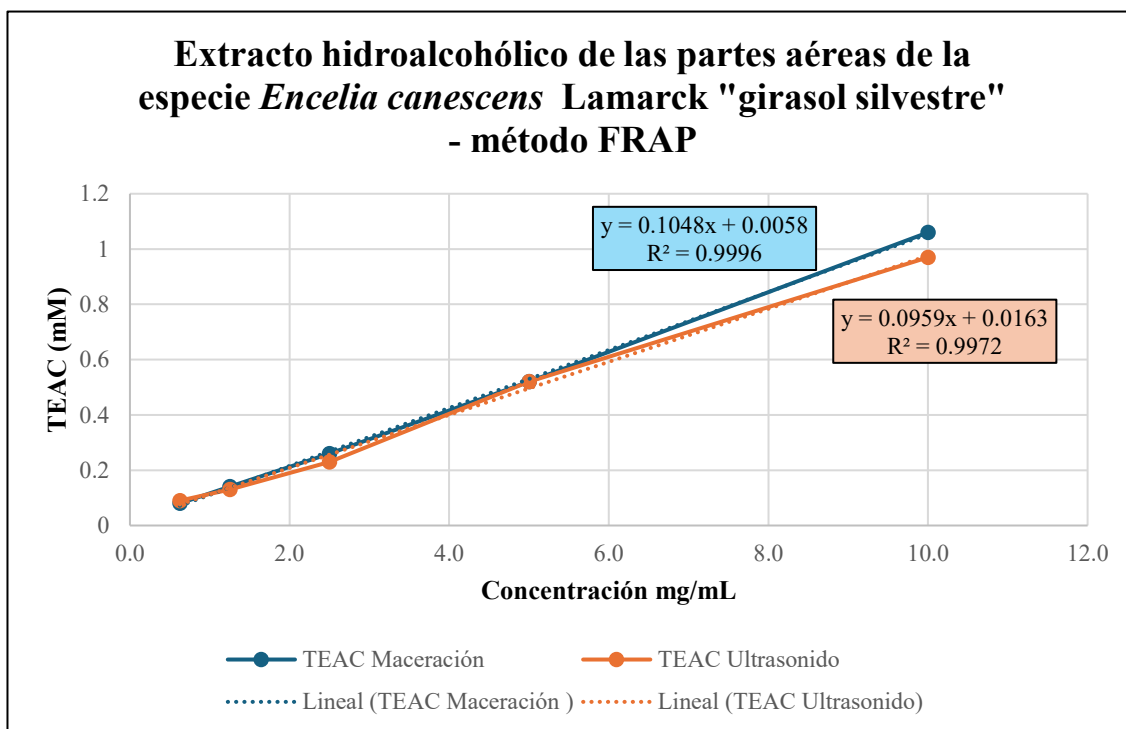
**Figura 23.** Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP.

**Tabla 15.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método FRAP.

Método de extracción	Extracto mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC
<b>Maceración</b>	10	1,942	1,950	1,959	1,950	0,0085	1,06
	5	0,981	0,987	0,994	0,987	0,0065	0,52
	2,5	0,521	0,525	0,533	0,526	0,0061	0,26
	1,3	0,308	0,318	0,327	0,318	0,0095	0,14
<b>Ultrasonido</b>	10	1,787	1,789	1,793	1,790	0,0031	0,97
	5	0,984	0,986	0,994	0,988	0,0053	0,52
	2,5	0,469	0,477	0,485	0,477	0,0080	0,23
	1,3	0,276	0,282	0,295	0,284	0,0097	0,13

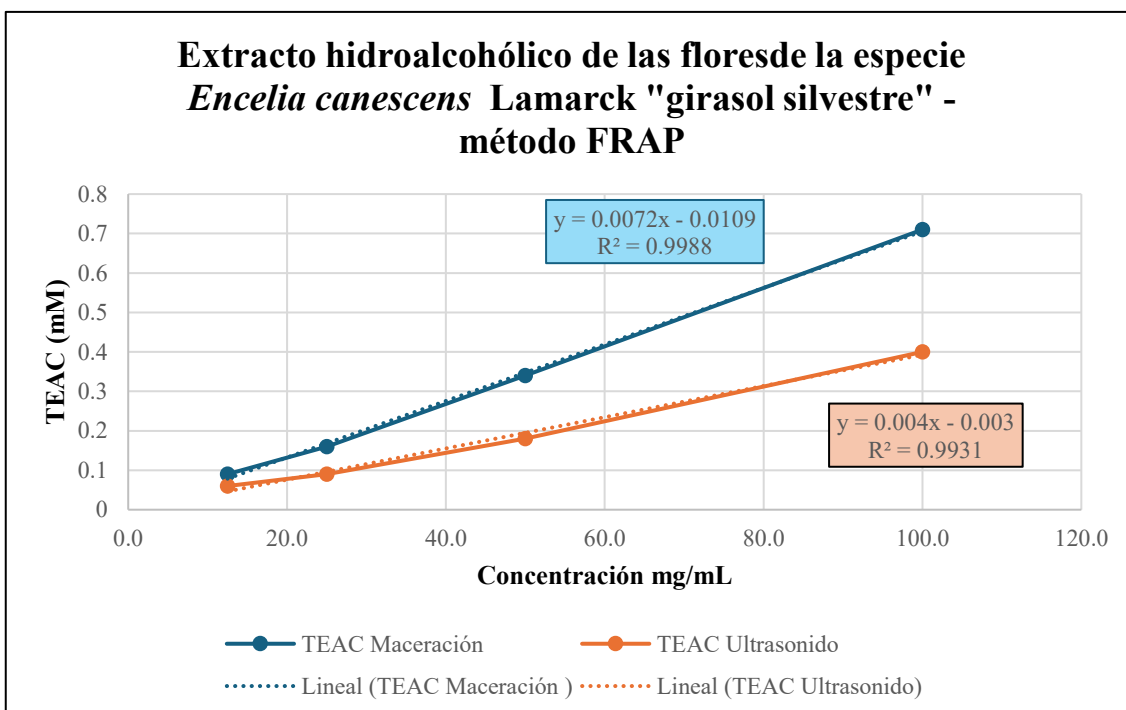
**Tabla 16.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las flores de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método FRAP.

Método de extracción	Extracto uL/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC
<b>Maceración</b>	100	1,321	1,322	1,327	1,323	0,0032	0,71
	50	0,669	0,674	0,675	0,673	0,0032	0,34
	25	0,345	0,351	0,357	0,351	0,0060	0,16
	12,5	0,216	0,221	0,227	0,221	0,0055	0,09
<b>Ultrasonido</b>	100	0,775	0,782	0,792	0,783	0,0085	0,40
	50	0,376	0,382	0,388	0,382	0,0060	0,18
	25	0,21	0,216	0,224	0,217	0,0070	0,09
	12,5	0,158	0,163	0,165	0,162	0,0036	0,06



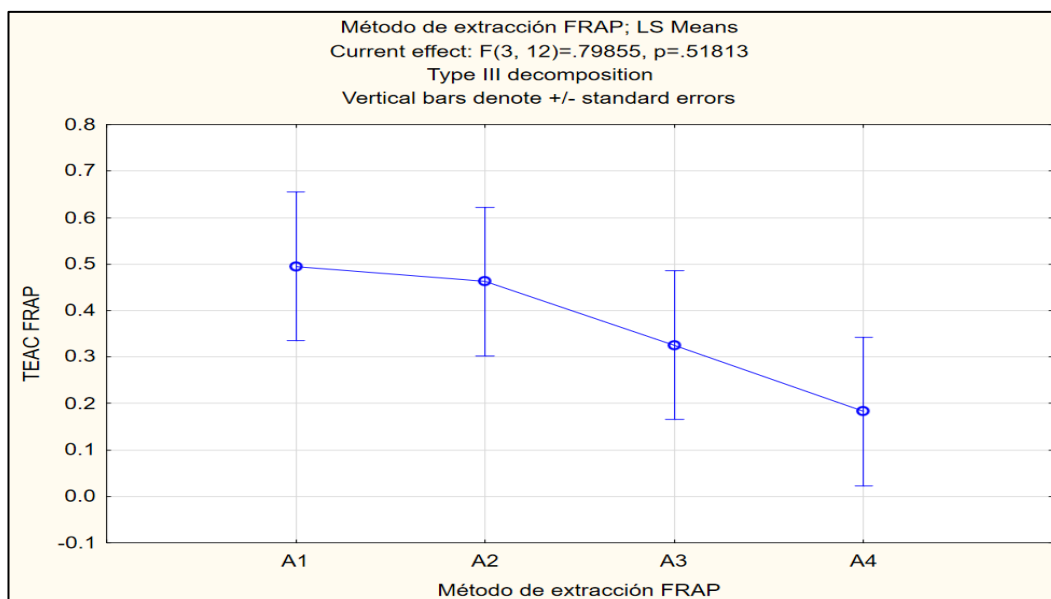
**Figura 24.** Correlación entre concentración de del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y TEAC (mM), por el método FRAP.

**1 mM de Trolox equivale a 9.49 mg y 10.26 mg de extracto hidroalcohólico de partes aéreas por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 25.** Correlación entre concentración de del extracto hidroalcohólico de las flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y TEAC (mM), por el método FRAP.

**1 mM de Trolox equivale a 140.40 µL/ y 250.75 µL de extracto hidroalcohólico de flores por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 26.** Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm EE$ ) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método FRAP para los distintos métodos de extracción.

**Leyenda:** A1: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (maceración); A2: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (ultrasonido); A3: extracto hidroalcohólico de flores (maceración); A4: extracto hidroalcohólico de flores (ultrasonido).

**Tabla 17.** Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método FRAP.

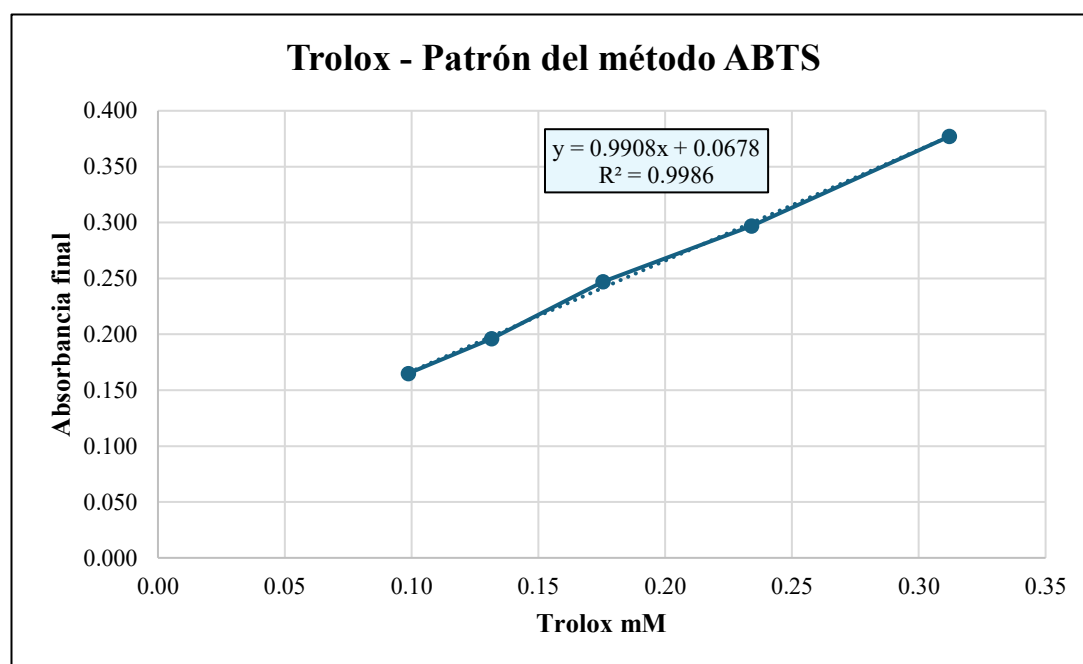
Newman-Keuls test; variable TEAC FRAP (Spreadsheet35)					
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests					
Error: Between MS = .10236, df = 12.000					
Cell No.	Método de extracción FRAP	{1}	{2}	{3}	{4}
1	A1	.49500	.46250	.32500	.18250
2	A2	0.888287		0.738603	0.533336
3	A3	0.738603	0.554824		0.540741
4	A4	0.533336	0.454973	0.540741	

El análisis post hoc de Newman-Keuls no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los cuatro extractos evaluados (A1-A4), resultado que coincide con el ANOVA ( $F_{3,12} = 0.7986$ ;  $p = 0.5181$ ). Aunque no se detectaron diferencias estadísticas, puede observarse una tendencia decreciente en el poder reductor ( $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ ) desde los extractos de partes aéreas (A1-A2) hacia los de flores (A3-A4). Esta ligera variación no alcanzó significancia, lo que sugiere que los compuestos redox activos presentes en ambos órganos contribuyen de manera comparable al potencial reductor del extracto. El método FRAP, al basarse en la transferencia directa de electrones al catión férrico ( $Fe^{3+}$ -TPTZ), tiende a ser menos sensible a ciertos flavonoides de alta masa molecular, lo que explicaría la ausencia de diferencias marcadas respecto al método CUPRAC, de mayor afinidad por compuestos hidrofílicos y lipofílicos.

**Análisis comparativo y determinación de la actividad antioxidante de los extractos por el método ABTS**

**Tabla 18.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por ABTS

Trolox mM	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	Abs final
0,31	0,309	0,315	0,317	0,314	0,377
0,23	0,389	0,395	0,397	0,394	0,297
0,18	0,442	0,444	0,446	0,444	0,247
0,13	0,494	0,495	0,496	0,495	0,196
0,10	0,524	0,526	0,527	0,526	0,165



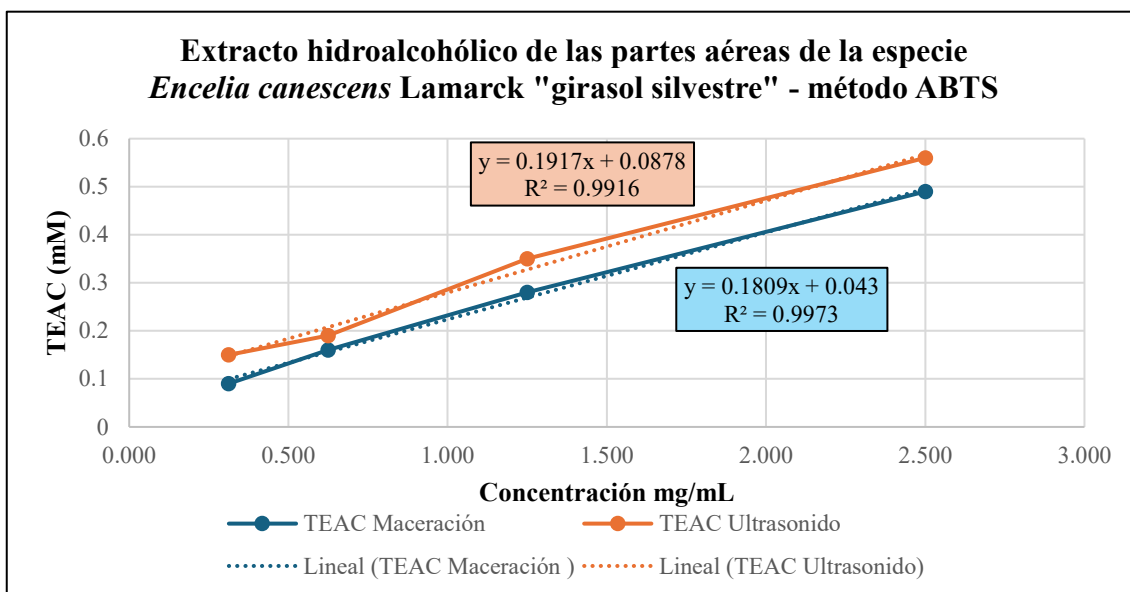
**Figura 27.** Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método ABTS.

**Tabla 19.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método ABTS.

Método de extracción	Extracto mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	Absorbancia final	TEAC
<b>Maceración</b>	2,500	0,131	0,132	0,135	0,133	0,558	0,49
	1,250	0,348	0,349	0,351	0,349	0,342	0,28
	0,625	0,461	0,464	0,466	0,464	0,227	0,16
	0,313	0,532	0,533	0,533	0,533	0,158	0,09
<b>Ultrasonido</b>	2,500	0,065	0,066	0,069	0,067	0,624	0,56
	1,250	0,275	0,277	0,279	0,277	0,414	0,35
	0,625	0,428	0,431	0,433	0,431	0,260	0,19
	0,313	0,475	0,476	0,479	0,477	0,214	0,15

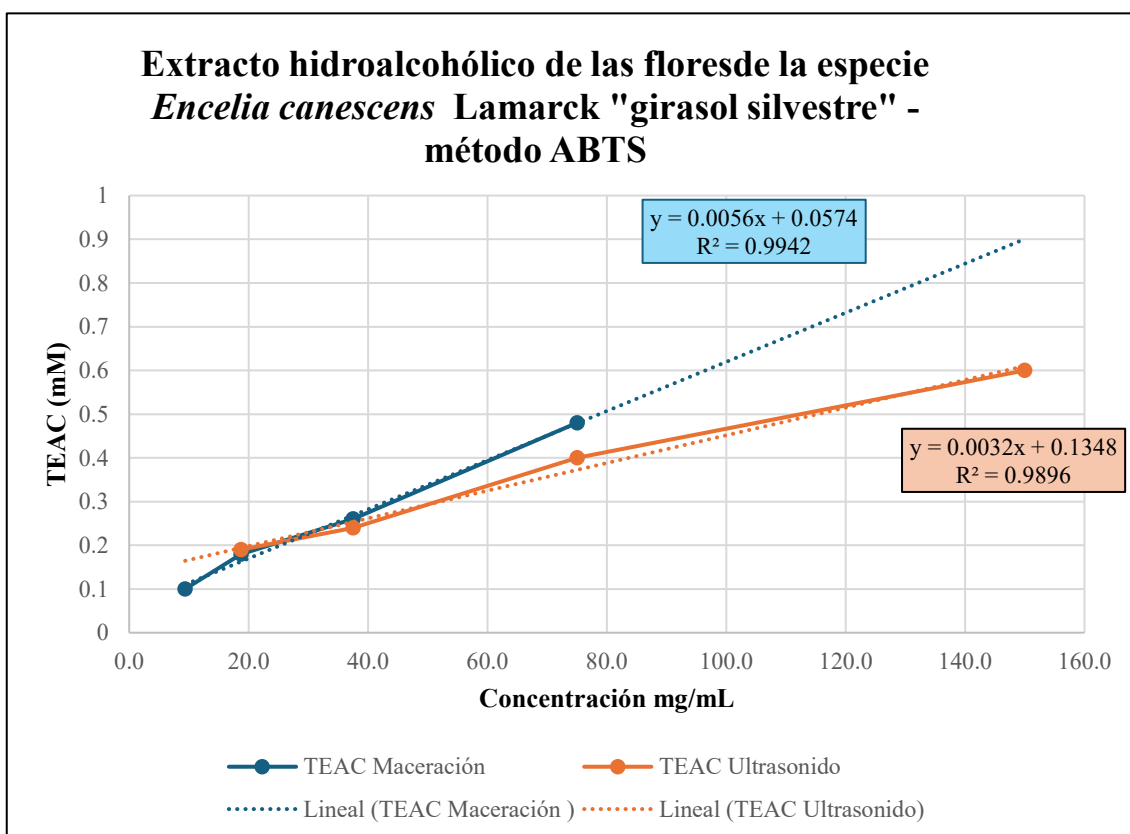
**Tabla 20.** Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las flores de la especie *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, mediante el método ABTS.

