



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla de
Salvia hispanica L. (chía) y ácido hialurónico**

**CELI CARDENAS MILENA DEL ROSARIO
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**FAJARDO MURILLO MARIA BELEN
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla
de Salvia hispanica L. (chía) y ácido hialurónico**

**CELI CARDENAS MILENA DEL ROSARIO
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**FAJARDO MURILLO MARIA BELEN
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la
semilla de Salvia hispanica L. (chía) y ácido hialurónico**

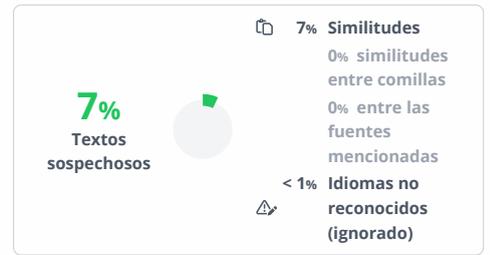
**CELI CARDENAS MILENA DEL ROSARIO
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

**FAJARDO MURILLO MARIA BELEN
BIOQUIMICA FARMACEUTICA**

GARCIA MIR VIVIANA

**MACHALA
2024**

Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla de Salvia hispánica L. (chía) y ácido hialurónico



Nombre del documento: Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla de Salvia hispánica L. (chía) y ácido hialurónico.docx
ID del documento: b0908386eb994bc1711bee5390e071f4c5409980
Tamaño del documento original: 1,01 MB
Autores: MILENA DEL ROSARIO CELI CARDENAS, MARIA BELEN FAJARDO MURILLO

Depositante: VIVIANA GARCIA MIR
Fecha de depósito: 10/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 10/2/2025

Número de palabras: 7288
Número de caracteres: 46.865

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utmachala.edu.ec http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22339/1/Trabajo_Titulacion_1975.pdf 1 fuente similar	3%		Palabras idénticas: 3% (203 palabras)
2	aedv.fundacionpielsana.es Todo sobre la piel Fundación Piel Sana AEDV https://aedv.fundacionpielsana.es/piel-sana/todo-sobre-la-piel/#:~:text=La dermis es un tejido de... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (56 palabras)
3	dspace.udla.edu.ec http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4180/1/UDLA-EC-TIAG-2015-09(S).pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (57 palabras)
4	www.scielo.cl https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v49n5/0717-7518-rchnut-49-05-0625.pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (47 palabras)
5	Documento de otro usuario #2da124 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Diseño de una planta para la extracción de aceite vegetal comestible de las semillas... /var/dspace/bitstream/15000/10365/4/CD-6164.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15192/1/T-3201_ESTRELLA AMAYA IVONN...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
3	Documento de otro usuario #6664c3 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
4	dspace.uclv.edu.cu https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/0509324c-e1bf-4ca0-9317-9e44bdd9ddee/...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	siglosdesabor.net Origen de la Quinoa: De Alimento Inca a Superfood Global https://siglosdesabor.net/gastronomia-y-salud/quinoa-traves-tiempos-alimento-sagrado-inca-sup...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

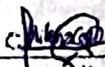
Las que suscriben, CELI CARDENAS MILENA DEL ROSARIO y FAJARDO MURILLO MARIA BELEN, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Diseño de un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla de Salvia hispanica L. (chía) y ácido hialurónico, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CELI CARDENAS MILENA DEL ROSARIO

0707041117



FAJARDO MURILLO MARIA BELEN

0706831864

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo está dedicado a Dios, fuente de mi fortaleza y guía en cada paso de este camino. A mis padres, por su amor incondicional, por enseñarme a luchar por mis sueños y por ser mi mayor inspiración en cada meta alcanzada. A mi abuela, tía y hermanas, por su apoyo inquebrantable, por sus consejos llenos de amor y por ser pilares fundamentales en mi vida. A mis fieles mascotas, cuya compañía reconfortante y la alegría que brindaron en cada jornada. A mi novio, por su paciencia y amor supo apoyarme incondicionalmente en esta travesía. Y con todo mi amor, a mi pequeño tesoro, mi mayor bendición y motivo de inspiración que da aún más sentido a cada sacrificio. Que este logro sea el inicio de un futuro lleno de amor y éxito.

Milena Celi.

El presente trabajo investigativo va dedicado a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por ser mi guía en cada paso de este camino académico. A mis queridos padres Angelica Murillo y Edwin Fajardo, quienes han sido mi soporte durante este trayecto, sacrificio y esfuerzo han sido el pilar fundamental en mi vida, por enseñarme el valor del trabajo duro, la perseverancia y la humildad. A mis abuelos maternos María Guallazaca y Luis Murillo, quienes han sido mi mayor inspiración, por forjarme carácter y enseñarme valores desde muy pequeña para ser una persona de bien. A mis tías Diana Murillo, Cristina Murillo, Nicol Hernández y Danny Labanda esposo de mi mamá, mis hijas Valentina y Camila quien siempre, en cada paso que daba me hacían recordar mi potencial cuando muchas veces intente rendirme, ustedes son parte de este logro.

Belén Fajardo.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por su amor y bondad, por permitirme sonreír ante este logro, recordándome que solo en sus manos podemos alcanzar nuestras metas. A mis padres, tía y abuela, por su amor, consejos y apoyo incondicional, y a mis hermanas, por su constante presencia y aliento. A mi grandiosa tutora Viviana García, cuya paciencia y orientación fueron clave en este proceso para tener un trabajo de titulación de calidad. A mi compañera de tesis, por el trabajo en equipo. Agradezco a mis fieles mascotas por su compañía reconfortante, y a mi novio, por su comprensión y apoyo constante. Gracias a los profesores de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud por su enseñanza y guía en mi formación profesional. Finalmente, a mi pequeño tesoro, mi mayor inspiración, quien da un significado aún más especial a este logro.

Milena Celi.

Quiero expresar mi más profunda gratitud a Dios, quien ha sido mi guía en cada momento y nunca me ha abandonado, por darme el valor para no rendirme durante todo mi tiempo de estudio. A mis padres, abuelos, tías, esposo de mi mamá, mis hijas Valentina y Camila les agradezco infinitamente por su motivación y por estar siempre a mi lado. Hoy culmina una etapa y se alcanza una meta. A mi compañera de tesis. Quiero agradecer de manera muy especial al Lic. Viviana García Mir, mi tutora de tesis, quien pese a las difíciles circunstancias actuales aceptó dirigir nuestro trabajo de investigación. A mis profesores de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud por su dedicación y apoyo a lo largo del semestre su paciencia y disposición para ayudarme en cada etapa del proceso han sido inestimables. Agradezco a mis amigas por sus conocimientos impartidos, su apoyo y paciencia demostrada a lo largo de todo el recorrido del trabajo de investigación.

Belén Fajardo.

RESUMEN

El aceite de chía se distingue por su alto contenido de ácidos grasos esenciales y la presencia de compuestos antioxidantes, como tocoferoles y polifenoles. Los fitocosméticos surgen como una alternativa atractiva, incorporando compuestos de origen vegetal para el cuidado de la piel. Así, el emulgel ofrece importantes beneficios para la aplicación tópica de medicamentos como una forma farmacéutica avanzada. El ácido hialurónico se ha convertido en un ingrediente esencial en cosmetología, debido a su excelente compatibilidad y sus múltiples beneficios que ofrece con la piel. Por esta razón, el propósito de este trabajo fue diseñar un emulgel para fines fitocosméticos, a partir del aceite de la semilla de *Salvia hispánica* L. (chía), y ácido hialurónico mediante métodos estadísticos y tecnológicos pertinentes. Para el desarrollo de la investigación se utilizó el aceite de chía suministrado por la empresa ecuatoriana Chakra Seed Akasha Food Rachel Sait Co, a los cuales se terminó como control de calidad donde se obtuvieron valores similares reportados en la literatura, como son pH de $5,09 \pm 0,428$, índice de refracción de $1,4353 \pm 0,0826$, densidad de $0,97 \pm 0,08$ g/ml. A partir de estos resultados, se desarrolló la formulación de un emulgel utilizando una mezcla con restricciones, en la que se evaluó la interacción entre carbopol 940, tween 80 y aceite mineral. Para su elaboración, primero se preparó la emulsión, cuya fase oleosa contenía aceite mineral, mientras que la fase acuosa incluía tween 80, metilparabeno, propilparabeno, etanol y agua destilada. Paralelamente, se formuló un gel a base de carbopol, combinándolo con agua destilada y ajustando el pH con trietanolamina. Finalmente, la emulsión se incorporó al gel en una proporción de 1:1, obteniendo así el emulgel final. Se toman en cuenta el pH y la extensibilidad como variables de respuestas. Los resultados obtenidos para el pH fueron validados debido a su proximidad al pH de la piel, que se aproxima de 4 a 6 cuando se altera la acidez de la piel, se reduce la eficacia de su barrera de protección. Se utilizó el programa estadístico Jamovi en su versión 2.4.8.0 enfocándose en el pH y la extensibilidad, se trabajó con 8 experimentos. Se llevó a cabo una evaluación sensorial a través de encuestas aplicadas

a 34 estudiantes de séptimo y noveno semestre, y siete profesores de la carrera de Bioquímica y Farmacia, lo cual mostró buena aceptación. Finalmente se elaboraron tres lotes de la formulación 5, los cuales presentaron propiedades organolépticas óptimas y un pH de 4.15, lo que sugiere una buena compatibilidad con la piel. También se les realizó pruebas de centrifugación, test de congelación-descongelación. El emulgel posee una textura suave, se absorbe rápidamente, no causa irritación y conserva una viscosidad y extensibilidad adecuadas. Se llevó a cabo el desarrollo de este producto cosmético a base de emulgel fitocosmético de chía y ácido hialurónico, utilizando recursos naturales, destacándose la formulación 5 por su alta aceptación sensorial y su estabilidad física en los ensayos preliminares.

Palabras claves: *Salvia hispanica* (chía), ácido hialurónico, emulgel, fitocosméticos, evaluación sensorial.

