



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES**



**“OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A PARTIR
DE FIELTROS NATURALES DE LANA Y ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus*) PARA CALZADO CASUAL, JULIACA – 2025”**

Yovana Pachacute Condori

Lizeth Annie Quispe Beltran

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Asesor: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

Co-Asesor: Mg. Jesús Arias Escobar

Juliaca, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES**



**“OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A PARTIR
DE FIELTROS NATURALES DE LANA Y ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus*) PARA CALZADO CASUAL, JULIACA – 2025”**

Yovana Pachacut Condori

Lizeth Annie Quispe Beltran

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Asesor: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

Co-Asesor: Mg. Jesús Arias Escobar

Juliaca, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES



**“OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A
PARTIR DE FIELTROS NATURALES DE LANA Y ACEITE
ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus*) PARA CALZADO
CASUAL, JULIACA – 2025”**

Yovana Pachacuta Condori

Lizeth Annie Quispe Beltran

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Asesor: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

Co-Asesor: Mg. Jesús Arias Escobar

Juliaca, 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Pachacute & Quispe (2025). *“Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus) para calzado casual, Juliaca – 2025.”* (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca.

AUTOR: Yovana Pachacute Condori; Lizeth Annie Quispe Beltran

TÍTULO: *Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (eucalyptus) para calzado casual, Juliaca – 2025*

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2026

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (144)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 04-000035-04/Q77

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

COASESOR DE TESIS Mg. Jesús Arias Escobar

PALABRAS CLAVES: Calzado casual, Eucalipto, Lana, Plantillas y Fielto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y
DE CONFECCIONES
OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A
PARTIR DE FIELTROS NATURALES DE LANA Y ACEITE
ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus*) PARA CALZADO
CASUAL, JULIACA – 2025

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES

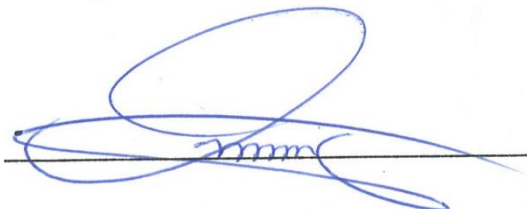
Presentada por:

Yovana Pachacute Condori

Lizeth Annie Quispe Beltran

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Dominga Micaela Cano Ccoa
PRESIDENTE DEL JURADO



Mtra. Roxana Tacuri Robles
JURADO (secretario)



SEGUNDO MIEMBRO

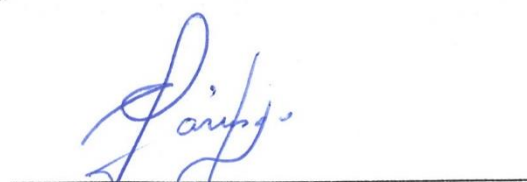
M.Sc. Luz Delia Quina Quina
JURADO (vocal)



TERCER MIEMBRO



Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita
ASESOR DE TESIS



Mg. Jesús Arias Escobar
COASESOR DE TESIS

Yovana Pachacutec Condori Lizeth Annie Quispe Belt...

OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A PARTIR DE FIELTROS NATURALES DE LANA Y ACEITE ESENC...

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:602881706

Fecha de entrega

26 jun 2026, 2:07 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 jun 2026, 2:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

OBTENCIÓN DE PLANTILLAS ECOLÓGICAS DE CALIDAD A PARTIR DE FIELTROS NATURALES DE LA....pdf

Tamaño del archivo

3.8 MB

157 páginas

34.521 palabras

200.219 caracteres



Firmado digitalmente por HUANCA
SUAQUITA JHON RICHARD
DNI:40818874
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 26.06.2026 18:35:55 -05:00



Página 1 de 170 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:602881706

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión



Firmado digitalmente por HUANCA
SUAQUITA JHON RICHARD
DNI: 40818674
Motivo: Doy Vº Bº
Fecha: 23.07.2026 17:13:05 -05:00

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

DE YOVANA:

A Dios, por guiarme en cada etapa de este viaje académico, por darme sabiduría y fortaleza, ser mi fuente de inspiración.

A mi madre Nieves Condori, sin tus consejos a lo largo de mi vida, dejando así tus enseñanzas, es mi manera más sencilla de agradecerte. También a mi padre Hipólito y hermana Alicia, por su apoyo incondicional. A mi compañero de vida, Ryder por darme motivación y acompañarme incondicionalmente hasta esta etapa.

DE LIZETH ANNIE:

Con todo mi amor y cariño a ti Dios mío que eres mi fuente de sabiduría y fortaleza, y a las personas más relevantes de mi vida, las cuales hicieron lo que fuera necesario para ayudarme a alcanzar mi meta y que, sin tener en cuenta las dificultades, siempre confiaron en mí, me dieron ánimo y me acompañaron sin dejarme nunca. Les estaré eternamente gratificada con todo mi corazón por proporcionarme la posibilidad de luchar por mis objetivos, por toda su confianza, la dicha y el afecto perdurable durante todos estos años. Las Amo.

Mami Hermelinda Beltran y Hermana Heydy Laura

AGRADECIMIENTO

DE YOVANA:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA, institución que me brindó la oportunidad y los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente y alcanzar esta meta tan significativa en mi vida.

De manera especial, extendiendo mi gratitud a mi asesor JHON RICHARD HUANCA SUAQUITA, quien con su orientación, paciencia y sabiduría fueron guía esencial en el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco profundamente a los distinguidos miembros del jurado: DOMINGA MICAELA CANO CCOA como presidenta, ROXANA TACURI ROBLES como segundo miembro y LUZ DELIA QUINA QUINA como tercer miembro, por el tiempo y la dedicación otorgados en la revisión y aporte a este trabajo. Finalmente, hago extensivo mi reconocimiento a los ambientes de los laboratorios de hilatura, química textil y biología, donde pude realizar gran parte de las prácticas y ensayos que hicieron posible este estudio.

DE LIZETH ANNIE:

Agradezco profundamente a Dios y a la Universidad Nacional de Juliaca, mi casa de estudios, por brindarme la formación técnica y científica necesaria para el desarrollo de mi carrera profesional en Ingeniería Textil y de Confecciones.

Un reconocimiento especial a mi asesor, Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita, por su guía, paciencia y valiosa experiencia técnica durante todo el proceso de investigación. Sus orientaciones han sido fundamentales para la culminación de este proyecto.

Asimismo, expreso mi gratitud al apoyo de mi amiga yaquelin, por su tiempo, dedicación y las observaciones constructivas que permitieron fortalecer la calidad y rigor académico de esta tesis.

Agradezco de manera muy especial al Lic. Carlos Alberto Pérez Acuña por su apoyo en el laboratorio de Biología de esta institución, al Mg. Rolando Rody Jara Huarancca y al Dr. Víctor Manuel Lima Condori que fueron la guía fundamental en este trabajo.

Finalmente, dedico este logro a mi familia y seres queridos. Gracias por creer en mí, por su apoyo incondicional y por ser el pilar fundamental que me impulsó a superar cada obstáculo en este camino hacia mi meta profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	5
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	5
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.4.1. JUSTIFICACIÓN GENERAL.....	6
1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	7
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	8
1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	8
1.4.5. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	9
1.5. FORMULACION DE HIPOTESIS	9
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	9
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	9

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	11
------------------------	----

2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	11
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES.....	14
2.1.3.	ANTECEDENTES REGIONALES	16
2.2.	MARCO TEÓRICO	19
2.2.1.	LA LANA DE OVINO.....	19
2.2.1.1.	DEFINICIÓN Y ESTRUCTURA MORFOLÓGICA.....	19
2.2.1.2.	PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS	20
2.2.1.3.	PRINCIPALES RAZAS OVINAS PRODUCTORAS DE LANA EN LA REGIÓN PUNO.....	21
2.2.2.	EL FIELTRO NATURAL DE LANA	22
2.2.2.1.	DEFINICIÓN DE TEXTILES NO TEJIDOS.....	22
2.2.2.2.	PROCESO DE FIELTRAMIENTO.....	22
2.2.2.3.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL FIELTRO APLICADAS EN LOS CALZADOS.....	23
2.2.3.	EL MENTOL.....	24
2.2.3.1.	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MENTOL	25
2.2.4.	EL ALCANFOR.....	26
2.2.4.1.	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ALCANFOR	26
2.2.5.	EL EUCALIPTO	27
2.2.5.1.	EL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	27
2.2.5.2.	PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS Y ANTIFÚNGICAS	28
2.2.6.	PLANTILLAS ECOLÓGICAS Y SU ELABORACIÓN.....	29
2.2.7.	PRUEBAS DE CALIDAD EN TEXTILES.....	30
2.2.7.1.	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.....	31
2.2.7.2.	PRUEBA DE RESISTENCIA AL LAVADO DOMESTICO.....	32
2.2.7.3.	PRUEBA ANTIBACTERIANA	34
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	AMBITO DE ESTUDIO	37
3.2.	ESTRUCTURA METODOLÓGICA	37
3.2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.2.2.	ENFOQUE DEL ESTUDIO.....	38
3.2.3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	38
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.3.1.	POBLACIÓN	39
3.3.2.	MUESTRA	40

3.3.3.	TAMAÑO DE MUESTRA	41
3.3.4.	NÚMERO DE MUESTRAS	43
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.4.1.	TÉCNICAS APLICADAS	43
3.4.2.	INSTRUMENTOS	44
3.4.3.	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	44
3.5.	MATERIALES Y EQUIPOS	45
3.5.1.	MATERIA PRIMA E INSUMOS	45
3.5.2.	EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	45
3.5.3.	INSTRUMENTAL AUXILIAR Y SOPORTES DE PROCESO.....	46
3.5.4.	PAPELERÍA Y MATERIALES DE OFICINA.....	46
3.6.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	46
3.6.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL	47
3.6.2.	DISEÑO FACTORIAL	48
3.7.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	50
3.7.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	50
3.7.1.1.	DEFINICIÓN OPERATIVA.....	50
3.7.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	51
3.7.2.1.	DEFINICIÓN OPERATIVA.....	51
3.8.	PROCEDIMIENTO PRÁCTICO EXPERIMENTAL	51
3.8.1.	PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE LANA DE OVINO.....	52
3.8.1.1.	PROCEDIMIENTO DE LAVADO	56
3.8.2.	PROCESO DE CARDADO	58
3.8.3.	PROCESO DE FIELTRO	59
3.8.3.1.	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	61
3.8.4.	PROCESO DE ENCAPSULADO.....	62
3.9.	EJECUCIÓN DE PRUEBAS.....	69
3.9.1.	PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE ABRASIÓN	69
3.9.2.	PRUEBA DE IMPREGNACIÓN AL LAVADO	71
3.9.3.	EJECUCIÓN DE LA PRUEBA ANTIBACTERIAL	74
3.9.3.1.	ETAPA 1: PREPARACIÓN DEL CULTIVO Y MICROORGANISMOS....	77
3.9.3.2.	ETAPA 2: CULTIVO Y PREPARACIÓN	79
3.9.3.3.	ETAPA 3: LECTURA DE MICROORGANISMOS.....	80
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	82
3.11.	SUPUESTOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA	82

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	84
4.1.1.	RESULTADOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL.....	84
4.1.1.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	84
4.1.1.2.	PRESENTACIÓN DE DESCRIPTIVOS DE LA HIPÓTESIS GENERAL ...	85
4.1.1.3.	CONTRASTACIÓN DE LA NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD.....	86
4.1.1.4.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	89
4.1.2.	RESULTADOS DE LA PRIMERA ESPECÍFICA	90
4.1.2.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	90
4.1.2.2.	PRESENTACIÓN DE DESCRIPTIVOS.....	91
4.1.2.3.	CONTRASTACIÓN DE LA NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD.....	93
4.1.2.4.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	95
4.1.3.	RESULTADOS DE LA SEGUNDA ESPECÍFICA	96
4.1.3.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	96
4.1.3.2.	PRESENTACIÓN DE DESCRIPTIVOS.....	97
4.1.3.3.	CONTRASTACIÓN DE LA NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD.....	99
4.1.3.4.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	101
4.1.4.	RESULTADOS DE LA TERCERA ESPECÍFICA.....	102
4.1.4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	102
4.1.4.2.	PRESENTACIÓN DE DESCRIPTIVOS.....	103
4.1.4.3.	CONTRASTACIÓN DE LA NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD.....	104
4.1.4.4.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	106
4.2.	TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS.....	108
4.2.1.	INTERACCIÓN DE VARIABLES	108
4.3.	DISCUSIONES.....	113
4.3.1.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA PRIMERA ESPECÍFICA.....	113
4.3.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA SEGUNDA ESPECÍFICA	114
4.3.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA TERCERA ESPECÍFICA	115
4.3.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA GENERAL	116

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES	119
5.2.	RECOMENDACIONES.....	120
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
	ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cálculo de muestras de resistencia a la abrasión</i>	41
Tabla 2. <i>Cálculo de muestras de resistencia al lavado</i>	41
Tabla 3. <i>Cálculo de muestras de la prueba antibacteriana</i>	42
Tabla 4. <i>Esquema del diseño de investigación</i>	48
Tabla 5. <i>Matriz factorial para la determinación de niveles</i>	49
Tabla 6. <i>Matriz de codificación para el diseño factorial 2*2</i>	49
Tabla 7. <i>Resumen de resultados</i>	56
Tabla 8. <i>Resumen de los datos generales</i>	85
Tabla 9. <i>Resumen de descriptivos de la general</i>	86
Tabla 10. <i>Normalidad de la hipótesis general</i>	87
Tabla 11. <i>Homogeneidad de varianza de la general</i>	88
Tabla 12. <i>Prueba de hipótesis general Kruskal Wallis</i>	89
Tabla 13. <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis</i>	90
Tabla 14. <i>Datos de la prueba de abrasión</i>	91
Tabla 15. <i>Resumen de datos descriptivos</i>	92
Tabla 16. <i>Prueba de normalidad de la primera específica</i>	93
Tabla 17. <i>Prueba de Levene de la primera específica</i>	94
Tabla 18. <i>Prueba de ANOVA de la primera específica</i>	96
Tabla 19. <i>Resultados de la prueba de lavado</i>	97
Tabla 20. <i>Resumen descriptivo de la prueba de lavado</i>	98
Tabla 21. <i>Prueba de normalidad de la segunda específica</i>	99
Tabla 22. <i>Homogeneidad de la segunda específica</i>	100
Tabla 23. <i>Prueba de ANOVA de la segunda específica</i>	101
Tabla 24. <i>Presentación de los datos para la prueba antibacterial</i>	102
Tabla 25. <i>Resúmenes de descriptivos de la tercera específica</i>	103
Tabla 26. <i>Prueba de normalidad de la tercera específica</i>	105
Tabla 27. <i>Homogeneidad de la tercera específica</i>	106
Tabla 28. <i>Prueba de ANOVA de la tercera específica</i>	107
Tabla 29. <i>Resumen de resultados</i>	108
Tabla 30. <i>Resumen de discusión de resultados</i>	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura interna de la lana.	20
Figura 2. Estructura química de la lana.	21
Figura 3. Proceso de Fieltramiento.....	23
Figura 4. Estructura del mentol	25
Figura 5. Estructura del alcanfor	26
Figura 6. Estructura química del eucalipto	28
Figura 7. Impregnación de aceite en el fieltro	29
Figura 8. Procedimiento de la prueba de abrasión.....	31
Figura 9. Procedimiento de prueba de lavado	33
Figura 10. Diagrama diseño de investigación.....	47
Figura 11. Esquema del proceso de lavado	57
Figura 12. Curva de lavado.....	58
Figura 13. Esquema del proceso de cardado	59
Figura 14. Esquema de la elaboración de fieltro	60
Figura 15. Proceso de elaboración de las plantillas ecológicas.....	61
Figura 16. Esquema del proceso de encapsulado	68
Figura 17. Curva de Encapsulado.....	69
Figura 18. Esquema de la prueba de abrasión	70
Figura 19. Ejecución de la prueba de la abrasión	70
Figura 20. Esquema de la prueba de lavado	73
Figura 21. Ejecución de la prueba de lavado.....	73
Figura 22. Esquema de las etapas de la prueba antibacterial.....	76
Figura 23. Esquema de la primera etapa de la prueba antibacterial.	78
Figura 24. Proceso de hisopado.....	78
Figura 25. Esquema de la segunda etapa de la prueba antibacterial.....	79
Figura 26. Cultivo de patógenos microbianos	80
Figura 27. Esquema de la tercera etapa de la prueba antibacterial.....	81
Figura 28. Presentación de resultados	81
Figura 29. Interacción de factores en base a abrasión	109
Figura 30. Interacción de factores de lavado.....	110
Figura 31. Interacción de factores de antibacterial.....	111
Figura 32. Prueba de Kruskall Wallis.....	112