Método de extracción	Extracto uL/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	Absorbancia final	TEAC
<b>Maceración</b>	75	0,147	0,149	0,151	0,149	0,542	0,48
	37,5	0,362	0,363	0,365	0,363	0,328	0,26
	18,8	0,445	0,447	0,449	0,447	0,244	0,18
	9,4	0,527	0,528	0,529	0,529	0,162	0,10
<b>Ultrasonido</b>	150	0,021	0,023	0,027	0,024	0,667	0,60
	75	0,229	0,232	0,233	0,231	0,460	0,40
	37,5	0,381	0,383	0,385	0,383	0,308	0,24
	18,8	0,432	0,433	0,435	0,433	0,258	0,19



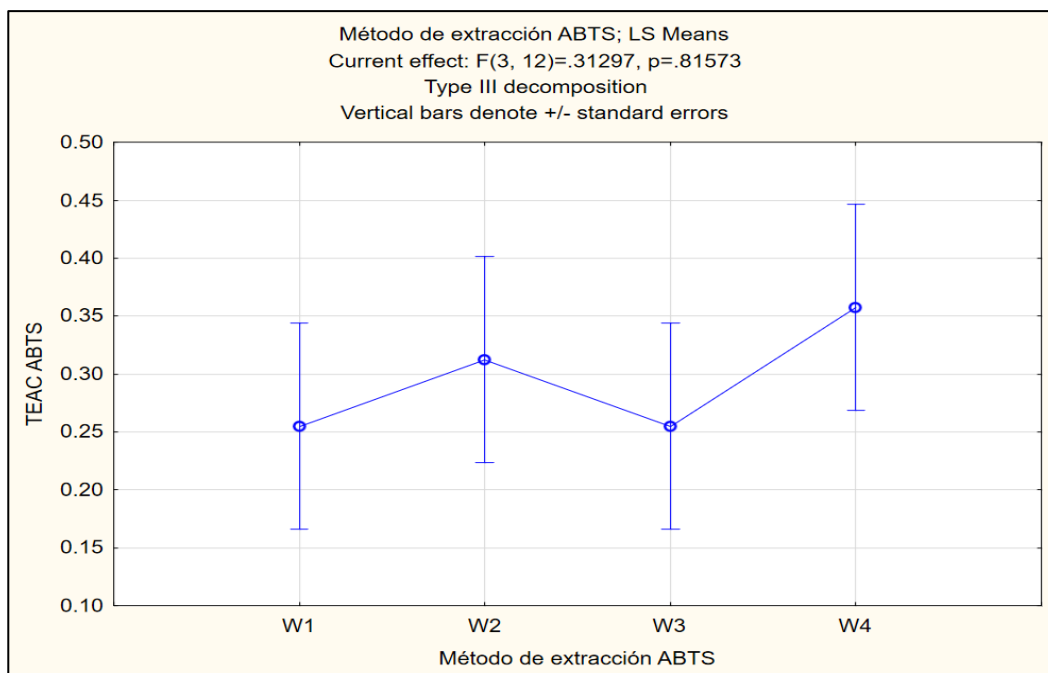
**Figura 28.** Correlación entre concentración de del extracto hidroalcohólico de las partes aéreas de *Encelia canescens* L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por el método ABTS.

**1 mM de Trolox equivale a 5.29 mg y 4.76 mg de extracto hidroalcohólico de partes aéreas por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 29.** Correlación entre concentración de del extracto hidroalcohólico de las flores de *Encelia canescens* L. "girasol silvestre" y TEAC (mM), por el método ABTS.

**1 mM de Trolox equivale a 168,32 µL y 270,36 µL/mL de extracto hidroalcohólico de flores por maceración y ultrasonido, respectivamente.**



**Figura 30.** Representación gráfica de los intervalos de confianza ( $\pm EE$ ) de la capacidad antioxidante (TEAC) obtenido por el método ABTS para los distintos métodos de extracción.

**Leyenda:** W1: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (maceración); W2: extracto hidroalcohólico de partes aéreas (ultrasonido); W3: extracto hidroalcohólico de flores (maceración); W4: extracto hidroalcohólico de flores (ultrasonido).

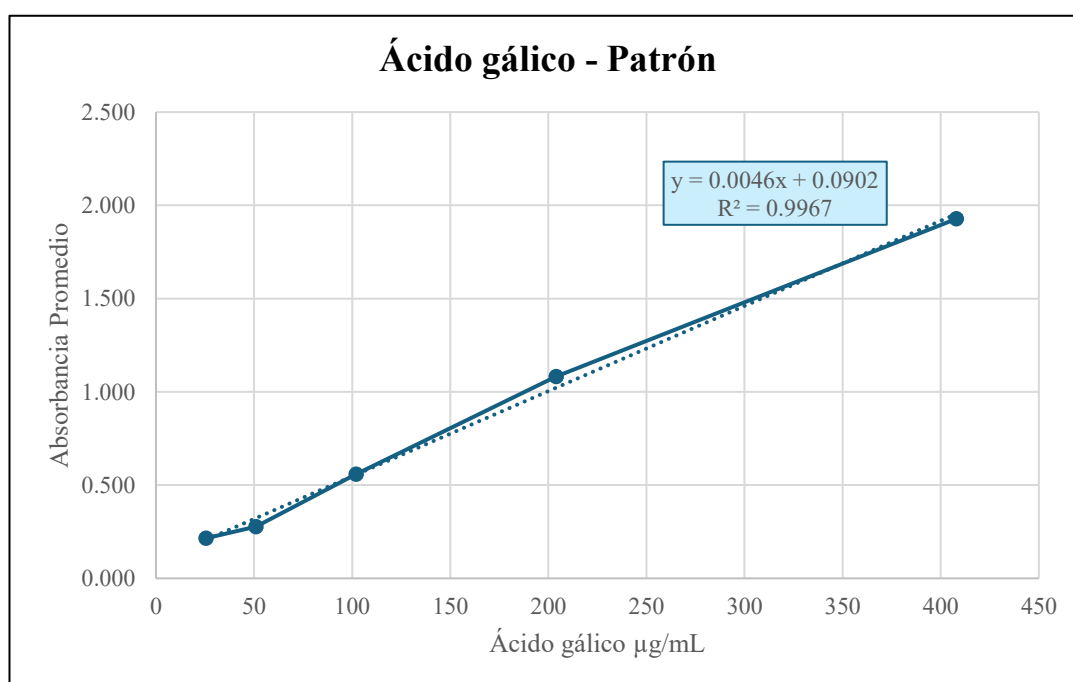
**Tabla 21.** Comparación de medias mediante la prueba de Newman-Keuls para la variable TEAC ( $\alpha = 0.05$ ), correspondiente a los extractos obtenidos por el método ABTS.

Newman-Keuls test; variable TEAC ABTS (Spreadsheet35)					
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests					
Error: Between MS = .03158, df = 12.000					
Cell No.	Método de extracción ABTS	{1}	{2}	{3}	{4}
		.25500	.31250	.25500	.35750
1	W1		0.655573	1.000000	0.700872
2	W2	0.655573		0.892071	0.726607
3	W3	1.000000	0.892071		0.846016
4	W4	0.700872	0.726607	0.846016	

El análisis de varianza ( $F_{3,12} = 0.31297$ ;  $p = 0.8157$ ) mostró que no existen diferencias significativas entre los métodos de extracción en la capacidad antioxidante determinada por el método ABTS. La prueba post hoc de Newman-Keuls ( $\alpha = 0.05$ ) confirmó la ausencia de diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre los cuatro extractos evaluados (W1–W4). Aunque se observó una ligera variación en los valores promedio —con un leve incremento en los extractos florales obtenidos por ultrasonido (W4)—, esta no fue significativa. En general, los valores de TEAC (mM) se mantuvieron homogéneos entre los extractos, evidenciando una capacidad antioxidante comparable frente al catión radical ABTS<sup>+</sup>.

**Tabla 22.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales

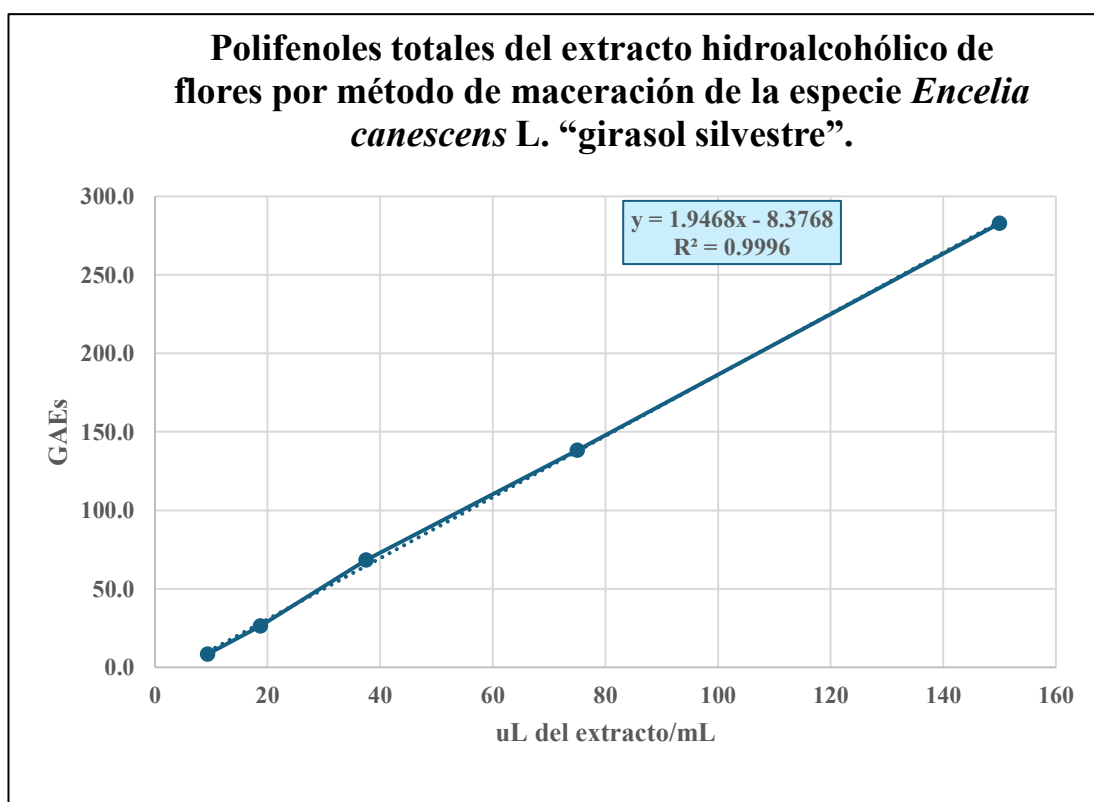
Ácido gálico µg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS
408	1,928	1,926	1,929	1,928	0,0015
204	1,088	1,077	1,083	1,083	0,0055
102	0,554	0,563	0,559	0,559	0,0045
51	0,274	0,277	0,279	0,277	0,0025
25,5	0,216	0,215	0,214	0,215	0,0010



**Figura 31.** Curva de cuantificación de ácido gálico para la determinación de polifenoles totales

**Tabla 23.** Determinación de polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de flores por método de maceración de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

Extracto µg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	GAE
150	1,392	1,389	1,392	1,391	0,0017	282,8
75	0,728	0,726	0,725	0,726	0,0015	138,2
37.5	0,401	0,408	0,402	0,404	0,0038	68,2
18.75	0,213	0,208	0,211	0,211	0,0025	26,3
9,375	0,128	0,127	0,131	0,129	0,0021	8,4

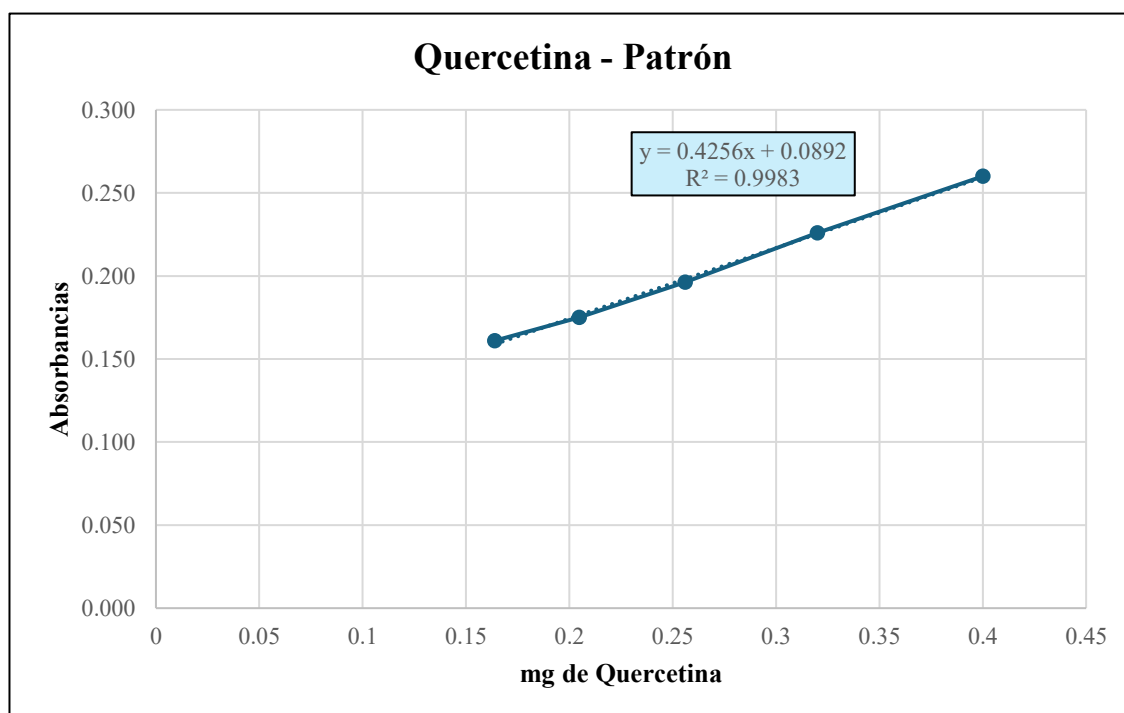


**Figura 32.** Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y equivalente de ácido gálico (µg).

**1 µg de GAEs equivale a 4,82 µL de extracto hidroalcohólico.**

**Tabla 24.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de quercetina para la determinación de flavonoides

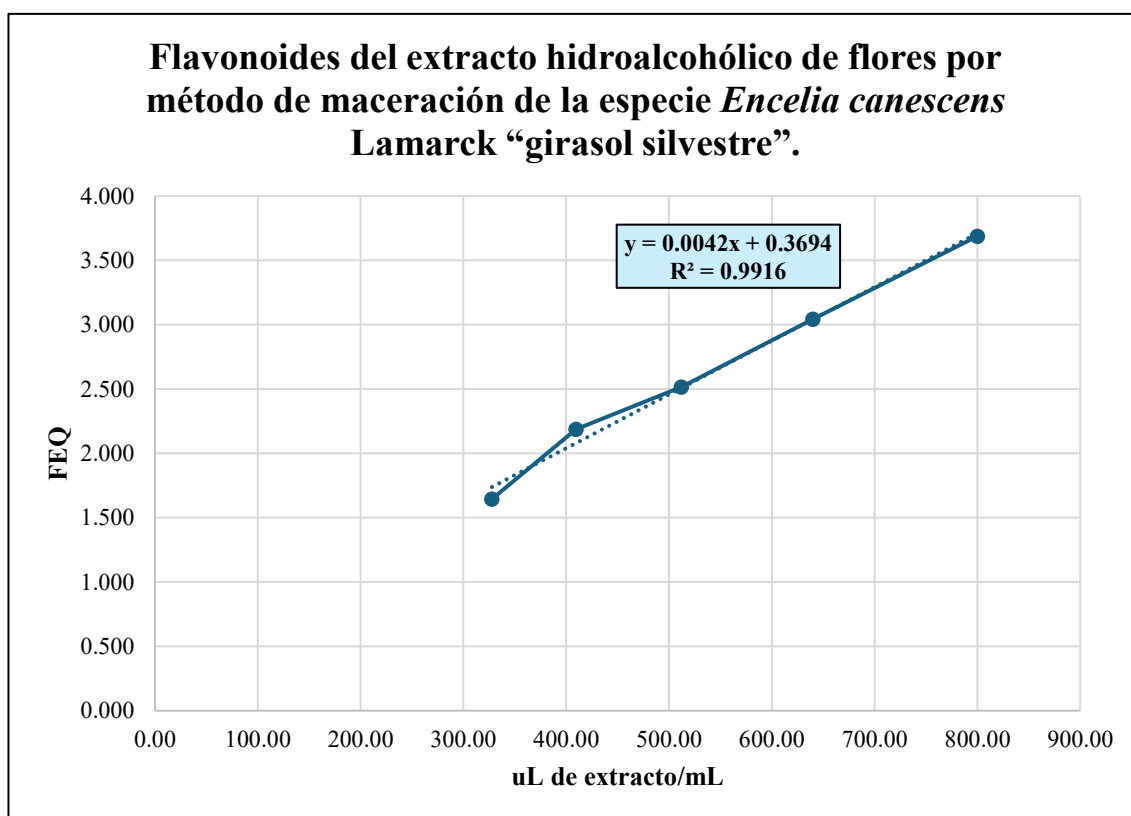
Quercetina µg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS
0,4	0,261	0,261	0,259	0,260	0,0012
0,32	0,226	0,225	0,226	0,226	0,0006
0,26	0,198	0,196	0,195	0,196	0,0015
0,20	0,176	0,174	0,175	0,175	0,0010
0,16	0,161	0,159	0,162	0,161	0,0015



**Figura 33.** Curva de calibración de quercetina

**Tabla 25.** Determinación de flavonoides del extracto hidroalcohólico de flores por método de maceración de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”.