ABSTRACT

Chia oil is distinguished by its high content of essential fatty acids and the presence of antioxidant compounds, such as tocopherols and polyphenols. Phytocosmetics emerge as an attractive alternative, incorporating compounds of plant origin for skin care. Thus, emulgel offers important benefits for the topical application of medications as an advanced pharmaceutical form. Hyaluronic acid has become an essential ingredient in cosmetology, due to its excellent compatibility and the multiple benefits it offers to the skin. For this reason, the purpose of this work was to design an emulgel for phytocosmetic purposes, from the seed oil of *Salvia hispánica* L. (chia), and hyaluronic acid using relevant statistical and technological methods. For the development of the research, chia oil supplied by the Ecuadorian company Chakra Seed Akasha Food Rachel Sait Co was used, which was completed as a quality control where similar values reported in the literature were obtained, such as pH of 5.09 ± 0.428 , refractive index of 1.4353 ± 0.0826 , density of 0.97 ± 0.08 g/ml. From these results, the formulation of an emulgel was developed using a mixture with restrictions, in which the interaction between carbopol 940, tween 80 and mineral oil was evaluated. To prepare it, first the emulsion was prepared, whose oil phase contained mineral oil, while the aqueous phase included tween 80, methyl paraben, propyl paraben, ethanol and distilled water. In parallel, a carbopol-based gel was formulated, combining it with distilled water and adjusting the pH with triethanolamine. Finally, the emulsion was incorporated into the gel in a 1:1 ratio, thus obtaining the final emulgel. pH and extensibility are taken into account as response variables. The results obtained for pH were validated due to its proximity to the pH of the skin, which approaches 4 to 6. When the acidity of the skin is altered, the effectiveness of its protective barrier is reduced. The Jamovi statistical program in version 2.4.8.0 was used, focusing on pH and extensibility, working with 8 experiments. A sensory evaluation was carried out through surveys applied to 41 seventh and ninth semester students. Professors from the Biochemistry and Pharmacy majors also participated, which showed good acceptance. Finally, three batches of formulation 5 were prepared, which presented

optimal organoleptic properties and a pH of 4.15, which suggests good compatibility with the skin. Centrifugation tests and freezing-thawing tests were also performed. The emulgel has a soft texture, is absorbed quickly, does not cause irritation and maintains adequate viscosity and extensibility. The result of this study was satisfactory. The development of this cosmetic product was carried out based on chia phytocosmetic emulgel and hyaluronic acid with nutritional properties to improve the skin, using natural resources, standing out in formulation 5 for its high sensory acceptance and its physical stability in preliminary tests.

Keywords: *Salvia hispanica (chia), hyaluronic acid, emulgel, phytocosmetics, sensory evaluation.*

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVO ESPECÍFICO	3
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Salvia hispanica L.....	4
1.1.2 Descripción botánica.....	4
1.1.2 Obtención del aceite de la semilla de chia.....	5
1.1.4 Beneficios del aceite de la semilla de S. hispanica L.....	6
1.2 Ácido hialurónico	7
1.3 La piel.....	7
1.3.1 Estructura de la piel.....	7
1.3.2 Funciones de la piel.....	8
1.4. Fitocosméticos.....	9
1.4.1 Funciones de los fitocosméticos en el cuidado de la piel.....	9
1.4.2 Metabolitos especializados de interés en la cosmeceútica	10
1.5. Emulgel.....	10
1.5.1. Definición y características.....	10
1.5.2. Ventajas y desventajas de emulgel	11
1.6 Componentes de emulgel	11
2. METODOLOGÍA.....	12
2.1 Tipo y diseño de investigación	12
2.2 Enfoque de la investigación	12
2.3 Población y muestra	12
2.4 Variables de estudio	12
2.4.1 Variable dependiente.....	12
2.4.2 Variable independiente.....	12
2.5 Materiales y Métodos.....	13
2.5.1 Materiales.....	13
2.5.2 Equipos	13
2.5.3 Reactivos y sustancias	13
2.6 Métodos.....	14
2.6.1 Control de calidad del aceite de la semilla de chía.	14

2.6.2 Desarrollo de formulación base del emulgel.	15
2.6.3 Evaluación de las propiedades físicas del emulgel.	18
2.7 Diseño de un emulgel fitocosmético de chía y ácido hialurónico	19
2.7.1 Evaluación de las formulaciones de emulgel de chía y ácido hialurónico	19
2.8 Evaluación sensorial	20
2.9 Escalado a nivel de planta piloto de la formulación óptima	20
2.9.1 Estudio preliminar de estabilidad física de la formulación final.	21
3. Resultados y Discusión	22
3.1 Características físicas del aceite de chía (<i>Salvia hispanica</i>)	22
3.2 Desarrollo de las formulaciones base del emulgel.	23
3.3 Diseño de un emulgel fitocoméstico a partir el aceite de chía y ácido hialurónico	24
3.4 Evaluación Sensorial	26
3.5 Formulaciones óptimas del diseño del emulgel fitocosmético	31
3.6 Estudio de estabilidad preliminar	32
3.6.1 Centrifugación.	32
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
Bibliografías.....	37
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la planta <i>Salvia hispanica</i> L.....	5
Tabla 2. Composición de ácidos grasos del aceite de chía	6
Tabla 3. Formulaciones base de emulgel	16
Tabla 4. Componentes de las formulaciones del emulgel fitocosmético de chía y ácido hialurónico (%).	19
Tabla 5. Caracterización física del aceite de <i>Salvia hispanica</i> (chía)	22
Tabla 6. Parámetros físicos de las formulaciones base de emulgel.....	23
Tabla 7. Parámetros físicos de las formulaciones diseño de un emulgel fitocoméstico a partir el aceite de chía y ácido hialurónico.....	25
Tabla 8. Evaluación sensorial de dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico transcurrido el tiempo de aplicación.....	29
Tabla 9. Característica Organolépticas, pH, extensibilidad y viscosidad de los tres emulgeles de aceite de chía y ácido hialurónico.....	31
Tabla 10. Ciclo de estrés congelación / descongelación (n=3)	33

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Método de Preparación del emulgel	17
Figura 2. Comparaciones de las propiedades organolépticas entre dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico	27
Figura 3. Evaluación sensorial de dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico	28
Figura 4. Preferencia y recomendación de las formulaciones de emulgel.....	30
Figura 5. Estabilidad preliminar de la formulación 5 del emulgel por centrifugación....	33

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria cosmética ha experimentado un notable incremento en la demanda de productos naturales, impulsada por consumidores cada vez más conscientes de los beneficios de los ingredientes activos de origen vegetal. En este sentido, los fitocosméticos han emergido como una opción de gran interés, integrando compuestos derivados de plantas para el cuidado y la protección de la piel (Dini & Laneri, 2021).

Uno de los ingredientes naturales con creciente potencial en la cosmética es el aceite de la semilla de *Salvia hispanica L.*, conocida comúnmente como chía. Este aceite se caracteriza por su riqueza en ácidos grasos esenciales, como el ácido alfa-linolénico (omega-3) y el ácido linoleico (omega-6), así como algunos compuestos con actividad antioxidantes, como tocoferoles y polifenoles. Estas propiedades le confieren un notable interés en aplicaciones dermatológicas, por su capacidad de fortalecer la barrera cutánea, reducir la inflamación y neutralizar los efectos del estrés oxidativo (Abd Rashed et al., 2021; Din et al., 2021; Carrillo et al., 2017; Mohd Ali et al., 2012).

Por su parte, el ácido hialurónico se ha vuelto un componente habitual en la cosmetología, principalmente porque se adapta muy bien a la piel, brindando beneficios como hidratación, volumen, elasticidad, relleno y soporte. Además, su capacidad para retener grandes cantidades de agua mejora la textura y firmeza cutánea ayudando a reducir arrugas y líneas de expresión, lo hace muy efectivo para el rejuvenecimiento de la piel (Silva et al., 2023).

La combinación del aceite de chía y el ácido hialurónico puede dar lugar a formulaciones fitocosméticas novedosas, que aportan múltiples beneficios a la piel. Sin embargo, el desarrollo de este tipo de producto no solo depende de la elección de ingredientes activos, sino también de la estructura final de la formulación. El emulgel, como forma farmacéutica avanzada, presenta ventajas significativas para la administración tópica de medicamentos. Su capacidad de penetración diadérmica y su sistema de doble control

de liberación de fármacos, que combina las características del gel y la emulsión, supera las limitaciones de las formulaciones tópicas convencionales. Otra ventaja importante de este tipo de preparación es la mejora de la estabilidad de la emulsión cuando se incorpora al gel en la formulación final (Chandel et al., 2023; Ikhtiyarini & Sari, 2022; Malavi et al., 2022).

A pesar de los avances en la investigación y el desarrollo de fitocosméticos, se ha identificado una carencia de formulaciones que integren aceite de chía y ácido hialurónico en un emulgel. Esta ausencia destaca la necesidad de explorar nuevas combinaciones de ingredientes y estructuras que puedan satisfacer las demandas del mercado y aprovechar al máximo el potencial de estos componentes. La falta de referencias en este ámbito también resalta la oportunidad de generar conocimiento innovador que contribuya al avance de la ciencia cosmética.

En el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un emulgel para fines fitocosméticos, a partir del aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L. (chía), y ácido hialurónico mediante métodos estadísticos y tecnológicos pertinentes. Esta investigación busca contribuir al desarrollo de formulaciones cosméticas que respondan a las necesidades y preferencias de los consumidores actuales.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un emulgel para fines fitocosméticos, a partir del aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L. (chía), y ácido hialurónico mediante métodos estadísticos y tecnológicos pertinentes.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del aceite de *Salvia hispanica* L. para su uso en la formulación del emulgel fitocosmético.
- Diseñar una formulación de emulgel a base de aceite de *Salvia hispanica* L. y ácido hialurónico, evaluando el impacto de la concentración de agentes gelificantes y emulsionantes en la calidad tecnológica.
- Determinar la preferencia y aceptación de las formulaciones seleccionadas del emulgel mediante una evaluación sensorial.
- Evaluar de manera preliminar la estabilidad física del emulgel fitocosmético obtenido, para evaluar su comportamiento bajo condiciones de estrés.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 *Salvia hispanica* L

La *Salvia hispanica*, comúnmente conocida como chía, ha ganado popularidad en las últimas décadas debido a sus múltiples beneficios para la salud y su versatilidad en la cocina. Originaria de Mesoamérica, esta semilla ha sido utilizada por culturas ancestrales, como las aztecas y las mayas no sólo como alimento básico sino también como medicina natural (Madaan et al., 2020).

Existen indicios de que la chía fue llevada a la región andina del Ecuador como resultado del comercio entre las costas ecuatoriana y mesoamérica durante la era precolombina, pero no hay evidencia de que se haya cultivado a una escala significativa. En 2005, la chía fue introducida en Ecuador desde Argentina con el objetivo de cultivar comercialmente como una alternativa para diversificar la agricultura tradicional (Ayerza, 2019).

1.1.2 Descripción botánica.

Salvia hispanica L. o chía es una planta anual que forma parte de la familia *Lamiaceae*, originaria de México y Guatemala, que se desarrolla en los meses de verano y alcanza alrededor de 1 a 1.5 m de altura (Carrillo et al., 2017). El tallo es herbáceo y ramificado, protegido por pequeños pelos. Sus hojas son opuestas, pecioladas, de bordes dentados que miden de 4-8 cm de largo y 3-5 cm de ancho. Sus flores son hermafroditas de color púrpura claro o blanco y se hallan unidas en grupos de 6 o más, en verticilos sobre el raquis de la inflorescencia con puntas largas y puntiagudas. Las semillas son ovales, llanas, lustrosas y miden 2 mm de largo, adicional tienen manchas anómalas conformadas por los colores marrón, gris y blanco (Grancieri, et al., 2019).

