



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA

EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN CON POTENCIAL ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE A PARTIR DEL EXTRACTO *Punica granatum* (GRANADA) Y MEDICIÓN
DE PARÁMETROS ESPECÍFICOS QUE MEJOREN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera Biotecnóloga

AUTORA: RAFAELA CRISTINA VÉLEZ CARDOSO

TUTORA: MÓNICA JUDITH ESPADERO BERMEO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rafaela Cristina Vélez Cardoso con documento de identificación N° 0105814750 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 21 de febrero del 2025

Atentamente,



Rafaela Cristina Vélez Cardoso

0105814750

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Rafaela Cristina Vélez Cardoso con documento de identificación N° 0105814750, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Evaluación de una formulación con potencial actividad antioxidante a partir del extracto *Punica granatum* (granada) y medición de parámetros específicos que mejoren las características de la piel”, el cual ha sido desarrollado para optar el título Ingeniería Biotecnóloga, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 de febrero del 2025

Atentamente,



Rafaela Cristina Vélez Cardoso

0105814750

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mónica Judith Espadero Bermeo con documento de identificación N° 0703645412, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN CON POTENCIAL ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE A PARTIR DEL EXTRACTO *Punica granatum* (GRANADA) Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS ESPECÍFICOS QUE MEJOREN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL, realizado por Rafaela Cristina Vélez Cardoso con documento de identificación N° 0105814750, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 21 de febrero del 2025

Atentamente,



Dra. Mónica Judith Espadero Bermeo, MSc.

0103645412

DEDICATORIA

A mi mamá Cristina y abuelos Ana y Eduardo, quienes con su amor, apoyo y compañía día a día desde el día en que nací me han guiado para convertirme en la persona que soy hoy en día y a siempre salir adelante en mis estudios. A mi papá, Juan Fernando, que con su ayuda financiera a lo largo de mi vida y su guía en el 2024 que me ha ayudado profesionalmente. A mi gran amiga Ana Paula, que siempre ha estado a mi lado en mi vida universitaria. Y a mi persona, ya que la vida tiene altos y bajos, pero aquí está el resultado de seguir adelante.

Rafaela Cristina Vélez Cardoso

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi familia por siempre estar ahí para mí cuando lo necesité.

A mi tutora de tesis Dra. Mónica por su guía, consejos y tiempo invertido. Al equipo de laboratorio, Marlon, Sandy y Tatiana por su buena disposición y a mi amigo Gustavo por siempre estar a mi lado en este proceso.

Rafaela Cristina Vélez Cardoso.

RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto de *Punica granatum* (granada) en la hidratación y rigidez cutánea, en respuesta a la creciente demanda de productos dermocosméticos con ingredientes naturales. Se desarrolló una formulación con este extracto y se analizó su efecto en la salud de la piel mediante un diseño experimental. Las mediciones se realizaron con los equipos dermatológicos Intentómetro y Corneómetro. Los análisis evidenciaron una mejora significativa en la hidratación y rigidez cutánea, lo que sugiere que los compuestos bioactivos de la *Punica granata* (granada) ofrecen beneficios para la piel. Estos hallazgos destacan el potencial de *Punica granatum* (granada) en formulaciones dermocosméticas, promoviendo una alternativa natural y sostenible frente a productos convencionales.

Palabras claves: *Punica granatum*, extracto de granada, hidratación cutánea, rigidez de la piel, cosméticos naturales, propiedades antioxidantes, dermocosméticos.

ABSTRACT

This study evaluates the impact of *Punica granatum* (pomegranate) on skin hydration and firmness, addressing the growing demand for dermocosmetic products with natural ingredients. A formulation containing this extract was developed and its effects on skin health were analyzed through an experimental design. Measurements were conducted using dermatological devices: the Indentometer and Corneometer. The analysis revealed a significant improvement in skin hydration and firmness, suggesting that the bioactive compounds in *Punica granatum* (pomegranate) provide beneficial properties for the skin. These findings highlight the potential of *Punica granatum* (pomegranate) in dermocosmetic formulations, promoting a natural and sustainable alternative to conventional products.

Keywords: *Punica granatum*, pomegranate extract, skin hydration, skin stiffness, natural cosmetics, antioxidant properties, dermocosmetics.

Índice de contenidos

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I	15
Introducción.....	15
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Justificación	19
1.3. Objetivos	23
1.4. Hipotesis.....	24
CAPÍTULO II.....	25
2.1. Fundamentos teóricos	25
2.1.1. Estado del arte	25
2.2. Marco teórico	29
2.2.1. Dermocosméticos	29
2.2.2. <i>Punica granatum (granada)</i>	29
2.2.3. Generalidades de la piel	34
2.2.4. Productos cosméticos.....	37
2.2.5. Estudio in vivo de los cosméticos.....	38
2.2.6. Pruebas de consumidores.....	38
2.2.7. Test de irritabilidad	40
2.2.8. Evaluación de la hidratación de la piel (Corneometer ® CM 825)	40
2.2.9. Evaluación de la rigidez de la piel (Indentómetro IDM 800).....	41
2.2.10. Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto	42
CAPITULO III	44
3.1. Marco metodológico.....	44
3.1.1. Nivel de investigación	44
3.1.2. Diseño de investigación	44
3.1.3. Unidad experimental	45
3.1.4. Población y muestra	45
3.1.5. Variables	45
3.1.6. Técnica de recolección de datos.....	46

3.1.7. Técnicas de procesamiento de datos.....	46
3.2. Materiales y metodología	47
3.2.1. Elaboración de los extractos de <i>Punica granatum</i> (granada)	47
3.2.2. Formulación del producto cosmético	49
3.2.3. Pruebas de preferencia sensorial: Prueba de escala hedónica.....	51
3.2.4. Test de irritabilidad	53
3.2.5. Determinación de la capacidad hidratante.....	56
3.2.6. Determinación de capacidad antioxidante	57
CAPITULO IV	62
Resultados y discusión.....	62
4.1. Resultados de pruebas de preferencia sensorial	62
4.2. Reclutamiento de panelistas voluntarios	72
4.3. Resultados del test de irritabilidad cutánea	72
4.4. Resultados de la capacidad antioxidante de la loción cosmética	74
4.3. Resultados de la capacidad hidratante de la loción en la piel	80
4.4. Resultados de la rigidez de la loción en la piel	91
4.4.3. Evaluación de la rigidez antes del uso de la loción + extracto de <i>Punica granatum</i> (granada) al día 0.....	96
4.4.4. Evaluación de la rigidez después del uso de la loción + extracto de <i>Punica granatum</i> (granada) al día 29.....	98
CAPÍTULO V	101
Conclusiones	101
Recomendaciones	102
REFERENCIAS	103
ANEXOS	114

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de <i>Punica granatum</i> (granada).....	30
Tabla 2. Información del extracto de <i>Punica granatum</i> (granada).	49
Tabla 3 . Ingredientes empleados en la elaboración de la loción con extracto de <i>Punica granatum</i> (granada).....	50
Tabla 4. Escala hedónica de 9 puntos	52
Tabla 5. Escala de evaluación para el test de irritabilidad.	55
Tabla 6. Clasificación de la hidratación cutánea según Unidades Arbitrarias (AU).....	57
Tabla 7. Concentraciones para determinar la capacidad antioxidante de <i>Punica granatum</i> (granada)	59
Tabla 8. Concentraciones utilizadas para determinar la capacidad antioxidante de la loción con extracto de <i>Punica granatum</i> (granada).....	60
Tabla 9. Diseño experimental de presentación de las muestras en la prueba hedónica de las lociones con extracto de <i>Punica granatum</i> (granda).	62
Tabla 10. Concentración de extracto de <i>Punica granatum</i> (granada) utilizado para la formulación de la loción.	64
Tabla 11. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la apariencia visual (AV) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>Punica granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción	64
Tabla 12. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la textura al tacto (TT) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>P. granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción	65
Tabla 13. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la sensación al aplicar (SA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>P. granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción	66
Tabla 14. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para el tiempo de absorción (TA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>P. granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.	67
Tabla 15. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la sensación después de aplicar (SDA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>Punica granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción	67
Tabla 16. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la hidratación percibida (HP) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de <i>Punica granatum</i> en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.	68
Tabla 17. Resultados obtenidos de las pruebas hedónicas en los 6 parámetros entorno a la concentración del ingrediente activo natural <i>Punica granatum</i> (granada) en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.	69
Tabla 18. Resultados del Test de Irritabilidad de la loción elaborada con extracto de <i>Punica granatum</i> (granada).....	73
Tabla 19. Resultados de la evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de <i>Punica granatum</i>	74
Tabla 20. prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.....	75
Tabla 21. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de <i>Punica granatum</i> (granada)	75

Tabla 22. Supuestos del modelo Anova	76
Tabla 47. Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente antes del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 0	97
Tabla 48 Prueba de Shapiro-Wilk y gráfico Cuantil-Cuantil.....	98
Tabla 49. Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la rigidez de la piel de los voluntarios después del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 29.....	98
Tabla 50. Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente después del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) día 29.....	98

Índice de figuras

Figura 1. <i>Punica granatum</i> (granada)	30
Figura 2. Sonda Corneometer.....	41
Figura 3. Sonda Indentometer	42
Figura 4. Curva de calibración de ácido ascórbico	58
Figura 5. Curva de capacidad antioxidante del extracto	60
Figura 6. Curva de calibración de la loción con extracto	61
Figura 7. Análisis de la capacidad antioxidante del extracto	78
Figura 8. Análisis de la capacidad antioxidante de la loción con extracto	79
Figura 9. Análisis de la capacidad hidratante de la loción en el día 0	82
Figura 10. Análisis de la capacidad hidrtante de la loción día 29	85
Figura 11. Análisis de la capacidad hidratante de la loción + extracto día 0	87
Figura 12. Análisis de la capacidad hidratante de la loción + extracto día 29	89

Índice de anexos

Anexo 1.	114
Anexo 2. Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil.....	118
Anexo 3. Prueba de evaluación sensorial – escala Hedónica de 9 puntos	121
Anexo 4. Información del estudio y ficha de reclutamiento de sujetos voluntarios de estudio	122
Anexo 5. Cuestionario de selección; proceso de reclutamiento de sujetos voluntarios de estudio por criterios de inclusión y exclusión	123
Anexo 6. Consentimiento informado para el estudio	127
Anexo 7. Cuestionario para la prueba de irritabilidad	128
Anexo 8. Protocolo de aplicación de loción.....	131
Anexo 9. Obtención del extracto de Punica granatum (granada).....	132
Anexo 10. Elaboración de una loción con diferentes concentraciones de extracto de Punica granatum (granada).....	133
Anexo 11. Análisis sensorial de la formulación cosmética	133
Anexo 12. Test de irritabilidad.....	134
Anexo 13. Utilización de los equipos dermatológicos Corneometer e Indentometer	134
Anexo 14. Resultados de la prueba in vivo de una voluntaria en el día 0 y día 29	135
Anexo 15. Proceso del método DPPH	135

CAPÍTULO I

Introducción

Los factores externos como el cambio de temperatura, pH y la exposición a partículas contaminantes afectan a las características de la piel. Estas condiciones provocan modificaciones en su estructura y apariencia, contribuyendo al desarrollo de líneas de expresión, resequedad y flacidez. A su vez el proceso natural de la edad junto a factores externos va dejando huellas visibles en la piel, haciendo evidente la necesidad de cuidados específicos que ayuden a mantener su rigidez e hidratación a lo largo del tiempo.

El uso de productos cosméticos que contengan ingredientes de origen vegetal ha experimentado un notable incremento, debido a su capacidad para embellecer, cuidar la piel y proteger su salud. Estos ingredientes, cuidadosamente seleccionados, destacan por sus propiedades antioxidantes, hidratantes y humectantes, las cuales contribuyen a reducir el estrés oxidativo y a retrasar la muerte celular, promoviendo así una piel más saludable. En el transcurso de la vida la piel es afectada por procesos intrínsecos (envejecimiento cronológico, reducción de colágeno y elastina, disminución de la renovación celular, alteración de la barrera cutánea, estrés oxidativo, entre otros) y procesos extrínsecos (radiación solar, estrés, consumo de alcohol, tabaquismo, dieta inadecuada, falta de sueño, uso de productos cosméticos agresivos, entre otros) (Castaño & Hernández, 2018).

En Latinoamérica la industria cosmética es una de las producciones más prosperas a nivel mundial con ingreso anual de 430.000 millones de dólares y se visualiza que para el año 2027 alcance un ingreso anual de 580.000 millones de dólares (Berg et al., 2023). Según Orús, (2023) y Zaldívar (2024), los países de mayor consumo de estos productos están liderado por Japón, seguido por América del Norte, Alemania y Francia, sin embargo, existe mucho contrabando, por lo que se

ha acudido a pruebas de eficacia que garanticen los productos (claim); estas son pruebas que brindan información que se comunica de manera pública sobre su contenido, naturaleza, propiedades y eficacia presentándose mediante palabras, imágenes, marcas o ilustraciones. El cuidado personal se ha convertido en un aspecto importante para los seres humanos, los sectores de productos cosméticos son componentes de la economía que han logrado establecerse en el mercado internacional y en el Ecuador, por ellos, se hace evidente la necesidad de contar con microempresas que puedan atender la demanda de estos productos (Roman & Ormaza, 2022).

El Ecuador es un país megadiverso con gran variedad de plantas, siendo sus partes más utilizadas las raíces, tallos, flores y frutos para la creación de productos con bioactivos naturales utilizados en la industria cosmética. La *Punica granatum* (granada) es una fruta con un alto potencial terapéutico utilizada tradicionalmente para su potente actividad antiinflamatoria, antioxidante, hidratante y anticancerígena permitiendo mantener la integridad de la piel. Esta planta es valiosa por el uso de sus cáscaras, semillas, aceites de semillas, raíces, troncos, boquilla de madera, hojas y flores (Maphetu et al., 2022) siendo incorporados en cremas, serums, lociones y protectores solares, por lo general, las lociones empleadas en la industria del cuidado de la piel para referirse a un producto cosmético con textura ligera (Godoi et al., 2023).

La posibilidad de desarrollar cosméticos con ingredientes naturales que tengan potenciales biológicos han sido la motivación de esta investigación, aprovechar la biodiversidad existente en los diferentes países, incentivando la producción y competencia bajo un criterio técnico, incrementando de esta manera la producción y utilización de productos con ingredientes naturales que garanticen al consumidor el efecto deseado en su piel.

1.1. Planteamiento del problema

La industria cosmética continúa evolucionando con el paso de los años, especialmente en la categoría de productos destinados al cuidado de la piel. La incorporación de extractos vegetales en formulaciones cosméticas ha evidenciado que la integración de estos ofrece el aprovechamiento de recursos naturales de manera sostenible, reduciendo la dependencia de únicamente ingredientes sintéticos y promoviendo prácticas más ecológicas para la industria.

Los metabolitos secundarios que se encuentran en los extractos naturales (polifenoles, taninos, flavonoides, entre otros) han evidenciado tener eficacia en la mitigación del estrés oxidativo. Aparte de neutralizar a los radicales libres se caracterizan por prevenir el envejecimiento temprano de la piel, consolidándose como componentes fundamentales en la formulación de dermocosméticos (Lansky & Newman, 2007).

En la actualidad la investigación en el campo cosmético a pesar de haberse ampliado significativamente necesita apremiantemente la búsqueda de extractos naturales con capacidad antioxidante, hidratante y humectante para poder desarrollar formulaciones cosméticas con características que combatan los signos de envejecimiento cutáneo. La *Punica granatum* (granada) recientemente ha despertado interés en este campo debido a su gran concentración de metabolitos secundarios. En cuanto a la integración de estos extractos en las formulaciones que combinen ingredientes naturales e ingredientes químicos, se plantean desafíos relacionados con su eficacia y estabilidad en parámetros específicos de la piel (Azmat et al., 2021). En este marco, la integración de ingredientes naturales con compuestos químicos ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento de las formulaciones cosméticas permitiendo aprovechar las propiedades

beneficiosas de los ingredientes naturales mientras se optimizan las características sensoriales y la estabilidad del producto mediante el uso de compuestos químicos (Pardo y Hernández, 2015).

La comercialización de productos cosméticos sin notificación sanitaria obligatoria ha presentado un gran riesgo para la salud de los consumidores, debido a que estos productos pueden contener sustancias nocivas o no cumplir con los estándares de calidad requeridos. En Ecuador, Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA, 2024) decomisó 1.098 productos cosméticos en esta condición en enero del 2025 en Conocoto y 4,225 en julio del 2024 en la ciudad de Cuenca, lo que demuestra la falta de regulación efectiva y desconocimiento de los consumidores de la importancia de adquirir productos con certificación sanitaria. Esta situación resalta la urgencia de desarrollar alternativas efectivas y seguras que cumplan con normativas de carácter legal y estándares de calidad, promoviendo el uso de ingredientes respaldados por evaluaciones científicas (ARCSA 2025).

Para garantizar la eficacia de un producto es necesario identificar y medir parámetros específicos por medio de tecnologías avanzadas. El Corneometer es un equipo útil para evaluar la rigidez, elasticidad, pH, hidratación, sebo, entre otros parámetros de la piel, el cual proporciona resultados objetivos y cuantificables que avalen la efectividad del producto, siendo esencial para el desarrollo de formulaciones que demuestren sus claims.

Según Acheson (2019), el Consejo de la Industria de Cosméticos, Aseo Personal y Cuidado del Hogar de Latinoamérica, este destaca por ser el de mayor crecimiento en el sector a nivel mundial, alcanzando un 17% y mostrando un notable potencial para el desarrollo, innovación y avance en investigación. Los productos enfocados para cuidado de la piel, cabello y maquillaje constituyen las categorías principales en la industria de la belleza. A nivel internacional, este sector ha

experimentado un crecimiento promedio anual de 4% entre el año 2012 y 2017, siendo los productos para el cuidado de la piel los que ocupan un 37% de este mercado. Los productos dirigidos para piel se encuentran en la categoría más grande del sector cosmético y representa el 44% del mercado, creciendo un 6% en el año 2023 a nivel mundial, los aumentos de precio en Oriente Medio, África, América Latina y en menor medida en Europa y América del Norte impulsaron gran parte de este crecimiento (Weaver et al., 2024).

Por ello el desarrollo de una formulación cosmética con incorporación de extracto de *Punica granatum* (granada), conocida por las propiedades antioxidantes y regeneradoras que ofrecen sus metabolitos secundarios, se presenta como una solución innovadora para abordar los problemas específicos de la piel combinando la ciencia con la naturaleza. Al aprovechar los beneficios de cada ingrediente, se plantea ofrecer un producto que responda las crecientes demanda de los consumidores que incluyan ingredientes con origen vegetal que no solo mejoren su apariencia, sino que protejan a largo plazo su piel, hidratándola, mejorando su textura y reforzando su barrera cutánea.

1.2. Justificación

Los compuestos de origen vegetal lideran como la principal fuente conocida de antioxidantes, por consiguiente, existe una variedad de productos que presentan estos bioactivos en sus formulaciones, de esta manera se busca ofrecer una mejorar a las características viscoelásticas de la piel y que a su vez reduzcan las señales de envejecimiento (Gordon, 2001), los compuestos responsables de esta actividad son principalmente las antocianinas, polifenoles y flavonoides, no

obstante, según revisiones bibliográficas se han realizado múltiples estudios con material vegetal como *Solana melongena L.* (Berenjena) que contiene alta concentración de flavonoides, esto se comprobó mediante preparados del fruto, a su vez se identificaron antocianinas que además de ser las encargadas de brindar el color a esta especie, presenta actividad antioxidante (González, J., Montes de Oca, Y. y Domínguez, M., 2007). El género *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) es reconocido por su contenido citral y de flavonoides que aportan la capacidad antioxidante (Enríquez, M., Poveda, S. y Alvarado G., 2023) y el género *Punica granatum* (granada) aparte de tener actividad antioxidante tiene actividades reguladoras de secreción sebácea, actividad fotoprotectora (inhibe actividad de las metaloproteinasas propias de los rayos UVB), actividad antiinflamatoria y anti radicalaria, con todas estas propiedades a estudiar, el estudio puede sentar bases para el desarrollo de una nueva línea de productos dermocosméticos con alto valor en el mercado (Vega & García, 2022).

El envejecimiento cutáneo y el daño oxidativo de la piel son problemas causados principalmente por factores ambientales como la contaminación, exposición solar y el estrés oxidativo. Estos factores provocan alteraciones en la estructura y función de la piel ya que se pueden manifestar como pérdida de elasticidad, líneas de expresión u otros signos de envejecimiento. Aparte, las condiciones dermatológicas como dermatitis o piel seca también pueden exacerbar este proceso. La industria cosmética ha demostrado gran interés en el desarrollo de productos que contrarresten estos efectos con productos dermocosméticos, los antioxidantes naturales han emergido como una alternativa prometedora. Estos compuestos tienen el potencial de promover la salud de la piel, reducir los signos de envejecimiento y mejorar la apariencia general de la piel al neutralizar los efectos del estrés oxidativo (Vega & García, 2022; Ivanova et al., 2023).

El extracto de *Punica granatum* (granada) es una fuente rica en compuestos bioactivos, los cuales tiene propiedades antioxidantes significativas. Por esta razón, se ha demostrado que este extracto puede proteger la piel del daño oxidativo, retrasando así los signos de envejecimiento visibles. El uso tópico del extracto de *Punica granatum* (granada) depende de la concentración y la formulación en la que se utilice, ya que estos parámetros determinan su eficacia. En estudios previos, se ha encontrado que el extracto aplicado de manera tópica mejora la hidratación y rigidez de la piel. Estos efectos se relacionan con su capacidad para modular la actividad antioxidante de la piel y reducir la inflamación causada por los radicales libres (Dimitrijevic et al., 2024; Vega & García, 2022).

La *Punica granatum* (granada) se caracteriza también por su gran contenido de aceites grasos, Weleda, (2025) destaca que en el aceite de las semillas de la *Punica granatum* (granada) se encuentran presentes estos ácidos grasos de carácter esencial, como lo es el ácido oleico y linoleico, los cuales justamente contribuyen a la hidratación y nutrición de la piel. Estos compuestos por ende se encargan de mantener la barrera cutánea y a retener la humedad, lo que es de carácter beneficioso para pieles secas o maduras. Aunque la investigación específicamente que hable de componentes hidratantes de esta fruta es limitado, los hallazgos sugieren que los extractos de *Punica granatum* (granada) si tienen un aporte hidratante en la piel.

La revisión bibliográfica destaca las propiedades antioxidantes e hidratantes del extracto de *Punica granatum* (granada) en estudios sobre su eficacia en productos cosméticos elaborados para el cuidado de la piel. Numerosos trabajos han demostrado que este extracto tiene un impacto positivo en la rigidez e hidratación de la piel, y su incorporación en formulaciones cosméticas promete ofrecer beneficios significativos a los consumidores que buscan productos naturales para

combatir el envejecimiento cutáneo. Lansky & Newman, (2007), analizaron diversas formulaciones cosméticas que incluyen extracto de *Punica granatum* (granada), encontrando que estos productos si tienen los beneficios antes mencionados. De manera similar Chaudhary et al. (2024), desarrollaron productos antienvjecimiento a base de *Punica granatum* (granada), demostrando que aumentan la hidratación y mejoran la rigidez, reduciendo las líneas finas, lo que resalta la eficacia del extracto en productos cosméticos dirigidos a la salud de la piel.

En un estudio realizado por Estrada (2022) sobre distintas formulaciones cosméticas, las lociones faciales destacan por ser productos desarrollados para el cuidado de la barrera cutánea, se caracterizan por ser livianos y de rápida absorción, diferenciándose de las cremas. Las lociones prescinden de emolientes pesados, haciéndolas ideales para todo tipo de pieles. Su formulación puede incluir activos como extractos, antioxidantes, etc. En el estudio de Estrada (2022), se elaboró una loción con extracto de *Rosmarinus officinalis* (romero) evidenciando su efectividad contra el acné.

Esta investigación responde a la creciente demanda de productos cosméticos naturales, eficientes y sostenibles, alineados con la tendencia global hacia el uso de productos bioactivos provenientes de fuentes vegetales que han despertado interés en los campos de la dermatología y la cosmetología, atribuidos a sus probados efectos beneficiosos sobre la piel (Dimitrijevic et al., 2024), permitiendo fortalecer su posicionamiento como un ingrediente clave en productos dermocosméticos, ofreciendo a los consumidores alternativas seguras y efectivas para el cuidado de la piel. A partir de los hallazgos obtenidos en investigaciones anteriores del extracto de *Punica granatum* (granada), se propone el desarrollo de formulaciones cosméticas que serán evaluadas *in vivo*, permitiendo de esta manera determinar si la inclusión de dicho extracto en la formulación

produce cambios en la rigidez e hidratación de la piel. La evaluación de las mejoras en las características de la piel se llevará a cabo mediante el uso de tecnología de bioingeniería no invasiva, lo que posibilitará identificar si la aplicación de ingredientes naturales en la formulación provoca modificaciones en las propiedades de rigidez e hidratación, las cuales están asociadas con la actividad antioxidante que los activos naturales de las formulaciones cosméticas puedan ejercer (Connor, 2023; King, 2017).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar “*in vitro*” una formulación con potencial actividad antioxidante a partir del extracto *Punica granatum* (granada) y medición “*in vivo*” de parámetros específicos (rigidez e hidratación) que mejoren las características de la piel.

1.3.2. Objetivos específicos

- Definir la concentración del ingrediente activo natural basándose en la preferencia sensorial del producto, utilizando una prueba hedónica.
- Evaluar la capacidad antioxidante *in vitro* de una formulación cosmética, elaborada con extracto de *Punica granatum* (granada) mediante el método de DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil).
- Evaluar *in vivo* la rigidez e hidratación de la piel después del uso de la formulación dermocosmética elaborada con *Punica granatum* (granada) mediante la utilización del analizador dermatológico corneometer.

1.4.Hipótesis

Si la incorporación de extracto de *Punica granatum* (granada) en la formulación de un producto dermocosmético mejora la rigidez e hidratación después de su aplicación, entonces contribuirá a una apariencia más firme y saludable de la piel con el uso regular del producto.

CAPÍTULO II

2.1. Fundamentos teóricos

2.1.1. Estado del arte

A lo largo de la historia, los productos cosméticos se han utilizado para el embellecimiento y con el paso del tiempo para el cuidado de la piel, llegando a ser fundamentales en todo el mundo. Su evolución desde formulaciones tradicionales hasta innovadoras con el uso de extractos y aceites naturales con carácter dermocosmético, respaldándose en verificación científica, optimizando la salud cutánea en diversos aspectos.

