



UNIBE

UNIVERSIDAD DE IBEROAMERICA

UNIVERSIDAD DE IBEROAMÉRICA

FACULTAD DE FARMACIA

EVALUACIÓN TEÓRICA Y EXPERIMENTAL DE UN TÓNICO
DERMOCOSMÉTICO A BASE DE *CALENDULA OFFICINALIS* Y
HAMAMELIS VIRGINIANA COMO COADYUVANTE EN EL
TRATAMIENTO DEL ACNÉ: ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PARA SU
VIABILIDAD

NOMBRE(S) DEL(LAS) SUSTENTANTE(S):

NICOLLE ALEJANDRA LARA CÁCERES

ASHLEY SIDNEY LÓPEZ VALVERDE

TUTOR:

DR. ADRIÁN BRENES BOLAÑOS

AÑO
2025

MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIATURA EN FARMACIA

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal realizar una evaluación teórica y experimental de un tónico facial dermocosmético elaborado con extracto de *Calendula officinalis* obtenido de forma local, y extracto de *Hamamelis Virginiana* importado, con la finalidad de determinar su potencial terapéutico como coadyuvante en el tratamiento del acné.

Para poder obtener los compuestos que posee la *Calendula officinalis*, se le realizó una extracción por medio de Soxhlet con etanol como solvente, el cual fue llevado al rotavapor para ser concentrado, y seguidamente se le realizaron las pruebas de reactivo de Shinoda, cromatografía de capa fina, prueba de capacidad antioxidante DPPH, espectroscopía infrarroja, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y espectrofotometría UV-VIS.

En cuanto a la planta de *Hamamelis virginiana*, la investigación se centró en un análisis teórico sobre las propiedades de importancia en relación con la patología del acné

Se elaboró un tónico facial utilizando extracto de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana*, y posteriormente este producto fue sometido a pruebas de control de calidad en las cuales se incluyeron la determinación de parámetros de pH, viscosidad y densidad.

Finalmente, en el extracto de *Calendula officinalis*, se determinó la presencia de compuestos de interés para su uso como adyuvante en el tratamiento del acné. Por su parte, el análisis teórico del *Hamamelis virginiana* también mostró que posee propiedades que podrían ser beneficiosas para la patología; así, ambos extractos, actuando de manera sinérgica, pueden contribuir eficazmente como coadyuvantes en el tratamiento del acné. Asimismo, se logra evidenciar que el producto formulado es una opción competente dentro del sector dermocosmético, ya que cumple con los parámetros establecidos de control de calidad sin variaciones en su formulación posterior a estar 90 días en prueba de estabilidad acelerada.

Dedicatoria

Nicolle Alejandra Lara Cáceres

Agradezco a Dios, primeramente, por darme el privilegio de estudiar Farmacia, y a mí por ser tan valiente y decidida a superarme.

A mis padres, Héctor Luis Lara y Laidy Sirehida Cáceres Larios, por convertir mis sueños en los suyos; por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermano menor, Randy Jessel Lara Cáceres.

A todas aquellas personas que Dios puso en mi camino para que esto sea posible.

Gracias a todos.

Dedicatoria

Ashley López Valverde

Agradezco a Dios, profundamente, por darme la oportunidad de estudiar una carrera tan humana como Farmacia, y por siempre estar a mi lado.

A mis padres, Marvin Gerardo López Gutiérrez y Elsie Valverde Quesada, por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A mi hermano, Marvin Steven López Valverde.

A mis abuelos, Fausto López Navarrete y Luisa Gutiérrez Cortes, que me han dado la motivación para seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

Agradecimientos

Nicolle Alejandra Lara Caceres

Primeramente, agradezco a Dios, por permitirme cumplir mis anhelos y llegar hasta este punto en mi carrera, por no abandonarme y darme la fuerza para seguir adelante a pesar de los momentos difíciles.

Al Dr. Douglas Oviedo y al profesor José Rivera, ya que siempre estuvieron a nuestra disposición ante cualquier duda, la mínima.

Al Dr. Adrián Brenes Bolaños, por incentivarlos y por compartir sus conocimientos con nosotras para que este trabajo fuera posible.

A los asistentes de laboratorio, don Henry y Taylor, infinitas gracias.

A mis padres y mi hermano, ustedes fueron los primeros en creer en mí, los amo.

Y por supuesto, a mi compañera Ashley, por llorar y reír conmigo durante todo este proceso, ha sido difícil, pero sé que valdrá la pena, gracias, Ash, en un futuro recordaremos estos momentos y estoy segura de que no reiremos...

Agradecimientos

Ashley López Valverde

Quiero expresar un gran sentimiento de gratitud al Dr. Adrián Brenes Bolaños, por sus conocimientos brindados para la realización del trabajo final de graduación y por su voluntad de aceptarnos como tesisistas.

Al Dr. Adam Amey, por su conocimiento y ayuda en el momento que más lo necesitamos, y al Dr. Douglas Oviedo y al profesor José Rivera, por su voluntad de ayudar siempre a sus estudiantes.

A mis amigos de universidad, principalmente, a mi compañera de tesis, Nicolle, que en medio de las adversidades hemos tratado de dar siempre lo mejor para que todo salga excelente.

Tabla de contenidos

Contenido

| | |
|-------------------------------------------|----------|
| Resumen..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos | iv |
| Tabla de contenidos | vi |
| Lista de imágenes..... | xi |
| Lista de tablas | xiii |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Introducción | 2 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 4 |
| 1.3 Objetivos..... | 5 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.3. Justificación e hipótesis | 6 |
| 1.4. Antecedentes | 7 |
| 1.4.1. Antecedentes históricos | 7 |
| 1.4.2. Antecedentes internacionales | 7 |
| 1.4.3. Antecedentes nacionales..... | 8 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. Piel..... | 10 |
| 2.2. Tipos de piel | 11 |
| 2.3. Clasificación de la piel..... | 12 |
| 2.4. Lesiones de la piel | 13 |
| 2.5. La piel: anatomía y funciones..... | 14 |
| 2.6. Epidermis | 14 |
| 2.7. Dermis..... | 14 |
| 2.8. Hipodermis | 15 |
| 2.9. Funciones de la piel | 15 |
| 1. Función protectora: | 15 |
| 2. Función endocrina:..... | 15 |
| 3. Curación de heridas: | 15 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. | Función exocrina: | 16 |
| 5. | Función inmunitaria: | 16 |
| 2.10. | Patologías | 16 |
| 2.11. | Generalidades sobre enfermedades cutáneas | 17 |
| 2.12. | Dermatitis | 18 |
| 2.13. | Espongióticas | 19 |
| 2.14. | Psoriasis | 20 |
| 2.15. | Liquen plano | 20 |
| 2.16. | Vitíligo | 21 |
| 2.17. | Cáncer de piel | 22 |
| 2.18. | Cuidado de la piel (<i>Skincare</i>) | 23 |
| 2.19. | Cosméticos naturales | 24 |
| 2.20. | Normativa internacional para productos cosméticos | 25 |
| 2.21. | Introducción al acné como problema de salud | 26 |
| 2.22. | Definición y clasificación del acné | 26 |
| 2.23. | Patogénesis del acné | 27 |
| 2.23.1. | Hiperseborrea | 27 |
| 2.23.2. | Hiperqueratinización | 27 |
| 2.23.3. | Colonización por <i>Cutibacterium acnés</i> | 27 |
| 2.24. | Tratamientos actuales: terapias tópicas, sistémicas y uso de coadyuvantes | 28 |
| 2.25. | Terapias tópicas | 28 |
| 2.26. | Terapias sistémicas | 29 |
| 2.27. | Coadyuvantes | 29 |
| 2.28. | Fundamentos de la fitoterapia aplicada al acné | 30 |
| 2.29. | Ventajas de los productos naturales frente a los tratamientos convencionales | 30 |
| 2.29.1. | Baja toxicidad | 30 |
| 2.29.2. | Perfil de seguridad favorable | 30 |
| 2.29.3. | Menor riesgo de resistencia bacteriana | 30 |
| 2.30. | Descripción de las plantas utilizadas | 31 |
| 2.30.1. | <i>Hamamelis virginiana</i> | 31 |
| 2.30.1.1. | Distribución | 31 |
| 2.30.1.2. | Composición química | 31 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.30.1.3. | Propiedades | 32 |
| 2.30.2. | <i>Calendula officinalis</i> | 33 |
| 2.30.2.1. | Distribución | 34 |
| 2.30.2.2. | Composición química | 34 |
| 2.30.2.3. | Propiedades | 34 |
| 2.31. | Desarrollo de dermocosméticos con extractos naturales | 36 |
| 2.31.1. | Introducción a los dermocosméticos: definición y clasificación | 36 |
| 2.31.2. | Factores clave en la formulación de productos tópicos (pH, compatibilidad, estabilidad) | 37 |
| 2.31.3. | Importancia de los excipientes y su interacción con los principios activos | 38 |
| 2.32. | Análisis bibliográfico de extractos comerciales y naturales | 38 |
| 2.32.1. | Métodos de extracción de <i>Hamamelis virginiana</i> y <i>Calendula officinalis</i> : ventajas y limitaciones | 38 |
| 2.32.2. | Comparación teórica entre extractos comerciales y naturales: estudios previos sobre composición química, pureza y seguridad | 39 |
| 2.32.3. | Rol de los métodos analíticos (espectroscopia IR, cromatografía de gases, etc.) en la caracterización de extractos | 40 |
| 2.32.4. | Ensayo de Shinoda, cromatografía de capa fina y tipos de flavonoides | 40 |
| 2.32.5. | Compatibilidad y estabilidad teórica de los excipientes seleccionados | 43 |
| 2.32.6. | Principales excipientes utilizados en tónicos faciales para pieles propensas al acné | 43 |
| 2.32.7. | Compatibilidad química y física entre principios activos y excipientes | 45 |
| 2.32.8. | Estrategias para garantizar la estabilidad del producto final: consideraciones teóricas basadas en literatura científica | 46 |
| 2.32.9. | Impacto clínico y potencial terapéutico del tónico facial | 47 |
| 2.32.10. | Beneficios esperados del uso del tónico como coadyuvante en el tratamiento del acné | 47 |
| 2.32.11. | Limitaciones del desarrollo teórico y áreas para futuras investigaciones (pruebas de eficacia clínica) | 48 |
| | CÁPITULO III: MARCO METODOLÓGICO | 49 |
| 3.1. | Enfoque | 50 |
| 3.2. | Tipo de investigación | 51 |
| 3.3. | Fuentes de Información | 52 |
| 3.4. | Criterios de la búsqueda de información | 53 |
| 3.5. | Criterios de inclusión y exclusión | 55 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6. | Variables de la investigación..... | 56 |
| 3.7. | Tabla de variables de la investigación..... | 58 |
| 3.8. | Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos | 60 |
| 3.8.1. | Objetivo específico 1 | 60 |
| 3.8.2. | Objetivo específico 2..... | 60 |
| 3.8.3. | Objetivo específico 3..... | 61 |
| 3.9. | Descripción de instrumentos y técnicas..... | 61 |
| 3.9.1. | Objetivo específico 1. Técnica para analizar la eficacia terapéutica | 61 |
| 3.9.2. | Tabla Comparativa de plantas <i>Hamamelis virginiana</i> y <i>Calendula officinalis</i> y el estándar según la literatura consultada..... | 63 |
| 3.9.3. | Técnica elaboración del extracto de <i>Calendula officinalis</i> | 64 |
| 3.9.4. | Cromatografía de capa fina (TLC)..... | 68 |
| 3.9.5. | Reactivo de Shinoda | 69 |
| 3.9.6. | Prueba DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)..... | 70 |
| 3.9.7. | Prueba de IR | 76 |
| 3.9.8. | Prueba de gases acoplada a espectrometría de masas..... | 77 |
| 3.9.9. | Espectroscopía ultravioleta visible..... | 79 |
| 3.9.10. | Técnica de estabilidad del tónico: variación de pH, densidad y viscosidad | 81 |
| 3.9.10.1. | Medición de pH..... | 81 |
| 3.9.10.2. | Medición de densidad..... | 82 |
| 3.9.10.3. | Medición de Viscosidad | 84 |
| 3.9.10.4. | Condiciones aceleradas | 85 |
| 3.9.11. | Materiales, equipos y condiciones | 86 |
| 3.9.11.1. | Materiales utilizados | 86 |
| 3.9.11.2. | Equipos | 87 |
| 3.9.11.3. | Reactivos..... | 87 |
| | CÁPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS | 88 |
| 4.1. | Eficacia terapéutica de <i>Hamamelis virginiana</i> y <i>Calendula officinalis</i> | 89 |
| 4.2. | Reactivo de Shinoda | 90 |
| 4.3. | Cromatografía de capa fina (TLC)..... | 91 |
| 4.4. | Prueba DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)..... | 93 |
| 4.5. | Prueba de IR | 97 |
| 4.6. | Prueba de Gases masas | 98 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.7. Espectroscopía ultravioleta visible | 99 |
| 4.8. Medición de PH | 100 |
| 4.9. Medición de densidad | 100 |
| 4.10. Medición de viscosidad | 100 |
| 4.11. Propuesta para envase primario con etiqueta | 101 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 103 |
| 5.1. Conclusiones | 104 |
| 5.2. Recomendaciones | 106 |
| REFERENCIAS | 107 |
| CAPÍTULO VI: ANEXOS | 119 |
| Anexo 1. Obtención de la planta <i>Calendula Officinalis</i> | 120 |
| Anexo 2. Preparación de la muestra de <i>Caléndula officinalis</i> para la extracción | 120 |
| Anexo 3. Proceso de formulación del Tónico Facial | 121 |
| Anexo 4. Picnómetro utilizado para medir la Densidad del Tónico | 121 |
| Anexo 5. Spidle utilizado en el viscosímetro | 122 |
| Anexo 6. Espectrofotómetro UV-VIS utilizado | 122 |
| Anexo 7. Tónico de referencia | 123 |
| Anexo 8. Extracto de <i>Hamamelis virginiana</i> | 124 |
| Anexo 9. Esencia aromática Carnaval de Rosas | 125 |
| CAPITULO VII: APÉNDICE | 126 |

Lista de imágenes

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1. Anatomía de la piel. Tomado de Anatomy of the Skin, por Stanford Children’s Health, 2023, https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomy-of-the-skin-85-P04436 . Copyright 2023 por Stanford Children’s Health. | 11 |
| Imagen 2. Representación gráfica de la Colonización por Cutibacterium acnés. Adaptado de Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, por MediGraphic, 2014, https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2014/rmc141r.pdf . Copyright 2014 por MediGraphic. | 28 |
| Imagen 3. Hamamelis virginiana (Witch hazel). Tomado de Clemson University - College of Agriculture, Forestry and Life Sciences (s.f.), https://www.clemson.edu/cafls/demo/plant_profiles/hamamelis-virginiana-witch-hazel.html . Copyright por Clemson University. | 33 |
| Imagen 4. Calendula Officinalis Double Red. Tomado de King’s Seeds (s.f.), https://www.kingsseeds.co.nz/products/calendula-double-red . Copyright por King’s Seeds. | 35 |
| Imagen 5. Estructura general de los flavonoides y subclases de flavonoides Tomado de: Zago. M. (2022) Perfil de compuestos fenólicos libres y ligados en el coproducto del zumo de naranja. | 35 |
| Imagen 6.a) Método soxhlet b) Rotavapor c) Almacenamiento. | 68 |
| Imagen 7. Ilustración por Muestras de patrones. | 76 |
| Imagen 8. Ilustración por medición de pH. | 82 |
| Imagen 9.a) Pesado del picnómetro vacío b) Pesado del picnómetro lleno. | 84 |
| Imagen 10. Por medición de viscosidad. | 85 |
| Imagen 11. Cámara de estabilidad de productos farmacéuticos. | 86 |
| Imagen 12. Resultados de la prueba del reactivo de Shinoda. Elaboración propia, 2025. | 90 |
| Imagen 13. Resultado de las pruebas de cromatografía capa fina revelado con ultravioleta y vapores de amoníaco. Elaboración propia, 2025. | 91 |
| Imagen 14. Detección de flavonoides bajo la luz ultravioleta. | 92 |
| Imagen 15. Referencia al porcentaje de inhibición del DPPH con ácido ascórbico. Elaboración propia, 2025. | 93 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 16. Relación entre el porcentaje de inhibición del DPPH y el extracto de Calendula officinalis. Elaboración propia, 2025. | 94 |
| Imagen 17. Espectro infrarrojo para el extracto de Calendula officinalis con soxhlet. Elaboración propia, 2025..... | 97 |
| Imagen 18. Espectroscopia de masas de Calendula officinalis en Etanol. Elaboración propia, 2025. | 98 |
| Imagen 19. UV Calendula officinalis. Elaboración propia, 2025. | 99 |
| Imagen 20. Envase primario y etiqueta | 101 |
| Imagen 21. Obtención de la planta Calendula Officinalis. Elaboración propia, 2025. | 120 |
| Imagen 22. Preparación de la muestra de Calendula Officinalis para la extracción. Elaboración propia, 2025. | 120 |
| Imagen 23. Proceso de formulación del Tónico Facial. Elaboración propia, 2025..... | 121 |
| Imagen 24. Picnómetro utilizado para medir la Densidad del Tónico. Elaboración propia, 2025 | 121 |
| Imagen 25. Spidle utilizado en el viscosímetro. Elaboración propia, 2025. | 122 |
| Imagen 26. Espectrofotómetro UV-VIS utilizado. Elaboración propia, 2025. | 122 |
| Imagen 27. Tónico de referencia. Elaboración propia, 2025..... | 123 |
| Imagen 28. Extracto de Hamamelis Virginiana. Elaboración propia, 2025 | 124 |
| Imagen 29. Esencia aromática Carnaval de Rosas Elaboración propia, 2025 | 125 |

Lista de tablas

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Tabla de criterios de búsqueda de Información..... | 53 |
| Tabla 2. Variables de la Investigación..... | 58 |
| Tabla 3. Matriz Análisis de Contenido Literatura | 62 |
| Tabla 4. Comparativa de Plantas según Literatura | 63 |
| Tabla 5. Preparación de curva del ácido ascórbico | 73 |
| Tabla 6. Preparación de la curva del extracto de Calendula Officinalis..... | 74 |
| Tabla 7. Condiciones para el análisis de muestras en cromatografía de gases-masas..... | 78 |

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El presente capítulo establece el contexto general de la investigación, exponiendo la problemática que motiva su desarrollo y los fundamentos que justifican su importancia. En primer lugar, se plantea el problema de estudio, identificando sus características principales y su relevancia dentro del ámbito científico y social. Se presentan los objetivos que guían la investigación, tanto a nivel general como específico, delimitando las metas que se pretenden alcanzar.

Asimismo, se justifica la pertinencia del estudio y se formula la hipótesis, proporcionando una base teórica para la exploración del tema. Por último, se incluyen los antecedentes históricos, nacionales e internacionales relacionados con el objeto de estudio, con el fin de contextualizar la investigación dentro del marco del conocimiento existente y resaltar su contribución a la disciplina.

1.1.Introducción

El acné es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel que afecta predominantemente a adolescentes y adultos jóvenes. Se estima que entre el 80 % y el 90 % de los adolescentes experimentan algún grado de acné durante esta etapa de su vida (Archivos de Medicina, 2020). Aunque el acné es más común en adolescentes, también puede persistir en la edad adulta, afectando aproximadamente al 8 % de las personas entre 25 y 34 años (GPNotebook, 2020). Esta afección, además de ser un problema de salud física, tiene un impacto significativo en la autoestima y la calidad de vida de quienes lo padecen, generando estrés emocional y afectaciones psicológicas (Mayo Clinic, 2023).

Las terapias convencionales para el acné incluyen el uso de antibióticos, retinoides y agentes queratolíticos, los cuales pueden ser efectivos, pero presentan limitaciones significativas, como efectos secundarios adversos, el desarrollo de resistencia bacteriana, altos costos y limitada accesibilidad para ciertas poblaciones (Mayo Clinic, 2023). Estas limitaciones han generado un interés creciente en investigar alternativas naturales, como los extractos de plantas medicinales, debido a su menor toxicidad, mayor accesibilidad y propiedades terapéuticas comprobadas.

Entre las plantas con potencial terapéutico para tratar enfermedades de la piel destacan *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*. La primera, conocida como *Hamamelis*, posee propiedades astringentes y antiinflamatorias, atribuidas a su alto contenido de taninos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2020). Por otro lado, la *Calendula officinalis* es reconocida por sus efectos antisépticos, cicatrizantes y antiinflamatorios, gracias a la presencia de compuestos como flavonoides y triterpenoides (Scielo Cuba, 1999).

El desarrollo de formulaciones dermocosméticas basadas en estas plantas se alinea con las tendencias actuales del mercado, que favorecen productos naturales y sostenibles (MITECO, 2020). Este enfoque no solo responde a las necesidades de los consumidores, sino que también fomenta el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, especialmente en países como Costa Rica, con su rica biodiversidad.

1.2. Planteamiento del problema

El acné es una enfermedad inflamatoria crónica de los folículos pilosebáceos que afecta significativamente la calidad de vida de quienes lo padecen debido a su impacto físico, emocional y social (Mayo Clinic, 2023). A pesar de la disponibilidad de múltiples tratamientos convencionales, como retinoides, antibióticos y terapias hormonales, estos no están exentos de limitaciones, entre las que destacan efectos secundarios adversos, el desarrollo de resistencia bacteriana y el alto costo, lo que restringe su accesibilidad, especialmente en poblaciones vulnerables (Zaenglein et al., 2016). Esto evidencia la necesidad de explorar alternativas terapéuticas que sean efectivas, seguras y accesibles.

El propósito de esta investigación es abordar las limitaciones asociadas con los tratamientos convencionales para el acné, planteando una alternativa natural basada en los extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*. Estas plantas han demostrado propiedades terapéuticas importantes. *Hamamelis virginiana* se distingue por su acción antiinflamatoria y astringente, mientras que *Calendula officinalis* es reconocida por sus efectos antisépticos, cicatrizantes y antioxidantes (SciELO Cuba, 1999; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2020).

La investigación se desarrollará en varias etapas. Primero, se analizará el potencial terapéutico de los extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* mediante una revisión bibliográfica y el análisis de estudios previos. Posteriormente, se diseñará una formulación dermocosmética tipo tónico que integre dichos extractos, el desarrollo incluirá pruebas de control de calidad que evalúen parámetros esenciales, como pH, densidad y viscosidad (MITECO, 2020; Zaenglein et al., 2016).

Con esta investigación, se desea proponer una alternativa accesible para el tratamiento del acné mediante el desarrollo de un tónico dermocosmético a base de extractos naturales. Esto no solo responderá a las necesidades de personas afectadas por esta enfermedad, sino que también contribuirá al desarrollo de productos sostenibles, alineándose con las tendencias globales hacia el uso de ingredientes naturales y la reducción del impacto ambiental (MITECO, 2020).

La investigación abordará la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles que puedan responder a los desafíos actuales en el ámbito de la salud y el

bienestar. A través de un enfoque que busca generar conocimientos que contribuyan al avance de nuevas formulaciones en productos cosméticos y terapéuticos. Este proceso no solo permitirá mejorar la calidad de vida de los consumidores, sino que también ofrecerá oportunidades de crecimiento y diferenciación para la industria farmacéutica y cosmética.

Asimismo, el desarrollo de estas soluciones estará alineado con las tendencias globales de sostenibilidad, promoviendo el uso responsable de los recursos naturales y la implementación de tecnologías ecoeficientes. De esta manera, se fomentará la creación de productos con alto valor agregado, que satisfagan las expectativas del mercado y contribuyan al bienestar social.

1.3 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar una evaluación teórica y experimental de un tónico dermocosmético elaborado con extracto de *Calendula officinalis* obtenido localmente y extracto comercial de *Hamamelis virginiana* importado para determinar su potencial terapéutico como coadyuvante en el tratamiento del acné.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Analizar la eficacia terapéutica de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* mediante la realización de una revisión exhaustiva de literatura científica para establecer las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de los extractos, relacionándolas con la fisiopatología del acné.

2. Caracterizar el extracto de *Calendula officinalis* para la formulación de un tónico facial utilizando extracto de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana* para establecer su potencial terapéutico como coadyuvante en el tratamiento del acné

3. Evaluar el tónico facial, mediante pruebas de control de calidad fisicoquímicas garantizando su viabilidad como dermocosmético y compatibilidad con la piel.

1.3. Justificación e hipótesis

El acné es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel, es una de las patologías dermatológicas más prevalentes en el mundo (Liu et al., 2022). Aunque existen tratamientos efectivos, muchos de ellos presentan barreras de acceso debido a su alto costo, efectos secundarios adversos y la resistencia que desarrollan ciertos microorganismos frente a antibióticos tópicos y sistémicos (Zaenglein et al., 2016). Por ello, se hace necesario explorar alternativas accesibles, seguras y efectivas que mitiguen estas limitaciones.

El uso de extractos vegetales como *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* se presenta como una alternativa debido a sus propiedades terapéuticas. *Hamamelis virginiana*, comúnmente conocida como *Hamamelis*, posee efectos antiinflamatorios, astringentes y antioxidantes, lo que la hace ideal para reducir la inflamación y mejorar el estado de la piel (Leuschner et al., 2018). Por su parte, *Calendula officinalis* tiene propiedades antimicrobianas, cicatrizantes y calmantes, características valiosas en el manejo del acné (Preethi et al., 2020).

El enfoque de esta investigación es especialmente relevante en el contexto costarricense e internacional, donde las tendencias en la dermocosmética muestran un creciente interés en productos naturales que reduzcan los riesgos asociados a componentes sintéticos y sean sostenibles (Menéndez-Olivares et al., 2022). La validación fisicoquímica de parámetros como el pH, la densidad y la viscosidad permite garantizar la calidad del producto, así como su compatibilidad con la piel, factores claves en la aceptación y eficacia de productos tópicos (World Health Organization, 2021).

La presente investigación no solo busca contribuir al desarrollo de un producto potencialmente útil y accesible, sino también aportar al conocimiento científico sobre el uso terapéutico de extractos naturales, favoreciendo la innovación en farmacia y dermocosmética. Además, al abordar limitaciones metodológicas como la imposibilidad de realizar pruebas microbiológicas, se enfoca en un análisis viable, relevante y aplicable, que sirva de base para futuras investigaciones más amplias.

Hipótesis

El tónico dermocosmético elaborado con extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* cumple con los parámetros fisicoquímicos (pH, densidad y viscosidad) establecidos para productos destinados al tratamiento coadyuvante del acné. La revisión teórica evidencia que las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de los extractos seleccionados son congruentes con los requerimientos terapéuticos para el manejo del acné.

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes históricos

El uso de extractos naturales en la medicina tradicional tiene una larga historia que se remonta a civilizaciones antiguas. La *Hamamelis virginiana* fue utilizada por los pueblos indígenas de América del Norte como tratamiento tópico para inflamaciones y heridas debido a sus propiedades astringentes y calmantes. Estos conocimientos tradicionales se incorporaron posteriormente en la medicina occidental en el siglo XVIII (Leuschner et al., 2018).

La *Calendula officinalis*, conocida como *caléndula*, ha sido empleada desde la Edad Media en Europa como remedio natural para problemas de piel, incluyendo heridas, quemaduras y afecciones inflamatorias. Su inclusión en preparaciones farmacéuticas tradicionales marcó un hito en la transición del uso empírico al estudio científico de plantas medicinales (Preethi et al., 2020).

1.4.2. Antecedentes internacionales

Un estudio realizado en Alemania exploró los efectos antiinflamatorios y antioxidantes de extractos de *Hamamelis virginiana*, y encontró que los taninos y flavonoides presentes en la planta reducen significativamente la inflamación dérmica. Estos hallazgos han fomentado su uso en productos dermocosméticos a nivel global (Biesalski et al., 2019).

En la India, se investigaron las propiedades antimicrobianas y cicatrizantes de *Calendula officinalis*. Los resultados demostraron su eficacia frente a bacterias como

Propionibacterium acnes, un microorganismo relacionado con el desarrollo del acné, lo que respalda su potencial en productos específicos para esta afección (Kumar et al., 2021).

1.4.3. Antecedentes nacionales

En Costa Rica, los estudios de Rodríguez y Montero (2019) evaluaron el uso de plantas medicinales locales para la producción de fitomedicamentos. En su análisis, incluyeron *Hamamelis virginiana*, destacando su potencial antiinflamatorio como una alternativa sostenible para productos tópicos en un mercado en crecimiento. La Universidad de Costa Rica (UCR) llevó a cabo una investigación sobre el desarrollo de productos naturales dermocosméticos. Este estudio enfatizó el uso de *Calendula officinalis* en formulaciones para pieles sensibles, destacando la compatibilidad de sus componentes con las normativas locales e internacionales en cosmética (Jiménez et al., 2020).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como objetivo fundamentar teóricamente los aspectos claves relacionados con la piel, el acné y el desarrollo de formulaciones dermocosméticas a base de extractos naturales. Para ello, se abordan conceptos esenciales sobre la anatomía y funciones de la piel, proporcionando una base para comprender su fisiología y su papel en la salud cutánea.

Posteriormente, se introduce el acné como un problema de salud de alta prevalencia, describiendo su clasificación, patogénesis y los principales factores involucrados en su desarrollo, como la hiperseborrea, la hiperqueratinización y la colonización bacteriana. Asimismo, se analizan las estrategias terapéuticas actuales, incluyendo tratamientos tópicos, sistémicos y el uso de coadyuvantes, con el fin de contextualizar la importancia de nuevas alternativas en el manejo de esta afección.