La clasificación taxonómica de la *Salvia hispanica* L., se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la planta *Salvia hispanica* L.

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	<i>Salvia</i>
Especie	<i>hispanica</i>

Fuente: (Shrestha et al., 2022).

1.1.2 Obtención del aceite de la semilla de chía

Para la obtención del aceite de la semilla de chía se debe realizar los siguientes procedimientos:

- Limpieza de las semillas: permite eliminar objetos no deseados de la materia prima, se utilizan cribas planas o tambores rotatorios, eliminando residuos.
- Secado: se coloca a exposición solar ya que este proceso se lo realiza con tres finalidades: dar plasticidad a las semillas ya que requieren un prensado eficaz, insolubilizar de los fosfatos y destruir las bacterias y mohos.

- Trituración de las semillas: facilita la extracción del aceite por prensado o por acción de disolventes. Para la trituración se pueden utilizar molinos de cizallas o de martillos.
- Tratamiento térmico de las semillas: la cocción ayuda a inactivar las enzimas lipolíticas que producen la degradación del aceite, afectando la calidad nutricional y organoléptica de los aceites (Sefla, 2015).

1.1.3. *Composición química.* El contenido de aceite de la semilla de chía se da entre un 35 a 40%, el cual muestra un alto porcentaje de ácido omega linolénico (Omega-3), 65% y 20% de ácido linolénico (Omega-6), los cuales son requeridos por el organismo para un buen estado de salud (Bordón, 2022). Además, el aceite de chía se distingue por su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados y su aporte de ácidos grasos esenciales. En la siguiente tabla se presenta la composición de ácidos grasos en el aceite de chía, destacándose el predominio de ALA, seguido de LA.

Tabla 2. Composición de ácidos grasos del aceite de chía

Principales ácidos grasos	% ésteres metílicos
Ácido alfa linolénico (C18:n3, ALA)	51,82 ± 1,49
Ácido linoleico (C18:n2)	19,36 ± 0,16
Ácido oleico (C18:n1)	8,91 ± 0,30
Ácido palmítico (C16:n0)	7,29 ± 0,17
Ácido esteárico (C18:n0)	3,84 ± 0,09

Fuente: (Cisternas et al., 2022)

1.1.4 Beneficios del aceite de la semilla de *S. hispanica L.*

Dado que el aceite de chía es considerado una excelente fuente de omega 3, ya que contiene aproximadamente un 62% de este ácido graso, además es rico en compuestos nutricionales, los cuales le confiere diversos beneficios, tales como regular la presión arterial, mejorar la captación de glucosa, prevenir la obesidad y mantener la flexibilidad de las membranas celulares. Muchos de estos beneficios se deben a que el aceite de

chía reduce la producción de grasas saturadas y trans, las cuales suelen tener efectos negativos en la salud de las personas (Arenas & Rincón, 2020).

1.2 Ácido hialurónico

El ácido hialurónico es un glicosaminoglicano compuesto por unidades repetidas de ácido D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina con propiedades hidrófilas, que a su vez permite retener seis litros de agua por cada gramo de ácido hialurónico, lo que le determina una hidratación intensa (Vasconcelos et al., 2020).

Además, el ácido hialurónico es abundante en la matriz extracelular de la dermis y epidermis y es sintetizado principalmente por fibroblastos, mediante la acción de enzima presente en la membrana plasmática, llamada ácido hialurónico sintetasa, así como por los queratinocitos de la epidermis (Vasconcelos et al., 2020).

Las propiedades fisicoquímicas y biológicas singulares del ácido hialurónico le confieren una gran variedad de usos. Su adaptabilidad genera un notable interés, lo que se refleja en su amplia comercialización global (Silva et al., 2023).

En los procedimientos estéticos el uso de este producto cosmético ayuda a modificar surcos, arrugas, aumenta el volumen de los labios, ayuda a corregir cicatrices de acné, corrección nasal, aportando armonización facial (Vasconcelos et al., 2020).

1.3 La piel

1.3.1 Estructura de la piel.

La piel está formada por distintas capas bien caracterizadas y las cuales difieren en su anatomía y su función: epidermis, dermis e hipodermis.

Epidermis. Es la capa más externa de la piel y tiene un grosor que varía entre 0,5 mm y 1,5 mm, está compuesta principalmente por queratinocitos y melanocitos, que forman un sistema binario. También contiene funciones inmunológicas como las células Langerhans y de Merkel de función sensorial poco conocida. Está formada por varias

capas, que incluyen la capa basal, el estrato espinoso, el estrato granuloso y la capa córnea. Sin embargo, los queratinocitos son las células que producen queratina, una proteína que ayuda a formar conexiones físicas entre las células de la piel y refuerza las paredes celulares. El tiempo total de renovación de la epidermis es de alrededor de 2 meses. Además de ser la capa externa de la piel, también da origen a estructuras como las uñas, las glándulas sudoríparas y las unidades pilosebáceas (Tortora & Derrickson, 2017).

Dermis. Está situada por debajo de la epidermis y está constituida por el tejido conectivo, sustancia fundamental y células. Es un tejido de espesor variable, que contiene los vasos sanguíneos, células inmunológicas, glándulas sudoríparas, folículos sebáceos, receptores sensoriales que reaccionan a la presión o la temperatura, el dolor y las terminaciones nerviosas sensibles. Los principales componentes de la dermis son las fibras de colágeno y elastina, asegurando que la piel sigue siendo fuerte, flexible y elástica (Marieb & Hoehn, 2018).

Hipodermis. La hipodermis también conocida como panículo adiposo o tejido celular subcutáneo, está constituido por células grasas llamadas adipocitos. Estas células se organizan en lóbulos, las cuales están separadas por tejido conectivo conocido como septos o tabiques interlobulillares (Mescher, 2018).

1.3.2 Funciones de la piel.

La piel es el órgano más grande del cuerpo, su función principal es separar al organismo del medio ambiente:

Función de protección. Permite impedir tanto la salida del organismo de sustancias imprescindibles para la vida (líquidos y células), como la entrada de sustancias nocivas: bacterias, cuerpos extraños y radiaciones solares.

Función de termorregulación. Regula la temperatura corporal a través de mecanismos como la sudoración y la vasodilatación, que dispersa el calor

Función del tacto. Existen una serie de elementos y terminaciones nerviosas que se localizan en la piel y que constituyen el sentido del tacto.

Función de secreción y excreción. Mediante las glándulas sudoríparas y las sebáceas, la piel elimina las sustancias sobrantes del metabolismo del organismo (Smith et al.,2020).

1.4. Fitocosméticos

Son productos cosméticos elaborados a partir de extractos vegetales. Estos productos se derivan de principios activos vegetales obtenidos de diversas partes de las plantas. Se aplican en diferentes partes del cuerpo para mejorar su apariencia, limpieza, suavidad, brinda fortaleza, restauración, protección y mantenimiento. lo que los hace ideales como alternativas y materias primas para la industria. Por lo que es posible encontrar plantas para todas las necesidades de la piel (Ahmed et al., 2022).

Los principales componentes que debe tener en la formulación fitocosmética son ingredientes simples y biológicos. Los simples incluyen emolientes, espesantes, humectantes, conservantes, emulsionantes, neutralizantes y estabilizantes. Mientras que los biológicos incluyen sustancias antiacné, antioxidantes, fragancias, protectores solares y colorantes (Ahmed et al., 2022).

1.4.1 Funciones de los fitocosméticos en el cuidado de la piel

La función principal de los fitocosméticos en el cuidado de la piel es mejorar su salud mediante ingredientes que pueden restablecer la homeostasis del cuerpo, preservar la humedad, la protección de radiación ultravioleta y factores ambientales, favoreciendo la regeneración celular, lo cual nos permite alcanzar un estado de bienestar del individuo (Spirit, 2021)

1.4.2 Metabolitos especializados de interés en la cosmeceútica

Son compuestos polifenólicos que se encuentran formados por 3 anillos: benzopirano 2-fenil, se hallan ampliamente distribuidos estos compuestos en las plantas superiores principalmente en las partes aéreas como las hojas, flores, y frutos. Son de diversas estructuras y de acuerdo a las variaciones en la estructura se pueden encontrar; flavonas, flavanonas, isoflavonas, chalcona entre otros. Los seres humanos necesitan de estas sustancias químicas para protegerse del estrés oxidativo (Panche et al., 2016).

Estos compuestos fenólicos son solubles en agua y capaces de precipitar las proteínas y formar sales con los alcaloides. De acuerdo a ello, tienen la capacidad de curtir la piel y de ser astringentes. Se dividen en dos grupos los taninos hidrolizables o pirogálicos y los taninos no hidrolizables y condensados, ambos estudiados por su actividad antioxidante. Aunque tienen otras propiedades farmacológicas que se reportan, entre las que se encuentran: antidiarreica, antibacteriana, anticarcinogénica, cicatrizante y hemostática (Chávez et al., 2019).

Estos compuestos glicósidos están constituidos por un anillo terpenoide o esteroidal conocidos como aglicón o genina. Tienen propiedades tensoactivas, es decir son anfifílicos. Poseen una amplia actividad biológica y farmacológica destacando sus propiedades como antiinflamatorio, antifúngico, antiagregante plaquetario, antihipercolesterolémico, antioxidante entre otras actividades (Abrashev et al., 2021).

1.5. Emulgel

1.5.1. Definición y características.

Es una combinación de una emulsión y gel, tanto la emulsión de aceite en agua como la de agua en aceite, y actúan como vehículo para administrar distintos medicamentos a la piel. Este tipo de preparación semisólida tiene una excelente capacidad de penetración en la piel. La incorporación de un agente gelificante en la fase acuosa, transforma una emulsión estándar en un emulgel (Sharma & Rathod, 2023).

1.5.2. Ventajas y desventajas de emulgel

El emulgel tiene diversas propiedades ventajosas, como no manchar, soluble en agua, emoliente, fácilmente removible y translúcido, buena vida útil, untable y una apariencia agradable (Sharma & Rathod, 2023).

En cambio, a pesar de sus propiedades ventajosas, también presentan desventajas, como riesgo de reacciones alérgicas e irritación cutánea en individuos con piel sensible, algunos fármacos tienen baja permeabilidad a través de la piel (Mahesh et al., 2021).