La industria cosmética enfrenta el desafío de desarrollar productos más sostenibles y ecológicos, lo que ha impulsado el uso de ingredientes naturales e innovadores. Una estrategia clave es la incorporación de materias primas derivadas de residuos agroalimentarios, reduciendo así la dependencia de conservantes convencionales. En este contexto, las plantas presentan una alternativa viable debido a su riqueza en metabolitos secundarios, como los flavonoides, cuya concentración y composición varían según las condiciones de crecimiento. En particular los frutos han sido ampliamente estudiados por su alto contenido de compuestos bioactivos con potencial cosmético y dermatológico, lo que refuerza su valor en la formulación de productos naturales y eficaces (Lupidi, G., et al. 2023; Marroquín-Ciendúa et al., 2023).

La *Punica granatum* (granada) es reconocida por su riqueza en compuestos bioactivos que aportan múltiples beneficios a la salud. Entre sus principales componentes químicos destacan los elagitaninos, flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos, taninos, ácidos orgánicos y lípidos. Los elagitaninos, entre los que sobresalen las punicalaginas, son potentes antioxidantes. Los flavonoides, como la quercetina, catequina y kaempferol, también poseen propiedades

antioxidantes y antiinflamatorias. Los ácidos fenólicos, entre ellos el ácido elágico y gálico, han sido ampliamente estudiados por sus efectos protectores frente al estrés oxidativo. Por otro lado, las antocianinas, responsables del color característico de la fruta, también poseen actividad antioxidante. Los taninos aportan propiedades astringentes y antioxidantes, mientras que los ácidos orgánicos como el ácido cítrico, málico y ascórbico, además de conferir el sabor ácido característico de la *Punica granatum* (granada), cumplen funciones conservantes y antioxidantes. Finalmente, los lípidos presentes en el aceite de las semillas contienen ácidos grasos esenciales, destacando el ácido púnico, conocido por sus propiedades antiinflamatorias, así como los ácidos palmítico, oleico, linoleico y esteárico, que contribuyen a la nutrición y salud cardiovascular (Valero et al. 2023).

Varios estudios han demostrado que los compuestos activos de la *Punica granatum* (granada) tienen capacidad dermocosmética significativa, uno de ellos destaca en su estudio que la *Punica granatum* (granada) es útil al momento de tratar patologías asociadas a la piel, el aceite de sus semillas promueve la proliferación de queratinocitos en cultivos de monocapa y el extracto de su cascara como el jugo fermentado, en menor medida tienen capacidad de aumentar la síntesis de procolágeno tipo I, la cual es esencial al momento de estimular la producción de células protectoras del colágeno, además los polifenoles presentes en la *Punica granatum* (granada) demostraron efectos protectores contra la muerte celular inducida por radiación UV (Alonso, 2020).

Estudios han investigado métodos de extracción para optimizar la obtención y estabilidad de los compuestos bioactivos de *Punica granatum* (granada). Rodríguez et al. (2017) analizaron la producción de extractos hidroalcohólicos de *Punica granatum* (granada), seguidos de un proceso de secado por aspersión, encontrando que esta técnica ayuda a la preservación de polifenoles y asegurar una composición uniforme. De manera similar Bezerra et al. (2022) estudiaron como

distintos procedimientos de extracción influyen en la actividad antioxidante de los extractos acuosos, concluyendo que la elección de método tiene un impacto significativo en la concentración de compuestos fenólicos. Por otro lado, Robert et al. (2010) evaluaron la encapsulación de polifenoles y antocianinas mediante secado por aspersión, destacando la efectividad de este proceso para mejorar la estabilidad de los bioactivos. En otro enfoque, López et al. (2010) patentaron un método basado en la molienda y suspensión de la fruta completa en agua, lograron extractos con alta concentración de compuestos activos. Finalmente Rodríguez & López, (2013) desarrollaron un protocolo de maceración para la extracción de polifenoles totales, optimizando variables como el tiempo de extracción y la concentración del solvente.

Fernández, (2006) nos dice que la actividad antioxidante de un compuesto se determina evaluando su capacidad para reducir el daño oxidativo generado por agentes reactivos, lo que puede medirse mediante ensayos *in vitro* o *in vivo*. Entre los métodos *in vitro* más utilizados se encuentra el ensayo DPPH, que mide la reducción del radical libre DPPH en presencia de antioxidantes, y el método FRAP (que significa Ferric Reducing Antioxidant Power en inglés), que evalúa la reducción de Fe^{3+} y Fe^{2+} , útil para antioxidantes hidrofílicos. Asimismo, el método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) analiza la capacidad de un compuesto para neutralizar radicales peróxidos a lo largo del tiempo, proporcionando datos fisiológicamente relevantes. Otros métodos incluyen ABTS ((ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)), que mide la capacidad antioxidante de compuestos hidrofílicos y lipofílicos mediante la decoloración del radical ABTS y TRAP (Protocolo de Amplificación Repetida de la Telomerasa), que determina el poder total antioxidante a través de la inhibición del daño oxidativo inducido por radicales generados artificialmente. Estos ensayos permiten caracterizar la actividad antioxidante de los compuestos

presentes en extractos naturales, como los de *Punica granatum* (granada), facilitando su evaluación para aplicaciones cosméticas y terapéuticas.

Los dermocosméticos son utilizados para hidratar, nutrir, reducir las arrugas y líneas de expresión, mejorar la elasticidad, rigidez, calmar irritaciones y reparar la piel. Uno de los problemas a nivel cutáneo es la presencia de radicales libres debido a que estos contribuyen al envejecimiento y daño oxidativo de la piel. Estos son moléculas o fragmentos de moléculas caracterizadas por tener uno o más electrones desapareados en su orbital externo, condición que los torna altamente reactivos (Guija-Poma et al., 2015).

Los productos para el cuidado de la piel incluyen serums, cremas, lociones, bálsamos, geles, aceites, entre otros. Estos cosméticos faciales pueden incorporar ingredientes activos como antioxidantes o agentes humectantes que contribuyen a la regeneración cutánea y protección de la piel. Las lociones, aunque pueden ser utilizadas por cualquier tipo de piel, son dermocosméticos adecuadas para pieles sensibles, este tipo de formulación carece de consistencia liviana, haciéndola de rápida absorción (Estrada, 2022).

Las pruebas *in vivo* se realizan en organismos vivos con el objetivo de evaluar efectos biológicos de compuestos en un entorno fisiológico real. A diferencia de los ensayos *in vitro*, que se desarrollan en sistemas controlados fuera de un organismo, las pruebas *in vivo* analizan parámetros como la absorción, metabolismo, etc. En el campo dermatológico, estas pruebas son esenciales para asegurar formulaciones cosméticas, midiendo parámetros como hidratación, elasticidad, entre otros mediante equipos dermatológicos (Zlatina et al. 2023).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Dermocosméticos

La dermocosmética combina la cosmetología y dermatología, para el desarrollo productos que no solo embellecen la piel, sino también contribuyen a su salud y equilibrio. Según Buendía, (2009), la dermatología se centra en la prevención y tratamiento del envejecimiento cutáneo, mientras que la cosmética mejora su apariencia. En este contexto, los dermocosméticos han demostrado efectividad en la mejora de la piel afectada por distintos factores, proporcionando un cuidado que va más allá de la cosmética convencional y apoyando la función protectora de la piel (Buendía-Eisman, 2023).

2.2.2. *Punica granatum* (granada)

La *Punica granatum* (granada), fruto del granado, es una especie originaria del Oriente Medio y es considerada uno de los frutales mencionados en textos bíblicos, se han encontrado fósiles, incluyendo hojas, ramas y semillas, que datan de la Temprana Edad de Bronce (3500-2000 a.C.), lo que demuestra su antigua domesticación y aprovechamiento (Alonso, 2020). Con el tiempo, su cultivo se expandió hacia el este de China y oeste de África, y fue introducido en la península ibérica por los árabes, evidenciando su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas y edafológicas (Alonso, 2020). Aproximadamente el 50% de su peso total es comestible, compuesto en un 80% por jugo y un 20% por semillas, el jugo está constituido principalmente por un 85% de agua, 10% de azúcares totales y 1,5% de compuestos bioactivos como pectina, ácido ascórbico y flavonoides, los cuales le confieren propiedades antioxidantes y beneficios para la salud (Fernandes et al. 2017).

2.2.2.1.Descripción botánica de la *Punica granatum* (granada)

Zuñiga, (2022) nos dice que la *Punica granatum* (granada) es originaria de países orientales y desde la década de los ochenta ha ganado popularidad y se ha expandido su cultivo a casi todas las regiones cercanas.

Figura 1.

Punica granatum (granada)



Nota. Obtenido de Riverón (2022)

Tabla 1.

Taxonomía de Punica granatum (granada)

Nombre común	Granada
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Myrtales
Familia	Punicaceae
Subfamilia	Punicoideae

Género	Punica
Especie	<i>P. granatum L.</i>
Activos principales	Polifenoles, flavonoides y taninos

Nota. Obtenido de Zuñiga (2022).

El árbol de la *Punica granatum* (granada), conocido científicamente como *Punica granatum* (del latín “pome” que significa manzana y “granate” que significa de muchas semillas), es un arbusto caducifolio que puede crecer entre 3,5 y 6,5 metros de altura, con un tronco retorcido y ramas que brotan desde la base, su madera es robusta o flexible y tiene una corteza escamosa de tono grisáceo (Dimitrijevic et al. 2024). Las ramas jóvenes suelen tener una forma cuadrada y se vuelven redondeadas con el tiempo. Las hojas son brillantes, de un verde intenso y crecen en pares opuestos sobre las ramas. Este árbol se adapta a diversos suelos, aunque crece mejor en suelos arcillosos con buen drenaje y en climas mediterráneos. Para optimizar un crecimiento, requiere riegos semanales en verano y durante los primeros años el uso de un fertilizante orgánico balanceado (Herrera, 2013; Cobos, 2021).

2.2.2.2. Extracto de *Punica granatum* (granada)

La *Punica granatum* (granada), como ha sido mencionado antes, es una fuente rica en antioxidantes y su mayor fuente de ello es su cascara y semillas. En un estudio realizado por EL-Aguel et al., (2022) se comprobó que los extractos crudos de la cáscara y hojas de la *Punica granatum* (granada) de carácter etanólico son efectivos a la hora de obtener bioactivos como lo son

flavonoides, ácidos fenólicos o elagitaninos, demostrando su actividad antioxidante positiva mediante el ensayo de DPPH.

Existen varios tipos de extracción para la obtención de extractos vegetales, entre ellos podemos encontrar a la destilación, fermentación, infusión, decocción y por supuesto la maceración. Según Lopes de Oliveira et al., (2024) quienes evaluaron los efectos de varios métodos de extracción, incluida la maceración de *Punica granatum* (granada) utilizando etanol y otros solventes, observaron diferencias en la capacidad antioxidante según el solvente, destacando la eficiencia de etanol para maximizar los fenoles y flavonoides antioxidantes. Otro estudio que analizó extractos de la cáscara de *Punica granatum* (granada) con distintos solventes incluyendo etanol y metanol, llegó a la conclusión que el etanol promueve una mayor actividad antioxidante y una mejor preservación de los compuestos fenólicos (Sweidan et al., 2023). Por otro lado, Dimitrijevic et al., (2024) concluyó que la glicerina es adecuada para la extracción en frío de bajo impacto térmico, útil para formulaciones cosméticas de aplicación tópica donde es necesario preservar la actividad antioxidante sin alcohol. Es importante resaltar, que la glicerina al no ser tóxica y en su lugar humecta, resulta efectiva en cosméticos para piel sensible, en especial si se busca un producto más suave. (Bhavan et al., 2019).

2.2.2.3. Características químicas

Según Li et al., (2006) la popularidad de la *Punica granatum* (granada) ha incrementado debido a sus propiedades antioxidantes, derivadas de los compuestos como las antocianinas, los polifenoles y los taninos, que le otorgan esta capacidad, que es incluso mayor a la de las bebidas como el vino tinto o el té verde. Además, contiene vitaminas C y K, así como un bajo contenido de

hierro, lo cual es beneficioso para la salud cardiovascular. Entre los antioxidantes presentes en la *Punica granatum* (granada), se destacan:

- Compuestos fenólicos: las antocianinas, taninos y flavonoides (como las punicalaginas) potencian su acción antioxidante.
- Isoprenoides: carotenoides en diversas partes de la fruta.
- Elagitaninos y ácidos fenólicos: como el ácido elágico y el ácido gálico.
- Vitaminas: A, C y E que contribuyen a sus beneficios antioxidantes.

Estos compuestos ayudan a ralentizar el envejecimiento celular y mejorar la oxigenación de los tejidos. También protegen la piel de los efectos nocivos de los rayos UV, favoreciendo una piel sana y resistente al daño solar. La *Punica granatum* (granada) es versátil y se incluye en recetas como ensaladas, salsas, jugos, bebidas alcohólicas y postres, haciendo sencillo incorporarla en la dieta y beneficiarse de sus propiedades para la salud (Masci et al., 2016).

2.2.2.4. Propiedades terapéuticas

Un estudio reciente de EL-Aguel et al. 2022 sobre el extracto de *Punica granatum* (granada) destaca esta fruta, debido a su riqueza en componentes bioactivos con potencial terapéutico. Los principales beneficios se atribuyen a su alta concentración de polifenoles, especialmente los elagitaninos como la punicalagina, flavonoides y ácidos fenólicos.

2.2.2.5. Actividad antioxidante

Según EL-Aguel et al. (2022) la *Punica granatum* (granada) presenta capacidad antioxidante debido a sus compuestos fenólicos, los cuales se encargan de neutralizar radicales libres y reducir el estrés oxidativo en las células, se ha demostrado que los extractos de esta fruta poseen una inhibición significativa de radicales DPPH.

2.2.2.6. Actividad hidratante

El extracto de esta fruta también contiene compuestos con propiedades hidratantes, entre los que se destacan los elagitaninos, como el hexóxido de ácido elágico, los ácidos fenólicos, incluyendo el ácido gálico y el galioio-HHDP-hexósido y los flavonoides como la quercetina, catequina y kaempferol (EL-Aguel et al. 2022). Estos compuestos han sido reconocidos por su capacidad para reforzar la barrera cutánea, proporcionando efectos calmantes e hidratantes que favorecen la retención de agua y protección cutánea.

2.2.3. Generalidades de la piel

Según Montes, (2023) para poder comprender los mecanismos de acción de productos con sus distintos principios activos sobre la piel es de gran importancia conocer su estructura. La epidermis, la capa más externa, está compuesta por cinco estratos: córneo, lúcido, granuloso, espinoso y basal. El estrato córneo está formado por corneocitos, células cargadas de queratina y unidas por lípidos, lo que le otorga al tejido cutáneo propiedades impermeables y regula el intercambio de agua. Este estrato actúa como barrera epidérmica que protege contra agentes externos y mantiene la hidratación gracias al manto lipídico, que también favorece el equilibrio de la microbiota cutánea (Montes, 2023). La epidermis carece de terminaciones nerviosas y

vascularización, y en ella ocurren dos procesos clave, la formulación de queratina y la melanogénesis. En el estrato basal se encuentran células fundamentales como:

Queratinocitos: son las células más abundantes en la epidermis, al madurar ascienden hasta el estrato córneo y se convierten en corneocitos, formando la barrera protectora de la piel, se encargan de la síntesis de la queratina, posee uniones denominadas “desmosomas”, este puente está mediado con cadherinas a una serie de filamentos intermedios (queratina) permitiendo la unión entre células que otorgan cohesión e integridad resistente en el tiempo a la epidermis (Sánchez, 2024).

Melanocitos: responsables de producir melanina, el pigmento que determina el color de la piel, influenciado por factores genéticos, ambientales y endocrinos. Estos independientemente del tipo de tejido cutáneo y la raza siempre va a haber el mismo número en la epidermis (Mora, 2017).

Células de Langerhans (CL): actúan como defensores al activar el sistema inmune contra patógenos externos, es decir, intervienen en la respuesta inflamatoria, por ejemplo, cuando ocurre una afección cutánea las CL capturan el antígeno, maduran y mitigan de manera rápida a los ganglios linfáticos, donde participan en la fase inmunoestimulante. (Díaz et al., 1998).

Mujica et al. (2024) exponen en su estudio que los productos anti-edad aunque se encuentran dirigidos a personas entre 35 y 45 años, han despertado interés a personas más jóvenes para la prevención de líneas de expresión, siendo esta edad promedio los 25 años o menos. El organismo humano produce testosterona y estrógenos desde los 7 años de edad hasta los 25, momento en el que el colágeno y elastina comienzan a disminuir y empiezan a aparecer líneas de expresión. (Ruiz y Morales, 2015). Calvo, (2024) por otro lado nos dice que se trata de los ingredientes y productos clave que necesita nuestra piel en cada etapa de la vida y de la textura y

el formato de los cosméticos que aplicamos a diario, básicamente divide este grupo en cuatro, personas de 20, 30, 40 a 50 años y 60 años en adelante:

20 años

Entre los 18 y 20 años se empieza a utilizar cosméticos y tratamientos que pueden presentar problemas como acné, exceso de grasa o sequedad. Es recomendado a esta edad utilizar cremas ligeras de base acuosa y alfa-hidroxiácidas, el ácido salicílico también es altamente recomendado ya que puede mejorar su textura, reducir poros visibles y controlar pequeños brotes de acné.

30 años

A esta edad o incluso antes suelen aparecer los primeros signos de envejecimiento como líneas finas alrededor de los ojos, falta de luminosidad y signos de fatiga. Estos pueden abordarse con cremas hidratantes que incluyan ácido hialurónico y vitamina C, ya que previenen estos efectos mientras hidratan e ilumina.

40 y 50 años

En el rango de estos años la piel enfrenta cambios continuos que acentúan las arrugas, disminuyen la rigidez y reducen la luminosidad, haciendo que los signos de envejecimiento se noten más. En esta etapa es esencial un cuidado intensivo con cremas nutritivas que contengan retinoides, vitamina C y ácido hialurónico ya que estos ingredientes promueven una leve exfoliación y estimulan la producción de colágeno. El ácido retinoico es un potente aliado anti-edad, que favorece la renovación celular, la densidad y la síntesis de colágeno.

60 años

A los 60 años se pierde gran parte de elasticidad y densidad del tejido cutáneo, por lo que es esencial mantenerla hidratada y nutrida para ralentizar el envejecimiento. Se sugieren productos

intensamente emolientes, ricos en aceites (por ejemplo, el de jojoba) y con altas concentraciones de ácido hialurónico y retinol ya que estos ingredientes ayudan a redensificar e hidratar al máximo.

2.2.4. Productos cosméticos

Los productos cosméticos según ARCSA, (2017) son aquellas sustancias o formulaciones que se aplican localmente en diversas partes del cuerpo humano como la epidermis, sistema piloso, genitales externos, dientes, entre otros, con la finalidad de limpiarlos, perfumarlos, modificarlos y protegerlos.

Las formulaciones han ido evolucionando en su textura y componentes para adaptarse a los distintos tipos de piel y necesidades específicas que los consumidores demandan hoy en día. Los geles por un lado están compuestos en su mayoría de agua y humectantes, las cremas por otro lado poseen emolientes y ceras en su mayoría, las espumas con sus diversas formulaciones resaltan por ser una alternativa para la limpieza facial y las lociones con su capacidad de rápida absorción son productos de gran relevancia para la preparación de la piel (Kenvue, 2024).

2.2.4.1. Lociones

Dentro de la clasificación de productos cosméticos del Reglamento (CE) No 1223/2009 se incluyen a las lociones faciales como productos cosméticos, sujetándolas a los requisitos establecidos en dicho reglamento para garantizar su seguridad a los consumidores (Mendez, 2020).

La formulación cosmética de las lociones requiere considerar parámetros fundamentales como el pH, viscosidad y textura. El pH de las lociones oscila entre 5 y 6, su viscosidad es ligera y fluida para una aplicación uniforme, se destacan las formulaciones acuosas de las lociones por

proporcionar alta cantidad de agua, siendo de esta manera ideales para cualquier tipo de piel debido a que no deja ningún tipo de residuo, también son muy conocidas sus formulaciones con mayor proporción de humectantes para hidratar la barrera cutánea y por ultimo su formulación con aceites esenciales para reforzar la función barrera de la piel (Mentactiva, 2025).

2.2.5. Estudio in vivo de los cosméticos

El estudio *in vivo* de manera general se refiere a la experimentación que se lleva a cabo en organismos vivos, como pruebas en animales o en humanos en contextos clínicos. La piel humana es un indicador de la salud cutánea para estos estudios, existen diversas técnicas no invasivas que permiten evaluar de manera eficiente las funciones o características que deseen ser analizadas, este procedimiento da resultados del estado cutáneo de manera rápida (Uguña, 2017). Existen varios métodos para examinar la dermis sin causar dolor ni poner en riesgo la salud del individuo, entre ellos se encuentran aquellos que analizan la superficie de la piel, el perfil de su entorno, epidermis, pH, hidratación, rigidez, entre otros (Espadero, 2017). Según estudios realizados por Ztalina, (2023) los equipos dermatológicos marca Courage + Khazaka como el Indentómetro cutáneo (IDM 800) y Corneómetro (CM 820) permiten de manera exitosa distinguir las propiedades mecánicas de la piel.

2.2.6. Pruebas de consumidores

Las pruebas de los consumidores (pruebas hedónicas y pruebas de preferencia) son utilizadas para la evaluación de preferencia de un producto y determinar la aceptación de los jueces

(mercado). Para obtener los resultados es necesario que estas pruebas se realicen por un determinado grupo de consumidores, el cual refleje la población a la que se desea alcanzar (González et al. 2014).

2.2.6.1. Escala hedónica de 9 puntos

Paryman y Giardot diseñaron esta escala a mediados del siglo XX para el análisis de datos recopilados. Cada expresión se convierte en un número entero consecutivo, lo que facilita la comparación entre distintas categorías, es fundamental seleccionar frases que sean claras y progresivas, asegurando una interpretación precisa de los resultados (González et al. 2014).

La escala hedónica de 9 puntos es una prueba utilizada para medir preferencias y gusto de un producto, siendo altamente efectivo en evaluaciones sensoriales. Esta escala es fácil de comprender, incluso para consumidores sin experiencia previa. Su utilidad destaca en la investigación sensorial debido a su efectividad para identificar las diferencias entre productos, además, los datos obtenidos se analizan de diversas maneras, ofreciendo información concreta sobre las preferencias del consumidor (Stone, H. & Thomas, H. 2021).

2.2.6.2. Prueba de preferencia

En el año 1940 se establecieron y validaron metodologías específicas para el análisis de respuestas sensoriales del cuerpo humano ante distintos estímulos, la evaluación sensorial ha tenido una amplia aplicación en diversas industrias, en la industria cosmética es fundamental realizarla para poder desarrollar los productos de manera eficaz y de agrado de los consumidores (Severiano, 2021).

La prueba de preferencia se refiere a un procedimiento que se realiza con el fin de medir, analizar, evocar e interpretar las reacciones a distintas características percibidas como lo son el gusto, vista, tacto, oído y olfato. Este tipo de evaluación permite convertir las preferencias de los consumidores en características específicas de un producto, a través de estas pruebas se recopila información sobre los gustos, rechazos, preferencias y criterios de aceptación, utilizando métodos de análisis diseñados para enfocarse en la percepción del consumidor (Ramírez, 2012).

2.2.7. Test de irritabilidad

Aunque los cosméticos la mayoría de las veces suelen ser aceptados con facilidad, en especial los cosméticos naturales, es necesario verificar que no generen efectos adversos a corto o largo plazo. La prueba de irritabilidad cutánea permite evaluar la tolerancia de los productos para garantizar su seguridad. Los productos cosméticos deben ser seguros para la salud en su uso cotidiano ya que ciertos ingredientes pueden provocar reacciones adversas como enrojecimiento o edema. Para esta prueba se aplican pruebas de parche en humanos siguiendo normativas como la NOM-039-SSA1-1993, mide la irritación dérmica y la sensibilización por medio de un índice de irritación promedio (Álvarez y Peña, 2017).

2.2.8. Evaluación de la hidratación de la piel (Corneometer ® CM 825)

Las células pertenecientes al estrato córneo dependen del agua para mantener su elasticidad y proteger a la piel de agentes externos, estas experimentan aumento de volumen si la piel es hidratada, su evaluación es crucial para asegurar su salud y el Corneometer es una herramienta clave para este proceso debido a que es un dispositivo que se basa en el método de capacitancia para determinar el contenido de agua en las capas superficiales de la piel, según su fabricante, este

equipo proporciona mediciones de hidratación en una escala de 0 y 100 unidades arbitrarias (AU), donde la piel muy seca se caracteriza con unidades por debajo de 30, la piel seca entre 30 y 40 y la piel normal por encima de 40 AU (Heinrich et al. 2003).

Figura 2.

Sonda Corneometer



Nota. Obtenido de Integral (2025)

2.2.9. Evaluación de la rigidez de la piel (Indentómetro IDM 800)

El indentómetro es un equipo esencial para obtener una evaluación que conste de precisión al momento de medir la rigidez cutánea, proporcionando datos relevantes para estudios de la piel.

Este equipo es una herramienta clave para medir la rigidez de la piel dependiendo de la profundidad de su penetración. Mientras la piel es más rígida, menor es su profundidad de desplazamiento, la piel cuando carece de más rigidez resiste con mayor fuerza la presión que se aplica. Este equipo cuenta con tres sondas que poseen agujas de distintos diámetros (2,3 y 5 mm). Cuanto menor es el diámetro de la aguja, mayor es su penetración en la piel, lo que permite evaluar

con más precisión las zonas más sensibles. Las mediciones que se obtienen se expresan en milímetros, en un rango de 0 a 3 mm, lo que refleja la resistencia o elasticidad de la piel ante la presión que se aplica (Ivanova et al. 2023).

Figura 3.

Equipo Indentómetro



Nota. Obtenido de Integral, (2025).

2.2.10. Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto

Según Fernández-Pachón, (2006) la actividad antioxidante de un compuesto se mide evaluando su capacidad para inhibir o reducir el daño oxidativo causado por agentes oxidantes. Los métodos *in vitro* son ideales para comparar la actividad antioxidante en diferentes muestras, pero presentan limitaciones ya que no replican completamente el ambiente fisiológico. En cambio, los métodos *in vivo* reflejan mejor cómo actúan los antioxidantes dentro del organismo, considerando factores como la absorción y el metabolismo.