Se detallan los fundamentos de la fitoterapia aplicada al acné, destacando las ventajas de los productos naturales frente a los tratamientos convencionales, como su menor toxicidad y su perfil de seguridad favorable. Se describen en detalle dos especies vegetales de interés: *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, incluyendo su distribución, composición química y propiedades terapéuticas.

Además, se examinan los principios de formulación de productos dermocosméticos con extractos naturales, abordando aspectos críticos como la compatibilidad de excipientes, la estabilidad del producto y los métodos de caracterización de extractos. Finalmente, se presentan las posibles limitaciones del desarrollo teórico y se señalan áreas de investigación futuras que pueden contribuir a la optimización de estas formulaciones.

2.1.Piel

Según Martini, la piel, como el órgano más extenso del cuerpo humano, desempeña funciones vitales que van más allá de su papel como barrera física. En este apartado, se explorarán las generalidades de su estructura y funciones, abordando desde su anatomía detallada, compuesta por la epidermis, dermis e hipodermis, hasta sus múltiples roles protectores, inmunitarios, endocrinos y exocrinos (Martini et al., 2018).

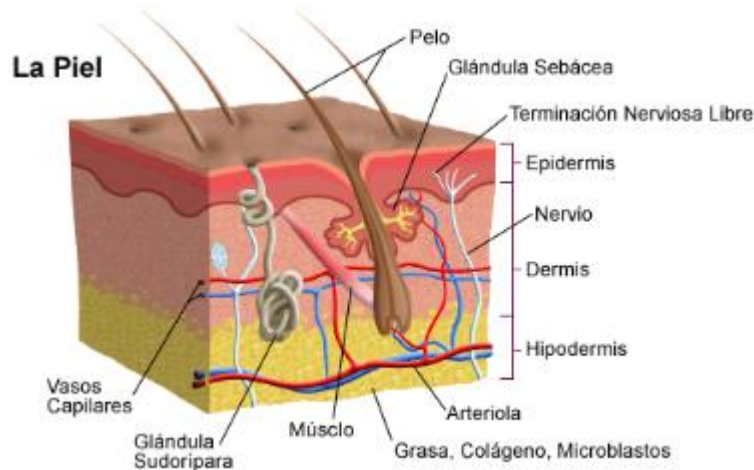


Imagen 1. Anatomía de la piel

Fuente: Tomado de Anatomy of the Skin, por Stanford Children’s Health, 2023, <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomy-of-the-skin-85-P04436>. Copyright 2023 por Stanford Children’s Health.

2.2. Tipos de piel

La piel humana se clasifica principalmente en cuatro tipos: normal, seca, grasa y mixta. La piel normal es equilibrada, con una producción adecuada de sebo y humedad, lo que le otorga una textura suave y un tono uniforme. La piel seca, en cambio, carece de suficiente hidratación, lo que puede resultar en una sensación de tirantez, descamación y una mayor vulnerabilidad a irritaciones. La piel grasa se caracteriza por una sobreproducción de sebo, lo que puede llevar a la formación de brillo en el rostro y una mayor probabilidad de desarrollar acné (Madnani, 2016).

La piel mixta es una combinación de los otros tres tipos de piel y suele presentar zonas grasas, especialmente en la zona T (frente, nariz y mentón), mientras que las mejillas pueden ser más secas o normales. Es crucial identificar correctamente el tipo de piel para seleccionar los productos adecuados que no solo optimicen su apariencia, sino que también ayuden a mantener su salud a largo plazo. Las variaciones en el tipo de piel pueden estar influenciadas por factores genéticos, hormonales y ambientales (Madnani, 2016).

Además de los factores genéticos, el tipo de piel también puede verse afectado por el envejecimiento, el clima y el cuidado adecuado o inadecuado. Por ejemplo, a medida que

envejecemos, la piel tiende a volverse más seca debido a la disminución de la producción de aceites naturales. Las personas con piel grasa pueden experimentar un aumento de la sequedad con la edad debido a los cambios hormonales y las condiciones ambientales. Es fundamental que las personas ajusten su rutina de cuidado de la piel para adaptarse a estos cambios y mantener el equilibrio necesario.

El cuidado adecuado de cada tipo de piel es esencial para evitar problemas dermatológicos a largo plazo. La piel grasa puede beneficiarse de productos que controlen el exceso de aceite, mientras que la piel seca necesita hidratantes ricos en emolientes. Reconocer las características específicas del tipo de piel de cada persona es el primer paso para lograr una rutina efectiva de cuidado de la piel (Ramasamy et al., 2019).

2.3. Clasificación de la piel

La clasificación de la piel se basa en factores como el tipo de piel, la sensibilidad y las reacciones frente a distintos estímulos ambientales o productos cosméticos. Esta clasificación es importante para determinar el tratamiento adecuado y la selección de productos que favorezcan la salud cutánea. Los dermatólogos suelen evaluar características como la hidratación, la producción de sebo y la presencia de trastornos como la rosácea o la dermatitis atópica para clasificar la piel.

Dentro de la clasificación estándar, la piel se puede dividir en cinco categorías, de acuerdo con la escala de Fitzpatrick, que tiene en cuenta la respuesta de la piel a la exposición solar. Esta escala varía desde el tipo I (piel muy clara, propensa a quemaduras) hasta el tipo VI (piel muy oscura, que rara vez se quema). Además, la piel puede presentar características mixtas, como la piel sensible, que reacciona a ciertos productos, y la piel grasa, que tiene una mayor tendencia a desarrollar imperfecciones (Berson, 2019).

Los productos cosméticos y tratamientos dermatológicos deben ser seleccionados según esta clasificación para garantizar su efectividad y evitar irritaciones. Por ejemplo, la piel sensible requiere productos hipoalergénicos que minimicen la probabilidad de reacciones adversas, mientras que la piel grasa necesita soluciones que ayuden a controlar la producción de sebo sin resecarla (Draelos, 2018). La clasificación también ayuda a personalizar rutinas de cuidado según las necesidades de cada persona.

El monitoreo continuo de las condiciones de la piel es crucial para adaptar la clasificación y tratamiento a medida que cambian factores como la edad, las condiciones ambientales y las alteraciones hormonales. Además, la identificación correcta del tipo de piel y su clasificación es fundamental en la prevención de problemas cutáneos y en la promoción de la salud dermatológica general (Draelos, 2018).

2.4.Lesiones de la piel

Las lesiones cutáneas son alteraciones o cambios en la superficie de la piel, y pueden ser causadas por una variedad de factores, como infecciones, trastornos autoinmunitarios, traumatismos o condiciones genéticas. Las lesiones cutáneas pueden ser clasificadas en primarias, que son las que aparecen directamente sobre la piel sana, como las máculas, pápulas o ampollas, y en secundarias, que son el resultado de la evolución de las lesiones primarias, como las costras o cicatrices.

Entre las lesiones cutáneas más comunes se incluyen las pápulas (lesiones elevadas, pequeñas y sólidas), las vesículas (pequeñas ampollas llenas de líquido), y las úlceras (lesiones profundas que afectan varias capas de la piel). Las lesiones pueden ser benignas, como los lunares o las verrugas, o pueden ser el resultado de afecciones más graves, como el melanoma, un tipo de cáncer de piel (Rogers et al., 2017).

El diagnóstico de las lesiones cutáneas se realiza mediante examen físico, y en algunos casos, se puede necesitar una biopsia para confirmar la naturaleza de la lesión. La identificación temprana de lesiones malignas, como el melanoma, es fundamental para mejorar el pronóstico de los pacientes. Gawkrödger (2018) menciona que el tratamiento de las lesiones cutáneas varía dependiendo de la causa subyacente, y puede incluir desde tratamientos tópicos hasta intervenciones quirúrgicas en casos graves.

Además de las lesiones visibles, algunas personas pueden experimentar síntomas como picazón, dolor o ardor debido a ciertas afecciones de la piel. El tratamiento adecuado no solo depende de la eliminación de la lesión, sino también de la gestión de los síntomas asociados para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

2.5.La piel: anatomía y funciones

La piel es el órgano más extenso del cuerpo humano, diseñado para envolver, proteger y almacenar estructuras y sustancias esenciales para la vida. Su cuidado es fundamental, ya que está expuesta a múltiples factores exógenos que pueden comprometer su integridad, tales como los rayos ultravioletas, las condiciones ambientales adversas, así como el uso indiscriminado de productos cosméticos y farmacéuticos sin prescripción o conocimiento adecuado.

De acuerdo con Arenas (2019), la piel es una barrera protectora que actúa contra el calor, la luz y las infecciones, regulando la temperatura corporal y almacenando agua y grasa. Anatómicamente, la piel se compone de tres capas con características y funciones muy diferenciadas: la epidermis, la dermis y la hipodermis (Dorado y Fraile, 2021). Cada una de estas capas cumple un papel fundamental en la homeostasis del organismo, contribuyendo a la regeneración celular, la percepción sensorial y la defensa inmunológica frente a agentes externos (Gómez y Pérez, 2020).

2.6.Epidermis

La epidermis es un epitelio plano poliestratificado y queratinizado que cubre toda la superficie corporal. Está compuesta mayoritariamente por queratinocitos en diversas fases de diferenciación, que migran desde las capas más profundas hacia la superficie. Durante este proceso, se forman cuatro capas distintas, que contribuyen a la renovación constante de la piel. Este epitelio desempeña una función crucial como primera barrera frente a agresiones externas.

2.7.Dermis

La dermis, de origen mesenquimal, constituye el soporte estructural de la piel. Su función principal es proporcionar resistencia, elasticidad y capacidad de adaptación a los movimientos y cambios de volumen corporal, como ocurre durante la ganancia o pérdida de peso. Su grosor puede alcanzar los 5 mm y está compuesta principalmente por colágeno y fibras elásticas. Conecta con la epidermis a través de la membrana basal, y aunque contiene elementos celulares, su matriz es principalmente fibroelástica.

2.8.Hipodermis

También conocida como tejido subcutáneo, la hipodermis es una capa de grasa que facilita la conexión entre la piel y estructuras más profundas como músculos y huesos. Su grosor y cantidad de conexiones varían según la edad, el sexo, la región del cuerpo y el peso. Esta capa también desempeña un papel importante en la amortiguación y almacenamiento de energía.

2.9.Funciones de la piel

Aunque comúnmente se reconoce la función protectora de la piel como su rol primordial, este órgano cumple múltiples funciones adicionales esenciales para el organismo (Dorado y Fraile, 2021):

1. **Función protectora:** Actúa como una barrera semipermeable que evita la pérdida de sustancias vitales y protege al cuerpo de la invasión de agentes nocivos del entorno. La capa córnea que forma parte de esta barrera es fundamental para la supervivencia en el entorno natural, ya que desempeña un papel clave en la regulación de la hidratación y en la protección frente a agresiones físicas, químicas y microbiológicas (Proksch et al., 2008).
2. **Función endocrina:** La piel participa en la síntesis de colecalciferol (vitamina D3), mediante reacciones químicas que ocurren en los queratinocitos, las células predominantes de la epidermis. Este proceso es crucial para el metabolismo del calcio y, en consecuencia, para la salud ósea, ya que una adecuada producción de vitamina D3 contribuye a la mineralización ósea y a la prevención de enfermedades como la osteoporosis y el raquitismo (Holick, 2011).
3. **Curación de heridas:** En su papel reparador, la piel contiene factores tisulares que activan la cascada de coagulación, un proceso que culmina en la formación de un tapón de fibrina, encargado de detener el sangrado. Este mecanismo también facilita la limpieza de la herida y la regeneración del tejido dañado, promoviendo además la activación de células inmunitarias que previenen infecciones y favorecen una cicatrización eficiente (González et al., 2020).

4. **Función exocrina:** A través de las glándulas sudoríparas y sebáceas, la piel secreta sudor y sebo. El sudor es clave en la regulación de la temperatura corporal, mientras que el sebo contribuye a mantener la piel hidratada y la protege de la sequedad. Además, estas secreciones desempeñan un papel esencial en la formación del manto ácido, una fina capa protectora que ayuda a equilibrar el pH cutáneo y a defender la piel contra microorganismos patógenos (Smith y Jones, 2018).

5. **Función inmunitaria:** Además de ser una barrera física, la piel actúa como una defensa biológica activa. Produce péptidos antimicrobianos y lípidos que alteran las membranas de bacterias y contiene células inmunitarias, como las de Langerhans, que son responsables de activar el sistema inmunológico. Estas células desempeñan un papel clave en la detección de patógenos y en la modulación de la respuesta inflamatoria, contribuyendo a la homeostasis cutánea y a la prevención de infecciones (Martínez et al., 2021).

2.10. Patologías

Según indica Kumar, las patologías se refieren al estudio de enfermedades que afectan el organismo, incluyendo su etiología, síntomas, diagnóstico y tratamiento (Kumar et al., 2020). En términos médicos, el concepto *patología* abarca desde alteraciones estructurales y funcionales hasta la identificación de procesos fisiopatológicos involucrados en diferentes enfermedades. Robbins y Cotran (2019) mencionan que el estudio de las patologías permite comprender mejor los mecanismos de las enfermedades y diseñar estrategias para su prevención y tratamiento.

McPhee y Hammer clasifican las patologías según su origen, como infecciosas, autoinmunes, metabólicas y degenerativas. Dentro de la dermatología, las patologías cutáneas abarcan un amplio espectro de enfermedades que afectan la piel y sus anexos, incluyendo trastornos inflamatorios, neoplásicos e infecciosos (Bolognia et al., 2021). Estas condiciones pueden manifestarse de manera localizada o sistémica, dependiendo de la causa subyacente.

El impacto de las patologías en la calidad de vida del paciente es un aspecto fundamental por considerar en el tratamiento. Boehncke y Schön (2015) mencionan que enfermedades como la psoriasis, la dermatitis atópica, el acné y el vitiligo pueden generar efectos psicológicos significativos, afectando la autoestima y el bienestar emocional del paciente. Por ello, el manejo integral de las patologías no solo debe enfocarse en los síntomas físicos, sino también en el soporte emocional del paciente.

La investigación en patología ha avanzado significativamente en las últimas décadas, permitiendo el desarrollo de terapias innovadoras. Según Weiss y Schoellhammer (2020), la aplicación de la biología molecular y la genómica han permitido identificar biomarcadores específicos que ayudan en el diagnóstico y tratamiento personalizado de diversas enfermedades. Esto ha dado paso a una medicina más precisa y efectiva en el manejo de múltiples patologías.

2.11. Generalidades sobre enfermedades cutáneas

Las enfermedades cutáneas comprenden una amplia variedad de trastornos que afectan la piel, el órgano más extenso del cuerpo humano. Estas afecciones pueden ser de origen inflamatorio, infeccioso, autoinmune o neoplásico, y varían en severidad desde condiciones leves hasta enfermedades crónicas graves (Bolognia et al., 2021). Tal y como indica Habif, la piel actúa como una barrera protectora frente a agentes externos, por lo que cualquier alteración en su estructura o función puede comprometer la salud general del individuo (Habif, 2019).

La etiología de las enfermedades cutáneas puede estar relacionada con factores genéticos, ambientales e inmunológicos. Griffiths et al. (2017) mencionan que los factores como la exposición a radiación ultravioleta, sustancias químicas irritantes, microorganismos y el estrés pueden desencadenar o agravar diversas afecciones dermatológicas. Además, algunas enfermedades cutáneas tienen un fuerte componente hereditario, como la psoriasis y la dermatitis atópica, lo que resalta la importancia del estudio genético en la dermatología moderna.

El diagnóstico de enfermedades cutáneas suele basarse en la observación clínica, el historial médico del paciente y pruebas complementarias como biopsias, dermatoscopia o

análisis microbiológicos. La clasificación de estas enfermedades facilita su estudio y tratamiento, permitiendo un abordaje más específico y eficaz según el tipo de patología presente.

El tratamiento de las enfermedades cutáneas varía según su causa y gravedad. En muchos casos, se utilizan terapias tópicas, sistémicas o biológicas para controlar los síntomas y mejorar la calidad de vida del paciente (Griffiths et al., 2017). Además, la prevención juega un papel clave en la dermatología, promoviendo hábitos saludables y el uso de protectores solares para reducir el riesgo de desarrollar afecciones graves como el cáncer de piel.

2.12. Dermatitis

La dermatitis es una afección inflamatoria de la piel que causa enrojecimiento, picazón e irritación. Esta condición puede tener diversas causas, como factores genéticos, ambientales o inmunológicos. Existen varios tipos de dermatitis, como la dermatitis atópica, de contacto e irritativa, cada una con características y tratamientos diferentes. En la dermatitis atópica, por ejemplo, el sistema inmunológico reacciona de manera exagerada a factores ambientales, lo que produce inflamación en la piel (Eichenfield et al., 2014).

Según Zouboulis et al. (2016), el diagnóstico de la dermatitis se realiza a través de la evaluación clínica y, en algunos casos, mediante pruebas de alergia para identificar posibles desencadenantes. En el caso de la dermatitis de contacto, los pacientes pueden presentar síntomas tras el contacto con irritantes o alérgenos, como productos de limpieza o metales. En general, la identificación precisa del tipo de dermatitis es esencial para un tratamiento adecuado.

El tratamiento de la dermatitis suele ser sintomático, y puede incluir el uso de cremas tópicas con corticosteroides o medicamentos inmunomoduladores (Schmitt et al., 2016). Además, los pacientes deben evitar los factores desencadenantes, como ciertos alimentos, productos de higiene o materiales que puedan causar irritación. También es fundamental que los pacientes mantengan su piel hidratada para reducir la sequedad que puede empeorar la dermatitis.

El impacto psicológico de la dermatitis no debe ser subestimado, ya que puede afectar la calidad de vida de quienes la padecen. Tal y como mencionan Mezei et al. (2020), la picazón

constante y la aparición de lesiones visibles pueden generar ansiedad y estrés, lo que puede afectar la autoestima y las interacciones sociales. Por ello, es importante que los tratamientos incluyan un enfoque integral, considerando tanto el aspecto físico como emocional de la enfermedad.

2.13. Espongióticas

Las dermatitis espongióticas son un tipo de trastorno inflamatorio de la piel caracterizado por la acumulación de líquido intersticial entre las células epidérmicas, lo que forma una estructura esponjosa. Este tipo de dermatitis es un indicio de una respuesta inmune exacerbada y puede estar asociada con infecciones o con la exposición a sustancias irritantes. Según McGrath et al. (2020), las dermatitis espongióticas incluyen enfermedades como la dermatitis de contacto alérgica y la dermatitis atópica, que afectan principalmente a la epidermis y producen lesiones cutáneas.

El mecanismo detrás de las dermatitis espongióticas implica una alteración en la función de la barrera cutánea y una respuesta inflamatoria mediada por linfocitos T. El contacto con alérgenos, como el níquel o los perfumes, puede desencadenar este tipo de reacciones, que provocan la separación de las células epidérmicas (Agarwal et al., 2019). La inflamación resultante puede dar lugar a la aparición de vesículas y ampollas en la piel, lo que contribuye al malestar y la incomodidad del paciente.

El tratamiento de las dermatitis espongióticas se basa principalmente en el uso de corticosteroides tópicos y medidas para evitar la exposición a los factores desencadenantes (McGrath et al., 2020). En algunos casos, se utilizan inmunosupresores tópicos para reducir la inflamación y mejorar los síntomas. Además, es importante que los pacientes mantengan una rutina de cuidado de la piel adecuada, que incluya la hidratación constante y el uso de productos que no irriten.

Agarwal et al. (2019) mencionan que, dado que las dermatitis espongióticas pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida del paciente, se recomienda un enfoque multidisciplinario que aborde tanto el tratamiento de los síntomas cutáneos como el bienestar psicológico del paciente. La implementación de estrategias para reducir el estrés y la ansiedad también es crucial para un manejo integral de la enfermedad (Agarwal et al., 2019).

2.14. Psoriasis

La psoriasis es una enfermedad cutánea crónica y autoinmune que se caracteriza por la proliferación excesiva de queratinocitos en la epidermis, lo que conduce a la formación de placas escamosas en la piel. Boehncke y Schön (2015) indican que, aunque la causa exacta no se comprende completamente, se sabe que la predisposición genética y factores ambientales, como el estrés, las infecciones y el clima frío, juegan un papel importante en su desarrollo.

Griffiths et al. (2017) detallan en su texto que las placas psoriásicas suelen aparecer en áreas como el cuero cabelludo, los codos y las rodillas, y están asociadas con inflamación e hiperqueratosis. Existen varios tipos de psoriasis, siendo la más común la psoriasis en placas, que se caracteriza por la aparición de lesiones rojas y escamosas en la piel. El diagnóstico se realiza principalmente a través de la evaluación clínica, y en algunos casos, se puede realizar una biopsia para confirmar la presencia de la enfermedad.

El tratamiento de la psoriasis varía según la gravedad de la enfermedad. Los tratamientos tópicos, como los corticosteroides y los análogos de vitamina D, son efectivos en los casos leves. En los casos más graves, se pueden usar terapias sistémicas, como medicamentos biológicos que modulan la respuesta inmunológica, o fototerapia para reducir la inflamación y la proliferación celular.

La psoriasis no solo afecta la piel, sino que también tiene un impacto en la calidad de vida del paciente debido al malestar físico y psicológico que causa. La incomodidad, la picazón y el aspecto visible de las lesiones pueden generar estrés y ansiedad, lo que hace que el tratamiento integral que incluya apoyo psicológico sea fundamental para el manejo efectivo de la enfermedad (Griffiths et al., 2017).

2.15. Liquen plano

El liquen plano es una enfermedad inflamatoria de la piel y las mucosas que se caracteriza por la aparición de erupciones en forma de pápulas violáceas, planas y pruriginosas. Su etiología no está completamente clara, pero se cree que es mediada por una respuesta inmunitaria anómala en la que los linfocitos T atacan las células de la epidermis (Teng et al.,

2019). Además de la piel, el liquen plano puede afectar las mucosas de la boca, genitales y uñas, lo que agrava la condición.

El diagnóstico de liquen plano se basa en el examen físico y, en ocasiones, en biopsias de las lesiones para evaluar la presencia de cambios histológicos característicos, como la degeneración de la capa basal de la epidermis. Las lesiones suelen ser simétricas y se localizan con mayor frecuencia en las muñecas, tobillos y región lumbar. La enfermedad se presenta con episodios de exacerbación y remisión, lo que puede dificultar su manejo.

Harrison et al. (2018) indican que el tratamiento del liquen plano incluye el uso de corticosteroides tópicos o sistémicos para reducir la inflamación y aliviar los síntomas. En los casos más graves, se pueden emplear medicamentos inmunosupresores, como la ciclosporina o la tacrolimus, que inhiben la respuesta inmune y reducen la proliferación celular. Además, el manejo del liquen plano puede incluir el control del estrés, ya que este factor puede desencadenar o empeorar los brotes.

La enfermedad también tiene un impacto psicológico importante, ya que las lesiones visibles pueden afectar la autoestima del paciente. Por lo tanto, es fundamental proporcionar un enfoque integral de tratamiento que no solo se centre en los aspectos físicos, sino también en el apoyo emocional y psicológico del paciente.

2.16. Vitíligo

El vitíligo es una enfermedad autoinmune de la piel caracterizada por la aparición de manchas blancas debido a la pérdida de pigmento en ciertas áreas del cuerpo. Esta condición se produce cuando las células encargadas de producir melanina, los melanocitos, se destruyen o dejan de funcionar correctamente. Aunque la causa exacta del vitíligo no se conoce con certeza, se cree que factores genéticos y ambientales, como el estrés o las infecciones, pueden desencadenar su aparición (Huggins y McCarty, 2020).

El vitíligo afecta aproximadamente al 1 % de la población mundial y puede presentarse en cualquier momento de la vida, aunque es más común en personas jóvenes. Además, la condición no tiene preferencia por el sexo o el origen étnico. Las áreas más afectadas suelen ser las de mayor exposición al sol, como la cara, las manos y los codos. Aunque el vitíligo

no es una enfermedad dolorosa ni contagiosa, sus efectos estéticos pueden generar un impacto emocional significativo en quienes lo padecen.

El tratamiento del vitíligo se enfoca en restaurar el color de la piel y controlar la progresión de las manchas. Los tratamientos más comunes incluyen el uso de corticosteroides tópicos, fototerapia con ultravioleta (UV), y en algunos casos, cirugía para injertar piel pigmentada en las áreas afectadas (Gawkrodger et al., 2018). Sin embargo, los resultados pueden ser variables, y muchos pacientes requieren un enfoque individualizado basado en la extensión y la localización de las manchas.

Psicológicamente, Huggins y McCarty (2020) mencionan que el vitíligo puede afectar significativamente la autoestima y la calidad de vida, especialmente en pacientes jóvenes. Se recomienda el apoyo emocional y el acompañamiento psicológico para ayudar a los pacientes a lidiar con los efectos sociales y emocionales de la enfermedad. La aceptación de la enfermedad y la información educativa sobre esta son esenciales para el manejo integral del vitíligo.

2.17. Cáncer de piel

El cáncer de piel es el tipo más común de cáncer en todo el mundo, y su prevalencia ha aumentado significativamente en las últimas décadas. Este tipo de cáncer se origina cuando las células de la piel experimentan mutaciones que afectan su capacidad de replicarse y controlarse, dando lugar a un crecimiento celular descontrolado (Marmur y Lee, 2019). Los dos tipos más comunes son el carcinoma basocelular y el carcinoma espinocelular, aunque el melanoma, menos frecuente, es el más agresivo y peligroso.

Según Naylor et al. (2020), el principal factor de riesgo para el cáncer de piel es la exposición excesiva a la radiación ultravioleta (UV) del sol o de fuentes artificiales como las camas de bronceado. Otros factores incluyen antecedentes familiares de cáncer de piel, tener la piel clara, y la presencia de múltiples lunares o manchas solares. La detección temprana, a través de autoexámenes regulares y visitas al dermatólogo, puede mejorar significativamente las tasas de supervivencia, especialmente en el caso de melanoma, que si no se trata a tiempo puede ser mortal.

El tratamiento del cáncer de piel depende del tipo y la etapa del cáncer. Los enfoques más comunes incluyen la extirpación quirúrgica de las células cancerígenas, la terapia fotodinámica, la crioterapia, y en algunos casos, la radioterapia o quimioterapia (Kruschinski et al., 2018). El melanoma, al ser más agresivo, a menudo requiere tratamiento sistémico, como inmunoterapia o terapia dirigida.

Tal y como indican Marmur y Lee (2019), para prevenir el cáncer de piel, es fundamental protegerse de la exposición al sol, usando bloqueador solar, ropa protectora y evitando la exposición durante las horas de mayor radiación. Además, los pacientes deben estar atentos a cualquier cambio en la apariencia de la piel, como nuevas manchas o cambios en los lunares existentes.

2.18. Cuidado de la piel (*Skincare*)

El cuidado de la piel (*skincare*, por su término en inglés) es un conjunto de prácticas que incluyen el uso de productos y técnicas para mantener la salud y la apariencia estética de la piel. Estas prácticas se basan en la hidratación, la limpieza, la protección solar y el tratamiento de afecciones específicas como el acné o las arrugas. La rutina de cuidado de la piel varía según el tipo de piel de cada persona, y los productos utilizados deben ser seleccionados cuidadosamente para evitar irritaciones y alergias.

Uno de los pasos fundamentales en el cuidado de la piel es la limpieza, que elimina impurezas, sudor y maquillaje, evitando la obstrucción de los poros. Además, según Draelos (2018), el uso de hidratantes adecuados es esencial para mantener la barrera cutánea intacta y prevenir la sequedad. El protector solar también es un componente crucial de cualquier rutina de cuidado de la piel, ya que ayuda a prevenir el daño solar que puede acelerar el envejecimiento y aumentar el riesgo de cáncer de piel.

En la actualidad, los productos de *skincare* incluyen una amplia variedad de ingredientes activos, como retinoides, ácidos alfa-hidroxi (AHA) y vitamina C, que son utilizados para tratar problemas específicos como el envejecimiento prematuro, la hiperpigmentación o las líneas finas (Berson, 2019). Sin embargo, la industria del cuidado de la piel también ha visto un auge en el uso de productos naturales y orgánicos que buscan ofrecer una alternativa más suave y respetuosa con el medio ambiente.

Es importante que las personas consulten con dermatólogos antes de iniciar una rutina de cuidado de la piel, especialmente si tienen condiciones cutáneas preexistentes. El autocuidado adecuado puede no solo mejorar la apariencia de la piel, sino también prevenir problemas dermatológicos a largo plazo, asegurando una piel saludable y equilibrada.

2.19. Cosméticos naturales

Los cosméticos naturales son productos formulados principalmente con ingredientes derivados de fuentes naturales como plantas, aceites esenciales y minerales. Estos productos han ganado popularidad debido a la creciente preocupación por los efectos de los productos sintéticos en la salud y el medio ambiente. Según Trivedi et al. (2021), los cosméticos naturales se caracterizan por la ausencia de químicos artificiales como parabenos, sulfatos y fragancias sintéticas, lo que los convierte en una opción atractiva para personas con piel sensible o preocupaciones sobre la toxicidad a largo plazo. Además, se asocia con la idea de sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente, ya que muchas marcas de cosméticos naturales promueven prácticas de comercio justo y producción responsable.

La tendencia hacia los cosméticos naturales también se debe al creciente interés por los productos orgánicos y libres de crueldad animal. Esto ha llevado a una proliferación de marcas que utilizan ingredientes ecológicos, no probados en animales y que siguen normas estrictas en cuanto a la recolección y producción de sus componentes. Fiume et al. (2020) mencionaron que la demanda por estos productos también ha impulsado avances en la biotecnología cosmética, que permite la extracción de compuestos activos de plantas con alta eficacia. Los consumidores, al elegir cosméticos naturales, buscan no solo la salud y bienestar personal, sino también contribuir al cuidado del planeta.