1.6 Componentes de emulgel

Los excipientes son componentes esenciales en las formulaciones de los emulgel porque facilitan la preparación, administración y estabilidad del producto. En un emulgel se emplean en diversos tipos de excipientes como agentes gelificantes, emulsionantes, conservantes y humectantes. Los agentes gelificantes como el carbopol de 940, dan estructura y consistencia al emulgel, permitiendo una aplicación sobre la piel. Los emulsionantes como el Tween 80% son fundamentales para estabilizar la mezcla de agua y aceite, garantizando una distribución uniforme de los ingredientes activos. Además, los conservantes como el metilparabeno y propilparabeno evitan el crecimiento de microorganismos (Cueto et al., 2019). Mientras que el aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L. (chía) actúa como emoliente, suavizante y protegiendo la piel. La Trietanolamina se usa para ajustar el pH de la formulación, asegurando su compatibilidad con la piel. La esencia de la menta puede añadirse para una fragancia agradable y una sensación refrescante (Patel et al., 2021).

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo de titulación es una investigación de tipo experimental-cuasi experimental, que se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, en el cual se diseñó un emulgel fitocosmético a partir del aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L (chía) y ácido hialurónico, empleando métodos estadísticos y tecnológicos pertinentes.

2.2 Enfoque de la investigación

En este estudio, se utilizó un enfoque metodológico mixto para emplear el aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L. (chía) y ácido hialurónico, en la elaboración de un emulgel fitocosmético. Se ensayaron diferentes formulaciones del emulgel con diversas concentraciones del aceite, agentes viscosantes y emulgentes considerando como variables respuestas algunas propiedades físicas y tecnológicas.

2.3 Población y muestra

Se partirá del aceite de la semilla de *Salvia hispanica* L. (chía), suministrada por la Tienda de alimentos naturales de la empresa CHAKRA SEEDS, AKASHA, FOOD, RACHEL SALT CO, ubicada en la Ciudad de Cotacachi, Imbabura, Ecuador.

2.4 Variables de estudio

2.4.1 Variable dependiente

Emulgel fitocosmético con propiedades físicas y tecnológicas

2.4.2 Variable independiente

Aceite de la semilla de chía y ácido hialurónico

2.5 Materiales y Métodos

2.5.1 Materiales

- Agitador de vidrio
- Espátula con mango de madera 280 mm
- Probetas de 50 - 100 mL
- Pipetas graduadas y volumétricas 5 - 10 mL
- Mortero porcelana con pilón
- Vasos de precipitados de 50 - 100 mL PYREX

2.5.2 Equipos

- Balanza analítica (PIONEER OHAUS)
- pH metro (OAKTON pH 2700)
- Viscosímetro Fungilab Husillo (spindle) L4
- Batidora (UMCO)
- Refractómetro (ANTON PAAR)
- Centrífuga (LW Scientific Model E8)

2.5.3 Reactivos y sustancias

Productos de limpieza Dr. José Romero

- Ácido hialurónico
- Metilparabeno
- Propilparabeno
- Carbopol 940
- Trietanolamina
- Aceite mineral
- Etanol 96°
- Agua destilada

Laboratorio de Cevallos

- Tween 80

Productos de limpieza Quimiplast

- Esencia de menta

2.6 Métodos

2.6.1 Control de calidad del aceite de la semilla de chía.

Las determinaciones se realizaron por triplicado siguiendo la metodología establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) y Farmacopea de los Estados Unidos (USP 38, 2015).

2.6.1.1 Caracteres organolépticos.

Color: se depositó en un vaso de precipitación una cantidad significativa del aceite y se realizó el análisis visual correspondiente.

Olor: con la ayuda de una tira de papel de filtro de aproximadamente 10 cm, se evaluó el olor del aceite.

Aspecto: con la ayuda de un tubo de ensayo se llenó hasta la mitad para observar el aspecto.

2.6.1.2 *Determinación de la densidad relativa del aceite de chía.* Para este proceso se colocó el picnómetro vacío y seco (previamente tarado), en una balanza analítica de marca PIONEER OHAUS. Posteriormente, se le agregó agua destilada y se volvió a pesar, Luego de vaciar el picnómetro, se vierte la muestra de aceite de chía, se pesa nuevamente y se copia el dato obtenido. El cálculo de la densidad relativa se realizó aplicando la siguiente fórmula.

$$D_{25} = \frac{M_1 - M_0}{M_2 - M_0}$$

Donde

D25: densidad relativa a 25 0C

M: peso del picnómetro vacío (g)

M₁: peso del picnómetro con la muestra (g)

M₂: peso del picnómetro con agua (g)

2.6.1.3 *Determinación de índice de refracción.* Se procedió a limpiar y calibrar el equipo a 25°C, con mucho cuidado. Luego, se colocó la muestra de aceite de chía, previamente filtrada (libre de impurezas) en el prisma del refractómetro ANTON PAAR. La muestra se deposita gradualmente, evitando que sobrepase su reservorio. Después de que se realiza la lectura se debe limpiar con papel filtro, agua destilada y finalmente con alcohol.

2.6.1.4 *Determinación de pH.* Se utilizó un vaso de precipitación vacío para realizar los lavados respectivos del electrodo. Para iniciar el procedimiento, se colocó una muestra de aproximadamente 25 mL en un vaso precipitado de 50 mL. Se calibró el equipo OAKTON pH 2700 con el buffer correspondiente (Fisher Scientific USA LOT 190071), luego se retiró y se lavó el electrodo con agua destilada. Después, se secó cuidadosamente y se introdujo en el aceite sin moverlo.

2.6.2 *Desarrollo de formulación base del emulgel.*

De manera preliminar se desarrollaron tres formulaciones de emulgel base siguiendo la metodología desarrollada por Tasneem et al. (2021). Los componentes de las formulaciones base se muestran en la Tabla 3.

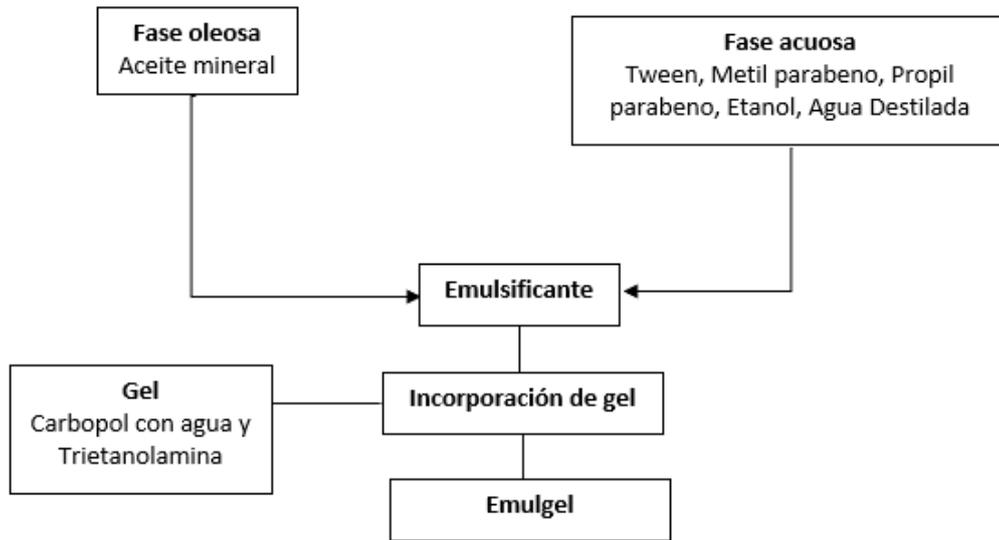
Tabla 3. Formulaciones base de emulgel

Componentes	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Carbopol 940	1,3	1,5	1,5
Tween 80	4	4	6
Etanol	5	5	5
Aceite mineral	27	27	20
Metilparabeno	0,18	0,18	0,18
Propilparabeno	0,02	0,02	0,02
Trietanolamina	cs	cs	cs
Agua destilada	100	100	100

Todos los componentes de las formulaciones son de calidad farmacéutica y su procedencia y marca se visualizan en el acápite 2.5.3 Reactivos y sustancias.

La metodología de preparación de las formulaciones base del emulgel se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Método de Preparación del emulgel



Los ingredientes se pesaron con precisión de acuerdo con las cantidades calculadas. Los emulgeles se prepararon en tres pasos siguiendo la metodología de Tasneem et al., (2021) y Sharma & Rathod (2023).

- 1er paso: Preparación de la emulsión aceite/agua.

La fase acuosa se agita a velocidad media con ayuda de la batidora (UMCO) y gradualmente se le añade la fase oleosa. La agitación se mantuvo durante unos 15 minutos hasta que se formó la emulsión.

- 2do paso: Preparación del gel

Se llevó a cabo mezclando el Carbopol 940 en agua empleando la batidora a baja velocidad hasta que no observaran grumos. Luego, se ajustó el pH (5,5 a 6,5) añadiendo trietanolamina.

- 3er paso: Preparación del emulgel.

La emulsión preparada se le agregó gota a gota en el gel en una relación 1:1 con una velocidad de agitación media durante 15 minutos.

2.6.3 Evaluación de las propiedades físicas del emulgel.

Una vez que se desarrollaron las formulaciones base del emulgel, se evaluaron por triplicado, algunas propiedades físicas como apariencia, color, homogeneidad, pH y extensibilidad a los 5 días.

Apariencia y color: La apariencia del emulgel se evaluó sobre la base de una inspección visual.

Homogeneidad: La homogeneidad se evaluó mediante la apariencia visual del emulgel después se aplicó como capa fina en el portaobjetos. Se consideró la presencia de grumos.

Las mediciones de pH se realizaron dispersando aproximadamente 1 g de la formulación en 10 mL de agua destilada y luego la posterior inmersión en el electrodo de vidrio del pHmetro (acápite 2.6.1.4). (Tasneem et al., 2021)

Extensibilidad: Para la determinación del área de extensibilidad de las formulaciones, se realizó con ayuda de un papel milimetrado, se colocó un punto central de referencia y ejes para orientar la obtención de los valores. Este papel se colocó debajo de la placa de vidrio, sobre la cual se colocó 2 g de muestra. Luego se colocó otra placa de vidrio sobre la muestra, el tiempo empleado es de 5 minutos y las determinaciones se realizaron por triplicado.

Expresión de los resultados:

$$E = A = \pi(d_1 \times d_2)/4$$

Donde:

A= área de circunferencia formada en (cm²)

d₁ y d₂ = Diámetros perpendiculares a la circunferencia formada (cm)

E= Extensibilidad del producto (cm²)

2.7 Diseño de un emulgel fitocosmético de chía y ácido hialurónico

Se realizó el diseño de un emulgel de uso cosmético, incorporando como ingredientes activos el ácido hialurónico y aceite de semillas chía. Basado en los resultados obtenidos de las formulaciones bases se estudiaron 8 formulaciones donde se variaron los contenidos de Carbopol 940 (1-1,5%), tween 80 (3-5%) y agua destilada. Los parámetros evaluados fueron características organolépticas, pH y extensibilidad. La tabla 4 muestra las corridas desarrolladas (Li et al., 2017).