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1.</i> Matriz de consistencia.....	128
<i>Anexo 2.</i> Ficha de recolección de datos de la abrasión	129
<i>Anexo 3.</i> Ficha de recolección de datos de la prueba de lavado	130
<i>Anexo 4.</i> Ficha de recolección de datos antibacteriana	131
<i>Anexo 5.</i> Fotos del proceso de cardado	132
<i>Anexo 6.</i> Fotos del proceso de afieltramiento	133
<i>Anexo 7.</i> Operacionalización de Variables.....	135
<i>Anexo 8.</i> Ficha de Juicio de Expertos.....	136

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo obtener plantillas ecológicas para calzado casual a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto evaluando su viabilidad técnica en Juliaca. El tipo de investigación es experimental y enfoque cuantitativo, realizado en los laboratorios de Universidad Nacional de Juliaca de la carrera de Ingeniería Textil y de Confecciones. Se evaluaron cuatro tratamientos experimentales variando concentración de aceite de esencial de eucalipto (50% y 30%) y dosificaciones de glicerina (22g/500ml y 18g/500ml) para determinar su influencia en la resistencia a la abrasión, resistencia al lavado y actividad antimicrobiana. Los resultados demostraron que el tercer tratamiento (glicerina 22g/500ml y aceite al 30%) presento la mayor efectividad en la actividad antimicrobiana, mientras que el cuarto tratamiento destaco en la mejora de la resistencia a la abrasión del fieltro se concluye que la formulación basada en componentes naturales permite obtener plantillas funcionales, estables y con propiedades desodorantes, ofreciendo una alternativa sostenible para la industria del calzado local.

Palabras clave: Calzado casual, eucalipto, lana, plantillas y fieltro.

ABSTRACT

The objective of the present project was to obtain ecological insoles for casual footwear from natural wool felts and eucalyptus essential oil, evaluating their technical viability in Juliaca. The type of research was experimental with a quantitative approach, carried out in the laboratories of the National University of Juliaca within the Textile Engineering and Clothing career. Four experimental treatments were evaluated, varying the concentration of eucalyptus essential oil (50% and 30%) and glycerin dosages (22g/500ml and 18g/500ml) to determine their influence on abrasion resistance, wash resistance, and antimicrobial activity. The results demonstrated that the third treatment (22g/500ml glycerin and 30% oil) presented the greatest effectiveness in antimicrobial activity, while the fourth treatment stood out in improving the abrasion resistance of the felt. It is concluded that the formulation based on natural components allows for the obtainment of functional, stable insoles with deodorizing properties, offering a sustainable alternative for the local footwear industry.

Keywords: Casual footwear, eucalyptus, wool, insoles, and felt.

INTRODUCCIÓN

La lana de oveja constituye un recurso natural de gran cantidad en el Perú, especialmente en la zona de los andes, donde su crianza forma parte de la tradición y sustento económico de numerosas familias así que trabajan de manera frecuente en este material, además de su origen renovable y biodegradable, posee propiedades valiosas como la regulación térmica, la absorción de humedad, la durabilidad y es biodegradable (Animal Frontiers, 2021).

No obstante, a pesar de estas cualidades, en el contexto peruano la lana de oveja sigue siendo un recurso subvalorado. Su precio en el mercado local no refleja sus atributos, lo que repercute directamente en los ingresos de los pequeños productores y limita su participación en cadenas de valor que priorizan fibras industriales o productos importados de bajo costo (Ministerio de la Producción, 2022). A ello se suma la escasa innovación tecnológica y la débil articulación comercial, factores que ocasionan que gran parte de la producción se comercialice sin transformación, desaprovechando oportunidades en mercados internacionales donde la demanda de fibras naturales y sostenibles muestra un crecimiento sostenido (Quispe, 2021). Esta situación revela la necesidad de replantear su aprovechamiento, explorando alternativas que eleven su valor agregado y posicione al Perú en la vanguardia de la producción textil sostenible.

En este marco, la investigación se justifica por su aporte económico, social y ambiental. Desde una perspectiva productiva, contribuye a mejorar los ingresos de los ganaderos alto andinos mediante la diversificación basada en innovación textil (Ecocitex, 2024). De esta manera, el estudio pretende demostrar que la aplicación de fibras proteicas combinadas con esencias naturales no solo revaloriza recursos locales, sino que responde a la creciente demanda de textiles sostenibles y terapéuticos en el mercado global.

En cuanto a la estructura del presente documento, el Capítulo I desarrolla la formulación del problema, el planteamiento general y los objetivos específicos de la investigación. El Capítulo II expone los antecedentes más relevantes y los conceptos básicos que fundamentan el estudio. El Capítulo III presenta la hipótesis, el procedimiento de elaboración y la metodología aplicada. El Capítulo IV se enfoca en la presentación de resultados, su análisis, significado y discusión. Finalmente, el Capítulo V recoge las conclusiones y recomendaciones, destacando los principales aportes del trabajo y posibles líneas de investigaciones futura

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú, la lana de oveja representa un recurso natural de gran disponibilidad, particularmente en las zonas alto andinas, donde la crianza ovina constituye parte esencial de la economía rural y de la tradición textil artesanal. Sin embargo, a pesar de sus propiedades físicas y su carácter ecológico, este insumo continúa siendo subvalorado en el mercado local. El bajo precio con el que se comercializa no refleja sus atributos, lo que limita la generación de ingresos justos para los pequeños productores (PRODUCE, 2022). A nivel internacional, en contraste, la industria textil muestra un crecimiento sostenido en la demanda de fibras naturales, sostenibles y funcionales, lo que revela una brecha significativa entre el potencial de este recurso y su aprovechamiento real en el contexto peruano (Mordor, 2024).

El problema central radica en la baja valorización de la lana de oveja en el mercado nacional. Aunque existe una cadena productiva que incluye actividades desde la esquila hasta la manufactura, la ausencia de innovación tecnológica y la mínima articulación comercial restringen su aprovechamiento sostenible y su competitividad frente a fibras industriales y productos importados de bajo costo (Quispe, 2021). Este escenario genera que los productores ovinos permanezcan al margen de los circuitos de mayor valor agregado, desaprovechando el auge global de textiles naturales.

La subvaloración de la lana se refleja en varios aspectos: precios reducidos de comercialización, limitada diversificación de productos y baja inserción en mercados

especializados. Además, gran parte de la fibra se comercializa en estado bruto, sin transformación, lo que disminuye su competitividad en cadenas de valor internacionales. En contraste, investigaciones recientes han evidenciado que la lana posee propiedades de regulación térmica, absorción de humedad, durabilidad y biodegradable (Animal Frontiers, 2021). Incluso, al combinarse con tratamientos naturales como la esencia de eucalipto, adquiere valor agregado mediante características antimicrobianas y aromáticas, que la vuelven atractiva para aplicaciones textiles terapéuticas y ecológicas (Martínez, González, & Kudligi, 2020).

Este problema afecta directamente a los pequeños productores de las zonas alejadas del Perú, quienes, debido a la falta de innovación, tecnología y canales de comercialización eficientes, no logran insertarse en mercados de mayor valor. Temporalmente, la problemática se mantiene vigente en los últimos años, pese al crecimiento del interés mundial por fibras naturales donde la investigación se centra en explorar la revalorización de la lana de oveja mediante su aplicación en productos textiles funcionales y sostenibles, considerando la sinergia con esencias naturales biodegradables como el eucalipto (Lampoon Magazine, & Deepwear, 2025).

Atender esta situación resulta prioritario por su impacto económico, social y ambiental. En el ámbito económico y social, una adecuada valorización de la lana permitiría mejorar los ingresos de los ganaderos mediante productos innovadores y diversificados (Ecocitex, 2024). En el plano ambiental, su uso junto con materias primas como el eucalipto contribuye a reducir la huella de carbono de la industria textil, uno de los sectores más contaminantes a nivel mundial (Labregando, 2023). No resolver esta problemática implica mantener la dependencia de mercados limitados, desaprovechar oportunidades de exportación y perpetuar la exclusión de los productores locales en la cadena de valor global.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El campo temático de la elaboración de plantillas para calzado que son generados a partir de sustratos proteicos como la lana de oveja se enmarca en la búsqueda de alternativas sostenibles frente a la hegemonía de fibras sintéticas derivadas del petróleo, responsables de gran parte de la contaminación ambiental y la generación de micro plásticos en ecosistemas acuáticos (Padial, 2023). La lana, a diferencia de los polímeros sintéticos, es biodegradable, renovable y cuenta con propiedades funcionales como la regulación térmica y la absorción de humedad, lo que la convierte en un insumo idóneo para el desarrollo de productos ecológicos y de confort. (Cortez, Ortega, Sevilla, & Chaglla, 2023).

Este tipo de innovación textil contribuye directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, en especial al ODS 12 que trata de la producción y consumo responsables, al fomentar materiales de bajo impacto ambiental; al ODS 9 industria, innovación e infraestructura, al promover procesos tecnológicos que valoricen recursos locales y al ODS 13 acción por el clima, al reducir la huella de carbono mediante la sustitución de fibras sintéticas por fibras naturales y biodegradables.

La búsqueda de alternativas sostenibles en el sector del calzado ha motivado investigaciones en diversos países sobre el uso de sustratos textiles de origen proteico para la elaboración de plantillas. En España, (Martínez López, 2019) desarrollaron plantillas a partir de lana merina procesada mediante técnicas de fieltro húmedo, demostrando propiedades de transpirabilidad y confort térmico superiores a las de plantillas sintéticas convencionales. En México, (Hernández, 2020) estudiaron el uso de fibras de seda residual como refuerzo en plantillas biodegradables, obteniendo resultados favorables en resistencia mecánica y reducción de la huella ambiental. De igual manera,

en Italia, (Rossi Bianchi, 2021) aplicaron fibras de queratina procedentes de residuos de la industria avícola en combinación con colágeno bovino, logrando plantillas ecológicas con adecuada flexibilidad y absorción de humedad. Estas investigaciones evidencian que los sustratos proteicos representan una alternativa viable para la producción de plantillas sostenibles y funcionales en la industria del calzado.

En el Perú, la lana de ovino constituye un recurso natural con potencial de aprovechamiento en la industria textil; sin embargo, gran parte de su producción es subvalorada y desperdiciada por lo cual se presenta por debajo del precio de comercialización en los mercados locales, que no refleja sus propiedades físicas ni su potencial ecológico, provoca que los pequeños ganaderos enfrenten pérdidas económicas en lugar de obtener ganancias (Ministerio de la Producción PRODUCE, 2022). A ello se suma la limitada innovación tecnológica y la falta de articulación comercial, factores que impiden transformar la fibra en productos de mayor valor agregado y competitividad (Quispe, 2021). Esta situación genera que la lana se destine principalmente a usos domésticos de baja escala o, en muchos casos, sea descartada, desaprovechando un insumo que podría contribuir tanto a la diversificación productiva como al desarrollo sostenible de las comunidades locales.

En la ciudad de Juliaca, la comercialización de lana de ovino refleja una problemática persistente: su bajo precio en el mercado y la carencia de un tratamiento adecuado convierten a esta fibra en un insumo subvalorado, generando mayores pérdidas que beneficios para los productores locales. (PRODUCE, 2022) La ausencia de inversión tecnológica en su procesamiento limita las posibilidades de diversificación productiva y revalorización económica. A ello se suma que, en el sector del calzado, las plantillas sintéticas continúan predominando a pesar de ser altamente contaminantes en su ciclo de vida y de favorecer la proliferación de hongos y bacterias por la falta de transpirabilidad,

lo que repercute tanto en el medio ambiente como en la salud de los consumidores (Lampoon Magazine, 2024). Ante esta situación, se hace necesario explorar alternativas sostenibles, como el aprovechamiento de la lana de oveja para la elaboración de plantillas ecológicas, que promuevan tanto la economía local como el bienestar del usuario.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad de la obtención de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025?
- ¿Cuál es la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Obtener plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025.
- Determinar la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025.
- Analizar la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) para calzado casual, Juliaca-2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Justificación general

La presente investigación se justifica en la necesidad de revalorizar la lana de oveja, un recurso abundante pero poco aprovechado en el contexto local, a través de la elaboración de plantillas ecológicas mediante la técnica de fieltro húmedo combinada con aceite esencial de eucalipto. Esta propuesta busca responder al problema de la baja valorización de la lana ovina en Juliaca, cuyo bajo costo y limitada transformación impiden a los productores obtener beneficios sostenibles (PRODUCE, 2022).

La incorporación de esencia de eucalipto aporta propiedades antibacterianas y aromáticas, lo que permite obtener plantillas con mayor higiene, confort y durabilidad, frente a las sintéticas que suelen favorecer la proliferación de hongos y bacterias (Martínez, González & Kudligi, 2020). A través de la ejecución de este producto innovador se logrará no solo reducir el impacto ambiental de la industria del calzado, sino también diversificar el uso de fibras proteicas biodegradables también se obtendrán los beneficiarios directos serán los productores de lana, que podrán acceder a nuevos

nichos de mercado con valor agregado, así como los consumidores, quienes dispondrán de un calzado más saludable y sostenible (Animal Frontiers, 2021).

1.4.2. Justificación Económica

Desde la perspectiva económica, el desarrollo de plantillas ecológicas elaboradas con fieltros naturales de lana y aceite de eucalipto se fundamenta en los principios de la economía circular y la creación de valor compartido. La (Ellen MacArthur & Foundation, 2013) establece que la transición hacia modelos circulares permite valorizar recursos locales sub aprovechados, reducir costos asociados a materias primas vírgenes e incrementar la resiliencia de las cadenas productivas frente a la volatilidad de insumos importados. En el contexto peruano, el (Ministerio de la Producción, 2019) evidencia que la lana de ovino y alpaca posee un costo de adquisición entre 30% y 40% inferior al poliuretano y EVA, materiales predominantes en la industria del calzado casual, lo que representa una ventaja competitiva en costos de producción.

Asimismo, la literatura sobre marketing sostenible señala que los atributos ecológicos y funcionales constituyen una fuente de diferenciación económica (Ottman, 2011) demuestra que los consumidores del segmento eco-consciente están dispuestos a pagar una prima de precio de 15% a 30% por productos que incorporan beneficios ambientales y de salud, como las propiedades antibacterianas del eucalipto. Este sobreprecio permite mejorar el margen de contribución y posicionar el producto en nichos de mayor valor.

Complementariamente, (Porter & Kramer, 2011) desarrollan el concepto de valor compartido, bajo el cual las empresas generan rentabilidad al mismo tiempo que resuelven problemas sociales. La articulación de la cadena de valor con productores alpaqueros de la sierra peruana no solo optimiza la estructura de costos mediante el abastecimiento local, sino que también dinamiza economías rurales y reduce externalidades negativas asociadas al transporte de insumos. De esta manera, la propuesta se alinea con estrategias

empresariales que integran eficiencia económica, sostenibilidad ambiental e impacto social, sustentando su viabilidad teórica y práctica.