Existen múltiples métodos para determinar la capacidad antioxidante *in vitro* en alimentos y plantas medicinales, como el método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-

sulfónico)), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), ORAC y TRAP, sin embargo, uno de los más utilizados y reconocido es el método DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil). Este método rápido y efectivo utiliza el radical DPPH, el cuál experimenta una descoloración al entrar en contacto con antioxidantes, proceso que se produce mediante la transferencia de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente oxidante (Guija-Poma et al., 2015).

CAPITULO III

3.1.Marco metodológico

3.1.1. Nivel de investigación

El presente estudio, se basó en una investigación explicativa, permitiendo determinar la actividad del extracto de *Punica granatum* (granada) dentro de una formulación dermocosmética, en cuanto a su capacidad antioxidante en la piel.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación se consideró experimental, específicamente cuasiexperimental dado que se llevó a cabo manipulación de la variable independiente, que corresponde a los componentes de la formulación de la loción natural a base de *Punica granatum* (granada). La evaluación se centra en la variable dependiente, en donde se determinó la actividad del extracto en la loción en cuanto a la mejora de rigidez de la piel de los voluntarios. Se analizó el efecto de distintas concentraciones de extractos en actividad antioxidante y el impacto sobre su rigidez utilizando el grupo experimental y un grupo de control.

Para evaluar el efecto de la formulación cosmética a base de *Punica granatum* (granada) sobre la piel, se plantea una investigación de diseño experimental con corte longitudinal, utilizando dos grupos y evaluaciones en tres momentos distintos.

1. Factor de entrada: tratamientos
2. Niveles: 1
3. Modelo estadístico: ANOVA

4. Unidad experimental: 30 (medición de rigidez e hidratación en la piel)
5. Resultados: mediante gráficas y tablas
6. Factor de salida: eficiencia cosmética

$[15(\text{Grupo experimental}) + 15(\text{Grupo control})] \times 2 (\text{tiempos de medición}) = 60 \text{ mediciones totales}$

3.1.3. Unidad experimental

La unidad experimental considerada para este proyecto son las 60 medición de rigidez e hidratación en la piel en 30 voluntarios, 30 mediciones previas al uso del loción y 30 mediciones después del uso de la loción (15 voluntarios con loción base y 15 con loción con el extracto de *Punica granatum* (granada)) después de 28 días de aplicación.

3.1.4. Población y muestra

La *Punica granatum* (granada) desgranada se obtuvo en el centro comercial Megamaxi de la ciudad de Cuenca, Ecuador.

3.1.5. Variables

Como variable independiente tenemos a la *Punica granatum* (granada), el componente principal de la formulación dermocosmética.

La variable dependiente es la eficiencia del producto, la cual es evaluada por los indicadores de rigidez e hidratación de la piel.

La variable interviniente es el método en el que los usuarios se aplicaron la loción en el periodo de prueba, esto podría no tener interferencia si el usuario sigue las instrucciones dadas.

3.1.6. Técnica de recolección de datos

En la primera fase del proyecto, se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda y revisión bibliográfica para identificar los metabolitos secundarios, propiedades y beneficios de la *Punica granatum* (granada), explorando como estos contribuyen a la rigidez e hidratación de la piel. Se utilizaron diversos métodos para recopilar información, incluyendo artículos científicos, bases de datos y revistas. Todos estos recursos se encuentran citados y referenciados según normas APA sexta edición.

En la fase experimental, se realizaron pruebas hedónicas para analizar la preferencia sensorial del producto, se determinó la capacidad antioxidante de la formulación elegida y por último se evaluó *in vivo* esta formulación midiendo la rigidez e hidratación de la piel mediante el equipo dermatológico Corneometer con sus respectivas sondas (Indentometer y Corneometer). Los ensayos y la recopilación de datos fueron realizados en los laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana, campus El Vecino en la sede Cuenca.

3.1.7. Técnicas de procesamiento de datos

Los datos fueron procesados inicialmente en el programa Excel, posteriormente se realizó un análisis estadístico riguroso de los resultados obtenidos de pruebas hedónicas que evalúan la preferencia sensorial hacia distintas concentraciones de extracto de *Punica granatum* (granada) en formulaciones de lociones. Los datos fueron recolectados mediante la aplicación de escalas

hedónicas, donde los panelistas calificaron distintos tratamientos, categorizados por método de extracción y concentración del extracto. Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y el método de ajustes múltiples de Holm para las comparaciones. Dado que los datos no presentaron una distribución normal, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad. Todo el análisis estadístico fue llevado a cabo utilizando el software RStudio.

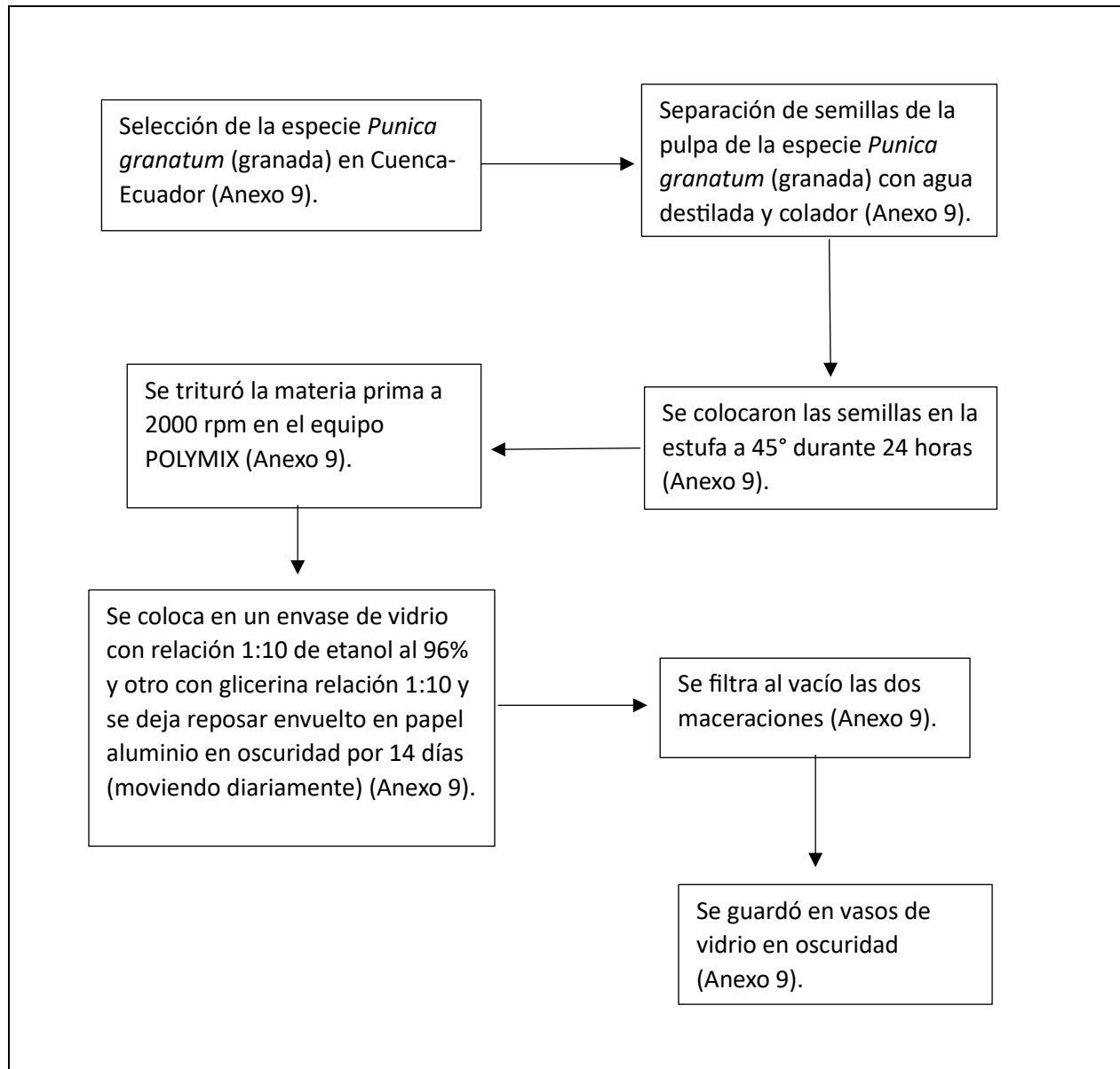
3.2. Materiales y metodología

3.2.1. Elaboración de los extractos de *Punica granatum* (granada)

En base a los estudios realizados por Dimitrijevic et al. (2024) sobre la composición bioactiva de *Punica granatum* (granada), se establece que sus semillas son conocidas por su concentración de ácidos grasos, compuestos fenólicos y fitoesteroles, destacando el ácido linoleico y ácido oleico, compuestos con reconocidas propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Investigaciones previas han indicado que las semillas de esta fruta han tenido efectos positivos en el impacto de la piel en cuanto a su hidratación y rigidez, lo que la convierte en un material idóneo para la extracción de metabolitos de interés. La maceración es el método de extracción de sus compuestos mediante solventes como el etanol, metanol, glicerina, etc. En un estudio Espinoza-Córdova et al. (2023) comparó dos extractos con distintos solventes y el etanol tuvo mayor capacidad antioxidante que el extracto acuoso, emplearon una relación 1:10 (planta: solvente) exitosamente. En cuanto a la maceración con glicerina Valentín (2023) también plantea una relación de 1:10 para la extracción adecuada de los principios activos deseados con un tiempo de dos semanas de maceración. Por ello,

en esta investigación se ha considerado la maceración de las semillas de *Punica granatum* (granada) con etanol al 96% y glicerina para la obtención del extracto.

3.2.1.1. Metodología



Nota. Diagrama de flujo adaptado de Valentín (2023).

3.2.2. Formulación del producto cosmético

En base al estudio de (Kenvue, 2024) existen numerosas formulas cosméticas con distintas funciones, las cuales, pueden ser definidas dependiendo de su consistencia. En el presente estudio, se desarrolló la formulación de lociones, caracterizados por su rápida penetración en la piel, debido a que brinda beneficios dirigidos a problemas y en lo posible a pieles específicas.

Montes et al. (2023) destacan que el vehículo y excipientes que se emplean en formulaciones define su capacidad de penetrar en la piel en función del contenido lipídico/acuoso del vehículo al momento de la elaboración de productos cosméticos empleados para la piel.

La formulación se realizó con concentraciones de 0,5%, 1% y 2% de los extractos *Punica granatum* (granada), debido a que diversos estudios, como el de Sánchez-Regana et al. (2013) demostró que al momento de añadir más del 2% de extracto a las formulaciones no aumenta la eficacia y podría existir riesgo de irritación o sensibilidad de la piel, por ello un máximo de 2% de extracto proporciona seguridad y efectividad al momento de formular.

Tabla 2.

Información del extracto de Punica granatum (granada).

INGREDIENTE:	EXTRACTO DE <i>Punica granatum</i>
INCI	<i>Punica granatum</i> EXTRACT
DESCRIPCIÓN	Extracto obtenido de las semillas de <i>Punica granatum</i> (granada)
CAS #	84961-57-9
FUNCIÓN	Antioxidante Hidratante Antiinflamatorio

Nota. Adaptada de Cosmacon (2024)

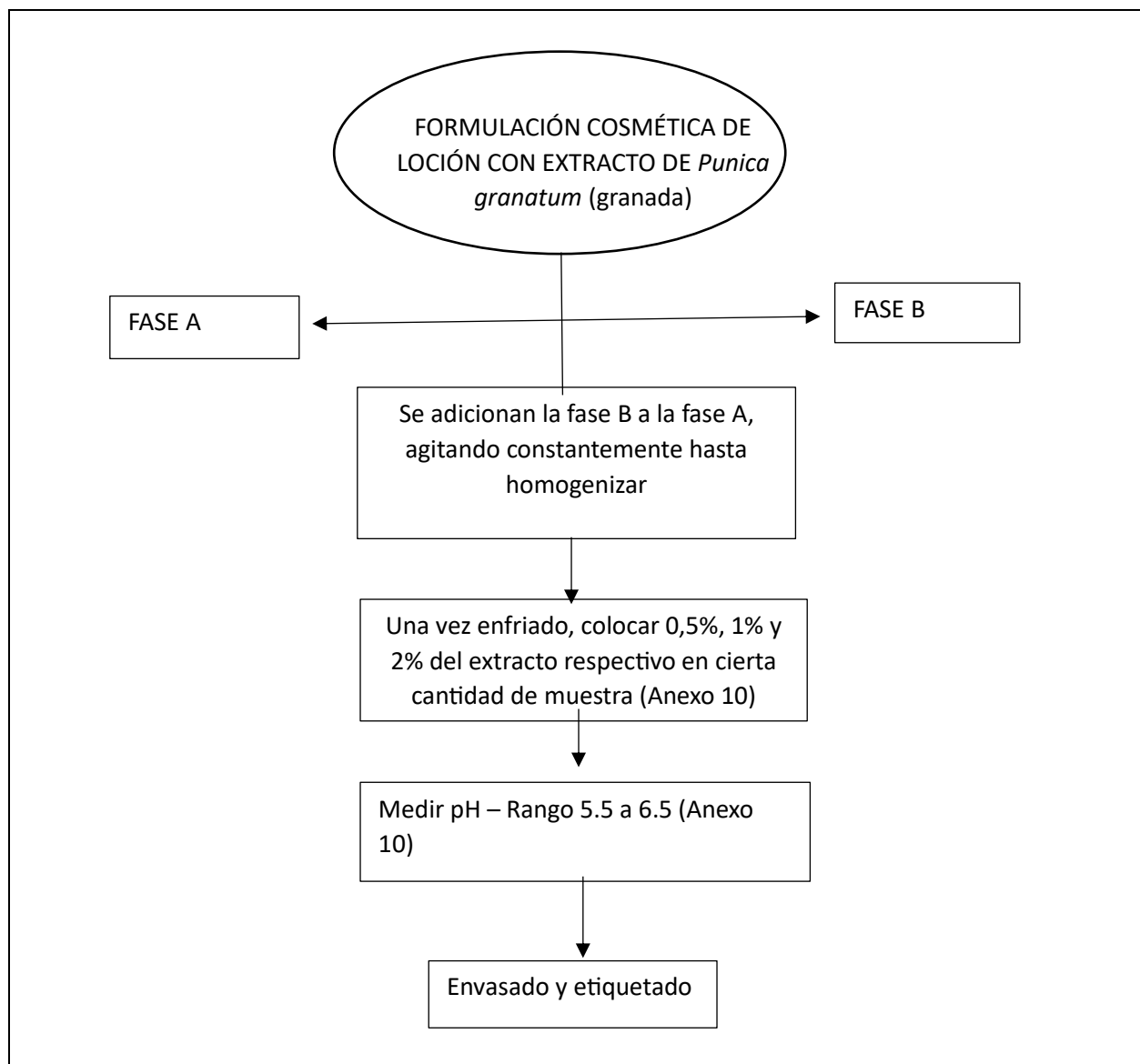
3.2.2.1. Elaboración de la loción con extracto de *Punica granatum* (granada)

Tabla 3.

Ingredientes empleados en la elaboración de la loción con extracto de Punica granatum (granada).

Nombre comercial	INCI	Función
FASE A		
Clorfenesina	Chlorphenesin	Conservante
Fenoxietanol	Phenoxyethanol	Conservante
ROKAnol®T20USP	Cetheareth-20	Emulsionante
ROKAnol®t12PF	Ceteareth-12	Emulsionante
Copolímero de acrilatos de sodio	Sodium Acrylates Copolymer	Estabilizador, agente espesante
PPG-1-Trideceth-6	PPG-1-Trideceth-6	Solubilizante
FASE B		
Cetiol SN	Cetearyl Isononanoate	Emoliente
Cutina®CP	Cetyl Palmitate	Texturizante y agente opacificante
Cetiol Sensoft	Propylheptyl caprylate	Emoliente de rápida absorción
Cetiol®C5	Coco-caprylate/caprate	Emoliente ligero de tacto seco
ACTIVO		
Extracto de <i>Punica granatum</i>	<i>Punica granatum extract</i>	Activo

3.2.2.2. Metodología



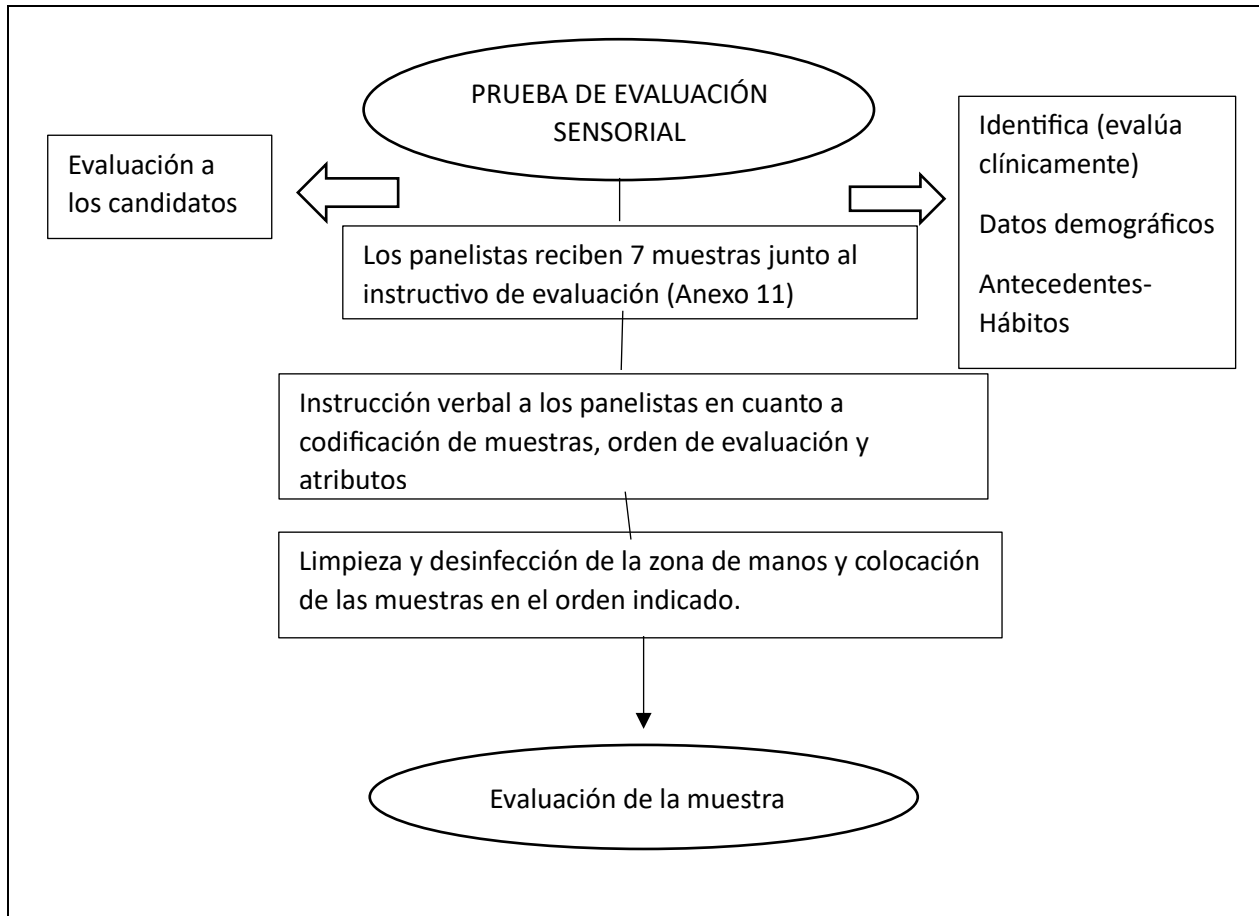
Nota. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de loción de *Punica granatum* (granada).

3.2.3. Pruebas de preferencia sensorial: Prueba de escala hedónica

Severiano-Pérez (2021) nos dice que las evaluaciones sensoriales son una ciencia y presta atención a la precisión, exactitud y reproducción de sus metodologías, considerando y analizando

la relación entre un estímulo físico dado y la respuesta del sujeto. Al diseñarse una prueba de preferencia sensorial se debe tener en cuenta distintos aspectos, principalmente el propósito del estudio, tipo de prueba y objetivo de la prueba.

3.2.3.1. Metodología



Nota. Diagrama de flujo de la evaluación sensorial de la loción.

Tabla 4.

Escala hedónica de 9 puntos

PUNTAJE	CALIFICACIÓN
1	Me disgusta extremadamente

2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Nota. Obtenida de Stone, H. & Thomas, H. (2021)

3.2.3.2. Cuestionario para recopilación de datos

El cuestionario diseñado proporciona las directrices necesarias para la aplicación del producto y una tabla para el registro de resultados utilizando la escala hedónica de 9 puntos.

En cuanto a la selección de los panelistas, se llevó a cabo un estudio para obtener información detallada de cada individuo, basándose en criterios de inclusión y exclusión. Además, se aseguraron de que los participantes tuvieran una alta disposición a aceptar el estudio una vez se les fue informado sobre su objetivo. Para ello se tomaron en cuenta factores como el número de identificación, evaluación clínica, datos demográficos, antecedentes y hábitos personales. (Anexo 3).

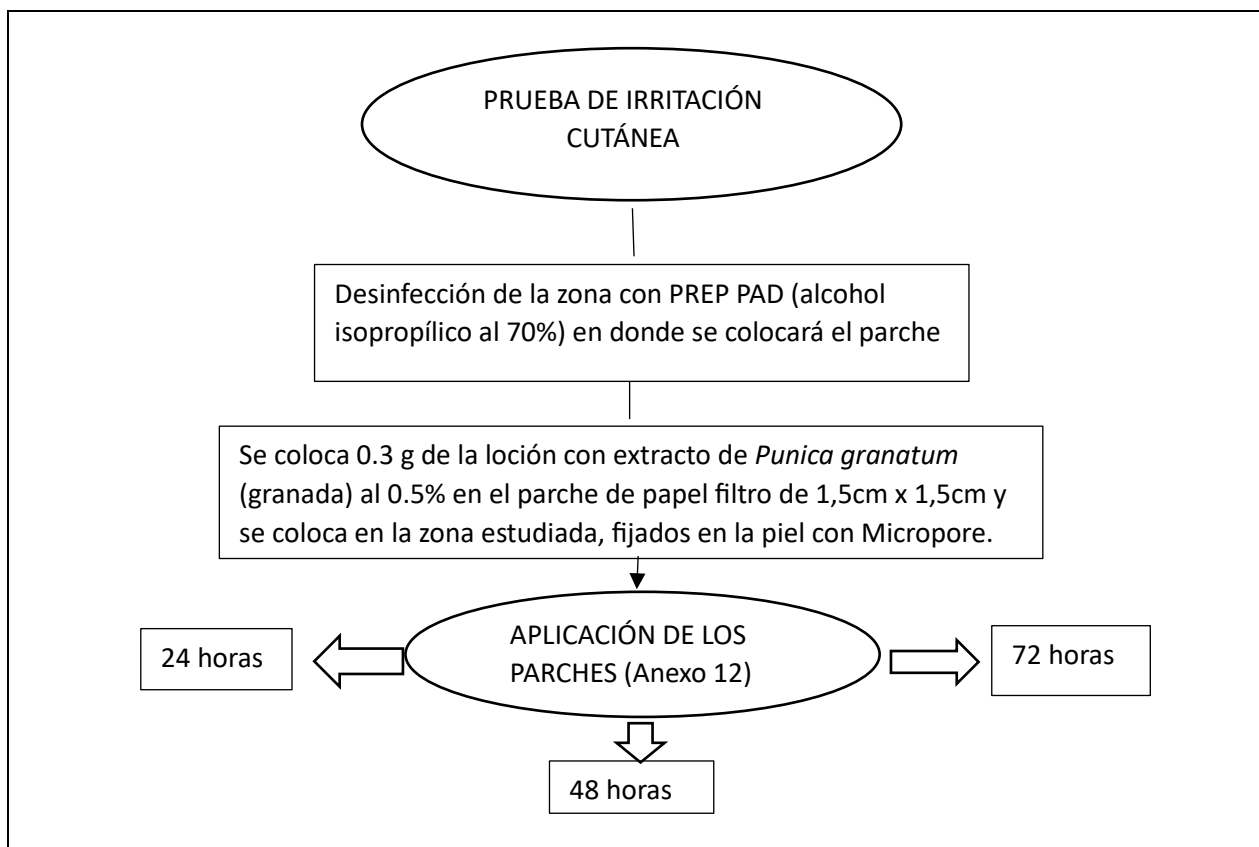
3.2.4. Test de irritabilidad

La prueba de irritabilidad como fue mencionado, según la norma NOM-039-SSA1-1993 (Norma Oficial Mexicana, Bienes y Servicios, Productos de Perfumería y Belleza), se establece

que esta corresponde a métodos MENI (Métodos de exploración no invasivos). Esta norma establece los métodos de prueba para determinar índices de irritación primaria dérmica y sensibilización (Meljem, 1994).

3.2.4.1. Metodología

Según Segúa-Livaque et al. (2021), la prueba de irritabilidad se inicia con un respaldo con base ético de experimentación humana, como la observación y llevados a cabo en voluntarios, que estén consientes con el modelo de la prueba, así como se les hizo firmar un consentimiento informado después de haber recibido un cuestionario previo (Anexo 7).



Nota. Diagrama de flujo del test de irritabilidad cutánea.

3.2.4.2. Escala de evaluación de test de irritabilidad

La evaluación se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la Normativa Mexicana 039-SSA1-1993 y fue aplicada por la misma persona a lo largo de toda la prueba, asegurando de esta manera la confiabilidad del proceso y la tranquilidad de los voluntarios participantes.

Tabla 5.

Escala de evaluación para el test de irritabilidad.

Escala de evaluación	
0	No se observa ninguna reacción visible en la piel
$> 0 - \leq 1$	Eritema o edema leve, posible presencia de erupciones mínimas o ausencia de estas, pero con ligera resequedad cutánea.
$> 1 - \leq 2$	Eritema o edema de moderado a severo, con posible aparición de pápulas o fisuras profundas.
$< 2 - \leq 3$	Eritema severo con presencia de pápula generalizadas o eritema severo acompañado de edema leve.
$< 3 - \leq 4$	Aparición de vesículas generalizadas, eritema severo o edema que se extiende más allá del área de aplicación

Nota. Adaptada de NOM-039-SSA1 (1993)

3.2.4.3. Criterios de aceptación

Una vez realizada la prueba de irritabilidad, se determina el promedio de irritabilidad primaria sumando los valores que se obtuvieron durante el estudio y se dividen entre el número total de voluntarios dando como resultado el índice de irritación final.