Tabla 4. Componentes de las formulaciones del emulgel fitocosmético de chía y ácido hialurónico (%).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Aceite de chía	15	15	15	20	20	20	20	15
Ácido hialurónico	4	4	4	4	4	4	4	4
Carbopol	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1	1.5
Metilparabeno	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Propilparabeno	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tween 80	4	4	6	6	4	6	4	6
Trietanolamina	cs							
Etanol	5	5	5	5	5	5	5	5
Esencia de menta	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Agua destilada csp	100	100	100	100	100	100	100	100

F: Formulación

Las formulaciones se elaboraron a escala de laboratorio, 100 g de cada una, en orden aleatorio, tomando en consideración el modelo de la formulación de emulgel base óptima, tal como se lo detalla en la figura 1.

2.7.1 Evaluación de las formulaciones de emulgel de chía y ácido hialurónico

Determinación de las propiedades organolépticas: para la determinación de este parámetro se examinó el color, olor, consistencia, textura de cada una de las formulaciones.

En la evaluación del pH y la extensibilidad de las formulaciones se siguió las metodologías descritas en los acápites 2.6.4.

2.8 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de las formulaciones seleccionadas (F4 y F5) se realizó considerando pruebas de aceptabilidad y de preferencia. Se realizaron encuestas a 34 estudiantes de séptimo y noveno semestre y siete profesores de la carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Técnica de Machala. Se consideraron diferentes criterios, efectos percibidos y atributos de los productos elaborados. Los participantes tuvieron que seleccionar un término descriptivo (numérico) para cada atributo de la evaluación sensorial antes y después de la aplicación de las formulaciones. En la encuesta se incluyeron preguntas sobre el sexo, la edad, el tipo de piel y la frecuencia de uso de cremas cosméticas. Las preparaciones fueron presentadas en envases de vidrio transparente con tapa metálica, codificadas con números uno y dos, sin otra información adicional. El formato de la encuesta se muestra en el anexo 1, donde se detallan las características que se consideraron para su evaluación.

2.9 Escalado a nivel de planta piloto de la formulación óptima

Se elaboraron tres lotes de 500 g de la formulación 5 considerando las siguientes propiedades: organolépticas, pH, extensibilidad (acápite.2) y además la viscosidad. Todos los parámetros se evaluaron por triplicado.

La viscosidad se midió mediante el viscosímetro (fungilab) a una temperatura constante de 25°C. Se emplea el husillo (spindle) L4 a una velocidad de 20 rpm. Cada muestra de era 250 mL. La evaluación de este parámetro se llevó a cabo mediante 4 horas después de la elaboración del emulgel inicial.

2.9.1 Estudio preliminar de estabilidad física de la formulación final.

2.9.1.1 Centrifugación. Se evaluaron tres lotes de planta piloto. Se llevó a cabo a tiempo cero y tres días después de su elaboración. Se colocó 5g de muestra en el tubo de ensayo y se centrifugaron (LW Scientific Model E8) a 3000 rpm durante 15 minutos a una temperatura de 25 °C.

2.9.1.2 Test de ciclo de congelación - descongelación. Las formulaciones seleccionadas son expuestas a cambios de temperatura controlada durante un período de 24 horas en el equipo de refrigeración de la marca INDURAMA modelo Frost free ERT44. Durante este experimento, las muestras fueron expuestas a temperaturas extremas, comenzando desde en el primer día fue de -5°C y el segundo día alcanzando fue 25°C. Se mantendrá en cada temperatura un día completo.

2.9.1.3 Análisis de datos. Los datos fueron procesados empleando el software estadístico Jamovi en su versión 2.4.8.0. Las variables cuantitativas se describieron mediante la media y la desviación estándar.

3. Resultados y Discusión

3.1 Características físicas del aceite de chía (*Salvia hispanica*)

Los parámetros físicos son esenciales, porque permiten verificar si la materia prima se encuentra en condiciones adecuadas para ser utilizada, asegurando así la calidad del producto. La tabla 5 presenta los parámetros físicos evaluados al aceite de *Salvia hispanica* (chía), los que incluyen: color, aspecto, densidad relativa, índice de refracción, solubilidad y pH.

Tabla 5. Caracterización física del aceite de *Salvia hispanica* (chía)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
PARÁMETROS	$\bar{x} \pm S$
COLOR	Amarillo Translúcido
ASPECTO	Viscosante
DENSIDAD RELATIVA 25°C (g/mL)	0,97 \pm 0,08
ÍNDICE DE REFRACCIÓN 40°C	1,4353 \pm 0,0826
SOLUBILIDAD ETANOL (%)	Inmiscible
pH	5,09 \pm 0,428

El aceite de chía mostró una coloración amarillo translúcido, olor característico de los aceites que contienen los omega, no desagradable, y un aspecto homogéneo sin partículas en dispersión, lo cual coincide con descripciones previas de este tipo de aceite (Núñez et al., 2020; Parada-Ruiz et al., 2019).

La densidad relativa medida a 25 °C fue de 0,97 \pm 0,08 g/mL, un índice de refracción de 1,4353 \pm 0,0826 y un pH de 5,09. Estos valores son muy cercanos a los reportados por Segura et al. (2014) y Gasca (2024) de 0,9241, quienes describen densidades similares para aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados. La densidad relativa es crucial en el desarrollo de emulgeles, ya que influye en la estabilidad de la emulsificación y la textura del producto final. El valor de pH obtenido coincide con los reportados por autores como Coelho et al. (2021) en aceites naturales utilizados en

productos de cuidado de la piel. El aceite de chía se reportó como inmisible en etanol, comportamiento esperable en para un aceite.

En resumen, el aceite de chía evaluado cumple con las especificaciones de calidad mínimas requeridas para su empleo en formulaciones cosméticas, destacando su pH y sus propiedades organolépticas.

3.2 Desarrollo de las formulaciones base del emulgel.

El desarrollo de una formulación base de emulgel constituye un paso fundamental en este trabajo, ya que permite familiarizarse con una forma farmacéutica no convencional que combina las características de los geles y las emulsiones, con procedimientos de elaboración diferentes.

En este estudio, se desarrollaron tres formulaciones base utilizando concentraciones variables de Carbopol 940, Tween 80, aceite mineral y otros componentes los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Parámetros físicos de las formulaciones base de emulgel

F. Base	Apariencia	Separación de Fase	pH	Homogeneidad	Extensibilidad (cm ²)
1	Blanco	Sin separación de fase	5.09 ± 0.428	++	61.2 ± 47.4
2	viscoso cremoso		5.52 ± 0.081	++	23.8 ± 8.85
3			5.44 ± 0.190	+++	33.5 ± 8.67

Las formulaciones desarrolladas mostraron una apariencia blanca y viscosa, sin evidencia de separación de fases, lo que refleja una emulsificación estable y un proceso adecuado de mezcla. La homogeneidad varió de ++ a +++, indicando diferencias en la distribución de los componentes, probablemente asociadas con las concentraciones de emulsificantes y el método de preparación. Estas características son importantes para garantizar la aceptabilidad sensorial final de este tipo de formulación.

Los resultados obtenidos muestran una relación directa entre el pH y la extensibilidad de las formulaciones. El pH osciló entre $5,09 \pm 0,428$ y $5,52 \pm 0,081$, valores compatibles con el pH fisiológico de la piel. Cabe mencionar que este trabajo de investigación se basó en estudios realizados por Tasneem et al., (2021) y Sharma & Rathod (2023), donde los valores del pH oscilaron entre 5.45 - 5.28 respectivamente. Estos valores se ajustan con ayuda de la trietanolamina. La extensibilidad varió entre $23,8 \pm 8,85 \text{ cm}^2$ y $61,2 \pm 47,4 \text{ cm}^2$, valores que permiten establecer condiciones óptimas para futuras formulaciones.

En conclusión, este paso preliminar permite sentar las bases para el diseño del emulgel final con aceite de chía y ácido hialurónico, mejorando el conocimiento sobre este tipo de formulación cosmética avanzada.

3.3 Diseño de un emulgel fitocosmético a partir el aceite de chía y ácido hialurónico

Los emulgeles se destacan como una de las formas de dosificación tópica más eficaces, gracias a su superior capacidad de liberación y penetración en comparación con otros tipos de preparación tópica convencional. La selección adecuada de sus componentes es un elemento muy importante para su correcto uso en cosmética.

El diseño del emulgel fitocosmético se realizó con ocho formulaciones que variaron en la concentración de Carbopol, Tween 80 y agua destilada, utilizando el aceite de chía como fase oleosa y ácido hialurónico como ingrediente activo. Los resultados se presentan en la Tabla 7 donde se muestra una evaluación completa de la apariencia, separación de fases, pH, homogeneidad y extensibilidad de las formulaciones.

Las formulaciones se caracterizaron por una apariencia blanca y viscosa, con homogeneidad de +++ a ++++ y sin evidencia de separación de fases similar a las formulaciones base. El pH osciló entre $5,20 \pm 0,174$ y $5,49 \pm 0,244$, manteniéndose

dentro del rango fisiológico adecuado para la piel, lo que minimiza el riesgo de irritación cutánea.

Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los encontrados por Poudel, et al., (2020) en donde se obtuvo valores que oscilan entre 5.00, los mismos que se encuentran dentro del rango pH en la piel. En cuanto a la extensibilidad, los valores variaron entre $34,7 \pm 6,07 \text{ cm}^2$ y $68,8 \pm 18,0 \text{ cm}^2$, lo que refleja diferencias en la viscosidad y la distribución uniforme del emulgel. Formulaciones con mayores valores de extensibilidad, como la F1 y F8, ofrecen mejores condiciones para su esparcimiento, mientras que formulaciones como la F7, con valores más bajos,

Tabla 7. Parámetros físicos de las formulaciones diseño de un emulgel fitocoméstico a partir el aceite de chía y ácido hialurónico

Formulaciones	Apariencia	Separación de Fase	pH	Homogeneidad	Extensibilidad (cm ²)
1	Blanco viscoso cremoso	Sin separación de fase	5.20 ± 0.174	+++	48.8 ± 18.0
2			5.42 ± 0.125	+++	45.1 ± 6.10
3			5.49 ± 0.244	+++	38.8 ± 5.02
4			5.43 ± 0.0764	++++	47.7 ± 8.91
5			5.39 ± 0.267	++++	52.0 ± 12.3
6			5.21 ± 0.183	+++	40.5 ± 8.69
7			5.39 ± 0.342	+++	34.7 ± 6.07
8			5.21 ± 0.189	+++	40.6 ± 8.73

En sentido general las ocho formulaciones se comportaron de manera muy cercana, en cuanto a los parámetros evaluados, lo cual permite afirmar que las variaciones en las concentraciones de gelificante y emulsionante ensayadas no influyen marcadamente en su calidad tecnológica de estas preparaciones. No obstante, se seleccionaron las formulaciones 4 y 5 para continuar los estudios por presentar valores de pH cercanos a la piel, extensibilidad mayor y buena homogeneidad, que se logró visualizar cuando se colocaban en el portaobjeto.