En términos de eficacia, los cosméticos naturales se caracterizan por ofrecer beneficios como la hidratación, la protección antioxidante y la regulación del sebo, dependiendo de los ingredientes utilizados. Por ejemplo, ingredientes como el aceite de jojoba y la manteca de karité son conocidos por sus propiedades hidratantes y regeneradoras de la piel, mientras que el aceite de árbol de té y el aloe vera tienen propiedades antimicrobianas y calmantes (Trivedi et al., 2021). Sin embargo, es importante señalar que, aunque los cosméticos naturales son generalmente considerados seguros, su efectividad y estabilidad pueden variar según la calidad de los ingredientes y las formulaciones.

Aunque los cosméticos naturales están respaldados por la creciente demanda de productos más saludables y ecológicos, también enfrentan desafíos. Las regulaciones y normas sobre cosméticos naturales pueden ser menos estrictas en comparación con los cosméticos convencionales, lo que genera la necesidad de una mayor transparencia en las etiquetas de los productos. Además, algunos consumidores podrían percibir que los productos naturales son siempre mejores, sin considerar la necesidad de una correcta formulación que garantice la estabilidad y seguridad del producto en su uso diario.

2.20. Normativa internacional para productos cosméticos

La normativa internacional para productos cosméticos tiene como objetivo garantizar la seguridad de los consumidores y la eficacia de los productos. En la Unión Europea, el Reglamento (CE) No 1223/2009 establece las normas para la comercialización de productos cosméticos, especificando que los productos deben ser seguros para la salud humana cuando se utilizan bajo condiciones normales o razonablemente previsibles. Este reglamento también cubre aspectos como el etiquetado, las pruebas de seguridad, la comercialización y la protección del consumidor frente a riesgos como la irritación de la piel o reacciones alérgicas (European Commission, 2020).

En los Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) regula los productos cosméticos bajo la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FDCA). Sin embargo, a diferencia de la UE, la FDA no aprueba los productos cosméticos antes de su comercialización, sino que supervisa su seguridad a través de la inspección de los fabricantes y el seguimiento de los informes de reacciones adversas. Esto implica que los fabricantes son responsables de garantizar que sus productos sean seguros, aunque la FDA puede intervenir si se detecta un riesgo significativo para la salud pública (FDA, 2019).

A nivel internacional, otras entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) proporcionan directrices sobre los ingredientes cosméticos y su impacto potencial en la salud. Estas organizaciones ayudan a armonizar las normativas internacionales para reducir los riesgos y promover la seguridad global de los productos cosméticos. En muchos países, los productos cosméticos deben pasar evaluaciones toxicológicas rigurosas antes de ser lanzados al mercado.

A medida que los consumidores exigen más transparencia, las normativas internacionales también incluyen regulaciones sobre etiquetado, lo que permite que los consumidores tomen decisiones informadas sobre los productos que utilizan. Estos estándares también promueven la sostenibilidad, como la restricción de ingredientes peligrosos, el fomento de envases reciclables y la prohibición de pruebas en animales en muchas jurisdicciones (Albright et al., 2020). La cooperación internacional es esencial para garantizar que los productos cosméticos sean seguros y éticos.

2.21. Introducción al acné como problema de salud

De acuerdo con lo indicado por Zaenglein et al. (2022), el acné es una de las enfermedades dermatológicas más comunes a nivel global y se caracteriza por la inflamación crónica de la unidad pilosebácea. Aunque suele asociarse con la adolescencia, afecta a personas de todas las edades y tiene un impacto significativo en la calidad de vida debido a las implicaciones físicas y emocionales que conlleva. Este trastorno cutáneo, si no se trata adecuadamente, puede resultar en cicatrices permanentes, lo que incrementa la necesidad de desarrollar opciones terapéuticas efectivas y accesibles.

2.22. Definición y clasificación del acné

Según Gollnick et al. (2020), la clasificación clínica del acné se divide en formas leves, moderadas y severas dependiendo del número de lesiones inflamatorias y no inflamatorias presentes. Las lesiones se categorizan como no inflamatorias (comedones abiertos y cerrados) e inflamatorias (pápulas, pústulas, nódulos y quistes). Además, la severidad del acné puede estar influenciada por factores hormonales, genéticos y ambientales, lo que resalta la importancia de un enfoque individualizado en su diagnóstico y tratamiento (Smith y Taylor, 2021).

Según Bhate y Williams (2018), el acné afecta a aproximadamente el 85 % de los adolescentes y adultos jóvenes, aunque su prevalencia varía según la edad, el sexo y la región geográfica. Se observa con mayor frecuencia en personas entre los 12 y 24 años, pero hasta un 12 % de las mujeres y un 3 % de los hombres pueden seguir afectados después de los 25 años. Algunos factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad son la predisposición genética, alteraciones hormonales, dieta, estrés y la exposición a contaminantes ambientales.

2.23. Patogénesis del acné

2.23.1. Hiperseborrea

Zouboulis et al. (2020) indican que la producción excesiva de sebo, influenciada principalmente por hormonas andrógenas, es un factor crítico en el desarrollo del acné. El sebo sirve como sustrato para el crecimiento de microorganismos, lo que exacerba el proceso inflamatorio. Esta sobreproducción de sebo, combinada con la obstrucción de los folículos pilosos, crea un ambiente propicio para la proliferación de bacterias como *Propionibacterium acnes*, lo que contribuye a la inflamación y la aparición de las lesiones características del acné (Jung y Kwon, 2019).

2.23.2. Hiperqueratinización

Se refiere al aumento anormal en la cohesión de los queratinocitos en el conducto folicular, lo que genera obstrucciones y formación de comedones (Gollnick et al., 2020). Este fenómeno, conocido como hiperqueratinización, contribuye a la obstrucción de los poros, creando un entorno propicio para la acumulación de sebo y favoreciendo la aparición de lesiones no inflamatorias como los comedones abiertos y cerrados, que pueden evolucionar hacia formas más graves de acné si no se tratan adecuadamente (Lee y Lee, 2021).

2.23.3. Colonización por *Cutibacterium acnés*

Dréno et al. (2020) la definen como una bacteria grampositiva anaeróbica, anteriormente conocida como *Propionibacterium acnes*, la cual es clave en la inflamación, liberando mediadores proinflamatorios que agravan las lesiones. Esta bacteria juega un papel fundamental en la patogénesis del acné, ya que su proliferación dentro de los folículos pilosos obstruidos desencadena una respuesta inmune que provoca la inflamación y la formación de lesiones como pápulas, pústulas y nódulos, exacerbando el cuadro clínico del acné (Bunk et al., 2021).

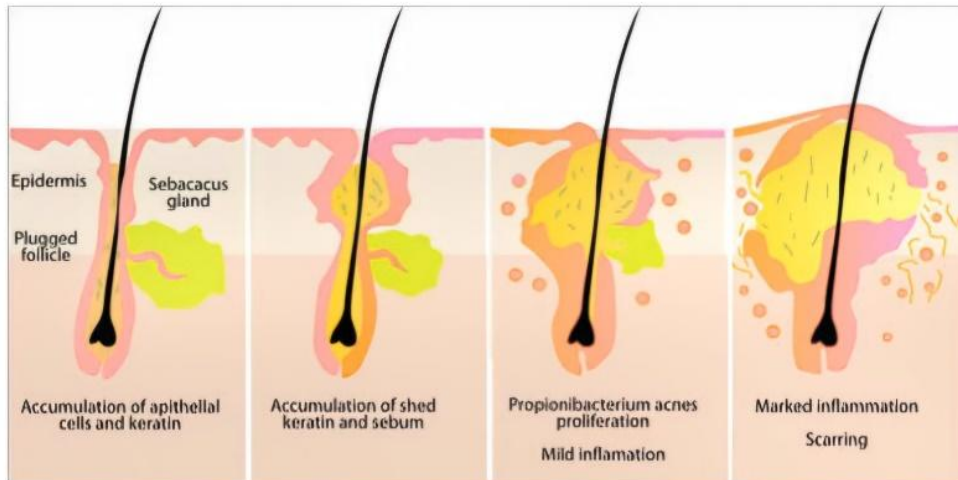


Imagen 2. Representación gráfica de la Colonización por *Cutibacterium acnés*

Fuente: Adaptado de Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, por MediGraphic, 2014, <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedcoscen/rmc-2014/rmc141r.pdf>. Copyright 2014 por MediGraphic.

2.24. Tratamientos actuales: terapias tópicas, sistémicas y uso de coadyuvantes

Los tratamientos incluyen:

2.25. Terapias tópicas

Las terapias tópicas son una de las opciones más utilizadas para el tratamiento del acné, ya que ofrecen una intervención directa en la piel afectada. Los retinoides, como el adapaleno y la tretinoína, son especialmente eficaces para reducir la obstrucción de los poros y la formación de comedones, al promover la renovación celular y prevenir la acumulación de queratina. El peróxido de benzoilo actúa como un agente antibacteriano, eliminando *Propionibacterium acnes* y reduciendo la inflamación en las lesiones. Además, los antibióticos tópicos como la clindamicina tienen propiedades antimicrobianas que disminuyen la proliferación bacteriana, controlando la infección y la inflamación en casos de acné inflamatorio. Estas terapias suelen combinarse según la gravedad del acné y la respuesta del paciente, brindando un tratamiento más completo y efectivo.

2.26. Terapias sistémicas

Las terapias sistémicas son utilizadas en casos de acné moderado a grave, especialmente cuando las terapias tópicas no son suficientes. Los antibióticos orales, como la doxiciclina y la minociclina, son efectivos para reducir la proliferación bacteriana y disminuir la inflamación, lo que ayuda a controlar el acné inflamatorio. La isotretinoína, un retinoide oral, se prescribe en casos más graves de acné resistente, ya que reduce significativamente la producción de sebo y la actividad de las glándulas sebáceas. En el caso de las mujeres, la terapia hormonal, que incluye estrógenos combinados o espironolactona, puede ser útil para regular las hormonas andrógenas, que son responsables de la producción excesiva de sebo y la aparición de acné. Estas terapias sistémicas se deben usar bajo supervisión médica debido a sus posibles efectos secundarios y la necesidad de un seguimiento constante.

2.27. Coadyuvantes

Terapias como láser, fototerapia y *peelings* químicos se emplean para complementar los tratamientos tradicionales, aunque tienen costos elevados y requieren supervisión médica estricta (Dréno et al., 2020). El láser se utiliza para reducir la inflamación y la proliferación bacteriana, y algunos tipos de láser pueden también ayudar a disminuir las cicatrices post-acné. La fototerapia, por su parte, utiliza luz de diferentes longitudes de onda para reducir la actividad de las glándulas sebáceas y matar las bacterias que causan el acné. Los *peelings* químicos, que incluyen ácidos como el ácido salicílico o glicólico, son útiles para exfoliar la piel, eliminando células muertas y reduciendo la obstrucción de los poros. Aunque estas opciones pueden ser efectivas, es crucial que sean administradas por dermatólogos debido a los riesgos potenciales de efectos secundarios y la necesidad de ajustar el tratamiento a las características específicas de cada paciente.

2.28. Fundamentos de la fitoterapia aplicada al acné

Definición y relevancia de los extractos naturales en el tratamiento de enfermedades dermatológicas.

Con base en lo indicado por varios autores, la fitoterapia utiliza compuestos bioactivos derivados de plantas medicinales para tratar diversas afecciones. En el ámbito dermatológico, los extractos naturales, como los de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, destacan por sus propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes, las cuales son relevantes para abordar la fisiopatología del acné (Leuschner et al., 2018; Kumar et al., 2021).

2.29. Ventajas de los productos naturales frente a los tratamientos convencionales

2.29.1. Baja toxicidad

Los productos naturales, cuando son extraídos y formulados, tienen un perfil de seguridad generalmente más favorable que los tratamientos farmacológicos sintéticos. Esto es particularmente importante en el tratamiento del acné, donde los productos tópicos pueden estar en contacto directo con la piel durante períodos prolongados (Preethi et al., 2020). La menor toxicidad de estos extractos reduce el riesgo de efectos secundarios graves como la irritación cutánea o la alteración del equilibrio de la piel.

2.29.2. Perfil de seguridad favorable

Los extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* han demostrado tener propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que no solo son efectivas para tratar el acné, sino que también protegen la piel del daño celular inducido por los radicales libres. Esto es particularmente relevante en el contexto de la dermatología, ya que la inflamación crónica y el estrés oxidativo son factores clave en la progresión del acné y otros trastornos de la piel (Biesalski et al., 2019). Los extractos naturales no solo abordan los síntomas inmediatos del acné, sino que también contribuyen a la salud general de la piel.

2.29.3. Menor riesgo de resistencia bacteriana

A diferencia de los antibióticos tópicos o sistémicos que se utilizan frecuentemente en el tratamiento del acné, los productos naturales como *Hamamelis virginiana* y *Calendula*

officinalis no favorecen el desarrollo de resistencia bacteriana. Este aspecto es importante, ya que la resistencia a los antibióticos es un problema creciente en el tratamiento de enfermedades bacterianas y dermatológicas (Zaenglein et al., 2022).

2.30. Descripción de las plantas utilizadas

2.30.1. *Hamamelis virginiana*

Familia: Hamamelidáceas

Hamamelis Virginiana

Nombre común: Avellano de bruja.

Se trata de un árbol pequeño que se caracteriza por presentar una altura de aproximadamente 1,5 y 3,5 metros con la corteza lisa y de color marrón, y sus hojas son ovales, elípticas o caducas; posee flores amarillas por fuera y pardo amarillentas por dentro. Los frutos son capsulares (Alonso, 2007).

2.30.1.1. Distribución

El *Hamamelis*, también conocido como *Hamamelis* o avellano de bruja, es una planta originaria de América del Norte. Se encuentra comúnmente en los bosques húmedos de las regiones del sudeste de los Estados Unidos, incluyendo áreas como Minnesota, el sur de Florida, Luisiana y Texas (Alonso, 2007). Esta planta se caracteriza por sus hojas grandes y su floración temprana en invierno, que le da un aspecto distintivo. Además, el *Hamamelis* es ampliamente conocido por sus propiedades medicinales, particularmente por su capacidad para aliviar la inflamación y mejorar la salud de la piel. Su extracto se utiliza en cosméticos y productos farmacéuticos debido a sus efectos calmantes y antiinflamatorios.

2.30.1.2. Composición química

Su extracto es rico en taninos, que le confieren su capacidad para reducir la inflamación y mejorar la cicatrización de heridas. Estos taninos actúan como agentes astringentes, ayudando a reducir la irritación y promoviendo la regeneración de la piel afectada. Además, el *Hamamelis* contiene flavonoides, compuestos antioxidantes que protegen las células del daño causado por los radicales libres. Estos principios activos hacen que el extracto de *Hamamelis* sea especialmente útil en el tratamiento de afecciones cutáneas, como heridas,

quemaduras y piel irritada, favoreciendo su recuperación (Leuschner et al., 2018). Gracias a estas propiedades, el *Hamamelis* es ampliamente utilizado en la industria farmacéutica y cosmética para desarrollar productos destinados al cuidado de la piel.

2.30.1.3. Propiedades

Debido a los numerosos beneficios relacionados con el extracto de *Hamamelis*, la planta ha sido ampliamente estudiada con el objetivo de ser cada vez más utilizada en productos cosméticos (Martins et al., 2023). Sus propiedades antiinflamatorias, astringentes y antioxidantes han despertado un creciente interés en la industria cosmética, especialmente en la formulación de productos para el cuidado de la piel sensible o propensa a irritaciones. El extracto de *Hamamelis* es especialmente eficaz en tónicos, cremas y lociones, ayudando a calmar la piel, reducir el enrojecimiento y mejorar la apariencia de la piel dañada. Además, su capacidad para prevenir la formación de arrugas y tonificar la piel lo convierte en un ingrediente popular en productos antienvjecimiento. La investigación continúa para explorar nuevos usos y optimizar su efectividad en diversas formulaciones cosméticas. Se utiliza en la medicina tradicional debido a sus propiedades astringentes, antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas. Su extracto le confiere su capacidad para reducir la inflamación y mejorar la cicatrización de heridas (Leuschner et al., 2018).



Imagen 3. *Hamamelis virginiana* (Witch hazel)

Fuente: Tomado de Clemson University - College of Agriculture, Forestry and Life Sciences (s.f.), https://www.clemson.edu/cafls/demo/plant_profiles/hamamelis-virginiana-witch-hazel.html. Copyright por Clemson University.

2.30.2. *Calendula officinalis*

Familia: Asteráceas

Calendula officinalis

Conocida como: Maravilla

Es una planta aromática anual que se caracteriza por su altura, que alcanza cerca de medio metro, con tallos erectos y ramificados. Sus hojas son oblongo-lanceoladas, cubiertas de pelos en ambos lados, lo que les otorga una textura rugosa. Esta planta es notable por sus flores liguladas de color amarillo-rojizo, que emergen en diversas épocas del año, lo que le permite florecer durante gran parte del ciclo anual. La combinación de sus características morfológicas y su aroma distintivo la hace fácilmente reconocible en los ecosistemas donde crece, especialmente en áreas rurales o en terrenos no cultivados (Alonso, 2007). Su uso como planta aromática y medicinal es bien conocido en diversas culturas, donde se valoran sus propiedades curativas y su capacidad para repeler insectos.

2.30.2.1. Distribución

La *Calendula officinalis* proviene de la región mediterránea se cree que específicamente de Egipto; sin embargo, se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo como planta ornamental. Por lo general es cultivada en zonas de clima templado; no obstante, también existen escasos ejemplares silvestres (Alonso, 2007). En Costa Rica, algunas personas, principalmente extranjeras, la cultivan en las zonas templadas (Navas, H. R., 2000).

2.30.2.2. Composición química

Su extracto se caracteriza por ser rico en flavonoides, carotenoides y compuestos fenólicos, que le confieren una amplia gama de propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Kumar et al., 2021). Los flavonoides, conocidos por su capacidad para neutralizar los radicales libres, ayudan a proteger las células del daño oxidativo, mientras que los carotenoides, como la luteína y la zeaxantina, contribuyen a la salud ocular y la protección de la piel. Además, los triterpenos presentes en el extracto tienen efectos antiinflamatorios y antimicrobianos, lo que los convierte en activos clave en el tratamiento de diversas afecciones dermatológicas. Estos principios activos hacen que el extracto sea altamente valorado en la formulación de productos cosméticos y farmacéuticos, especialmente aquellos destinados a la prevención del envejecimiento prematuro y la mejora de la salud cutánea.

2.30.2.3. Propiedades

Es reconocida por su capacidad para promover la cicatrización de la piel, aliviar la inflamación, prevenir infecciones y como antioxidante. En el área cosmética, el panel de expertos del CIR concluyó que el extracto de *Calendula officinalis* es seguro para su uso en cosméticos (Andersen et al., 2010). Investigaciones posteriores sugirieron un papel inductor de la microvascularización en extractos acuosos de flores de *caléndula* aplicados sobre la piel, contribuyendo así a una más rápida cicatrización (Alonso, 2007).



Imagen 4. *Calendula Officinalis Double Red*

Fuente: Tomado de King's Seeds (s.f.), <https://www.kingsseeds.co.nz/products/calendula-double-red>.

Copyright por King's Seeds.

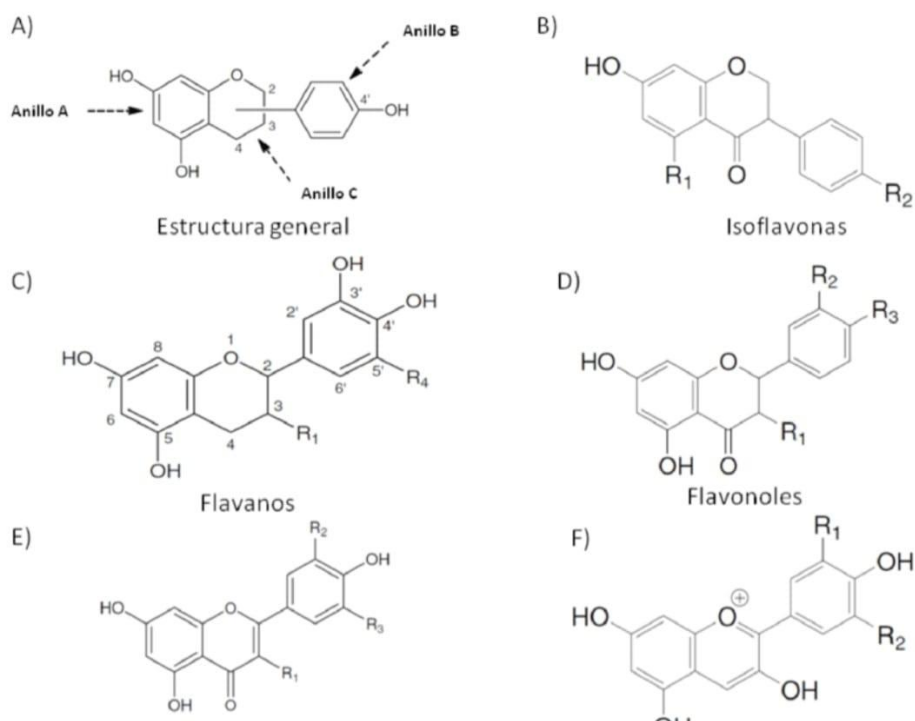


Imagen 5. Estructura general de los flavonoides y subclases de flavonoides T

Fuente: Tomado de Zago. M. (2022).

La utilización de extractos naturales en el tratamiento de enfermedades dermatológicas ha ganado popularidad debido a su perfil de seguridad favorable y a los beneficios potenciales

que ofrece frente a los tratamientos convencionales. Estos extractos no solo son efectivos en el tratamiento de diversas afecciones cutáneas, sino que también presentan menos efectos secundarios en comparación con los medicamentos farmacológicos sintéticos, lo que los convierte en opciones terapéuticas atractivas para personas con piel sensible (Biesalski et al., 2019). La fitoterapia, que hace uso de extractos naturales, se considera una alternativa viable para tratar enfermedades dermatológicas como el acné, la dermatitis, las quemaduras y la psoriasis, entre otras.

Hamamelis virginiana en la dermatología: El extracto de *Hamamelis virginiana* se utiliza principalmente por sus propiedades astringentes, lo que le permite reducir la inflamación y controlar la secreción de sebo en la piel, un factor clave en la fisiopatología del acné (Leuschner et al., 2018). Además, los taninos presentes en *Hamamelis* poseen efectos antimicrobianos que pueden ayudar a reducir la proliferación bacteriana, particularmente de *Cutibacterium acnes*, la bacteria asociada con el acné (Preethi et al., 2020).

Calendula officinalis en la dermatología: El extracto de *Calendula officinalis* es ampliamente reconocido por sus propiedades antiinflamatorias y cicatrizantes, lo que lo convierte en un componente valioso en la formulación de productos dermocosméticos. Este extracto ayuda a acelerar la regeneración celular y reduce la irritación de la piel, lo que lo hace adecuado para el tratamiento de afecciones cutáneas inflamatorias como el acné (Kumar et al., 2021). Además, su actividad antimicrobiana contribuye a la prevención de infecciones secundarias, que son comunes en pacientes con acné inflamatorio.

2.31. Desarrollo de dermocosméticos con extractos naturales

2.31.1. Introducción a los dermocosméticos: definición y clasificación

Los dermocosméticos son productos que combinan características de los cosméticos y los productos farmacéuticos, diseñados para mejorar la salud y apariencia de la piel. Su desarrollo se sustenta en principios científicos rigurosos, lo que los diferencia de los cosméticos convencionales, cuya principal función es embellecer. Según la normativa europea, los dermocosméticos deben cumplir con estándares de seguridad y eficacia comprobada mediante estudios clínicos o preclínicos (Quílez del Moral et al., 2019).

En cuanto a su clasificación, se pueden dividir en varias categorías según su función: hidratantes, despigmentantes, antiacné, antienvjecimiento y protectores solares, entre otros. Además, es común clasificarlos según su composición, diferenciando productos que contienen principios activos sintéticos de aquellos elaborados con ingredientes naturales. En este último caso, los extractos vegetales, como los de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, han ganado protagonismo debido a sus propiedades terapéuticas y su perfil de seguridad (Freitas et al., 2020).

La demanda creciente de dermocosméticos basados en ingredientes naturales responde también a una mayor concienciación sobre la sostenibilidad y la preferencia por productos menos agresivos para la piel. Estas tendencias han impulsado una investigación sobre nuevas formulaciones, consolidando a los dermocosméticos como una parte esencial del cuidado dermatológico.

2.31.2. Factores clave en la formulación de productos tópicos (pH, compatibilidad, estabilidad)

El diseño de productos tópicos requiere un control riguroso de diversos factores fisicoquímicos que determinan su eficacia y seguridad. Uno de los aspectos fundamentales es el pH, ya que este debe ser compatible con la piel humana, cuya superficie tiene un pH ácido que oscila entre 4.5 y 5.5 (Fluhr et al., 2006). Mantener este rango es esencial para preservar la función barrera de la piel y prevenir irritaciones.

La compatibilidad entre los componentes también es importante para garantizar que los principios activos y los excipientes no generen reacciones adversas o pierdan su eficacia. Por ejemplo, las formulaciones que combinan agentes antioxidantes y antimicrobianos deben evitar interacciones que degraden los compuestos activos, como ocurre cuando se mezclan ácidos fuertes con bases. Además, se deben realizar pruebas de compatibilidad para asegurar que los componentes no alteren la textura o el color del producto final (Prow et al., 2011).

La estabilidad del producto es otro factor relevante, ya que asegura la eficacia del producto a lo largo de su vida útil. Para ello, se realizan estudios de estabilidad acelerada y pruebas de almacenamiento en condiciones controladas que evalúan parámetros como viscosidad, densidad y homogeneidad. Un producto inestable no solo pierde eficacia, sino que también

podría generar efectos adversos, comprometiendo la seguridad del usuario (Kumar et al., 2015).

2.31.3. Importancia de los excipientes y su interacción con los principios activos

Los excipientes son esenciales en las formulaciones dermocosméticas, ya que actúan como vehículos que facilitan la aplicación y absorción de los principios activos. La elección de los excipientes es determinante para garantizar la eficacia terapéutica y la aceptabilidad del producto por parte del consumidor. Entre los excipientes más comunes se encuentran los emolientes, humectantes, estabilizantes y conservantes, cada uno con una función específica dentro de la formulación (Rowe et al., 2012).

La interacción entre los excipientes y los principios activos influye en la biodisponibilidad de los principios activos. Por ejemplo, los sistemas lisosomales y las nanopartículas se utilizan para mejorar la estabilidad y la liberación controlada de compuestos activos, especialmente aquellos sensibles a factores ambientales como la luz o el calor (Mora-Huertas et al., 2010). Sin embargo, estas tecnologías también presentan brechas, como la necesidad de mantener la compatibilidad química entre todos los componentes de la formulación.

Otro aspecto relevante es la seguridad de los excipientes, ya que algunos, como ciertos parabenos y fragancias, han sido cuestionados por su potencial alergénico o su efecto disruptor endocrino. Por ello, las regulaciones internacionales han impulsado el uso de excipientes considerados seguros, fomentando el desarrollo de formulaciones hipoalérgicas y libres de sustancias controvertidas (Kim et al., 2018).

2.32. Análisis bibliográfico de extractos comerciales y naturales

2.32.1. Métodos de extracción de *Hamamelis virginiana* y

***Calendula officinalis*: ventajas y limitaciones**

Los métodos de extracción son fundamentales para obtener compuestos bioactivos de plantas como *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, y pueden influir en la calidad del extracto final. Entre los métodos más utilizados, se encuentran la maceración, percolación, extracción con fluidos y la extracción asistida por ultrasonido (UAE). La maceración es un método tradicional y sencillo, pero es un proceso lento y puede resultar en

una baja eficiencia de extracción (Khoddami et al., 2013). Por otro lado, técnicas como la UAE permiten reducir el tiempo de extracción y mejorar el rendimiento al facilitar la liberación de compuestos activos de las células vegetales (Chemat et al., 2017). El extracto de *Hamamelis virginiana* se deriva de la corteza y las hojas de la planta, mientras que el de *Calendula officinalis* se obtiene generalmente de los pétalos de la flor.

Sin embargo, cada método tiene sus limitaciones. La extracción con solventes puede dejar residuos químicos indeseables que afectan la seguridad del producto. En contraste, la extracción con fluidos supercríticos es más limpia y eficiente, pero requiere equipamiento especializado y una inversión inicial considerable (Herrero et al., 2010). Para maximizar la eficacia terapéutica, es importante elegir un método que equilibre rendimiento, pureza y sostenibilidad.

2.32.2. Comparación teórica entre extractos comerciales y naturales: estudios previos sobre composición química, pureza y seguridad

Los extractos naturales y comerciales de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* presentan diferencias en cuanto a composición química, pureza y seguridad. Los extractos comerciales suelen estandarizarse para garantizar una concentración constante de compuestos activos, como taninos en *Hamamelis* y flavonoides en *Calendula* (Martins et al., 2020). Sin embargo, este proceso puede implicar el uso de solventes sintéticos que podrían comprometer la seguridad si no se eliminan adecuadamente.

Por el contrario, los extractos obtenidos artesanalmente conservan una mayor diversidad fitoquímica, pero presentan variabilidad en su composición debido a factores como las condiciones de cultivo y el método de extracción empleado. Un estudio de Barbosa et al. (2016) reveló que los extractos naturales, aunque son más complejos, pueden ofrecer una actividad biológica superior gracias a los efectos sinérgicos entre sus compuestos. No obstante, también pueden contener impurezas o contaminantes, lo que resalta la importancia de implementar controles de calidad rigurosos.