Extracto μL/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	FEQ mg/mL
800	1,658	1,659	1,659	1,659	0,0006	3,688
640	1,384	1,384	1,385	1,384	0,0006	3,042
512	1,159	1,160	1,161	1,160	0,0010	2,516
409,60	1,018	1,020	1,023	1,020	0,0025	2,187
327,68	0,782	0,791	0,793	0,789	0,0059	1,644



**Figura 34.** Correlación entre concentración del extracto hidroalcohólico de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y equivalente de quercetina (μg)

**1 μL de extracto equivale a 0,37 μg de quercetina.**

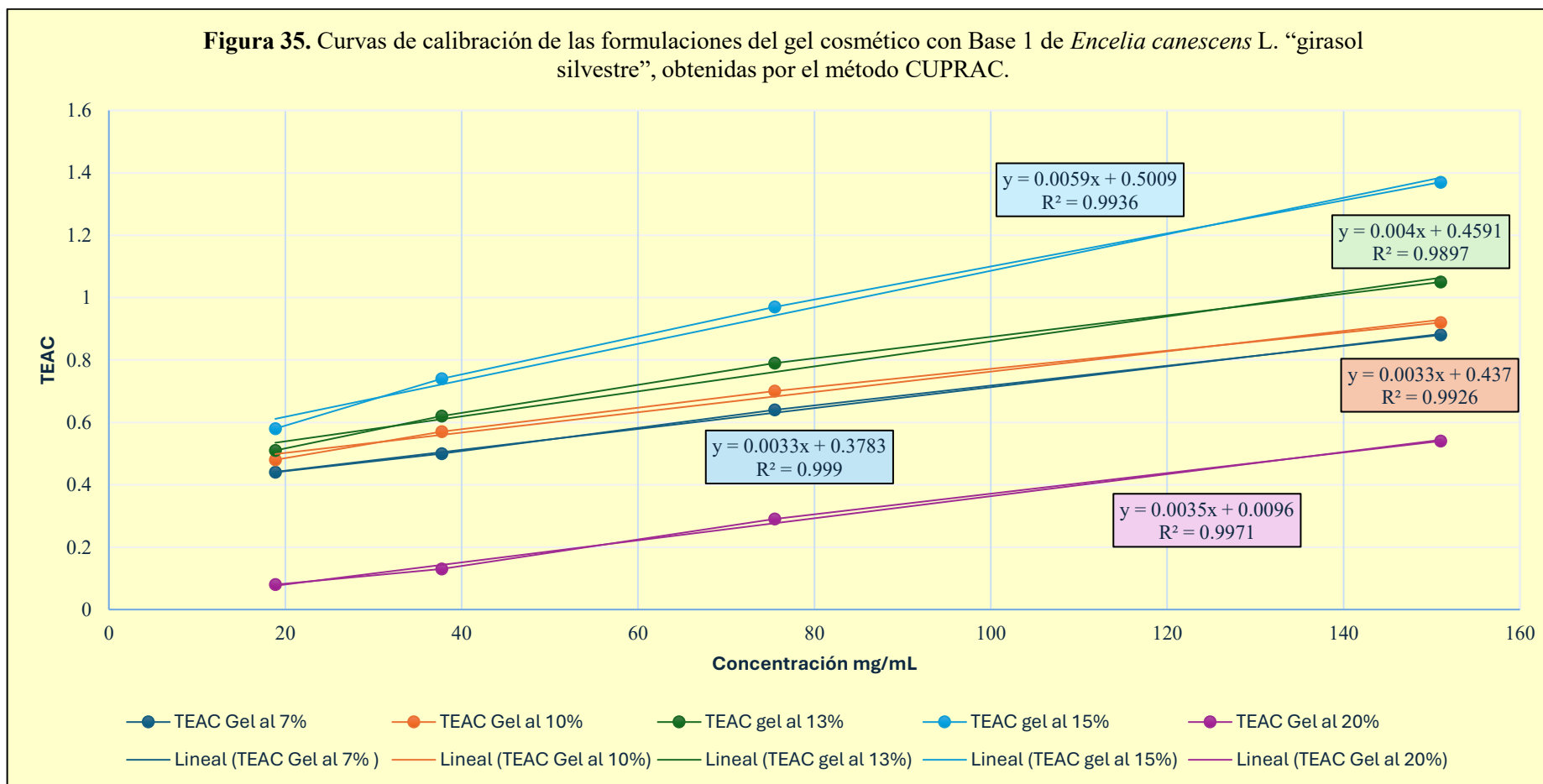
**Pruebas piloto para la selección de la concentración óptima en la formulación del gel cosmético de *Encelia canescens* L., por el método CUPRAC.**

**Tabla 26.** Evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones del gel cosmético con Base B1 del extracto de flores por maceración *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

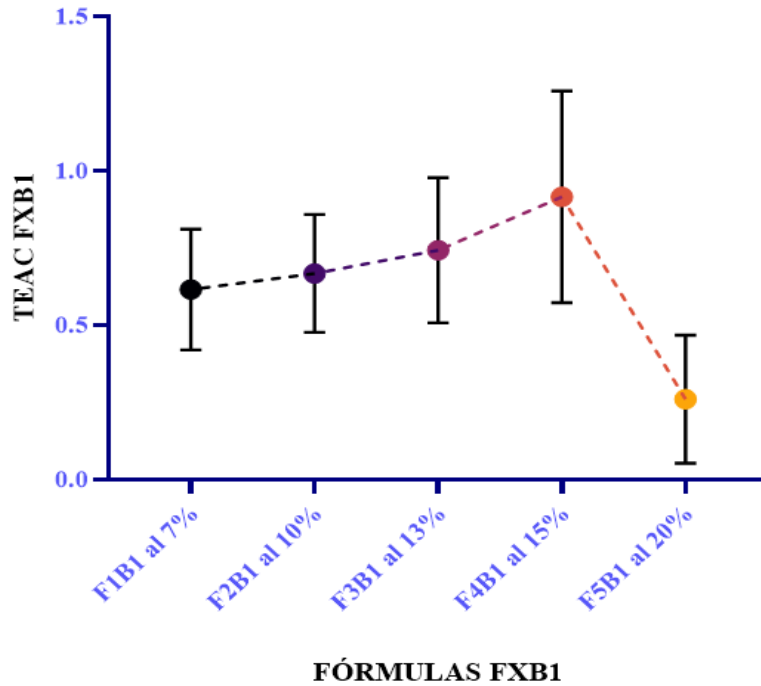
<b>FÓRMULAS</b>	<b>Concentración mg/mL</b>	<b>Abs 1</b>	<b>Abs 2</b>	<b>Abs 3</b>	<b>Abs prom</b>	<b>DS</b>	<b>TEAC</b>
<b>F1B1 AL 7%</b>	151	0,289	0,289	0,291	0,290	0,0012	0,88
	75,50	0,210	0,213	0,211	0,211	0,0015	0,64
	37,75	0,167	0,166	0,167	0,167	0,0006	0,50
	18,88	0,148	0,147	0,148	0,148	0,0006	0,44
<b>F2B1 AL 10%</b>	151	0,301	0,303	0,302	0,302	0,0010	0,92
	75,50	0,231	0,233	0,232	0,232	0,0010	0,70
	37,75	0,197	0,197	0,198	0,197	0,0006	0,57
	18,88	0,154	0,153	0,153	0,153	0,0006	0,48
<b>F3B1 AL 13%</b>	151	0,342	0,344	0,342	0,343	0,0012	1,05
	75,50	0,261	0,260	0,260	0,260	0,0006	0,79
	37,75	0,217	0,216	0,216	0,216	0,0006	0,62
	18,88	0,170	0,172	0,173	0,172	0,0015	0,51
<b>F4B1 AL 15%</b>	151	0,443	0,446	0,441	0,443	0,0025	1,37
	75,50	0,319	0,319	0,318	0,319	0,0006	0,97
	37,75	0,242	0,245	0,243	0,243	0,0015	0,74
	18,88	0,194	0,193	0,194	0,194	0,0006	0,58
<b>F5B1 AL 20%</b>	151	0,180	0,179	0,180	0,180	0,0006	0,54
	75,50	0,109	0,108	0,108	0,108	0,0006	0,29
	37,75	0,051	0,052	0,050	0,051	0,0010	0,13
	18,88	0,035	0,036	0,036	0,036	0,0006	0,08

(TEAC expresado en  $\mu\text{mol TE/g}$ ; Abs = absorbancia a 450 nm; DS = desviación estándar; n = 3).

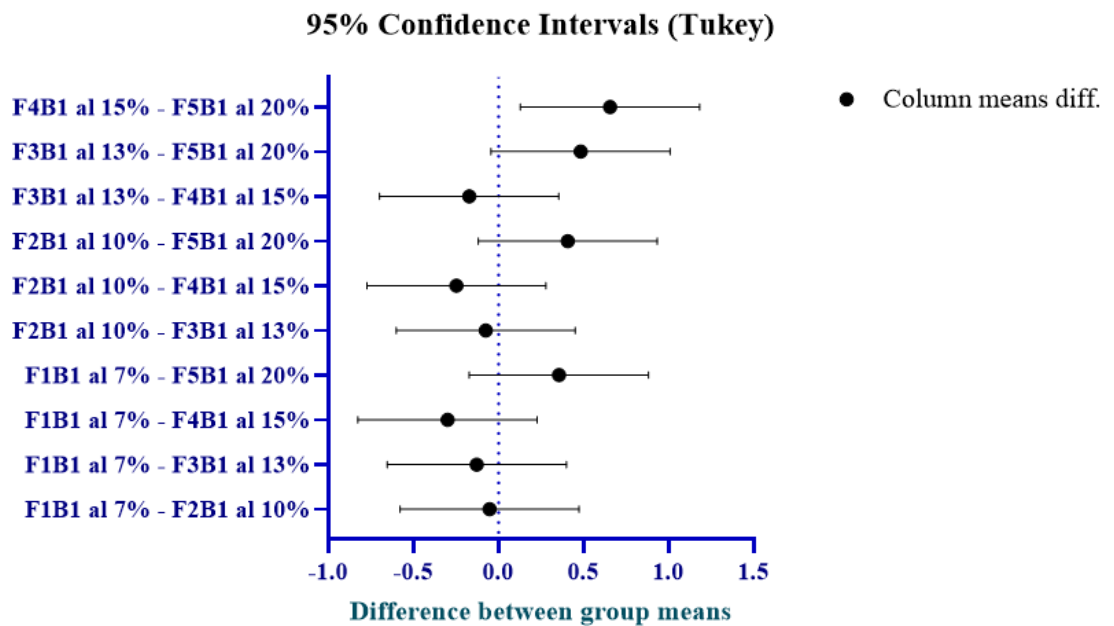
**Figura 35.** Curvas de calibración de las formulaciones del gel cosmético con Base 1 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, obtenidas por el método CUPRAC.



Las curvas muestran una relación lineal directa entre la concentración (mg/mL) y la respuesta antioxidante (TEAC), con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) > 0.99, lo que confirma la linealidad del método en el rango de 0–150 mg/mL para todas las formulaciones de B1.



**Figura 36.** Gráfica comparativa de intervalos de las formulaciones del gel cosmético con Base 1 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, evaluadas por el método CUPRAC.



**Figura 37.** Prueba de comparaciones múltiples de Tukey IC (95%), para la variable TEAC, mostrando las diferencias entre las medias de las formulaciones (FXB1 7–20 %).

(Los puntos representan las diferencias de medias; las líneas horizontales, los intervalos de confianza. Las comparaciones cuyo IC no incluye el 0 indican diferencias significativas,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 27.** Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable TEAC ( $\mu\text{mol TE/g}$ ), correspondiente a las formulaciones con Base 1 por el método CUPRAC.

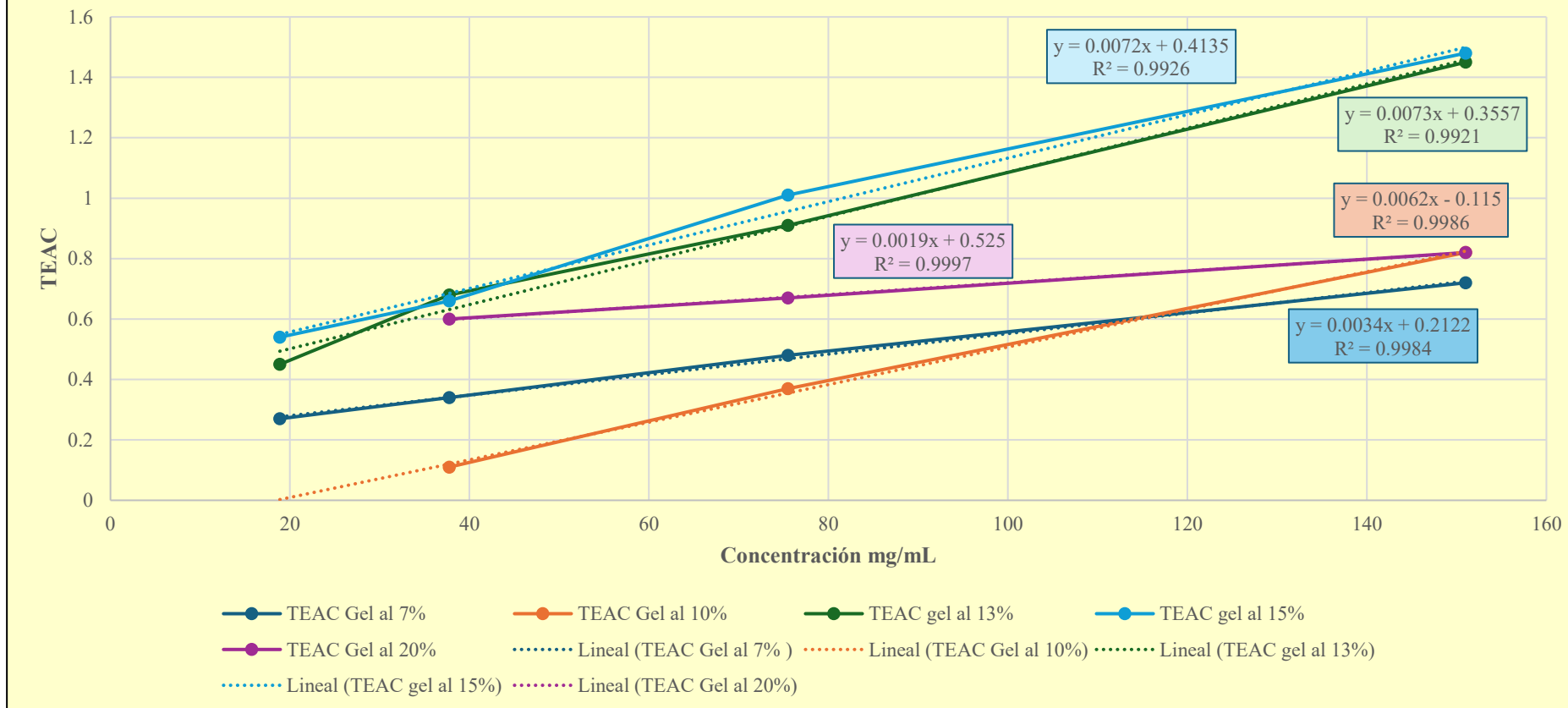
Tukey HSD test; variable TEAC FXB1 (Spreadsheet35)						
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = .05810, df = 15.000						
Cell No.	Fórmulas FXB1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		.61500	.66750	.26000	.74250	.91500
1	F1B1 AL 7%		0.997880	0.277061	0.941442	0.430153
2	F2B1 AL 10%	0.997880		0.171374	0.991453	0.606161
3	F5B1 AL 20%	0.277061	0.171374		0.080192	<b>0.011905</b>
4	F3B1 AL 13%	0.941442	0.991453	0.080192		0.845979
5	F4B1 AL 15%	0.430153	0.606161	<b>0.011905</b>	0.845979	

El ANOVA mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). El análisis post hoc de Tukey evidenció que la formulación F1B1 al 20 % presentó una capacidad antioxidante significativamente inferior a las formulaciones al 13 % y 15 % ( $p = 0.0119$ ). Las restantes concentraciones (7–15 %) no mostraron diferencias significativas entre sí ( $p > 0.05$ ). Este comportamiento sugiere que el incremento del extracto hasta 15 % potencia la actividad antioxidante, pero una concentración superior (20 %) genera una disminución significativa, posiblemente asociada a saturación de la matriz gelificante o autooxidación de los compuestos fenólicos a altas concentraciones.

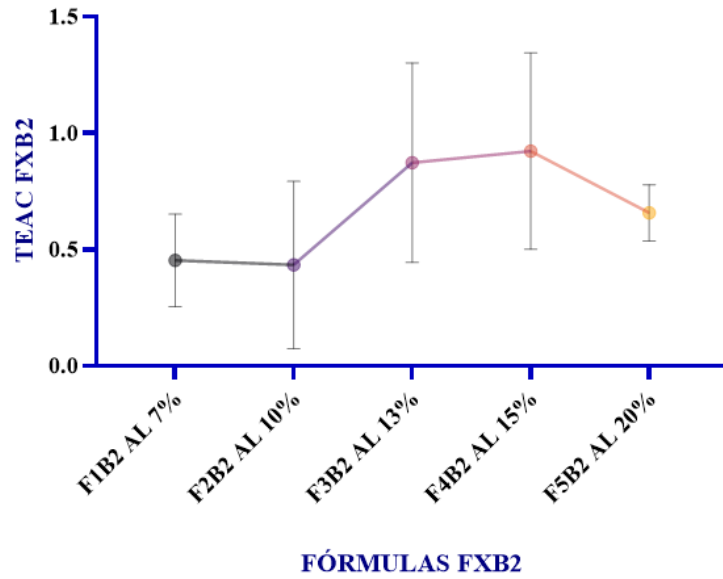
**Tabla 28.** Evaluación de la capacidad antioxidante de las formulaciones del gel cosmético con Base B2 del extracto de flores por maceración *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

<b>FÓRMULAS</b>	<b>Concentración mg/mL</b>	<b>Abs 1</b>	<b>Abs 2</b>	<b>Abs 3</b>	<b>Abs prom</b>	<b>DS</b>	<b>TEAC</b>
<b>F1B2 AL 7%</b>	151	0,236	0,237	0,236	0,237	0,0006	0,72
	75,5	0,139	0,138	0,135	0,137	0,0021	0,48
	37,75	0,113	0,119	0,118	0,117	0,0032	0,34
	18,88	0,095	0,094	0,095	0,095	0,0006	0,27
<b>F2B2 AL 10%</b>	151	0,267	0,268	0,268	0,268	0,0006	0,82
	75,50	0,128	0,128	0,129	0,128	0,0006	0,37
	37,75	0,041	0,042	0,047	0,043	0,0032	0,11
<b>F3B2 AL 13%</b>	151	0,471	0,470	0,471	0,471	0,0006	1,45
	75,5	0,298	0,299	0,299	0,299	0,0006	0,91
	37,75	0,225	0,224	0,224	0,224	0,0006	0,68
	18,88	0,153	0,154	0,153	0,153	0,0006	0,45
<b>F4B2 AL 15%</b>	151	0,477	0,481	0,479	0,479	0,0020	1,48
	75,5	0,329	0,330	0,329	0,329	0,0006	1,01
	37,75	0,219	0,218	0,218	0,218	0,0006	0,66
	18,88	0,182	0,182	0,183	0,182	0,0006	0,54
<b>F5B2 AL 20%</b>	151	0,270	0,269	0,270	0,270	0,0006	0,82
	75,5	0,221	0,222	0,222	0,222	0,0006	0,67
	37,75	0,200	0,201	0,199	0,200	0,0010	0,60
	18,88	0,182	0,181	0,181	0,181	0,0006	0,54

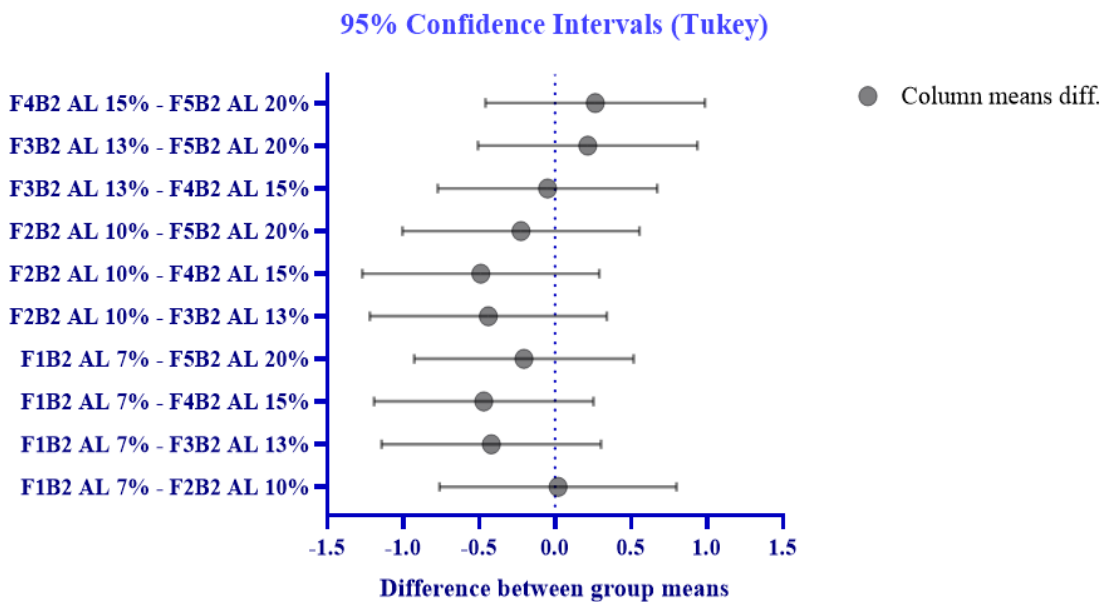
**Figura 38.** Curvas de calibración de las formulaciones del gel cosmético con Base 2 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, obtenidas por el método CUPRAC.