1.4.3. Justificación metodológica

La presente investigación se justifica metodológicamente en tanto se desarrollará bajo un enfoque experimental de tipo deductivo, el cual permite comprobar hipótesis mediante la manipulación controlada de variables y la observación sistemática de sus efectos. El estudio se llevará a cabo aplicando una técnica observacional dentro de un diseño experimental puro ya que se busca establecer la relación causal entre la impregnación de aceite esencial de eucalipto en fieltro de lana de oveja y sus propiedades antibacterianas. El uso de herramientas estadísticas permitirá analizar los datos de manera objetiva, identificando diferencias significativas entre los grupos de prueba y control, garantizando así la validez científica de los resultados. Según (Hernández Fernández & Baptista, 2014), la metodología experimental proporciona un marco riguroso que permite no solo describir, sino también explicar y predecir fenómenos en el ámbito aplicado de la investigación, lo cual respalda la pertinencia del presente estudio.

1.4.4. Justificación ambiental

La investigación también se sustenta en su aporte ambiental, ya que busca aprovechar la lana de oveja, un recurso subutilizado y frecuentemente desechado, para la elaboración de plantillas ecológicas mediante la técnica de afieltrado húmedo con adición de aceite esencial de eucalipto. Este enfoque contribuye a reducir el impacto negativo generado por las plantillas sintéticas, las cuales, debido a su naturaleza plástica, tardan en degradarse y liberan contaminantes que afectan al suelo y al agua. Asimismo, la valorización de la lana ovina promueve prácticas sostenibles y se alinea con la necesidad de impulsar la economía circular mediante el reciclaje y la transformación de

residuos en productos de valor agregado. Según (Naciones Unidas, 2019), el aprovechamiento de materiales renovables y biodegradables en la industria textil constituye una alternativa viable para disminuir la contaminación y fomentar un desarrollo más sostenible.

1.4.5. Justificación social

La presente investigación también se justifica desde una perspectiva social, dado que la elaboración de plantillas con fieltro de lana de oveja y aceite esencial de eucalipto permitirá generar un producto ecológico, accesible y con propiedades antibacterianas que benefician directamente a la salud de los consumidores al reducir la proliferación de hongos y bacterias comunes en el calzado. Asimismo, su implementación promoverá una mayor valorización de la lana ovina en comunidades altoandinas como Juliaca, mejorando las oportunidades de empleo y fortaleciendo las actividades artesanales locales. De este modo, se contribuye a dinamizar la economía de pequeños productores y artesanos, quienes generalmente se ven relegados por el bajo precio de la lana en el mercado tradicional (Ministerio de la Producción PRODUCE, 2022).

1.5. FORMULACION DE HIPOTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La obtención de plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) permite alcanzar una calidad adecuada para el calzado casual Juliaca -2025.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La evaluación de la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una resistencia significativa para el calzado casual, Juliaca-2025.

- El análisis de la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una durabilidad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025.
- El estudio de la calidad en la capacidad de la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una efectividad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Escobar (2020), desarrolló la investigación titulada “*Uso de la fibra natural de la lana en la agroecología, propiedades y beneficios para los agro sistemas*”, cuyo objetivo general fue determinar la funcionalidad de la fibra natural de lana en productos beneficiosos para los agro sistemas, destacando su utilidad para la agroindustria. La metodología empleada fue de carácter simple, utilizando la técnica de observación para identificar los diversos usos de la lana en forma de hilo, tops, mechas y fieltros. Los resultados mostraron que el 70 % de los productos utilizados en la industria eran hilos, el 20 % tops, el 7 % mechas y apenas el 3 % correspondían a fieltros, se ve que en ese 3% los fieltros que se elaboran muestran tener una buena resistencia en elongación, abrasión y tracción. donde en las pruebas de abrasión donde se dio un 2.5% en la pérdida del peso durante la prueba de la abrasión de y en la elongación existió una variación de elasticidad de un 10% siendo muy flexible a diferencia de la prueba de ruptura que el quiebre es inmediato en un 100%. En conclusión, los fieltros representan solo el 3 % de los productos industriales, muestran buena resistencia a la abrasión y elongación, con mínima pérdida de peso (2.5 %) y alta flexibilidad (10 % de variación). No obstante, presentan quiebre inmediato ante esfuerzos extremos, evidenciando limitaciones en su resistencia máxima.

Parra (2022), en su tesis “*Desarrollo de un género textil no tejido de celulosa vegetal*

con para productos indumentarios”, planteó como objetivo general desarrollar un material textil no tejido a base de celulosa vegetal para su aplicación en productos de indumentaria. Se empleó una metodología mixta con enfoque experimental, utilizando la técnica de design thinking y datos cuantitativos recolectados mediante un muestreo no probabilístico. Los resultados obtenidos a través de pruebas de tracción mostraron que el fieltro celulósico alcanzó una resistencia media del 80 % con un promedio de 6.08 N/mm², lo que sugiere su viabilidad para el desarrollo de indumentarias. La investigación concluyó que es posible utilizar la celulosa vegetal como materia prima para elaborar fieltros aplicables a la industria textil, a pesar de su baja tracción, permitiendo su inclusión en productos textiles innovadores.

Chamorro, Esparza y Jaramillo (2024), en su artículo “*científico titulado Análisis de la resistencia a la tracción y elongación del no tejido de lana de oveja para elaborar sombreros de fieltro*”, tuvieron como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de resistencia, tracción y elongación del fieltro de lana de oveja destinado a la elaboración de sombreros. Se aplicó una metodología cuantitativa y experimental utilizando design thinking, tomando como variables independientes la temperatura y fricción en el proceso húmedo, y como dependiente la resistencia del material. Los resultados mostraron una elongación del 58.27 %, tracción de 335.846 N/mm y resistencia a la abrasión de 219.51mg en pérdida de masa, comparables al poliéster, aunque la resistencia al desgarro fue baja. Se concluyó que la lana es un material adecuado para fieltros debido a su excelente desempeño en tracción y elongación, aunque se recomienda el uso de aditivos como grenetina para mejorar su resistencia a la abrasión y ampliar su aplicabilidad en la industria textil.

Oltra (2024), en su tesis titulada “*Protocolo de actuación en pie diabético: aplicación de descargas con fieltro adhesivo para la disminución de las presiones plantares*”, tuvo

como objetivo evaluar la eficacia del uso de fieltros adhesivos como método de descarga plantar en pacientes con pie diabético. La metodología fue cuantitativa, con carácter experimental, aplicando un protocolo biomecánico en plataformas de presión y sistemas de humectabilidad. Los análisis realizados evidenciaron que el fieltro obtenido mediante la técnica aplicada alcanzó una resistencia a la ruptura del 86 %, manteniendo su estructura sin presentar quiebres inmediatos. En las pruebas funcionales se observó una reducción efectiva de las presiones plantares, confirmando su capacidad de amortiguación. Durante el proceso de lavado, con una relación baño de 1:60, el material mostró una estabilidad del 99.67 %, registrándose únicamente una variación mínima de peso en el primer ciclo, sin deformaciones ni alteraciones en su forma original. Se concluye que el fieltro con adhesivo, aplicado mediante la técnica evaluada, demostró alta resistencia a la ruptura (86 %) sin quiebres inmediatos, manteniendo la integridad de la muestra. Además, evidenció eficacia en la reducción de presiones plantares y estabilidad durante el lavado, con mínima variación de peso (0.33 %) en la primera aplicación, validando su idoneidad para su uso en la industria médica donde se sugieren que el fieltro es un material confiable y duradero, capaz de soportar esfuerzos mecánicos y procesos de lavado sin deformarse, lo que garantiza seguridad y funcionalidad en aplicaciones médicas, especialmente en productos que requieren soporte y absorción de presión.

Velazco (2020), en su tesis *“Desarrollo de fieltro artesanal a partir de lana de oveja: propiedades físicas y aplicaciones”*, planteó como objetivo evaluar el proceso de elaboración de fieltros utilizando fibras de vicuña, con la finalidad de mejorar la calidad de productos artesanales y fomentar el desarrollo económico de las comunidades. Se realizaron pruebas con diferentes tipos de fibras aplicando técnicas de fieltro húmedo y seco, y se recogieron datos cuantitativos mediante ensayos de abrasión. Los resultados

mostraron que los fieltros de vicuña tuvieron un resultado de 0.32g como media de pérdida masa en la prueba de lavado y el presentaban mayor resistencia que el algodón con una media de pérdida de masa de 0.59g, con gran suavidad y calidad; además, la técnica de fieltro húmedo resultó más eficiente. Se concluyó que el uso de fibra de vicuña en la elaboración de fieltros tiene alto potencial para generar ingresos sostenibles en comunidades andinas y comercializar productos de lujo en mercados nacionales e internacionales.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Quispe (2021), en su tesis “*Comparación de las propiedades del fieltro elaborado con fibras de alpaca y ovino*”, tuvo como objetivo comparar las características físicas del fieltro hecho con fibras de alpaca y lana de oveja, considerando sus diferencias fisicoquímicas. La metodología fue experimental, evaluando muestras obtenidas mediante fieltro manual y semiautomático, en las cuales se evaluaron valores tales como la suavidad, la firmeza, la elasticidad y la longevidad. Los resultados indicaron que el fieltro de alpaca presentó mayor suavidad y mejores propiedades térmicas donde se notó que el tiempo de pérdida de tiempo es mayor con 60 min, y se muestra una mejor retención del adhesivo de almidón sin una variación en los pesos iniciales con el final con una variación de 0.3% mientras que el de oveja fue más resistente conforme a la ruptura de un 86% bastante bueno y económico. Se concluyó que el fieltro de alpaca es ideal para textiles finos o de lujo debido a su confort, mientras que el de oveja, más robusto y económico, es más adecuado para productos artesanales de uso general.

Martínez y González (2020), en la investigación titulada “*Aplicación del fieltro de lana en productos textiles en prendas comerciales de la región de Cusco-2020*” se planteó como objetivo general analizar las propiedades del fieltro de lana como material sostenible para productos textiles y evaluar la eficacia en la aplicación fibras textiles,

con el fin de promover alternativas ecológicas y funcionales en la industria. Para ello, se empleó una metodología se efectuó un análisis comparativo de las propiedades del fieltro frente a materiales sintéticos, considerando su absorbencia y durabilidad, Los resultados evidenciaron que el fieltro de lana ofrece ventajas como regulación térmica, amortiguación natural y biodegradabilidad siendo aplicado en plantillas para calzado médico, deportivo y laboral por su resistencia a la humedad donde la adsorción de fluidos era muy buena siendo de un rango 5 ; Se concluyó que el fieltro de lana representa una alternativa viable y sostenible para productos textiles recomendándose ampliar los estudios sobre la durabilidad del aroma y el escalado industrial.

Quispe y Mendoza (2023), en la investigación titulada “*Aplicación del fieltro de lana en la industria textil peruana: Tradición, innovación y sostenibilidad en Ayacucho-2023*”, se planteó como objetivo general explorar el uso del fieltro de lana en la industria textil peruana, destacando su relevancia cultural, las técnicas de producción ancestrales y sus aplicaciones modernas; La metodología empleada consistió en una revisión documental así como estudios académicos sobre textiles andinos, enfocándose en proyectos de innovación con fieltro desarrollados entre 2018 y 2023; también se realizaron entrevistas virtuales a artesanas de comunidades altoandinas de Ayacucho para conocer las técnicas tradicionales de fieltrado, y se analizaron casos de empresas peruanas que integran el fieltro en productos de moda y diseño funcional. Los resultados revelaron que el fieltro de lana es elaborado manualmente mediante métodos ancestrales que combinan humedad, presión y calor utilizando fibras de alpaca y oveja que ofrecen propiedades como la termorregulación y la resistencia en cuanto a las aplicaciones modernas sin la pérdida de su propiedad de absorción que era de un grado 4, se evidenció su presencia en la moda sostenible a través de accesorios y prendas urbanas y en el diseño funcional, con aislantes térmicos para la construcción y empaques ecológicos por

otro lado se reportó un incremento del 15 % en las exportaciones de fieltro artesanal entre 2021 y 2022.

2.1.3. Antecedentes regionales

Ilaquijo y Luque (2023), en la investigación titulada “*Estudio de la viabilidad de productos de fieltro de fibras proteicas y elaboración de productos textiles en Puno-2023*” como objetivo analizar el proceso de afieltrado de fibras proteicas como alpaca y oveja en la región de Puno, La metodología empleada tuvo un enfoque cualitativo que incluyó la revisión de estudios etnográficos y reportes del Ministerio de Cultura sobre técnicas textiles en Puno, entrevistas semiestructuradas a maestras artesanas de comunidades como Taquile, Llachón y Chucuito durante el año 2023, y trabajo de campo basado en la observación participante en talleres de afieltrado tradicional. También se analizaron casos exitosos de cooperativas que comercializan productos de fieltro, Entre los resultados obtenidos se identificó que las materias primas más utilizadas son las fibras proteicas de alpaca por su suavidad y capacidad térmica y de oveja por su resistencia y versatilidad y que las técnicas tradicionales de afieltrado consisten en la aplicación de humedad, calor y presión mecánica, ya sea con rodillos o manualmente, para compactar las fibras sin necesidad de costuras y los productos elaborados abarcan desde textiles tradicionales como ponchos, chalinas y gorros típicos de las islas del Titicaca, hasta innovaciones como alfombras aislantes, carteras modernas y revestimientos para mobiliario con diseños contemporáneos con un impacto socioeconómico es significativo, dado que el 60 % de las artesanas de Puno dependen económicamente de esta actividad (MINCETUR, 2023), y se ha evidenciado una creciente comercialización en ferias nacionales como “Ruraq Maki” y exportaciones dirigidas a nichos de moda sostenible en Europa. Se concluye que el afieltrado en Puno constituye un saber ancestral vivo con gran potencial para dinamizar la economía local

mediante modelos de comercio justo, y que la fibra de alpaca fieltada posee ventajas competitivas que pueden posicionarla en mercados de lujo donde se observó que una de las pruebas antibacterianas son de unos 18 mm de halo protector con la glicerina y alcohol, por lo que se recomienda promover la capacitación en diseño contemporáneo para las artesanas y gestionar una certificación de denominación de origen que proteja y valore las técnicas propias de esta región.

Condori y Mamani (2023), Este estudio titulado “*Evaluación la rentabilidad económica de las fibras de camélidos sudamericanos (alpaca, llama y vicuña) producidas en Puno*”, muestra como objetivo general analizar la cadena de valor, mercados de exportación y potencial para el desarrollo sostenible. La metodología incluyó análisis documental de estadísticas y casos exitosos, trabajo de campo con encuestas a productores y entrevistas a exportadores, y un análisis económico de precios y márgenes de ganancia. Los resultados revelan que la alpaca constituye el 80% de la producción regional, siendo la fibra más fina y cotizada, mientras que la vicuña es la más exclusiva, y la llama muestra un uso emergente. En cuanto a mercados internacionales, Italia, China y EE.UU. son los principales compradores, con precios que varían significativamente entre la materia prima sin procesar y los productos con valor agregado, como chalinas de baby alpaca o trajes de vicuña. En términos de rentabilidad, las cooperativas que exportan directamente obtienen ganancias sustancialmente mayores, pero, persisten desafíos como la escasa tecnificación en el procesamiento local (el 85% se exporta como fibra cruda) y la competencia con otras fibras donde se piden requerimientos incluso antibacterial, es sin ninguna resistencia a los microorganismos como las enterobacterias siendo muy mala. En conclusión, las fibras de camélidos de Puno poseen un alto potencial en mercados Premium, pero requieren mayor inversión en tecnología para el procesamiento local, obtención de certificaciones internacionales

y estrategias contra la caza furtiva de la vicuña.