3.4 Evaluación Sensorial

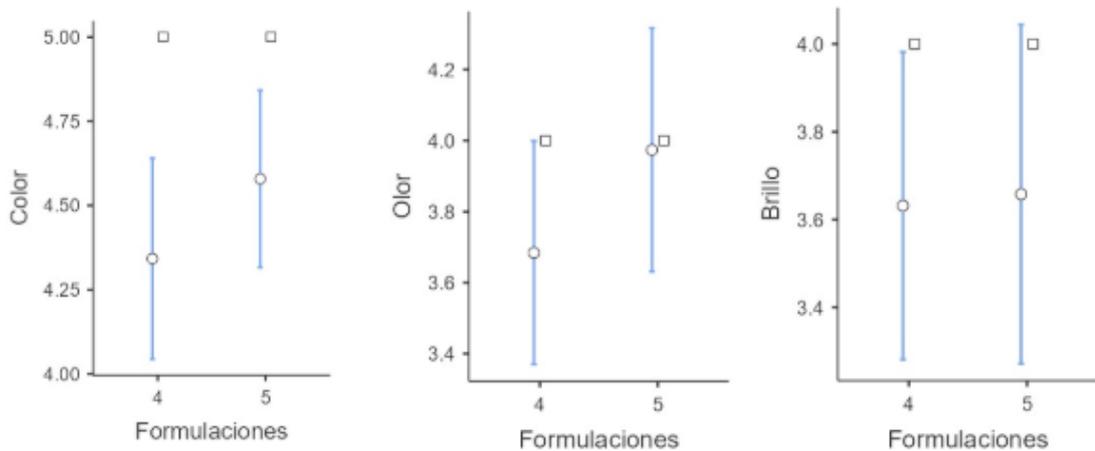
Las formulaciones 4 y 5 se sometieron a un análisis sensorial para evaluar su aceptación y desempeño en condiciones reales de uso. Los participantes fueron mayoritariamente estudiantes de los últimos semestres de la carrera de Bioquímica y Farmacia, con edades que oscilaban entre 21 y 32 años. También aportaron información profesores del área con conocimiento en la temática. Del total, 11 (26,8%) eran hombres y 30 (73,1%) mujeres.

Como parte de la caracterización de la muestra se solicitó información sobre el tipo de piel que presentaban, obteniendo como resultado el predominio de la piel mixta, constituyendo el 56,1% del total, seguida por la piel grasa con un 29,3%, 9,8 % piel seca y sensible solo 2 personas (4,9%). Igualmente se preguntó sobre la frecuencia de uso de cremas y se encontró que el 78,1% de los participantes usaban las cremas cosméticas todos los días o frecuentemente, el resto no usaban cremas. Sería beneficioso para estudios posteriores, que todos los evaluadores tengan experiencia en el uso de este tipo de preparación cosmética.

Para determinar la idoneidad de las formulaciones F4 y F5, se escogieron indicadores vinculados con la sensación y la calidad tecnológica, antes de frotarlas, durante y tras su aplicación.

La figura 2 muestra los resultados de la evaluación del olor, color y el brillo de las dos formulaciones.

Figura 2. Comparaciones de las propiedades organolépticas entre dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico

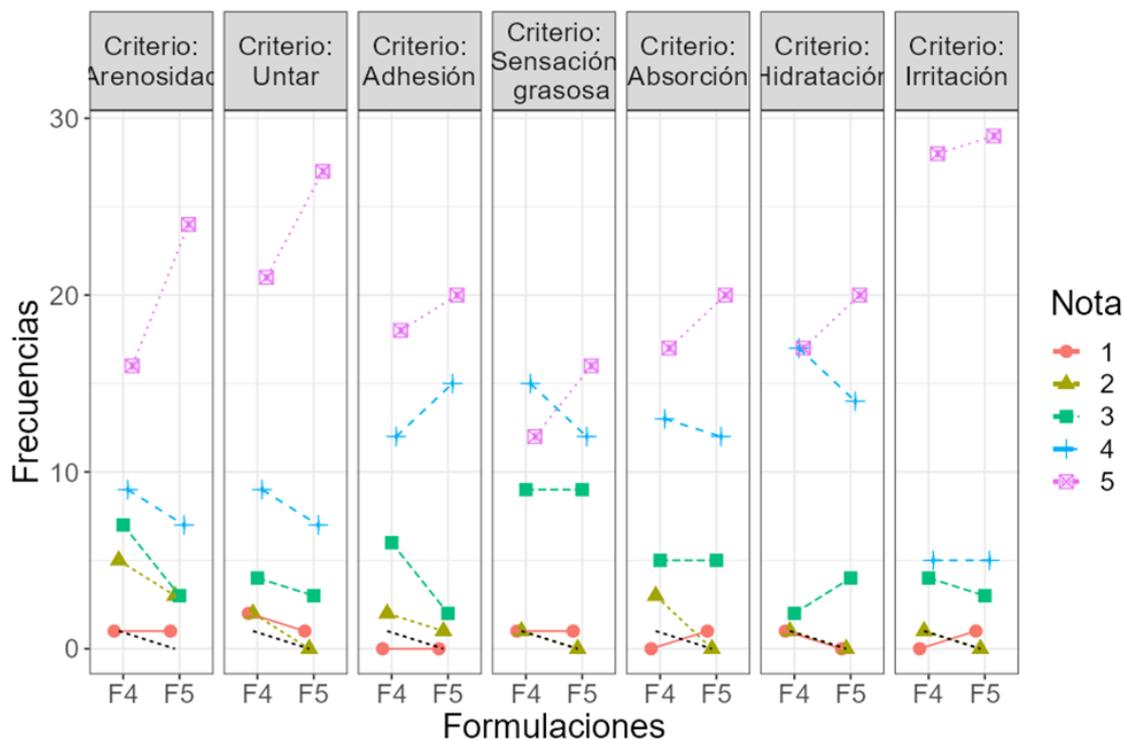


En sentido general las dos formulaciones mostraron buena aceptación en cuanto al olor, color y brillo, obteniendo criterios de valoración por parte de los jueces superiores a 3. El olor detectado fue el característico de los excipientes y el aceite de chía. Visualmente se detectó que la formulación 5 tiene mayor aceptación en cuanto a color y olor, que la formulación 4, sin embargo, estadísticamente mediante la prueba u de Mann Whitney no se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Además, es importante destacar que no se identificaron grumos en ninguna de las formulaciones, lo que respalda su calidad y aceptabilidad.

La figura 3 muestra los criterios de los jueces durante la aplicación de los emulgeles.

Figura 3. Evaluación sensorial de dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico



Los criterios que más alta calificación recibieron fueron: Arenosidad/grumos (1. mucha - 5. ninguna); Capacidad para untar (1.muy difícil- 5. fácil) e Irritación (1.muy irritante - 5. nada irritante). No obstante, todas las propiedades sensoriales evaluadas alcanzaron calificaciones superiores a 3 por más del 85% de los jueces, cumpliendo con el criterio de aceptación fijado. En todos los criterios se observa las mayores puntuaciones en la formulación 5.

Transcurrido el tiempo de aplicación se evaluó la presencia de película residual (1. película excesiva - 5. sin película), pegajosidad (1. muy pegajosa - 5. no pegajosa) e irritación (1. muy irritante - 5. no irritante) donde de igual manera se corroboró que las dos formulaciones alcanzaban elevadas puntuaciones (>3) (Tabla 8).

Tabla 8. Evaluación sensorial de dos formulaciones de emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico transcurrido el tiempo de aplicación

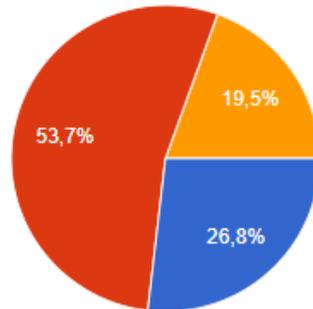
Criterios	Formulaciones		Total
	F4	F5	
Película residual			
2	4	2	6
3	3	3	6
4	16	17	33
5	15	16	31
Pegajosidad			
2	3	2	5
3	6	4	10
4	8	8	16
5	21	24	45
Irritación			
2	0	1	1
3	2	2	4
4	6	5	11
5	30	30	60

Finalmente, con el objetivo de definir la preferencia o no por alguna de las formulaciones se solicitó a los jueces su criterio cuyos resultados aparecen en la figura 4.

Figura 4. Preferencia y recomendación de las formulaciones de emulgel

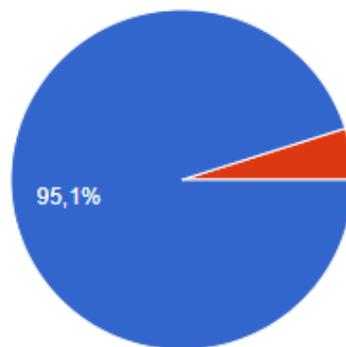
Preferencia de las formulaciones

41 respuestas



Recomendarías algunas de las formulaciones

41 respuestas



La evaluación sensorial permitió conocer la percepción final de los participantes sobre las formulaciones 4 y 5 del emulgel. Al consultar la preferencia entre ambas formulaciones, el 53,7% eligió la formulación 5, mientras que el 26,8% prefirió la formulación 4, y el 19,5% no mostró preferencia. Estos resultados sugieren que la formulación 5 presentó mejores características, en términos de textura, extensibilidad o sensación posterior a la aplicación. Adicionalmente, se indagó sobre la disposición de los participantes a recomendar el emulgel a otras personas. El 95,1% respondió afirmativamente, lo que indica un alto grado de aceptación y satisfacción con estos

productos. Solo el 4,9% manifestó que no lo recomendaría, lo que podría estar relacionado con preferencias individuales o tipos de piel específicos.

Estos hallazgos destacan la viabilidad del emulgel como un producto cosmético con buen potencial de aceptación en el mercado. La evaluación sensorial realizada permitió determinar la aceptación y los factores (textura, extensibilidad y sensación) que influyen en la experiencia del usuario y en la compatibilidad con pieles secas, grasas o sensibles.