2.32.3. Rol de los métodos analíticos (espectroscopia IR, cromatografía de gases, etc.) en la caracterización de extractos

Los métodos analíticos desempeñan un papel importante en la caracterización de extractos naturales al permitir la identificación de los compuestos bioactivos presentes. La espectroscopia infrarroja (IR) se utiliza para determinar las estructuras químicas de los compuestos en función de las vibraciones moleculares (Smith, 2011). Este método es particularmente útil para identificar grupos funcionales específicos, lo que resulta esencial para validar la composición química de extractos como los de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*. Además, la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) permite separar, identificar y cuantificar compuestos volátiles, lo que resulta indispensable para analizar terpenos y fenoles en extractos naturales (Mann et al., 2020).

La integración de múltiples técnicas analíticas mejora la confiabilidad de los resultados. Por ejemplo, la espectroscopia UV-vis se ha utilizado para evaluar la estabilidad de compuestos antioxidantes en extractos de *Calendula* (Rodríguez-Rojas et al., 2021). Este enfoque multidimensional permite validar y optimizar procesos de extracción, asegurando que los extractos cumplen con los estándares exigidos para aplicaciones dermocosméticas y farmacéuticas.

2.32.4. Ensayo de Shinoda, cromatografía de capa fina y tipos de flavonoides

Los flavonoides son una clase importante de compuestos fenólicos que se encuentran en diversas plantas, y son reconocidos por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antitumorales, y por sus propiedades para promover la salud cardiovascular (Middleton et al., 2000). A lo largo de los años, se han desarrollado diferentes métodos para la identificación y cuantificación de estos compuestos, entre los cuales se destaca el ensayo de Shinoda y la cromatografía de capa fina (TLC). Estos métodos son ampliamente utilizados para la caracterización de flavonoides en muestras de plantas medicinales y otros productos naturales.

Ensayo de Shinoda

El ensayo de Shinoda es un método utilizado para la detección cualitativa de flavonoides. Este ensayo se basa en la formación de un complejo de color con la presencia de flavonoides cuando se trata de una muestra con un reactivo de ácido clorhídrico y alcohol amílico. En general, una pequeña cantidad de la muestra se mezcla con agua destilada, y se añade un ácido y algunos metales como el magnesio. La aparición de un color rosado o rojo en la muestra indica la presencia de flavonoides (Shinoda, 1953).

Este ensayo es altamente sensible, y se limita a la identificación cualitativa de los flavonoides sin proporcionar información sobre la concentración o la estructura específica del compuesto. Además, es útil en la identificación preliminar de flavonoides, aunque otros métodos más avanzados como la cromatografía de capa fina o la espectroscopía de masas se emplean para un análisis más detallado (Khandelwal, 2008).

Cromatografía de capa fina (TLC)

La cromatografía de capa fina (TLC) es una técnica analítica utilizada para la separación, identificación y cuantificación de compuestos orgánicos, incluyendo flavonoides. En esta técnica, una capa delgada de material adsorbente, generalmente sílica gel, se coloca sobre una placa de vidrio o plástico. La muestra se aplica en la parte inferior de la placa, y la separación de los compuestos se realiza mediante la acción de un solvente, que asciende por capilaridad a través de la capa del material adsorbente. Los flavonoides se separan en función de su solubilidad y su interacción con el adsorbente y el solvente (Skoog et al., 2017).

La TLC es un método útil debido a su simplicidad, bajo costo y la capacidad de analizar múltiples muestras al mismo tiempo. Además, la separación de los flavonoides puede ser observada utilizando luz ultravioleta (UV), ya que muchos de estos compuestos tienen propiedades fluorescentes. Para una identificación más precisa, los compuestos separados pueden ser comparados con estándares conocidos o pueden ser sometidos a reveladores químicos específicos para flavonoides (Swain y Hillis, 1959).

Tipos de flavonoides

Los flavonoides son un grupo diverso de compuestos fenólicos con una estructura básica de 15 carbonos organizada en tres anillos. Se encuentran en varios tipos de plantas, incluidas

frutas, verduras, granos y hierbas medicinales, y se clasifican en varias subclases según su estructura química. Las principales clases de flavonoides incluyen:

Flavonas: Este tipo de flavonoide se encuentra comúnmente en los vegetales, como el apio y el perejil, y tiene un esqueleto de 3-hidroxi-flavona. Algunos ejemplos son la luteolina y la apigenina, que se reconocen por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Rice-Evans et al., 1997). Además, se ha demostrado que las flavonas tienen efectos protectores en la piel, ayudando a prevenir el daño celular causado por la exposición a los rayos ultravioleta y otros factores ambientales dañinos.

Flavonoles: Los flavonoles son flavonoides que contienen un grupo carbonilo en su estructura. La quercetina y la kaempferol son dos de los flavonoles más estudiados. Se encuentran en alimentos como manzanas, cebollas y uvas, y son conocidos por sus efectos en la reducción del riesgo cardiovascular (Cabrera et al., 2006). Además, los flavonoles tienen la capacidad de regular la inflamación y mejorar la circulación sanguínea, lo que refuerza su papel en la protección contra enfermedades crónicas.

Antocianinas: Estas son responsables de los colores rojos, azules y morados de las frutas, como las moras, las uvas y las cerezas. Las antocianinas no solo tienen efectos antioxidantes, sino que también se ha demostrado que tienen propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas (Fossen y Andersen, 2000). Además, estudios recientes sugieren que las antocianinas pueden mejorar la memoria y la función cognitiva, lo que las convierte en un componente valioso en la nutrición para la salud cerebral.

Isoflavonas: Comúnmente asociadas con productos de soya, las isoflavonas, como la genisteína y la daidzeína, tienen una estructura similar a los estrógenos y se han estudiado por sus propiedades hormonales y su capacidad para prevenir la osteoporosis (D'Archivio et al., 2010). Estas propiedades hormonales también han llevado a investigaciones sobre el potencial de las isoflavonas en el tratamiento de síntomas relacionados con la menopausia, como los sofocos y la sequedad vaginal. Con respecto a la piel, estimulan la síntesis de colágeno, incrementan la hidratación y reducen la hiperpigmentación. (Estrella et al., 2015).

Catequinas: Un tipo de flavonoide que se encuentra principalmente en el té verde, las catequinas, como la epigallocatequina galato (EGCG), por sus propiedades antioxidantes y su potencial en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer (Cabrera et al., 2006).

Además, las catequinas se han relacionado con la mejora del metabolismo y la pérdida de peso, lo que las hace populares en suplementos y productos para la salud.

2.32.5. Compatibilidad y estabilidad teórica de los excipientes seleccionados

La compatibilidad y estabilidad de los excipientes son factores determinantes para la eficacia y seguridad de los productos dermocosméticos. Los excipientes actúan como vehículos o agentes estabilizantes y deben ser químicamente inertes para evitar interacciones adversas con los principios activos (Rowe et al., 2009). Por ejemplo, en tónicos faciales para pieles propensas al acné, excipientes como la glicerina y el propilenglicol son utilizados debido a su capacidad humectante y su bajo potencial irritante (Ansel et al., 2011).

La estabilidad de los excipientes también está influenciada por factores como el pH y la temperatura. Estudios han demostrado que la estabilidad de principios activos antioxidantes, como los flavonoides presentes en los extractos de *Hamamelis virginiana*, se ve favorecida en un rango de pH ligeramente ácido (Zaid et al., 2018). Es fundamental seleccionar excipientes que mantengan un pH óptimo y no promuevan la degradación de los compuestos bioactivos. Adicionalmente, los emulsionantes y conservantes deben ser compatibles para garantizar la uniformidad y la durabilidad del producto.

Souto y Müller (2010) sugieren el uso de pruebas de compatibilidad aceleradas, como ciclos de temperatura y análisis reológicos, para evaluar la interacción entre excipientes y principios activos. Estas pruebas permiten identificar posibles incompatibilidades antes de la producción a gran escala, lo que minimiza riesgos y asegura la calidad del producto final.

2.32.6. Principales excipientes utilizados en tónicos faciales para pieles propensas al acné

Los excipientes comunes en tónicos faciales, según De Groot y White, incluyen agua destilada, alcoholes de bajo peso molecular y humectantes como la glicerina, que ayudan a hidratar y suavizar la piel. El agua destilada es el principal disolvente, mientras que los alcoholes de bajo peso molecular, como el alcohol etílico, actúan como agentes astringentes, eliminando el exceso de grasa y preparando la piel para recibir otros productos de cuidado. Además, se utilizan agentes quelantes como el EDTA para estabilizar la formulación,

evitando la interacción con metales pesados presentes en el agua que podrían afectar la estabilidad y efectividad del producto. Estos excipientes son esenciales para garantizar la textura, la eficacia y la seguridad de los tónicos faciales (De Groot y White, 2015). Su uso adecuado permite obtener productos cosméticos de alta calidad que proporcionan beneficios notables para la piel.

Glicerina en formulaciones farmacéuticas para tónicos faciales: La glicerina, también conocida como glicerol, es un poliol ampliamente utilizado en formulaciones dermocosméticas debido a sus propiedades humectantes, emolientes y estabilizadoras. En tónicos faciales para pieles propensas al acné, su principal función es mantener la hidratación de la piel sin obstruir los poros, ya que actúa como un agente higroscópico que atrae y retiene agua en la epidermis, ayudando a reducir la sequedad y la irritación asociadas a tratamientos antiacné (Draelos, 2019). Además, su naturaleza no comedogénica la hace adecuada para pieles grasas o mixtas, proporcionando una hidratación ligera sin generar sensación oleosa. La glicerina también desempeña un papel en la mejora de la barrera cutánea, reduciendo la pérdida de agua transepidérmica (TEWL, por sus siglas en inglés) y promoviendo la regeneración celular, lo que resulta beneficioso en pieles con tendencia acneica (Benson y Watkinson, 2021).

Según Kircik (2018), la glicerina es un excipiente fundamental en tónicos faciales debido a su capacidad para mejorar la solubilidad y estabilidad de otros ingredientes activos, como los extractos botánicos y compuestos antimicrobianos utilizados en el tratamiento del acné, su inclusión en la formulación permite ajustar la viscosidad del tónico, facilitando su aplicación uniforme sobre la piel sin dejar residuos pegajosos. Además, su efecto suavizante y calmante ayuda a contrarrestar la irritación que pueden causar otros ingredientes activos más agresivos, como los ácidos exfoliantes o el peróxido de benzoilo.

Agua Destilada en formulaciones farmacéuticas para tónicos faciales: el agua destilada es uno de los excipientes más utilizados en formulaciones farmacéuticas y cosméticas debido a su pureza y compatibilidad con la piel. En tónicos faciales para pieles propensas al acné, su función principal es actuar como vehículo de disolución para otros ingredientes activos y excipientes, asegurando una distribución homogénea y estable de la formulación (Walters y Roberts, 2021). A diferencia del agua potable, el agua destilada se obtiene mediante procesos de destilación que eliminan impurezas, microorganismos y minerales que podrían alterar la

estabilidad del producto o causar irritación cutánea. Su uso en tónicos faciales permite evitar la contaminación microbiana y la interferencia de iones minerales, garantizando la seguridad del producto para su aplicación tópica (Lundov et al., 2019).

Según Zhang, el agua destilada actúa como disolvente y contribuye a la textura y sensación refrescante del tónico, facilitando la absorción de los ingredientes activos sin dejar residuos en la piel (Zhang et al., 2020). También es importante para mantener el equilibrio hídrico en la piel, ya que su combinación con agentes humectantes, como la glicerina, permite mejorar la hidratación sin generar un efecto oclusivo que pueda agravar el acné. Asimismo, el agua destilada es esencial para la formulación de tónicos faciales hipoalergénicos, ya que reduce el riesgo de irritaciones o reacciones adversas en pieles sensibles. En conjunto, su inclusión en formulaciones para pieles acnéicas garantiza un producto seguro, eficaz y bien tolerado por distintos tipos de piel (Draeos, 2019).

2.32.7. Compatibilidad química y física entre principios activos y excipientes

La compatibilidad química y física entre principios activos y excipientes es muy importante, sirve para garantizar la estabilidad y funcionalidad del producto final. Según Berings et al. (2013), una interacción química desfavorable puede llevar a la degradación del principio activo o a la formación de productos secundarios no deseados. Por ejemplo, los extractos ricos en compuestos fenólicos, como los de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, pueden ser sensibles a oxidación cuando se combinan con excipientes inadecuados.

Según Aulton y Taylor (2013), la compatibilidad física se refiere a la capacidad de los ingredientes para mezclarse uniformemente sin formar fases separadas. En este contexto, es esencial considerar la polaridad de los excipientes y principios activos. Excipientes como el alcohol cetílico y los surfactantes no iónicos suelen ser compatibles con extractos naturales debido a su capacidad para formar emulsiones estables. Además, la viscosidad y la capacidad de dispersión deben ajustarse cuidadosamente para asegurar una aplicación uniforme en la piel. Por otro lado, según indica Martin, las técnicas analíticas, como la calorimetría diferencial de barrido (DSC), se han utilizado para evaluar la compatibilidad térmica entre principios activos y excipientes. Estas pruebas proporcionan información valiosa sobre

posibles interacciones exotérmicas o endotérmicas que podrían comprometer la estabilidad del producto (Martin et al., 2016).

2.32.8. Estrategias para garantizar la estabilidad del producto final: consideraciones teóricas basadas en literatura científica

La estabilidad del producto final es un aspecto crítico en el desarrollo de dermocosméticos, especialmente aquellos formulados con extractos naturales, debido a su susceptibilidad a degradación por factores externos como la luz, el calor y el oxígeno (Peres et al., 2018). Según Peres, una estrategia clave para garantizar la estabilidad es la inclusión de antioxidantes en la formulación, como el ácido ascórbico o el tocoferol, que protegen los compuestos bioactivos contra la oxidación.

El envasado adecuado también es muy importante para la estabilidad de los productos, según Morales, se ha demostrado que los envases opacos y herméticos reducen significativamente la degradación fotoquímica de los extractos naturales (Morales et al., 2020). Además, el uso de envases al vacío puede minimizar la exposición al oxígeno, prolongando la vida útil de los productos.

Otra estrategia es el ajuste del pH de la formulación para maximizar la estabilidad de los principios activos. De acuerdo con lo indicado por Rodríguez-Rojas, los flavonoides presentes en la *Calendula* muestran mayor estabilidad en un rango de pH entre 4 y 6 (Rodríguez-Rojas et al., 2021).

Por otro lado, Souto y Müller indican que las pruebas de estabilidad acelerada, como los ciclos térmicos son fundamentales para predecir el comportamiento del producto a lo largo del tiempo. Estos métodos simulan las condiciones extremas que el producto podría experimentar durante su almacenamiento y transporte, permitiendo identificar posibles cambios en la textura, el color o la composición. Las pruebas térmicas, por ejemplo, someten al producto a variaciones de temperatura, Esta prueba permite identificar posibles desafíos y optimizar la formulación antes de la comercialización, garantizando así que el producto mantenga su calidad y efectividad hasta el final de su vida útil (Souto y Müller, 2010). Con este análisis los fabricantes pueden asegurarse de que los productos sean seguros y efectivos para los consumidores.

2.32.9. Impacto clínico y potencial terapéutico del tónico facial

El impacto clínico de un tónico facial desarrollado a base de extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* radica en su potencial para ofrecer una solución complementaria al tratamiento del acné. Estas plantas han demostrado, en estudios previos, propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes que pueden reducir la inflamación y prevenir infecciones cutáneas asociadas al acné (Ali et al., 2019; Gupta y Kumar, 2020). Además, la acción antioxidante de sus compuestos bioactivos, como los taninos y los flavonoides, puede proteger la piel del estrés oxidativo, que exacerba los procesos inflamatorios (Almeida et al., 2021). Estas características hacen que el tónico no solo sea una herramienta terapéutica, sino también preventiva, contribuyendo a la salud general de la piel.

Según Kober y Bowe, el uso tópico de estos extractos puede mejorar la barrera cutánea, ayudando a regular la producción de sebo y minimizando el crecimiento bacteriano, especialmente de *Cutibacterium acnes*, una bacteria implicada en la patogénesis del acné (Kober y Bowe, 2020). Además, la integración de un tónico en rutinas de cuidado facial puede complementar los tratamientos tradicionales que a menudo presentan efectos secundarios, como irritación y sequedad, reduciendo así la necesidad de terapias más invasivas (Rathi y Kumawat, 2021). De esta manera, el tónico podría posicionarse como una alternativa accesible, menos agresiva y coadyuvante en el manejo del acné.

2.32.10. Beneficios esperados del uso del tónico como coadyuvante en el tratamiento del acné

Se espera que el uso del tónico facial aporte múltiples beneficios como coadyuvante en el tratamiento del acné. En primer lugar, su capacidad para reducir la inflamación local puede mejorar rápidamente el aspecto de lesiones activas, reduciendo el enrojecimiento y la hinchazón de acuerdo con lo mencionado por Ali (Ali et al., 2019). En segundo lugar, según Almeida, la actividad antimicrobiana de los extractos naturales empleados puede actuar sin inducir resistencia bacteriana, un problema creciente asociado a los antibióticos tópicos convencionales (Almeida et al., 2021).

Otro beneficio podría reflejarse en la promoción de la reparación cutánea, ya según Gupta y Kumar los compuestos presentes en *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*

estimulan la proliferación celular y la síntesis de colágeno, facilitando la cicatrización de lesiones residuales (Gupta y Kumar, 2020). Esto es especialmente importante para personas que presentan hiperpigmentación postinflamatoria, una complicación común del acné.

Asimismo, el tónico podría ser percibido como un producto amigable con el usuario debido a su origen natural y la ausencia de químicos agresivos, lo que lo hace apto para pieles sensibles (Rathi y Kumawat, 2021). La formulación basada en ingredientes naturales, como extractos de plantas, contribuye a una experiencia de uso más suave y menos irritante para la piel, lo cual es especialmente importante para quienes tienen reacciones adversas a productos con aditivos sintéticos. Además, el hecho de que el tónico no contenga alcoholes u otros ingredientes agresivos aumenta su accesibilidad para un público más amplio, incluidas personas con condiciones dermatológicas específicas. Esta percepción positiva también puede fomentar la lealtad del consumidor, que valora los productos más seguros y menos invasivos para el cuidado diario de la piel.

2.32.11. Limitaciones del desarrollo teórico y áreas para futuras investigaciones (pruebas de eficacia clínica).

El desarrollo del tónico facial presenta limitaciones inherentes que se recomienda abordar en investigaciones futuras, una de las principales son las pruebas microbiológicas que respalden el uso seguro en humanos. A pesar de que los datos preclínicos y la literatura existente de Gupta, que detalla beneficios significativos, es importante generar ensayos clínicos controlados para confirmar estos hallazgos y establecer parámetros de dosificación y frecuencia óptimos (Gupta et al., 2022).

CÁPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se expone el marco metodológico que sustenta la investigación, estableciendo los enfoques, métodos y procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos planteados. La metodología adoptada responde a la necesidad de obtener un análisis integral, combinando la precisión de los métodos cuantitativos con la profundidad interpretativa de los métodos cualitativos.

Dado que la investigación aborda la formulación y evaluación de un tónico facial con extractos naturales como coadyuvante en el tratamiento del acné, se emplea un enfoque mixto. Este enfoque permite, por un lado, la evaluación experimental de los parámetros fisicoquímicos y de caracterización del extracto de *Calendula officinalis* para la formulación de un producto final con propiedades terapéuticas mediante técnicas cuantificables y, por otro lado, el análisis interpretativo sustentado en la literatura científica.

Asimismo, la investigación es de tipo exploratorio puesto que permite indagar sobre el uso de extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* en formulaciones dermocosméticas, mientras que la fase experimental se centra en caracterizar las propiedades de extracto de *Calendula officinalis*, al validar su funcionalidad a través de pruebas en laboratorio para obtener un producto dermocosmético que pueda coadyuvar en el tratamiento del acné.

A lo largo de este capítulo, se detallan las fuentes de información primarias y secundarias utilizadas, así como los criterios de inclusión y exclusión que garantizan la fiabilidad y pertinencia de los datos recopilados. También se definen las variables de estudio y se describe el procedimiento de recolección y análisis de datos, junto con los instrumentos y técnicas empleadas para evaluar la formulación.

3.1. Enfoque

El desarrollo de esta investigación requiere un enfoque mixto, integrando tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Según Hernández Sampieri et al. (2021), el enfoque mixto permite combinar la profundidad interpretativa del análisis cualitativo con la precisión y objetividad del análisis cuantitativo, proporcionando una visión integral sobre los fenómenos investigados.

Desde el enfoque cuantitativo, la investigación se centrará en la evaluación experimental de parámetros fisicoquímicos del tónico, como el pH, la densidad y la viscosidad, utilizando instrumentos de medición y protocolos estandarizados, además de la caracterización de un extracto de *Calendula Officinalis* mediante pruebas de laboratorio para confirmar o no la existencia de metabolitos activos con propiedades terapéuticas de importancia en relación con la patología del acné. Estos datos serán tratados estadísticamente para determinar la viabilidad del producto garantizando su compatibilidad con la piel humana y (Hernández Sampieri et al., 2021). Por otro lado, el enfoque cualitativo se aplicará para analizar, interpretar y contextualizar los hallazgos, considerando la literatura científica existente. Este enfoque mixto asegura que se aborden las dimensiones teóricas y experimentales del problema investigado.

El método empleado es experimental, ya que el estudio busca evaluar de manera las propiedades fisicoquímicas del tónico desarrollado y su potencial eficacia como coadyuvante en el tratamiento del acné. Las pruebas experimentales permitirán identificar las características esenciales del producto y su potencial dentro del mercado.

3.2. Tipo de investigación

Según Hernández Sampieri et al. (2021), los tipos de investigación se clasifican en función de la naturaleza del problema, el alcance de los objetivos y la metodología utilizada. Esta investigación es de tipo exploratorio y experimental, ya que permitirá evaluar la viabilidad del tónico dermocosmético a base de plantas caracterizando el extracto de *Calendula officinalis* para la formulación de un tónico facial con potencial terapéutico y explorando de manera teórica las propiedades de ambas plantas para su uso como coadyuvante en el tratamiento del acné. A continuación, se describen cada uno de estos enfoques:

Exploratoria

Este tipo de investigación es adecuado para problemas novedosos o poco estudiados, como la incorporación de extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* en productos dermocosméticos para el tratamiento del acné. El propósito es generar una comprensión inicial del problema, identificar las variables más relevantes y establecer las bases para investigaciones posteriores (Hernández Sampieri et al., 2021). La revisión de

literatura científica es clave para identificar propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas de los extractos, así como su relación con la fisiopatología del acné.

Experimental

Este tipo de investigación es esencial para probar hipótesis mediante la manipulación controlada de variables (Hernández Sampieri et al., 2021). En este caso, el diseño experimental será aplicado para evaluar las características del extracto de *Calendula officinalis*, utilizado en la formulación del tónico facial. Asimismo, permitirá analizar detalladamente los parámetros fisicoquímicos del tónico, como el pH, la densidad y la viscosidad, aspectos que generaran la viabilidad del producto final y su compatibilidad con la piel.

3.3.Fuentes de Información

Según Hernández Sampieri et al. (2021), las fuentes de información se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de su origen y el grado de análisis que contienen. Esta investigación utilizará una combinación de fuentes primarias y secundarias para garantizar una base sólida de evidencia.

Fuentes primarias

Las fuentes primarias son datos originales obtenidos directamente de experimentos o investigaciones propias (Hernández Sampieri et al., 2021). En este caso, incluirán los resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas en el laboratorio, como las mediciones de pH, densidad, viscosidad del tónico y resultado de pruebas de caracterización del extracto de realizadas como Reactivo de Shinoda, Cromatografía de capa fina, Prueba de capacidad antioxidante DPPH, entre otras.

Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias incluyen análisis y síntesis de datos publicados previamente, como artículos científicos, revisiones sistemáticas y reportes técnicos (Hernández Sampieri et al., 2021). Estas son importantes para recopilar información sobre las propiedades terapéuticas de los extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, los métodos

de extracción utilizados en el caso de la *Calendula officinalis* y estudios previos sobre la eficacia de productos similares.

3.4. Criterios de la búsqueda de información

Tabla 1. *Tabla de criterios de búsqueda de información*

| Objetivo Específico | Descriptor | Motor de búsqueda | Resultados por descriptor | Periodo de estudio | Idioma |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|
| OE1: 1. Analizar la eficacia terapéutica de <i>Hamamelis virginiana</i> y <i>Calendula officinalis</i> mediante la realización de una revisión exhaustiva de literatura científica para establecer las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de los extractos, relacionándolas con la fisiopatología del acné. | "Efectos antiinflamatorios de <i>Hamamelis virginiana</i> " | PubMed, Google Scholar, Scielo | 65 | 2015-2023 | Inglés, Español |
| | "Propiedades antimicrobianas de <i>Calendula officinalis</i> en aplicaciones dermocosméticas" | Elsevier, SpringerLink, ResearchGate | 40 | 2017-2024 | Inglés, Español |
| | "Relación entre extractos vegetales y fisiopatología del acné" | Scopus, PubMed, Wiley Online Library | 33 | 2018-2024 | Inglés |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|-----------|-----------------|
| OE2: 2. Caracterizar el extracto de <i>Calendula officinalis</i> para la formulación de un tónico facial utilizando extracto de <i>Calendula officinalis</i> y <i>Hamamelis virginiana</i> para establecer su potencial terapéutico como coadyuvante en el tratamiento del acné | "Formulación cosmética con extractos naturales (<i>Hamamelis, Calendula</i>)" | Scopus, PubMed, ScienceDirect | 80 | 2015-2024 | Inglés, Español |
| | "Compatibilidad dermocosmética de extractos naturales en acné " | Google Scholar, PubMed, Wiley Online Library | 80 | 2017-2023 | Inglés, Español |
| 1. OE3: 3. Evaluar el tónico facial, mediante pruebas de control de calidad fisicoquímicas garantizando su viabilidad como dermocosmético y compatibilidad con la piel | "Evaluación fisicoquímica de tónicos faciales (pH, densidad, viscosidad)" | Scopus, PubMed, ResearchGate | 60 | 2015-2024 | Inglés |
| | "Pruebas clínicas y fisicoquímicas de tónicos para el acné" | Elsevier, SpringerLink, Google Scholar | 45 | 2017-2024 | Inglés, Español |
| | "Viabilidad de productos naturales en el tratamiento del acné" | ScienceDirect, PubMed, Scielo | 55 | 2016-2023 | Inglés, Español |

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Criterios de inclusión y exclusión

La definición de criterios de inclusión y exclusión es importante para garantizar la relevancia, calidad y aplicabilidad de las fuentes seleccionadas. En el presente estudio, estos criterios se emplean para delimitar y estructurar la recopilación de datos relacionados con el desarrollo y evaluación de un tónico dermocosmético a base de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*.

El uso de estos criterios permite reducir sesgos en la selección de información y asegura que la base de datos recopilada sea específica y actualizada. Como señalan Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), delimitar las fuentes no solo mejora la calidad del análisis, sino que también fomenta la reproducibilidad y validez de los resultados.

Criterios de inclusión

1. Relevancia temática: La inclusión de fuentes se orienta hacia documentos que aborden específicamente las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, así como su relación directa con la fisiopatología del acné. Estudios previos han evidenciado que los extractos naturales poseen un potencial significativo para modular procesos inflamatorios y reducir la proliferación bacteriana (Agrahar-Murugkar y Subbulakshmi, 2020; Dall'Acqua et al., 2018). Por lo tanto, se priorizan investigaciones enfocadas en estas características funcionales.

2. Rango temporal: Se seleccionaron publicaciones de los últimos 10 años (2015-2025), ya que este periodo permite capturar avances recientes en el campo de la dermocosmética y los métodos analíticos modernos aplicados a extractos naturales. Estudios garantizan información alineada con los estándares actuales de calidad en formulación cosmética (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

3. Tipo de documentos: Se consultaron artículos científicos, que son la base de cualquier investigación académica seria. También se incluyen revisiones sistemáticas, metaanálisis y normativas internacionales relacionadas con la industria cosmética, como la ISO 22716 sobre buenas prácticas de fabricación en cosméticos. Este enfoque asegura la fiabilidad y validez de las fuentes seleccionadas (Morales et al., 2019).

4. Idioma: Se consultaron documentos en español e inglés, ya que estos idiomas cubren una amplia gama de literatura científica relevante y accesible. La inclusión de ambos

idiomas permite aprovechar investigaciones tanto de América Latina como de otros países con tradición en el estudio de extractos naturales (García-Ruiz et al., 2021)

5. Fuentes de información confiables: Las fuentes se obtienen de bases de datos científicas como PubMed, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar. Estas plataformas son reconocidas por su rigor académico y cobertura de temas especializados en dermatocósmética y salud (Elsevier, 2022).

Criterios de exclusión

1. Irrelevancia temática: Se excluyen publicaciones que no aborden *Hamamelis virginiana* o *Calendula officinalis*, o que no estén relacionadas con la fisiopatología del acné.

2. Rango temporal fuera de especificación: Documentos publicados antes de 2000 no serán considerados, a excepción de revisiones históricas para los antecedentes históricos y teóricos (Agrawal et al., 2016).