Maldonado (2022), En su estudio *“Caracterización tecnológica de la fibra de ovino corriedale en las provincias del altiplano peruano”*, desarrollado en la Universidad Nacional del Altiplano (UNA-Puno), se propuso evaluar la finura y longitud de mecha de los rebaños locales. Su enfoque fue cuantitativo y transeccional, recolectando muestras en ferias ganaderas de la región, incluyendo las zonas circundantes a Juliaca. Los resultados indicaron que la lana corriedale de la zona posee un promedio de 28.4 micras de diámetro, catalogándola como una fibra de resistencia mecánica óptima para procesos de punzonado y afieltrado semiindustrial. *Este antecedente local aporta la justificación técnica de la elección de la materia prima, demostrando que la lana disponible en el mercado de Juliaca cuenta con los requisitos estructurales para el proyecto.*

Apaza (2024), en su tesis *“Estudio de la demanda y confort térmico en el calzado urbano en la ciudad de Juliaca”*, presentada localmente, tuvo como objetivo analizar los problemas de la salud plantar derivados del uso de plantillas sintéticas en climas de baja temperatura y alta oscilación térmica. A través de una metodología aplicada y encuestas a consumidores locales, concluyo que el 68% de los usuarios de calzado casual en Juliaca padece de enfriamiento podal o exceso de sudoración retenida (maceración) debido al uso de materiales plásticos como el EVA. *Este trabajo sirve como el diagnóstico de la problemática local de nuestra tesis, justificando plenamente la necesidad de introducir plantillas ecológicas e higroscópicas en Juliaca en el año 2025.*

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La lana de ovino

2.2.1.1. Definición y estructura morfológica

La lana es una fibra natural de naturaleza proteica que constituye el pelaje de cobertura de los animales ovinos (*Ovis aries*). Desde una perspectiva bioquímica, pertenece al grupo de las queratinas duras, caracterizándose por una alta concentración de aminoácidos azufrados, principalmente la cistina, los cuales se encuentran interconectados mediante puentes disulfuro que estabilizan su matriz molecular (Lock, 2012). Morfológicamente, la fibra de lana exhibe una estructura compleja y altamente organizada que se divide en tres regiones concéntricas diferenciadas:

- La cutícula: Es la capa externa compuesta por células planas y escamosas superpuestas de manera helicoidal. Estas escamas presentan sus bordes libres orientados hacia la punta de la fibra, lo que genera un coeficiente de fricción diferencial según la dirección del frotamiento (D'Arcy, 2007).
- La corteza o córtex: Constituye el cuerpo principal de la fibra (aproximadamente el 90% de la masa total) y está compuesta por células fusiformes ricas en macrofibrillas. El córtex se divide bilateralmente en ortocórtex y paracórtex, cuyas diferencias en la tasa de absorción de humedad inducen el rizado o crimp característico de la lana (Von Bergen, 2019).
- La médula: Es un canal central poroso o hueco presente de forma predominante en fibras gruesas o meduladas (pelo). Una alta presencia de médula reduce la calidad textil, disminuye la resistencia a la tracción y altera la afinidad tintórea de la materia prima (Lock, 2012).

- Aislamiento y conductividad térmica: La disposición tridimensional del rizado de las fibras retiene una gran cantidad de aire estático en el interior de la masa textil. Dado que el aire es un conductor térmico deficiente, la lana actúa como"

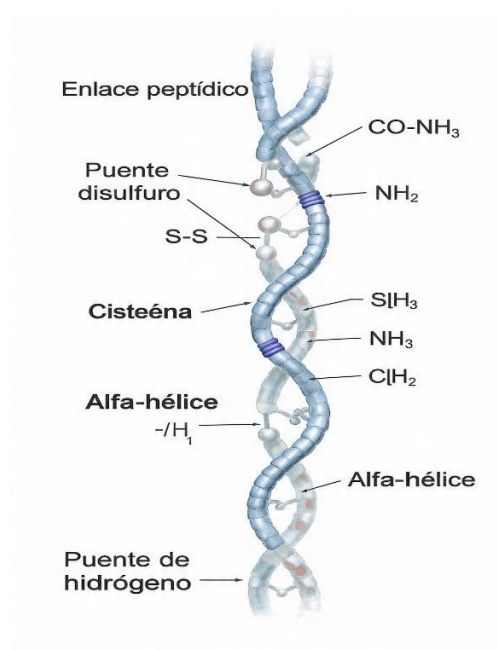


Figura 2. Estructura química de la lana.

FUENTE: Adot (2010).

2.2.1.3. Principales razas ovinas productoras de lana en la región puno

En la región alta de Puno, y específicamente en las zonas de acopio de Juliaca, la producción ovina está dominada por tres biotipos principales adaptados a las condiciones de altitud:

- Raza corriedale:** Es una raza de doble propósito (carne y lana) que predomina en las explotaciones tecnificadas y comunitarias de la región. Su lana es clasificada como de finura media (entre 24 y 31 micras), con un rizado bien definido y una longitud de mecha uniforme, siendo la materia prima estándar para la industria textil semiindustrial (Aliaga, 2015).
- Raza criolla:** Descendiente de los ovinos introducidos durante el periodo colonial, destaca por su elevada rusticidad y adaptación al ecosistema de puna

seca. Su vellón es heterogéneo, compuesto por una mezcla de fibras finas y fibras gruesas meduladas (mayor a 35 micras). Presenta un menor rendimiento al lavado, pero posee una alta resistencia mecánica ideal para procesos artesanales de fieltramiento (Aliaga, 2015).

- c) **Raza merino:** Aunque se encuentra en menor proporción poblacional en Puno en comparación con la Corriedale, es la raza de referencia para lanas ultrafinas (menores a 22 micras). Sus fibras presentan una alta densidad de rizado y suavidad excepcional; sin embargo, su menor longitud de mecha y costo elevado limitan su uso exclusivo para fieltros de aplicaciones de alta gama (Von Bergen, 2019).

2.2.2. El fieltro natural de lana

2.2.2.1. Definición de textiles no tejidos

Los textiles no tejidos se definen como estructuras laminares, tales como napas, redes o fieltros, producidas mediante el entrelazamiento de fibras a través de métodos mecánicos, químicos, térmicos o combinados, sin necesidad de recurrir a los procesos tradicionales de hilatura, urdido o tejeduría (Purushothama, 2016). El fieltro tradicional de lana se considera el textil no tejido más antiguo de la humanidad, cuya cohesión estructural depende enteramente de las propiedades intrínsecas de la fibra animal y no de un soporte o aglutinante sintético.

2.2.2.2. Proceso de fieltramiento

El fieltramiento o felting es un fenómeno físico e irreversible exclusivo de las fibras animales que poseen escamas cuticulares. Según explica Purushothama (2016), el mecanismo requiere la acción combinada de tres factores:

- **Humedad y calor:** El agua caliente actúa como un agente plastificante que expande la fibra y abre las escamas de la cutícula, reduciendo su rigidez torsional.

- Agente lubricante: Generalmente una solución alcalina (jabón o glicerina), que reduce la fricción inicial y facilita el deslizamiento relativo de las fibras.
- Acción mecánica (Agitación y compresión): Al someter la masa de fibras a un frotamiento continuo, las fibras se desplazan en la dirección de la raíz (debido al coeficiente de fricción diferencial). Las escamas actúan como un sistema de trinquete, permitiendo el avance en un solo sentido y provocando un enredo e interbloqueo tridimensional denso del cual las fibras ya no pueden separarse.

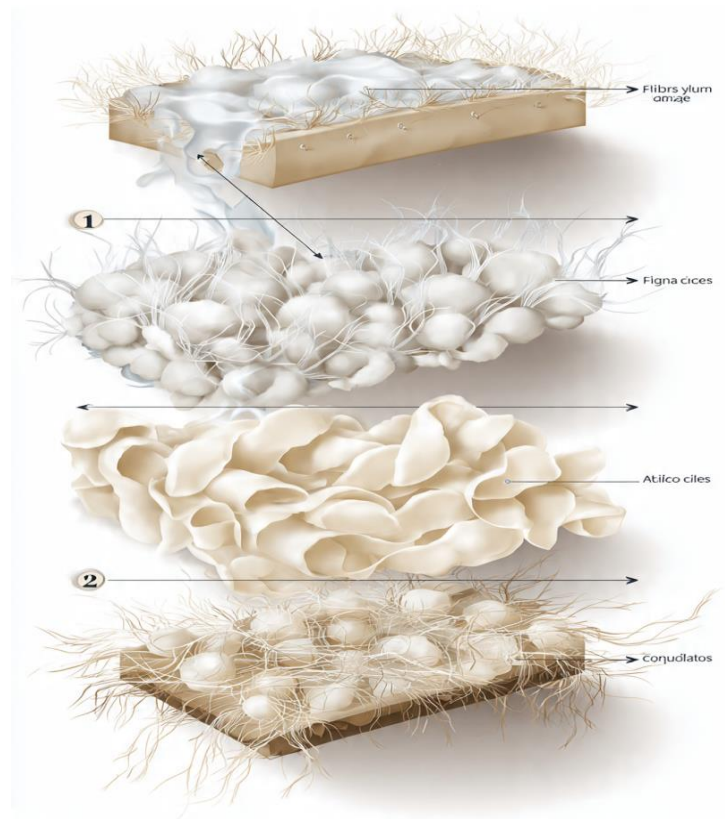


Figura 3. Proceso de Fieltramiento

FUENTE: Adot (2010).

2.2.2.3. Propiedades mecánicas del fieltro aplicadas en los calzados

Para su incorporación como elemento estructural en plantillas de calzado, el fieltro de lana ofrece un rendimiento mecánico óptimo:

- Absorción de impactos (Amortiguación): Debido a su estructura porosa

entrelazada tridimensionalmente, el fieltro posee una elevada resiliencia a la compresión masiva. Al recibir la carga del peso corporal durante la marcha, la estructura se comprime disipando la energía cinética y recupera su espesor original inmediatamente al levantar el pie, reduciendo la fatiga plantar (Purushothama, 2016).

- Porosidad y permeabilidad al aire: La naturaleza no tejida del fieltro genera una red capilar interconectada que permite el libre flujo de aire y vapor de agua, facilitando la desorción de la humedad acumulada en el interior del calzado.

2.2.3. El mentol

El mentol posee una amplia variedad de beneficios terapéuticos. Actúa como un potente calmante del dolor y, en dosis altas, puede llegar a producir efectos anestésicos. Cuenta con capacidad para combatir bacterias y gérmenes, siendo efectivo contra microorganismos como bacilos, estreptococos, estafilococos, candidas y salmonella. Además, contribuye a relajar los espasmos musculares, calmar el sistema digestivo, eliminar los gases intestinales, estimular la producción de bilis, reducir la inflamación, combatir el mal aliento y aliviar la tensión muscular. Asimismo, resulta útil para bajar la fiebre, despejar las vías respiratorias, facilitar la expulsión de mucosidades y fluidificar las secreciones bronquiales (Hanco Ramos, 2019).

Usos y beneficios

- a) Analgésico
- b) Combate la migraña o dolor de cabeza.
- c) Regula la temperatura del cuerpo
- d) Combate hematomas
- e) Descongestiona nasal y pulmonar
- f) Estimula los nervios

- g) Analgésico y antiprurítico
- h) Se usa en la elaboración de productos como dulces y confitería, cremas de afeitar, artículos de higiene bucal, fragancias y otras aplicaciones similares.

2.2.3.1. Propiedades físicas y químicas del mentol

El mentol, conocido químicamente como 2-isopropil-5-metilciclohexanol y con fórmula molecular $C_{10}H_{20}O$, se clasifica como un alcohol secundario de naturaleza saturada. Su forma natural, denominada l-mentol, se extrae de la esencia de diversas especies pertenecientes al género *Mentha*, siendo las más destacadas la *Mentha arvensis* y la menta piperita; también puede obtenerse de manera artificial mediante síntesis en su forma levógira o racémica. En cuanto a su solubilidad, se disuelve con gran dificultad en agua, mientras que se mezcla fácilmente con etanol al 96% y con petróleo ligero. Por otro lado, se integra sin problemas en aceites grasos y parafina líquida, aunque su disolución en glicerol resulta bastante limitada (Lawrence, 2013).

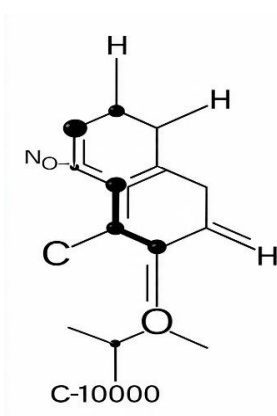


Figura 4. Estructura del mentol

FUENTE: Adaptado de National Center for
Biotechnology Information (2024)

2.2.4. El alcanfor

El alcanfor tiene varias propiedades como las siguientes: Analgésico, antidepresivo, antiséptico, antiespasmódico, cardíaco, carminativo, diurético, febrífugo, hipertensivo, insecticida, laxante, rubefaciente, estimulante, udorífico, vermífugo, vulnerario. Así como tienes múltiples beneficios en cantidades considerables es dañino, lo recomendado es en uso externo. (MAPFRE, 2021).

Usos y beneficios

- a) Calma los dolores abdominales.
- b) Ayuda a prevenir enfermedades como la varicela, la conjuntivitis.
- c) Mejora la circulación de la sangre.
- d) Calma problemas respiratorios. El aceite de alcanfor es bastante beneficioso para las afecciones del sistema respiratorio.
- e) Calma problemas reumáticos.

2.2.4.1. Propiedades físicas y químicas del alcanfor

El alcanfor está hecho de carbono, hidrógeno y oxígeno. La fórmula química del alcanfor es $C_{10}H_{16}O$. Es una cetona monoterpénica bicíclica no tiene color por naturaleza y es un sólido ceroso. Es altamente inflamable. Tiene un olor muy fuerte. El olor del alcanfor es similar al de una bola de naftalina. (Zhao, 2020).

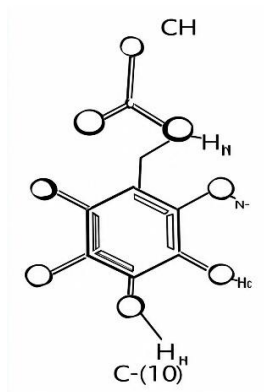


Figura 5. Estructura del alcanfor
FUENTE: Adaptado de National Center for
Biotechnology Information (2024).

2.2.5. El Eucalipto

El eucalipto llegó al Perú entre las décadas de 1860 y 1870, siendo originario de Australia. Su presencia se fue extendiendo de manera considerable en regiones como Junín, Cajamarca, Cuzco, Ancash, Apurímac, Huancavelica, entre otras, logrando adaptarse de forma notable en la zona andina del país. Su desarrollo se da en altitudes que van desde los 1800 hasta los 3800 metros sobre el nivel del mar (Suárez, 2001).

Se trata de árboles de gran follaje con copa redondeada; en el caso del *E. globulus*, presenta ramas robustas y hojas perennes en forma de hoz, con una longitud de entre 20 y 30 cm y un diámetro aproximado de 2 cm.

La mayor concentración de bosques cultivados de esta especie se ubica en la sierra peruana, siendo el *Eucalyptus globulus* la variedad predominante. Se calcula que la superficie total ocupada por esta especie supera las 340,000 hectáreas (Carrillo, 2001).

2.2.5.1. El aceite esencial de eucalipto

El aceite esencial de eucalipto es un metabolismo secundario líquido, volátil y de naturaleza lipofílica, extraído mediante destilación por arrastre de vapor de las hojas frescas o parcialmente secas de la especie *Eucalyptus globulus*. Químicamente, este aceite es una mezcla compleja de compuestos terpénicos y fenilpropanoides, donde el componente mayoritario y principio activo fundamental es el 1,8-cineol (también conocido como eucaliptol), el cual suele representar entre el 70% y el 85% de la composición total del aceite (Bruneton, 2001). Otros componentes minoritarios pero sinérgicos incluyen el alpha-pineno, el limoneno y el globulol.

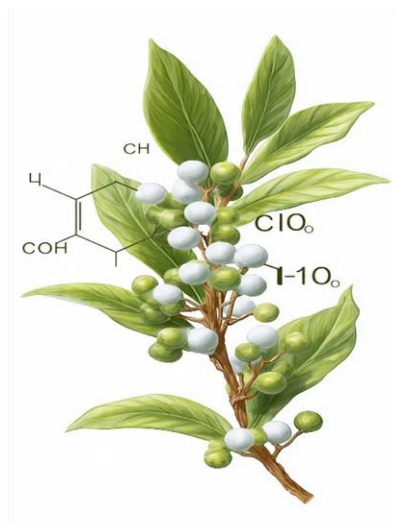


Figura 6. Estructura química del eucalipto

FUENTE: National Center for
Biotechnology Information (2025).