Según Guncay, (2022) para que un producto se considere seguro al momento de aplicar a humanos, su índice de irritación no debe exceder 1,5. Es de gran relevancia señalar que, si durante

la evaluación se evidencia irritación notable con un valor mayor a 2, ese debe disminuir la concentración del producto en las siguientes aplicaciones. La prueba deberá ser suspendida si alcanza una puntuación de 3+ para prevenir reacciones adversas.

3.2.5. Determinación de la capacidad hidratante

La evaluación de la hidratación cutánea es esencial en estudios dermocosméticos, ya que permite determinar la eficacia de las formulaciones en la retención de agua en la piel (Heinrich et al. 2003). Para ello, se utilizó el equipo Corneometer Cm 825, el cual es ampliamente reconocido por su precisión en la medición del contenido de agua en el estrato córneo mediante el análisis de capacitancia, proporcionando valores en una escala de 0 a 100 unidades arbitrarias (AU) (Heinrich et al., 2003).

3.2.5.1. Metodología

Antes del inicio del estudio, se realizó una medición basal de la hidratación cutánea en los voluntarios seleccionados, asegurando que el área estuviera libre de cicatrices, irritaciones o manchas. Para garantizar condiciones uniformes, los participantes fueron aclimatados en un ambiente con temperatura controlada entre 22-26°C y una humedad relativa del 50-60%, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Se consideraron los siguientes rangos de hidratación para la interpretación de los resultados:

Tabla 6.

Clasificación de la hidratación cutánea según Unidades Arbitrarias (AU)

Piel	UA
Piel muy seca	30 unidades arbitrarias (AU)
Piel seca	30 - 40 AU
Piel hidratada	≥ 60 AU

Nota. Adaptado de Heinrich et al. (2003)

3.2.6. Determinación de capacidad antioxidante

Para medir la capacidad antioxidante de las formulaciones, se utilizó el método 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), que es ampliamente empleado en estudios de carácter dermocosmético, así como otros antes mencionados, pero este es el más adecuado para el estudio. Este método permite evaluar la capacidad de los extractos de neutralizar los radicales libres, lo que refleja su potencial antioxidante. El método DPPH es medido en el equipo espectrofotómetro UV para poder definir su absorbancia, las cuales determinan el porcentaje de captación de radical libre DPPH, la mayoría de resultados se presentan como el valor de la concentración máxima de la media inhibitoria IC₅₀ y es definida como la cantidad de antioxidante necesario para disminuir la concentración inicial del DPPH al 50%, este valor se calcula mediante el gráfico del porcentaje de inhibición frente a la concentración del extracto.

3.2.6.1. Curva de calibración de ácido ascórbico

Primero se prepara una dilución del DPPH a 0.1Mm, 3.9mg de DPPH en 100mL de etanol al 96%, preparado mínimo 2 horas antes de utilizarlo, dejándolo en refrigeración cubierto de papel

aluminio para protegerlo de la luz solar. El ácido ascórbico se preparó primero su solución madre a 100 µg/ml (ppm), diluyendo 5mg en 50 mL y posteriormente se realizaron diluciones de 1, 2, 3, 4, 5, y 6 µg/mL (Ramos, 2017). De cada solución diluidas previamente se agrega 1ml más 1ml de la solución DPPH, homogenizando en el vórtex para dejarlas reposar en oscuridad por 30 minutos, con agitación constante. Una vez transcurrido el tiempo se obtuvo la medición de la absorbancia en el espectrofotómetro a 517nm con referencia al blanco en celdas de cuarzo.

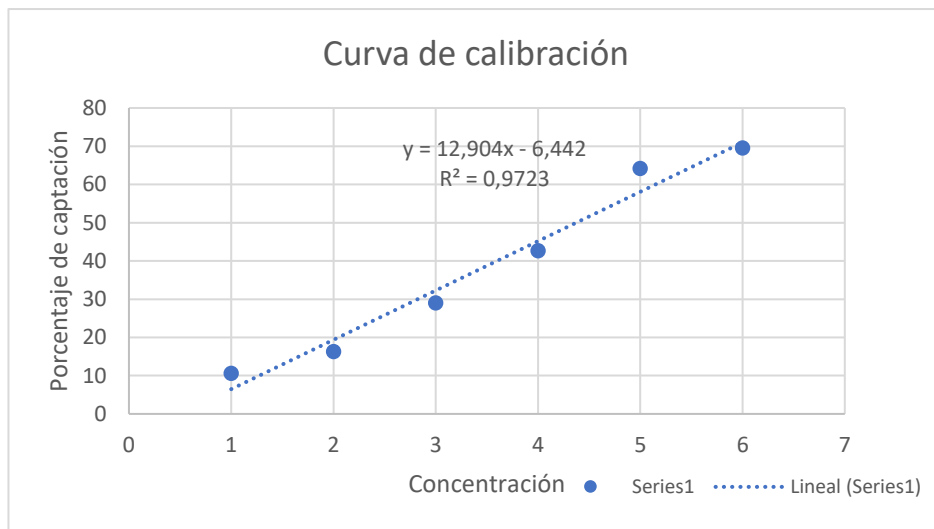
Una vez realizadas las lecturas, se calculó el porcentaje de inhibición de los radicales DPPH para obtener la curva de calibración, mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1. *Fórmula para determinar el porcentaje de inhibición del estándar de ácido ascórbico, extracto de Punica granatum (granada) y loción con el extracto incorporado.*

$$\% \text{ inhibición} = (\text{Abs. Del control} - \text{Abs. De la muestra}) / (\text{Abs. Del control}) \times 100$$

Figura 4.

Curva de calibración del ácido ascórbico



Nota. Curva de referencia del ácido ascórbico.

Después de elaborar la curva de calibración, se determinó el porcentaje de inhibición, correspondiendo a la cantidad de antioxidante necesaria para reducir un 50% de la actividad del radical libre DPPH. Se construyó una gráfica lineal que relaciona el porcentaje de inhibición con concentración del estándar, extracto y loción. La manera más adecuada de expresar el IC50 es indicando la concentración de antioxidantes en función de la concentración de DPPH (Ramos, 2017).

3.2.6.2. Determinación de capacidad antioxidante de extracto de *Punica granatum* (granada)

Para la determinación del extracto que se obtuvo, se diluyó 1g de extracto en 10 ml de etanol al 96%, se tomó 1 ml de esta solución y realizó las diluciones con concentraciones de 50, 100, 150 y 200 µg/ml como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7.

Concentraciones para determinar la capacidad antioxidante de Punica granatum (granada)

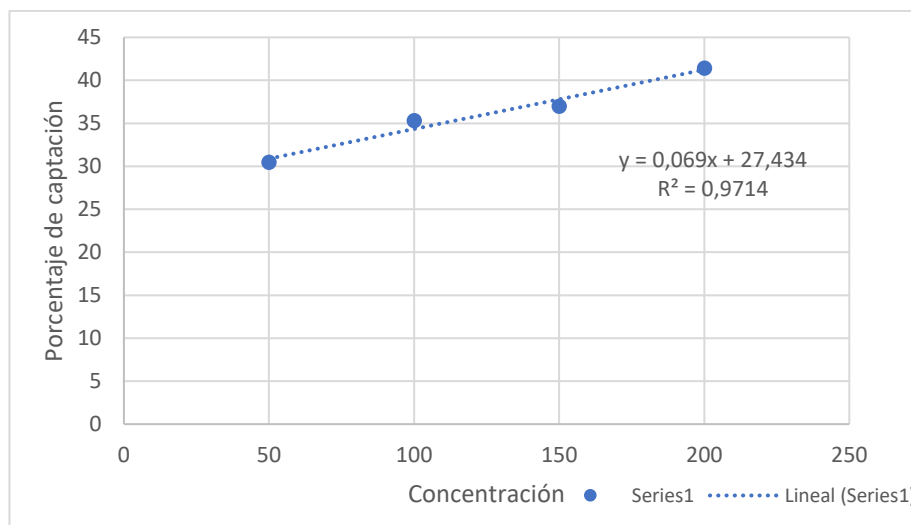
Concentración (µg/ml)	Volumen extracto (µl)	Volumen ETOH 96% (µl)
50	150	2850
100	300	2700
150	450	2550
200	600	2400

Nota. Volúmenes usados para las diluciones del extracto.

De las soluciones preparadas se toma 1 ml de cada una y añade 1 ml de DPPH, se homogeniza y guarda en la oscuridad por 30 minutos. La absorbancia se mide una vez transcurrido el tiempo a 517nm en un espectrofotómetro (Ramos, 2017).

Figura 5.

Curva de capacidad antioxidante del extracto



Nota. Porcentaje de captación del extracto de *Punica granatum* (granada)

3.2.6.3. Determinación de la capacidad antioxidante de la loción de *Punica granatum* (granada)

Para determinar la capacidad antioxidante de la loción se diluyó 1gr de loción con extracto de *Punica granatum* (granada) en 100 ml de etanol 96%, para llegar a una concentración de 10 000 $\mu\text{g/ml}$ (ppm) de loción, realizando diluciones posteriores de 1000, 2000, 3000 y 4000 ppm como se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8.

Concentraciones utilizadas para determinar la capacidad antioxidante de la loción con extracto de Punica granatum (granada)

Concentración $\mu\text{g/ml}$	Volumen loción (μl)	Volumen agua (μl)
1000	150	2850
2000	300	2700

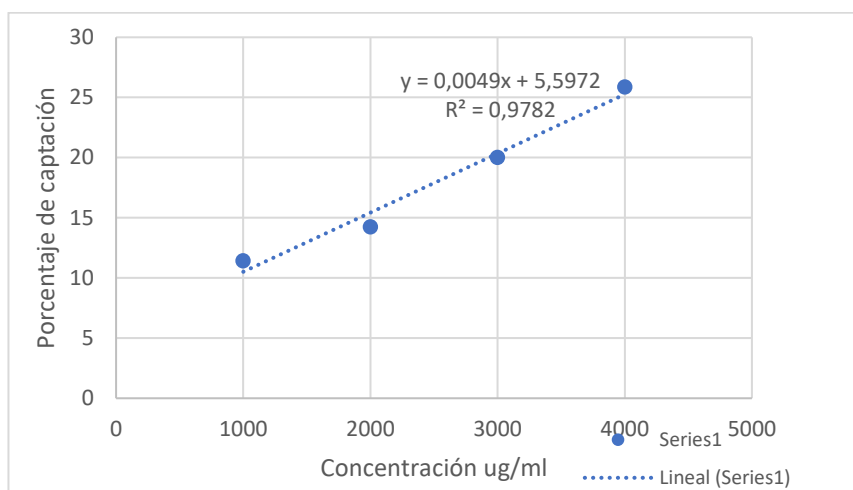
3000	450	2550
4000	600	2400

Nota. Valores de volumen utilizado para diluir el extracto de *Punica granatum* (granada)

De las soluciones realizadas se debe tomar 1 ml de cada una y añadir 1 ml de DPPH, homogenizar y guardar en la oscuridad por 30 minutos para proseguir con su medición a 517nm (Ramos, 2017).

Figura 6.

Curva de calibración de la loción con extracto



Nota. Porcentaje de captación de loción con extracto de *Punica granatum* (granada)

CAPITULO IV

Resultados y discusión

4.1. Resultados de pruebas de preferencia sensorial

La concentración del extracto de *Punica granatum* (granada) como activo natural al 0,5%, 1% y 2% fue seleccionado en función a la prueba de preferencia sensorial con escala hedónica de 9 puntos debido a la bibliografía que plantea su potencial antioxidante e hidratante.

En el diseño propuesto (Tabla 9), cada juez evalúa un total de siete muestras en un análisis sensorial (Anexo 11), para minimizar la influencia del orden de presentación las muestras se distribuyen en distintas posiciones y en la Tabla 10 se detallan los símbolos de las concentraciones, dando como resultado el Anexo 1.

Tabla 9.

Diseño experimental de presentación de las muestras en la prueba hedónica de las lociones con extracto de Punica granatum (granda).

Jueces	Formulaciones						
1	A	B	C	D	E	F	G
2	B	D	G	C	A	E	F
3	C	E	D	F	B	G	A
4	F	G	B	C	D	A	E
5	G	A	E	B	F	D	C
6	D	B	F	C	A	E	G
7	G	F	C	D	E	A	B

8	E	D	A	G	C	B	F
9	C	E	D	B	A	F	G
10	A	G	E	F	D	B	C
11	B	A	D	C	G	E	F
12	D	C	A	E	F	B	G
13	G	F	B	A	E	C	D
14	A	D	C	G	B	E	F
15	C	B	D	E	F	A	G
16	D	A	F	B	E	C	G
17	G	F	A	E	C	D	B
18	A	B	C	G	D	F	E
19	G	F	B	D	E	A	C
20	C	A	E	B	F	G	D
21	B	E	G	C	A	D	F
22	D	B	F	A	C	E	G
23	C	G	E	D	A	F	B
24	A	C	D	B	F	G	E

Nota. Se observan las formulaciones A (Loción sin activo), B (Loción con extracto mediante etanol al 0,5%), C (Loción con extracto mediante etanol al 1%), D (Loción con extracto mediante etanol al 2%), E (Loción con extracto mediante glicerina al 0,5%), F (Loción con extracto mediante etanol al 1%) y G (Loción con extracto mediante etanol al 2%), distribuidas aleatoriamente, en la Tabla 4 se describen las formulaciones.

Tabla 10.

*Concentración de extracto de *Punica granatum* (granada) utilizado para la formulación de la loción.*

Símbolo	Concentraciones
A	Loción sin activo
B	Loción con extracto mediante etanol al 0,5%
C	Loción con extracto mediante etanol al 1%
D	Loción con extracto mediante etanol al 2%
E	Loción con extracto mediante glicerina al 0,5%
F	Loción con extracto mediante etanol al 1%
G	Loción con extracto mediante etanol al 2%

La evaluación sensorial se determinó en 6 tiempos, apariencia visual, textura al tacto, sensación al aplicar, tiempo de absorción, sensación después de aplicar e hidratación percibida.

El análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil determinó que los datos no siguen una distribución normal (Anexo 2). Debido a esto, se realizó un análisis de varianza por rangos (Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16) para un Diseño Bloques Completamente al Azar mediante la prueba de Friedman (Tabla 17).

Tabla 11.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la apariencia visual (AV) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de *Punica granatum* en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
19,514	6	0,003378

En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la AV para los diferentes extractos y concentraciones de *Punica granatum* en el producto loción, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, y A: Loción sin extracto, los mismo fueron 110,5, 109, 106, 100, 96,5, 79,5, y 70,5, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor P = 0,003378) (Tabla 11.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento E y G lograron la mayor valoración promedio de 7,95 para ambas.

Tabla 12.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la textura al tacto (TT) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de P. granatum en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
5,845	6	0,4408

En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la TT para los diferentes extractos y concentraciones de *P. granatum* en el producto loción, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%,

A: Loción sin extracto, los mismos fueron 113,5, 101,5, 95, 94,5, 92, 92, y 83,5, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 0,4408$) (Tabla 12.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento F y E lograron la mayor valoración promedio de 7,83 y 7,79, respectivamente.

Tabla 13.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la sensación al aplicar (SA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de P. granatum en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
7,2844	6	0,2953

En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la SA para los diferentes extractos y concentraciones de *Punica granatum* en el producto loción, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, A: Loción sin extracto, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, los mismos fueron 108,5, 102, 100,5, 98,5, 98, 83,5, y 81, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 0,2953$) (Tabla 13.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento D y E lograron la mayor valoración promedio de 8,00 y 7,91, respectivamente.

Tabla 14.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para el tiempo de absorción (TA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de P. granatum en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
8,4167	6	0,2091

En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la TA para los diferentes extractos y concentraciones de *Punica granatum* en el producto loción, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, A: Loción sin extracto, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, los mismos fueron 108, 104, 103, 96,5, 94, 92,5, y 74, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor P = 0,2091) (Tabla 14.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento E y D lograron la mayor valoración promedio de 7,91 y 7,62, respectivamente.

Tabla 15.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la sensación después de aplicar (SDA) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de Punica granatum (granada) en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
6,2441	6	0,3964

En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la SDA para los diferentes extractos y concentraciones de *Punica granatum* en el producto loción, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, A:

Loción sin extracto, C: loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, los mismos fueron 106, 105, 101, 100, 93, 87,5, y 79,5, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 0,3964$) (Tabla 15.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento E y G lograron la mayor valoración promedio de 8,04 y 7,83, respectivamente.

Tabla 16.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la prueba hedónica para la hidratación percibida (HP) entorno a la concentración del ingrediente activo natural de Punica granatum en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
19,004	6	0,004157

Por ende, se realizó un análisis de varianza por rangos para un Diseño Bloques Completamente al Azar mediante la prueba de Friedman. En la Tabla 17. se observaron la suma de rangos medios de la HP para los diferentes extractos y concentraciones de *Punica granatum* en el producto loción, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0,5%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, A: Loción sin extracto, respectivamente. El Anova no mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 0,004157$) (Tabla 16.). A pesar de esto, mediante el Procedimiento de Comparaciones Múltiples, el método de ajuste de Holm, se evidenció que el tratamiento G y F lograron la mayor valoración promedio de 8,04 y 7,83, respectivamente.

Tabla 17.

Resultados obtenidos de las pruebas hedónicas en los 6 parámetros entorno a la concentración del ingrediente activo natural Punica granatum (granada) en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Parámetros	Tratamientos	n	Suma de rangos Valoración	Valoración promedio	Grupos
AV	E	24	110,5	7,95 ± 0,90	a
	G	24	109,0	7,95 ± 1,19	a
	F	24	106,0	7,91 ± 0,92	a
	C	24	100,0	7,75 ± 1,15	a
	D	24	96,5	7,70 ± 1,23	a
	B	24	79,5	7,33 ± 1,27	a
	A	24	70,5	7,16 ± 1,30	a
TT	F	24	113,5	7,83 ± 1,30	a
	E	24	101,5	7,79 ± 0,83	a
	G	24	95,0	7,62 ± 1,20	a
	B	24	94,5	7,62 ± 1,05	a
	C	24	92,0	7,58 ± 0,88	a
	D	24	92,0	7,50 ± 1,41	a
	A	24	83,5	7,45 ± 1,17	a
SA	D	24	108,5	8,00 ± 1,41	a
	E	24	102,0	7,91 ± 1,01	a
	C	24	100,5	7,91 ± 0,97	a
	G	24	98,5	7,83 ± 1,00	a
	A	24	98,0	7,79 ± 1,14	a
	F	24	83,5	7,45 ± 1,58	a
	B	24	81,0	7,37 ± 1,14	a
TA	E	24	108,0	7,91 ± 0,77	a
	D	24	104,0	7,62 ± 1,17	a
	F	24	103,0	7,58 ± 1,38	a
	A	24	96,5	7,20 ± 1,88	a
	C	24	94,0	7,54 ± 1,31	a

SDA	G	24	92,5	7,50 ± 1,25	a
	B	24	74,0	6,58 ± 1,95	a
	E	24	106,0	8,04 ± 0,90	a
	G	24	105,0	7,83 ± 1,12	a
	F	24	101,0	7,66 ± 1,46	a
	D	24	100,0	7,83 ± 1,16	a
	A	24	93,0	7,66 ± 1,09	a
	C	24	87,5	7,58 ± 1,41	a
HP	B	24	79,5	7,12 ± 1,48	a
	F	24	109,0	7,95 ± 1,23	a
	E	24	107,5	8,12 ± 0,94	a
	D	24	107,0	8,08 ± 0,97	a
	B	24	84,0	7,45 ± 1,28	a
	C	24	84,0	7,50 ± 1,41	a
	A	24	69,5	7,20 ± 1,25	a

Nota. Los resultados son expresados como suma de rangos, valoración promedio ± DS, n = 24.

Tratamientos con una letra común no difieren a un nivel de 5%, de acuerdo el método de ajuste de Holm. Los parámetros se encuentran descritos como AV (apariencia visual), TT (textura al tacto), SA (sensación al aplicar), TA (Tiempo de absorción), SDA (Sensación después de aplicar) y HP (Hidratación percibida), mientras que los tratamientos se mencionan de la siguiente manera: E: Loción con extracto mediante glicerina al 0,5%, G: Loción con extracto mediante glicerina al 2%, F: Loción con extracto mediante glicerina al 1%, D: Loción con extracto mediante etanol 96% al 2%, A: Loción sin extracto, C: Loción con extracto mediante etanol 96% al 1%, B: Loción con extracto mediante etanol al 96% al 0,5%.

Resultados generales: El análisis sensorial realizado para la loción con extracto de *Punica granatum* (granada) mostró que hubo diferencias significativas en la preferencia de los panelistas.

En particular, los tratamientos E (0,5% en glicerina) y G (2% en glicérica) obtuvieron las calificaciones más altas en la prueba hedónica. El análisis estadístico, con valor de $p=0,003378$, confirmó que existían diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que sugiere que estas concentraciones fueron las más aceptadas por los panelistas. Estos resultados indican que la adición del extracto en la formulación influye positivamente en la percepción del producto, probablemente por sus características sensoriales y su compatibilidad con los demás componentes de la loción.

Al comparar estos hallazgos con el estudio de Nazario-Ladrón y Fernández- Cervera (2023), en el cual se evaluó la aceptabilidad de fragancias mediante pruebas hedónicas y escalas de preferencia, se observa que ambos estudios comparten un enfoque similar en el análisis de la percepción sensorial de productos cosméticos. No obstante, mientras la investigación de Nazario-Ladrón y Fernández- Cervera se enfocó en el agrado del aroma y la persistencia de las fragancias unisex, el presente estudio examinó la aceptación global de la loción en función de su composición y su concentración de extracto de granada. A pesar de que los atributos evaluados no fueron los mismos, ambos estudios destacan la relevancia de la evaluación hedónica en la determinación de la aceptabilidad del consumidor en productos de cuidado personal.

En el trabajo de Nazario-Ladrón y Fernández- Cervera se utilizó una escala hedónica de cinco puntos para medir el agrado de aroma, intensidad y duración. En contraste, aunque la presente investigación no se centró únicamente en el olor, los resultados sugieren que las formulaciones con 0,5% y 2% en glicerina proporcionan una experiencia sensoria más agradable, posiblemente debido a su textura, facilidad de absorción y sensación en la piel.

Estos resultados refuerzan la necesidad de considerar las preferencias de los panelistas en desarrollo y diseño de productos cosméticos. Además, el hecho de que no se detectaran diferencias significativas en algunos tratamientos sugiere que, si bien la concentración de extracto desempeña un papel fundamental en la aceptación del producto, otros factores como textura, aplicación y estabilidad influyen en la percepción del usuario.

4.2. Reclutamiento de panelistas voluntarios

Una vez definida la cantidad de voluntarios requeridos para el presente estudio, fue llevado a cabo el proceso de reclutamiento de los voluntarios con ayuda de la guía que se puede observar en el Anexo 4, los cuales consideran estrictamente los criterios de inclusión y exclusión establecidos para asegurar la rigurosidad y validez del estudio, constando con su consentimiento (Anexo 5 y Anexo 6).

4.3. Resultados del test de irritabilidad cutánea

La Norma Oficial Mexicana, NOM-039-SSA1-1993 Bienes y Servicios. Productos de Perfumería y Belleza determina índices de irritación ocular, primaria dérmica y sensibilidad, por ello es idónea para determinar el efecto de la loción sobre la piel, así es como se determinaron los siguientes resultados.

Tabla 18.

Resultados de la prueba de Irritabilidad de la loción elaborada con extracto de Punica granatum (granada)

Código del sujeto	24 horas 1er parche	48 horas 2do parche	72 horas 3er parche	Observaciones
1	0	0	0	
2	0	0	0	
3	0	0	0	
4	0	0	0	
5	0	0	0	
6	0	0	0	
7	0	0	0	
8	0	0	0	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
PROMEDIO	0	0	0	
PIP	0			

Nota. PIP=Promedio de irritabilidad cutánea.

Resultados obtenidos: La evaluación de irritabilidad cutánea de la loción con extracto de *Punica granatum* (granada) reveló que todos los sujetos a prueba del estudio obtuvieron una calificación de 0 conforma a la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1993. Este resultado indica que la formulación no generó signos de irritación dérmica, garantizando su seguridad para el uso cotidiano del producto. De acuerdo con esta normativa, los productos que obtienen una calificación menor o igual a 1,5 se consideran aptos y adecuado para su aplicación en la piel, lo que respalda la viabilidad de la loción como un cosmético seguro (Anexo 11).

En comparación con el estudio de Zamora et al. (2019), donde se evaluó la irritabilidad dérmica y oftálmica de dos cremas cosméticas, se observa una diferencia notable en los resultados. Mientras que en el estudio de Zamora et al. Se registro un ligero eritema reversible en la piel de los

sujetos a prueba, clasificando las cremas como levemente irritantes, en nuestra investigación no se observaron reacciones adversas. Esto sugiere que la loción con extracto de *Punica granatum* (granada) posee una formulación con tolerancia y más segura para la piel en comparación con las cremas D-009^a y D-009^b.

El protocolo de evaluación utilizado en ambos estudios sigue principios similares en cuanto a la observación de reacciones cutáneas en distintos intervalos de tiempo (0,24,48 y 72 horas). Sin embargo, la diferencia en los resultados puede ser consecuencia a las características de cada ingrediente empleado en la formulación. En este caso el extracto de *Punica granatum* (granada) podría contribuir a la ausencia de irritación cutánea, por sus antes mencionados potenciales.

4.4. Resultados de la capacidad antioxidante de la loción cosmética

4.4.1. Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto *Punica granatum* (granada) mediante el método DPPH

Tabla 19.

Resultados de la evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de Punica granatum (granada).

Concentración (ppm)	Tratamientos	Capacidad antioxidante (%)
50	t1	30.48
	t1	25.17
	t1	27.35

100	t2	35.31
	t2	30.72
	t2	31.58
150	t3	37.01
	t3	37.31
	t3	37.95
200	t4	41.42
	t4	41.11
	t4	42.28

Los datos presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 20.

Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

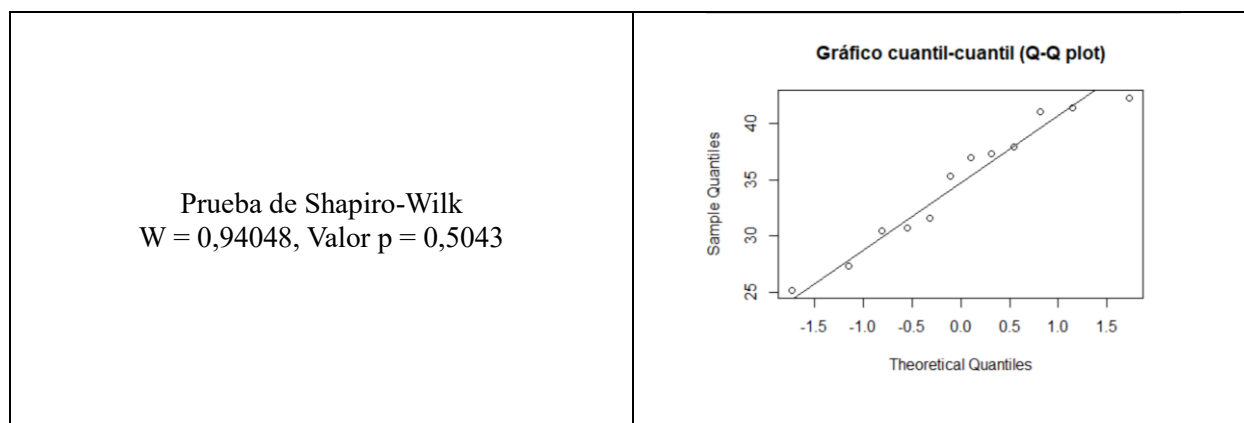


Tabla 21.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de Punica granatum (granada).

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Tratamientos	3	327,5	109,17	31,93	8,41e ⁻⁰⁵
Residuos	8	27,4	3,42		

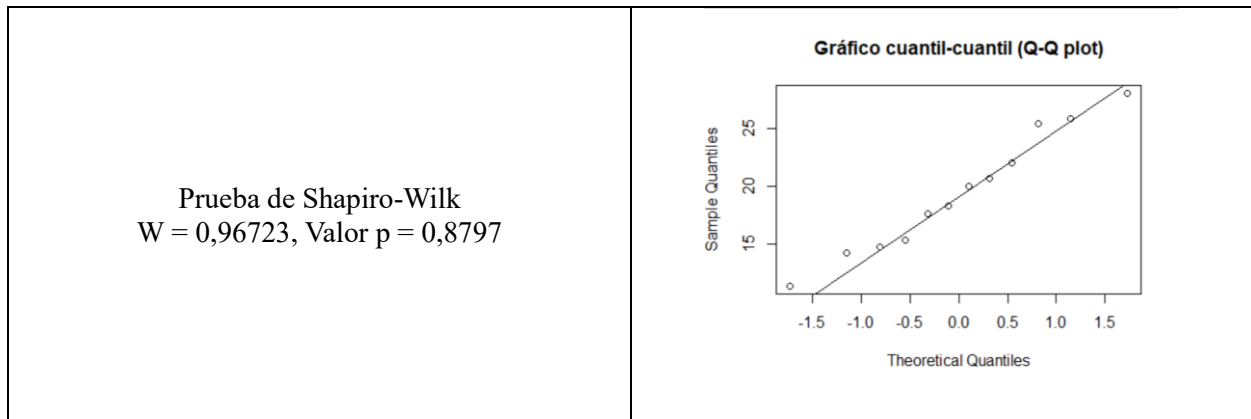
Tabla 22.*Supuestos del modelo Anova.*

Independencia	Normalidad	Homogeneidad de varianzas
Prueba de Durbin-Watson DW = 2,4521, valor P = 0,8817	Prueba de Shapiro-Wilk W = 0,9178, valor P = 0,2682	Prueba de Levene valor P = 0,4303

4.4.2. Evaluación de la capacidad antioxidante en la loción mediante el método**DPPH****Tabla 23.***Resultados de la evaluación de capacidad antioxidante de la loción*

Concentración (ppm)	Tratamientos	Capacidad antioxidante (%)
1000	t1	11.41
	t1	15.41
	t1	14.77
2000	t2	14.24
	t2	18.32
	t2	17.63
3000	t3	20
	t3	20.75
	t3	22.11
4000	t4	25.87
	t4	25.46
	t4	28.08

Los datos presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 24.*Prueba de Shapiro-Wilk y gráfico Cuantil-Cuantil***Tabla 25.***Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la evaluación de la capacidad antioxidante de la loción.*

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Tratamientos	3	270,41	90,14	28,81	0,000122
Residuos	8	25,03	3,13		

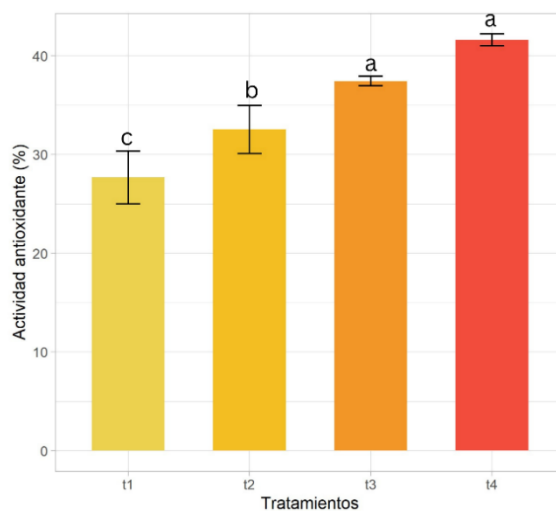
Tabla 26.*Supuestos del modelo Anova.*

Independencia	Normalidad	Homogeneidad de varianzas
Prueba de Durbin-Watson DW = 2,43, valor P = 0,8594	Prueba de Shapiro-Wilk W = 0,88128, valor P = 0,09101	Prueba de Levene valor P = 0,9212

Fuente: La Autora (2025).

Figura 7.

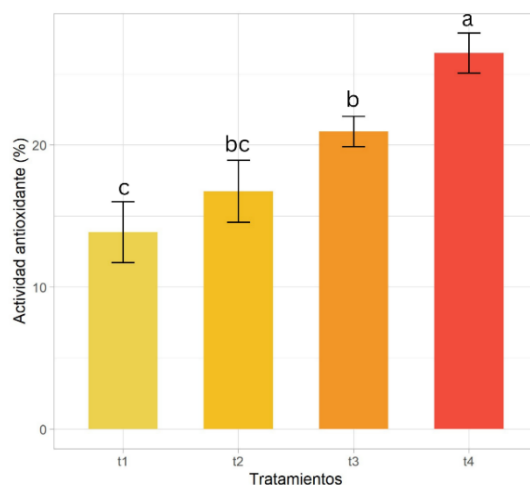
Análisis de la capacidad antioxidante del extracto de Punica granatum (granada).



Nota. Evaluación de la capacidad antioxidante del del extracto de *Punica granatum* (granada) a diferentes concentraciones. t1: 50, t2:100, t3: 150, y t4: 200 ppm. Los resultados son expresados como promedio del porcentaje de actividad antioxidante $\pm$ DS, $n = 3$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey.

Figura 8.

Análisis de la capacidad antioxidante de la loción con extracto de Punica granatum (granada)



Nota. Evaluación de la capacidad antioxidante de la loción a diferentes concentraciones. t1: 1000, t2: 2000, t3: 3000, y t4: 4000 ppm. Los resultados son expresados como promedio del porcentaje de actividad antioxidante $\pm$ DS, $n = 3$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey.

Resultados generales: El análisis de la capacidad antioxidante de la loción cosmética con extracto de *Punica granatum* (granada) evidenció que el producto formulado tiene una actividad antioxidante significativa, la cual aumenta progresivamente con la concentración del extracto (Anexo 15). A concentraciones de 1000 a 4000 ppm, los valores obtenidos indicaron una relación directa entre la cantidad de extracto y su eficacia para la neutralización de radicales libres, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Estos resultados coinciden con la literatura previamente descrita, que ha destacado a la *Punica granatum* (granada) como una fuente rica en compuestos fenólicos (responsables de la capacidad antioxidante).

En comparación con el estudio de Valdés Miramontes et al. (2024), donde se evaluó la capacidad antioxidante de diferentes subproductos de granada, se observa tendencia similar en cuanto a la influencia de la concentración y tipo de extracto sobre la capacidad antioxidante. En este estudio los arilos deshidratados mostraron mayor concentración de fenoles totales y mayor capacidad antioxidante (220,12mM equivalentes de Trolox/100g), sugiriendo que la composición y procesamiento del extracto impactan en su efectividad.

Los métodos de evaluación y unidades de medida difieren entre estos estudios, coincidiendo en la presencia de compuestos fenólicos en *Punica granatum* (granada), siendo clave para su inhibición de radicales libres. En este contexto, la variedad Wonderful analizada por Valdés Miramontes et al. (2024) se destacó por su alto contenido de antocianinas y fenoles totales, lo que indica que la selección de la materia prima es un factor determinante en la efectividad del extracto. Por ello, los resultados obtenidos en la presente investigación refuerzan que la concentración del extracto en la formulación de un producto cosmético es un aspecto crítico para optimizar su capacidad antioxidante.

4.3. Resultados de la capacidad hidratante de la loción en la piel

Tabla 27.

Resultados de la evaluación in vivo de la hidratación de la piel antes y después del uso de la formulación dermocosmética elabora con Punica granatum (granada) mediante la utilización del analízar dermatológico corneometer.

F	V	L1	D0	D29	L2	D0	D29	L3	D0	D29
Loción	1	F	55.83	60.13	OD	64.5	72.53	OI	55.33	61.116
	2	F	35.5	64.73	OD	62.16	66.03	OI	59.16	59.7
	3	F	63.06	68	OD	64.1	54.33	OI	63.76	65.16
	4	F	70.4	71.56	OD	72.2	72	OI	77.26	77.46
	5	F	52	47.13	OD	50.93	44.1	OI	45.53	55.1

Loción + Extracto de <i>P. granatum</i>	6	F	45.36	58.43	OD	52.93	67.63	OI	59.66	66.53
	7	F	65.4	60.36	OD	63.3	68.6	OI	73.1	65.03
	8	F	64.23	65.03	OD	80.16	80.63	OI	83.06	83.76
	9	F	59.56	61.86	OD	61.86	55.53	OI	59.33	53.9
	10	F	51.9	64.56	OD	67.23	67.93	OI	72	64
	11	F	80.76	60.1	OD	69.7	60.13	OI	64.36	59.66
	12	F	72.86	75.9	OD	81.2	81.83	OI	72.86	75.4
	13	F	59.06	57.66	OD	58.03	52.5	OI	60.46	59.56
	14	F	67.33	67.56	OD	71.23	79.5	OI	58.43	78.46
	15	F	49.76	65.23	OD	57.8	60.06	OI	63.5	65.03
	16	F	66.26	63.13	OD	78.7	73.8	OI	63.2	74.3
	17	F	58.53	47.66	OD	67.8	53.2	OI	54.13	49.66
	18	F	84.43	81.13	OD	93.83	100.43	OI	95.06	83.46
	19	F	62.3	65.53	OD	65.56	68.76	OI	64.13	64.86
	20	F	61.1	45.63	OD	58.76	56.03	OI	69.86	55.7
	21	F	79.76	47.27	OD	88.26	77.23	OI	92.46	76.96
	22	F	47.83	62.36	OD	69.46	71.4	OI	72.63	68.56
	23	F	42.3	44.86	OD	93.6	62.33	OI	80.46	57.13
	24	F	41.16	27.96	OD	66.66	57.76	OI	51.96	54.33
	25	F	50.03	58.06	OD	70.06	72.36	OI	56.23	48.4
	26	F	47.76	70.56	OD	64.86	60.3	OI	64.63	63.36
	27	F	53.06	49.1	OD	58.4	54.03	OI	53.56	55.5
	28	F	61.36	62.93	OD	61.5	63.36	OI	81.2	82.46
	29	F	60.23	60.36	OD	62.93	57.06	OI	73.06	69.03
	30	F	64.93	56.26	OD	74.8	76.83	OI	75.23	82.66

Nota. F: formulación, V: voluntarios, L1: Frente, OD: zona lateral del ojo derecho, OI: zona lateral del ojo izquierdo, D0: día 0, D29: día 29.

4.3.1. Resultados de los voluntarios que utilizaron la loción base

4.3.1.1. Evaluación de la hidratación antes del uso de la loción (día 0)

Los datos presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 28.

Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

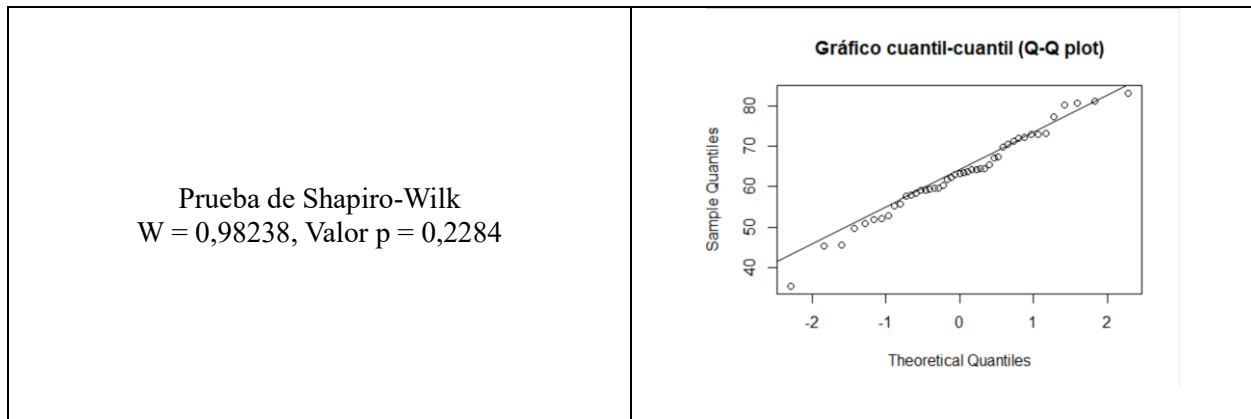


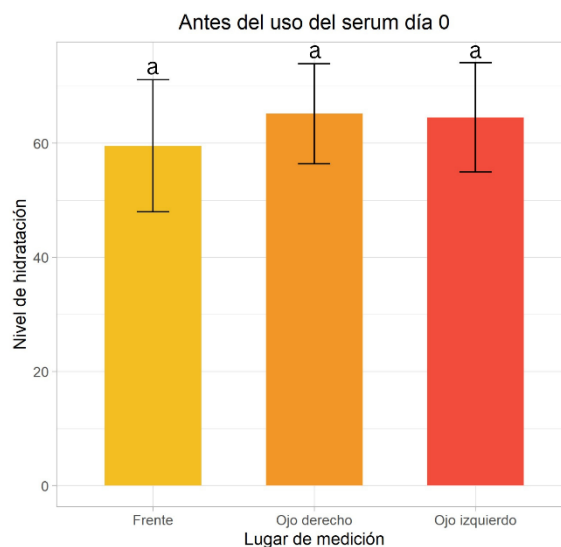
Tabla 29.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la hidratación de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción.

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Bloque	1	205	204,6	2,080	0,157
Tratamientos	2	284	142,2	1,445	0,248
Residuos	41	4035	98,4		

Figura 9.

Análisis de la capacidad hidratante de la loción base en el día 0



Nota. Nivel de hidratación en tres zonas de la cara: frente, zona lateral del ojo derecho, y zona lateral del ojo izquierdo antes del uso del uso de la loción día 0. Los resultados son expresados como promedio del nivel de hidratación $\pm$ DS, $n = 15$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey

En la Figura 10. se observó el nivel de hidratación de la piel de los voluntarios antes del uso de las lociones evaluadas al día 0, se consideraron tres zonas de la cara, zona lateral del ojo derecho, zona lateral del ojo izquierdo y frente, los mismos que fueron 65,15, 64,52, y 59,53, respectivamente. El Anova no mostró diferencia significativa entre los tratamientos (valor $P = 0,248$) (Tabla 29.). Los diferentes lugares en los cuales se evaluaron el nivel de la hidratación no presentaron diferencias significativas, aunque, existe mayor nivel de hidratación en las zonas laterales de los ojos comparado con la frente.

4.3.1.2. Evaluación de la hidratación después del uso de la loción base transcurridos los 28 días de uso

Tabla 30.

Supuesto de normalidad de prueba de Shapiro-Wilk y gráfica Cuantil-Cuantil

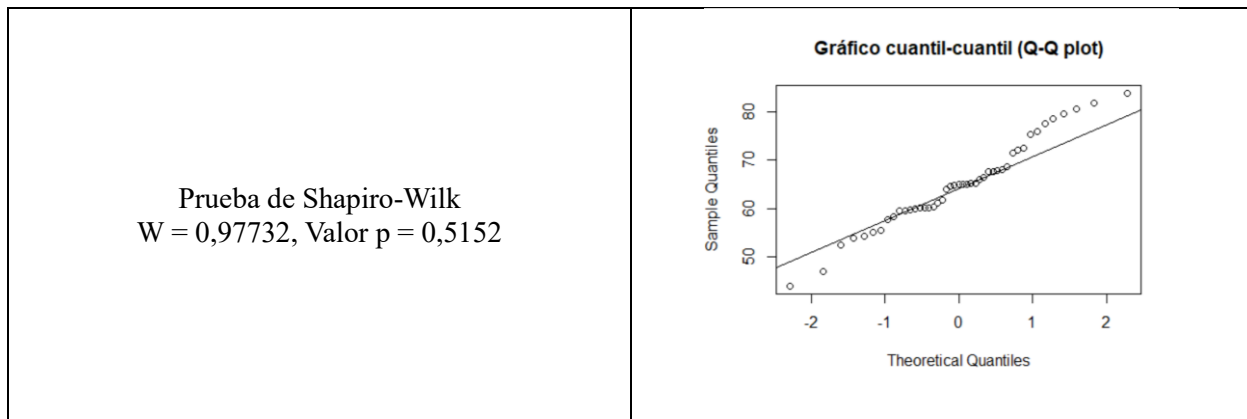


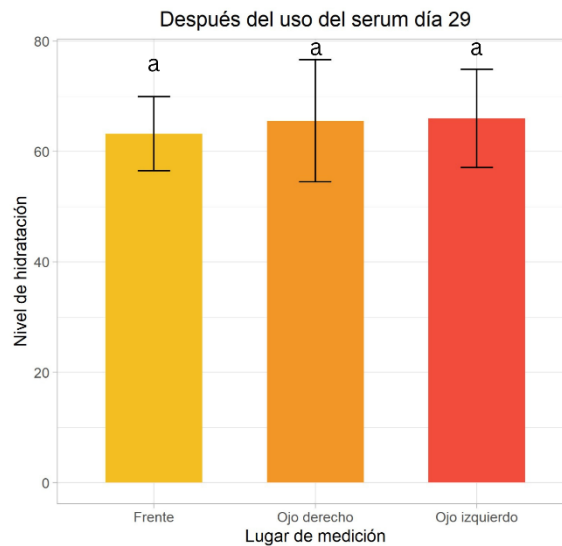
Tabla 31.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la hidratación de la piel de los voluntarios después del uso de la loción al día 29.

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Bloque	1	64	63,82	0,774	0,384
Tratamientos	2	67	33,41	0,405	0,670
Residuos	41	3382	82,50		

Figura 10.

Análisis de la capacidad hidratante de la loción base una vez transcurridos los 28 días de uso.



Nota. Nivel de hidratación en tres zonas de la cara: Frente, zona lateral del ojo derecho, y Zona lateral del ojo izquierdo después del uso de la loción al día 29. Los resultados son expresados como promedio del nivel de hidratación $\pm$ DS, $n = 15$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey

En la Figura 11. se observó el nivel de hidratación de la piel de los voluntarios después del uso de la loción evaluados al día 29, se consideraron tres zonas de la cara, zona lateral del ojo derecho, zona lateral del ojo izquierdo y frente, los mismos que fueron 65,55, 65,99, y 63,21, respectivamente. El Anova no mostró diferencia significativa entre los tratamientos (valor $P = 0,670$) (Tabla 31.). Los diferentes lugares en los cuales se evaluaron el nivel de la hidratación no presentaron diferencias significativas, aunque, existe mayor nivel de hidratación en las zonas laterales de los ojos comparado con la frente.

4.3.2. Resultados de los voluntarios que utilizaron la loción + extracto de *Punica granatum* (granada)

4.3.2.1. Evaluación de la hidratación antes del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 0

Los datos presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil.

Tabla 32.

Supuesto de normalidad de prueba de Shapiro-Wilk y grafico Cuantil-Cuantil

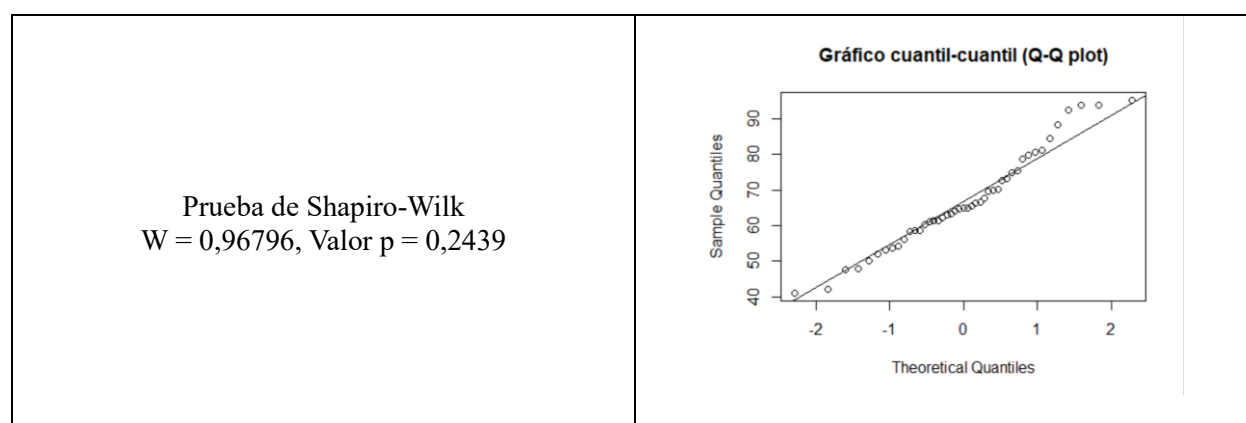


Tabla 33.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la hidratación de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 0.

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Bloque	1	357	357,4	2,321	0,1353
Tratamientos	2	1472	736,1	4,782	0,0136
Residuos	41	6311	153,9		

Tabla 34.

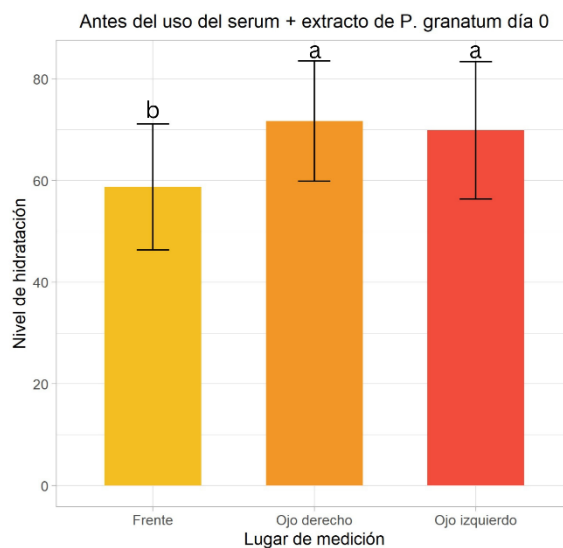
Supuestos del modelo Anova.

Independencia	Normalidad	Homogeneidad de varianzas	Aditividad
---------------	------------	---------------------------	------------

Prueba de Durbin-Watson DW = 1,1412, valor P = 0,004749	Prueba de Shapiro-Wilk W = 0,95041, valor P = 0,05263	Prueba de Levene valor P = 0,7575	Prueba con grado de libertad de Tukey valor P = 0,8430
--	--	--------------------------------------	---

Figura 11.

Análisis de la capacidad hidratante de la loción + extracto de Punica granatum (granada) en el día 0.



Nota. Nivel de hidratación en tres zonas de la cara: Frente, zona lateral del ojo derecho, y zona lateral del ojo izquierdo antes del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 0. Los resultados son expresados como promedio del nivel de hidratación $\pm$ DS, $n = 15$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey.

En la Figura 12. se observó el nivel de hidratación de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción + extracto de *P. granatum*, se consideraron 3 zonas de la cara, zona lateral del ojo derecho, zona lateral del ojo izquierdo y frente, los mismos que fueron 71,67, 69,85, y 58,73, respectivamente. El Anova mostró diferencia significativa entre los tratamientos (valor $P = 0,0136$)

(Tabla 33.). No se presentaron desviaciones severas a los supuestos del modelo Anova (independencia, normalidad, homogeneidad de varianzas y aditividad) (Tabla 33.). El nivel de la hidratación de la zona lateral del ojo derecho e izquierdo, no presentaron diferencias significativas, pero, estas zonas si presentan diferencias significativas con la zona de la frente

4.3.2.2. Evaluación de la hidratación después del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 29

Tabla 35.

Supuesto de normalidad prueba de Shapiro-Wilk y gráfico Cuantil-Cuantil.