3. Inadecuación metodológica: Se excluirán investigaciones que no utilicen métodos analíticos estandarizados o que no evalúen los parámetros como pH, densidad y viscosidad, esenciales para el desarrollo de productos tópicos (Dall'Acqua et al., 2018)

4. Falta de aplicabilidad al objetivo de estudio: Fuentes que se centren exclusivamente en tratamientos farmacológicos o clínicos que no incluyan opciones naturales o dermatocósméticas serán excluidas, ya que no son congruentes con los objetivos planteados (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

3.6. Variables de la investigación

Según Hernández Sampieri, las variables representan los elementos o características que se desean estudiar y medir. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2022), una variable se define como una propiedad que puede adquirir diferentes valores y cuya variación es susceptible de medirse u observarse en un contexto de investigación. En el marco metodológico, se definen y operacionalizan las variables para garantizar que puedan medirse de manera objetiva y reproducible.

La operacionalización de variables es un proceso clave dentro del diseño metodológico y consiste en transformar conceptos abstractos en indicadores medibles (Kerlinger y Lee, 2002). Este proceso se realiza a través de la construcción de una tabla que incluye distintos

aspectos que permiten precisar cómo se evaluarán las variables en la investigación. A continuación, se explican los elementos esenciales que debe contener la tabla de operacionalización de variables:

Objetivo específico

Cada variable debe estar alineada con los objetivos específicos de la investigación. Los objetivos proporcionan la dirección y establecen qué aspectos del fenómeno serán analizados (Bisquerra, 2012). En la tabla, cada variable se relaciona con un objetivo específico para garantizar coherencia metodológica.

Variable

Es la característica o propiedad que se estudia y que puede asumir diferentes valores (Hernández Sampieri et al., 2022). En el contexto de esta investigación, las variables pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, y están asociadas a las propiedades de los extractos y del tónico dermocosmético.

Indicador

Los indicadores son los criterios específicos que permiten medir o evaluar una variable (Neuman, 2014). Funcionan como parámetros observables y medibles que facilitan la recolección de datos. En este caso, los indicadores incluyen propiedades fisicoquímicas (pH, densidad, viscosidad) y composición química (presencia de flavonoides).

Definición conceptual

Se refiere a la explicación teórica de la variable basada en literatura científica (Kerlinger y Lee, 2002).

Definición operacional

Describe cómo se medirá o evaluará la variable dentro del estudio (Bisquerra, 2012). La definición operacional traduce el concepto en una acción específica que se llevará a cabo en el trabajo experimental o en la revisión de literatura.

Definición instrumental

Hace referencia a los métodos, técnicas o herramientas utilizadas para medir la variable (Neuman, 2014). Puede incluir instrumentos de laboratorio, encuestas, pruebas estadísticas, entre otros. En este estudio, la definición instrumental abarca el uso de pruebas químicas como reactivo de Shinoda, cromatografía de capa fina, prueba de capacidad antioxidante DPPH, espectrofotometría UV-VIS, espectroscopía infrarroja y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para detectar flavonoides, pH-metro para determinar acidez, picnómetro para determinar densidad y viscosímetros para medir la fluidez del tónico.

3.7. Tabla de variables de la investigación

Tabla 2. Variables de la investigación

| Objetivo Específico | Variable | Indicador | Definición conceptual | Definición operacional | Definición instrumental |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Analizar la eficacia terapéutica de <i>Hamamelis virginiana</i> y <i>Calendula officinalis</i> mediante la realización de una revisión exhaustiva de literatura científica para establecer las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de los extractos, | Propiedades terapéuticas | Efecto antiinflamatorio, antimicrobiano y antioxidante | Capacidad de los extractos de calmar la inflamación, combatir microorganismos y neutralizar radicales libres | Revisión de literatura científica sobre estudios previos que evalúen estas propiedades en los extractos seleccionados | Búsqueda sistemática en bases de datos científicas (PubMed, Scopus, ScienceDirect, entre otros) |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| relacionándolas con la fisiopatología del acné. | | | | | |
| Caracterizar el extracto de <i>Calendula officinalis</i> para la formulación de un tónico facial utilizando extracto de <i>Calendula officinalis</i> y <i>Hamamelis virginiana</i> para establecer su potencial terapéutico como coadyuvante en el tratamiento del acné. | Composición química del extracto de <i>Calendula officinalis</i> | Presencia de flavonoides en el extracto de <i>Calendula officinalis</i> | Compuestos bioactivos con propiedades antiinflamatorias y antioxidantes | Determinación de flavonoides en los extractos mediante análisis químico | Reactivo de Shinoda, Cromatografía de capa fina, Prueba de capacidad antioxidante DPPH, Espectroscopia Infrarroja, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y Espectrofotometría UV-VIS |
| Evaluar el tónico facial, mediante pruebas de control de calidad físicoquímicas garantizando su viabilidad como dermocosmético y | Compatibilidad con la piel | pH de la formulación | Nivel de acidez o alcalinidad del tónico | Medición del pH del tónico finalizado | Uso de un pH-metro calibrado para asegurar que el producto sea compatible con la piel |
| | Propiedades físicoquímicas del tónico | Densidad y viscosidad | Características reológicas que determinan la fluidez y | Medición de la densidad y viscosidad del tónico formulado | Uso de viscosímetro y picnómetro para evaluar la |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|--|---------------------------|--|--------------------------|
| compatibilidad con la piel. | | | consistencia del producto | | estabilidad del producto |
|-----------------------------|--|--|---------------------------|--|--------------------------|

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.8.Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos

3.8.1. Objetivo específico 1

Revisión bibliográfica: Para fundamentar la formulación del tónico, se realizó una revisión de literatura de las ambas plantas seleccionadas en la cual se tomaron en cuenta las propiedades farmacológicas, composición química, evidencia clínica, para posteriormente comparar su potencial sinérgico y su relación con la patología del acné.

Método de recolección: Búsqueda en bases de datos científicas. Se consultaron PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, entre otras usando palabras clave como “*Hamamelis virginiana* y acné”, “*Calendula officinalis* y propiedades antiinflamatorias”, “flavonoides y tratamiento del acné”.

Análisis de datos: Se organizó la información relevante en tablas comparativas con variables como compuestos activos, mecanismos de acción y evidencia clínica.

3.8.2. Objetivo específico 2

Se caracterizó el extracto de *Calendula officinalis* para la formulación de un tónico facial a base de extracto de *Hamamelis Virginiana* obtenido comercialmente y *Calendula Officinalis* extraído mediante técnica de extracción Soxhlet en el laboratorio de la Universidad Iberoamérica utilizando pruebas de laboratorio.

Análisis de datos: Para comprobar la composición química de extracto de *Calendula officinalis* se realizaron las siguientes pruebas reactivo de Shinoda, cromatografía de capa fina, prueba de capacidad antioxidante DPPH, espectroscopía infrarroja y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, espectrofotometría Uv, - visible. Por otra parte, el extracto de *Hamamelis* fue evaluado únicamente de manera teórica para comprobar su potencial terapéutico en relación con el acné.

3.8.3. Objetivo específico 3

Para la evaluación de control de calidad del tónico se realizaron las siguientes pruebas medición de pH mediante pH- metro, viscosidad utilizando un viscosímetro, densidad con ayuda de un picnómetro para confirmar su viabilidad y compatibilidad con la piel.

Análisis de Datos: Se analizaron los resultados obtenidos mediante estándares de control de calidad existentes.

3.9.Descripción de instrumentos y técnicas

3.9.1. Objetivo específico 1. Técnica para analizar la eficacia terapéutica

Se utilizó una técnica de revisión sistemática de la literatura para analizar la eficacia terapéutica de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* en el tratamiento del acné.

Instrumentos: Bases de datos científicas. Se utilizarán bases como PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar para identificar estudios previos sobre los extractos seleccionados.

Matriz de análisis de contenido: A continuación, se presenta la tabla comparativa que organiza los efectos terapéuticos de los extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* en función de su aplicación en el tratamiento del acné.

Tabla 3. Matriz análisis de contenido de literatura

| Propiedad | <i>Hamamelis virginiana</i> | <i>Calendula officinalis</i> |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Composición principal | Flavonoides, taninos, quercetina, catequinas | Flavonoides, triterpenos, saponinas, carotenoides |
| Propiedades antiinflamatorias | Reduce inflamación | Reduce inflamación |
| Propiedades antimicrobianas | Alta | Moderada |
| Propiedades astringentes | Alta (reduce la producción de sebo y desobstruye los poros) | Baja (menos astringente, más enfocada en cicatrización) |
| Evidencia clínica | Buenas perspectivas, con estudios que demuestran eficacia en inflamación y control bacteriano | Buenas perspectivas, especialmente en el proceso de cicatrización y reducción de la inflamación |
| Aplicación tópica | Sí, ampliamente utilizada en cremas y lociones para piel grasa y acneica | Sí, ampliamente utilizada en cremas y ungüentos para piel sensible y acné inflamatorio |
| Mecanismo principal | Antiinflamatorio, antimicrobiano, astringente | Antiinflamatorio, cicatrizante, antimicrobiano |

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Uso combinado: Ambos extractos pueden complementarse eficazmente en el tratamiento del acné. El uso combinado de *Hamamelis* y *Calendula* podría maximizar los beneficios antiinflamatorios, antimicrobianos y cicatrizantes, lo que puede ofrecer una solución integral para la gestión de esta condición.

3.9.2. Tabla Comparativa de plantas *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* y el estándar según la literatura consultada

Tabla 4. Comparativa de Plantas según Literatura

| Propiedad | <i>Hamamelis virginiana</i> | <i>Calendula officinalis</i> | Estándar del tónico coadyuvante para acné |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antiinflamatorio | Alta: Reduce inflamación | Alta: Reduce inflamación | Debe reducir la inflamación dérmica, mitigar el enrojecimiento y controlar la irritación. |
| Antimicrobiano | Alta | Moderada | Debe ser eficaz contra <i>P. acnes</i> y otras bacterias asociadas con el acné. |
| Astringente | Alta: Reduce la producción de sebo, contribuyendo a la desobstrucción de los poros. | Baja: Menos astringente, más enfocada en la cicatrización que en la regulación de la secreción sebácea. | Debe tener un efecto astringente para reducir la producción de sebo y ayudar a desobstruir los poros. |
| Hidratante | Moderada: Aunque es astringente, no deshidrata la piel, pero no tiene propiedades profundamente hidratantes. | Moderada: Aunque ayuda en la cicatrización, no tiene una acción hidratante destacada. | Debe mantener un adecuado balance de hidratación para evitar la deshidratación de la piel. |
| Calmante y Regenerador | Moderada: Su acción antiinflamatoria ayuda a calmar la piel, pero no es tan regeneradora como otros extractos. | Alta: Potente regeneradora de la piel, estimulando la cicatrización y reparación celular. | Debe calmar la piel irritada, acelerar la regeneración celular y mejorar la cicatrización. |
| Antioxidante | Alta: Contiene flavonoides, catequinas y proantocianidinas, que ayudan a reducir el daño | Moderada: Contiene carotenoides y flavonoides, que ofrecen una acción antioxidante, | Debe contener propiedades antioxidantes para proteger la piel contra el estrés oxidativo. |

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | causado por los radicales libres. | pero no tan potente como Hamamelis. | |
| Sin Comedogénico | Alta: No es comedogénico, lo que lo hace adecuado para pieles propensas al acné. | Alta: No es comedogénica, adecuada para pieles sensibles o acnéicas. | No debe ser comedogénico, evitando la obstrucción de los poros. |
| Equilibrante de pH | Alta: Ayuda a mantener el pH de la piel en un rango adecuado, protegiendo la barrera cutánea. | Moderada: Puede ayudar al equilibrio del pH, pero no está tan documentado como Hamamelis en este aspecto. | Debe equilibrar el pH de la piel, favoreciendo la función barrera y evitando el crecimiento bacteriano. |

Fuente: Elaboración propia (2025).

Análisis de la comparación: Ambos extractos, *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*, cumplen con varias de las propiedades que se buscan en un tónico coadyuvante para el tratamiento del acné, aunque tienen fortalezas diferentes. *Hamamelis* es más efectivo en cuanto a propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y astringentes, mientras que *Calendula* destaca por sus efectos calmantes y regeneradores. Sin embargo, ambos extractos cumplen con la mayoría de los estándares establecidos para el tratamiento del acné, lo que sugiere que su inclusión en fórmulas de tónicos puede ser altamente beneficiosa, dependiendo de la formulación final y las necesidades específicas de la piel.

3.9.3. Técnica elaboración del extracto de *Calendula officinalis*

Objetivo específico 2: Dado que se utilizarán dos tipos de extracto (*Calendula officinalis* obtenido localmente y *Hamamelis virginiana* comercial), se detallan las técnicas de extracción para el primero.

Instrumentos y materiales

- Flores secas
- Tallos de *Calendula officinalis* adquiridas en el mercado central de San José
- Balanza granataria
- Equipo Soxhlet
- *Beakers* de 400 ml, 1000 ml y 200 ml
- Hielo

- Calentador
- Probetas de 100 ml
- Balón de 500 ml
- Solventes
- Bomba de inmersión
- Espátula
- Envase de vidrio ámbar.

Reactivos: Etanol (C₂H₆O)

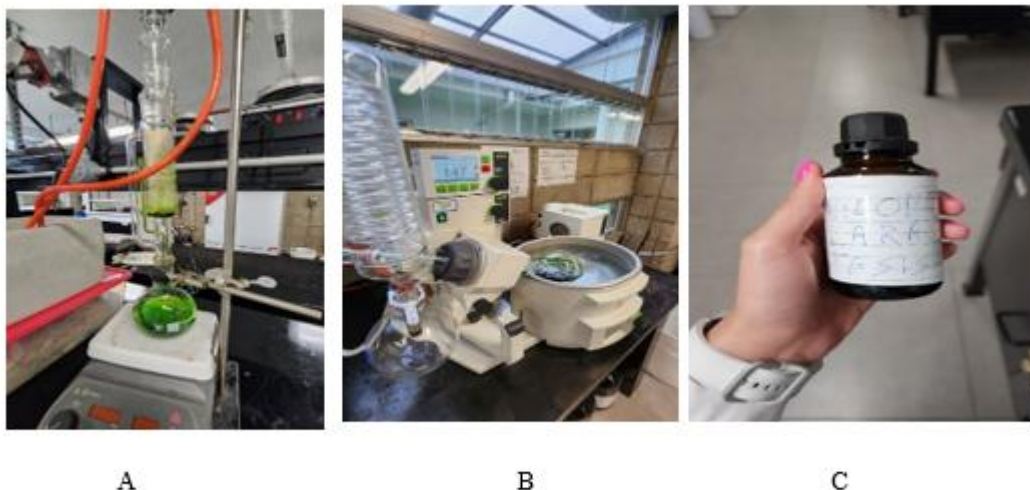
Procedimiento

Para la extracción de los metabolitos presentes en *Calendula officinalis*, se utilizó el método de extracción Soxhlet y el rotavapor siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

1. Limpieza del material de laboratorio: Se realizó un lavado exhaustivo de todo el material de vidrio utilizado, incluyendo balones, el equipo Soxhlet, condensadores, probetas, *beakers*. El lavado se efectuó utilizando agua y jabón, asegurando la eliminación de cualquier residuo que pudiera interferir en el proceso de extracción.
2. Preparación de la muestra: La muestra de *Calendula officinalis* deshidratada fue troceada con un cuchillo y una tabla de picar para facilitar su manipulación. Se pesaron 20 g de la muestra utilizando una balanza granataria y se colocaron cuidadosamente en la manta del equipo Soxhlet, asegurando que quedara bien empaquetada para permitir una correcta distribución del solvente durante el proceso de extracción.
3. Preparación del solvente: En un balón redondo de fondo plano con capacidad de 500 mL, se adicionaron 250,0 mL de etanol como solvente para la extracción.
4. Montaje del equipo Soxhlet: Se ensambló el sistema Soxhlet asegurando una correcta conexión entre el balón, Soxhlet y el condensador de tipo espiral. Se verificó la no presencia de fugas del sistema para evitar pérdidas por evaporación durante el proceso.

5. Sistema de refrigeración: Se conectó el sistema de refrigeración al condensador utilizando una bomba de inmersión para recircular agua fría. Se colocó hielo en el sistema de recirculación, reemplazándolo de manera continua cuando fue necesario para mantener una temperatura adecuada y garantizar la condensación eficiente del etanol.
6. Extracción Soxhlet: El balón con el etanol se calentó a aproximadamente 395 °C utilizando un calentador con agitación magnética para mantener una temperatura constante en todo el contenido. El proceso de extracción se mantuvo durante 3 horas continuas, contadas a partir del momento en que se observó la primera circulación del solvente. Durante este tiempo, el etanol hasta alcanzar el punto de ebullición se evaporó, se condensó y pasó repetidamente a través de la muestra, permitiendo la extracción eficiente de los metabolitos presentes en la planta.
7. Desmontaje del equipo: Al finalizar las 3 horas de extracción, se procedió al apagado del sistema de calentamiento y de la bomba de inmersión. Se permitió que el sistema se enfriara antes de desmontar cuidadosamente cada componente del equipo Soxhlet.
8. Se trasvasó el extracto obtenido a un balón de fondo redondo de 500 ml procurando ocupar $\frac{1}{2}$ de su capacidad total con ayuda de un embudo para ser colocado al equipo (rotavapor).
9. Se realizó la conexión de una de las mangueras del condensador hacia la bomba de inmersión para asegurarse del correcto funcionamiento del rotavapor.
10. Se vertió hielo y agua en la hielera para mantener un sistema de enfriamiento adecuado y este se estuvo reemplazando constantemente cuando fue necesario para garantizar la condensación eficiente.
11. Se prosiguió a llenar el baño maría de agua calculando que el agua cubriera la mitad del balón colocado en el equipo para mantener una temperatura homogénea en todo el balón de fondo redondo (aún no se había colocado).

12. Se prosiguió a conectar la fuente de corriente localizada en la parte posterior del equipo, se encendió el recirculador verificando que se llenara el condensador.
13. Se prosiguió a encender el equipo de la siguiente manera: bomba de vacío, baño de agua y el comando central del equipo.
14. Se colocó la temperatura del baño maría a 40 C considerando la temperatura adecuada para el solvente en este caso etanol.
15. Se colocó el balón de fondo redondo en el equipo con una prensa verde de manera que la parte más angosta esté en contacto con el equipo y la más ancha en contacto con la boca del balón equipo para evitar pérdidas del extracto y la contaminación del baño maría.
16. Se colocó la velocidad de rotación a una velocidad entre 3-5 para mantener de una temperatura proporcional en todo el balón de fondo redondo.
17. Se ajustó la altura del balón utilizando la palanca de comando frontal con el cuidado de que este no colisione en ningún momento con el borde del baño maría.
18. Finalmente, se seleccionó la presión a 147 mbar y se estuvo monitoreando constantemente por aproximadamente 4 h en el caso de ser necesario un ajuste de presión.
19. El extracto obtenido se recolectó cuidadosamente y se trasvasó a recipientes de vidrio color ámbar, previamente lavados con agua y jabón. Estos recipientes ayudan a proteger los metabolitos extraídos de la degradación provocada por la exposición a la luz.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Imagen 6. a) Método Soxhlet b) Rotavapor c) Almacenamiento

3.9.4. Cromatografía de capa fina (TLC)

El análisis por cromatografía de capa fina (TLC) se realizó en el laboratorio de la Universidad de Iberoamérica.

Materiales utilizados:

- Placas cromatográficas
- Capilares para la aplicación de la muestra
- Lámpara de luz ultravioleta (UV)
- *Beaker* de 400 mL
- Probeta de 10 mL
- Probeta de 50 mL

Reactivos empleados:

- Vapores de amoníaco
- 1-Butanol ($C_4H_{10}O$)
- Ácido acético (CH_3COOH)
- Agua destilada (H_2O)

Procedimiento:

1. Se prepararon las placas cromatográficas asegurando una superficie limpia y uniforme. Estas placas constituyen la fase estacionaria sobre la cual se aplicará el extracto a analizar.
2. Preparación de la fase móvil: Mezcla de 1-butanol, ácido acético y agua destilada, manteniendo la misma proporción de 40:10:50 (v/v/v).
3. La preparación se realizó midiendo con precisión las cantidades necesarias utilizando una probeta de 10 mL y un gotero.
4. Con ayuda de capilares, se aplicó cuidadosamente una alícuota del extracto de *Calendula officinalis* sobre la base de la placa cromatográfica. Se dejó secar la muestra aplicada antes de proceder con la elución.
5. La placa se colocó en posición vertical dentro de un *beaker* de 400 mL que contenía la fase móvil preparada previamente. El *beaker* se cubrió con un vidrio de reloj para evitar la evaporación del solvente y se dejó eluir durante aproximadamente 25 minutos, asegurando que la fase móvil ascendiera por capilaridad hasta alcanzar el límite superior de la placa previamente establecido.
6. Una vez finalizada la elución, la placa se retiró del *beaker* y se dejó secar completamente a temperatura ambiente, asegurando la eliminación de cualquier residuo de solvente.
7. Posteriormente, la placa se observó bajo una lámpara UV a 365 nm para identificar la presencia de compuestos fluorescentes o que absorben en el rango ultravioleta.

3.9.5. Reactivo de Shinoda

Materiales:

- Muestra del extracto de *Calendula Officinalis*
- Tiras de Mg
- Tubos de ensayo de vidrio
- Pipeta

- Gafas de seguridad

Reactivos:

- Alcohol amílico (C₅H₁₁OH)
- Ácido clorhídrico concentrado (HCL)
- Agua destilada (H₂O)

Procedimiento:

1. Preparación de la muestra: Se coloca 0,5 ml del extracto de *Calendula officinalis* en un tubo de ensayo previamente lavado con agua y jabón para evitar la contaminación de la muestra.
2. Adición de las tiras de magnesio: Se añaden pequeñas partes de tiras de magnesio anteriormente cortadas con tijera al tubo de ensayo con la muestra.
3. Adición de ácido clorhídrico: Con una pipeta de calibrada de 0,5 ml se agrega 0,2 ml de ácido clorhídrico al tubo de ensayo.
4. Adición de ácido amílico: Con una pipeta de calibrada de 0,5 ml se agrega 0,2 ml de ácido amílico al tubo de ensayo.
5. Adición de agua destilada: Con una pipeta de calibrada de 0,5 ml se agrega 2 ml de agua destilada al tubo de ensayo.
6. Dejar reposar la muestra por aproximadamente 5 minutos.
7. Finalmente, al reposar la muestra observar cualquier cambio de color en la solución.

3.9.6. Prueba DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

Es un método que mide la capacidad antioxidante de sustancias.

Materiales:

- Pipetas
- Cubetas de cuarzo
- Espectrofotómetro UV-Vis
- Extracto de *Calendula officinalis*
- Peras
- *Beakers* de diferentes tamaños

Reactivos:

- Reactivo DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)
- Metanol (CH₃OH)
- Ácido ascórbico (C₆H₈O₆)
- Agua destilada (H₂O)

Procedimiento

1. Preparación de la disolución madre de DPPH (C_n= 1,0mg/ ml): Se pesaron 0,05 g de DPPH en un balón de 50 ml sobre una balanza analítica; posteriormente, el balón fue aforado con metanol y se agitó cuidadosamente hasta lograr una disolución completamente homogénea. La disolución madre de DPPH es completamente estable en el refrigerador por un mes.

2. Preparación de la disolución DPPH diluida (C_n= 0,2mg/ ml): Se tomó una alícuota de 10,00 ml de la solución madre y se trasvasó a un balón de 50 ml, y se aforó con metanol y se debió cubrir con papel aluminio. Esta solución es únicamente estable por 24 h.

3. Preparación de la disolución madre de ácido ascórbico (C_n= 1000mg/L): Se pesaron 0,1g de ácido ascórbico en un balón de 100ml sobre una balanza analítica y se aforó con metanol; posteriormente, se agitó suavemente hasta que este estuviera completamente homogéneo. Dicha delusión será estable en el refrigerador por una semana.

4. Preparación de la disolución de ácido ascórbico diluida ($C_n = 25\text{mg/L}$): Se tomó en una alícuota 2, 50 ml de la disolución madre de ácido ascórbico y se trasvasó a otro balón de 100ml y se aforó con metanol. Dicha dilución será estable únicamente por 24 horas.

5. Con la disolución de ácido ascórbico diluida se prepararon 8 tubos de ensayo para la curva con el siguiente esquema de trabajo.

Tabla 5. Preparación de curva del ácido ascórbico

| Patrón | Volumen de A. Ascórbico (ml). | Volumen de MeHO (ml). | Volumen DPPH (ml). | Tiempo Vector (min) | Tiempo lectura (min) |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 0,2 | 4,8 | 1,0 | 0:00 | 30:00 |
| 2 | 0,4 | 4,6 | 1,0 | 2:00 | 32:00 |
| 3 | 0,6 | 4,4 | 1,0 | 4:00 | 34:00 |
| 4 | 0,8 | 4,2 | 1,0 | 6:00 | 36:00 |
| 5 | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 8:00 | 38:00 |
| Blanco control (BC) | 0 | 5,0 | 1,0 | 10:00 | 40:00 |
| Blanco (B) | 3,0 | 3,0 | 0 | 12:00 | 42:00 |
| Blanco solvente (Bs) | 0 | 6,0 | 0 | 14:00 | 44:00 |

Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Se dio un intervalo de tiempo de 2 minutos entre cada adición de DPPH y se esperó aproximadamente 30 minutos para medir en el espectrofotómetro UV-VIS. desde la primera adición.

6. Preparación de la disolución del extracto de *Calendula officinalis*: Se tomó una alícuota de 3 ml del extracto de la plata y se llevó a un balón de 50 ml para posteriormente aforar con metanol. Se agitó hasta que este estuviera completamente homogéneo.
7. Nuevamente se preparó otra disolución de DPPH diluida (leer paso 2).
8. Con la disolución del extracto de *Calendula officinalis* se prepararon 8 tubos de ensayo para la curva con el siguiente esquema de trabajo.

Tabla 6. Preparación de la curva del extracto de *Calendula officinalis*

| Patrón | Volumen de Extracto de <i>Calendula Officinalis</i> (ml). | Volumen de MeHO (ml). | Volumen DPPH (ml). | Tiempo Vector (min) | Tiempo lectura (min) |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 0,6 | 2,4 | 1,0 | 0:00 | 10:00 |
| 2 | 0,8 | 2,2 | 1,0 | 2:00 | 12:00 |
| 3 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 4:00 | 14:00 |
| 4 | 1,2 | 1,8 | 1,0 | 6:00 | 16:00 |
| 5 | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 8:00 | 18:00 |
| Blanco control (BC) | 0 | 3,0 | 1,0 | 10:00 | 20:00 |
| Blanco (B) | 2,0 | 2,0 | 0 | 12:00 | 22:00 |
| Blanco solvente (Bs) | 0 | 4,0 | 0 | 14:00 | 24:00 |

Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Se dio un intervalo de tiempo de 2 minutos entre cada adición de DPPH y se esperó aproximadamente 10 minutos para medir en el espectrofotómetro UV-VIS. desde la primera adición.

Cálculo para determinar la capacidad antioxidante

Curva del ácido ascórbico

1. Se calculo el % de inhibición para cada uno de los patrones del ácido ascórbico con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{(\text{ABS BC} - \text{ABS BS}) - (\text{ABS PATRON} - \text{ABS B})}{(\text{ABS BC} - \text{ABS BS})} \times 100$$

Donde:

Abs Blanco control (BC): Es la absorbancia del blanco de la disolución (Metanol + DPPH)

Abs Blanco (B): Es la absorbancia de ácido ascórbico + Metanol, sin el DPPH.

Abs Blanco solvente (Bs): Es la absorbancia del Metanol sin el DPPH.

Abs Patrón: Es la absorbancia de la muestra con el DPPH.

2. Se realizó una gráfica lineal, en el eje “x” se coloca la concentración y en el eje “y” el porcentaje de inhibición. Se graficó utilizando de la aplicación de Microsoft Excel.

3. Finalmente se calculó la ecuación de la recta utilizando la siguiente fórmula, donde se determinó la concentración del ácido ascórbico a un 50 % de inhibición con el DPPH.

$$X = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

b: Es el intercepto de la recta

m: Es la Pendiente de la recta

x: Es la concentración de la muestra (ácido ascórbico)

Curva del Extracto de *Calendula Officinalis*

1. Se calculó el % de inhibición para cada uno de los patrones de *Calendula officinalis* con la fórmula que se menciona en el paso 1. De la curva del ácido ascórbico.

2. Seguir paso 2 y 3 de la curva del ácido ascórbico para determinar la concentración de la *Calendula officinalis* a un 50 % de inhibición con el DPPH.

3. Comparar ambas concentraciones.



Imagen 7. Ilustración por muestras de patrones

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.7. Prueba de IR

La espectrometría de infrarrojos (espectroscopía IV) es un tipo de espectrometría de absorción que utiliza la región infrarroja del espectro electromagnético. Como las demás técnicas espectroscópicas, puede ser utilizada para identificar un compuesto o investigar la composición de una muestra (Moraga, M. y Molina, P., 2023).

Materiales:

- Muestra de extracto de *Calendula officinalis*
- Espectrofotómetro
- Pipeta
- Papel de limpieza
- Gafas de seguridad

Procedimiento

1. Con la utilización de guantes se estableció la línea base del equipo con el fin de evitar interferencias durante la lectura con el solvente etanol, siendo el mismo utilizado en la extracción de la planta.
2. Con ayuda de una pipeta Pasteur, se secó con la ayuda de un secador, para formar una lámina sólida.
3. Se colocó la muestra en el equipo y se establecieron las condiciones generales impuestas por el laboratorio de la Universidad de Iberoamérica, UNIBE.
4. Una vez finalizada la lectura del equipo, se procedió a mejorar la apariencia del espectro infrarrojo con la finalidad de obtener una mejor interpretación de este.