2.2.5.2. Propiedades antimicrobianas y antifúngicas

El uso del aceite esencial de eucalipto en la modificación de textiles de uso podológico se fundamenta en su alta eficacia biológica contra patógenos oportunistas. El microambiente cerrado del calzado (humedad elevada, temperatura cercana a los 37°C y descamación celular) propicia la proliferación de bacterias Gram-positivas (como *Staphylococcus epidermidis* y *Brevibacterium* spp.) y hongos dermatofitos (como *Trichophyton rubrum*), responsables directos de la degradación del sudor y la generación de compuestos volátiles de mal olor (bromhidrosis) e infecciones (Bruneton, 2001).

El mecanismo de acción del 1,8-cineol radica en su carácter altamente lipofílico; este interacciona con la membrana citoplasmática de los microorganismos, alterando la permeabilidad de la bicapa lipídica. Esto provoca la pérdida de iones esenciales, la despolarización celular, la inhibición de los sistemas enzimáticos vitales y, finalmente, la lisis celular (Burt, 2004).

2.2.5.3. Métodos de incorporación o impregnación en matrices textiles

La naturaleza volátil de los aceites esenciales exige el uso de técnicas específicas de fijación para garantizar una liberación controlada y prolongada en el textil:

- Impregnación directa por agotamiento (Pad-dry-cure): Consiste en sumergir el fieltro en una emulsión acuosa del aceite esencial estabilizada con un tensioactivo no iónico, seguido de un escurrido mecánico y un proceso de curado térmico para fijar las moléculas a las cadenas proteicas de la lana mediante enlaces de Van der Waals (Textile Institute, 2010).
- Microencapsulación: Es el método más avanzado, donde el aceite esencial es confinado dentro de microcápsulas de polímeros naturales (como quitosano o alginato). Estas microcápsulas se adhieren a la superficie de las fibras de lana y se rompen gradualmente debido a la fricción mecánica y la presión ejercida por el pie durante la marcha, liberando el principio activo de manera dosificada (Textile Institute, 2010)."

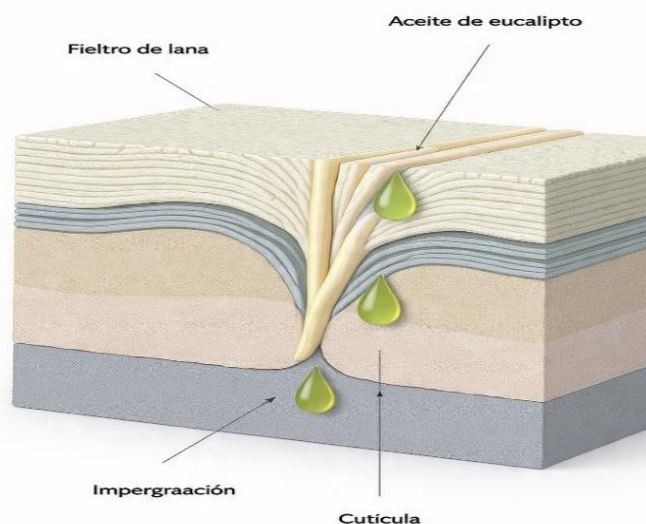


Figura 7. Impregnación de aceite en el fieltro

FUENTE: Adot (2010).

2.2.6. Plantillas ecológicas y su elaboración

La elaboración de plantillas ecológicas se basa en el uso de materias primas orgánicas

como la lana de oveja, que mediante el proceso de afieltrado húmedo y la aplicación de presión controlada adquiere la forma deseada, garantizando resistencia y adaptabilidad. (Montoya & Quispe, 2018). Estas plantillas se caracterizan por sus propiedades biodegradables, lo que las convierte en una alternativa sostenible frente a los materiales plásticos convencionales. Además, al tratarse de un producto de origen natural, su ciclo de vida se integra al medio ambiente sin generar residuos contaminantes, alineándose con los principios de la economía circular y el desarrollo sostenible (Velasco, 2020).

En contraste, las plantillas sintéticas derivadas de polímeros industriales tienden a generar sudoración excesiva en la planta del pie, lo cual favorece la proliferación de bacterias y hongos que pueden producir infecciones cutáneas en contraste con las plantillas ecológicas con propiedades antibacterianas, obtenidas de fibras naturales impregnadas con aceites esenciales, ofrecen una solución más saludable gracias a su capacidad de absorción de humedad y a sus cualidades térmicas que mantienen una temperatura adecuada en el pie. De esta manera, no solo contribuyen al bienestar del usuario, sino que también previenen la inoculación de patógenos y garantizan mayor confort en el uso prolongado (Bakkali, Averbek, Averbek, & Idaomar, 2008).

2.2.7. Pruebas de calidad en textiles

Las pruebas de calidad en textiles constituyen un conjunto de procedimientos estandarizados que permiten evaluar propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales, garantizando que cumplan con los requisitos mínimos establecidos en normas nacionales e internacionales (ISO, 2017). Estas evaluaciones son fundamentales para determinar características como resistencia, durabilidad, solidez al color, absorción y comportamiento frente a agentes externos (González & Martínez, 2019).

La importancia de identificar la formulación adecuada en el proceso de elaboración radica en que, mediante un control de calidad riguroso, se asegura que el textil responda

al uso para el cual fue diseñado, estableciendo si un material es apto para aplicaciones específicas como calzado, prendas de vestir o artículos técnicos (Smith, 2020). De este modo, se evita el riesgo de fallas en el desempeño y se optimiza la satisfacción del usuario final.

2.2.7.1. Prueba de resistencia a la abrasión

La prueba de abrasión en textiles se realiza sometiendo la superficie de una muestra de tejido a un proceso de fricción controlada contra un material abrasivo estandarizado, bajo condiciones definidas de presión, velocidad y número de ciclos. El ensayo puede llevarse a cabo con equipos como el Martindale o el Taber, los cuales reproducen el roce continuo que experimenta un textil durante su uso normal. El procedimiento permite registrar el número de ciclos que soporta la tela antes de presentar desgaste, rotura de fibras, pérdida de masa o cambios visibles en su apariencia (Booth, 2020). Gracias a esta técnica se obtiene un indicador objetivo de la resistencia al roce, que constituye uno de los parámetros fundamentales de la calidad textil.

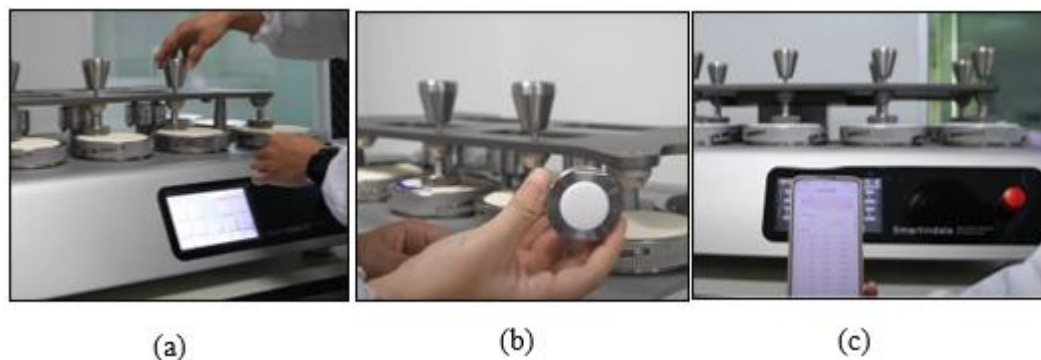


Figura 8. Procedimiento de la prueba de abrasión

Nota: (a) Instalación de la muestra, (b) Resultados, (c) Interpretación de datos.

FUENTE: Chiuvention (2024).

La importancia de la prueba de abrasión radica en que determina la durabilidad y el comportamiento funcional de los tejidos en aplicaciones donde existe contacto

constante con superficies externas o fricción entre partes de la prenda. Los resultados de este ensayo permiten definir la formulación y el acabado más adecuado para garantizar que el textil cumpla con estándares de calidad y vida útil. En la industria textil se aplica de manera frecuente en la fabricación de calzado, tapicería, uniformes y prendas de uso intensivo, donde se requiere que los materiales mantengan su resistencia, aspecto y funcionalidad durante periodos prolongados de uso (ISO, 2016; ASTM International, 2018).

El desarrollo y ejecución de la prueba de abrasión está respaldado por normas internacionales que estandarizan los métodos de ensayo, asegurando la comparabilidad de resultados. Entre las más reconocidas se encuentra la ISO 12947-2:2016, que describe el método Martindale, utilizado ampliamente en Europa, y la ASTM D4966-18, empleada en Estados Unidos, que especifica la resistencia de los tejidos frente a la abrasión mediante el mismo equipo. Además, existen normativas como la EN ISO 5470-2 para el método Taber, las cuales garantizan la reproducibilidad y fiabilidad en la evaluación de esta propiedad textil (ASTM International, 2018; ISO, 2016)

2.2.7.2. Prueba de resistencia al lavado domestico

El procedimiento de la prueba de lavado doméstico consiste en someter las muestras textiles a ciclos controlados de lavado y secado que simulan las condiciones de uso en el hogar para ello se emplean equipos normalizados que reproducen el movimiento, la temperatura del agua, la dosificación de detergentes específicos y el número de ciclos establecidos en la norma, en el caso de textiles impregnados con insumos, como agentes antibacterianos o sustancias funcionales, la prueba permite evaluar el grado de fijación y resistencia del acabado químico tras sucesivos lavados, verificando si la funcionalidad del material se mantiene en condiciones de uso cotidiano (Booth, 2020). La importancia de esta prueba radica en que determina la durabilidad de las

propiedades funcionales aplicadas al textil, tales como el color, la resistencia al desgaste de acabados o la permanencia de sustancias impregnadas, su interpretación se basa en el análisis de la pérdida de funcionalidad, la variación en la apariencia o la reducción en la eficacia del insumo después de varios ciclos de lavado. Esto permite a fabricantes e investigadores garantizar que los productos textiles mantengan la calidad esperada por el consumidor final, evitando reclamaciones y asegurando un uso prolongado del material en condiciones reales de lavado doméstico (ISO, 2010; AATCC, 2019).

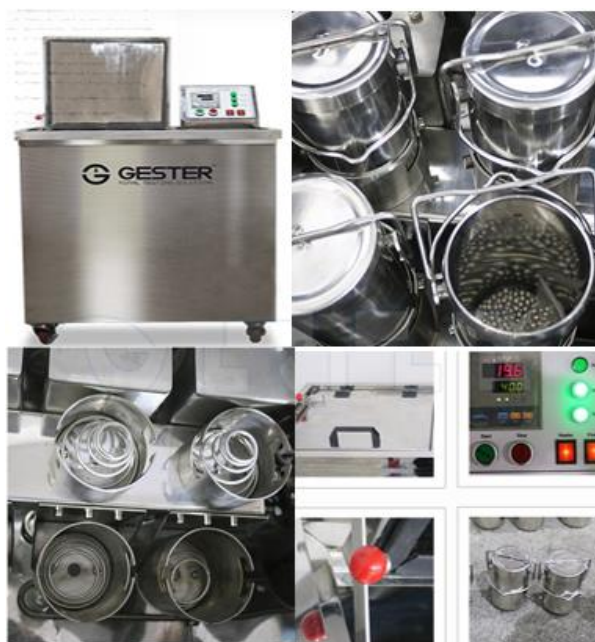


Figura 9. Procedimiento de prueba de lavado

FUENTE: Chiuvention (2024).

La ejecución de la prueba de lavado doméstico está respaldada por diversas normas internacionales que estandarizan los métodos de ensayo. Entre ellas se encuentra la ISO 6330:2010, que especifica los procedimientos de lavado y secado domésticos para ensayos textiles; la AATCC 61-2019, que establece métodos de resistencia al lavado en prendas tratadas o teñidas; y la ISO 105-C06, que evalúa la solidez del color frente al lavado doméstico y comercial. Estas normativas garantizan que los resultados obtenidos sean comparables a nivel global y sirvan como parámetros confiables de

calidad y desempeño textil (AATCC, 2019; ISO, 2010).

2.2.7.3. Prueba antibacteriana

El procedimiento de la prueba antibacteriana en textiles tratados con aceites esenciales consiste en exponer las muestras impregnadas al contacto directo con cepas bacterianas estandarizadas, tales como *Staphylococcus aureus* o *Escherichia coli*. Para ello, se aplican metodologías normalizadas como la siembra en placas de agar y la colocación de los especímenes textiles sobre el medio de cultivo. Posteriormente, se incuban bajo condiciones controladas de temperatura y humedad durante un tiempo determinado, evaluando la formación de halos de inhibición o la reducción cuantitativa del crecimiento bacteriano en comparación con una muestra de control (Tortora, Funke, & Case, 2019)

La importancia de esta prueba radica en verificar la eficacia real del aceite esencial aplicado al textil como agente antimicrobiano, lo cual permite asegurar que el producto cumple con propiedades funcionales adicionales de higiene y seguridad. Su interpretación se realiza a través de parámetros cuantitativos (porcentaje de reducción bacteriana) o cualitativos (diámetro de inhibición). En la industria textil, esta evaluación resulta esencial para el desarrollo de materiales destinados a aplicaciones médicas, deportivas o de uso cotidiano, donde la reducción de microorganismos aporta un valor agregado y mejora la aceptación del consumidor (Gao & Cranston, 2008).

La ejecución de pruebas antibacterianas en textiles está regulada por normativas internacionales que garantizan su estandarización. Entre ellas destacan la ISO 20743:2013, que establece métodos para la determinación de la actividad antibacteriana en productos textiles; la AATCC 100-2019, referente al análisis cuantitativo de la eficacia antimicrobiana; y la JIS L 1902:2015, reconocida a nivel internacional por evaluar el crecimiento bacteriano en contacto con textiles. Estas

normas son fundamentales para validar científicamente los resultados y permitir su comparación en el ámbito académico e industrial (ISO, 2013; AATCC, 2019; JIS, 2015).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Abrasión.** -La abrasión en el ámbito textil se refiere al deterioro gradual de la superficie de un material debido al roce o fricción constante con otra superficie. En el caso de las plantillas ecológicas, esta propiedad resulta esencial para determinar su durabilidad frente al uso diario del calzado, ya que un material con alta resistencia a la abrasión garantiza mayor vida útil y confort del producto (ISO 12947-2, 2016).
- **Desgaste por lavado.** - El desgaste por lavado alude a la pérdida de propiedades mecánicas, coloración o textura de los textiles tras ser sometidos a procesos de lavado doméstico o industrial. Para las plantillas ecológicas, esta prueba es crucial al evaluar la impregnación de aceites esenciales como el eucalipto, ya que permite medir la permanencia de sus propiedades antibacterianas y aromáticas después de múltiples ciclos de lavado (ISO 105-C06, 2010).
- **Antibacteriales.** - Los agentes antibacteriales son sustancias que inhiben o eliminan el crecimiento de microorganismos patógenos. En las plantillas ecológicas, la incorporación de esencias naturales como el aceite de eucalipto otorga un valor agregado, al contribuir a la prevención de infecciones, malos olores y proliferación de hongos en el calzado de uso común, sin recurrir a compuestos sintéticos nocivos (Dhakad, 2018).
- **Afieltramiento.** - El afieltramiento es un proceso físico-mecánico mediante el cual las fibras de lana se entrelazan de forma irreversible bajo la acción de humedad, calor y presión. Esta técnica artesanal y ecológica permite elaborar las plantillas al

otorgarles cohesión, resistencia y propiedades térmicas, lo que convierte a la lana en un insumo adecuado para calzado confortable y sostenible (McGregor, 2019).