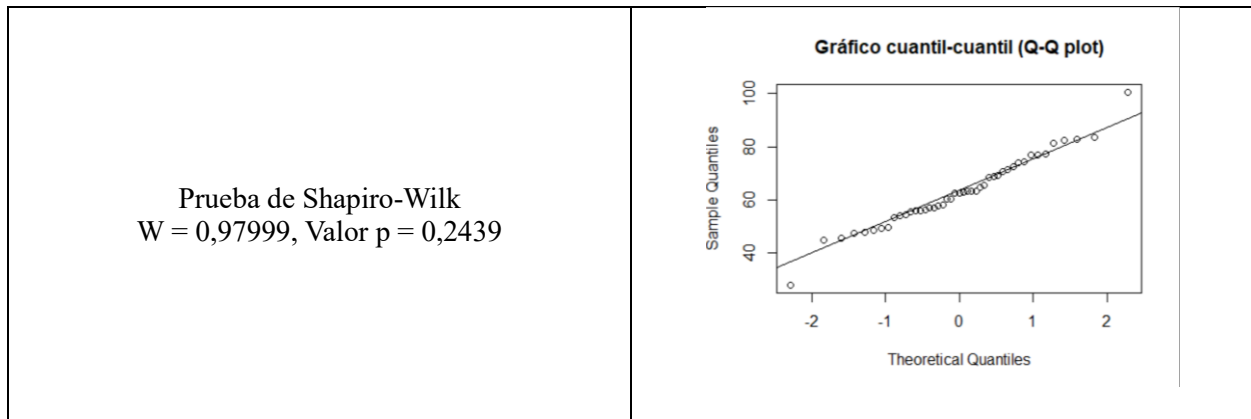


Tabla 36

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la hidratación de la piel de los voluntarios después del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 29

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Bloque	1	44	44,4	0,280	0,5993
Tratamientos	2	1049	524,7	3,312	0,0464
Residuos	41	6496	158,4		

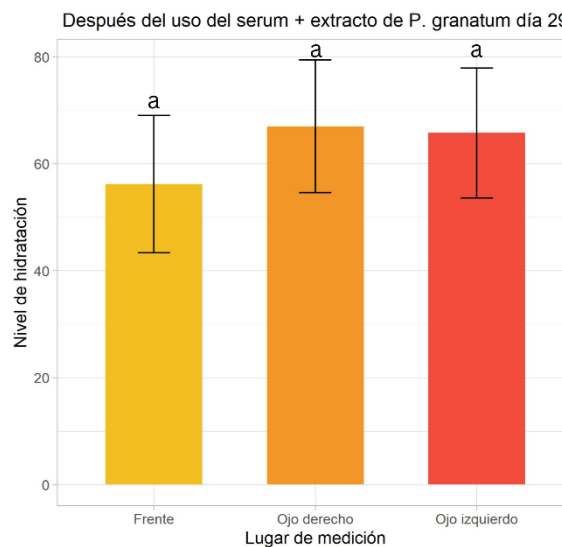
Tabla 37.

Supuestos del modelo Anova

Independencia	Normalidad	Homogeneidad de varianzas	Aditividad
Prueba de Durbin-Watson DW = 1,4645, valor P = 0,1011	Prueba de Shapiro-Wilk W = 0,97894, valor P = 0,5774	Prueba de Levene valor P = 0,9516	Prueba con grado de libertad de Tukey valor P = 0,9637

Figura 12.

Análisis de la capacidad hidratante de la loción + extracto de Punica granatum (granada) una vez transcurridos los 28 días de uso.



Nota. Nivel de hidratación en tres zonas de la cara: Frente, zona lateral del ojo derecho, y zona lateral del ojo izquierdo después del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 29. Los resultados son expresados como promedio del nivel de hidratación $\pm$ DS, $n = 315$. Tratamientos con una letra en común no difieren significativamente al 5%, de acuerdo con la prueba DSH de Tukey.

En la Figura 13. se observó el nivel de hidratación de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción + extracto de *P. granatum*, se consideraron 3 zonas de la cara, zona lateral del ojo derecho, zona lateral de ojo izquierdo y frente, los mismos que fueron 66,99, 65,75, y 56,18, respectivamente. El Anova mostró diferencia significativa entre los tratamientos (valor $P = 0,0464$) (Tabla 36). No se presentaron desviaciones severas a los supuestos del modelo Anova (independencia, normalidad, homogeneidad de varianzas y aditividad) (Tabla 34.). Los diferentes lugares en los cuales se evaluaron el nivel de la hidratación no presentaron diferencias significativas, aunque, existe mayor nivel de hidratación en las zonas laterales de los ojos comparado con la frente.

Es importante mencionar que el resultado indica que hay evidencia de diferencias globales (Anova), pero las comparaciones individuales no son lo suficientemente fuertes para superar el ajuste de la prueba DSH de Tukey.

Resultados generales: El proceso y resultados obtenidos en el estudio se pueden evidenciar en el Anexo 13 y 14, evidenciando la capacidad del extracto de *Punica granatum* (granada) para mejorar la hidratación de la piel, significativamente. La loción enriquecida con el extracto mostró valores promedio de hidratación superiores en todas sus áreas evaluadas (65.55% en la zona lateral del ojo derecho, 65.99% en la zona lateral del ojo izquierdo y 63.21% en la frente), en comparación con la loción base sin extracto (45.12%). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=0.0464$), lo que sugiere que la inclusión del extracto de *Punica granatum* (granada) en formulaciones cosméticas potencia la capacidad de retención de agua en la piel y contribuye a su mantenimiento óptimo de hidratación.

Estos hallazgos tienen concordancia con la revisión de Dimitrijevic et al. (2024), quienes destacan que los extractos de *Punica granatum* (granada) poseen propiedades antioxidantes y regenerativas, mejorando de esta manera la hidratación, elasticidad y reduciendo formación de arugas y líneas de expresión. Asimismo, su capacidad para estimular la síntesis de colágeno puede explicar la mejora que se observa en la rigidez de la piel. En cuanto a la hidratación se registró en este estudio que podría estar asociada a la presencia de polifenoles y flavonoides en el extracto, fortaleciendo la barrera cutánea y reduciendo la pérdida de agua transepidérmica.

Es importante resaltar que la ausencia de desviaciones significativas en los análisis de normalidad, homogeneidad de varianza y actividad respalda los datos obtenidos, confirmando su efecto hidratante. La acción biológica de la *Punica granatum* (granada) coincide con investigaciones previas que han reportado eficacia de este y otros extractos naturales en cuanto a la mejora de hidratación cutánea.

4.4. Resultados de la rigidez de la loción en la piel

Tabla 38.

Resultados de la evaluación in vivo de la rigidez de la piel antes y después del uso de la formulación dermocosmética elaborada con Punica granatum (granada) mediante la utilización del analizador dermatológico indentometer.

F	V	L1	D0	D29	L2	D0	D29	L2	D0	D29
Loción	1	F	1.19	1.2	OD	2.34	2.38	OI	2.37	2.38
	2	F	0.83	0.84	OD	1.87	1.89	OI	2.34	2.4
	3	F	0.95	1	OD	2.01	2.02	OI	2.28	2.33
	4	F	0.69	0.71	OD	2.17	2.38	OI	1.96	2.18
	5	F	0.52	1.55	OD	2.21	1.87	OI	2.57	2.85
	6	F	0.59	0.51	OD	2.02	1.87	OI	2.04	1.9
	7	F	1.22	1.53	OD	1.68	2.14	OI	2.28	2.45
	8	F	0.72	0.73	OD	2.49	2.49	OI	2.4	2.46
	9	F	0.87	0.64	OD	1.9	1.92	OI	1.82	2.31

Loción + Extracto de <i>P. granatum</i>	10	F	0.43	0.65	OD	2.15	2	OI	2.16	2.4
	11	F	1.6	1.47	OD	2.59	2.08	OI	2.59	2.19
	12	F	0.93	0.94	OD	2.19	2.21	OI	1.99	2.12
	13	F	0.88	0.88	OD	2.55	2.55	OI	2.15	2.15
	14	F	0.47	0.84	OD	2.43	2.16	OI	2.15	2.66
	15	F	1.09	1.06	OD	2.37	2.4	OI	2.34	2.58
	16	F	1.52	1.3	OD	2.17	1.95	OI	2.28	1.97
	17	F	1.73	0.89	OD	2.16	2.04	OI	2.12	1.92
	18	F	1.77	1.66	OD	2.3	2.23	OI	2.63	2.02
	19	F	0.67	0.65	OD	1.96	1.82	OI	2.04	1.733
	20	F	1.45	1.25	OD	2.32	2.23	OI	2.78	1.96
	21	F	1.5	0.42	OD	2.56	1.98	OI	2.49	2.24
	22	F	1.03	0.42	OD	2.21	2.06	OI	2.28	1.78
	23	F	2.27	1.59	OD	2.43	1.9	OI	2.71	2.2
	24	F	2.37	2.18	OD	2.35	2.18	OI	2.88	2.71
	25	F	0.94	0.9	OD	2.32	2.27	OI	2.83	2.81
	26	F	0.6	0.52	OD	1.97	1.87	OI	1.77	1.71
	27	F	1.06	0.83	OD	2.19	2.03	OI	2.44	2.14
	28	F	0.66	0.61	OD	2.14	1.99	OI	2.36	2.3
	29	F	0.93	0.86	OD	2.64	2.4	OI	2.51	2.49
	30	F	1.16	0.92	OD	2.41	2.02	OI	2.47	2.17

Nota. V: voluntarios, L1: Frente, OD: zona lateral del ojo derecho, OI: zona lateral del ojo izquierdo, D0: día 0, D29: día 29

4.4.1. Evaluación de la rigidez antes del uso de la loción base al día 0

Los datos no presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 39.

Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

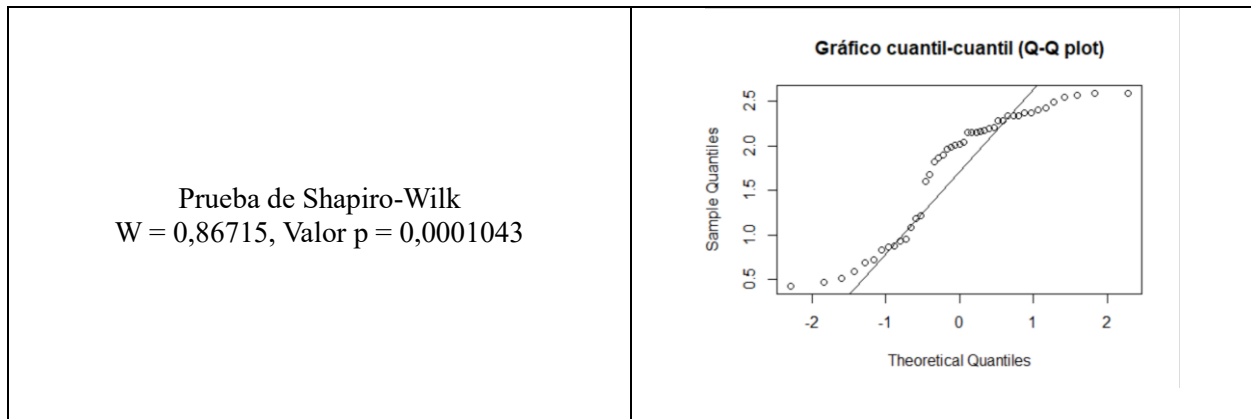


Tabla 40.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la rigidez de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción al día 0

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
22,88	2	1,075e ⁻⁰⁵

Por ende, se realizó un análisis de varianza por rangos para un Diseño de Bloques Completamente al Azar mediante la prueba de Friedman. En la Tabla 38. se observaron las sumas de rangos del nivel de rigidez de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción, se consideraron 3 zonas de aplicación en la cara, zona lateral del ojo izquierdo, zona lateral del ojo derecho y frente, los mismo que fueron 37,5, 37,5, y 15,0, respectivamente. El Anova mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 1,075e^{-05}$) (Tabla 40.). Mediante el Procedimiento de Comparación Múltiple, el método de ajuste de Holm, se evidenciaron diferencias estadísticas en las zonas de la cara consideradas para la medición. Para una mejor comprensión de los resultados se consideraron los promedios del nivel de rigidez, OI 2,22 y OD 2,19 fueron superiores en comparación con F 0,86.

Tabla 41.

Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente antes del uso de la loción al día 0

Zonas de la cara consideradas	Tratamientos	n	Suma de rangos del nivel de rigidez	Promedio del nivel de rigidez	Grupos
Zona lateral del ojo izquierdo	OI	15	37,5	$2,22 \pm 0,21$	a
Zona lateral del ojo derecho	OD	15	37,5	$2,19 \pm 0,26$	a
Frente	F	15	15,0	$0,86 \pm 0,31$	b

Nota. Los resultados son expresados como rangos medios y promedio del nivel de rigidez $\pm$ DS, n = 15. Tratamientos con una letra común no difieren a un nivel de 5%, de acuerdo el método de ajuste de Holm.

4.4.2. Evaluación de la rigidez después de los 28 días transcurridos de uso de la loción base

Los datos no presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 42.

Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

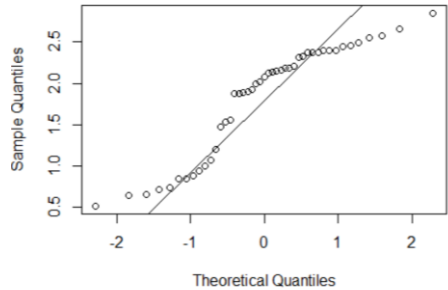
Prueba de Shapiro-Wilk W = 0,88827, Valor p = 0,000417	Gráfico cuartil-cuartil (Q-Q plot) 
---	---

Tabla 43.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la rigidez de la piel de los voluntarios después del uso de la loción al día 29

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
24,102	2	5,84e ⁻⁰⁶

Por ende, se realizó un análisis de varianza por rangos para un Diseño de Bloques Completamente al Azar mediante la prueba de Friedman. En la Tabla 38. se observaron las sumas de rangos del nivel de rigidez de la piel de los voluntarios después del uso del uso de la loción, se consideraron 3 zonas de aplicación en la cara, zona lateral del ojo izquierdo, zona lateral del ojo derecho y frente, los mismo que fueron 40,5, 34,5, y 15,0, respectivamente. El Anova mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 5,84e^{-06}$) (Tabla 43.). Mediante el Procedimiento de Comparación Múltiple, el método de ajuste de Holm, se evidenciaron diferencias estadísticas en las zonas de la cara consideradas para la medición. Para una mejor comprensión de los resultados se consideraron los promedios del nivel de rigidez, OI 2,35 y OD 2,15 fueron superiores en comparación con F 0,97.

Tabla 44.

Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente después del uso de la loción día 29.

Zonas de la cara consideradas	Tratamientos	n	Suma de rangos del nivel de rigidez	Promedio del nivel de rigidez	Grupos
Zona lateral del ojo izquierdo	OI	15	40,5	2,35 ± 0,23	a
Zona lateral del ojo derecho	OD	15	34,5	2,15 ± 0,23	a
Frente	F	15	15,0	0,97 ± 0,33	b

Nota. Los resultados son expresados como rangos medios y promedio del nivel de rigidez $\pm$ DS, $n = 15$. Tratamientos con una letra común no difieren a un nivel de 5%, de acuerdo el método de ajuste de Holm.

4.4.3. Evaluación de la rigidez antes del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 0

Los datos no presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 45.

Prueba Shapiro-Wilk y gráfico Cuantil-Cuantil

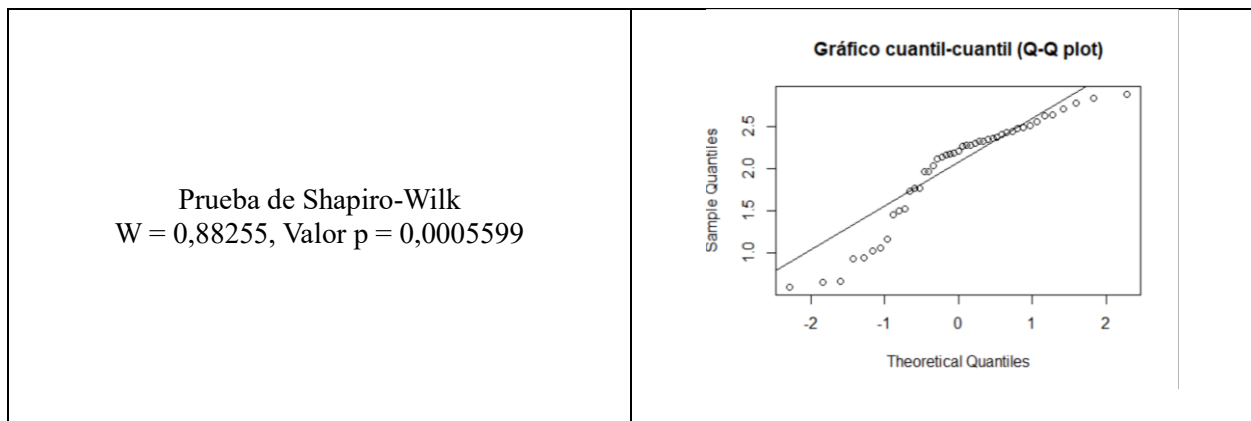


Tabla 46.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la rigidez de la piel de los voluntarios antes del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 0

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
21,73	2	1,908e ⁻⁰⁵

Por ende, se realizó un análisis de varianza por rangos para un Diseño de Bloques Completamente al Azar mediante la prueba de Friedman. En la Tabla 38. se observaron las sumas de rangos del nivel de rigidez de la piel de los voluntarios antes del uso de la formulación de la loción + extracto de *Punica granatum*, se consideraron 3 zonas de aplicación en la cara, zona lateral del ojo izquierdo, zona lateral del ojo derecho y frente, los mismo que fueron 41,0, 33,0, y 16,0, respectivamente. El Anova mostró diferencia estadística significativa ente los tratamientos (valor $P = 1,908e^{-05}$) (Tabla 46.). Mediante el Procedimiento de Comparación Múltiple, el método de ajuste de Holm, se evidenciaron diferencias estadísticas en las zonas de la cara consideradas para la medición. Para una mejor comprensión de los resultados se consideraron los promedios del nivel de rigidez, OI 2,43 y OD 2,27 fueron superiores en comparación con F 1,31.

Tabla 47.

Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente antes del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 0

Zonas de la cara consideradas	Tratamientos	n	Suma de rangos del nivel de rigidez	Promedio del nivel de rigidez	Grupos
Zona lateral del ojo izquierdo	OI	15	41,0	2,43 ± 0,31	a
Zona lateral del ojo derecho	OD	15	33,0	2,27 ± 0,19	a
Frente	F	15	16,0	1,31 ± 0,55	b

Nota. Los resultados son expresados como rangos medios y promedio del nivel de rigidez ± DS, n = 15. Tratamientos con una letra común no difieren a un nivel de 5%, de acuerdo el método de ajuste de Holm.

4.4.4. Evaluación de la rigidez después del uso de la loción + extracto de *Punica granatum* (granada) al día 29

Los datos no presentaron una distribución normal, los mismos fueron evaluados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuartil-Cuartil.

Tabla 48.

Prueba de Shapiro-Wilk y gráfico Cuantil-Cuantil

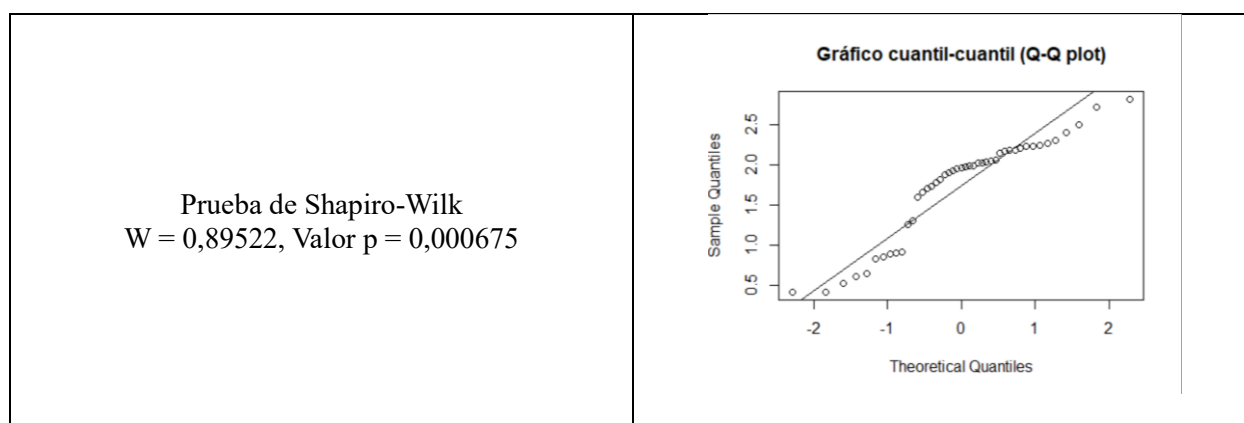


Tabla 49.

Análisis de Varianza (Anova) de los resultados obtenidos de la rigidez de la piel de los voluntarios después del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) al día 29.

Friedman chi-cuadrada	Grados de Libertad	valor P
21,797	2	1,849e ⁻⁰⁵

Tabla 50.

Resultados obtenidos del nivel de rigidez en tres zonas de la cara: Zona lateral del ojo izquierdo, Zona lateral del ojo derecho y Frente después del uso de la loción + extracto de Punica granatum (granada) día 29.

Zonas de la cara consideradas	Tratamientos	n	Suma de rangos del nivel de rigidez	Promedio del nivel de rigidez	Grupos
Zona lateral del ojo izquierdo	OI	15	39,0	2,14 ± 0,33	a

Zona lateral del ojo derecho	OD	15	35,5	2,06 ± 0,16	a
Frente	F	15	15,5	1,00 ± 0,50	b

Nota. Los resultados son expresados como rangos medios y promedio del nivel de rigidez ± DS, n = 15. Tratamientos con una letra común no difieren a un nivel de 5%, de acuerdo el método de ajuste de Holm.

Resultados generales: En el Anexo 13 y Anexo 14 se observa el procedimiento y resultados que desarrolló en el estudio de la adición del extracto de *Punica granatum* (granada) es una loción facial que aumenta la rigidez cutánea en comparación con la loción sin extracto. Se observó una relación dosis-dependiente, donde las concentraciones más altas del extracto presentaron más beneficios en cuanto a elasticidad y rigidez de la piel. Estos resultados coinciden con los reportados por Krishnakumar et al., (2024), quién encontró que el uso de este extracto en un total de 60 participantes por 60 días mejoró su hidratación, elasticidad y rigidez de la piel, además de reducir la aspereza y presencia de arrugas primarias.

A pesar de las similitudes en efectos positivos del extracto en la piel, existen diferencias metodológicas entre ambos estudios. Mientras que Krishnakumar et al. (2024) evaluaron el extracto administrado de manera y midieron parámetros como la hidratación y reducción de arrugas, el presente estudio se centró en una aplicación tópica y uso la rigidez cutánea como variable principal, estadísticamente evidenciaron diferencias significativas ($p=0.0001043$) entre las formulaciones. La coincidencia en los efectos de mejora de elasticidad y rigidez sugiere que el mecanismo de acción del extracto de *Punica granatum* (granada) podría estar asociado con su alto contenido de antioxidantes y su capacidad de estimular la producción de colágeno y elastina, basándose en estudios previos.

Una diferencia relevante entre los estudios es la duración del tratamiento. Mientras que Krishnakumar et al. (2024) evaluaron efectos a largo plazo, este estudio lo realizó en un periodo más corto, indicativo de que los beneficios del extracto se manifestaron en tiempo reducido mediante la aplicación tópica.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

La evaluación sensorial mediante la prueba hedónica permitió identificar que las formulaciones con extracto de *Punica granatum* (granada) en concentraciones de 0,5% y 2% en glicerina fueron las elegidas por los panelistas sensorialmente. El análisis estadístico confirma las diferencias significativas entre las formulaciones ($p=0,003378$), destacando que la inclusión del extracto mejora la percepción sensorial del producto aparte de tener propiedades funcionales.

El método DPPH demostró la capacidad antioxidante de la formulación, la cual aumenta proporcionalmente con la concentración del extracto, mostrando diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$). Ese resultado demuestra que el extracto es una fuente rica en compuestos fenólicos, lo que respalda su viabilidad al tener un análisis positivo del método DPPH, lo que fortalece su viabilidad como componente clave en formulaciones dermocosméticas para productos enfocados al retraso de envejecimiento cutáneo.

Se evidenció que la loción con extracto de *Punica granatum* (granada) mejoró significativamente la hidratación de los voluntarios en comparación con la loción base sin extracto. Los valores de hidratación obtenidos fueron significativamente más altos en las zonas evaluadas ($p=0,0464$), confirmando que el extracto contribuye a la mejora de retención de agua en la piel, reduciendo su pérdida de humedad transepidérmica. Estos resultados respaldan el uso del extracto en productos cosméticos enfocados a la hidratación cutánea.

Se observó que la loción con extracto de *Punica granatum* (granada) redujo la rigidez cutánea de manera dosis-dependiente, con mayores concentraciones del extracto mostrando mejores resultados. Las diferencias entre tratamientos fueron estadísticamente significativas

($p=0,0001043$), lo que sugiere que el extracto promueve rigidez de la piel debiéndose a su capacidad antioxidante y potencial para estimular la síntesis de colágeno y elastina.

Los hallazgos de este estudio confirman que el extracto de *Punica granatum* (granada) es un componente funcional con beneficios sensoriales, antioxidantes y dermatológicos. Su incorporación en formulaciones cosméticas no solo mejora la aceptación del producto, sino que fortalece su capacidad antioxidante, promueve la hidratación cutánea y contribuye a su rigidez. Estos resultados respaldan su uso en el desarrollo de productos antienviejecimiento y sugieren la necesidad de futuras investigaciones para optimizar su formulación y eficacia en el cuidado cutáneo.

5.2. Recomendaciones

Como recomendaciones para futuros estudios se puede decir que:

- Se sugiere evaluar otras condiciones del extracto de *Punica granatum* (granada) para determinar si existe una dosis óptima superior a las estudiadas.
- Realizar estudios con tiempo de aplicación más prolongados y para observar variaciones a largo plazo en la hidratación y rigidez de la piel.
- Considerar la posibilidad de escalar la formulación para su producción industrial.

REFERENCIAS

Acheson Narváez M. C. (2019). *Plan de negocios para la elaboración y exportación de crema facial a base de arazá hacia Los Ángeles, Estados Unidos*.

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia. (2017). *Especificaciones fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas para los productos cosméticos de bajo riesgo*.

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. (16 de Julio de 2024). *El Nuevo Ecuador*. Obtenido de El Nuevo Ecuador; Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria: <https://www.controlsanitario.gob.ec/mas-de-4200-cosmeticos-irregulares-fueron-detectados-por-arcsa-en-local-de-cuenca/>

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. (21 de Enero de 2025). *El Nuevo Ecuador*. Obtenido de El Nuevo Ecuador: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria: <https://www.controlsanitario.gob.ec/mas-de-mil-cosmeticos-irregulares-y-dos-clausuras-resultado-de-control-en-conocoto/>

Álvarez Torres, P. S., & Peña Peña, J. S. (2018). *Evaluación de la eficacia cosmética in vivo de fórmulas cosméticas elaboradas con aceites esenciales de aristeguietia glutinosa (matico) y ocotea quixos (ishpingo)*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana .

Arrieta Cataño, S. C., Ladino Moncayo, K. D., & Vera Sánchez, C. E. (2020). *Efectos negativos en la salud del ser humano provocados por las sustancias químicas presentes en productos cosméticos y que se utilizan en la medicina forense en Colombia*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.