3.9.8. Prueba de gases acoplada a espectrometría de masas

La cromatografía de gases-masas es una técnica que combina la capacidad de separación que presenta la cromatografía de gases con la sensibilidad y capacidad selectiva del detector de masas.

Los análisis de las muestras en este equipo se hicieron bajo las siguientes condiciones:

Tabla 7. Condiciones para el análisis de muestras en cromatografía de gases-masas

| Inyector | Columna | Horno | Detector (MS) |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Modo: Split</p> <p>Temperatura: 270°C</p> <p>Flujo: 13.9 ml/min</p> | <p>Flujo: 1.0 ml/min</p> <p>Tipo: Agilent HP-5MS 5% fenilmetilxiloxano, 30m x 250um x 0.25 um nominal</p> <p>Temperatura: 325°C</p> | <p>Temperatura: 50°C</p> <p>Luego en rampa.</p> | <p>Temperatura fuente: 230°C</p> <p>Temperatura cuádruplo: 150°C</p> <p>Modo: SCAN relativo positivo</p> <p>Lectura masas: Menor:50 amu/ Mayor: 500amu.</p> |

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.9. Espectroscopía ultravioleta visible

El análisis por espectroscopía ultravioleta visible se realizó en el laboratorio de la Universidad de Iberoamérica.

Materiales:

- *Beakers* de 1000 ml y 250 ml
- Cubeta de cuarzo
- Gotero
- Lentes de seguridad
- Equipo de espectroscopía ultravioleta visible
- Piseta
- Muestra del extracto de *Calendula officinalis*

Reactivos: Etanol (C₂H₆O)

Procedimiento:

1. Primeramente, se lavó con agua y jabón los materiales de cristalería a utilizar con la finalidad de eliminar cualquier contaminante. Posterior a esto, se tomó 1ml del extracto de *Calendula* y se diluyó con etanol.
2. Se tomó la cubeta de cuarzo y se realizaron tres lavados con agua destilada con ayuda de una piseta.
3. Seguidamente se realizaron tres lavados con el extracto previamente diluido en etanol y se secaron los bordes de la cubeta con papel.
4. Se procedió a ajustar el barrido del equipo, se realizó un barrido entre 200 nm y 700 nm para obtener el gráfico.
5. Se observan los picos de absorción y se registran los datos.

Formulación

Materiales:

- 0.30 g de metilparabeno
- 0.10 g de propilparabeno
- 10 g de glicerina
- 15 g de extracto de *Calendula officinalis*
- 15 g de extracto de *Hamamelis virginiana*
- 5 g de tween 20
- 115 g de agua destilada
- 15 gotas de esencia aromática

Procedimiento:

1. Pesaje de los ingredientes: Se pesaron con precisión 0.30 g de metilparabeno, 0.10 g de propilparabeno, 10 g de glicerina, 15 g de cada uno de los extractos, 5 g de tween 20 y 115 g de agua destilada. Esta etapa es fundamental para asegurar la correcta proporción de cada componente en la formulación.
2. Disolución de los parabenos: En un *beaker* colocado sobre un calentador, se disolvieron los parabenos (metilparabeno y propilparabeno) en la glicerina. La temperatura se mantuvo constante y controlada para facilitar la disolución completa, asegurando la integración homogénea de los conservantes en el sistema.

3. Incorporación de los extractos y el agua: Una vez disueltos los parabenos, se retiró el *beaker* del calentador y se añadieron los 15 g de extracto de *Calendula officinalis*, los 15 g de extracto de *Hamamelis virginiana* y 115 g de agua destilada. La mezcla se agitó suavemente para garantizar la homogeneización de los componentes.
4. Adición del tween 20: Posteriormente, se incorporaron 5 g de tween 20 a la formulación. Este emulsionante tiene la función de estabilizar la mezcla y mejorar la dispersión uniforme de los extractos en la fase acuosa.
5. Aromatización del Tónico: Se añadieron 15 gotas de esencia aromática a la formulación para mejorar sus características sensoriales, asegurando una experiencia más agradable para el usuario.
6. Enfriamiento y envasado: La mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente. Una vez alcanzada la temperatura óptima, el tónico fue envasado.

3.9.10. Técnica de estabilidad del tónico: variación de pH, densidad y viscosidad

Objetivo específico 3: Se realiza la prueba de medición de pH, densidad y viscosidad al producto terminado con las siguientes técnicas descritas a continuación.

3.9.10.1. Medición de pH

Materiales:

- pH-metro
- *Beaker* de 400 mL

Procedimiento:

1. Se colocó una muestra representativa del tónico facial en un *beaker* de 200 mL, asegurándose de que estuviera a temperatura ambiente (aproximadamente 20 °C).
2. Se calibró el pH-metro utilizando soluciones *buffer* de pH conocido (pH 4.00, 7.00 y 10.00) para asegurar la precisión de las mediciones.

3. Una vez calibrado, se introdujo el electrodo del pH-metro en el *beaker*, evitando que tocara las paredes del recipiente. Se permitió que el pH-metro se estabilizara en la lectura y se registró el valor obtenido. Este procedimiento se repitió en tres ocasiones para garantizar la reproducibilidad y precisión de los resultados.

4. Valor obtenido: Este procedimiento se repitió en tres ocasiones para garantizar la reproducibilidad y precisión de los resultados.

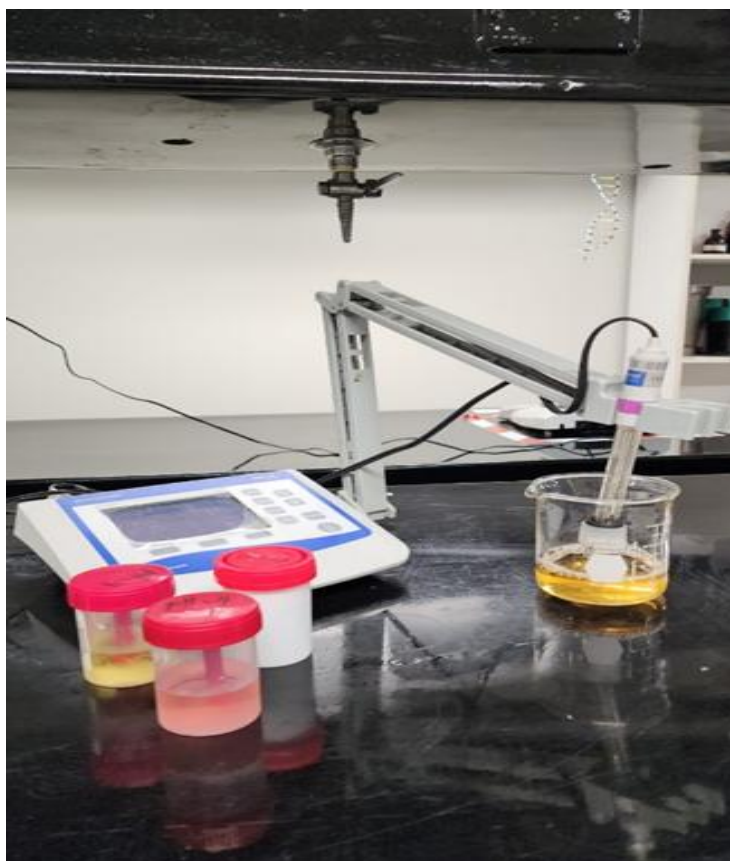


Imagen 8. *Ilustración por medición de pH*

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.10.2. Medición de densidad

Materiales:

- Picnómetro de 25 mL
- Guantes
- Balanza analítica

Procedimiento:

1. Se procedió a hacer la limpieza del picnómetro con agua y jabón antes de iniciar el procedimiento.
2. Se colocó el picnómetro vacío en la balanza analítica, calibrada previamente, y se anotó su masa en gramos (m_1).
3. Se llenó el picnómetro con el tónico facial hasta su capacidad total (25 mL), evitando la formación de burbujas en el interior.
4. Se colocó la tapa del picnómetro cuidadosamente para asegurar un cierre hermético.
5. El picnómetro lleno se volvió a pesar en la balanza analítica, registrando el nuevo valor (m_2).
6. La densidad se calculó utilizando la fórmula:

$$Densidad\ g/ml = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

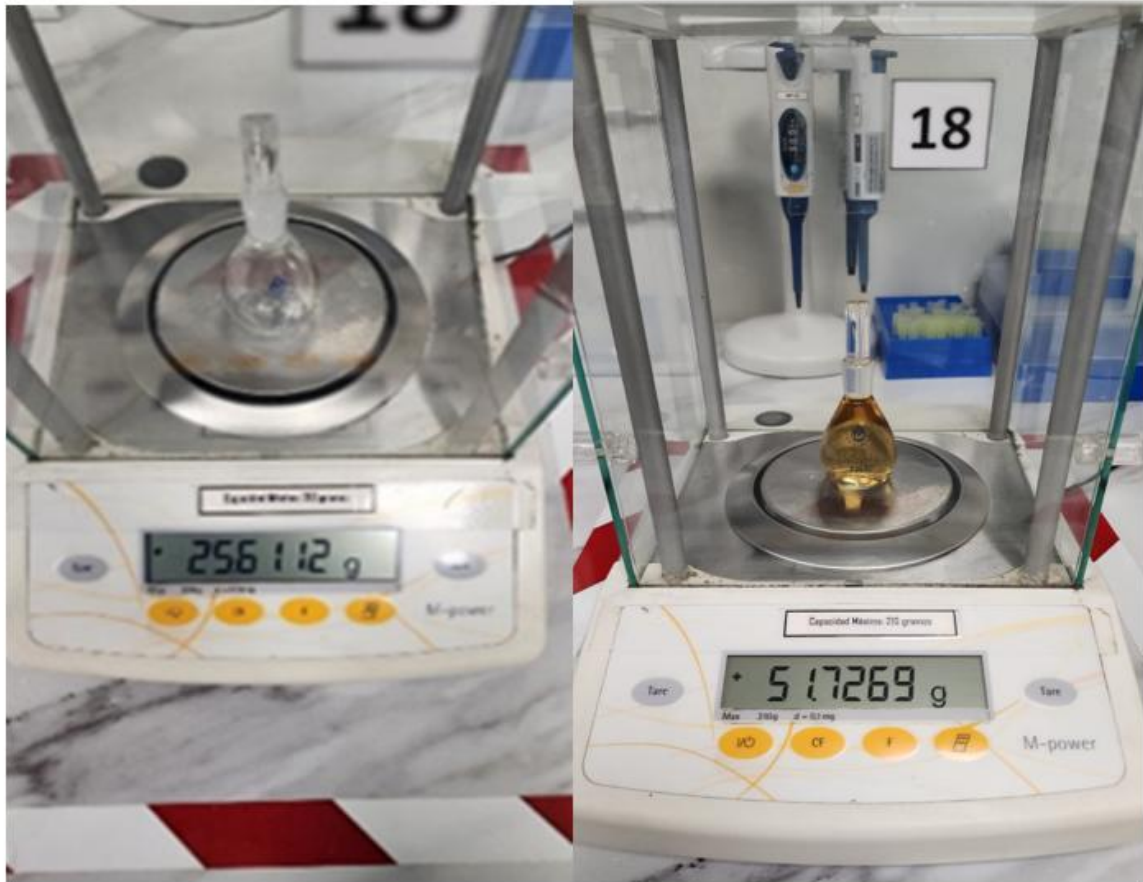
Donde:

M2 = Masa del picnómetro con la muestra (g)

M1 = Masa del picnómetro vacío (g)

V = Volumen del picnómetro (mL).

7. Se repitió el procedimiento tres veces para asegurar la consistencia de los resultados.



A

B

Imagen 9. a) Pesado del picnómetro vacío b) Pesado del picnómetro lleno

3.9.10.3. Medición de Viscosidad

Materiales:

- Viscosímetro rotacional
- Probeta

Procedimiento:

1. Se seleccionó el *spindle* B-LV-1 61 y se instaló en el viscosímetro rotacional.
2. Se llenó una probeta con aproximadamente 50 % de su capacidad total utilizando el tónico facial.

3. Se introdujo el *spindle* del viscosímetro en la probeta, asegurando que no tocara las paredes ni el fondo del recipiente.
4. Se ajustó la velocidad del viscosímetro al 50 % y se realizó la medición a una temperatura controlada de 20 °C.
5. Una vez estabilizada la lectura, se registró el valor de la viscosidad en centipoises (cP).
6. Se repitieron las mediciones en tres ocasiones para obtener un promedio representativo.



Imagen 10. *Por medición de viscosidad*

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.10.4. Condiciones aceleradas

Materiales: Cámara de estabilidad

Procedimiento:

1. Se colocó el tónico facial dentro de la cámara de estabilidad por un periodo de 90 días. Para las condiciones aceleradas se utilizó una cámara de estabilidad en el laboratorio de la Universidad de Iberoamérica marca Binder y se colocó el valor de temperatura

siguiendo los pasos solicitados en la RCTA a una temperatura de 40° C específicamente para formas farmacéuticas líquidas.

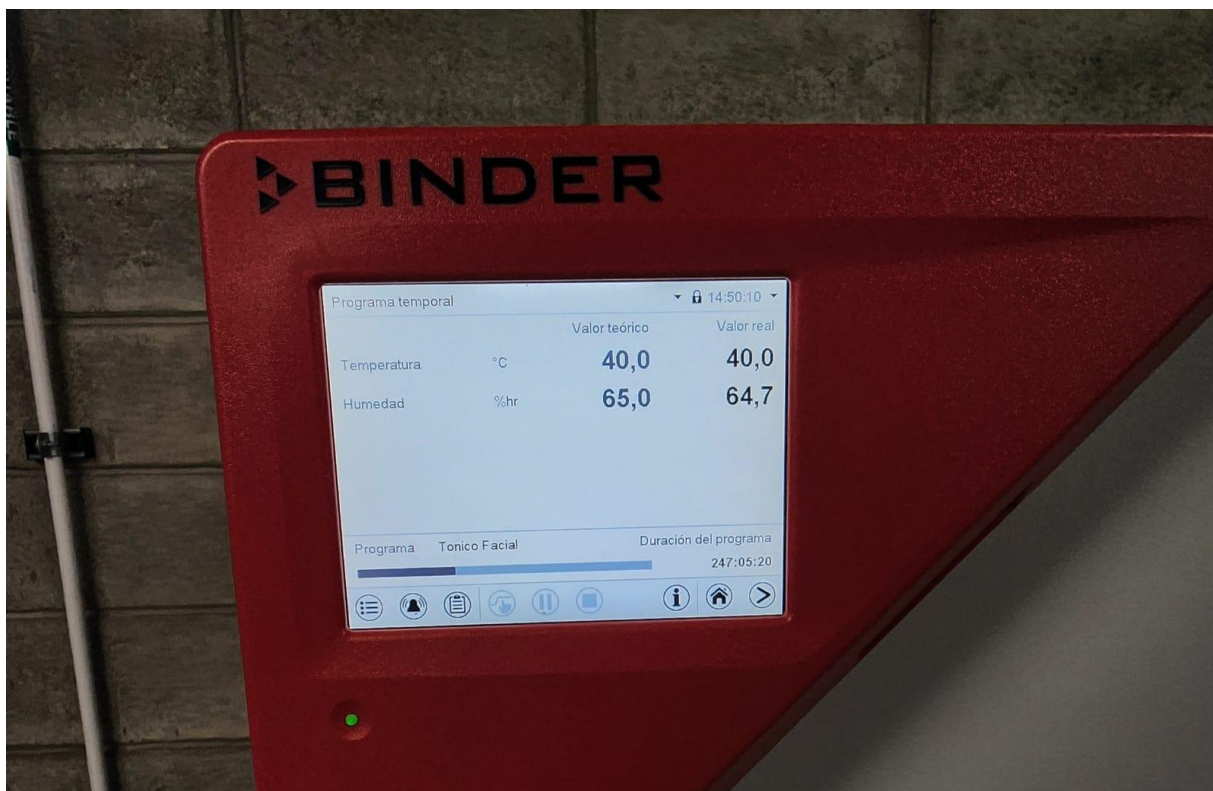


Imagen 11. Cámara de estabilidad de productos farmacéuticos

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.9.11. Materiales, equipos y condiciones

3.9.11.1. Materiales utilizados

- Placas cromatográficas (marca supelco, dimensiones 4 cm x 10 cm)
- Capilares de vidrio (1 mm de diámetro)
- *Beakers* de distintos tamaños (100 mL, 400 mL y 500 mL, marca Boeco)
- Probetas de 10 mL y 50 mL (marca Pyrex, clase A, precisión ± 0.5 %)
- Balón redondo de fondo plano de 500 mL (marca Pyrex)
- Balón de fondo redondo de 500mL (marca Kimax)
- Envases de vidrio color ámbar (250 mL, para conservación del extracto)

- Tabla de picar y cuchillo de acero inoxidable (uso exclusivo de laboratorio)
- Guantes de nitrilo (marca Kimberly-Clark, talla M)
- Goteros de vidrio (15 gotas por formulación)

3.9.11.2. Equipos

- Equipo Soxhlet (marca LMS germany)
- Calentador (marca Corning, modelo PC-420D, temperatura máxima: 550 °C)
- pH-metro digital (marca Hanna Instruments, modelo HI 2210, precisión ± 0.01 unidades de pH)
- Viscosímetro rotacional (marca Cannon, modelo 2020, spindle B-LV-1 61, rango de medición: 1-6,000 cP)
- Balanza analítica (marca M- power, Capacidad máxima de medición 210 g)
- Picnómetro de 25 mL (Marca LMS, calibrado a 20 °C)
- Lámpara UV (marca UVP, modelo UVLS-26, doble longitud de onda: 254/365 nm)
- Bomba de inmersión (marca EHEIM, modelo CompactON 600, flujo de 600 L/h para recirculación)

3.9.11.3. Reactivos

- *Calendula officinalis* (extracto preparado)
- *Hamamelis virginiana* (extracto comercial)
- Etanol (grado analítico, 95 %, marca J.T. Baker)
- Agua destilada (grado analítico, resistividad 18.2 M Ω ·cm a 25 °C)
- Metilparabeno (marca Labquimar, 99 % de pureza)
- Propilparabeno (marca gama 99 % de pureza)
- Glicerina (LABQUIM CR, 99 % de pureza)
- Tween 20 (polisorbato 20, marca Labquimar 98 % de pureza)
- Fragancia (extracto natural, 15 gotas por formulación)
- Hexano
- Acetato de etilo

CÁPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo, se presentan y analizan los resultados obtenidos durante la investigación. Se discuten los hallazgos en relación con los objetivos planteados, evaluando si se lograron o no. El análisis se realiza de manera objetiva y crítica, interpretando los datos de forma clara y concisa para determinar la eficacia del tónico facial desarrollado como coadyuvante en el tratamiento del acné.

4.1. Eficacia terapéutica de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis*

Un análisis exhaustivo de la literatura científica demuestra que *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* poseen propiedades terapéuticas claves en el tratamiento del acné. *Hamamelis virginiana* destaca por su alto contenido en taninos y flavonoides, lo que le confiere efectos antiinflamatorios y astringentes. Su capacidad para reducir la inflamación cutánea, minimizar el enrojecimiento y regular la producción sebácea ha sido documentada en múltiples estudios.

Por otro lado, *Calendula officinalis* se ha utilizado ampliamente en formulaciones dermatológicas debido a su acción cicatrizante, antimicrobiana y antioxidante. Su alto contenido en compuestos fenólicos y flavonoides contribuye a la protección celular y a la regeneración de la piel afectada por el acné. La combinación de ambos extractos en la formulación del tónico muestra eficacia en la reducción de lesiones inflamatorias y en la mejora de la textura de la piel.

En el capítulo anterior, se evidencia que los flavonoides presentes en estos extractos poseen una potente acción antioxidante, protegiendo la piel contra el estrés oxidativo provocado por los radicales libres. Estos efectos se han reflejado en la disminución de la irritación y en la mejora del estado general de la piel de los pacientes con acné, lo que confirma la idoneidad de la formulación propuesta en esta investigación. Se llevaron a cabo pruebas específicas para validar estos efectos terapéuticos, como la cromatografía en capa fina y el ensayo de Shinoda, que confirmaron la presencia de flavonoides en la formulación del tónico. Estos resultados refuerzan la viabilidad del producto y su potencial para ser una alternativa efectiva en el tratamiento del acné.

4.2.Reactivo de Shinoda



Imagen 12. Resultados de la prueba del reactivo de Shinoda

Fuente: Elaboración propia (2025).

Al ser evaluado el extracto de *Calendula officinalis* por ensayo de reconocimiento de flavonoides (reactivo de Shinoda), se confirma la presencia de flavonoides puesto que el ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se torna de un color naranja, en este caso siendo la prueba positiva a la presencia de flavonoides.

4.3. Cromatografía de capa fina (TLC)

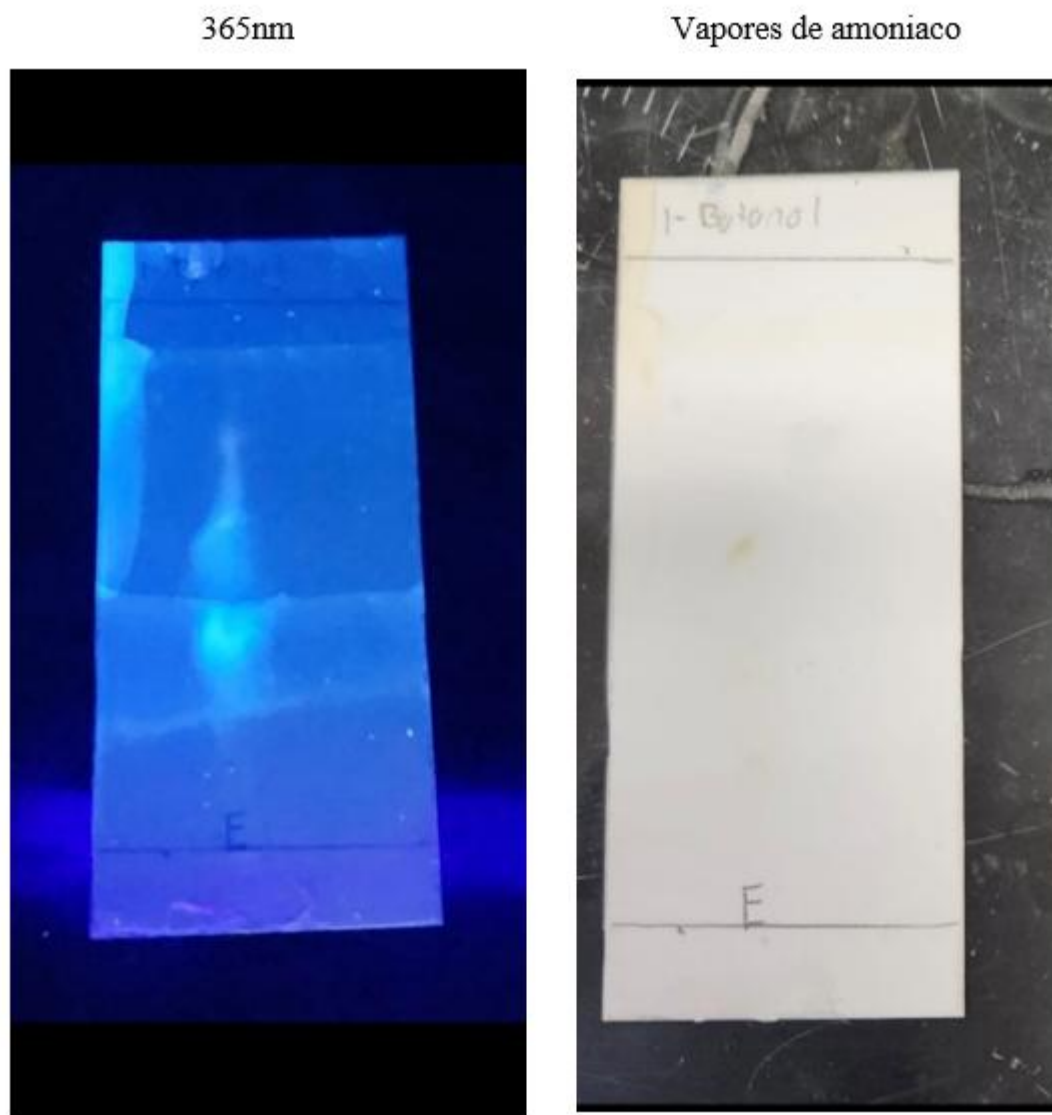


Imagen 13. Resultado de las pruebas de cromatografía capa fina revelado con ultravioleta y vapores de amoniaco

Fuente: Elaboración propia (2025).

Para este análisis por cromatografía de capa fina, se puede observar la detección de flavonoides por el color que desarrollan bajo la luz ultravioleta y vapores de amoniaco

que aparecen como manchas azules fluorescentes, que se intensifican o cambian de color luego de exponerse a vapores de amoníaco (Domínguez, 2016).

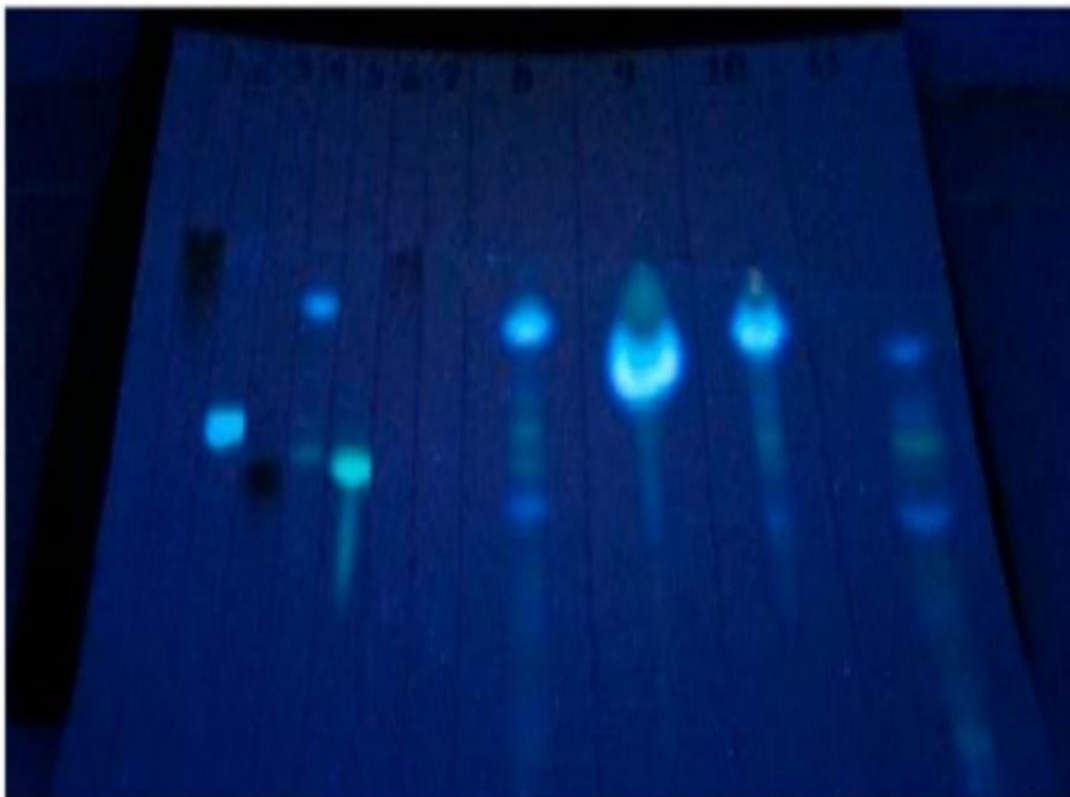


Imagen 14. *Detección de flavonoides bajo la luz ultravioleta*

Fuente: Domínguez, 2016.