3.5 Formulaciones óptimas del diseño del emulgel fitocosmético

Las formulaciones óptimas para el diseño de un emulgel fitocosmético representa un aspecto esencial en este trabajo, ya que facilita el conocimiento de una forma farmacéutica innovadora que integra las propiedades de los geles y las emulsiones, empleando métodos de elaboración específicos.

Se elaboraron tres lotes de la formulación 5 a mayor escala de producción, cuyos emulgeles mostraron propiedades organolépticas óptimas. Presentaba un aroma agradable a menta y un tono blanco. Su textura era suave, proporcionando una sensación hidratante y de rápida absorción al aplicarse sobre la piel, sin dejar una sensación grasosa o incómoda.

Tabla 9. Característica Organolépticas, pH, extensibilidad y viscosidad de los tres emulgeles de aceite de chía y ácido hialurónico

Resultados $\bar{x} \pm S$				
Lote	Característica Organolépticas	pH	Extensibilidad (cm²)	Viscosidad
1	color blanco	4.13 ± 0.436	45.8 ± 17.8	5832.7
2	aspecto homogéneo	4.15 ± 0.252	46.2 ± 8.62	5907.7
3	olor característico	4.09 ± 0.451	59.4 ± 4.07	5836.3

En la tabla 9 aparecen los resultados de pH, extensibilidad y viscosidad de los emulgeles elaborados. Los valores obtenidos fueron de 4.15 ± 0.25 , 4.09 ± 0.45 , esto sugiere una compatibilidad con la piel, lo que indica que el producto es potencialmente no irritante, dado que el pH en la superficie de la piel oscila de 4 y 6. Según señalado por la literatura por Lukić et al., (2021). En cuanto a la extensibilidad se registraron valores de $45.8 \pm 17.8 \text{ cm}^2$, $59.4 \pm 4.07 \text{ cm}^2$, lo cuales se mantuvieron dentro del rango adecuado. Esto asegura una distribución uniforme y una buena capacidad de esparcimiento sobre la piel, evitando la formación de grumos.

El análisis de viscosidad de las formulaciones cosméticas realizado al comienzo del estudio, no evidenció cambios significativos. Los valores obtenidos se mantuvieron dentro del rango establecido de 4000 a 18000 centipoises, lo cual garantiza que el emulgel se conserve en su forma y cohesión, evitando que sea demasiado fluida o excesivamente densa para su aplicación Djjobie Tchienou et al., (2018)

3.6 Estudio de estabilidad preliminar

3.6.1 Centrifugación. La centrifugación de los tres lotes de emulgel nos permitió evaluar la eficacia de los agentes emulsionantes presentes en las formulaciones, manteniendo su apariencia homogénea. Este proceso se utilizó para acelerar los fenómenos de inestabilidad o degradación en los emulgeles. Al inicio del estudio, el emulgel presentaba una consistencia homogénea con una apariencia brillante y uniforme. En la figura 5 se observa el comportamiento de las formulaciones tras el proceso de centrifugación. Sin embargo, tras la centrifugación, no se observó separación de fases Gandomkar et al., (2023).

Figura 5. Estabilidad preliminar de la formulación 5 del emulgel por centrifugación



3.6.2 *Test de ciclo de congelación - descongelación.* En el análisis de estabilidad los tres lotes evaluados fueron sometidos a fluctuaciones térmicas entre 5 °C y 25 °C, como se detalla en la Tabla 9. Se observó que estos cambios de temperatura no afectaron el color ni el aroma de los productos, manteniendo intactas sus características organolépticas.

Tabla 10. Ciclo de estrés congelación / descongelación (n=3)

Resultado $\bar{x} \pm S$		
Temperatura 5°C - 25°C		
Lote	pH	Extensibilidad
1	5.12 \pm 0.0802	25.2 \pm 0.683
2	4.72 \pm 0.137	33.7 \pm 3.07
3	4.53 \pm 0.0608	39.6 \pm 4.17

Con respecto a los resultados indican una relación directa del pH y la extensibilidad de los tres lotes del emulgel de aceite de chía y ácido hialurónico. El pH osciló entre 5.12 \pm 0.0802 - 4.53 \pm 0.0608, permaneciendo dentro del rango fisiológico lo que reduce a no tener el riesgo de irritación para la piel. Los resultados concuerdan con las investigaciones previas realizadas por Benítez et al., (2023) donde los valores del pH oscilaron entre 5.5-4.5, lo cual se encuentra en el rango normal de pH de la piel. Con respecto a los valores obtenidos de su extensibilidad oscila entre de 25.2 \pm 0.683 cm², 39.6 \pm 4.17 cm². En cuanto a la consistencia, que incluye la textura y la capacidad de

extenderse, no se detectaron alteraciones. Sin embargo, es relevante mencionar que, a temperatura ambiente, la extensibilidad del emulgel mejoró ligeramente, lo que podría sugerir una preferencia de uso a dicha temperatura. Por último, en el pH se observaron variaciones menores que permanecieron dentro los parámetros de aceptación.

CONCLUSIONES

- Los parámetros físicos analizados, como el pH, densidad y índice de refracción del aceite de chía (*Salvia hispanica*), cumplieron los valores estandarizados.
- Se logró diseñar un emulgel a partir del aceite de semilla de *Salvia hispanica* L. (chía) y ácido hialurónico, evaluando el efecto de la concentración de los agentes gelificantes y emulsionantes en la calidad tecnológica, obteniendo una formulación con características físicas y tecnológicas óptimas.
- Se realizó la evaluación sensorial y se determinó que la formulación 5 mostró una mayor aceptación.
- Se evaluó de manera preliminar la estabilidad física y se mantuvieron las mismas características de la formulación 5, lo que nos brindó información sobre su comportamiento en condiciones de estrés.

RECOMENDACIONES

- Profundizar en los análisis fitoquímicos del aceite de chía (*Salvia hispanica*) con el propósito de desarrollar nuevas alternativas farmacéuticas.
- Llevar a cabo investigaciones de estabilidad largo plazo para el emulgel fitocosmético planteado en este diseño.
- Realizar estudios biológicos, tanto *ex vivo* como *in vivo*, que permitan demostrar la eficacia del emulgel propuesto.
- Evaluar el potencial de irritación dérmica del producto cosmético desarrollado.

Bibliografías

- Abd Rashed, A., & Rathi, D. N. G. (2021). Bioactive components of Salvia and their potential antidiabetic properties: A review. *Molecules*, 26(10), 3042. <https://doi.org/10.3390/molecules26103042>
- Abrashev, M.; Stekolshchikova, E. & Stavrianidi, A. (2021). Aspectos cuantitativos de la hidrólisis de las saponinas del ginseng: aplicación en el análisis HPLC-MS de productos a base de hierbas. *J. Ginseng Res.*, 45, 246–253. doi: [10.1016/j.jgr.2020.07.001](https://doi.org/10.1016/j.jgr.2020.07.001)
- Adejokun, D., & Dodou, K. (2020). Quantitative Sensory Interpretation of Rheological Parameters of a Cream Formulation. *Cosmetics*. 7(1), 2. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7010002>.
- Ahmed, I. A., Mikail, M. A., Zamakshshari, N. H., Mustafa, M. R., Hashim, N. M., & Othman, R. (2022). Trends and challenges in phytotherapy and phytocosmetics For skin aging. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(8), 103363. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103363>
- Alves de Lima, J., Lopes de Oliveira, D., & de Freitas Mariano, E. (2021). Comunicação Científica: uma análise da natureza dos fitocosméticos como tecnologia para Educação Ambiental. *REMEA- Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 38(1), 27–49. <https://doi.org/10.14295/remea.v38i1.12228>
- Ayerza (h), R. (2019). Variaciones en el contenido de proteína, lípidos y ácidos grasos de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.) producida comercialmente en Ecuador. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, (22), 11. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i22.1785

- Arenas Bustos, I., & Rincón Durán, M. C. (2020). Formulación y evaluación de la eficiencia de cápsulas de aceite de chía por medio del método de secado por pulverización (spray-drying). Universidad de los Andes
- Benítez Pardillo, T., Dávila Sandoval, J. A., Jiménez Espiñeira, O., Suárez Vanegas, S. B., & García Silvera, E. E. (2024). *Desarrollo de una línea facial en la carrera de Estética Integral: propuesta de formulaciones* [Development of a facial line in the Comprehensive Aesthetics program: formulation proposal]. Revista Cuatrimestral "Conecta Libertad", 7(3), 25-43. Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License
https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/347/547?utm_source=chatgpt.com
- Briceño, L., Zabala, A., Toro, G., & Calderón, L. (2023). Caracterización ecográfica de los efectos de la hialuronidasa en complicaciones por uso de sustancias de relleno a nivel facial. *Revista GICOS*, 8(1), 114-124.
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/351/3514065010/>
- Brignone, SG., Ravetiti, S.&, Palma, SD. (2020). Efectos biológicos de la Vitamina C y su implicancia en el diseño de formulaciones tópicas. *Revista Española de Ciencia Farmaceutica (rescifar)*, 1(2):169-82
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/142293/CONICET_Digital_Nro.e8b2d3ac-454a-4db1-8a5c-716de88c22ee_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Bordón, M. G. (2022). Estabilización y conservación del aceite de chía (Salvia hispanica L.) y su aplicación en alimentos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba

- Carrillo, C.; Gutiérrez, M.; Muro, M.; Martínez, R. & Torres, O. La Chía Como Súper Alimento y Sus Beneficios En La Salud de La Piel. Rev. Fac. Med. U.N.A.M 2017, 12, 24. <https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr171c.pdf>
- Cisternas, C., Farías, C., Muñoz, L., Morales, G., & Valenzuela, R. (2022). Composición química, características nutricionales y beneficios asociados al consumo de chía (*Salvia hispanica* L.). *Revista chilena de nutrición*, 49(5), 625-636. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000600625>
- Combaila, A. (2021). *Piel sana in corpore sano: consejos prácticos para tener una piel sana, bonita y radiante*. Grijalbo.
- Coelho, M., Silva, P. M., & Rodrigues, A. S. (2021). Natural oils in cosmetics: Stability and skin benefits. *International Journal of Cosmetic Science*, 43(1), 19-28. <https://doi.org/10.1111/ics.12691>
- Cueto, Y. L., Ortega, W. L., & Sotomayor, R. G. (2019). Sistemas de entrega de fármacos autoemulsificables: una plataforma de desarrollo alternativa para la industria farmacéutica colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Químicas y Farmacéuticas*, 48(2), 260-269 http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182019000200260
- Chavez, B. I., Van Amburgh, M. E., & Rober, P. E. (2019). Condensed tannins in tropical forages: An overview of their relevance and management in ruminant production. *Agricultural Systems*, 176, 102665. <https://doi.org/10.3390/molecules27238273>
- De Oliveira Araújo, M. S., Sousa, S. P., das Dores Bezerra, T. M. da Silva, T. P., Silva, T. A., & Evangelista, G. B. B. (2020). Uso de fitocosméticos no

tratamento da acne. *Revista Brasileira Interdisciplinar de Saúde (ReBIS)*, 2(3). <http://revista.rebis.com.br/index.php/revistarebis/article/view/170>