Azmat, F., Safdar, M., Ahmad, A., & Abid, J. (2024). *Phytochemical profile, nutritional composition of pomegranate peel and peel extract as a potential source of nutraceutical: A comprehensive review*. Maryland: National Library of Medicine: National Center of Biotechnology Information.

- Berg, A., Hudson, S., Weaver, K. K., Lesko Pacchia, M., & Amed, I. (22 de Mayo de 2023). El mercado de la belleza en 2023: Un informe especial sobre el estado de la moda. *McKinsay and Company*.
- Bezerra, M., Bessa, R., Oliveira, B. y Gonçalves, T. (2022). Influencia del método de extracción en la actividad antioxidante del extracto acuoso de *Punica granatum* (granada). *Revista Cubana de Farmacia*. <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/582/462>
- Bhavan, P. S., Bharati, V., & India, S. (2019). Comparison of different aqueous extraction methods for optimum extraction of polyphenols and in-vitro anti-oxidant activity from pomegranate peel. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* , 342-347.
- Buendia-Eisman, A. (2009). *Necesidades y demandas en dermocosmética*.
- Calvo, N. (2024). Los cosméticos imprescindibles a usar para cada edad. *Harper's Bazaar*.
- Carli, B. (2021). *INSTITUTE OF PERSONAL CARE SCIENCE*. Obtenido de <https://personalcarescience.com.au/Workshops/cosmeticscienceworkshops-2110/Blog-4192/Howtouseherbalextractsincosmeticformulas-7424/#:~:text=First%2C%20if%20it%20is%20a,to%20most%20water%20based%20formulas>
- Castaño Amores, C., & Hernández Benavides, P. J. (2018). Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienviejecimiento. *Ars Pharmaceutica*, 77- 84.
- Castro, M., & Gonzales, R. (2018). evaluación in vivo del grado de humectación de dos productos a base de quitina y quitosano. cuenca: Universidad politécnica salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15468/1/UPS-CT007603.pdf>
- Chaudhary, V. K. (2024). Effect of various chemical solutions on micropropagation efficiency, antioxidant activities and clonal fidelity analysis of in vitro developed plantlets in pomegranate (*Punica granatum* L.) using SSR markers. *Vegetos*.
- Cobos, E. (2021). Ministerio de Agricultura. La agricultura de conservación, la oportunidad para el campo en Ecuador.

Connor, B. (13 de Septiembre de 2023). *Essential Moves to wellness*. Obtenido de Essential Moves to wellness: <https://essentialmovestowellness.com/organic-skin-care-for-men/>

de Godoi, A. C., Ângelo Vidal, A. K., Melazzo, E., de Melo, T., & de Oliveira, A. P. (2023). Desenvolvimento de três sérums de vitamina C em veículo isento de água e teste de estabilidade preliminar. *Brazilian Journal of health review* , 28903–28911.

Díaz, N., Ponce, L., Corado, J., & Tapia, F. (1998). CÉLULAS DE LANGERHANS. LOS INMUNOCITOS VIAJEROS DE LA PIEL. LANGERHANS CELLS. THE SKIN TRAVELLING IMMUNOCYTES. *Revista Dermatología Venezolana*.

Dimitrijevic, J., Tomovic, M., Bradic, J., Petrovic, A., Jakovljevic, V., Andjic, M., . . . Simanic, I. &. (2024). Punica granatum L. (Pomegranate) Extracts and Their Effects on Healthy and Diseased Skin. *Pharmaceutics*, 458.

EL-Aguel, A., Pennisi, R., Smeriglio, A., Kallel, I., Tamburello, P., D'Arrigo, M., Barreca, D., Gargouri, A., Trombetta, D., Mandalari, G. & Sciortino, M. (2022). Extractos de cáscara y hojas de Punica granatum como estrategias prometedoras para el tratamiento del VHS-1. *Viruses*. [10.3390/v14122639](https://doi.org/10.3390/v14122639)

Enríquez-Estrella, M. Á., Poveda -Díaz, S. E., & Alvarado-Huatatoca, G. I. (2023). Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.

Espadero Bermeo, M. J. (2017). *Evaluación In vivo de la eficiencia cosmética de dos formulaciones elaboradas con ocotea quixos (ishpingo)*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana .

Espinoza Córdova, G., Retuerto-Figueroa, M., Vargas De La Cruz, E., Huamaní Tarazona, J., Aronés Jara, M., Calixto Cotos, M., . . . Spichán, F. (2023). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE VACCINIUM FLORIBUNDUM KUNTH “PUSHGAY”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 182- 192.

Estrada, K. (2022). *Formulacion y elaboracion de una locion tonica facial para el acné a base de Romero (Rosmarinus officinalis), Manzaanilla (Matricaria recutita) y Men ta (Mentha piperita)*. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17406>

Fernandes, L., Pereira, J. A., López-Cortés, I., Salazar, D. M., González-Álvarez, J., & Ramalhosa, E. (2017). Physicochemical composition and antioxidant activity of several pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *European Food Research and Technology*, 1799–1814.

Fernández-Pachón, M. S., Villaño, D., Troncoso, A., & García-Parrilla, M. C. (2006). Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 110-122.

García, V. (2004). Calidad y capacidad antioxidante de la fruta granada. Alimento rico en polifenoles y bajo en calorías. *Rev. Alimentación, Nutrición y Salud*. Vol. 2(4).

González Reguiero , V., Rodeiro Mauriz, C., Sanmartín Fero , C., & Vila Plana, S. (2014). *SGAPEIO*. Obtenido de <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/INTRODUCCION-AL-ANALISIS-SENSORIAL.pdf>

González-Lavaut, J. A., Montes de Oca-Rojas, Y., & Domínguez-Mesa, M. I. (2007). Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*.

Gordon, M, (2001). *El desarrollo de enranciamiento oxidativo en los alimentos*. En J. Y. Polcormi. (págs. 7-21).

Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M. Á., Ponce-Pardo, J., & Zarzosa-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante.

Guncay Bermeo , A. L. (2022). Evaluación de una formulación cosmética con potencial actividad antioxidante y efecto hidratante a base del extracto de *Malva sylvestris* L. (Maestría no publicada) Universidad Politécnica Salesiana).

Gutierrez, A., Ocaña, L., Urquiagu, D., González, V. y Rodríguez, E. (2019). *Evaluación de la irritabilidad dérmica y oftálmica de las cremas cosméticas d-009^a y d-009^b en conejos*. CNIC. <https://www.redalyc.org/journal/1812/181263501004/html/>

Heinrich, U., Koop, U., Leneveu-Duchemin, M., Osterrieder, K., Biefeldt, S., Chkarnat, C., Degwert, J., Häntschel, D., Jaspers, S., Nissen, H., Rohr, S., Schneider, G. & Tronnier, H. (2003). Comparación ultracéntrica de la hidratación de la piel en términos de parámetros físicos, fisiológicos

y dependientes del product mediant eel método capacitivo (Corneómetro CM 825). WILEY. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1467-2494.2003.00172.x>

Hernández Castillo, J. R., Pardo Ruiz, J. D. (2015). Estudio monográfico del uso y aplicación de productos naturales en la industria cosmética natural y ecológica. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd9b38d2-fc13-4db3-bc55-0f342d7cc36a/content>

Herrera, H. (2013). Estudio comparativo de las características físico-químicas y funcionales de los nuevos cultivares de granada (*Punica granatum*). bioquímica y biofísica. Vol. 1(3).

Integral. (2025). Obtenido de <https://www.integralcorp.jp/skin/products/indentometer-idm800/>

Integral Compañia Integral Co., Ltd. (2025). Obtenido de <https://www.integralcorp.jp/skin/products/corneometer-cm8/>

Intriago-Mero, A. M. (2019). Hidratación profunda de la piel en tercera dimensión. *Polo del conocimiento*, 110-124.

Ivanova, Z., Aleksiev, T. Dobrev, H. & Atanasov, N. (2023). Use of a novel indentometer to evaluate skin stiffness in healthy and diseased human skin. NIH. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10339004>

Ivanova, Z., Teodor Aleksiev, Hristo Dobrev, & Nikolay Atanasov. (2023). Use of a novel indentometer to evaluate skin stiffness in healthy and diseased human skin. *Skin Research and Technology*, 29(7). <https://doi.org/10.1111/srt.13384>

King, A. (2017) Almot half of UA women are seekin more natural skin care products. *Cosmetics business* <https://cosmeticsbusiness.com/almost-half-of-us-women-are-seeking-more-natural-skin-care-products-134038>

Kenvue. (2024). Sérums, lociones, espumas y mucho más: aquí tiene por qu;e los productos para el Cuidado de la piel viene en diferentes texturas, y cuál hay que usar y cuándo. <https://www.kenvue.com/es-es/news-features/locións-gels-creams-texture-glossary?utm>

Korac, R. R., & Khambholja, K. M. (2011). Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. *Pharmacognosy Reviews*, 5(10), 164-173.

Koch, V., & Wilke, J. (2022). Reliability of a new indentometer device for measuring myofascial tissue stiffness. *Journal of Clinical Medicine*, 11(17), 5194. <https://doi.org/10.3390/jcm11175194>

Krishnakumar, A., Kunar, D., Jeyakodi, S., Dalal, M. y Shetty, S. (2024). *Efficacy and safetu of a propietary Punica granatum extract in skin health - a randomized, placebp - controlled clinical study in healthy volunteers*. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39822556/>

Lansky, E. P., & Newman, R. A. (2007). Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109(2).

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. y Cheng, S. (2006). Evaluación de las propiedades antioxidantes del extracto de cáscara de granada en comparación con el extracto de pulpa de granada. *Química de Alimentos*. Vol. 96(2).

Lopes, I., Domínguez-Rodríguez, G., Montero, L., Viganó, J., Cifuentes, A., Rostagno, M. A., & Ibáñez, E. (2024). Advanced Extraction Techniques Combined with Natural Deep Eutectic Solvents for Extracting Phenolic Compounds from Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peels. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(18). <https://doi.org/10.3390/ijms25189992>

López, J., Streitenberger, S., Peñalver, M. & Martínez, O. (2010). Process for preparing pomegranate extracts. European Patent EP1967079. <https://patentimages.storage.googleapis.com/eb/3d/df/9973e995b52fe1/ES2341428T3.pdf>

Lupidi, G., Vitali, L. A., Bocchietto, E., Di Martino, P., & Censi, R. (2023). Chemical, antioxidant, and antimicrobial properties of the peel and male flower by-products of four varieties of *Punica granatum* L. cultivated in the Marche region for their use in cosmetic products. *Molecules*, 28(3), Article 1234. <https://doi.org/10.3390/antiox11040768>

Maphetu, N., Unuofin, J. O., Masuku, N. P., Olisah, C., & Lebelo, S. L. (2022). Medicinal uses, pharmacological activities, phytochemistry, and the molecular mechanisms of *Punica granatum* L. (pomegranate) plant extracts: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113256. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113256>

Marroquín-Ciendúa, F., et al. (2023). *Análisis del mensaje persuasivo en campañas publicitarias de productos de cosméticos ecológicos desde el Modelo Probabilidad de Elaboración (ELM) y las normas sociales*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/31420>

Masci, A., Coccia, A., Lendaro, E., Mosca, I., Paolicelli, P. y Cesar, S. (2016). *Evaluación de diferentes métodos de extracción a partir de frutos enteros o cáscaras de granada, la actividad antioxidante y antiproliferativa de la fracción polifenólica*. Química de Alimentos. Vol. 20(2)

Meljem Moctezuma, J. (1994). RESPUESTA a los comentarios respecto del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-039-SSA1-1993, Productos de perfumería y belleza. Determinación de los índices de irritación ocular, primaria dérmica y sensibilización. *Diario oficial de la Federación*. Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4759698&fecha=07/11/1994#gsc.tab=0

Mendez, G. (2020). *Industria cosmética*. <https://www.industriacosmetica.net/articulos-online/la-cosmetica-natural-tambien-esta-sujeta-a-la-normativa-cosmetica-wxJ6>

Mentactiva (2025). *La medición y el control de la viscosidad en un fluido cosmético*. La ciencia de la cosmética natural. <https://www.mentactiva.com/medicion-de-la-viscosidad-de-un-fluido/>

Montes Belloso, M. E. (2023.). *Dermocosmética y principales patologías de la piel*. https://formaciones.elmedicointeractivo.com/envios_mail/23_06_16_dermatologia/roi.pdf

Mora, P. (2017). Los melanocitos: función y su control por melanocortinas. Universidad de la Laguna <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6820/Los%20Melanocitos%20Funcion%20y%20su%20control%20por%20melanocortinas..pdf>

Mujica, V., Delgado, M., Ramírez, M., Velásquez I., Pérez C. y Rodríguez-Corella, M. (2010). Formulación de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del aceite de semilla de *merey* (*Anacardium Occidentale* L). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000200013

Nazario-Ladrón, L y Fernández-Cervera. (2023). *Fragancias unisex para perfume y crema humectante*. SciELO. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2340-98942023000200006&script=sci_arttext&utm

- Orús, A. (2024). Cosmética y cuidado personal en el mundo – Datos estadísticos. Statista. <https://es.statista.com/temas/9391/cosmetica-y-cuidado-personal-en-el-mundo/#topicOverview>
- Pérez, M. F., & Álvarez, M. F. (2021). Sérums: importancia, formulación y aplicaciones en la piel. *Revista Cubana de Medicina Habano*, 22(1), 1-12. <https://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/download/2414/pdf>
- Rafael-Livaque, R., Fustamante-Vásquez, L., Chávarry-Díaz, K., Ruíz-Díaz, F., & Arango-Llantoy, M. Á. (2021). Evaluación de una crema hidratante de olluco (*Ullucus tuberosus*) y linaza (*Linum usitatissimum*). *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4. doi:<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n2p85>
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTelA*. https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor . *ReCiTelA*, 83-102.
- Ramos, G. I. (2017). Capacidad antioxidante in vitro y actividad regeneradora in vivo de una crema cosmética con extracto hidroalcohólico de *Myrciaria dubia* (kunth) MC Vaugh Camu Camu. Lima-Perú: Universida Nacional Mayor de San Marcos.
- Reglamento (CE) N° 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo. (2009). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1223>
- Riverón, B. (2022). La cáscara de granada ¿coproducto de alto valor o desperdicio de producción?. *Poscosecha*. <https://www.poscosecha.com/la-cascara-de-granada-coproducto-de-alto-valor-o-desperdicio-de-produccion>
- Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepúlveda, E., Chávez, J. & Sáenz, C. (2010). Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *International Journal of Food Science & Technology*. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2010.02270.x>

- Rodríguez, J. y López, M. (2014). Extracción asistida por ultrasonido de polifenoles del fruto de *Punica granatum* (granada). *Revista Cubana de Farmacia*. https://www.researchgate.net/publication/274392460_Ultrasound_assisted_extraction_of_polyphenols_from_Punica_granatum_Grenada_fruit
- Rodríguez, J., López, O., Bellman, A. y Mogueira, A. (2016). Obtención de un extracto seco de *Punica granatum* (granada) mediante secado por aspersión. *Revista Cubana de Farmacia*. <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/41/45?utm>
- Roman Honores, C. A., & Ormazza Andrade, J. E. (2022). Estudio de viabilidad comercial, técnica y económica en la línea de cosméticos, Ecuador. *Visionario Digital*, 6(4), 29-51. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v6i4.2292>
- Ruiz, M. y Morales, M. (2015). Aproximación al tratamiento del envejecimiento cutáneo. Scielo. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2340-98942015000400001&script=sci_arttext&utm_source=chatgpt.com
- Sánchez, A. (2024). Queratinocitos: qué son, funciones y fases de desarrollo de estas células. *Psicología y mente*. <https://psicologiaymente.com/salud/queratinocitos>
- Sánchez-Regaña, M., Llambí-Mateos, F., Salleras-Redonnet, M., Iglesia Sancho, M., Collgros Totosausa, H., & Umbert-Milleta, P. (2013). Formulación magistral en la terapéutica dermatológica actual. *ACTAS Dermo-Sifiliog*, 738-756. doi:10.1016/j.ad.2012.03.007
- Severiano-Pérez, P. (2021). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *SciELO*, 7. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sevilla, A., Pastor, S. y Barrachina, C. (2008). La granada y su zumo, producción, composición y propiedades beneficiosas para la salud. *Rev. La alimentación*. Vol. 5(1).
- Sobrino Alonso, P. (2020). *Efectos Funcionales de la granada y sus derivados. Revisión bibliográfica*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Facultad de Ciencias de la Salud .
- Stone, H., Blalbaum, R., & Thomas, H. A. (2021). Affective testing. *ScienceDirect*, 297-336.

Sweidan, N., Rayyan, W. A., Mahmoud, I., & Ali, L. (2023). Phytochemical analysis, antioxidant, and antimicrobial activities of Jordanian Pomegranate peels. *PLoS ONE*, 18(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295129>

Uguña, V. (2017). Evaluación un vivo de la eficacia cosmética de dos formulaciones elaboradas con aceite esencial de matico (*aristeguietia glutinosa*). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14952/1/UPS-CT007373.pdf>

Valdés, E., Castañeda, M., Tapia, E., Reyes, Z., de Pilar, J., Sánchez, B., Amezcua, M. (2024). *Potencial antiioxidante de tres subproductos de granada (Punica granatum L.)* <https://www.alanrevista.org/ediciones/2024/3/art-1/>

Valentín, A. (2023). Todo sobre Oleomacerados. *Jabonarium*, 1. Obtenido de <https://www.jabonariumshop.com/articulos/todo-sobre-oleomacerados>

Valero, A., Meléndez, N., Chávez, M., Flores, A., Wong, J., Govea, M., Zugasti, A. y Ascacio, J. (2023). La granada entera (*Punica granatum L.*), propiedades biológicas y hallazgos importantes: una revisión. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100153>

Vega-García, C. C., & García-Niño, W. R. (2022). Efectos benéficos de los compuestos antioxidantes de la granada (*Punica granatum L.*) en patologías asociadas con el estrés oxidante. *Tequío*, 5(15), 67–94. <https://doi.org/10.53331/teq.v5i15.4612>

Weaver, K., Pacchia, M. L., & Hudson, S. (2024). *The beauty boom and beyond: Can the industry maintain its growth?* McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/the-beauty-boom-and-beyond-can-the-industry-maintain-its-growth#/>

Weleda. (2024). Granada: un ingrediente eficaz para el cuidado de la piel y los cosméticos. https://www.weleda.cl/blog/belleza/granada-un-ingrediente-eficaz-para-el-cuidado-de-la-piel-y-los-cosmeticos?srsId=AfmBOoqholwcyHq6bmVNNHktAice8n2GzKaLClsSTN5BQdcw-1O3lSQd&utm_source=chatgpt.com

Zaldívar, I. (2024). Claims versus ensayos cosméticos. pmfarma. <https://www.pmfarma.com/articulos/1712-claims-versus-ensayos-cosmyticos.html>

Zlatina, I., Aleksiev, T., Dobrev, H. & Atanasov, N. (2023). Uso de un nuevo indentómetro para evaluar la rigidez de la piel humana sana y enferma. Wiley.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/srt.13384>

Zuñiga Moreno, L. E. (2022). Determinación de la capacidad antioxidante del jugo de granada (*Punica granatum*) y mora (*Rubus ulmifolius*), endulzado con xilitol. *Universidad Agraria del Ecuador*.

ANEXOS

Anexo 1.

Resultados de las pruebas hedónicas para la definición de la concentración del ingrediente activo natural de Punica granatum en un extracto etanólico y un extracto en glicerina basándose en la preferencia sensorial de la loción.

Descripción	Tratamientos	AV	TT	SA	TA	SDA	HP
1	A	8	6	7	8	8	8
2	A	8	9	9	7	7	7
3	A	7	7	8	8	6	6
4	A	7	7	8	5	6	5
5	A	4	6	7	7	8	6
6	A	4	6	4	2	7	6
7	A	8	9	8	7	9	8
8	A	8	9	9	8	8	9
9	A	8	8	8	9	7	8
10	A	9	9	8	8	8	8
11	A	8	8	8	8	9	7
12	A	7	8	9	9	9	7
13	A	8	7	9	9	8	7
14	A	7	8	8	9	8	7
15	A	7	8	8	7	9	8
16	A	6	7	8	9	9	9
17	A	8	7	9	9	8	8
18	A	6	6	7	8	7	7
19	A	5	8	7	7	8	9
20	A	8	5	8	4	5	4
21	A	8	6	7	4	6	6
22	A	8	8	6	6	8	8
23	A	8	9	9	9	8	7
24	A	7	8	8	6	8	8
1	B	8	6	7	3	5	5
2	B	7	8	6	5	8	6
3	B	9	8	9	8	7	8
4	B	6	7	8	5	6	5
5	B	4	8	7	6	8	7
6	B	6	6	4	2	5	8
7	B	8	6	4	5	4	5
8	B	9	8	8	7	8	9
9	B	9	8	8	9	6	9
10	B	8	9	9	9	9	9

11	B	8	8	6	7	8	8
12	B	7	8	9	8	8	6
13	B	8	7	9	8	8	7
14	B	7	7	8	8	8	7
15	B	7	9	7	8	8	8
16	B	6	8	8	9	9	8
17	B	8	8	8	6	7	9
18	B	6	7	7	6	7	7
19	B	5	8	6	4	4	8
20	B	8	8	7	7	8	8
21	B	8	5	6	5	6	7
22	B	8	8	9	6	8	8
23	B	8	9	8	9	9	9
24	B	8	9	9	8	7	8
1	C	8	7	7	8	8	7
2	C	7	8	8	8	9	8
3	C	9	7	9	8	7	8
4	C	9	8	9	7	8	8
5	C	5	8	7	6	7	5
6	C	8	8	8	8	9	8
7	C	8	7	8	5	4	6
8	C	9	9	8	9	9	9
9	C	9	9	9	9	9	8
10	C	8	7	7	9	7	5
11	C	8	7	8	7	7	7
12	C	7	7	7	8	9	9
13	C	8	6	9	8	9	9
14	C	7	8	8	9	7	8
15	C	7	8	8	9	8	9
16	C	8	8	9	8	9	8
17	C	9	8	8	9	7	7
18	C	8	8	8	7	7	8
19	C	5	8	9	8	8	9
20	C	6	6	5	4	4	4
21	C	8	7	7	7	6	6
22	C	8	6	9	6	8	8
23	C	9	9	8	7	8	9
24	C	8	8	7	7	8	7
1	D	8	8	8	8	8	8
2	D	8	7	6	5	6	8
3	D	9	8	9	8	8	8
4	D	9	8	9	9	9	9
5	D	4	4	5	7	7	7

6	D	8	9	9	7	8	8
7	D	8	8	8	6	8	9
8	D	9	8	8	7	7	9
9	D	9	9	9	8	9	9
10	D	7	8	9	9	8	7
11	D	7	7	7	8	7	7
12	D	8	7	9	9	8	9
13	D	9	6	9	8	9	8
14	D	7	9	9	9	7	8
15	D	8	9	9	9	9	9
16	D	8	8	9	9	9	9
17	D	9	8	7	8	9	9
18	D	7	7	9	8	8	7
19	D	5	9	9	8	9	8
20	D	7	5	5	6	7	6
21	D	8	5	5	6	4	6
22	D	7	6	9	6	8	8
23	D	8	9	8	7	8	9
24	D	8	8	8	8	8	9
1	E	8	8	7	8	8	8
2	E	7	8	9	9	9	7
3	E	9	8	9	8	7	7
4	E	9	9	9	9	9	9
5	E	6	8	8	7	7	7
6	E	8	7	7	8	7	6
7	E	8	9	8	7	9	9
8	E	9	7	7	7	7	9
9	E	8	8	7	8	9	9
10	E	8	9	9	8	8	8
11	E	8	7	8	7	8	8
12	E	7	8	9	7	9	9
13	E	9	7	9	9	9	9
14	E	8	8	8	8	7	7
15	E	7	6	6	8	6	7
16	E	8	7	7	8	8	9
17	E	9	9	9	8	9	9
18	E	8	8	8	9	8	9
19	E	6	8	9	9	9	9
20	E	9	7	7	8	8	8
21	E	8	7	7	8	8	8
22	E	7	9	9	6	8	8
23	E	9	8	8	8	9	9
24	E	8	7	6	8	7	7

1	F	8	8	6	8	7	8
2	F	7	7	7	8	9	9
3	F	8	8	7	6	7	8
4	F	9	9	9	8	9	9
5	F	6	9	7	7	7	8
6	F	8	8	8	8	9	9
7	F	8	4	3	8	5	6
8	F	9	6	6	6	6	9
9	F	9	9	8	6	8	8
10	F	7	9	9	9	9	7
11	F	8	7	7	8	7	8
12	F	9	8	7	6	6	7
13	F	8	8	9	9	9	8
14	F	9	8	8	9	8	8
15	F	8	9	9	8	7	8
16	F	8	9	9	9	9	9
17	F	8	8	8	8	8	8
18	F	7	8	7	8	8	8
19	F	6	9	9	9	9	9
20	F	7	6	5	4	4	4
21	F	8	7	5	5	6	6
22	F	7	6	9	8	9	9
23	F	9	9	9	8	9	9
24	F	9	9	8	9	9	9
1	G	8	6	7	8	7	8
2	G	6	7	8	9	9	9
3	G	8	7	9	7	8	8
4	G	9	9	9	8	9	9
5	G	6	9	8	7	8	8
6	G	7	6	6	7	7	7
7	G	8	6	7	5	6	5
8	G	9	7	6	6	6	9
9	G	9	9	8	7	7	7
10	G	9	9	9	9	9	9
11	G	9	8	8	8	7	8
12	G	9	6	8	8	9	8
13	G	9	9	9	8	9	9
14	G	9	8	9	9	8	8
15	G	6	7	8	7	7	7
16	G	8	7	7	7	8	9
17	G	9	8	8	9	8	9
18	G	8	8	8	8	9	9
19	G	5	8	9	7	8	8

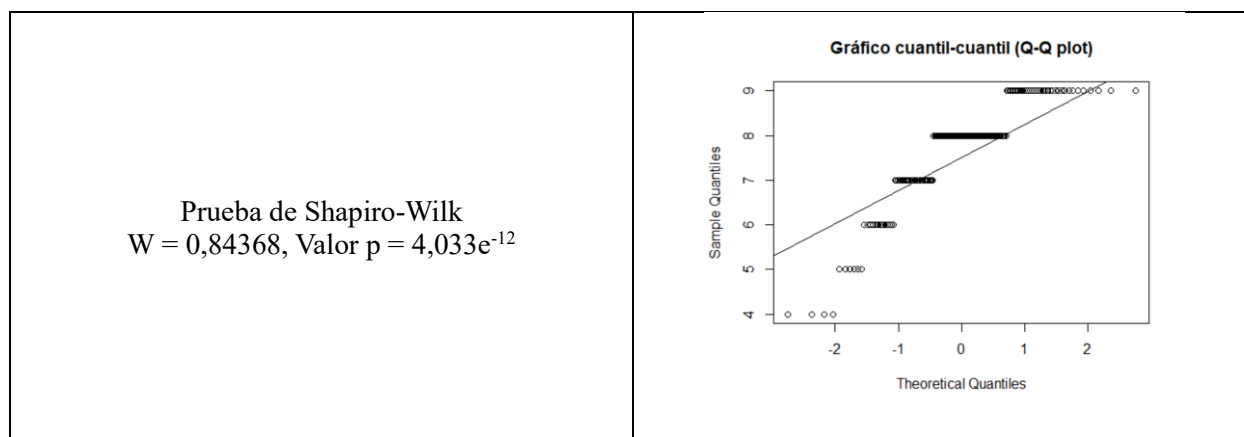
20	G	8	6	6	4	5	6
21	G	8	6	7	7	8	7
22	G	7	9	9	9	9	9
23	G	9	9	8	8	8	9
24	G	8	9	7	8	9	8

Nota. Tratamientos A: Loción sin extracto, B: Loción con extracto (mediante etanol al 96%) al 0,5%, C: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 1%, D: Loción con extracto (mediante etanol 96%) al 2%, E: Loción con extracto (mediante glicerina) al 0.5%, F: Loción con extracto (mediante glicerina) al 1%, G: Loción con extracto (mediante glicerina) al 2%

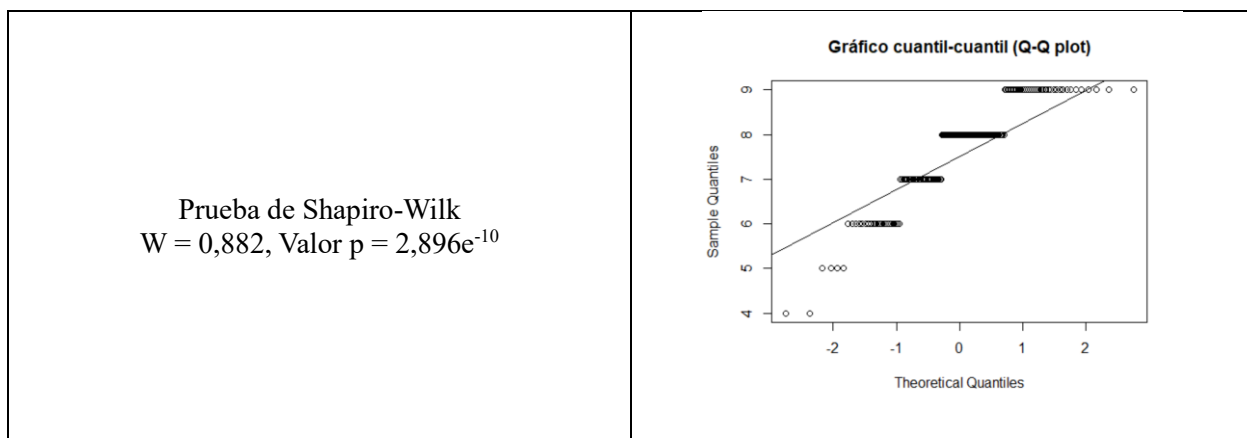
Pruebas hedónicas realizadas AV: apariencia visual, TT: textura al tacto, SA: sensación al aplicar, TA: tiempo de absorción, SDA: sensación después de aplicar, HP: hidratación percibida.