Las curvas muestran una relación lineal directa entre la concentración (mg/mL) y la respuesta antioxidante (TEAC), con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) > 0.99, lo que confirma la linealidad del método en el rango de 0–150 mg/mL para todas las formulaciones de B2.



**Figura 39.** Gráfica comparativa de intervalos de las formulaciones del gel cosmético con Base 2 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, evaluadas por el método CUPRAC.



**Figura 40.** Prueba de comparaciones múltiples de Tukey IC (95%), para la variable TEAC, mostrando las diferencias entre las medias de las formulaciones (FXB2 7–20 %)

(Los puntos representan las diferencias de medias; las líneas horizontales, los intervalos de confianza. Las comparaciones cuyo IC no incluye el 0 indican diferencias significativas,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 29.** Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable TEAC, correspondiente a las formulaciones con Base 2, por el método CUPRAC.

Tukey HSD test; variable TEAC FXB2 (Spreadsheet62)						
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = .10744, df = 14.000						
Cell No.	Fórmulas FXB2	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		.45250	.43333	.87250	.92250	.65750
1	F1B2 AL 7%		0.999992	0.404984	0.303108	0.898019
2	F2B2 AL 10%	0.999992		0.435350	0.335892	0.893969
3	F3B2 AL 13%	0.404984	0.435350		0.999487	0.881569
4	F4B2 AL 15%	0.303108	0.335892	0.999487		0.781693
5	F5B2 AL 20%	0.898019	0.893969	0.881569	0.781693	

El ANOVA para la Base 2 mostró diferencias globales entre tratamientos ( $p < 0.05$ ); no obstante, el test de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) no evidenció diferencias significativas entre las medias ( $p > 0.05$ ). Se observó una tendencia ascendente del TEAC hasta el 15 %, lo que indica un comportamiento antioxidante estable y reproducible, con adecuada compatibilidad coloidal entre el extracto y la matriz gelificante.

**Tabla 30.** Características organolépticas de la formulación del gel cosmético F4B1 con extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

<b>FORMULACIÓN DE GEL COSMÉTICO “F4B1”</b>	
<b>ASPECTO</b>	Con brillo
<b>OLOR</b>	Floral fresco
<b>COLOR</b>	Munsell 5YR 5/8* 
<b>HOMOGENEIDAD</b>	No hay separación de fases
<b>TEXTURA</b>	Uniforme
<b>CONSISTENCIA APARENTE</b>	Viscosa
<b>EVANESCENCIA</b>	Buena aceptación
<b>SENSACIÓN AL TACTO</b>	Fluido y muy agradable

\*El color del gel cosmético, fue clasificado como Munsell 5YR 5/8, correspondiente a un tono amber-orange (naranja-ámbar medio), según *The Munsell Book of Color* (51).

**Tabla 31.** Características fisicoquímicas de la formulación del gel cosmético F4B1 con EH de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

<b>FORMULACIÓN DE GEL COSMÉTICO “F4B1”</b>			
<b>N° RÉPLICA</b>	<b>EXTENSIBILIDAD</b>	<b>pH</b>	<b>VISCOSIDAD (cP)</b>
<b>1</b>	226,1952	6,52	46200
<b>2</b>	240,3324	6,56	46200
<b>3</b>	253,6842	6,55	46200
<b>PROMEDIO</b>	240,0706	6.54	46200

**Tabla 32.** Estudio de estabilidad preliminar del gel antioxidante F4B1 con EH de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

<b>ENSAYO</b>	<b>CONDICIÓN EXPERIMENTAL</b>	<b>PARÁMETROS EVALUADOS</b>	<b>RESULTADO/OBSERVACIÓN</b>
<b>PRUEBA DE CENTRIFUGACIÓN</b>	3000 rpm x 30 min T° ambiente	Sedimentación y separación de fases	No se observó separación de fases ni formación de sobrenadante
<b>TEMPERATURA</b>	40°C ± 2°C 4 ± 2 °C	pH, aspecto, color, homogeneidad, viscosidad	Sin variaciones visibles en color, textura ni pH, ni separación de fases
<b>CICLOS DE TEMPERATURA</b>	40°C ± 2°C 4 ± 2 °C	pH, aspecto, color, homogeneidad, viscosidad	Sin variaciones visibles en color, textura ni pH, ni separación de fases

**Tabla 33.** Control de calidad organoléptico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del EH de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

	0		1		2		3		4		5		6		7		15	
	40 °C		4 °C		40 °C		4 °C		40 °C		4 °C		40 °C		4 °C		40 °C	
ENVASE	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	
<b>Separación de fases</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Aspecto</b>	CB	CB	CB	CB	CB	O	CB	O	CB	O	CB	O	CB	CB	CB	CB	CB	
<b>Textura</b>	U	U	U	U	U	U	U	G	U	G	U	G	U	U	U	U	U	
<b>Olor</b>	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
<b>Homogeneidad</b>	H	H	H	H	H	NH	H	NH	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
<b>Color</b>	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SC	VC	SC	VC	SC	VC	SC	SC	SC	SC	SC	
<b>Consistencia aparente</b>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	LF	V	LF	V	V	V	V	V	
<b>Evanescencia</b>	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	

**Leyenda:** Separación de fases: (-): No hubo separación de fases, (+): Hubo una separación de fases; Aspecto: (CB): con brillo, (O): opaco; Textura: (U): uniforme, (G): grumosa; Olor: (FF): floral fresco, (D): desagradable; Homogeneidad: (H): Homogénea, (NH): No homogénea; Color: (SC): sin cambios, (VC): variación de color; Consistencia aparente: (V): Viscosa, (LF): Fluida; Evanescencia: (BA): buena aceptación, (LA): ligera aceptación.

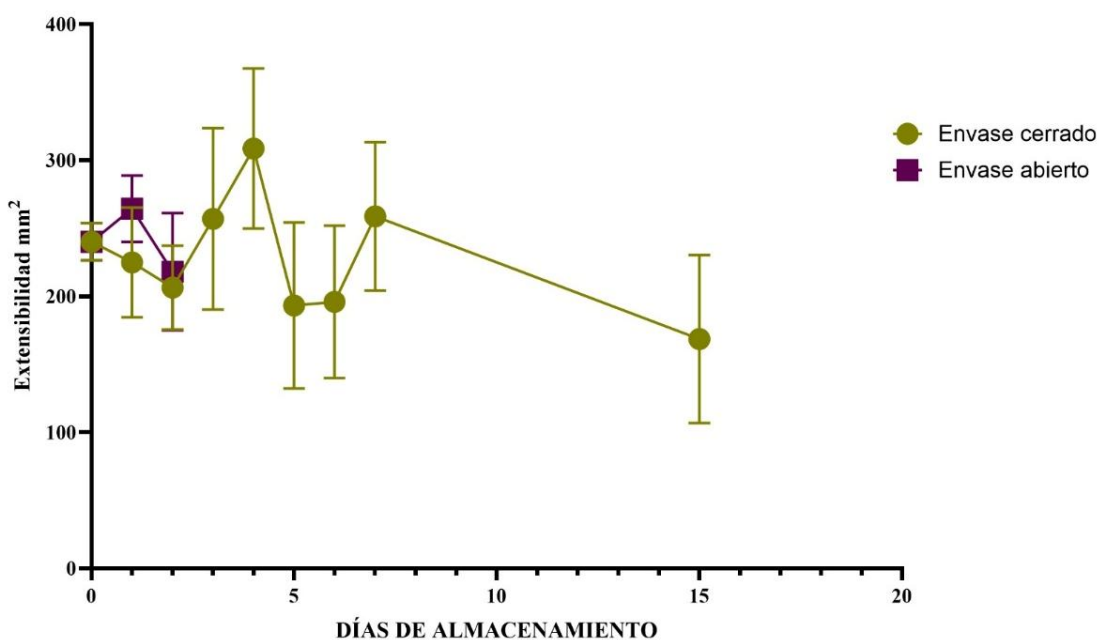
**Tabla 34.** Control de calidad fisicoquímico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del EH de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

DÍA	CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	N° RÉPLICA	EXTENSIBILIDAD	pH	VISCOSIDAD (cP)
0	Envase cerrado	40 °C	1	226,1952	6,52	46200
			2	240,3324	6,56	46200
			3	253,6842	6,55	46200
	Envase abierto		1	226,1952	6,52	46200
			2	240,3324	6,56	46200
			3	253,6842	6,55	46200
1	Envase cerrado	4 °C	1	255,7786	6,42	63100
			2	239,8088	6,41	74000
			3	179,0712	6,40	48100
	Envase abierto		1	272,7956	6,26	73000
			2	283,5294	6,25	88200
			3	236,929	6,25	88600
2	Envase cerrado	40 °C	1	200,277	6,38	65900
			2	239,8088	6,36	89800
			3	179,0712	6,38	69900
	Envase abierto		1	272,7956	6,19	37900
			2	283,5294	6,19	51200
			3	236,929	6,21	45800
3	Envase cerrado	4 °C	1	322,7994	6,35	71800
			2	189,2814	6,36	65600
			3	258,6584	6,36	83300
	Envase abierto		1	267,036	6,16	99300
			2	201,0624	6,15	51800
			3	185,878	6,18	78500
				319,9196	6,25	72900

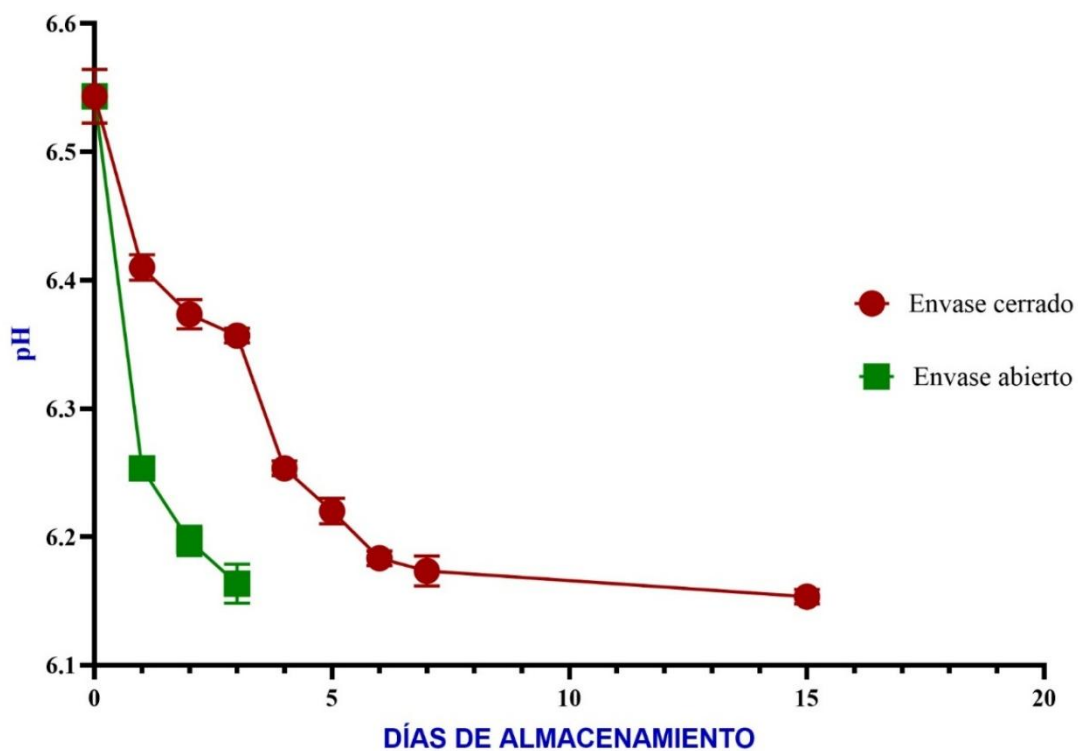
4	Envase cerrado	40 °C	1			
			2	241,1178	6,26	41100
			3	334,5804	6,25	75800
5	Envase cerrado	4 °C	1	326,9882	6,22	51800
			2	273,0574	6,21	78500
			3	191,6376	6,23	72900
6	Envase cerrado	40 °C	1	215,1996	6,19	71800
			2	239,8088	6,18	65600
			3	132,7326	6,18	85300
7	Envase cerrado	4 °C	1	319,9196	6,18	73800
			2	241,1178	6,16	62600
			3	334,5804	6,18	81300
15	Envase cerrado	4 °C	1	215,1996	6,15	71800
			2	239,8088	6,16	65600
			3	132,7326	6,15	85300

En envases de vidrio, se depositó una proporción del producto final para ser sometido a estrés térmico durante 15 días, alternando los días a temperaturas de 40 °C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) en una estufa y 4 °C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) en una nevera.

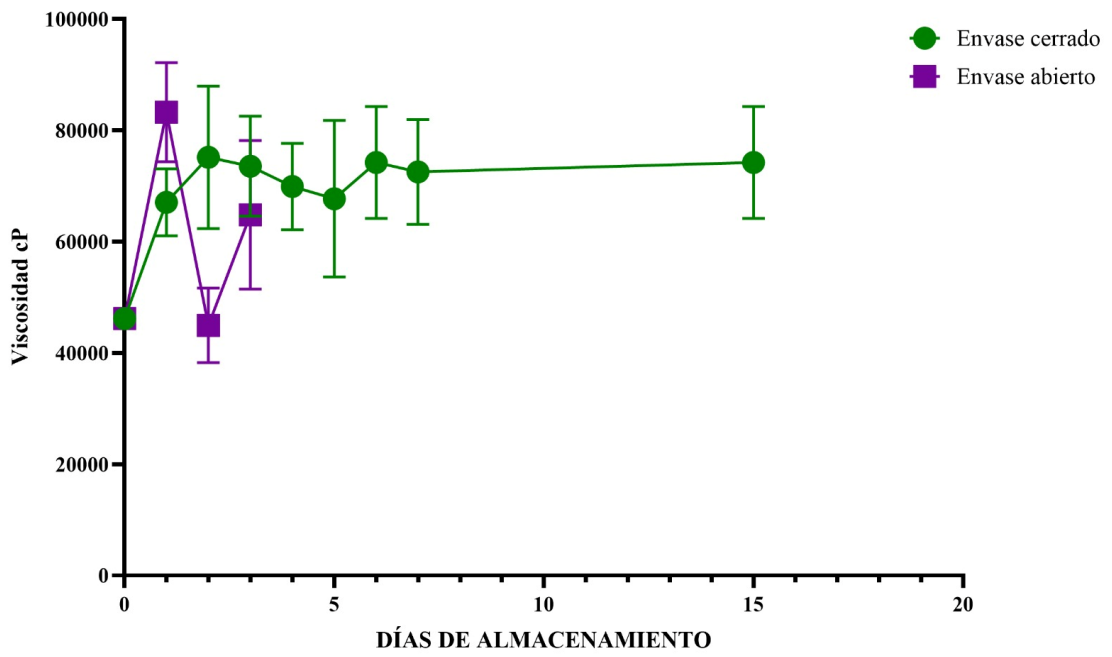
Figura 41. Variación del (a) pH, (b) extensibilidad y (c) viscosidad del gel F4B1 durante el almacenamiento bajo condiciones de envase cerrado y abierto.



(a) Variación de extensibilidad de la formulación recién elaborada y después de 15 días de almacenamiento a ciclos de temperatura.



(b) Variación de pH de la formulación recién elaborada y después de 15 días de almacenamiento a ciclos de temperatura.



(c) Variación de viscosidad de la formulación recién elaborada y después de 15 días de almacenamiento a ciclos de temperatura.