- **Encapsulado de esencia.** - El encapsulado de esencia consiste en la incorporación controlada de compuestos activos, como aceites esenciales, en micro cápsulas o mediante impregnación directa en fibras textiles. En las plantillas ecológicas, esta técnica permite prolongar la liberación de propiedades antibacterial y aromáticas del eucalipto, manteniendo la eficacia del producto a lo largo de su uso cotidiano (Martínez & González, 2019).
- **Plantilla ecológica.** - Las plantillas ecológicas son dispositivos internos del calzado elaborados a partir de materias primas biodegradables, como lana de ovino, que integran además aditivos naturales con propiedades funcionales. A diferencia de las plantillas sintéticas, estas no generan contaminación durante su producción o degradación y, al mismo tiempo, aportan beneficios como regulación térmica, absorción de humedad y control antibacterial, mejorando la salud del pie y reduciendo impactos ambientales (Hernández, 2020).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. AMBITO DE ESTUDIO

La materia prima utilizada fue el vellón de lana de ovino corriedale (seleccionado por micraje y limpieza) la cual fue adquirida de la feria dominical de Juliaca y las hojas de eucalipto se obtuvo del mercado Santa Bárbara en la ciudad de Juliaca. Asimismo, la elaboración de la plantilla ecológica se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, donde se desarrollaron las actividades experimentales. La extracción del aceite esencial de eucalipto, empleado como componente activo, se efectuó en el laboratorio de Biología de la misma institución, garantizando su pureza y calidad. Finalmente, las pruebas de resistencia y evaluación de propiedades físicas se realizaron en los laboratorios de ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones, asegurando la validez técnica de los resultados obtenidos.

3.2. ESTRUCTURA METODOLÓGICA

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental y se enmarca específicamente dentro de un diseño experimental factorial. De acuerdo con Hernández-Sampieri (2019), los estudios experimentales involucran la manipulación deliberada de al menos una variable independiente (causa) para analizar su efecto sobre una o más variables dependientes (efecto). Para este caso, se manipularán de forma controlada y combinada dos variables independientes: la estructura del fieltro (densidad determinada por la relación lana/peso

de 18g y 22g) y la dosificación del agente activo (concentración de aceite esencial de eucalipto al 30% y 50%)

Asimismo, el estudio posee un alcance o nivel explicativo. Este nivel no solo busca describir las características del material obtenido, si no que tiene como propósito identificar y justificar las causas de los fenómenos observados a partir de la manipulación de los factores experimentales Alzina (2009). De este modo, se establecerá una relación de causalidad técnica entre la composición de los insumos naturales y el rendimiento físico-mecánico y biológico de las plantillas desarrolladas para calzados.

3.2.2. Enfoque del estudio

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo. Según (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), este enfoque se fundamenta en la recolección y el análisis de datos numéricos para probar hipótesis basándose en la medición objetiva y el análisis estadístico, con el fin de establecer patrones de comportamiento y demostrar teorías.

En esta investigación, el enfoque cuantitativo es indispensable, ya que las propiedades finales de las plantillas ecológicas tales como la resistencia a la abrasión (medida a través de la pérdida de masa en gramos), la estabilidad dimensional (evaluada en porcentaje de variación tras el lavado) y la actividad antibacteriana (cuantificada mediante el diámetro del halo de inhibición en milímetros) requieren ser medidas con instrumentos de precisión de laboratorio. Los datos resultantes serán sometidos a pruebas estadísticas para validar la viabilidad técnica del producto.

3.2.3. Metodología de investigación

La metodología empleada se fundamenta en el método científico, aplicando el método hipotético-deductivo como eje para la contrastación empírica de las hipótesis formuladas. Esta ruta metodológica orienta la construcción sistemática del

conocimiento, dentro del paradigma empírico–analítico, asegurando que el proceso sea replicable y controlable en condiciones de laboratorio (González, 2017).

En coherencia con el diseño factorial elegido, la metodología contempla un modelo estadístico sustentado en el análisis de varianza (ANOVA), Esta herramienta estadística permitirá efectuar la comparación de medias entre los diferentes tratamientos experimentales derivados de las combinaciones de las variables (por ejemplo: fieltro de 22g con 50% de aceite frente al fieltro de 18g con 30% de aceite) y determinar si las interacciones entre la densidad de la lana de ovino y la concentración del aceite esencial de eucalipto ejercen un impacto estadísticamente significativo sobre la calidad global y el desempeño del producto final (Santiesteban, 2017).

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población de la presente investigación está constituida por el conjunto de plantillas ecológicas de fieltro de lana de ovino funcionalizadas con aceite esencial de eucalipto, fabricadas bajo parámetros experimentales controlados.

Esta población se delimita por las unidades que cumplen con los estándares técnicos para el calzado casual, utilizando como base la fibra de lana de ovino de raza corriedale, seleccionada por sus características de finura y resistencia y el aceite esencial de eucalipto como agente activo antimicrobiano. La delimitación poblacional se centra en las plantillas producidas dentro del ámbito de la ciudad de Juliaca durante el año 2025, garantizando que el proceso de fabricación y los insumos utilizados sean representativos de la capacidad de producción local y sostenible de la región.

Criterios de inclusión

Se considera como unidades de estudio todas aquellas que cumplan con los siguientes requisitos:

- **Materia prima:** Lana de ovino de raza corriedale, se incluirán únicamente los vellones que correspondan a lana 100 % ovina, recolectados de manera directa y en su estado natural, sin haber sido sometidos a procesos químicos o tratamientos previos con detergentes, blanqueadores u otros insumos de limpieza industrial.
- **Agente activo:** Aceite esencial de eucalipto con una pureza mínima del 95% obtenido mediante el método de arrastre de vapor.
- **Proceso:** Plantillas de fieltro elaboradas manualmente bajo los parámetros de densidad establecidos en el diseño experimental.
- **Localidad:** Insumos adquiridos y procesados dentro del ámbito del distrito de Juliaca.

Criterios de exclusión

Se descartarán de la muestra aquellas unidades que presentan las siguientes condiciones:

- **Contaminación:** Se excluirán los vellones que no correspondan a lana ovina o que presenten mezclas con fibras de origen sintético o de otras especies animales. Del mismo modo, no se considerarán las lanas que hayan sido previamente lavadas, tratadas o desinfectadas con productos químicos, ya que dichos procedimientos alteran la composición natural de la fibra.

3.3.2. Muestra

La muestra del presente estudio es no probabilística y de tipo intencional, seleccionada bajo criterios técnicos para asegurar la representatividad de los tratamientos experimentales. La unidad de análisis está constituida por las plantillas ecológicas de fieltro fabricadas bajo los parámetros de densidad y concentración definidos.

3.3.3. Tamaño de muestra

Se obtuvo el tamaño de muestra basándose en el diseño experimental, considerando los factores utilizados que son 2 y tomando en cuenta los niveles que en la variable independiente y determinar los efectos producidos por la manipulación de las variables de experimentación sobre las variables dependientes donde el diseño factorial 2^k . Un diseño factorial 2^k implica que cada factor tiene dos niveles (por ejemplo, alto y bajo) y que se evalúan todas las combinaciones posibles de estos niveles. En tu caso, con dos factores ($k=2$), el número de tratamientos o combinaciones de nivel será

$$2^2 = 4$$

Esto significa que habrá 4 combinaciones diferentes de los niveles de los dos factores.

Tabla 1. *Cálculo de muestras de resistencia a la abrasión*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR ASIGNADO	CÁLCULO APLICADO	RESULTADO FINAL
1	Tipo de prueba	Resistencia a la abrasión	$N = (4 \times 5)$	20
2	Número de combinaciones experimentales	4		
3	Réplicas requeridas según norma	5	$N = (4 \times 5 \times 1)$	40 datos

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del cálculo muestral para la prueba de resistencia a la abrasión evidencian que, considerando cuatro combinaciones experimentales y cinco réplicas por tratamiento, se obtuvo un total de 20 unidades muestrales iniciales.

Tabla 2. *Cálculo de muestras de resistencia al lavado*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR ASIGNADO	CÁLCULO APLICADO	RESULTADO FINAL
1	Tipo de prueba	Resistencia al lavado	$N = (4 \times 5)$	20

2	Número de combinaciones experimentales	4		
3	Réplicas requeridas según norma	5	$N = (4 \times 5 \times 1)$	20 datos

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del cálculo muestral para la prueba de resistencia al lavado muestran que, al considerar cuatro combinaciones experimentales y cinco réplicas por tratamiento, se estableció un total de 20 unidades muestrales. En este caso, al aplicarse un solo nivel de prueba conforme a los criterios normativos, se mantuvo el mismo número de 20 datos experimentales, los cuales resultan adecuados para el análisis comparativo y la evaluación de la estabilidad del material frente a los procesos de lavado.

Tabla 3. *Cálculo de muestras de la prueba antibacteriana*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR ASIGNADO	CÁLCULO APLICADO	RESULTADO FINAL
1	Tipo de prueba	Prueba antibacteriana	$N = (4 \times 5)$	20
2	Número de combinaciones experimentales	4		
3	Réplicas requeridas según norma	5	$N = (4 \times 5 \times 1)$	20 datos

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del cálculo muestral para la prueba antibacterial indican que, al establecer cuatro combinaciones experimentales y aplicar cinco réplicas por tratamiento, se obtuvo un total de 20 unidades muestrales. Dado que la evaluación se realizó bajo un único nivel de prueba, conforme a los lineamientos normativos, se generaron 20 datos experimentales válidos, suficientes para analizar la eficacia antimicrobiana de las plantillas ecológicas elaboradas con distintas proporciones de glicerina y aceite esencial de eucalipto.

3.3.4. Número de muestras

El cálculo del tamaño muestral para las distintas pruebas experimentales se determinó considerando las combinaciones de tratamientos y el número de réplicas exigidas por las normas de control de calidad textil. En el caso de la prueba de resistencia a la abrasión, se establecieron cuatro combinaciones experimentales con cinco réplicas obteniéndose un total de 20 datos experimentales. Para la prueba de resistencia al lavado, bajo las mismas combinaciones y número de réplicas, pero con un solo nivel de prueba, se obtuvieron 20 datos. Finalmente, en la prueba antibacterial, se mantuvo la misma estructura experimental cuatro combinaciones y cinco réplicas también con un nivel de prueba, generando igualmente 20 datos. En conjunto, el diseño experimental contempló 60 datos totales, los cuales permitieron realizar un análisis comparativo confiable de las propiedades físico-mecánicas y funcionales de las plantillas ecológicas elaboradas con lana ovina, glicerina y aceite esencial de eucalipto.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas aplicadas

La técnica empleada en la investigación fue la observación experimental, aplicada de manera sistemática mediante la ejecución de ensayos del laboratorio diseñados conforme a los parámetros de las normas técnicas de control de calidad para componentes de calzado. Esta técnica permitió registrar con precisión los datos cuantitativos obtenidos durante el proceso experimental; principalmente, las variaciones de masa (pesos iniciales y finales) las dimensiones mecánicas y las respuestas microbiológicas de las unidades muestrales, antes y después de los tratamientos con glicerina y aceite esencial de eucalipto. La experimentación controlada facilitó la verificación directa del rendimiento físico y biológico de las plantillas, asegurando la objetividad en la recolección de la información y la trazabilidad de cada medición

registrada en las estaciones de ensayo.

3.4.2. Instrumentos

El instrumento de recolección de datos se estructuró mediante fichas de registro experimental, diseñadas para consignar de forma ordenada las variables cuantitativas observadas en cada tratamiento. Cada ficha incluyó apartados específicos para identificar el número de muestra, tipo de combinación aplicada, peso inicial, peso final y observaciones sobre el comportamiento físico-mecánico de la lana durante el proceso. Además, estos formatos incorporaron criterios de control basados estrictamente en las normas técnicas de calidad para calzado y sus componentes, permitiendo validar que las condiciones de ensayo y los resultados obtenidos cumplieran con los estándares establecidos. Esta estructura garantizó la coherencia, consistencia y confiabilidad de los datos recopilados para el posterior análisis estadístico.

3.4.3. Validación de instrumentos

Para garantizar la confiabilidad y pertinencia del instrumento de recolección de datos, se realizó un proceso de validación mediante juicio de expertos. En este proceso participaron tres especialistas con trayectoria en el área textil, experimental y metodológica: el Maestro Juan Americo Farafan Flores, el Mg. en Ingeniería Química Rolando Rody Jara Huaranca y el Lic. En Biología Carlos Alberto Pérez Acuña. Cada evaluador analizó la pertinencia técnica la precisión de los parámetros de medición y la adecuación de los criterios establecidos en las fichas de registro experimental y en las listas de cotejo utilizadas durante el estudio. Como resultado del proceso de validación, se obtuvo una puntuación promedio de 18.6 sobre 20, lo que evidenció que el instrumento cumplía con los criterios de validez de contenido y eran aptos para su aplicación en el desarrollo de la investigación. Este procedimiento aseguro la calidad técnica, fortaleciendo la consistencia y precisión de los datos recolectados durante los

ensayos experimentales.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS

3.5.1. Materia prima e insumos

Para la elaboración de las plantillas ecológicas, se seleccionaron materiales de origen natural y reactivos químicos que cumplen con los estándares de funcionalidad y sostenibilidad requeridos:

- Fielto de lana de ovino: Sustrato base seleccionado por sus propiedades de resiliencia, elasticidad y capacidad de aislamiento térmico, ideal para el confort higrotérmico en el calzado.
- Aceite esencial de eucalipto: Agente activo seleccionado por sus propiedades antisépticas, antifúngicas y desodorantes, destinado a controlar la carga microbiana en el calzado.
- Glicerina: Agente utilizado para mejorar la flexibilidad del fieltro y facilitar la fijación del aceite esencial.
- Reactivos químicos: Agua destilada, detergente aniónico, medios de cultivo y adhesivos.

3.5.2. Equipos e instrumentos de laboratorio

Para la evaluación del desempeño físico-mecánico y microbiológico, se utilizaron equipos bajo estándares de laboratorio técnico. :

- Martindale: Equipo para la determinación de la resistencia al desgaste por fricción.
- Giro wash: Equipo normalizado para el análisis de la estabilidad dimensional y resistencia al lavado.
- Estufa de incubación: Equipó con control digital de temperatura para el crecimiento de cultivos bacterianos.

3.5.3. Instrumental auxiliar y soportes de proceso

Para la etapa de conformación y procesamiento se emplearon herramientas que aseguran la trazabilidad y estandarización del experimento.

- Material volumétrico de vidrio: Vasos de precipitado, pipetas, probetas y lunas de reloj.
- Equipos de pesaje. Balanzas analíticas de precisión.
- Elementos de conformación: Moldes de presión, atomizadores para la dosificación de aceite y malla tul que permita la uniformidad del espesor durante el proceso de fieltro.

3.5.4. Papelería y materiales de oficina

Para la redacción y organización del trabajo de tesis se emplearon diversos materiales de papelería y oficina, entre los cuales destacan la laptop como herramienta principal para la redacción y análisis de datos, así como cuadernos, anillados y para la organización de borradores y registros. También se utilizaron lapiceros, marcadores, regla metálica, tijeras, cinta masking, micas y cartones para la presentación y protección de documentos. Adicionalmente, se hizo uso de papel bond necesarios para impresiones, diagramaciones y respaldos físicos del contenido de la investigación.

3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento metodológico para la validación de datos experimentales se desarrolló siguiendo un enfoque estadístico que garantice la confiabilidad de los resultados obtenidos. En primer lugar, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, indispensables para la aplicación de pruebas paramétricas como el ANOVA. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, considerando como criterios una distribución simétrica alrededor de la media, así como valores de sesgo y curtosis cercanos a cero. Posteriormente, se analizó la homogeneidad de varianzas para

confirmar que la variabilidad entre los grupos fuese similar, asegurando así la validez del análisis paramétrico.