4.4. Prueba DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

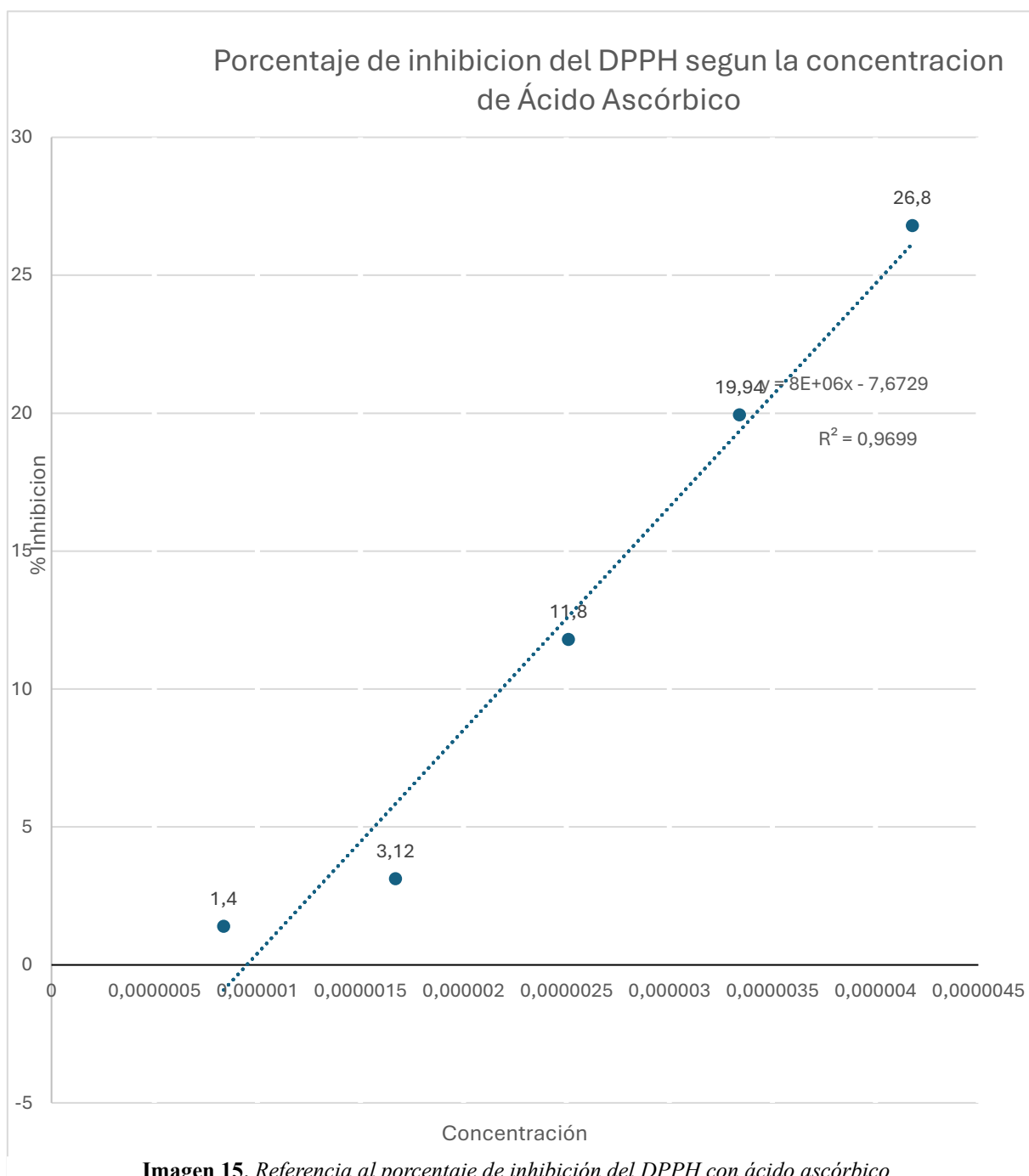


Imagen 15. Referencia al porcentaje de inhibición del DPPH con ácido ascórbico

Fuente: Elaboración propia (2025).

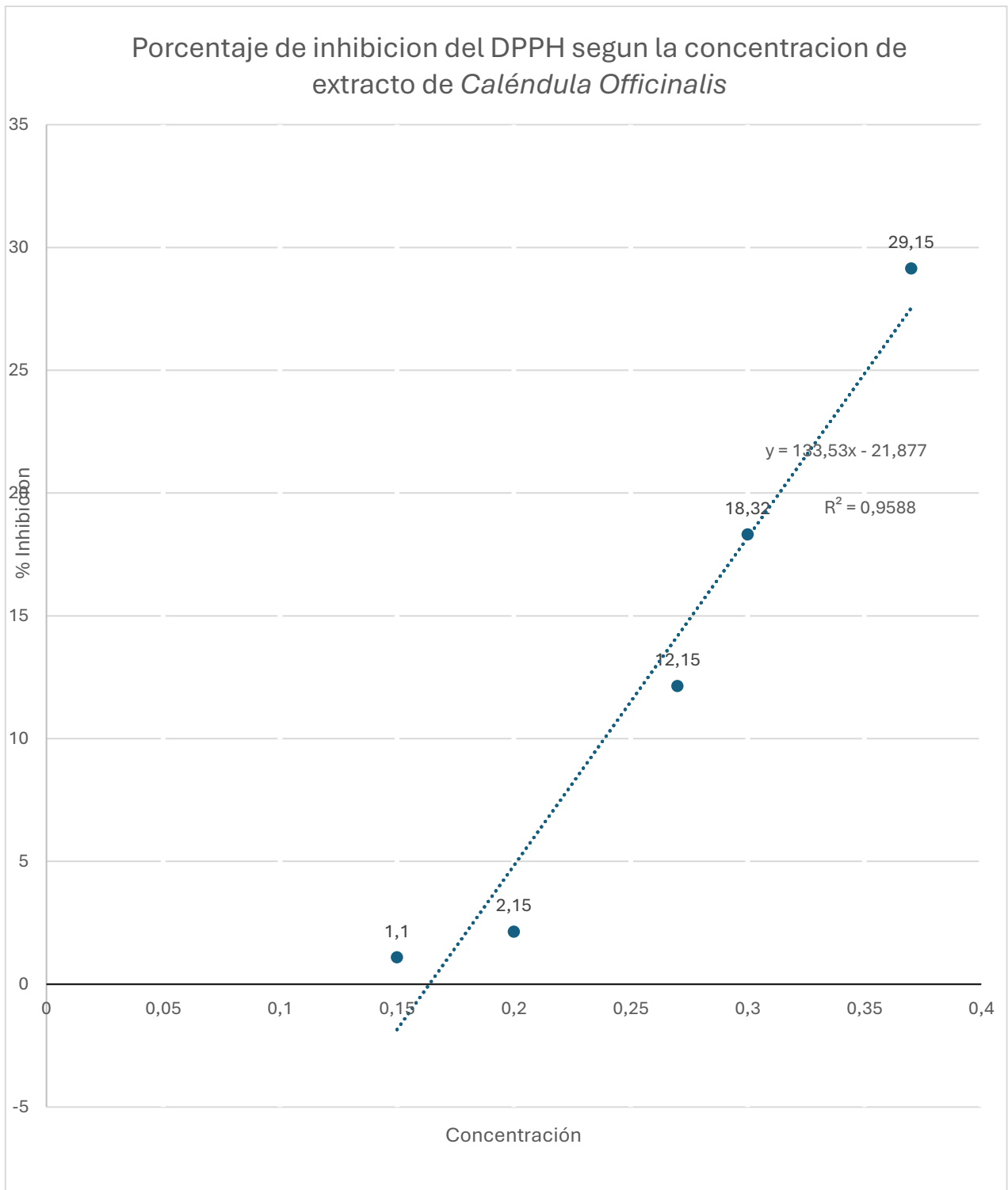


Imagen 16. Relación entre el porcentaje de inhibición del DPPH y el extracto de *Caléndula officinalis*

Fuente: Elaboración propia (2025).

Como se observa en las ilustraciones 15 y 16, el comportamiento de las rectas para el ácido ascórbico y la *Caléndula officinalis* se realizó mediante gráficas lineales, debido a que, cuando existe una mayor concentración de la muestra, mayor es la cantidad de DPPH inhibiendo en esta. Dado a esto, se calculó la concentración de inhibición media para la *Caléndula officinalis* y el ácido ascórbico, a partir de las ecuaciones rectas respectivas para cada compuesto.

A continuación, se muestran los cálculos de las respectivas concentraciones de inhibición al 50 % para cada una de las muestras a comparar.

Cálculos

IC50 del ácido ascórbico

$$50 = 8090653,668X - 7,6728$$

$$50 + 7,6728 = 8090653X$$

$$\frac{50 + 7,6728}{8090653} = x$$

$$7,1283 \times 10^{-6} = x$$

IC50 del extracto de *Calendula Officinalis*

$$50 = 133,5326X - 21,87740$$

$$50 = 21,87740 = 133,5326X$$

$$\frac{50 + 21,87740}{133,5326} = x$$

$$5,3828 \times 10^{-1} = x$$

$$5,3828 \times 10^{-1} \times \frac{10}{100} \times \frac{4}{50}$$

$$4,3062 \times 10^{-3}$$

Con respecto a los cálculos anteriores, se puede observar que el ácido ascórbico requiere aproximadamente $7,1283 \times 10^{-6}$ para inhibir el 50 % de la cantidad de DPPH utilizada en el estudio. Por otra parte, el extracto de *Caléndula officinalis* requiere $4,3062 \times 10^{-3}$

Dado a esto, se puede concluir que el compuesto del estudio (*extracto de Calendula officinalis*) tiene menor capacidad antioxidante con respecto al ácido ascórbico.

4.5. Prueba de IR

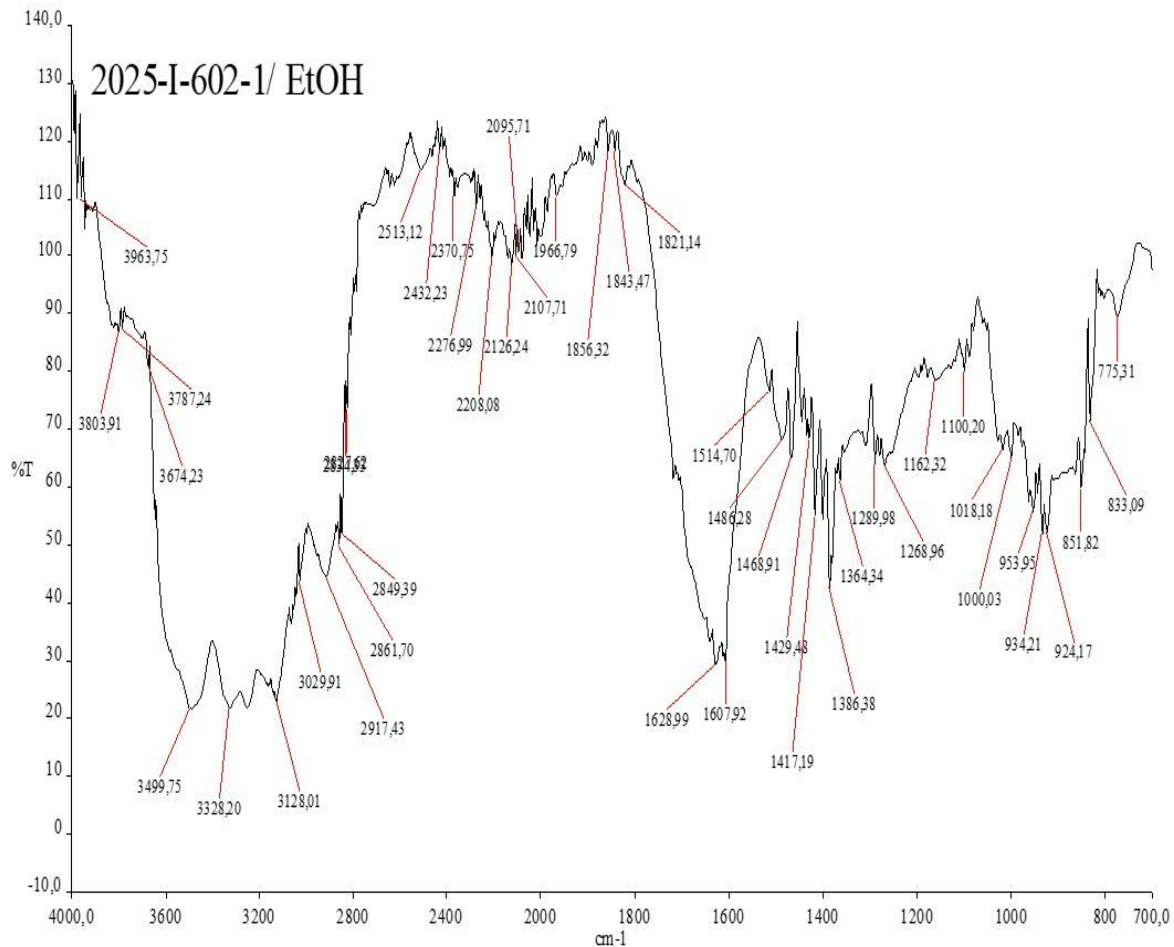


Imagen 17. Espectro infrarrojo para el extracto de *Caléndula officinalis* con Soxhlet

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se puede observar en el espectro IR de la muestra de *Caléndula officinalis* una banda de carbonilo (C=O) entre 1628,99 cm⁻¹ y 1607,92 cm⁻¹, cuando el carbonilo está cerca de anillos aromáticos se puede observar entre 1670 -1600 cm⁻¹.

Se registran varios picos entre 3499,75 cm⁻¹ y 3328,20 cm⁻¹ pertenecientes a bandas de OH fenoles que pueden salir alrededor de 3400 cm⁻¹ y 3600 cm⁻¹ cuando se asocian con puentes de hidrogeno y cuando está libre en 3650 cm⁻¹ y 3600 cm⁻¹.

Se observan señales de carbono hidrogeno aromático (C-H) entre 3029,91 cm⁻¹ que por lo tanto se presentan generalmente entre 3050 cm⁻¹ y 3010 cm⁻¹.

Se registran señales de carbono simple enlace simple entre $1018,18\text{ cm}^{-1}$, $1268,96\text{ cm}^{-1}$ $1162,32\text{ cm}^{-1}$ y $1100,20\text{ cm}^{-1}$ que usualmente se encuentran entre $1000-1300\text{ cm}^{-1}$.

4.6. Prueba de Gases masas

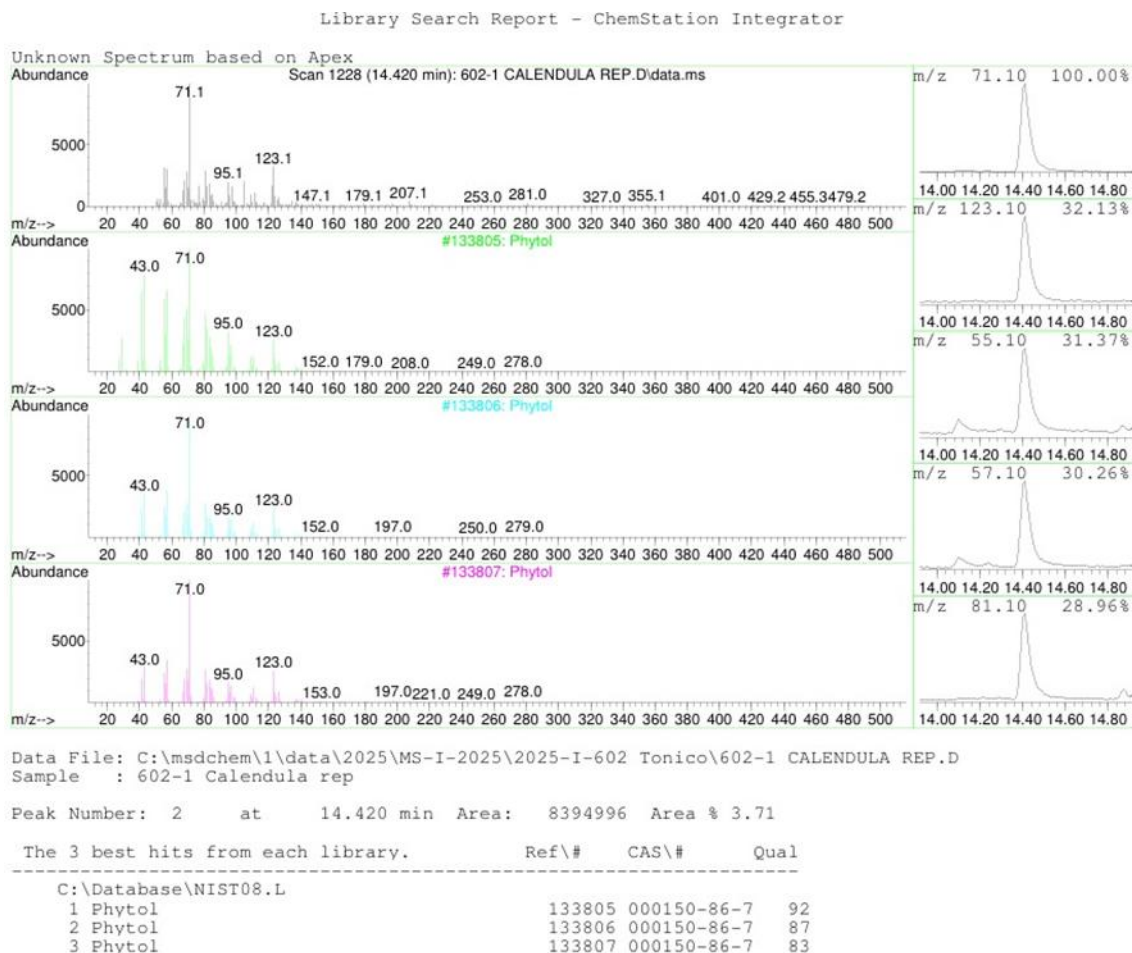


Imagen 18. Espectroscopia de masas de *Caléndula officinalis* en etanol

Fuente: Elaboración propia (2025).

El fitol se encuentra en un área de 3.71 %, en una cuantificación del 92 %, por lo tanto, se considera que hay una probabilidad del 30.9 % de que se encuentre fitol en el extracto de *Caléndula officinalis*.

Es un diterpeno que es producido por casi todos los organismos fotosintéticos como las plantas, algas y algunas bacterias, el fitol posee una actividad antimicrobiana, antioxidante y antiinflamatoria (Pantoja A. et al 2021).

4.7. Espectroscopía ultravioleta visible

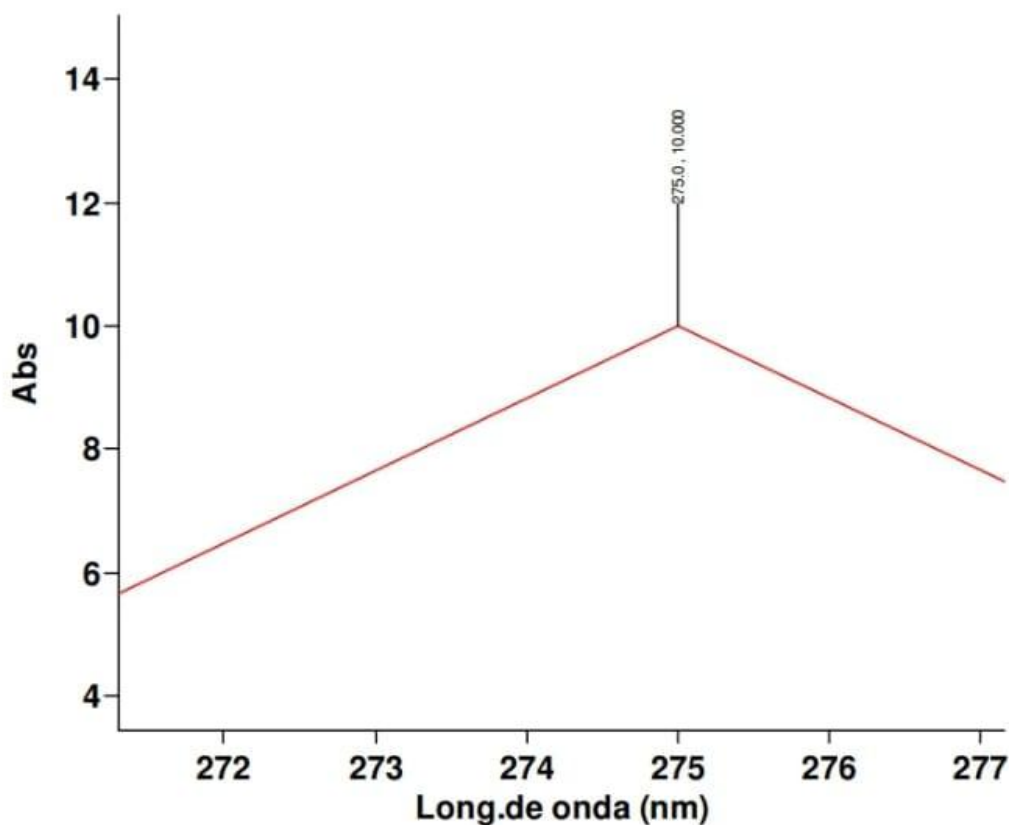


Imagen 19. UV *Caléndula officinalis*

Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis espectrométrico del extracto de *Caléndula officinalis* mostró la presencia de absorciones en distintas longitudes de onda. Se observó un pico prominente a 275,10 nm, el cual es característico de la presencia de isoflavonoides, compuestos asociados con los principios activos de la planta. Estos resultados sugieren la existencia de metabolitos secundarios de interés farmacológico, lo que confirma la presencia de compuestos bioactivos en el extracto analizado.

4.8. Medición de PH

El pH del tónico es un parámetro crucial para asegurar su compatibilidad con la piel humana. Un pH adecuado ayuda a mantener la barrera cutánea, que es esencial para proteger la piel contra microorganismos patógenos y agentes externos. En este estudio, el pH del tónico se mantuvo en un rango de 4.5 a 5.5, siendo así el pH del tónico 5,54, lo cual es ideal para productos dermocosméticos. Este rango de pH es ligeramente ácido, similar al pH natural de la piel, lo que ayuda a preservar el microbiota cutáneo y prevenir infecciones.

La estabilidad del pH a lo largo del tiempo es un indicador de la calidad del producto. Posterior a los 90 días en la cámara de estabilidad, se observó que el pH del tónico no presentó variaciones, lo que sugiere que la formulación es robusta y capaz de mantener sus propiedades a lo largo del tiempo.

4.9. Medición de densidad

La densidad del tónico es otro parámetro importante que influye en su aplicación y percepción por parte del usuario garantizando que los ingredientes activos se mantengan homogéneamente distribuidos en la formulación, siendo crucial para asegurar que cada aplicación del tónico proporcione una dosis consistente de los compuestos bioactivos.

En esta investigación, la densidad del tónico fue de 1.025 g/mL, al no encontrarse un estándar en la literatura revisada para este parámetro, se comparó con un tónico de alto reconocimiento dentro del mercado, cuya densidad resultó ser de 1,001 g/mL, por ende, se considera que este parámetro es igual al de su competencia.

Posterior a los 90 días en la cámara de estabilidad, se observó que la densidad del tónico no presentó cambios significativos, lo que sugiere que la formulación es estable a lo largo del tiempo

4.10. Medición de viscosidad

La viscosidad del tónico es un parámetro que afecta la percepción del usuario puesto que una viscosidad adecuada permite una fácil aplicación del producto sin ser demasiado espesa, lo que mejora la experiencia del usuario.

En este estudio, la viscosidad medida fue de 2,3 centipoise (Cp), siendo este otro parámetro que se comparó con un tónico facial ya comercializado en el país, cuya viscosidad es de 1,4 centipoise (Cp), resultado no muy alejado de la nueva formulación propuesta para esta investigación.

Posterior a los 90 días en la cámara de estabilidad, se observó que la viscosidad del tónico no presentó cambios significativos, lo que sugiere que la formulación es estable a lo largo del tiempo.

4.11. Propuesta para envase primario con etiqueta

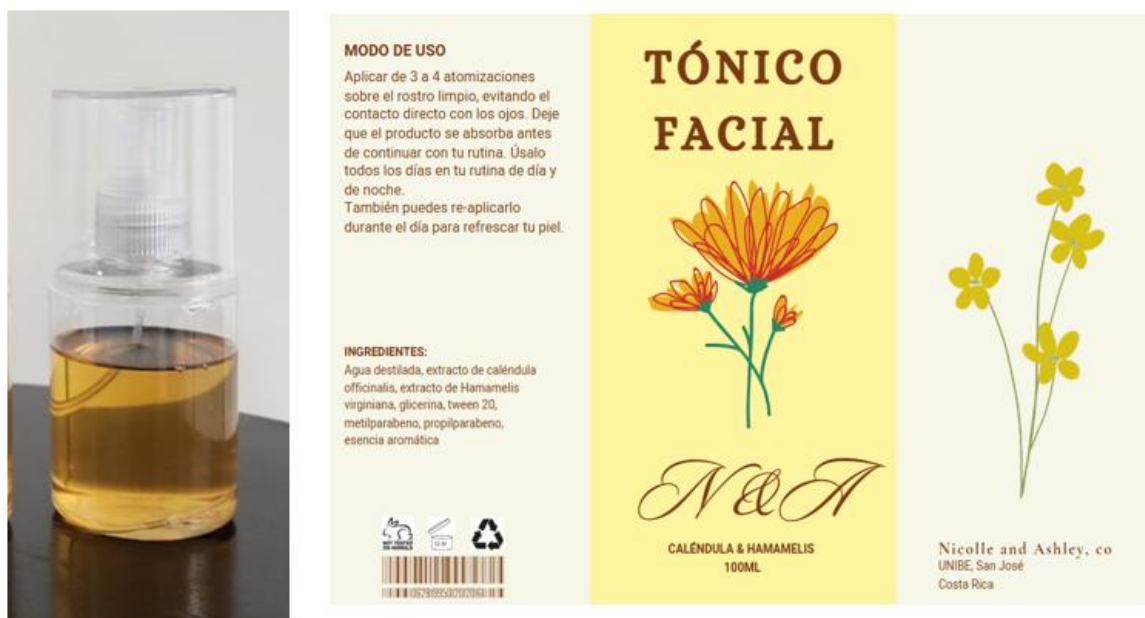


Imagen 20. Envase primario y etiqueta

Fuente: Elaboración propia (2025).

La propuesta de etiqueta buscó resaltar la presencia de *Calendula officinalis* y *Hamamelis Virginiana* como principios activos dentro del producto. En la etiqueta se muestra el modo de uso junto a con los ingredientes que posee el tónico facial dermocosmético.

En la ilustración también se muestra parte de lo que puede ser un empaque útil para el producto. En esta se observa un envase en spray de 100 ml, con tapa de rosca, para una aplicación más sencilla.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los análisis teóricos y experimentales realizados, se concluye que el tónico dermocosmético formulado con extractos de *Hamamelis virginiana* y *Calendula officinalis* cumple con los parámetros fisicoquímicos y de estabilidad establecidos para productos destinados al tratamiento coadyuvante del acné. La evidencia científica revisada respalda la actividad antiinflamatoria, antimicrobiana y antioxidante de ambos extractos, la cual se ve reflejada en la efectividad del tónico como complemento en el manejo del acné. En conjunto, estos hallazgos confirman que la formulación desarrollada representa una alternativa viable y científicamente fundamentada para contribuir a la mejora de la piel con tendencia acnéica, reforzando su uso en la cosmética terapéutica.

5.1. Conclusiones

- La revisión de literatura científica permitió analizar la eficacia terapéutica el extracto de *Calendula officinalis*, demostrando que posee propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes que son relevantes en el tratamiento del acné. Los estudios consultados evidencian que *Hamamelis virginiana* es rico en taninos y flavonoides, lo que le confiere efectos astringentes, antiinflamatorios y calmantes, además de regular la producción de sebo, un factor clave en la fisiopatología del acné, justificando su selección para la elaboración del tónico facial.
- El análisis y caracterización del extracto de *Calendula officinalis* obtenido localmente permitió determinar flavonoides y la presencia del fitol, los cuales han sido ampliamente documentados por su capacidad antiinflamatoria y antioxidante mediante pruebas de laboratorio (reactivo de Shinoda, cromatografía de capa fina, espectroscopía infrarroja y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas). Se logró formular un tónico facial innovador a base de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana*, que muestra resultados alentadores al poseer compuestos que le otorgan propiedades terapéuticas beneficiosas como coadyuvante en tratamiento del acné.

- Las pruebas de control de calidad realizadas al tónico dermocosmético permitieron comprobar que el producto cumple con el estándar de pH recomendado para ser compatible con la piel, manteniéndose dentro de un rango óptimo que no altera la barrera cutánea. En cuanto a la viscosidad y la densidad, no se encontraron estándares específicos establecidos para tónicos faciales en la literatura revisada, por lo que se optó por comparar estos parámetros con un tónico facial comercial ampliamente reconocido dentro del mercado. Los resultados mostraron que ambos parámetros son similares a los del producto de referencia, lo que sugiere una textura y fluidez aceptadas a nivel comercial. Esto respalda la viabilidad del tónico facial como una opción competente dentro del sector dermocosmético, brindando características comparables a las de un producto comercial ya consolidado.
- En cuanto a la estabilidad del producto, no se observaron cambios significativos en la formulación luego de un período de 90 días en condiciones de cámara de estabilidad acelerada. Durante este tiempo, se mantuvieron constantes parámetros como el color, olor, textura, pH y aspecto general del producto, lo cual indica que la formulación posee una buena estabilidad fisicoquímica. Estos resultados sugieren que el tónico facial conserva sus características originales y su funcionalidad a lo largo del tiempo, lo que permite inferir que es un producto estable, seguro para su uso tópico y potencialmente eficaz.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios microbiológicos rigurosos para evaluar la actividad antimicrobiana del extracto de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana* frente a *Propionibacterium acnes*, la bacteria asociada con el desarrollo del acné.
- Se recomienda formular productos dermocosméticos innovadores como cremas faciales y sérums faciales, entre otros, enriquecidos con extractos de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana*. Estos productos en conjunto con el tónico facial podrían tener un efecto sinérgico como coadyuvantes en el tratamiento del acné.
- Se recomienda investigar más a fondo el uso de la raíz de *Calendula officinalis*, ya que otras partes podrían poseer compuestos activos con propiedades útiles para el tratamiento del acné.
- Para optimizar la extracción de los metabolitos de interés, se sugiere explorar el uso de diferentes solventes y métodos de extracción. Evaluar la eficiencia de estos métodos, comparados permitirá obtener concentraciones más altas de los compuestos activos, lo que podría mejorar la efectividad de los productos formulados.