**Tabla 35.** Control microbiológico del gel antioxidante F4B1 formulado a partir del EH de flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

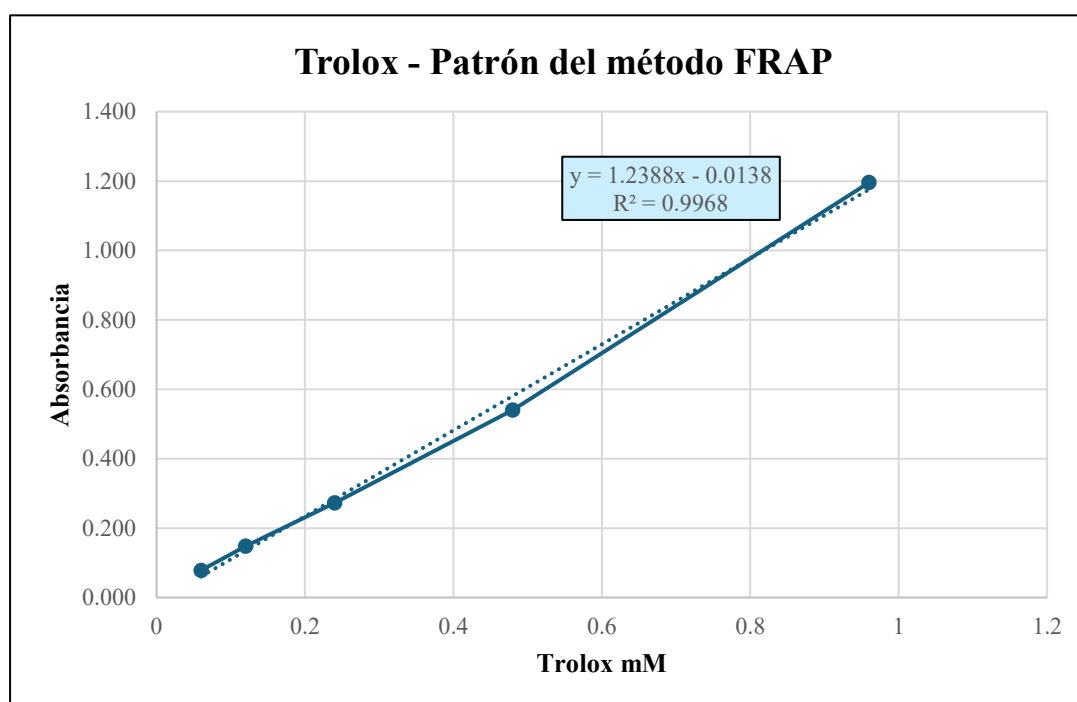
<b>Análisis Microbiológico</b>	<b>Limites microbiológicos permisibles (LMP)</b>	<b>Resultados</b>
<b>Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales.</b>	5 x 10 <sup>3</sup> UFC/g o ml.	< 10
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia (1g o 1ml)	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia (1g o 1ml)	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia (1g o 1ml)	Ausente

**Nota:** Se siguen las especificaciones técnicas microbiológicas, respecto a la Resolución N° 2120: Reglamento Técnico Andino sobre Especificaciones Técnicas Microbiológicas de Productos Cosméticos, de acuerdo con el Área de la aplicación: demás productos cosméticos susceptibles de contaminación microbiológica (58)

## RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL GEL COSMÉTICO

**Tabla 36.** Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante del gel F4B1, por el método FRAP.

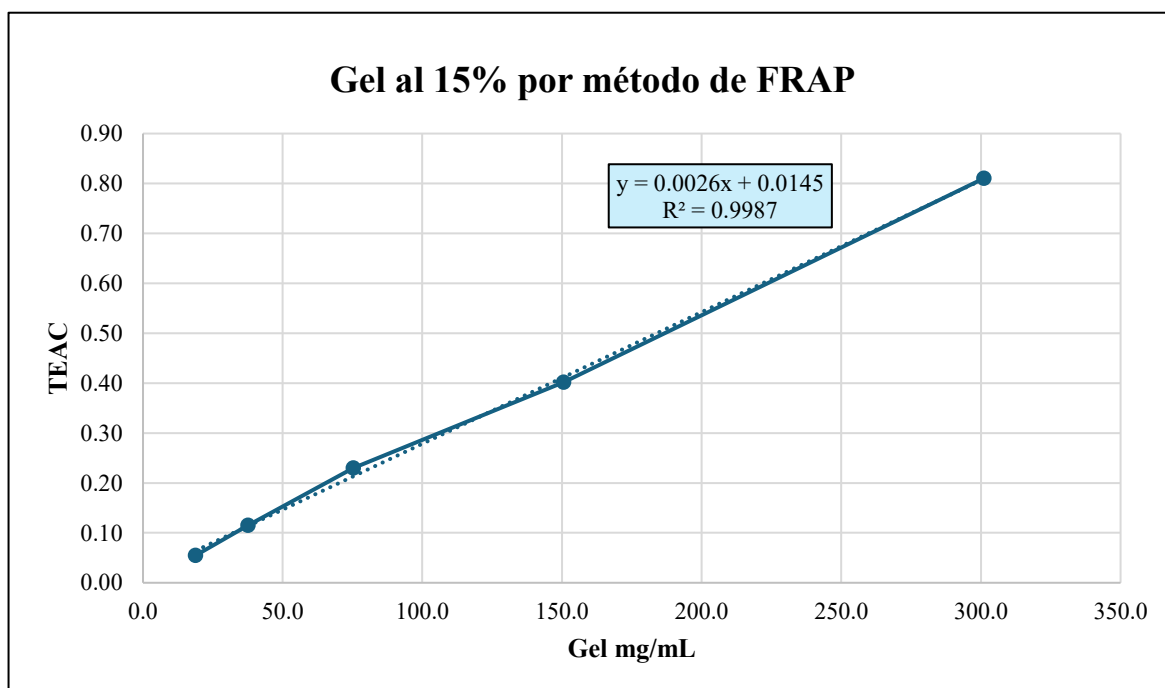
Trolox mM	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS
<b>0,96</b>	1,191	1,195	1,201	1,196	0,0050
<b>0,48</b>	0,537	0,541	0,543	0,540	0,0031
<b>0,24</b>	0,271	0,272	0,275	0,273	0,0021
<b>0,12</b>	0,151	0,148	0,146	0,148	0,0025
<b>0,06</b>	0,071	0,079	0,085	0,078	0,0070



**Figura 42.** Curva de calibración de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método FRAP

**Tabla 37.** Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel cosmético F4B1 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, por método FRAP

Gel mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC
301,1	0,990	0,989	0,992	0,990	0,0015	0,81
150,6	0,483	0,484	0,485	0,484	0,0010	0,40
75,3	0,272	0,272	0,270	0,271	0,0012	0,23
37,6	0,129	0,128	0,131	0,129	0,0015	0,12
18,8	0,055	0,053	0,055	0,054	0,0012	0,05

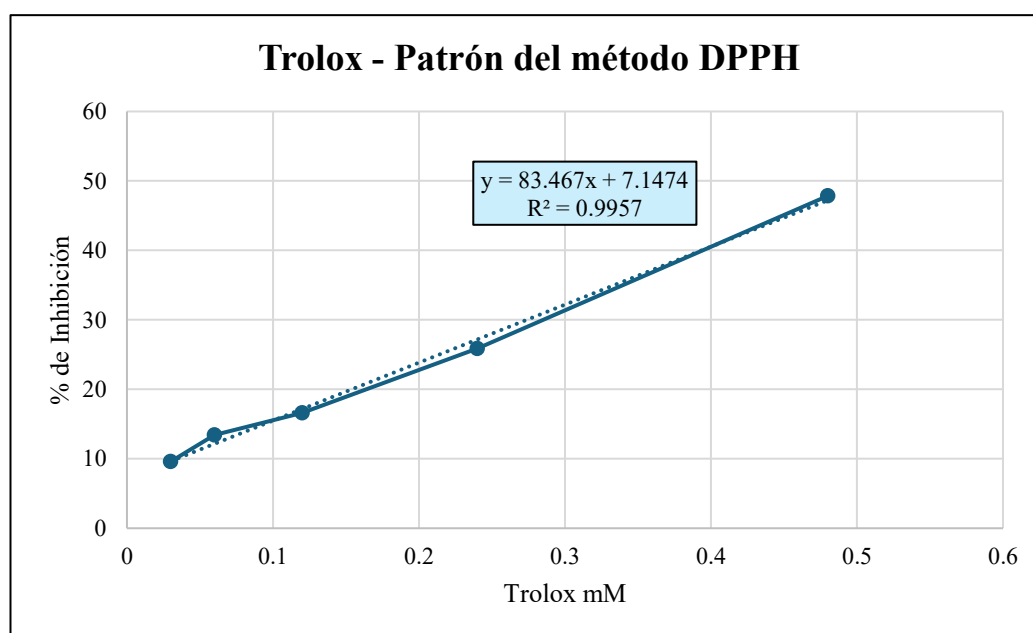


**Figura 43.** Correlación entre concentración de gel antioxidante y TEAC (mM), por el método FRAP

**1 mg del gel al 15% equivale a 0.017 mM de Trolox.**

**Tabla 38.** Lectura de absorbancia de las disoluciones de patrón de Trolox por el método de DPPH.

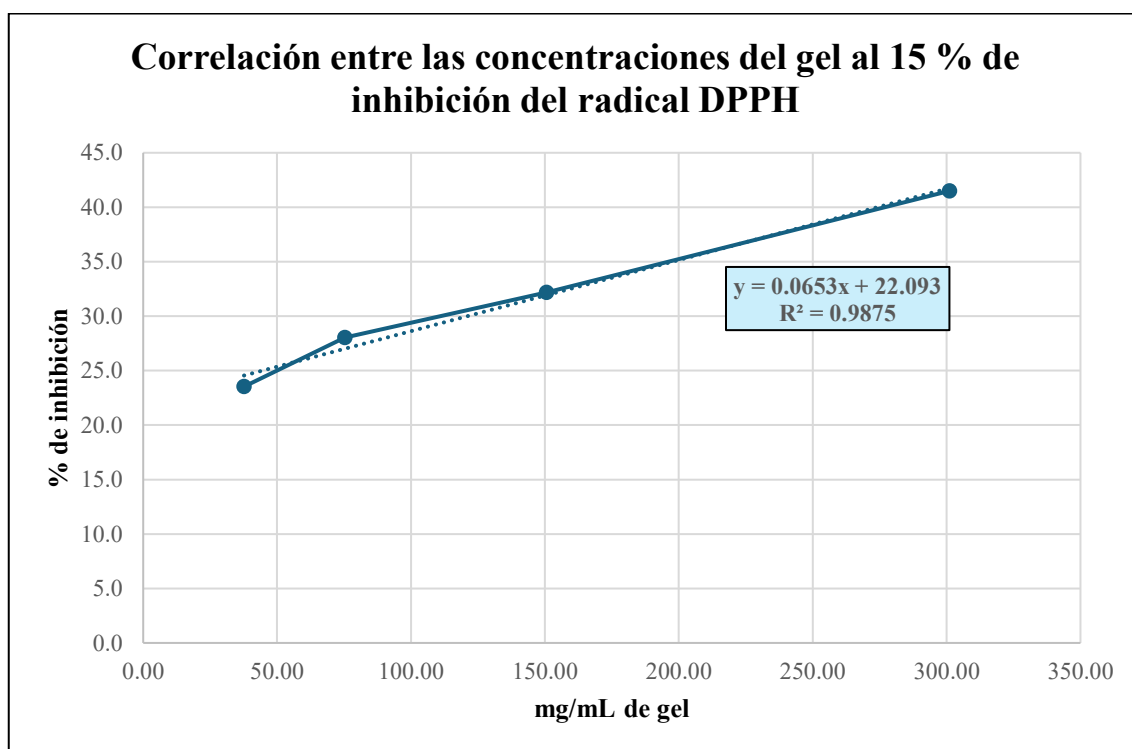
Trolox mg/mL	Trolox mM	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	% de Inhibición
0,12	0,48	0,313	0,497	0,500	0,500	0,0025	49
0,06	0,24	0,155	0,707	0,710	0,710	0,0030	26,5
0,03	0,12	0,09	0,797	0,798	0,799	0,0026	17,0
0,015	0,06	0,047	0,826	0,829	0,829	0,0035	13,8
0,0075	0,03	0,018	0,864	0,865	0,866	0,0026	9,8



**Figura 44.** Curva de cuantificación de Trolox para la determinación de la actividad antioxidante por el método DPPH.

**Tabla 39.** Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel cosmético F4B1 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”, por método DPPH.

Gel mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs Prom	% de Inhibición	IC50
301,10	0,572	0,570	0,569	0,570	41,5	427,37 mg/mL
150,55	0,656	0,658	0,658	0,657	32,2	
75,28	0,695	0,697	0,696	0,696	28,0	
37,64	0,738	0,738	0,739	0,738	23,5	
Blanco	0.982					



**Figura 45.** Correlación entre concentración del gel antioxidante de *Encelia canescens* L.

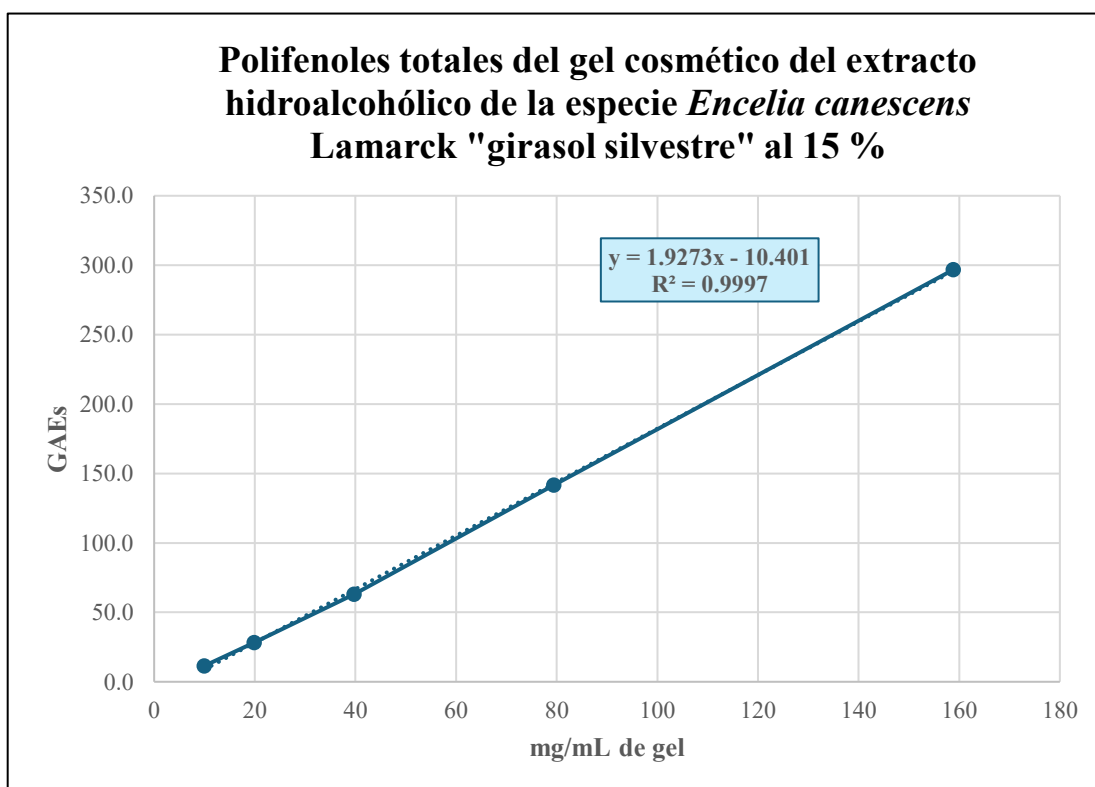
“girasol silvestre” y TEAC (mM), por el método DPPH

0,51 mM de Trolox equivale a 427,37 mg del gel al 15%

**1 mM de Trolox equivale a 837,98 mg del gel al 15%**

**Tabla 40.** Determinación de polifenoles totales de la formulación de gel cosmético de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

Concentración mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	GAE
158,8	1,455	1,453	1,456	1,455	0,0015	296,7
79,4	0,744	0,742	0,741	0,742	0,0015	141,7
39,7	0,381	0,379	0,379	0,380	0,0012	63,0
19,85	0,221	0,219	0,221	0,220	0,0012	28,2
9,925	0,142	0,143	0,144	0,143	0,0010	11,4

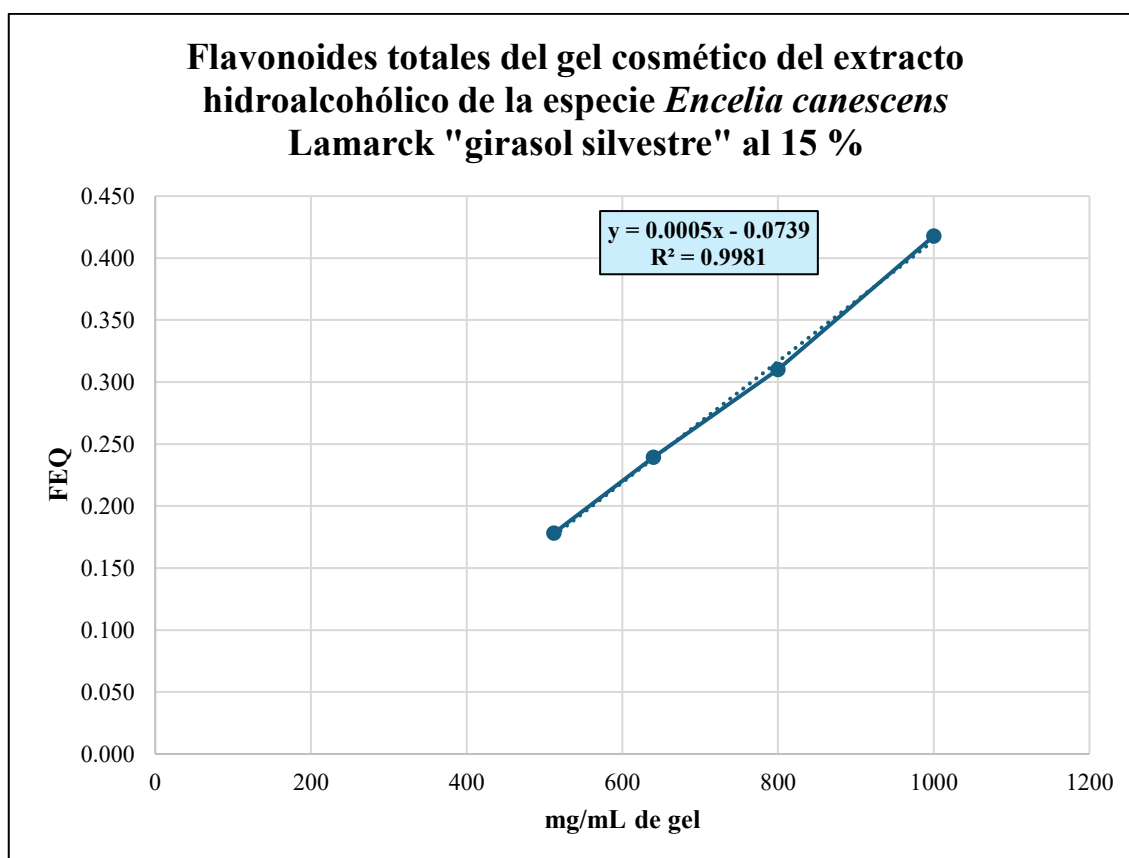


**Figura 46.** Correlación entre concentración de la formulación de gel cosmético de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y equivalente de ácido gálico ( $\mu\text{g}$ )

**1 mg de gel al 15% equivale a 5,92  $\mu\text{g}$  de polifenoles totales expresados como GAEs.**

**Tabla 41.** Determinación de flavonoides de la formulación de gel cosmético de *Encelia canescens* L. "girasol silvestre"

Concentración mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	FEQ mg/mL
1000	0,259	0,268	0,273	0,267	0,0071	0,418
800	0,376	0,381	0,386	0,381	0,0050	0,310
640	0,183	0,191	0,198	0,191	0,0075	0,239
512	0,159	0,165	0,172	0,165	0,0065	0,178