En caso de cumplirse ambos supuestos, se aplicó el ANOVA (Análisis de Varianza) para comparar las medias entre los diferentes tratamientos, formulando como hipótesis nula que todas las medias son iguales y como alternativa que al menos una difiere significativamente (Montgomery, 2017). Por el contrario, si los datos no presentaban normalidad o no cumplían con la homogeneidad de varianzas, se optó por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, adecuada para datos ordinales o no normales. Este procedimiento permitió seleccionar la prueba estadística más apropiada según las características de los datos, garantizando la validez y fiabilidad de las conclusiones obtenidas.

3.6.1. Diseño experimental

El diseño de investigación empleado fue de tipo experimental con un enfoque completamente aleatorizado, dado que se manipularon variables independientes como el tratamiento con aceite esencial de eucalipto y las condiciones de afieltrado de la lana de ovino para evaluar su efecto sobre variables dependientes relacionadas con la calidad del material obtenido, como la resistencia al lavado, la abrasión y la actividad antibacteriana. Este diseño permitió establecer comparaciones controladas entre los distintos tratamientos y combinaciones experimentales, garantizando la objetividad de los resultados. (Montgomery, 2017)

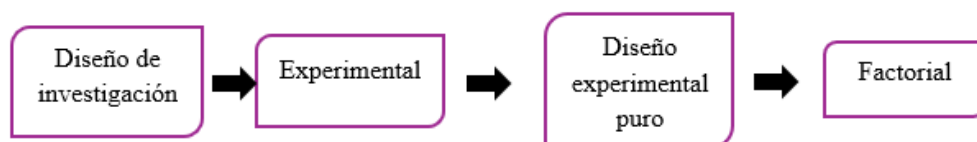


Figura 10. Diagrama diseño de investigación.

FUENTE: Hernández-Sampiere (2018).

Un diseño experimental se estructura como un esquema metodológico sistemático cuyo propósito es examinar la relación causal entre variables mediante la manipulación controlada de un factor independiente y la observación de sus efectos sobre una o más variables dependientes. El esquema inicia con la definición precisa del problema y la identificación de los factores experimentales que serán modificados, seguidos de la determinación de los niveles o tratamientos que conformarán las condiciones de prueba. Posteriormente, se establecen las unidades experimentales y se define el procedimiento de asignación generalmente aleatoria para garantizar la equivalencia entre grupos y minimizar sesgos.

Tabla 4. *Esquema del diseño de investigación*

GRUPO	Asignación	Pre prueba	Tratamiento	Post prueba
GE	R	O1	X	O2
GC	R	O3	-	O4

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

GE: Grupo de estudio (fieltro de lana de oveja Corriedale)

GC: Grupo de control (tratamientos)

O1, O3: Pre test

O2, O4: Post test

3.6.2. Diseño factorial

Para el desarrollo del presente estudio se empleó un diseño factorial de 2^k el cual se caracteriza por considerar dos niveles para cada factor experimental, denominados como nivel bajo (-1) y nivel alto (+1), siendo k el número de factores incluidos en la investigación (Humberto & Román, 2008). En este caso, los factores seleccionados fueron: la cantidad de glicerina y la concentración del aceite esencial de eucalipto, ambos con dos niveles. Para el factor A (glicerina), se establecieron los niveles A1 = 22g/500 ml ($XA1 = -1$) y A2 = 18g/500 ml ($XA2 = +1$); mientras que para el factor B

(aceite esencial de eucalipto), los niveles fueron B1 = 50% (XB1 = +1) y B2 = 30% (XB2 = -1). Este diseño permitió evaluar de forma sistemática los efectos individuales y combinados de ambos factores sobre las propiedades físicas y antibacterianas del fieltro elaborado, asegurando una estructura experimental eficiente que facilitó la interpretación de resultados y la identificación de las condiciones óptimas de tratamiento.

Tabla 5. Matriz factorial para la determinación de niveles

		Factor (X _a) = Cantidad de glicerina	
Factor (X _b) = concentración de eucalipto		X _{A1}	X _{A2}
		A1= 22gr/500ml	A2= 18gr/500ml
	X _{B1}	A ₁ /B ₁ = [μ]	A ₂ /B ₁ = [α]
	B1= 50% eucalipto	A1/B1 = (22g/500ml) / 50% eucalipto	A2/B1 = (18g/500ml)/ 50% eucalipto
	X _{B2}	A ₁ /B ₂ = [β]	A ₂ /B ₂ = [αβ]
	B2= 30 % eucalipto	A1/A2 = (22g /500 ml)/ 30% eucalipto	A2/B2 = (18g/500 ml)/ 30 % eucalipto

Fuente: Elaboración propia.

Nota. La tabla presenta el diseño experimental factorial 2*2 utilizado para evaluar las variables independientes: X_A (cantidad de glicerina) y X_B (concentración de aceite esencial). Los símbolos [μ], [α], [β] y [αβ] representan las cuatro combinaciones de tratamiento resultantes para las muestras de fieltro natural.

Tabla 6. Matriz de codificación para el diseño factorial 2*2

Nº	Factor A	Factor B	Tratamiento	X _A	X _B	X _{AB} =X _A X _B
1	A1 = 22g/500 ml	B1 =50% eucalipto	A1/B1	+1	+1	+1
2	A2 = 18g/500 ml	B1 =50% eucalipto	A2/B1	-1	+1	-1
3	A1 = 22g/500 ml	B2 =30% eucalipto	A1/B2	+1	-1	-1
4	A2 = 18g/500 ml	B2 =30% eucalipto	A2/B2	-1	-1	+1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Diseño factorial completo codificado. Los valores +1 y -1 representan el nivel superior e inferior de los factores A (cantidad de glicerina) y B (concentración de eucalipto), respectivamente. La columna X_{AB} denota la interacción entre ambos factores, calculada mediante el producto de los niveles codificados.

3.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.7.1. Variables independientes

La variable independiente del presente estudio corresponde a las plantillas elaboradas a base de fieltro de lana de ovino impregnadas con aceite esencial de eucalipto, las cuales constituyen el elemento principal de experimentación.

Esta variable fue manipulada mediante la variación de la cantidad de glicerina y la concentración del aceite esencial aplicado durante el proceso de elaboración, con el propósito de evaluar su influencia sobre las propiedades físicas y antibacterianas del producto final.

La elección de este tipo de plantilla se fundamenta en su carácter ecológico, sostenible y funcional, dado que combina materiales naturales con propiedades higiénicas y confortables, contribuyendo así a la innovación en el desarrollo de productos textiles biodegradables. Conceptualmente, representa un producto sustentable que busca mejorar la funcionalidad, confort y durabilidad mediante el uso de componentes naturales y renovables, alineándose con los principios de la biotecnología textil y la producción responsable.

3.7.1.1. Definición operativa

Operacionalmente, la variable se define por el conjunto de plantillas experimentales elaboradas con lana de ovino Corriedale sometida a procesos controlados de afieltrado manual e impregnación con aceite esencial de eucalipto, variando la cantidad de glicerina ($A_1 = 22\text{g}/500\text{ ml}$ y $A_2 = 18\text{g}/500\text{ ml}$) y la concentración del aceite esencial ($B_1 = 50\%$ y $B_2 = 30\%$). Dichas combinaciones permitieron evaluar los efectos sobre parámetros de resistencia, durabilidad y actividad antibacteriana, considerando los estándares de calidad textil establecidos en las normas técnicas aplicables.

3.7.2. Variable dependiente

La variable dependiente del presente estudio es la calidad de las plantillas ecológicas elaboradas con fieltro de lana de ovino impregnadas con aceite esencial de eucalipto, la cual se evaluó mediante tres indicadores principales: la resistencia a la abrasión, la resistencia al lavado y la actividad antibacteriana. Esta variable permitió determinar el grado de eficacia del tratamiento aplicado sobre las propiedades físicas y funcionales del material, verificando su durabilidad, capacidad de retención del aceite esencial y su potencial protección frente al crecimiento microbiano. De esta manera, la calidad fue interpretada como el resultado integral de las características mecánicas, de conservación y de protección higiénica del producto final, estableciendo una relación directa con las condiciones de fabricación y los factores experimentales aplicados. Conceptualmente, la calidad refleja el grado de resistencia, durabilidad, conservación del aceite esencial y capacidad antibacteriana del material, atributos que garantizan un producto textil sostenible, confortable y con valor agregado frente a los elaborados mediante procesos convencionales.

3.7.2.1. Definición operativa

Operacionalmente, la calidad se midió a través de tres indicadores experimentales: (1) resistencia a la abrasión, evaluada mediante el equipo *abrasimetro*; (2) resistencia al lavado, determinada por la conservación de su uniformidad tras pruebas de lavado; y (3) actividad antibacteriana, medida mediante el análisis del halo de inhibición bacteriana en medios de cultivo. Los valores obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar el efecto de las variaciones en la cantidad de glicerina y la concentración del aceite esencial sobre la calidad total del producto.

3.8. PROCEDIMIENTO PRÁCTICO EXPERIMENTAL

La investigación comprendió la elaboración de fieltros ecológicos de lana de ovino

impregnados con aceite esencial de eucalipto y la evaluación de su calidad mediante pruebas físicas y biológicas. El proceso incluyó el afieltrado manual de la lana, seguido de la impregnación del aceite en distintas concentraciones. Posteriormente, se aplicaron ensayos de resistencia a la abrasión, resistencia al lavado y actividad antibacteriana, con el fin de determinar la durabilidad, adherencia del aceite y capacidad de inhibición microbiana del material obtenido.

3.8.1. Procedimiento de lavado de lana de ovino

Materiales:

- Lana de ovino
- Bicarbonato
- Detergente aniónico (Kieralon)
- Suavizante (downy)
- Ácido acético (vinagre blanco)

Equipos:

- Balanza digital
- Jarras/baldes
- Guantes/bata/barbijo/ gorro protector
- Lavadora
- Centrifugadora
- Secadora

a) Ecuación para detergente

Se aplica una relación entre el peso de la fibra con respecto a un porcentaje de uso donde para 100 gramos de lana se ve conveniente emplear 3gramos de detergente donde pesado el peso de la muestra se aplicará una regla de aspa de tres simples para un peso de muestra de 2500 gramos.

Formula de para el peso de detergente:

- PD_0 = peso de detergente
- PD_1 = peso de detergente de muestra
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PD1}{PD0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PD1 = \frac{PL1 * PD0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- **PD₀** = 3 gramos
- **PD₁** = ¿?
- **PL₀** = 100 gramos
- **PL₁** = 2500 gramos

$$PD1 = \frac{2500 \text{ g} * 3 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PD1 = 75 \text{ g}$$

b) Ecuación para bicarbonato

Se aplica una relación entre el peso de la fibra con respecto a un porcentaje de uso donde para 100 gramos de lana se ve conveniente emplear 1 gramo de bicarbonato donde pesado el peso de la muestra se aplicará una regla de aspa de tres simples para un peso de muestra de 2500 gramos.

Formula de para el peso de detergente:

- **PB₀** = peso de bicarbonato
- **PB₁** = peso de bicarbonato de muestra
- **PL₀** = peso de lana
- **PL₁** = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PB1}{PB0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PB1 = \frac{PL1 * PB0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- $PB_0 = 1$ gramos
- $PB_1 = ?$
- $PL_0 = 100$ gramos
- $PL_1 = 2500$ gramos

$$PB1 = \frac{2500 \text{ g} * 1 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PB1 = 25 \text{ g}$$

c) Ecuación para suavizante

Se aplica una relación entre el peso de la fibra con respecto a un porcentaje de uso donde para 100 gramos de lana se ve conveniente emplear 5 gramos de suavizante donde pesado el peso de la muestra se aplicará una regla de aspa de tres simples para un peso de muestra de 2500 gramos.

Formula de para el peso de detergente:

- $PS_0 =$ peso de suavizante
- $PS_1 =$ peso de suavizante de muestra
- $PL_0 =$ peso de lana
- $PL_1 =$ peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PS1}{PS0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PS1 = \frac{PL1 * PS0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- $PS_0 = 5$ gramos
- $PS_1 = ?$
- $PL_0 = 100$ gramos
- $PL_1 = 2500$ gramos

$$PB1 = \frac{2500 \text{ g} * 5 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PB1 = 125 \text{ g}$$

d) Ecuación para ácido acético

Se aplica una relación entre el peso de la fibra con respecto a un porcentaje de uso

donde para 100 gramos de lana se ve conveniente emplear 5 gramos de suavizante

donde pesado el peso de la muestra se aplicará una regla de aspa de tres simples para

un peso de muestra de 2500 gramos.

Formula de para el peso de detergente:

- PAC_0 = peso de ácido acético
- PAC_1 = peso de ácido acético de muestra
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PAC1}{PAC0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PAC1 = \frac{PL1 * PAC0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- PAC_0 = 5 gramos
- PAC_1 = ¿?
- PL_0 = 100 gramos
- PL_1 = 2500 gramos

$$PAC1 = \frac{2500 \text{ g} * 5 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PAC1 = 125 \text{ g}$$

e) Relación de baño para el proceso de lavado

Según la capacidad de la lavadora se procedió a separar el proceso de lavado por 5 tandas de 500 gramos donde por cada corrida se aplicó 50 Litros por tina completando así los 2500 gramos para la ejecución de la muestra.

Tabla 7. *Resumen de resultados*

Nº	DATOS CALCULADOS	RESULTADOS
01	PD ₁	75 gramos
02	PB ₁	25 gramos
03	PS ₁	125 gramos
04	PAC ₁	125 gramos
05	Baño	50 litros
06	Tandas	5 corridas

Fuente: Elaboración propia.

Nota. La tabla resume los insumos y condiciones operativas estandarizadas para el primer nivel de producción experimental (1). Definición de variables: PD₁ (Peso de lana de descarte), PB₁ (Peso de fibra base), PS₁ (Peso de sustancias auxiliares/aglutinantes), PAC₁ (Peso de aditivo complementario/eucalipto). El "Baño" se refiere al volumen de solución acuosa total y las "Tandas" a la frecuencia de procesamiento por lote.

3.8.1.1. Procedimiento de lavado

El procedimiento de lavado se desarrolló en una secuencia de diez etapas consecutivas, en primer lugar, se efectuó el remojo de la lana a una temperatura de sesenta grados Celsius (60 °C) durante quince minutos, con el fin de ablandar las impurezas adheridas. Seguidamente, el sustrato se introdujo en la primera tina que contenía una solución de bicarbonato, manteniendo la temperatura a 60 °C por cinco minutos. En la segunda tina se incorporó detergente, efectuando el lavado durante cinco minutos a cincuenta y cinco grados Celsius (55 °C). Posteriormente, se realizó un primer enjuague en la tercera tina por cinco minutos a cincuenta grados Celsius (50 °C), continuando con la aplicación del suavizante en la cuarta tina a cuarenta y cinco grados Celsius (45 °C) durante el mismo lapso. A continuación, la fibra se sometió a un nuevo enjuague en la

quinta tina a cuarenta grados Celsius (40 °C) durante cinco minutos, y luego se trató con ácido acético en la sexta tina a treinta y cinco grados Celsius (35 °C) durante igual tiempo. Después, se efectuó un último enjuague en la séptima tina a treinta grados Celsius (30 °C) por cinco minutos. Concluidas estas fases, la fibra fue centrifugada por quince minutos a veinte grados Celsius (20 °C) para eliminar el exceso de humedad y, finalmente, se procedió al secado durante ciento veinte minutos a una temperatura de setenta grados Celsius (70 °C), obteniendo una fibra limpia y acondicionada para procesos posteriores.