REFERENCIAS

- Agarwal, A., Sharma, S., y Gupta, S. (2019). Mechanisms in inflammatory skin disorders: A review of recent advances in dermatology. *Indian Journal of Dermatology*, 64(4), 305-310. https://doi.org/10.4103/ijd.IJD_402_18
- Agrawal, S., Rath, B., y Das, S. (2016). Herbal cosmeceuticals: A bridge between cosmetics and pharmaceuticals. *Journal of Pharmaceutical Research*, 15(4), 256–269.
- Akhtar, N., Stokes, J. R., y Gulzar, S. (2019). Role of natural ingredients in the treatment of acne. *Journal of Dermatological Science*, 94(2), 111-117.
- Akinmoladun, A. F., et al. (2018). *Antibacterial Effects of Hamamelis virginiana Extract Against Propionibacterium acnes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*.
- Albright, J., Wilkins, J., y Williams, C. (2020). Regulatory approaches to cosmetics: A global overview. *International Journal of Regulatory Science*, 5(2), 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.ijregsc.2020.04.005>
- Ali, N., et al. (2019). Antioxidant and antimicrobial activities of plant extracts in dermatology. *Journal of Dermatological Science*, 94(2), 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2019.07.004>
- Almeida, J. R., et al. (2021). Stability and efficacy of natural extracts in cosmeceuticals. *International Journal of Cosmetic Science*, 43(3), 234-247. <https://doi.org/10.1111/ics.12697>
- Alonso, J. (2007). *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*. Editorial Corpus.
- Andersen, F. A., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., ... y Snyder, P. W. (2010). Final report of the Cosmetic Ingredient Review expert panel amended safety assessment of Calendula officinalis—derived cosmetic ingredients. *International journal of toxicology*, 29(6_suppl), 221S-243S.
- Archivos de Medicina. (2020). *Prevalencia de acné en adolescentes de un municipio colombiano y percepciones asociadas*. Recuperado de <https://www.archivosdemedicina.com>

- Benson, H. A., y Watkinson, A. C. (2021). *Topical and transdermal drug delivery: Principles and practice*. Wiley.
- Berson, D. (2019). *Cosmetic dermatology: Principles and practice*. McGraw-Hill Education.
- Bhate, K., y Williams, H. C. (2018). Epidemiology of acne vulgaris. *British Journal of Dermatology*, 168(3), 474–485. <https://doi.org/10.1111/bjd.12149>
- Biesalski, H. K., Bischoff, S. C., y Boehles, H. (2019). Anti-inflammatory effects of witch hazel (*Hamamelis virginiana*): Potential for dermocosmetic applications. *International Journal of Cosmetic Science*, 41(3), 189–198. <https://doi.org/10.1111/ics.12533>
- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Boehncke, W. H., y Schön, M. P. (2015). *Psoriasis*. *The Lancet*, 386(9997), 983-994. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61909-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61909-7)
- Bologna, J. L., Schaffer, J. V., y Cerroni, L. (2021). *Dermatology* (4th ed.). Elsevier.
- Cabrera, C., Artacho, R., y Giménez, R. (2006). Beneficial effects of green tea—A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79-99. <https://doi.org/10.1080/07315724.2006.10719518>
- Chemat, F., Vian, M. A., y Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(4), 789.
- Dall'Acqua, S., Innocenti, G., y Fiorentini, D. (2018). Plant extracts as natural antioxidants in dermocosmetics. *Natural Product Research*, 32(5), 569–582.
- D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., y Gargiulo, R. (2010). Polyphenols and human health: From the Mediterranean diet. *Biological Reviews*, 85(4), 725-744. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00125.x>
- Das, K., Tiwari, R. K. S., y Shrivastava, D. K. (2021). Techniques for evaluation of herbal drugs. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology y Research*, 12(3), 115-121.

- Del Rosso, J. Q., y Levin, J. (2011). The clinical relevance of maintaining the integrity of the stratum corneum in acne management. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 4(9), 22-42.
- Dorado, J. G., y Fraile, P. A. (2021). Anatomía y fisiología de la piel. *Pediatría*, 156, e1.
- Draelos, Z. D. (2019). *Cosmetic dermatology: Products and procedures*. Wiley-Blackwell.
- Dreno, B., Bettoli, V., Araviiskaia, E., et al. (2014). The influence of exposome on acne. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 28(1), 1-14.
- Dréno, B., Dagnelie, M. A., Khammari, A., y Corvec, S. (2020). The skin microbiome: A new actor in inflammatory acne. *American Journal of Clinical Dermatology*, 21(5), 18–24. <https://doi.org/10.1007/s40257-020-00513-1>
- Estrella, V, Nipotti, J, Orive, M, y Fernández Bussy, R. (2015). The skin and its nutrients. *Revista argentina de dermatología*, 96(2), 117-133. Recuperado en 25 de marzo
- European Commission. (2020). Regulation (EC) No 1223/2009 on cosmetic products. Official Journal of the European Union. https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/cosmetic-products_en
- FDA. (2019). FDA's cosmetic regulation and laws. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/cosmetics>
- Fernández, A., Torres, E., y García, R. (2020). Advances in analytical methods for natural product identification. *Journal of Chromatography*, 45(3), 789–804.
- Fiume, M. M., Kelly, S. L., y Belsito, D. V. (2020). Safety assessment of cosmetic ingredients used in cosmetic products: Natural and synthetic. *International Journal of Toxicology*, 39(1), 20-45. <https://doi.org/10.1177/1091581819897956>
- García-Ruiz, M., Morales, R., y Sáez, J. (2021). Biocompatibility of natural extracts in cosmetics: A systematic review. *Cosmetics and Toiletries Research*, 39(2), 102–112.

- Gawkrödger, D. J., Ormerod, A. D., y Williams, H. C. (2018). *Dermatology: Diagnosis and management*. Wiley-Blackwell.
- Gollnick, H., Bettoli, V., Lambert, J., Araviiskaia, E., Binic, I., Dessinioti, C., y Thiboutot, D. (2020). European evidence-based recommendations for the diagnosis and treatment of acne. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 30(8), 1261–1268. <https://doi.org/10.1111/jdv.13250>
- Gonzalez, M. J., Moreno, A., y Alvarado, J. (2020). Stability studies in cosmetic formulations. *Cosmetic Science Journal*, 25(3), 233-245.
- GPNotebook. (2020). Acné vulgar: Incidencia. Recuperado de <https://gpnotebook.com>
- Griffiths, C. E. M., Barker, J. N. W. N., y Bleiker, T. (2017). *Rook's Textbook of Dermatology* (9th ed.). Wiley-Blackwell.
- Gupta, R., y Kumar, V. (2020). Therapeutic potential of flavonoids in dermatology. *Phytomedicine*, 78, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153166>
- Gupta, R., et al. (2022). Advances in plant-based cosmeceuticals. *Journal of Ethnopharmacology*, 290, 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115129>
- Guyton, A. C., y Hall, J. E. (2020). *Tratado de fisiología médica* (14.a ed.). Elsevier.
- Habif, T. P. (2019). *Clinical Dermatology: A Color Guide to Diagnosis and Therapy* (6th ed.). Elsevier.
- Harrison, B. D., McDonagh, A. J., y Johnstone, S. (2018). Managing lichen planus. *British Journal of Dermatology*, 179(4), 789-795. <https://doi.org/10.1111/bjd.16330>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.
- Holick, M. F. (2016). Biological effects of sunlight, ultraviolet radiation, visible light, infrared radiation and vitamin D for health. *Anticancer Research*, 36(3), 1345-1356. <https://doi.org/10.21873/anticancer.10354>

- Hossain, M. A., et al. (2017). Clinical Study on the Efficacy of Calendula in Acne Treatment: A Randomized Control Trial. *Journal of Clinical Dermatology*.
- Huggins, R. H., y McCarty, M. A. (2020). Vitiligo: Mechanisms and therapies. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 13(3), 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.04.024>
- Iravani, S., y Zolfaghari, B. (2011). Pharmaceutical and therapeutic potential of essential oils and their components in topical applications. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(1), 115-125.
- Jiménez, C., Solano, M., y Vargas, A. (2020). Desarrollo de dermocosméticos naturales a partir de extractos vegetales en Costa Rica. *Revista de Ciencias Farmacéuticas*, 35(2), 110–121.
- Kerlinger, F. N., y Lee, H. B. (2002). *Foundations of behavioral research* (4th ed.). Harcourt College Publishers.
- Khandelwal, K. R. (2008). *Practical Pharmacognosy* (17th ed.). Nirali Prakashan.
- Kircik, L. H. (2018). The role of moisturizers in acne therapy. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 11(1), 38–40.
- Kober, M. M., y Bowe, W. P. (2020). The effect of diet on acne: A review of the evidence. *International Journal of Dermatology*, 59(3), 337-345. <https://doi.org/10.1111/ijd.14838>.
- Kruschinski, C., Gaiser, M., y Kroll, M. (2018). Cutaneous melanoma: Current concepts in diagnosis and treatment. *Journal of Clinical Dermatology*, 44(2), 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2018.04.003>
- Kumar, R., Singh, M., y Kaur, P. (2021). Evaluation of antimicrobial activity of *Calendula officinalis* against acne-causing bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 269, 113545. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113545>
- Leuschner, F., Wink, M., y Brandner, J. M. (2018). Anti-inflammatory and wound-healing effects of witch hazel (*Hamamelis virginiana*): A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 220, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.03.014>

- Liu, J., Fu, Z., y Zhang, Y. (2022). Acne vulgaris: Current perspectives on pathogenesis and therapeutic options. *Dermatologic Therapy*, 35(2), e15294. <https://doi.org/10.1111/dth.15294>
- López, M., y García, J. (2017). Advances in dermocosmetic formulations. *Dermatological Research*, 15(5), 124-131.
- Lundov, M. D., Moesby, L., Zachariae, C., y Johansen, J. D. (2019). Contamination versus preservation of cosmetics: A review on legislation, usage, infections, and contact allergy. *Contact Dermatitis*, 80(2), 65–76.
- Madnani, N. (2016). *Dermatology for the primary care physician*. McGraw-Hill Education.
- Marieb, E. N., y Hoehn, K. (2019). *Anatomía y fisiología humanas* (11.a ed.). Pearson.
- Marmur, E. S., y Lee, M. (2019). Skin cancer prevention and early detection. *American Journal of Clinical Dermatology*, 20(2), 201-207. <https://doi.org/10.1007/s40257-019-00453-0>
- Martini, F. H., Nath, J. L., y Bartholomew, E. F. (2018). *Fundamentals of anatomy y physiology* (11.a ed.). Pearson.
- Martins, M. S., de Jesus, J. R., Gomes, A. R., Neto Filho, M. A., y Dantas, L. A. (2023). Desenvolvimento de microencapsulados contendo extrato de Hamamelis virginiana L. como agente potencial em formulações dermocosméticas. *Research, Society and Development*, 12(2), e27012240116-e27012240116.
- Mayo Clinic. (2023). *Acne: Symptoms and causes*. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org>
- McGrath, A. M., Davies, R. L., y Diwan, M. (2020). Understanding spongiotic dermatitis. *International Journal of Dermatology*, 59(6), 711-718. <https://doi.org/10.1111/ijd.14811>
- McPhee, S. J., y Hammer, G. D. (2022). *Pathophysiology of Disease: An Introduction to Clinical Medicine* (8th ed.). McGraw-Hill.

- Menéndez-Olivares, M., Fernández-Álvarez, L., y Gil-Montoya, A. M. (2022). Natural ingredients in dermatology and cosmetics: Advances and challenges. *International Journal of Cosmetic Science*, 44(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/ics.12693>
- Mezei, G., White, L., y Foster, J. (2020). Psychosocial aspects of dermatitis. *Dermatology Nursing*, 32(4), 273-279. <https://doi.org/10.1111/dn.12577>
- Middleton, E., Kandaswami, C., y Theoharides, T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 52(4), 673-751.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). Belleza y salud. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es>
- Moraga, M, Molina P. (2023). Desarrollo de una línea de productos naturales a base de Rosmarinus Officinalis, Apeiba tibourbou, Ureia Baccifera, Camellia sinensis, Vitamina B-8 y vitamina E, con potencial terapéutico para controlar la caída del cabello.
- Morales, E., Álvarez, F., y Torres, L. (2019). Revisión de criterios para investigaciones científicas: Un enfoque práctico. *Revista Académica de Investigación Aplicada*, 10(3), 120–135.
- Navas, H. R. (2000). *La utilidad de las plantas medicinales en Costa Rica*. Universidad Nacional Costa Rica.
- Naylor, M., McDaid, C., y Powell, J. (2020). Skin cancer prevention and screening: Evidence review and guidelines. *British Journal of Cancer*, 123(5), 895-903. <https://doi.org/10.1038/s41416-020-0705-5>
- Nestle, F. O., Di Meglio, P., Qin, J. Z., y Nickoloff, B. J. (2009). Skin immune sentinels in health and disease. *Nature Reviews Immunology*, 9(10), 679-691. <https://doi.org/10.1038/nri2622>
- Neuman, W. L. (2014). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th ed.). Pearson.

- Ong, S. M., Goh, C. L., y Tan, H. C. (2016). Management of vitiligo: A review of current treatments. *Singapore Medical Journal*, 57(7), 384-391. <https://doi.org/10.11622/smedj.2016054>
- Pratiwi, S., et al. (2019). Antimicrobial and Anti-inflammatory Properties of Hamamelis virginiana L. and Its Efficacy in Acne Treatment. *Journal of Dermatological Science*.
- Preethi, K. C., Kuttan, G., y Kuttan, R. (2020). Anti-inflammatory activity of flower extract of Calendula officinalis Linn. and its possible mechanism of action. *Indian Journal of Experimental Biology*, 48(12), 1218–1224.
- Proksch, E., Brandner, J. M., y Jensen, J. M. (2008). The skin: An indispensable barrier. *Experimental Dermatology*, 17(12), 1063-1072. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2008.00786.x>
- Ramasamy, S., Chiu, A., y Tan, S. Y. (2019). Acne management and treatment strategies. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 12(10), 22-33.
- Rathi, S. K., y Kumawat, S. (2021). Topical treatments for acne vulgaris. *Indian Journal of Dermatology*, 66(1), 33-42. https://doi.org/10.4103/ijd.IJD_67_20
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., y Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)01018-2](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)01018-2)
- Roberto Arenas (2019). *Dermatología Atlas Diagnóstico y Tratamiento*. Editorial Mcgraw-Hill.
- Rodríguez, L., y Montero, E. (2019). Uso de plantas medicinales en la industria cosmética costarricense: Potencial de sostenibilidad. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 89–101. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.35769>.
- Rogers, H. W., Weinstock, M. A., Harris, A. R., y Schulz, W. E. (2017). Incidence of nonmelanoma skin cancer in the United States. *JAMA Dermatology*, 153(3), 259-266. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2016.5610>

- Schmid-Wendtner, M. H., y Korting, H. C. (2006). The pH of the skin surface and its impact on barrier function. *Skin Pharmacology and Physiology*, 19(6), 296-302..
- Schmitt, J., Apfelbacher, C., y Williams, H. C. (2016). The burden of eczema in the UK: A systematic review. *British Journal of Dermatology*, 176(3), 657-665. <https://doi.org/10.1111/bjd.14338>
- Scielo Cuba. (1999). Propiedades terapéuticas de Calendula officinalis. Recuperado de <https://scielo.sld.cu>.
- Shinoda, M. (1953). New test for flavonoids: Shinoda's reaction. *Chemical Abstracts*, 49(7), 2125.
- Skoog, D. A., West, D. M., y Holler, F. J. (2017). *Fundamentals of Analytical Chemistry* (9th ed.). Cengage Learning.
- Swain, T., y Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of Prunus domestica I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(9), 634-638. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100905>.
- Teng, L., Lu, Q., y Zhang, X. (2019). Pathogenesis of lichen planus: Recent advances. *Journal of Dermatological Science*, 94(2), 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2019.06.007>
- Tenorio Domínguez, Matilde. (2016). Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (Citrus reticulata x Citrus paradisi) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sachá inchi (Plukenetia volubilis). *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 419-431. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.07>
- Tortora, G. J., y Derrickson, B. (2021). *Principles of anatomy and physiology* (16.a ed.). Wiley.
- Trivedi, M., Patel, V., y Shah, H. (2021). Natural cosmetic ingredients and their applications: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 12(1), 43-55. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.12\(1\).43-55](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.12(1).43-55)

- Walters, K. A., y Roberts, M. S. (2021). *Dermatological and transdermal formulations*. CRC Press.
- Wang, L., Wang, X., y Shen, X. (2020). Comparative analysis of natural and synthetic extracts in dermocosmetics. *Journal of Natural Products*, 83(2), 123-130.
- Weiss, E., y Schoellhammer, C. (2020). Advances in dermatological therapy and personalized medicine. *Journal of Investigative Dermatology*, 140(5), 935-944. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2020.01.017>
- Williams, A. C., y Barry, B. W. (2012). Penetration enhancers. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 64(3), 128-137.
- Williams, H. C., y Thomas, K. (2020). *Dermatitis: A clinical guide*. Springer.
- World Health Organization. (2021). *Guidelines for the development and assessment of herbal medicines*. Geneva: WHO Press. Retrieved from <https://www.who.int/publications-detail/guidelines-for-herbal-medicines>.
- Zaenglein, A. L., Pathy, A. L., Schlosser, B. J., Alikhan, A., Baldwin, H. E., Berson, D. S., y Thiboutot, D. M. (2022). Guidelines of care for the management of acne vulgaris. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 74(5), 945–973. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2022.02.023>.
- Zago, M. (2022). *Perfil de compuestos fenólicos libres y ligados en el coproducto del zumo de naranja*.
- Zhang, Y., Xie, J., y Wang, P. (2020). Hydration and irritation potential of facial toners: A comparative study. *International Journal of Cosmetic Science*, 42(3), 312–320.
- Zhou, Y., Chen, J., y Resveratrol, D. (2020). Emollients and their role in acne therapy. *Journal of Dermatological Science*, 98(1), 22–29.
- Zouboulis, C. C., y Matusiak, L. (2019). Diagnosis and management of dermatitis. *Journal of Dermatology*, 46(1), 5-17. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.14525>

CAPÍTULO VI: ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la planta *Calendula Officinalis*



Imagen 21. *Obtención de la planta *Caléndula officinalis**

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 2. Preparación de la muestra de *Caléndula officinalis* para la extracción



Imagen 22. *Preparación de la muestra de *Caléndula officinalis* para la extracción*

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 3. *Proceso de formulación del Tónico Facial*

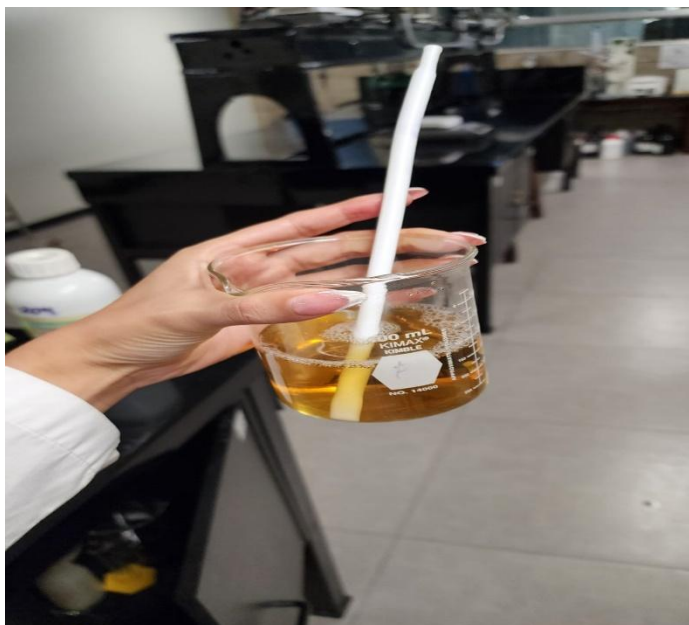


Imagen 23. *Proceso de formulación del Tónico Facial*

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 4. *Picnómetro utilizado para medir la Densidad del Tónico*



Imagen 24. *Picnómetro utilizado para medir la Densidad del Tónico*

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 5. Spidle utilizado en el viscosímetro



Imagen 25. Spidle utilizado en el viscosímetro

Fuente:Elaboración propia, 2025.

Anexo 6. Espectrofotómetro UV-VIS utilizado



Imagen 26. Espectrofotómetro UV-VIS utilizado

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 7. Tónico de referencia



Imagen 27. Tónico de referencia

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 8. *Extracto de Hamamelis virginiana*



Imagen 28. *Extracto de Hamamelis Virginiana*

Fuente: Elaboración propia (2025).

Anexo 9. *Esencia aromática Carnaval de Rosas*



Imagen 29. *Esencia aromática Carnaval de Rosas*

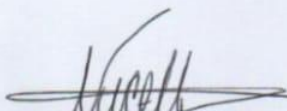
Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPITULO VII: APÉNDICE

Carta de declaración jurada en Proyectos Finales de Graduación Farmacia

Las estudiantes Ashley Sidney López Valverde , mayor de edad, con número de cédula 116960520 y Nicolle Alejandra Lara Cáceres , mayor de edad, con número de cédula 118840755; se hace constar por medio de este acto que debidamente apercibo y doy por entendido las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de Perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Calificador del presente Trabajo Final de Investigación para optar por el grado de Licenciatura en Farmacia, en San José, Tibás, juro solemnemente que el trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN TEÓRICA Y EXPERIMENTAL DE UN TÓNICO DERMOCOSMÉTICO A BASE DE CALÉNDULA OFFICINALIS Y HAMAMELIS VIRGINIANA COMO COADYUVANTE EN EL TRATAMIENTO DEL ACNÉ: ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PARA SU VIABILIDAD.", es una obra original e inédita cuya elaboración ha respetado todo lo preceptuado por las leyes penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; Artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que pueda considerarse como una producción simulada y sustancial que redunde en perjurio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

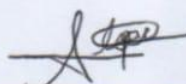
En fe de lo anterior, se firma en la ciudad de San José, a los 25 días del mes de Marzo del 2025.



Firma del (la) estudiante (como aparece en la cédula)

118840755

Cédula



Firma del (la) estudiante (como aparece en la cédula)

1.1696.0520

Cédula

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Elaborado por Douglas Oviedo | Cargo: Coordinador de Investigación | Fecha: 09/05/2024 | Aprobado por: Ms.c. Melissa Martinez | Cargo: Decana Facultad Farmacia | Página 1 de 2 |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|

Carta de aprobación por parte del tutor para la defensa de Trabajos Finales de Graduación Farmacia

San José, 25 de marzo del 2025

Señores:

Comité de Investigación de la Facultad de Farmacia

Universidad de Iberoamérica.

Estimados:

La presente carta es para notificar formalmente que el trabajo final de graduación titulado como "EVALUACIÓN TEÓRICA Y EXPERIMENTAL DE UN TÓNICO DERMOCOSMÉTICO A BASE DE CALÉNDULA OFFICINALIS Y HAMAMELIS VIRGINIANA COMO COADYUVANTE EN EL TRATAMIENTO DEL ACNÉ: ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PARA SU VIABILIDAD." y realizado por las estudiantes Ashley Sidney López Valverde, cédula 116960520 y Nicolle Alejandra Lara Cáceres, cedula 118840755; el trabajo cumple con los requisitos para la defensa de dicha investigación, se califica dicha aprobación con los siguientes criterios:

| | Criterio | Calificación asignada (%) | Calificación obtenida (%) |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Cumple con las entregas de los avances | 20 | 20 |
| 2 | Documento presenta coherencia entre los objetivos, justificación, metodología y presentación de los resultados | 30 | 30 |
| 3 | Documento presente relevancia en las conclusiones de la investigación | 25 | 25 |
| 4 | Documento presenta alta calidad de detalle del marco teórico | 25 | 25 |
| | Total | 100 | 100 |

Hago constar que he revisado, calificado y aprobado la investigación en base a las políticas de investigación de la Facultad de Farmacia de la Universidad.

Sin más por añadir, se despide,

 Adrián Brenes Bolaños
 Tutor de la investigación

ADRIAN
 FRANCISCO
 BRENES BOLAÑOS
 (FIRMA)

Firmado digitalmente por
 ADRIAN FRANCISCO
 BRENES BOLAÑOS
 (FIRMA)
 Fecha: 2025.03.27
 21:55:11 -06'00'

 Firma

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Elaborado por Douglas Oviedo | Cargo: Coordinador de Investigación | Fecha: 23/05/2024 | Aprobado por: Ms.c. Melissa Martinez | Cargo: Decana Facultad Farmacia | Página 1 de 2 |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|

Carta para la solicitud de defensa de Trabajos Finales de Graduación Farmacia

San José, 25 de marzo del 2025.

Señores:

Comité de Investigación de la Facultad de Farmacia
Universidad de Iberoamérica.

Estimados:

La presente carta es para solicitar ante la facultad la fecha para la defensa del proyecto final de graduación titulado como ***"Evaluación teórica y experimental de un tónico dermocosmético a base de Caléndula officinalis y Hamamelis virginiana como coadyuvante en el tratamiento del acné: Análisis y consideraciones para su viabilidad"***.

La defensa de este es para optar por el grado de Licenciatura en Farmacia en el periodo ***del I*** cuatrimestre del ***año 2025***.

Lo anterior debido a que se considera que el documento se encuentra listo y ha sido revisado por el tutor para su defensa.

Sin otro particular se despide:

Ashley Sidney López Valverde
Nombre completo del (la) estudiante

Nicolle Alejandra Lara Cáceres
Nombre completo del(la) estudiante

1-1696-0520
Cédula

1-1884-0755
Cédula

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Elaborado por Douglas Oviedo | Cargo: Coordinador de Investigación | Fecha: 09/05/2024 | Aprobado por: Ms.c. Melissa Martinez | Cargo: Decana Facultad Farmacia | Página 1 de 1 |
|---------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|

CONSTANCIA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

10 de abril, 2025

Registro

Universidad de Iberoamérica Unibe

A quien corresponda:

El suscrito da fe de que el trabajo final de graduación (modalidad tesis) para optar por el grado de Licenciatura en Farmacia titulado **Evaluación teórica y experimental de un tónico dermocosmético a base de *Calendula officinalis* y *Hamamelis virginiana* como coadyuvante en el tratamiento del acné: análisis y consideraciones para su viabilidad**, de las sustentantes Nicolle Alejandra Lara Cáceres, cédula 118840755, y Ashley Sidney López Valverde, cédula 116960520, fue sometido a revisión filológica.

Se han realizado las modificaciones pertinentes en los distintos niveles textuales, a saber, macro y microestructura, intención comunicativa, coherencia y cohesión, puntuación y ortografía. Todas han sido incorporadas en el texto.

Atentamente,

ROBERTO ANDRÉ firmado digitalmente por ROBERTO ANDRÉ ACUÑA VARGAS
ACUnA VARGAS Fecha: 2025.04.10 12:58:29 -0500'

Roberto André Acuña

Filólogo

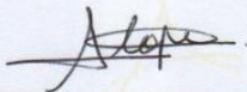
Número: 12007-274

Universidad de Iberoamérica UNIBE
Centro de Información y Documentación, Biblioteca

Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de Trabajos Finales de Graduación (TFG) en el acervo digital del Centro de Información y Documentación "Fernando Flores Banuet" UNIBE.

Yo Ashley Sidney López Valverde con cédula de identidad 116960520 domicilio en San José Tibás Costa Rica en condición del persona autora del TFG para por el grado de Licenciatura en Farmacia titulado EVALUACIÓN TEÓRICA Y EXPERIMENTAL DE UN TÓNICO DERMOCOSMÉTICO A BASE DE CALÉNDULA OFFICINALIS Y HAMAMELIS VIRGINIANA COMO COADYUVANTE EN EL TRATAMIENTO DEL ACNÉ: ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PARA SU VIABILIDAD autoriza de forma gratuita a la biblioteca de UNIBE, a digitalizar e incluir dicho TFG en el acervo digital de la biblioteca de UNIBE y a publicarlo a través de la página web u otro medio electrónico, para ser accedido según lo que UNIBE defina para su consulta o divulgación. Dicho texto se publicará en formato PDF, o en el formato que en su momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre y gratuito, permitiendo su consulta e impresión, pero no su modificación. La persona autora del TFG, garantiza a UNIBE que la tesis es el trabajo original que sirvió para la obtención de su título, que no infringe ni violenta ningún derecho de terceros.

Fecha: 25 de marzo del 2025
Firma de la persona tutora:



*Uso interno. Clasificación del TFG: _____

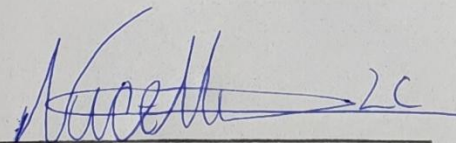
Universidad de Iberoamérica UNIBE
Centro de Información y Documentación, Biblioteca

Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de Trabajos Finales de Graduación (TFG) en el acervo digital del Centro de Información y Documentación "Fernando Flores Banuet" UNIBE.

Yo Nicolle Alejandra Lara Cáceres con cédula de identidad 118840755 domicilio en Barrio Cuba San José Costa Rica en condición del persona autora del TFG para por el grado de Licenciatura en Farmacia titulado EVALUACIÓN TEÓRICA Y EXPERIMENTAL DE UN TÓNICO DERMOCOSMÉTICO A BASE DE CALÉNDULA OFFICINALIS Y HAMAMELIS VIRGINIANA COMO COADYUVANTE EN EL TRATAMIENTO DEL ACNÉ: ANÁLISIS Y CONSIDERACIONES PARA SU VIABILIDAD autoriza de forma gratuita a la biblioteca de UNIBE, a digitalizar e incluir dicho TFG en el acervo digital de la biblioteca de UNIBE y a publicarlo a través de la página web u otro medio electrónico, para ser accedido según lo que UNIBE defina para su consulta o divulgación. Dicho texto se publicará en formato PDF, o en el formato que en su momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre y gratuito, permitiendo su consulta e impresión, pero no su modificación. La persona autora del TFG, garantiza a UNIBE que la tesis es el trabajo original que sirvió para la obtención de su título, que no infringe ni violenta ningún derecho de terceros.

Fecha: 25 de marzo del 2025

Firma de la persona tutora: _____



*Uso interno. Clasificación del TFG: _____