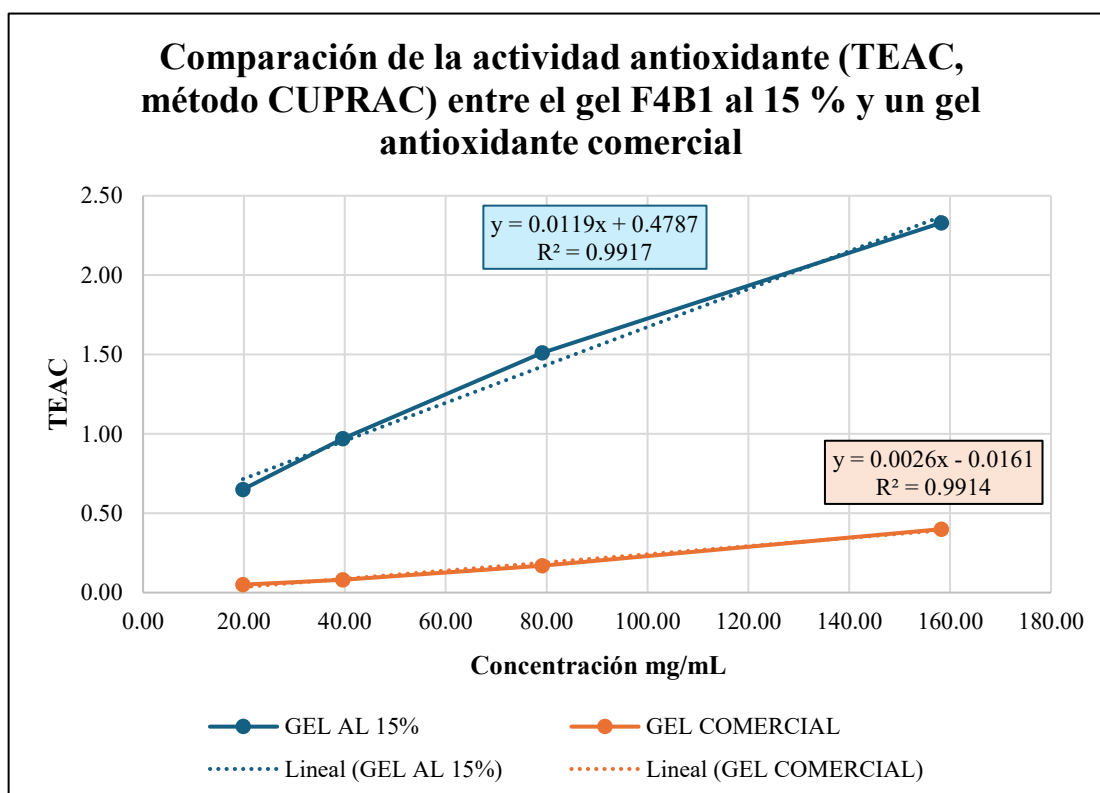


**Figura 47.** Correlación entre concentración de la formulación de gel cosmético de *Encelia canescens* L. "girasol silvestre" y equivalente de quercetina ( $\mu\text{g}$ )

**1 mg de gel al 15% equivale a 2147,8  $\mu\text{g}$  de flavonoides expresados como quercetina.**

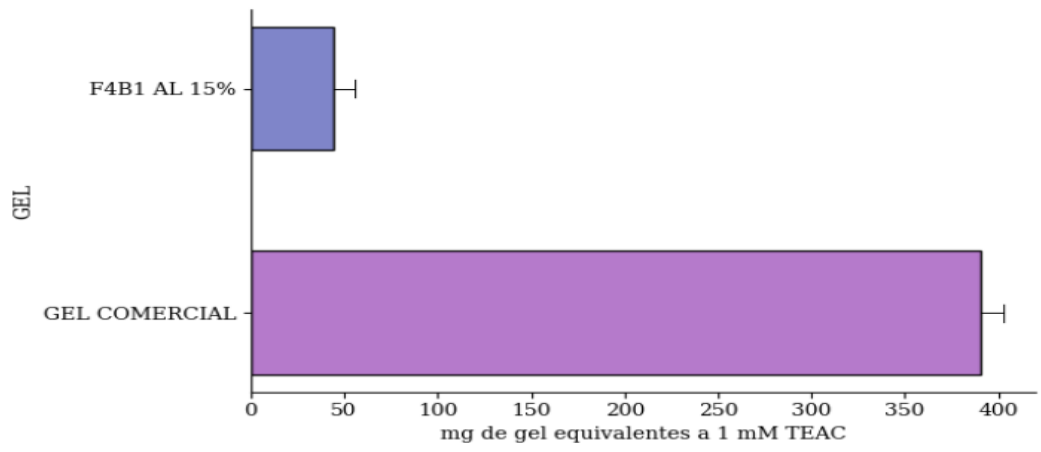
**Tabla 42.** Evaluación de la capacidad antioxidante de la formulación de gel antioxidante F4B1 de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre” y del gel antioxidante comercial, por método CUPRAC

	Concentración mg/mL	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs prom	DS	TEAC
<b>Gel cosmético antioxidante F4B2</b>	158,30	0,749	0,751	0,751	0,750	0,0012	2,33
	79,15	0,485	0,488	0,493	0,489	0,0040	1,51
	39,58	0,311	0,317	0,321	0,316	0,0050	0,97
	19,79	0,208	0,215	0,218	0,214	0,0051	0,65
<b>Gel antioxidante comercial</b>	158,30	0,137	0,135	0,134	0,135	0,0015	0,40
	79,15	0,062	0,063	0,062	0,062	0,0006	0,17
	39,58	0,037	0,035	0,036	0,036	0,0010	0,08
	19,79	0,025	0,024	0,023	0,024	0,0010	0,05



**Figura 48.** Correlación entre concentración de TEAC del gel antioxidante F4B1 y el gel comercial antioxidante, por el método CUPRAC.

**1 mM de Trolox equivale a 43.8 mg y 390.81 mg del gel cosmético al 15% y gel comercial, respectivamente.**



**Figura 49.** Diagrama de cajas mostrando la distribución y dispersión de los valores de TEAC.

#### IV. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como propósito formular un gel cosmético con actividad antioxidante *in vitro* a partir del extracto hidroalcohólico de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”. Los resultados confirmaron la presencia de metabolitos secundarios de relevancia cosmética como flavonoides, compuestos fenólicos y taninos, reconocidos por su capacidad para neutralizar radicales libres y prevenir el estrés oxidativo cutáneo.

Según la evidencia disponible en bases de datos científicas (Cosmetics, SciELO, ScienceDirect, Redalyc, PubMed, entre otros), las investigaciones sobre *E. canescens* L. se han enfocado principalmente en partes aéreas, hojas y tallos, mientras que los estudios sobre flores son escasos. Esta brecha bibliográfica revela un potencial fitoquímico y biológico aún no explorado. Esta falta de estudios sugiere la necesidad de profundizar en la caracterización fitoquímica de los órganos florales de la especie.

En el tamizaje fitoquímico, el extracto hidroalcohólico de las partes aéreas mostró la presencia de grupos fenólicos libres, aminoácidos, cardenólidos, flavonoides, triterpenoides y/o esteroides y saponinas; mientras que el extracto de las flores mostró los mismos metabolitos, además de taninos, cardenólidos y antraquinonas. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Fernández *et al.* (9), quienes identificaron en extractos etanólicos de hojas flavonoides, grupos fenólicos, triterpenoides y/o esteroides y taninos, aunque sin detección de alcaloides. La diferencia podría atribuirse al tipo de órgano vegetal analizado. Del mismo modo, Cayún *et al.* (20) reportaron taninos, esteroides y/o triterpenoides, flavonoides, pero sin presencia de cumarinas ni saponinas, lo cual podría deberse a las condiciones agroclimáticas de la especie originaria de Chile frente a la especie de clima árido procedente de Perú, además del tipo de tejido vegetal empleado. Por su parte, Cochachi y Fernández (21), registraron aminoácidos, esteroides y/o triterpenoides, antraquinona, flavonoides y polifenoles en extractos etanólicos de tallos, coincidiendo en la presencia de compuestos clave para la capacidad antioxidante. Asimismo, Sepúlveda (22), informó la presencia de esteroides y/o triterpenoides y flavonoides en extractos de partes aéreas, aunque con diferencias en alcaloides y cumarinas, probablemente debido a la naturaleza del solvente extractivo utilizado. El rendimiento extractivo fue superior en la extracción asistida por ultrasonido (64.44 %) respecto a la maceración (61.54 %), superando los valores informados por Cochachi y Fernández (21) y Sepúlveda (22).

Un dato relevante en la presente investigación se puede observar en la Figura 20 donde se determinó la actividad antioxidante preliminar del extracto de las partes aéreas obtenido por maceración y ultrasonido, siendo más activo este último; sin embargo, en la Figura 21 donde se compara la actividad antioxidante preliminar del extracto floral obtenidos por los

dos métodos antes mencionados (maceración y ultrasonido) resulto más activo el extracto obtenido por maceración.

El extracto floral hidroalcohólico obtenido por maceración presentó la mayor capacidad antioxidante ( $p < 0.05$ ), superando a los extractos de partes aéreas de la misma especie, lo que nos permite suponer que esta especie acumula mayor cantidad de metabolitos secundarios en las flores. Este comportamiento se relaciona con su elevado contenido de polifenoles y flavonoides, capaces de donar electrones y átomos de hidrógeno mediante mecanismos de transferencia electrónica (SET) y de transferencia de hidrógeno (HAT).

La evaluación de la actividad antioxidante de las formulaciones gelificadas mediante el método CUPRAC evidenció curvas de calibración lineales ( $R^2 > 0.99$ ), confirmando la precisión del ensayo. En las formulaciones con Base 1, la capacidad antioxidante (TEAC) aumentó proporcionalmente con la concentración del extracto hasta el 15 %; sin embargo, la F5B1 al 20 % mostró una disminución significativa ( $p = 0.0119$ ), posiblemente por una saturación que impide una difusión de los compuestos responsables de la actividad. En contraste, la Base 1 mostró un comportamiento más uniforme y estable, comparable con los resultados obtenidos por Deuschle *et al.* (63) en formulaciones tópicas de *Calendula officinalis* L. Dichos autores también reportaron una correlación positiva entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante, además de una mejor estabilidad y esparcibilidad en las matrices hidrodispersables frente a las cremosas. De manera análoga, en la presente investigación la Base 1 permitió una distribución más homogénea del extracto de *E. canescens*, manteniendo la linealidad de respuesta, evitando el descenso de actividad a altas concentraciones, lo que evidencia su mayor compatibilidad coloidal y eficiencia redox.

La formulación F4B1 al 15 % presentó óptimas propiedades organolépticas —color ámbar-naranja (Munsell 5YR 5/8), brillo y textura homogénea—, junto con valores fisicoquímicos adecuados, dentro del rango cosméticamente aceptable. Este comportamiento es coherente con lo descrito por Ji *et al.* (64) en formulaciones con extracto de *Mangifera indica* L., donde la incorporación de compuestos fenólicos favoreció la homogeneidad y estabilidad coloidal del gel.

A diferencia del trabajo de Pandey *et al.* (65), quien observó actividad antimicrobiana en formulaciones herbales y valoró estabilidad general, en la presente investigación no sólo se confirmó la ausencia de patógenos en la formulación ( $< 10$  UFC/g) sino también la ausencia de sinéresis, lo que refuerza la robustez tecnológica del gel. Este doble control (microbiológico y fisicoquímico) sitúa el producto dentro de estándares de calidad superiores, alineándose con los requisitos regulatorios para cosméticos naturales.

Finalmente, los resultados del análisis estadístico mediante la prueba *t* de Welch evidenciaron una diferencia significativa ( $p = 0.0448$ ) en la capacidad antioxidante entre el gel F4B1 al 15 % y el gel comercial, demostrando una mayor eficacia redox de la formulación desarrollada. El intervalo de confianza y el tamaño del efecto alto confirman que la diferencia observada es tanto estadísticamente significativa como biológicamente relevante, reflejando un aprovechamiento eficiente de los compuestos fenólicos del extracto de *Encelia canescens* L. Estos hallazgos concuerdan con reportes previos que muestran que la incorporación de extractos vegetales puede potenciar la actividad antioxidante de formulaciones tópicas, respaldando la funcionalidad del gel evaluado.

Considerando la totalidad de la evidencia experimental, se establece que la formulación F4B1 constituye un prototipo dermocosmético con carácter innovador, al integrar una actividad antioxidante demostrable, estabilidad fisicoquímica adecuada y cumplimiento de los criterios microbiológicos exigidos para productos tópicos. Estos atributos respaldan su potencial aplicación como agente protector frente al estrés oxidativo cutáneo y sientan las bases para su optimización y validación en modelos biológicos más complejos en futuras investigaciones.

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó la actividad antioxidante de los extractos de partes aéreas y flores de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre” mediante los métodos CUPRAC, FRAP y ABTS, evidenciándose que el extracto de flores obtenido por maceración presentó la mayor capacidad captadora de radicales libres, lo que confirma su alto potencial redox y su idoneidad como fase activa cosmética.
2. El análisis cuantitativo reveló una alta concentración de compuestos fenólicos totales y flavonoides en el extracto hidroalcohólico de flores por maceración, lo cual respalda la actividad antioxidante observada y demuestra la presencia de metabolitos secundarios bioactivos responsables de la donación electrónica y estabilización de radicales libres.
3. Se formuló un gel cosmético antioxidante (F4B1 al 15%) con características organolépticas óptimas, pH fisiológico, buena extensibilidad y alta viscosidad, evidenciando compatibilidad extracto-matriz y estabilidad coloidal. La actividad antioxidante del gel fue evaluada mediante los métodos CUPRAC, FRAP y DPPH, confirmando la conservación de su capacidad redox en la formulación cosmética.
4. El gel cosmético F4B1 al 15% mantuvo un contenido apreciable de polifenoles y flavonoides, sin degradación significativa, lo que confirma la estabilidad química de los compuestos antioxidantes en la matriz cosmética.
5. El control de calidad organoléptico y fisicoquímico del gel cosmético demostró ausencia de separación de fases, color ámbar-naranja (Munsell 5YR 5/8), aroma floral y textura homogénea. Los parámetros se mantuvieron estables tras los ensayos de centrifugación y ciclos térmicos (4–40 °C), lo que confirma la estabilidad y uniformidad del sistema gelificado.
6. El control microbiológico confirmó que el gel antioxidante cumple con el Reglamento Técnico Andino N.º 2120, garantizando seguridad microbiológica e inocuidad.
7. La comparación de la capacidad antioxidante entre el gel F4B1 al 15 % y el gel comercial evidenció una diferencia significativa ( $p = 0.0448$ ), con valores promedio de 1.365 mM y 0.175 mM TEAC, respectivamente. Esto confirma que la formulación F4B1 posee una actividad redox superior, atribuible a la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides del extracto de *Encelia canescens* L. Estos resultados validan la eficacia antioxidante del gel desarrollado y respaldan su potencial aplicación como dermocosmético funcional frente al estrés oxidativo cutáneo.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Profundizar en los estudios fitoquímicos de *Encelia canescens* Lamarck, especialmente en las flores, mediante técnicas instrumentales avanzadas (HPLC-DAD, LC-MS/MS o FTIR), a fin de identificar y cuantificar los metabolitos fenólicos responsables de la actividad antioxidante.
2. Evaluar la estabilidad a largo plazo del gel cosmético formulado, analizando su comportamiento fisicoquímico, organoléptico y microbiológico durante el almacenamiento, con el propósito de establecer su vida útil y garantizar su estabilidad funcional.
3. Incorporar ensayos de eficacia biológica *in vitro* e *in vivo*, como la inhibición de especies reactivas de oxígeno (ROS), pruebas de viabilidad celular o modelos de fibroblastos dérmicos, que permitan correlacionar la capacidad antioxidante con efectos antienvjecimiento y protectores cutáneos.
4. Evaluar la toxicidad y seguridad del extracto hidroalcohólico de flores mediante pruebas *in vitro* e *in vivo*, complementadas con pruebas de parche cutáneo (Patch Test) en voluntarios, con el fin de determinar su inocuidad, tolerancia dérmica y potencial sensibilizante, tanto del extracto como de la formulación final.
5. Comparar la actividad antioxidante y el perfil fitoquímico entre flores completas y pétalos de *E. canescens*, con el objetivo de determinar la distribución diferencial de compuestos fenólicos y flavonoides en las estructuras florales.
6. Explorar la actividad regeneradora del gel formulado con extracto hidroalcohólico de flores de *E. canescens*, mediante pruebas *in vivo* orientadas a la reducción del aspecto de cicatrices, con el propósito de validar su potencial dermocosmético y su contribución a la mejora estética de la piel.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sies H. Oxidative stress: A concept in redox biology and medicine. *Redox Biol.* 2015; 4:180-183. doi: 10.1016/j.redox.2015.01.002. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213231715000038>.
2. Hussen NH, Abdulla SK, Ali NM, Ahmed VA, Hasan AH, Qadir EE. Role of antioxidants in skin aging and the molecular mechanism of ROS: A comprehensive review. *Aspects Mol Med.* 2025;5:100063 doi:10.1016/j.amolm.2025.100063 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/387738928\\_Role\\_of\\_Antioxidants\\_in\\_Skin\\_Aging\\_and\\_the\\_Molecular\\_Mechanism\\_of\\_ROS\\_A\\_Comprehensive\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/387738928_Role_of_Antioxidants_in_Skin_Aging_and_the_Molecular_Mechanism_of_ROS_A_Comprehensive_Review)
3. Zouboulis CC, Makrantonaki E. Clinical aspects and molecular diagnostics of skin aging. *Clin Dermatol.* 2011;29(1):3–14. doi:10.1016/j.clindermatol.2010.07.001. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21146726/>
4. Elsner P. *Cosmeceuticals: Drugs vs. Cosmetics*. 1st ed. New York: Marcel Dekker Inc.; 2000. Disponible en: <https://books.google.com.fj/books?id=zwYTsxFqZ1MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f>
5. Xie M, Jiang Z, Lin X, Wei X. Aplicación de extractos de plantas en la cosmética antienvjecimiento. *J Dermatol Sci Cosmet Technol.* 2024;1(2):100014 doi:10.1016/j.jdscst.2024.100014 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950306X24000128>
6. Michalak M. Plant extracts as skin care and therapeutic agents. *Int J Mol Sci.* 2023;24(20):15444. doi:10.3390/ijms242015444. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/20/15444>
7. Adamska-Szewczyk A, Zgórk G. Plant polyphenols in cosmetics: a review. *Eur J Med Technol.* 2019;3(24):1–10. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336145834\\_Plant\\_polyphenols\\_in\\_cosmetics\\_-\\_a\\_review\\_European\\_Journal\\_of\\_Medical\\_Technologies\\_32019](https://www.researchgate.net/publication/336145834_Plant_polyphenols_in_cosmetics_-_a_review_European_Journal_of_Medical_Technologies_32019)
8. Kawee-ai A, et al. Advancing gel systems with natural extracts: antioxidant, antimicrobial, and Sustainable Innovations therapeutic effects. *Gels* [Internet]. 2025;11(2):125. doi:10.3390/gels11020125. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2310-2861/11/2/125>
9. Fernández-Flores N, Rojas-Cardenas NF, Vásquez-Quispe AD, et al. Protection of erythrocytes against lipoperoxidation and anti-inflammatory effects of ethanolic extract of *Encelia Canescens* leaves in mice. *Pharmacogn J.* 2020;12(4):798–804.

doi:10.5530/pj.2020.12.113. Disponible en:  
<https://phcogj.com/sites/default/files/PharmacognJ-12-4-798.pdf>