Anexo 2. Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil

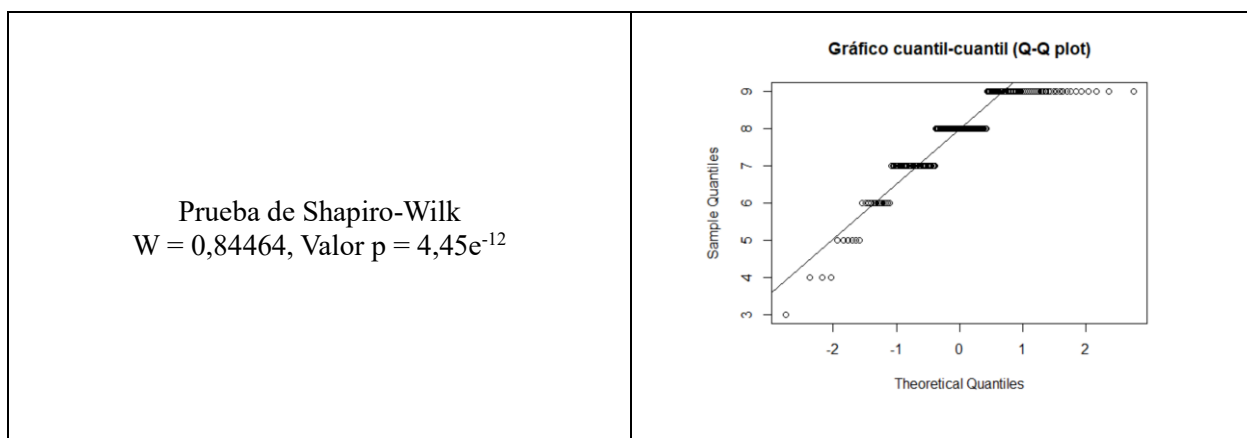
Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a apariencia visual (AV)



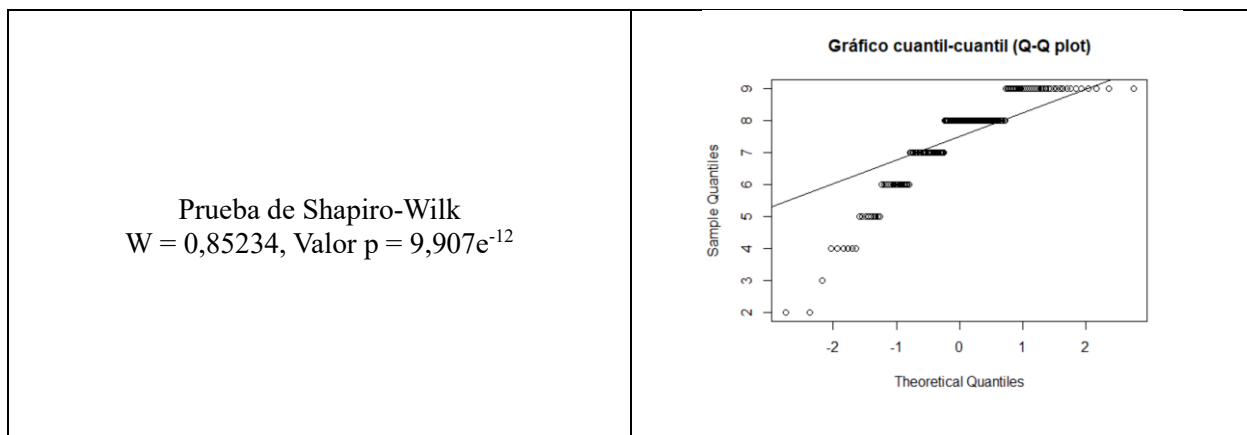
Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a textura al tacto (TT)



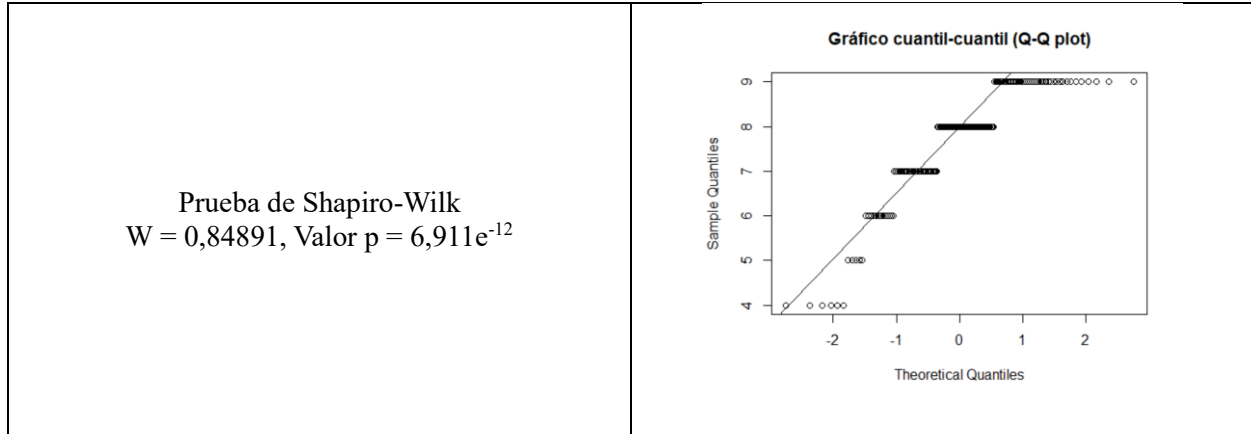
Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a sensación al aplicar (SA)



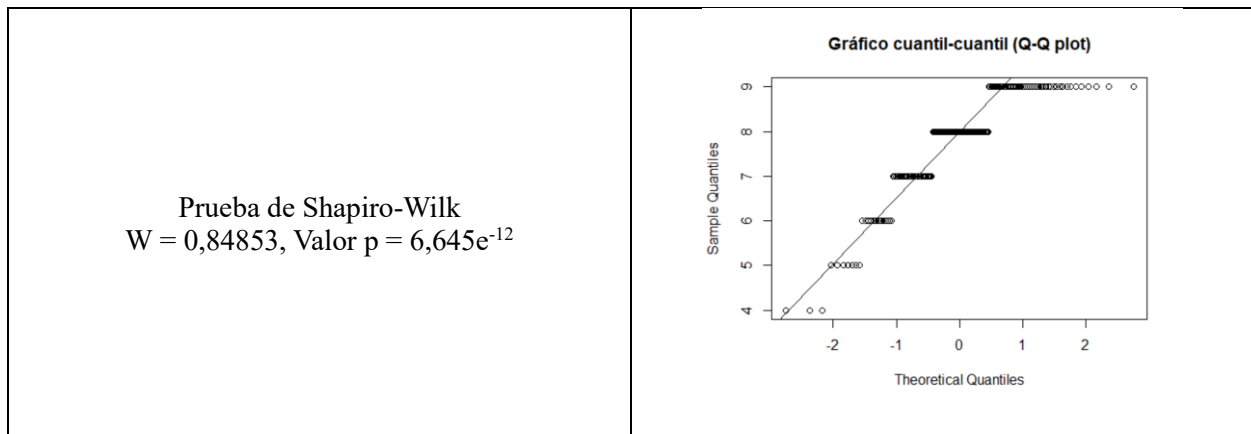
Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a tiempo de absorción (TA)



Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a sensación después de aplicar (SDA)



Prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Cuantil-Cuantil en cuanto a hidratación percibida (HP)



Anexo 3. Prueba de evaluación sensorial – escala Hedónica de 9 puntos

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL “Evaluación de una formulación con potencial actividad antioxidante a partir del extracto <i>Punica granatum</i> (granada) y medición de parámetros específicos que mejoren las características de la piel”
SEDE	CUENCA – EL VECINO

FECHA: _____

NUMERO DE PANELISTA (Últimos 4 dígitos de su cédula): _____

Loción a base de *Punica granatum* (granada) con propiedades antienvjecimiento.

Instrucciones:

1.- Basándose en la siguiente tabla califique el producto con la numeración del 1 al 9.

1= no me gusta en absoluto	6= me gusta ligeramente
2= me disgusta mucho	7= me gusta moderadamente
3= me disgusta moderadamente	8= me gusta mucho
4= me disgusta ligeramente	9= me gusta muchísimo
5= ni me disgusta ni me agrada	

2.- Sacar las muestras a testear y colocar en el orden indicado.

3.- Limpiar la zona de la mano con los paños proporcionados para la prueba.

4.- Ir alternando de mano por cada muestra.

5.- Seguir el siguiente orden para la evaluación; abrir el recipiente, con la cucharita colocar sobre la mano y esparcirlo bien.

6.- Colocar los resultados en la siguiente tabla

N° MUESTRA	APARIENCIA VISUAL	TEXTURA AL TACTO	SENSACIÓN AL APLICAR	TIEMPO DE ABSORCIÓN	SENSACIÓN DESPUÉS DE APLICAR	HIDRATACIÓN PERCIBIDA

Observaciones:

Elaborado por: Rafaela Vélez	Revisado por: Dra. Mónica Espadero	Aprobado por: Dra. Mónica Espadero
Fecha de elaboración: 12 de Diciembre de 2024	Fecha de revisión: Diciembre 2024	

Anexo 4. Información del estudio y ficha de reclutamiento de sujetos voluntarios de estudio

 SEDE	INFORMACIÓN DEL ESTUDIO Y FICHA DE RECLUTAMIENTO DE SUJETOS VOLUNTARIOS DE ESTUDIO CUENCA – EL VECINO
---	--

Consideraciones del proceso	
Localización y atracción de candidatos	Evaluación de candidatos
Mediante BÚSQUEDA DIRECTA la adhesión de candidatos es VOLUNTARIA, previo el entrevistador informará que el reclutamiento se hará para un ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN CON POTENCIAL ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE A PARTIR DEL EXTRACTO <i>Punica granatum</i> (GRANADA), mediante en uso de productos y equipos no invasivos que no representen peligro para la integridad del sujeto, con posibles beneficios que involucren la mejora cutánea. Se garantiza la existencia y aplicación de procedimientos de garantía de la confidencialidad de la información obtenida.	Papel de EVALUADOR: 1.- Asume la responsabilidad del proceso de evaluación. 2.- Tomar en cuenta posibles conflictos de intereses que puedan existir. 3.- La evaluación se llevará de manera interpersonal; trato al voluntario imparcial y respetuosamente. 4.- Identifica y discute los asuntos relevantes sólo con los participantes en la evaluación. 5.- Durante la evaluación el evaluador debe valorar posibles consecuencias positivas o negativas, así como efectos colaterales de evaluación para el cliente y su entorno social. 6.- El proceso de evaluación es explícito para que sea reproducido, valorado y quede constancia de él. 7.- Optimiza la utilidad, calidad y justificación del proceso, así como vigilar condiciones que puedan distorsionarlo.

Anexo 5. *Cuestionario de selección; proceso de reclutamiento de sujetos voluntarios de estudio por criterios de inclusión y exclusión*

	<i>Página 1 de 4</i>
	CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO DE SUJETOS VOLUNTARIOS DE ESTUDIO
SEDE	CUENCA – EL VECINO

1.- IDENTIFICACIÓN
Nombre y Apellido
Cédula
2.- DATOS DEMOGRÁFICOS
Edad
Género MASCULINO FEMENINO
Ocupación
Preguntas para género FEMENINO
¿Se encuentra en periodo de gestación? SI NO
¿Se encuentra en periodo de lactancia? SI NO
3.- EVALUACIÓN CLÍNICA
ARRUGAS
1. ITEM 1 Se ven solo al realizar gestos o movimientos faciales como sonreír, fruncir ceño o entrecerrar los ojos.
2. Aparecen pequeñas arrugas en zonas como párpados, surcos nasogenianos (líneas que van de la nariz a la boca) levemente pronunciadas.
3. Arrugas visibles incluso cuando el rostro está relajado y no se mueve, surcos nasogenianos (líneas profundas al lado de la boca) que estén más notorias.
4. Patrón de arrugas con forma de rombos y surcos marioneta (líneas que bajan desde las comisuras de los labios) siendo más profundas.
3.- ANTECEDENTES Y HABITOS PERSONALES
REACCIÓN DE LA PIEL LUEGO DE LA EXPOSICIÓN SOLAR
No se enrojece, no se pigmenta, no descama.
Se pigmenta levemente, se enrojece moderadamente y descama mínimamente.
Se enrojece intensamente, descama intensamente, pero no se pigmenta.

Página 2 de 4	
	CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO DE SUJETOS VOLUNTARIOS DE ESTUDIO
	SEDE CUENCA – EL VECINO

¿UTILIZA PROTECTOR SOLAR?

- Siempre (todos los días)
- Frecuentemente (2 a 3 veces a la semana)
- Algunas veces (1 a 2 veces al mes)
- Rara vez (3 a 4 veces al año)
- Nunca

HÁBITO DE TABAQUISMO

- Siempre (todos los días)
- Algunas veces (fin de semana)
- Rara vez (en eventos sociales)
- Nunca

HÁBITO DE LICOR

- Siempre (todos los días)
- Algunas veces (fin de semana)
- Rara vez (en eventos sociales)
- Nunca

USO DE MAQUILLAJE

- Siempre (todos los días)
- Algunas veces (fin de semana)
- Rara vez (en eventos sociales)
- Nunca

TIEMPO DE EXPOSICIÓN SOLAR HABITUAL

- Menos de una hora al día
- De una a tres horas al día
- Más de tres horas, hasta seis horas al día

USO DE CREMAS NOCTURNAS

- Siempre (todos los días)
- Frecuentemente (dos a tres veces a la semana)
- Algunas veces (de 1 a 2 veces al mes)
- Rara vez (3 a 4 veces al año)
- Nunca

USO DE MEDICAMENTOS TÓPICOS (UNGÜENTOS, CREMAS, GELES, ETC.) O SISTÉMICOS (PASTILLAS, INYECCIONES, JARABES, ETC.)

- Siempre (todos los días)
- Frecuentemente (dos a tres veces a la semana)
- Algunas veces (una a dos veces al mes)
- Rara vez (tres a cuatro veces al año)
- Nunca

Página 3 de 4	
	CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO DE SUJETOS VOLUNTARIOS DE ESTUDIO
SEDE	CUENCA – EL VECINO

ENFERMEDADES QUE HA PADECIDO O PADECE	
Diabetes	
Asma o alergia respiratoria	
Desnutrición	
Dermatitis tópica o atópica	
Lupus	
Eczema	
Psoriasis	
Ninguna	
Otra	
¿HA TENIDO ALGUNA REACCIÓN ALÉRGICA O RESPUESTA ANORMAL A PRODUCTOS COSMÉTICOS EN EL PASADO?	
SI	NO
EN CASO DE HABER RESPONDIDO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR DESCRIBA QUE REACCIÓN TUVO	

¿Alguna vez ha presentado irritación severa, hinchazón o enrojecimiento al usar cremas o lociones?	
SI	NO
EN CASA DE HABER RESPONDIDO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR ¿QUÉ SIGNOS PRESENTÓ?	

¿PADECE USTED DE TRASTORNO HEPÁTICO (ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL HÍGADO)?	
SI	NO
¿El voluntario es aceptado para la evaluación?	
SI	☐
NO	☐
CÓDIGO DEL SUJETO VOLUNTARIO	
(cuatro últimos números de la cédula)	

_____ Firma del investigador Fecha:	

Página 4 de 4	
	CUESTIONARIO DE SELECCIÓN PROCESO DE RECLUTAMIENTO DE SUJETOS VOLUNTARIOS DE ESTUDIO
SEDE	CUENCA – EL VECINO

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
1.- Personas entre 25 y 50 años. 2.-No presentar enfermedades dermatológicas. 3.- No haber tenido reacciones alérgicas severas o respuestas anormales previas a productos cosméticos. 4.- No estar en tratamiento con productos tópicos o sistémicos que puedan interferir con el estudio. 5.- No presentar enfermedades sistémicas graves como desnutrición severa o trastornos hepáticos.	1.- Mujeres en periodo de gestación o lactancia. 2.- Personas que hayan presentado alergias severas o reacciones adversas a productos cosméticos. 3.- Personas en tratamiento dermatológico. 4.- Personas con piel sensible a exposición solar. 5.- Personas con exposición solar prolongada diaria. 6.- Personas con hábitos de tabaquismo 7.- Personas con hábitos de licor

Anexo 6. Consentimiento informado para el estudio

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL ESTUDIO

Loción a base de *Punica granatum* (granada) con propiedades antienvjecimiento

Yo, _____

(Nombre y apellidos en MAYÚSCULAS) con fecha _____

Declaro que:

- He leído la hoja de información que me han facilitado.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca del estudio.
- He recibido información adecuada y suficiente por el investigador abajo indicado sobre:
 - Los objetivos del estudio y sus procedimientos.
 - Los beneficios e inconvenientes del proceso.
 - Que mi participación es voluntaria y altruista.
 - El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
 - Que tengo derecho de acceso y rectificación a mis datos personales.

CONSIENTO EN LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO

SÍ NO

(marcar lo que corresponda)

Para dejar constancia de todo ello, firmo a continuación:

Firma.....

Cédula.....

Anexo 7. Cuestionario para la prueba de irritabilidad

Cuestionario para la prueba de irritación en piel en humanos

Participante No. _____

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo (M/F): _____

Por favor conteste “SI” o “NO” a cada una de las siguientes preguntas:

1. ¿Ha padecido cualquiera de los siguientes problemas de salud? Si las padece actualmente describa las áreas afectadas.

Psoriasis: _____

Eczema: _____

Otros problemas de la piel: _____

Asma: _____

Enfermedad del heno: _____

Rinitis alérgica: _____

2. ¿Padece usted asma severa? SI __ NO __
3. ¿Ha padecido alguna vez cáncer en la piel? SI __ NO __
4. ¿Padece esta enfermedad actualmente? SI __ NO __
5. ¿Ha visitado alguna vez a su médico con relación a alergias o a algún problema específico en la piel? SI __ NO __
6. ¿Se encuentra usted usando algún medicamento con esteroides (administrado oralmente o aplicado como crema) en el tratamiento de alergia por contacto o erupciones en la piel? SI __ NO __
7. ¿Se le están administrando inyecciones de insulina para el tratamiento de diabetes? SI __ NO __
8. ¿Está usted recibiendo tratamiento para cualquier tipo de cáncer? SI __ NO __
9. Padece usted algún tipo de enfermedad de inmunodeficiencia (lupus, tiroiditis, etc.) SI __ NO __
10. ¿Ha participado usted alguna vez en una prueba de parche? SI __ NO __
¿Cuándo? _____ ¿Dónde? _____
11. ¿Es usted alérgico a alguno de los siguientes productos? SI __ NO __

Mencione el nombre del producto

Shampoos: _____

Jabones de tocador: _____

Cremas de belleza: _____

Perfumes: _____

Lociones: _____

Desodorantes/antitranspirantes:

Sombras para los ojos:

Bronceadores: _____

Depiladores: _____

Otros productos cosméticos:

12. ¿Se le han extirpado nódulos linfáticos axilares? SI __ NO __

13. ¿Se le ha practicado mastectomía? SI, lado derecho __ SI, lado izquierdo __

Si, ambos lados __ NO __

14. ¿Tiene usted antecedentes de trastornos mentales? SI __ NO __

PREGUNTAS PARA EL GÉNERO FEMENINO

15. ¿Está usted tomando actualmente pastillas anticonceptivas? SI __ NO __

16. ¿Está usted esperando bebé? SI __ NO __

17. ¿Está usted en periodo de lactancia? SI __ NO __

Firma _____

Fecha _____

PARA SER LLENADO EXCLUSIVAMENTE POR EL EVALUADOR DEL
CUESTIONARIO

1. ¿Esta persona es elegible para participar en la prueba? SI ___ NO ___

Razones: _____

2. Comentarios

Nombre del evaluador _____

Firma _____

Fecha _____

Anexo 8. Protocolo de aplicación de loción



- **HIGIENE NOCTURNA**

Realizar la limpieza facial nocturna habitual, una vez lavado el rostro dejar que seque.

- **APLICACION**

Desenroscar el gotero y colocar directamente desde él una pequeña cantidad (del tamaño de una lenteja) en las mejillas y frente.

- **EXTENSION DEL PRODUCTO**

Usa las yemas de los dedos índices y medio para extender el producto con movimientos suaves y ascendentes de adentro hacia afuera (como se indica en la imagen).

Realizar pequeños toquécitos para favorecer la absorción.

PRECAUCIONES

No dejes que el gotero entre en contacto directo con la piel para evitar contaminación del producto.

Conservar el gotero en un lugar fresco, seco y protegido de la luz.

Usar la cantidad indicada.



Anexo 9. Obtención del extracto de *Punica granatum* (granada)



Nota: materia prima fresca



Nota: separación de pulpa de la pepa



*Nota: secado de pepas de *Punica granatum**



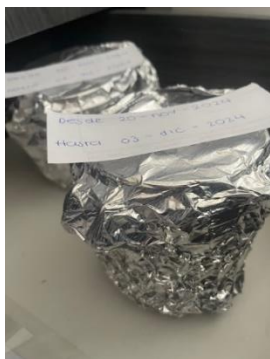
Nota: pulverización de materia prima



Nota: materia prima pulverizada



*Nota: maceración del pulverizado de *Punica granatum* (granada)*



*Nota: maceración de *Punica granatum**



*Nota: separación del extracto de *Punica granatum* del solvente*

Fuente: El Autor (2024)

Anexo 10. *Elaboración de una loción con diferentes concentraciones de extracto de Punica granatum (granada)*



*Nota: Lociones con extracto en etanol
0,5%-1%-2% y con extracto en glicerina
0,5%-1%-2%*



*Nota: Medición del pH de las lociones con
distintas concentraciones de extracto*

Fuente: La Autora (2024)

Anexo 11. *Análisis sensorial de la formulación cosmética*



Fuente: La Autora (2024)

Anexo 12. Test de irritabilidad



Nota: colocación de parches



Nota: evaluación al panelista

Fuente: La Autora (2024)

Anexo 13. Utilización de los equipos dermatológicos Corneometer e Indentometer



Nota: análisis con el equipo Corneometer a voluntario



Nota: análisis con el equipo Indentometer a voluntaria

Fuente: La Autora (2024)

Anexo 14. Resultados de la prueba in vivo de una voluntaria en el día 0 y día 29



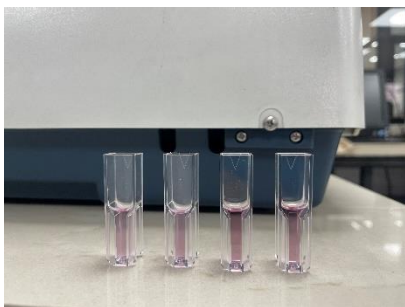
Nota: 0 días de aplicación



Nota: Después de 20 días de aplicación

Fuente: La Autora (2025)

Anexo 15. Proceso del método DPPH



Fuente: La Autora (2025)