DJIOBIE TCHIENOU, G. E., TSATSOP TSAGUE, R. K., MBAM PEGA, T. F., BAMA, V., BAMSECK, A., DONGMO SOKENG, S., & NGASSOUM, M. B. (2018). Multi-response optimization in the formulation of a topical cream from natural ingredients. *Cosmetics*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010007>

Dini, I., & Laneri, S. (2021). The New Challenge of Green Cosmetics: Natural Food Ingredients for Cosmetic Formulations. *Molecules*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26133921>

Dong, B.-X., Qiu, F., Li, Q., Shu, S.-L., Yang, H.-Y., & Jiang, Q.-C. (2019). The Synthesis, Structure, Morphology Characterizations and Evolution Mechanisms of Nanosized Titanium Carbides and Their Further Applications. *Nanomaterials*, 9(8), 1152. <https://doi.org/10.3390/nano9081152>

Khalid, W., Arshad, M. S., Aziz, A., Rahim, M. A., Qaisrani, T. B., Afzal, F., ... & Anjum, F. M. (2023). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): A therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 3-16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3035>

Gasca Betanzos, H. (2024). Elaboración de membranas compuestas con quitosano y aceite de chía (*Salvia hispánica* L.). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla <https://hdl.handle.net/20.500.12371/21185>

Gandomkar, M., Pasdaran, A., & Yousefi, G. (2023). Development of an anti-acne cream based on natural oils: Investigation of the effect of ingredients on rheology, texture properties, and physical stability. *Trends in*

- Grancieri, M., Martino, H. S. D., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 480-499. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12423>
- Lukić, M., Pantelić, I., & Savić, S. D. (2021). Towards optimal ph of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products. *Cosmetics*, 8(3), 69. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>
- Mahesh , B., Bhanudas, A., & Rajendra, S. (2021). Emulgel Approach to Formulation Development: A Review. *Biosci Biotech Res Asia* 2021;18(3). <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2931>
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2018). *Human Anatomy & Physiology*. 11th Edition. Pearson.
- Madaan, R., Bala, R., Zandu, S. K., & Singh, I. (2020). Formulation and characterization of fast dissolving tablets using *Salvia hispanica* (Chia Seed) mucilage as super disintegrant. *ACTA Pharmaceutica Science*, 58(1), 69. <https://doi.org/10.23893/1307-2080.aps.05805>
- Malavi, S., Kumbhar, P., Manjappa, A., Chopade, S., Patil, O., Kataria, U., & Disouza, J. (2022). Emulgel tópico: consideraciones básicas en el desarrollo y la investigación avanzada. *Revista India de Ciencias Farmacéuticas* , 84 (5) DOI: [10.52711/2231-5713.2023.00053](https://doi.org/10.52711/2231-5713.2023.00053)
- Mescher, A. L. (2018). *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas*. 15th Edition. McGraw-Hill Education.

- Milutinov, J., Krstonošić, V., Ćirin, D., & Pavlović, N. (2023). Emulgels: Promising Carrier Systems for Food Ingredients and Drugs. *Polymers*, 15(10), 2302. <https://doi.org/10.3390/polym15102302>
- Motyka, S., Koc, K., Ekiert, H., Blicharska, E., Czarnek, K. y Szopa, A. (2022). Estado Actual del Conocimiento sobre *Salvia hispanica* y semen de *Salviae hispanicae* (Semillas de Chía). *Moléculas*, 27 (4), 1207. <https://doi.org/10.3390/molecules27041207>
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Patel, B. M., Kuchekar, A. B., & Pawar, S. R. (2021). Emulgel Approach to Formulation Development: A Review. *Pharma Excipients*, 18(3), 459-465. <https://doi.org/10.13005/bbra/2931>
- Parcheta, M., Świsłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., Choińska, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials* (Basel, Switzerland), 14(8), 1984. <https://doi.org/10.3390/ma14081984>
- Parhi, S., Afrose, N., Rajendran, K. y Narayanasamy, D. (2025). Formulación basada en diseño compuesto central (CCD), optimización, caracterización *in vitro* y *ex vivo* de emulgel cargado con 5-fluorouracilo para una mejor penetración dérmica y el tratamiento de la psoriasis. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 1–32. <https://doi.org/10.1080/03639045.2025.2464782>
- Poudel, A., & Aryal, B. (2020). *Formulation Development of Antimicrobial Gel Using Chia Seed Mucilage*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 12(12), 1571-1574. <https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol12issue12/jpsr12122008.pdf>

- Sharma, A., & Rathod, S. (2023). Preparation, Standardization and Evaluation of Pharmaceutical Dosage Form. *International Journal of Pharmaceutical Research and Applications*, Vol 8, pag 1483-1501. [DOI: 10.35629/7781-080214831501](https://doi.org/10.35629/7781-080214831501)
- Shrestha, M., Shrestha, S., & Shrestha, N. (2022). Chemical Composition, Health Benefits and Applications of Chia seeds: A Review. *Tribhuvan University Journal of Food Science and Technology*, 31-37. <http://dx.doi.org/10.3126/tujfst.v1i1.49934>
- Sefla, M.K. (2015) Diseño de una planta para la extracción de aceite vegetal comestible del aceite vegetal comestible de la semillas de chía (*Salvia hispánica* L.) mediante el prensado.
- Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*, 05(03), 220-226. <https://doi.org/10.4236/as.2014.53025>
- Silva, J. N. H. da., Mota, E. S. L., Freitas, L. da S., Oliveira, D. D., Sousa, G. R., & Vicente de Miranda, C. (2023). Eficácia do ácido hialurônico no antienvhecimento facial presente em cosméticos. *EVISTA SAÚDE ULTIDISCIPLINAR*, 14(1). <https://doi.org/10.53740/rsm.v14i1.642>
- Spirit, M. (2021). Phytocosmetics, the revolution for healthy beauty. Mediterranean Spirit Natural Skin Care. <https://mediterraneanspirit.es/en/phytocosmetics-therevolution-for-a-healthy-beauty/>
- Smith, J., Brown, L., & Williams, K. (2020). *Fisiología de la piel*. Editorial Médica.

- Tasneem, R., Khan, H. M. S., Zaka, H. S., & Khan, P. (2021). Development and cosmeceutical evaluation of topical emulgel containing Albizia lebbeck bark extract. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(4), 1588-1595. <https://doi.org/10.1111/jocd.14244>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). *Principles of Anatomy and Physiology*. 15th Edition. Wiley.
- Vasconcelos, S. C. B., Nascente, F. M., Souza, C. M. D. de., & Rocha Sobrinho, H. M. da. (2020). O uso de ácido hialurónico no rejuvenecimiento facial . *Revista Brasileira Militar de Ciências*, 6(14). <https://doi.org/10.36414/rbmc.v6i14.28>
- Vidarte Ureta, C. C., Huerta Cordero, A. W., Jimenez Figueroa, E., & Neira Tircio, D. C. (2021). Enfermedades dermatológicas, diagnóstico diferencial, causas y tratamiento. *Domonio de las Ciencias*, 7(6), 1276-1294 <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2394>

ANEXOS

Anexo 1 Evaluación sensorial mediante encuesta de séptimo y noveno semestre (n=41)

Evaluación sensorial

Solicitamos su colaboración para la selección de la mejor formulación de **emulgel con fines cosméticos de aceite de chía y ácido hialurónico**, parte de un trabajo de titulación de estudiantes de la carrera de Bioquímica y Farmacia. Frente a usted se presentan dos formulaciones que contienen estos ingredientes activos. Aplique una porción de cada una de ellas sobre el dorso de su mano; tomando una muestra a la vez. Indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada atributo para cada formulación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Edad *

2. Sexo *

Marca solo un óvalo.

Femenino

Masculino

3. Tipo de piel que presenta *

Marca solo un óvalo.

Seca

Grasa

Mixta

Sensible

4. Con qué frecuencia utiliza cremas cosméticas *

Marca solo un óvalo.

- todos los días
- una vez a la semana
- ocasionalmente
- No uso cremas cosméticas

Color

Marque la opción que mejor describe su valoración sobre el indicador a evaluar

5. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Des: 1 2 3 4 5 Agradable

6. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Des: 1 2 3 4 5 Agradable

Olor

7. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Des: 1 2 3 4 5 Agradable

8. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Des; Agradable

Brillo

9. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

No b Muy brillante

10. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

No b Muy brillante

Arenosidad/grumos

11. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muc Ninguna

12. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Ninguna

Capacidad para untar

Durante la aplicación

13. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Fácil de untar

14. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Fácil de untar

Adhesión

Durante la aplicación

15. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy No pegajosa

16. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy No pegajosa

Sensación grasosa

17. Formulaci3n 1 *

Marca solo un 3valo.

1 2 3 4 5

Muy No grasa

18. Formulaci3n 2 *

Marca solo un 3valo.

Absorci3n

19. Formulaci3n 1 *

Marca solo un 3valo.

1 2 3 4 5

Lent R3pida

20. Formulaci3n 2 *

Marca solo un 3valo.

1 2 3 4 5

Lent R3pida

Hidrataci3n

21. Formulaci3n 1 *

Marca solo un 3valo.

1 2 3 4 5

Nad Muy hidratante

22. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Nad Muy hidratante

Irritación

23. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Nada irritante

24. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Nada irritante

Película residual

Después de la aplicación

25. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Pelí Sin película

26. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Pelí Sin película

Pegajosidad

Después de la aplicación

27. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy No pegajosa

28. Formulación 2 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy No pegajosa

Irritación

Después de la aplicación

29. Formulación 1 *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy Nada irritante

30. Formulaci3n 2 *

Marca solo un 3valo.

1 2 3 4 5

Muy Nada irritante

31. Preferencia entre las dos formulaciones*

Marca solo un 3valo.

- Formulaci3n 1
- Formulaci3n 2
- No tengo preferencias

32. Recomendarías alguna de las cremas a otra persona*

Marca solo un 3valo.

- si
- no

ANEXO 2 *Elaboraci3n de las diferentes formulaciones*



ANEXO 3 *Pruebas de pH en formulaciones*



ANEXO 4 *Muestras para ensayo de centrifugación*



ANEXO 5 *Extensibilidad en formulaciones*



ANEXO 6 *Ensayo de viscosidad del emulgel*



ANEXO 7 *Congelación del emulgel*