10. Gilchrest BA, Krutmann J. *Skin aging*. Berlin: Springer; 2006. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Jean-Krutmann/publication/10583633\\_Skin\\_aging/links/54a0bedc0cf256bf8bae1c39/Skin-aging.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jean-Krutmann/publication/10583633_Skin_aging/links/54a0bedc0cf256bf8bae1c39/Skin-aging.pdf)
11. Baumann L. Skin ageing and its treatment. *J Pathol*. 2007 Jan;211(2):241–51. doi:10.1002/path.2098. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17200942/>
12. Ribeiro C, editor. *Cosmetologia: aplicada a dermoestética*. 2ª ed. São Paulo: Pharmabooks; 2010. 598 p.
13. European Environment Agency. *UV radiation* [Internet]. Copenhagen: EEA; 2022 [citado el 08 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/beating-cancer-the-role-of-europes-environment/uv-radiation>
14. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). *Perú registra radiación UV con niveles entre “muy alta” a “extremadamente alta”* [Internet]. Lima: Gob.pe; 2025 [citado el 11 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/noticias/1088402-peru-registra-radiacion-uv-con-niveles-entre-muy-alta-a-extremadamente-alta>
15. Gestión. *Las 14 ciudades de Perú que registran altos niveles de radiación UV* [Internet]. Lima: Diario Gestión; 2024 [citado el 12 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://gestion.pe/peru/las-14-ciudades-de-peru-que-registran-altos-niveles-de-radiacion-uv-senamhi-clima-radiacion-ultravioleta-radiacion-uv-ciderm-peru-sol-intenso-altas-temperaturas-meteorologia-noticia/>
16. Elsner P, Maibach HI, editores. *Cosmeceuticals and active cosmetics: drugs vs. cosmetics*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2005. doi: <https://doi.org/10.1201/NOE0824759438>
17. Whaley O, Orellana A, Pérez E, Tenorio M, Quinteros F, Mendoza M, et al. *Plantas y vegetación de Ica, Perú: un recurso para su restauración y conservación*. Richmond: Royal Botanic Gardens, Kew; 2010. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Oliver-Whaley/publication/281828859\\_Plantas\\_y\\_vegetacion\\_de\\_Ica\\_Peru\\_-\\_Un\\_recurso\\_para\\_su\\_restauracion\\_y\\_conservacion/links/55f9f0a308ae07629df23ff8/Plantas-y-vegetacion-de-Ica-Peru-Un-recurso-para-su-restauracion-y-conservacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oliver-Whaley/publication/281828859_Plantas_y_vegetacion_de_Ica_Peru_-_Un_recurso_para_su_restauracion_y_conservacion/links/55f9f0a308ae07629df23ff8/Plantas-y-vegetacion-de-Ica-Peru-Un-recurso-para-su-restauracion-y-conservacion.pdf)
18. Gosch MC, Larrondo JG, Araya HL, Honeyman JM. Rol del estrés oxidativo en el envejecimiento de la piel. *Rev Chil Dermatol*. 2010;26(4):351–7 [citado el 26 de febrero

- de 2025]. Disponible en: [https://www.sochiderm.org/web/revista/26\\_4/19.pdf](https://www.sochiderm.org/web/revista/26_4/19.pdf)
19. Castaño Amores C, Hernández Benavides PJ. Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienvjecimiento. *Ars Pharm* [Internet]. 2018 [citado el 16 de agosto de 2025];59(2):77–84. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2340-98942018000200003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2340-98942018000200003)
  20. Cayún JP, Zamorano J, Quiñones L, Varela NM, Squicciarini V, Larenas HD, et al. Preclinical evaluation of the *Encelia Canescen* Lam. extract: medicinal properties useful for cancer treatment. *J Nat Remedies* [Internet]. 2015 [citado el 23 de agosto de 2025];15(2):113–9. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/167050/685.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
  21. Cochachi AY, Fernández LdL. Toxicidad aguda y efecto hepatoprotector del extracto etanólico de los tallos de *Encelia Canescens* Lamarck en ratas en un modelo de intoxicación con paracetamol [Internet]. Ica (Perú): Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2015 [citado el 23 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e9a475f2-6ccc-4c0f-86e8-71532f693822/content>
  22. Sepúlveda Zurita R. Estudio fitoquímico y farmacológico de *Encelia Canescens* Lam. (Asteraceae) [Internet]. Santiago de Chile (Chile): Universidad de Chile; 2007 [citado el 23 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105678>
  23. Fundación R.A. Philippi. *Encelia canescens* [Internet]. Santiago de Chile: Fundación R.A. Philippi; 2021 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://fundacionphilippi.cl/catalogo/encelia-canescens/>
  24. Rodríguez R, Marticorena C, Alarcón D, Baeza C, Cavieres L, Finot VL, et al. *Catalogue of the vascular plants of Chile* [Internet]. Santiago de Chile: Universidad de Concepción; 2018 [citado el 26 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/gbot/v75n1/0717-6643-gbot-75-01-1.pdf>
  25. Ferraro GE, Martino VS, Bandoni AL, Nadinic JL, coordinadores. *Fitocosmética: fitoingredientes y otros productos naturales*. Buenos Aires: Eudeba; 2017. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=9uBDDAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f>
  26. Álvarez N, Bagué A. *Fitocosméticos*. 1ª ed. Madrid (España): AMV Ediciones; 2012. p. 150.

27. Draelos ZD, Thaman LA, editors. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York: Taylor & Francis; 2006. 451 p. Disponible en: <https://farabipharma.ir/wp-content/uploads/2017/07/Cosmetic-Formulation-of-Skin-Care-Products.pdf>
28. Zhang Y, Wen M, Ren Q, Wuhua J, Jin J. *Materias primas vegetales cosméticas (VI): investigación y desarrollo en cosmética antienvjecimiento*. Diario de la Industria Química. 2021;51(11):1052-1059. doi:10.3969/j.issn.1001-1803.2021.11.003. Disponible en: <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChVQZXJpb2RpY2FsQ0hJMjAyNTA2MjISD3J5aHhneTIwMjExMTAwMxoIbjNnOXMxZ3k%253D>
29. Draelos ZD. *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures*. 2nd ed. Chichester (UK): Wiley-Blackwell; 2016. Disponible en: <https://download.e-bookshelf.de/download/0003/9848/52/L-G-0003984852-0008706234.pdf>
30. Obispo-Huamán RC, Calvo J, Félix-Veliz LM, Chávez H, Parí-Olarte JB, Chávez-Espinoza JH, et al. *Evaluation of the Antioxidant Activity of Three Formulations of Hair Cosmetic Products Containing the Essential Oil of Clinopodium bolivianum (Benth.) Kuntze "Inca muña"*. *Cosmetics*. 2025;12(3):88. doi:10.3390/cosmetics12030088. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9284/12/3/88>
31. U.S. Food and Drug Administration (FDA). *Cosméticos [Cosmetics]* [Internet]. Silver Spring (MD): FDA; 2023 [citado el 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.fda.gov/consumers/free-publications-women/cosmeticos-cosmetics>
32. Comunidad Andina (CAN). *Armonización de Legislaciones en materia de Productos Cosméticos* [Internet]. Lima (Perú): Secretaría General de la Comunidad Andina; 2021 [citado el 27 de agosto de 2025]. Disponible en: [https://sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec833\\_s.pdf](https://sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec833_s.pdf)
33. Comunidad Andina (CAN). *Proyecto de Reglamento Técnico Andino sobre especificaciones técnicas microbiológicas de productos cosméticos* [Internet]. Lima (Perú): Secretaría General de la Comunidad Andina; 2019 [citado el 29 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/BOOTCP19008.PDF>
34. Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena. *Modifica la Resolución 797 de la Secretaría General de la Comunidad Andina: Reglamento de la Decisión 516 sobre control y vigilancia sanitaria de productos cosméticos* [Internet]. Lima (Perú): Secretaría General de la Comunidad Andina; 2017 [citado el 30 de agosto de 2025]. Disponible en: <http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Gacetas/GACE2926.pdf>
35. Arias J. *Diseño y metodología de la investigación* [Internet]. 1ª ed. Lima (Perú): Enfoques Consulting EIRL; 2021 [citado el 30 de agosto de 2025]. 134 p. Disponible en: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)

36. Ministerio de Salud (MINSA). *Guía técnica para la colecta de plantas medicinales* [Internet]. Lima (Perú): Ministerio de Salud; 2021 [citado el 30 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1672112/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20para%20Colecta%20de%20Plantas%20Medicinales.pdf?v=1613175220>
37. Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). *Instructivo de trabajo: toma y envío de muestras para su identificación taxonómica* [Internet]. Lima (Perú): Oficina de Centros de Diagnóstico y Producción Vegetal; 2022 [citado el 30 de agosto de 2025]. Disponible en: [https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2022/09/ITR-UCDSV-MAL-002\\_2-Toma-y-env%C3%ADo-de-muestras-para-su-identificaci%C3%B3n-taxon%C3%B3mica.pdf](https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2022/09/ITR-UCDSV-MAL-002_2-Toma-y-env%C3%ADo-de-muestras-para-su-identificaci%C3%B3n-taxon%C3%B3mica.pdf)
38. Muñoz López de Bustamante F. *Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado* [Internet]. Madrid (España): Mundi-Prensa; 2004 [citado el 30 de agosto de 2025]. Disponible en: [https://books.google.es/books?id=WmX5TibuSrIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_vpt\\_read#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=WmX5TibuSrIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false)
39. Tituaña PGI, Córdova GIV, Tobar JMC, Lascano SAV. *Estudio del proceso de obtención de extractos de plantas medicinales* [Internet]. Rev Caribeña Cienc Soc. 2018 mayo [citado el 30 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/extractos-plantas-medicinales.html>
40. Azuola R. Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA). *Investigación & Ciencia*. 2007;14(4):23-30. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/6998/699878328004.pdf>
41. Lock de Ugaz O. *Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales*. 2ª ed. Lima (Perú): Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/676110bf-80f4-4336-b3d4-b54e9569f8ed>
42. Latimer GW, Association of Official Analytical Chemists International. *Official methods of analysis of AOAC International*. 21st ed. Gaithersburg (MD): AOAC International; 2019.
43. Benítez-Benítez R, Sarria-Villa RA, Gallo-Corredor JA, Pérez-Pacheco NO, Álvarez-Sandoval JH, Giraldo-Aristizábal CI. Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. *Rev Fac Cienc Básicas*. 2020;15(1):31–8. doi:10.18359/rfcb.3597. Disponible en: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3597>
44. Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). *Notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and Their Safety Evaluation*. Expert Panel Meeting; 11–12 Sep

2023. [Internet]. Luxembourg: European Commission; 2023 [citado el 15 de setiembre de 2025]. Disponible en: [https://www.cir-safety.org/sites/default/files/ADMIN\\_SCCSNotes.pdf](https://www.cir-safety.org/sites/default/files/ADMIN_SCCSNotes.pdf)
45. Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE, Altun M. Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (II)-neocuproine as chromogenic oxidant: the CUPRAC method. *Free Radic Res.* 2005;39(9):949–61. doi:10.1080/10715760500210145. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10715760500210145>
46. Parisaca Soto AJ, Quispe Quispe GV. Estudio comparativo de la capacidad antioxidante de tres especies de la familia *Passiflora* in vitro, mediante método CUPRAC y DPPH, según su estadio de madurez, Arequipa 2017 [Internet]. Arequipa (Perú): Universidad Católica de Santa María; 2019 [citado el 15 de setiembre de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e4e56e1d-4070-4cf2-bde3-8c8c41f91ba7/content>
47. Sánchez-Moreno C, Cano MP, de Ancos B, Plaza L, Olmedilla B. Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP) [Internet]. *Dialnet*; 2021 [citado el 15 de setiembre de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7943205>
48. Munteanu IG, Apetrei C. Analytical methods used in determining antioxidant activity: a review. *Int J Mol Sci.* 2021;22(7):3380. doi:10.3390/ijms22073380. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/7/3380>
49. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 1999;64(4):555–9. doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814698001022>
50. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). *Recomendaciones para el desarrollo de estudios de estabilidad de productos cosméticos* [Internet]. Viena: ONUDI; 2019 [citado el 16 de setiembre de 2025]. Disponible en: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONUDI\\_Gu%C3%ADa%20de%20Estabilidad\\_FINAL%20\(003\).pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONUDI_Gu%C3%ADa%20de%20Estabilidad_FINAL%20(003).pdf)
51. Munsell Color Company. *The Munsell Book of Color: Glossy Collection* [Internet]. Baltimore (MD): Munsell Color; 2018 [citado el 23 de setiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.torso.de/media/products/Inhalt%20MunsellBookOfColorGlossy.pdf>
52. Cosmetics Europe; CTEA. *Guidelines on Stability Testing of Cosmetic Products* [Internet]. Bruselas: The European Cosmetics, Toiletry and Perfumery Association (COLIPA); 2004 [citado el 23 de setiembre de 2025]. Disponible en:

<https://cosmeticseurope.eu/resources/guidelines-on-stability-testing-of-cosmetics-ce-ctfa-2004/>

53. Iturriaga Díaz GA, Bustos Gómez CI. Evaluación de la estabilidad de un gel mucoadhesivo formulado con extracto de *S. aromaticum* y *H. longipes* [Internet]. *Jóvenes en la Ciencia*. 2018;4(1):858–62. [citado el 23 de setiembre de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/5058/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20estabilidad%20de%20un%20gel%20mucoadhesivo%20formulado%20con%20extracto%20de%20s.%20Aromaticum%20y%20h.%20Longipes.pdf>
54. Chávez Hernández JSB, Delgado Alcantar SD, Quezada Santoyo NY, Reyes Gómez AI, Rodríguez Baltazar M, Torres Núñez EM, et al. Formulación farmacéutica con actividad antiinflamatoria potenciada de moléculas comerciales y naturales [Internet]. *Jóvenes en la Ciencia*. 2023;21:1–5. [citado el 23 de setiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx>
55. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH). *Procedimiento normalizado de trabajo: Determinación de extensibilidad (PN/L/CP/003/00)* [Internet]. Madrid (España): SEFH; [s. f.] [citado el 24 de setiembre de 2025]. Disponible en: [https://www.sefh.es/pn/procedimientos\\_control/PN\\_extensibilidad.pdf](https://www.sefh.es/pn/procedimientos_control/PN_extensibilidad.pdf)
56. Pérez-Bueno T, Rodríguez-Perdomo Y, Morales-Lacarrere I, Soler-Roger DM, Martín-Viaña NP. Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L. *Tecnología, Ciencia, Educación*. 2011;26(2):75-79. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48221175003.pdf>
57. Granados-Conde C, León-Méndez D, León-Méndez G. Desarrollo de un cosmético tipo gel con propiedades antioxidantes usando como activo aceite esencial de *Citrus sinensis* [Internet]. *Arch Venez Farmacol Ter*. 2021;40(1):101–8. doi:10.5281/zenodo.4676274. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/559/55971233018/html/>
58. Secretaría General de la Comunidad Andina. *Resolución N.º 2120: Reglamento Técnico Andino sobre Especificaciones Técnicas Microbiológicas de Productos Cosméticos* [Internet]. *Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena*. Año XXXVI, N.º 3847. Lima: Comunidad Andina; 17 de diciembre de 2019 [citado el 24 de setiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/Gacetas/Gaceta%203847.pdf>
59. United States Pharmacopeia (USP). *Microbiological Examination of Nonsterile Products: Microbial Enumeration Tests <61> and Tests for Specified Microorganisms <62>*. In: *USP 43 – NF 38*. Rockville (MD): United States Pharmacopeial Convention; 2020.

60. Brudzyńska P, Kurzawa M, Sionkowska A, Grisel M. Antioxidant activity of plant-derived colorants for potential cosmetic application [Internet]. *Cosmetics*. 2022;9(4):81. doi:10.3390/cosmetics9040081. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9284/9/4/81>
61. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: Packer L, editor. *Methods in Enzymology: Oxidants and Antioxidants Part A*. Vol. 299. San Diego (CA): Academic Press; 1999. p. 152-178. doi:10.1016/S0076-6879(99)9017-1. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S007668799990171>
62. Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chern JC. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal*. 2002;10(3):Art. 3. doi:10.38212/2224-6614.2748. Disponible en: <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
63. Deuschle VCKN, Deuschle RAN, Bortoluzzi MR, Athayde ML. Physical chemistry evaluation of stability, spreadability, in vitro antioxidant, and photo-protective capacities of topical formulations containing *Calendula officinalis* L. leaf extract. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2015;51(1):63-75. doi:10.1590/S1984-82502015000100007. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/qXmTP6Z99WnkKC5XM7DzWRP/?lang=en>
64. Ji Y, Sun J, Santos M, et al. Evaluation of stability and antioxidant activity of formulations with *Mangifera indica* L. extract. *Cosmetics (Basel)*. 2023;10(2):48. doi:10.3390/cosmetics10020048. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/381726407\\_Evaluation\\_of\\_the\\_stability\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_of\\_formulations\\_with\\_Mangifera\\_indica\\_L\\_extract](https://www.researchgate.net/publication/381726407_Evaluation_of_the_stability_and_antioxidant_activity_of_formulations_with_Mangifera_indica_L_extract)
65. Pandey S, Seth A, Tiwari R, Singh S, Behl HM, Singh S. Development and evaluation of antimicrobial herbal cosmetic preparation. *Afr J Pharm Pharmacol*. 2014;8(15):514-528. Disponible en: <https://www.academicjournals.org/journal/AJPP/article-full-text-pdf/8B7D29B44724>

## VIII. ANEXOS:

### Anexo N° 1

#### Constancia de clasificación taxonómica de *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

#### CONSTANCIA N° 028-USM-MHN-2025

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Rocio Milagros Garay Muñoz**, Estudiante de Pregrado de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica ha sido estudiada y clasificada como: *Encelia canescens* Lamarck y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Asterales Link

FAMILIA : Asteraceae Bercht. & J. Presl

GÉNERO : *Encelia* Adans.

ESPECIE : *Encelia canescens* Lamarck

Nombre vulgar: “Flor amarilla/Girasol Silvestre”

Procedencia: Molletambo, Rosario de Yauca, Ica

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 05 de marzo de 2025

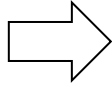
Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

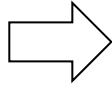
ANEXO N° 2

Tratamiento de la muestra vegetal de  
*Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”

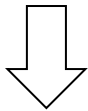
SELECCIÓN



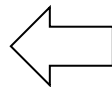
LIMPIEZA



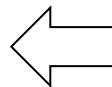
SECADO



CONSERVACIÓN



FRAGMENTACIÓN



ESTABILIZACIÓN



### ANEXO N° 3

## OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PARTES AÉREAS DE LA ESPECIE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”

### OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PARTES AÉREAS MEDIANTE EL MÉTODO DE MACERACIÓN

Materia vegetal



Adicionar 4.5 L de etanol



Se dejó macerar por 15 días, para su posteriormente filtrar y dejarlo secar.



### OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PARTES AÉREAS MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN

Materia vegetal + 500 ml etanol: 2 h (6 intervalos de 20')



Filtración de macerado.



Se colocó en una bandeja, para su posterior secado.



## ANEXO N° 4

### OBTENCIÓN DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE FLORES DE LA ESPECIE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”

#### EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE FLORES MEDIANTE EL MÉTODO DE MACERACIÓN

Materia vegetal



Adicionar 2600 ml de 4G:3AA en frasco. Maceración durante 15 días con agitación esporádicamente con varilla de vidrio. Para su posterior filtrado.



Trasvasado de extracto filtrado a botella ámbar de vidrio.



#### EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE FLORES MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDO

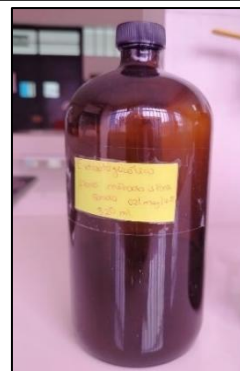
Materia vegetal fragmentada + 450 ml de 4G:3A en matraces aforados:  
Maceración durante 2 horas, con 6 intervalos de 20 min.



Filtración de macerado.



Trasvasado de extracto filtrado a botella ámbar de vidrio.



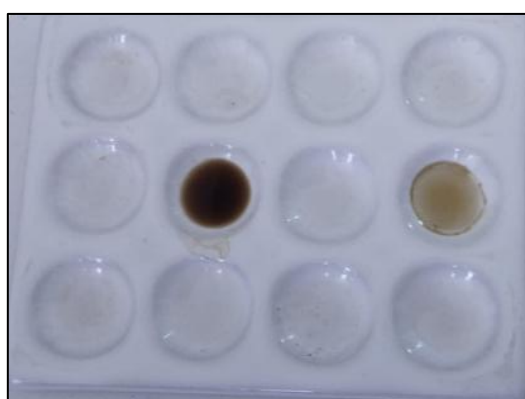
## ANEXO N° 5

### TAMIZAJE FITOQUÍMICO PRELIMINAR PARA IDENTIFICAR METABOLITOS DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

#### OBTENCIÓN DE FRACCIONES




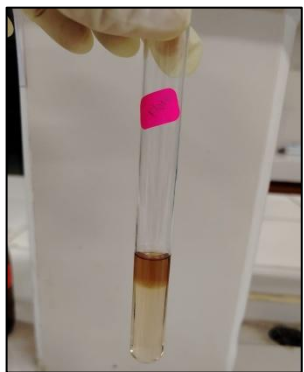
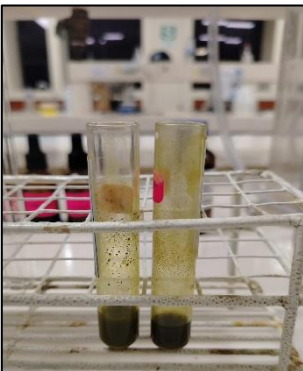



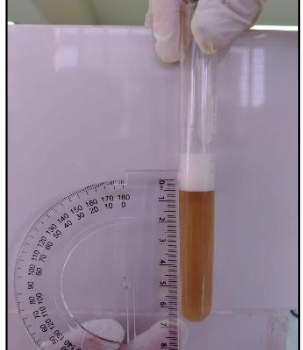

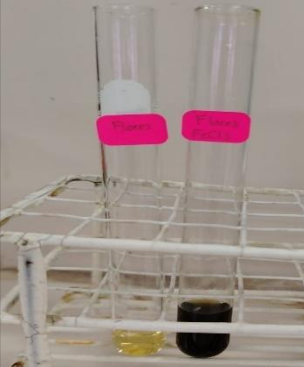
#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS



Esteroides y/o triterpenos (+)  
partes aéreas



Esteroides y/o triterpenos (+)  
flores

<p>Catequinas (+) partes aéreas</p>			<p>Catequinas (+) flores</p>
<p>Cardenólidos (-) partes aéreas</p>			<p>Cardenólidos (+) flores</p>
<p>Aminoácidos (+) partes aéreas</p>			<p>Aminoácidos (+) flores</p>
<p>Saponinas (+) partes aéreas</p>			<p>Saponinas (+) flores</p>
<p>Taninos (-) Partes aéreas</p>			<p>Grupos fenólicos (+) flores</p>

ANEXO N° 6

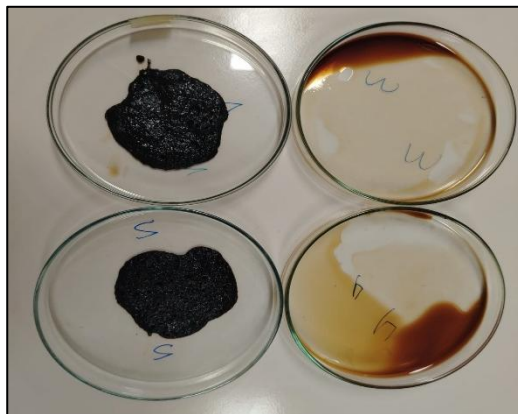
CARACTERIZACIÓN FISIQUÍMICA DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS  
DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”



Actividad del agua ( $A_w$ ) de flores secas



Porcentaje de rendimiento



Sólidos totales



pH



Cenizas



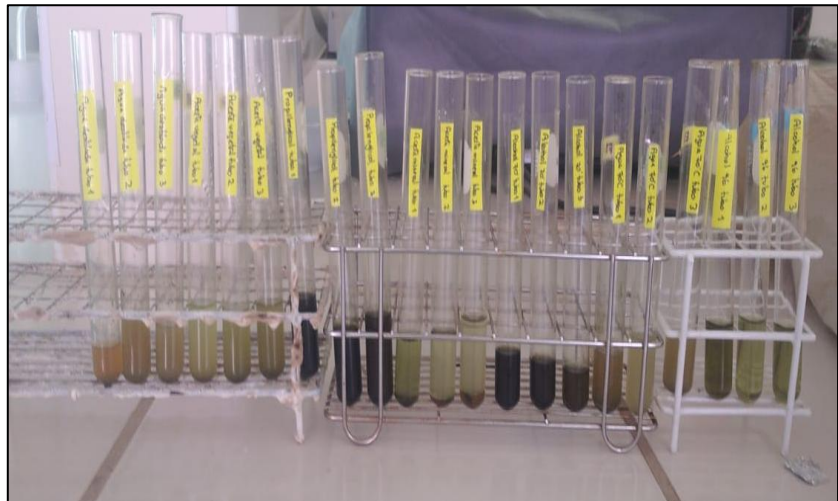
Sólidos solubles

ANEXO N° 7

ENSAYOS DE SOLUBILIDAD DE LOS EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE  
*Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”



Ensayo de solubilidad de las partes aéreas de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”



Ensayo de solubilidad de las flores de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”



ANEXO N° 8

**ANÁLISIS COMPARATIVO Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE  
DE LOS EXTRACTOS DE *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”.**



Actividad antioxidante mediante método CUPRAC a los extractos hidroalcohólicos de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”



Actividad antioxidante mediante método FRAP a los extractos hidroalcohólicos de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”



Actividad antioxidante mediante método ABTS a los extractos hidroalcohólicos de *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”

#### ANEXO N° 9

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE FLORES DE *Encelia canescens* L. “girasol silvestre”



ANEXO N° 10

EVALUACIÓN DE FORMULACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL AGENTE GELIFICANTE

Fórmula 1



Fórmula 2



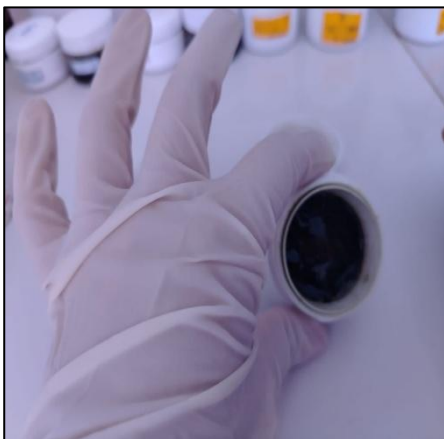
Fórmula 3



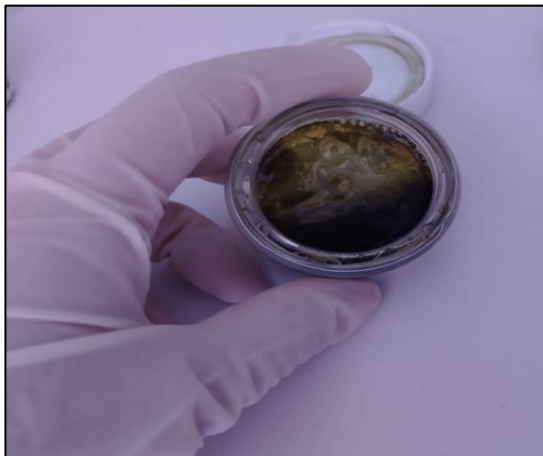
Fórmula 4



Fórmula 5



Fórmula 6



Fórmula 7



Fórmula 8



Fórmula 9

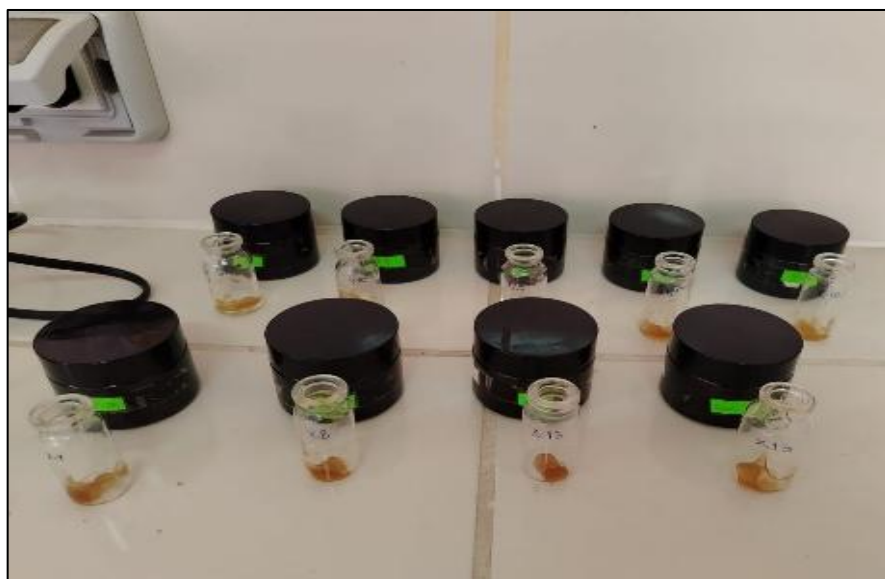


Fórmula 10



ANEXO N° 11

FORMULACIÓN DEL GEL CON EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens*  
Lamarck “girasol silvestre”, POR EL MÉTODO DE MACERACIÓN



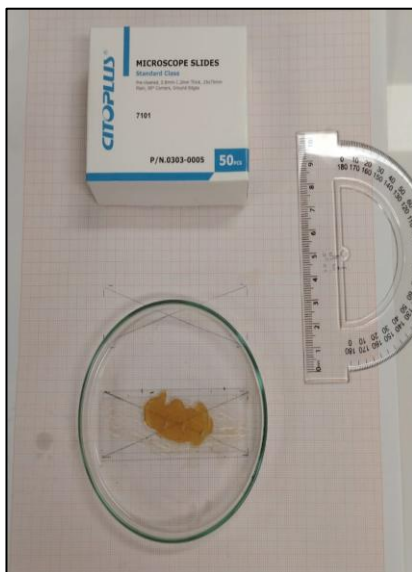
ANEXO N° 12

ENSAYOS ORGANOLÉPTICOS DEL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”



ANEXO N° 13

ENSAYOS FISCOQUÍMICOS DEL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”



Extensibilidad



pH



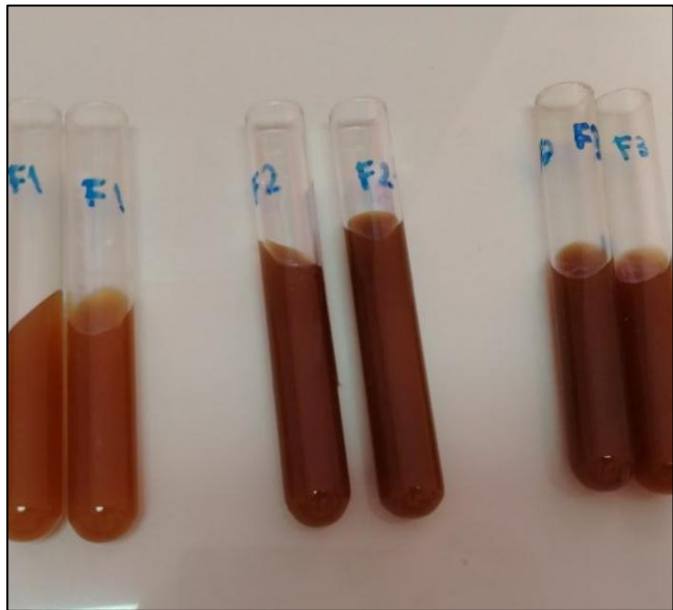
Viscosidad

ANEXO N° 14

**PRUEBA DE ESTABILIDAD PRELIMINAR DEL GEL FORMULADO A PARTIR DEL  
EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**



Preparación de las condiciones de la centrifuga



Estado del gel luego de la prueba de centrifugación



**Muestras para la prueba de temperatura**



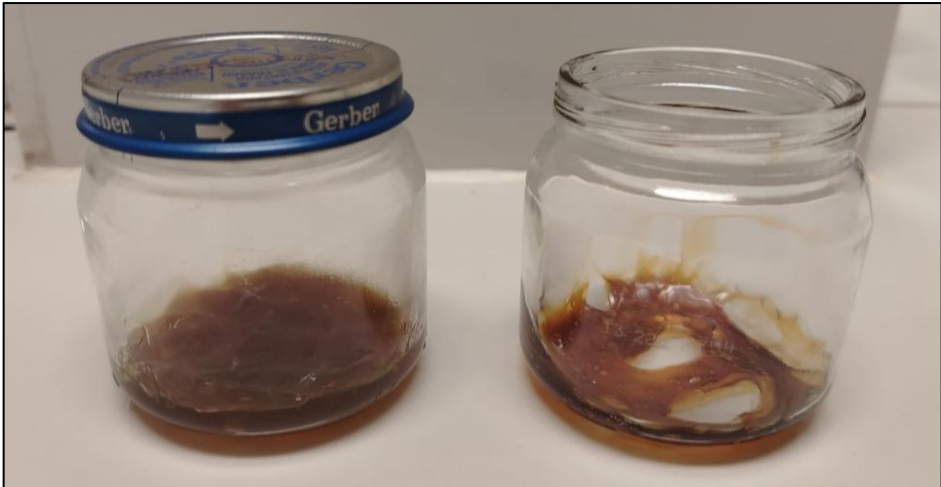
**Muestras en envase tapado y sin tapa, para la prueba de ciclos de temperatura**



**Homogeneidad de la muestra en frascos tapados en el transcurso de 15 días**



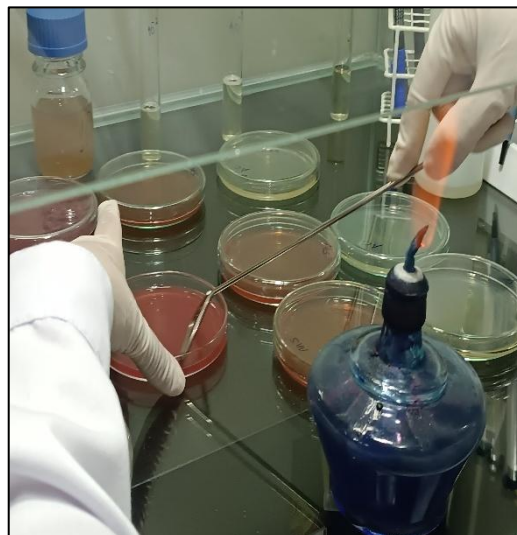
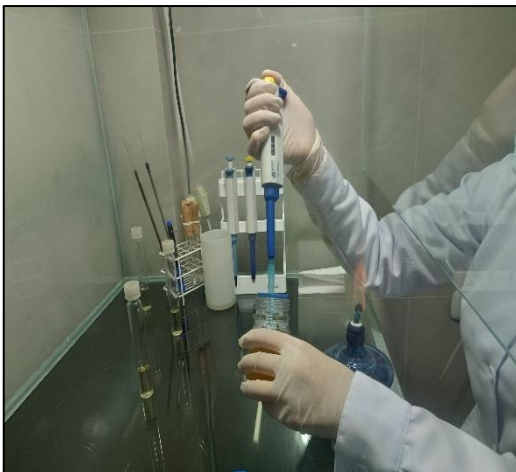
Estado de gel en frascos sin tapa al día 15 en ensayo ciclos de temperatura



Estado de gel al día 15, en frasco con tapa y sin tapa en ensayo ciclos de temperaturas

ANEXO N° 15

**CONTROL MICROBIOLÓGICO DEL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**



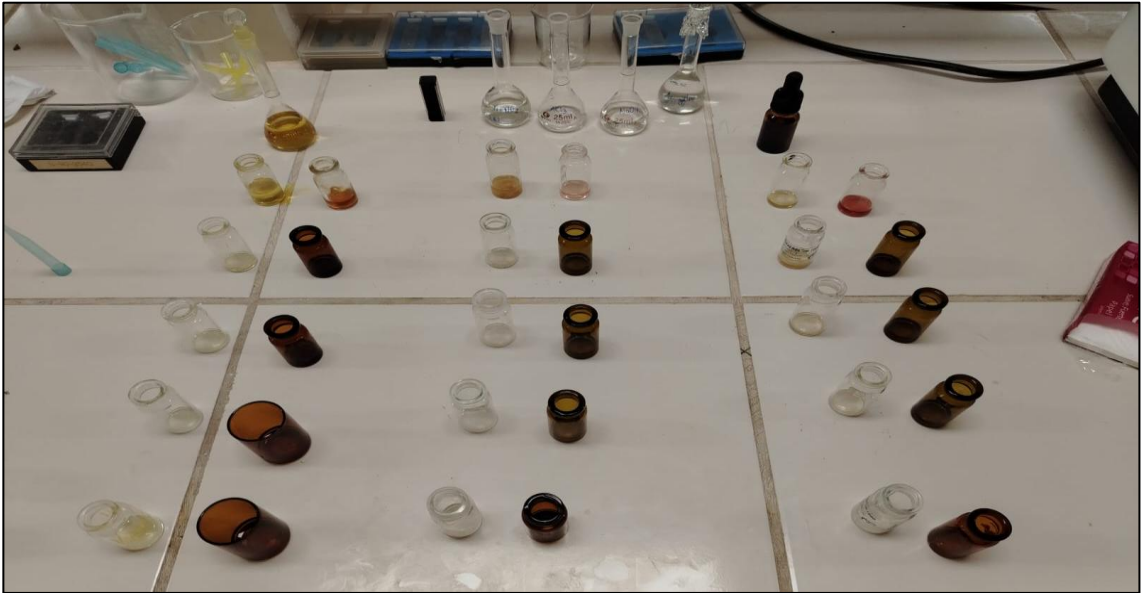
ANEXO N° 16

**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE AL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**



ANEXO N° 17

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES DEL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**



ANEXO N° 18

**COMPARACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE POR MÉTODO DE CUPRAC *in vitro* AL GEL FORMULADO A PARTIR DEL EXTRACTO DE FLORES DE *Encelia canescens* Lamarck “girasol silvestre”**