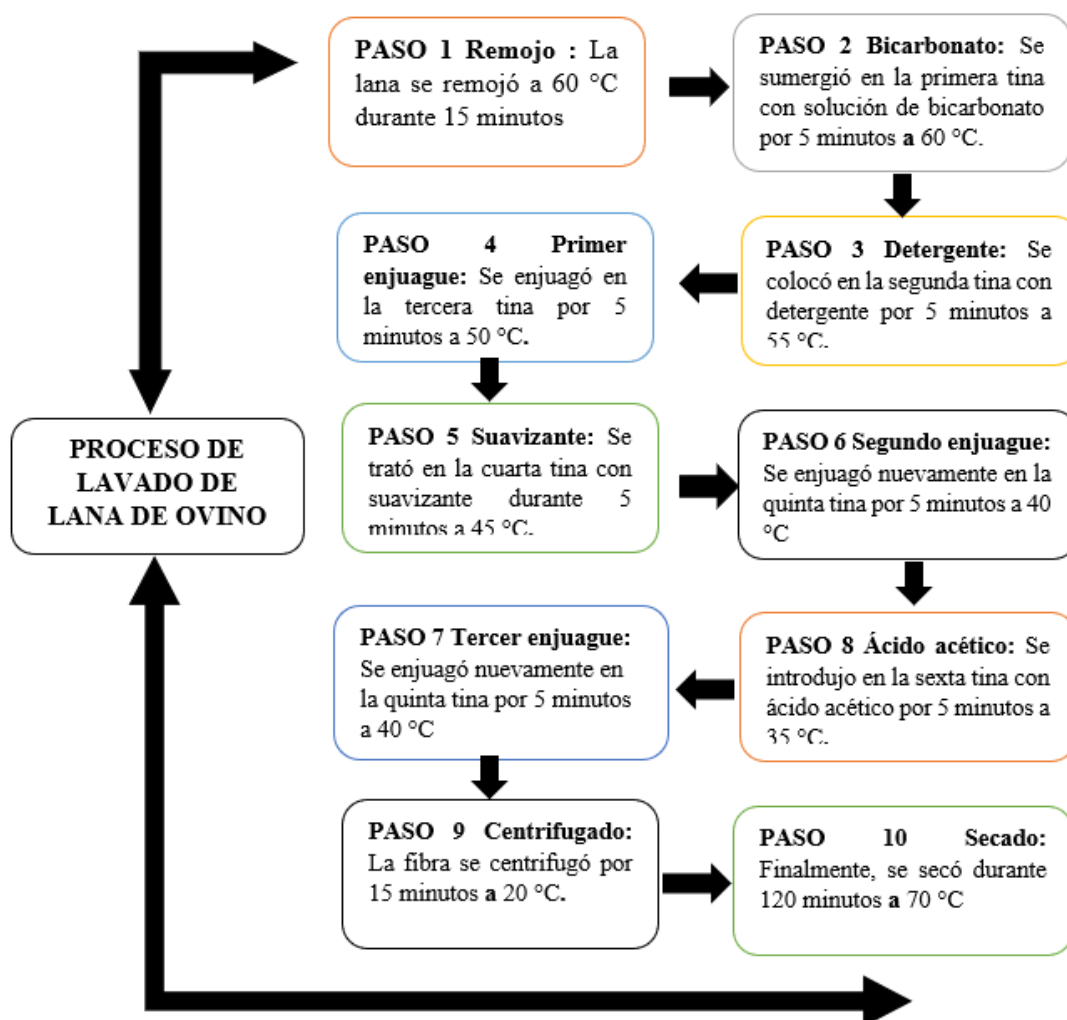


Figura 11. Esquema del proceso de lavado

FUENTE: Elaboración propia

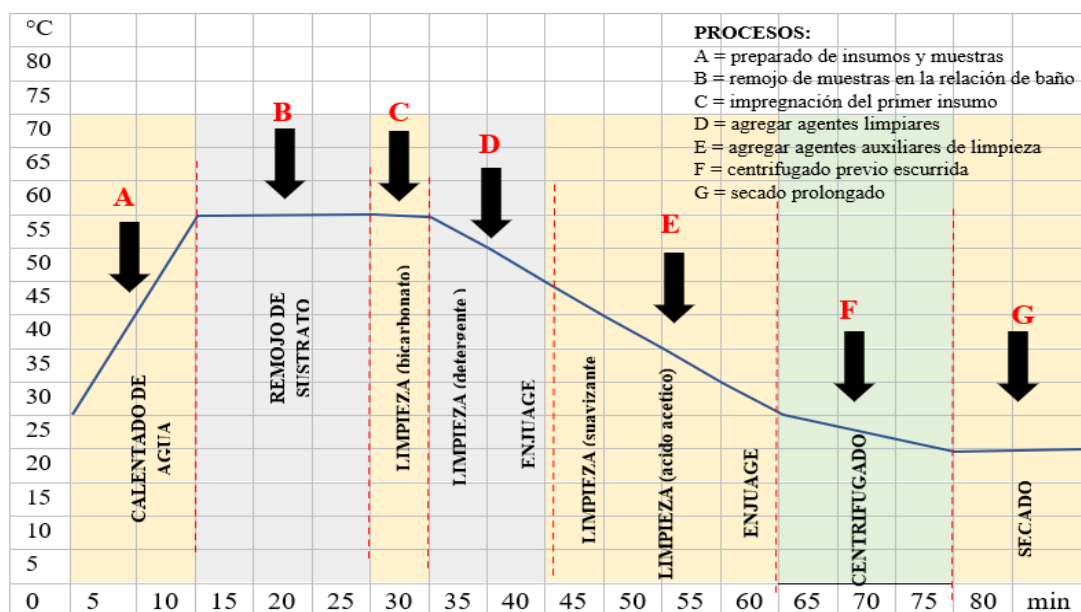


Figura 12. Curva de lavado

FUENTE: Elaboración propia.

3.8.2. Proceso de cardado

Materiales:

- Invadina
- Agua destilada
- Lana de ovino

Equipos:

- Cardadora

a) Procedimiento

El proceso se inició con la apertura de la lana para separar las fibras y facilitar su manipulación. Luego se colocó la lana previamente abierta y humectada sobre la faja transportadora con el fin de asegurar un flujo constante del material. A continuación, se dirigió el cargado hacia los cilindros de manera homogénea mientras se mantenía la humectación para evitar la compactación de las fibras. Finalmente se retiró la lana ya cargada completando así la etapa del proceso de preparación del material.

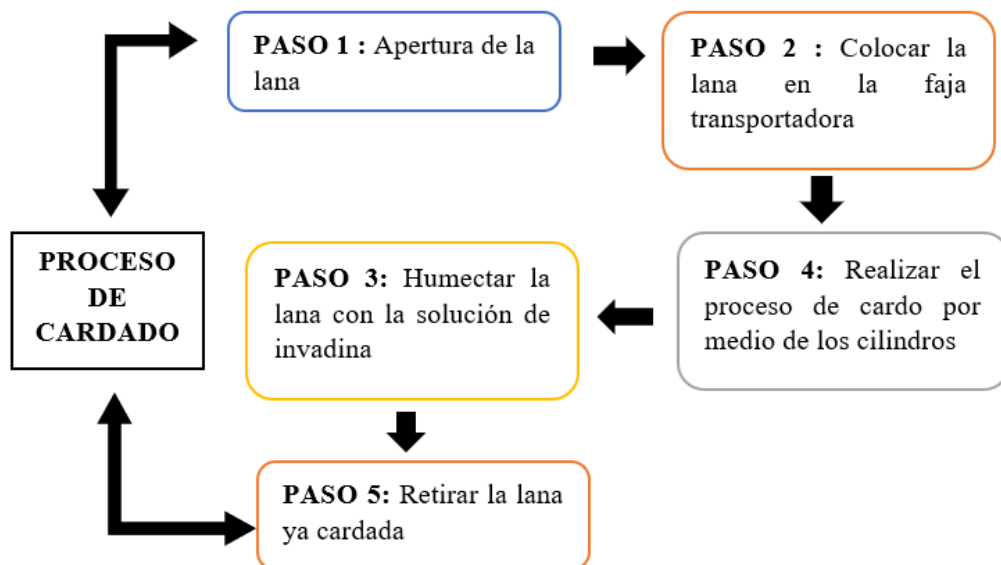


Figura 13. Esquema del proceso de cardado

FUENTE: Elaboración propia

3.8.3. Proceso de fieltro

Materiales:

- Lana de ovino
- Glicerina
- Agua destilada

Equipos:

- Mesa
- Cocina eléctrica
- Olla de acero
- Balde
- Guantes
- Atomizador
- Bolsa negra plástica o de burbujas

a) Cálculos realizados

• PRIMERA RELACIÓN:

22g/500ml: Se pesó 22 gramos de glicerina por cada 500 ml de agua destilada, manteniendo una temperatura de 60 °C, para una muestra de 30 cm x 40 cm

• SEGUNDA RELACIÓN:

18g/500ml: Se trabajó con 80 gramos de glicerina por cada 500 ml de agua destilada, también a 60 °C, utilizando las mismas dimensiones muestrales de 30 cm x 40 cm

b) Elaboración de fieltro

La elaboración del fieltro con glicerina comenzó con la preparación de dos concentraciones: la primera con 22 g de glicerina por 500 ml de agua destilada a 60 °C, y la segunda con 18g de glicerina por la misma cantidad de agua y temperatura, ambas para muestras de 30 × 40 cm; luego se instaló la mesa de trabajo, colocando una bolsa negra y sobre ella un plástico burbujas para facilitar la distribución uniforme de las fibras; posteriormente se orientaron las mechas y se aplicó la solución de glicerina, continuando con la humectación de 6 capas (3 en trama y 3 en urdimbre); enseguida se realizó el abatanado con agua a 80 °C por 15 min, seguido del afieltrado por fricción y un segundo abatanado en las mismas condiciones; finalmente se exprimió el material y se dejó secar en ambiente cerrado hasta su completa deshidratación.

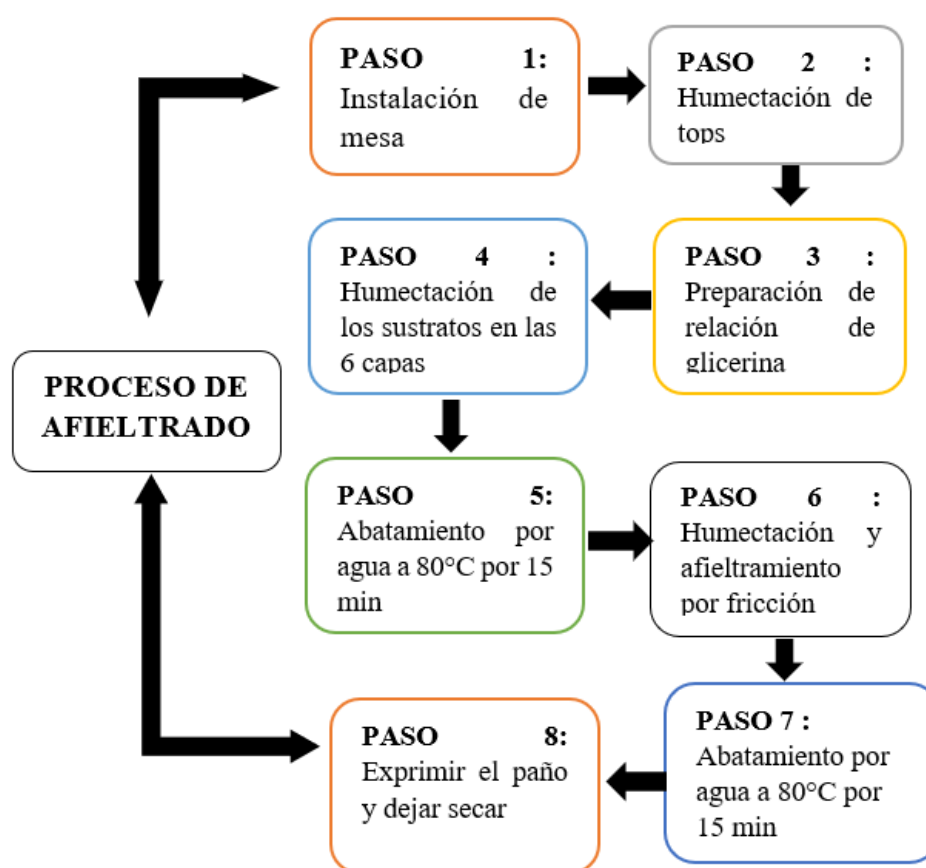


Figura 14. Esquema de la elaboración de fieltro

FUENTE: Elaboración propia.



Figura 15. Proceso de elaboración de las plantillas ecológicas

FUENTE: Elaboración propia.

3.8.3.1. Proceso de elaboración del aceite esencial de eucalipto

Materiales:

- Agua destilada
- Eucalipto

Equipos:

- tubos de ensayo
- balanza analítica

Cálculos efectuados

Donde para 100 ml de aceite esencial de eucalipto se requirió 1000g de eucalipto para el proceso de destilado

Procedimiento:

Obtención del aceite esencial de eucalipto a través del método de destilación por vapor de agua comienza con la recolección de 1000 gramos de hojas frescas de eucalipto, las cuales se colocan en un balón de destilación junto con agua. Al aplicar calor, el vapor generado atraviesa el material vegetal, arrastrando consigo los compuestos volátiles aromáticos presentes en las glándulas oleíferas de las hojas. Esta mezcla de vapor de agua y aceite esencial asciende por el sistema de destilación hasta llegar al condensador, donde se enfría y retorna al estado líquido. El destilado obtenido se recoge en un vaso florentino o separador, donde debido a la diferencia de densidades, el aceite esencial se separa naturalmente del hidrolato, acumulándose en la superficie.

Finalmente, mediante decantación cuidadosa, se separan ambas fases, obteniendo aproximadamente 100 ml de aceite esencial puro de eucalipto, lo que representa un rendimiento del 10% respecto al peso inicial del material vegetal, un porcentaje característico de esta especie. El aceite resultante presenta un color amarillo pálido y un aroma fresco y mentolado distintivo, listo para su almacenamiento en frascos ámbar para preservar sus propiedades terapéuticas.

3.8.4. Proceso de encapsulado

Materiales:

- Lana de ovino
- Glicerina
- Agua destilada

Equipos:

- Mesa
- Cocina eléctrica
- Olla de acero
- Balde
- Guantes
- Atomizador
- Bolsa negra plástica o de burbujas

Calculo realizados

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • PRIMERA
CONCENTRACIÓN 50 %: • peso de lana = 46 g • alcanfor = 5% • mentol = 5 % • aceite esencial de eucalipto = 50% • cola Robert = criterio del investigados • el ácido acético sin importar la cantidad que se trabaje en la solución se le debe de agregar | <ul style="list-style-type: none"> • SEGUNDA CONCENTRACIÓN
30%: • peso de lana = 46 g • alcanfor = 5% • mentol = 5 % • aceite esencial de eucalipto = 30% • cola Robert = criterio del investigados • el ácido acético sin importar la cantidad que se trabaje en la solución se le debe de agregar |
|---|--|

0.016mml para estabilizar el
pH de la solución.

0.016mml para estabilizar el pH de
la solución

a) Relación de baño:

Donde para cada gramo de sustrato se debe de agregar 30 mililitros de agua en base a estos valores referenciales nos planteamos una formulación por aspa simple donde si por cada gramo de sustrato debo agregar 30 ml de agua ¿cuánto será lo requerido para 46 gramos?

Formula de relación de baño:

- V_0 = volumen referencial
- V_1 = volumen requerido
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{PL_1}{PL_0}$$

Despejamos:

$$V_1 = \frac{PL_1 * V_0}{PL_0}$$

Reemplazamos valores:

- $V_0 = 30 \text{ ml}$
- $V_1 = ?$
- $PL_0 = 1 \text{ gramos}$
- $PL_1 = 46 \text{ gramos}$

$$V_1 = \frac{46 \text{ g} * 30 \text{ ml}}{100 \text{ g}}$$

$$V_1 = 1380 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1.380 \text{ L}$$

b) Ecuación para mentol:

Donde para el cálculo del mentol se tomó como paso principal que de cada 100 gramos

de lana ya pesada se debía agregar 5 gramos de mentol, haciendo esto se hizo una ecuación en base al aspa de tres simples donde se formulaba la ecuación si para 100 gramos de lana se requerían 5 gramos de mentol, cuánto mentol era necesario para 46 gramos de fibra.

Formula de para el peso de mentol:

- PM_0 = peso del mentol referencial
- PM_1 = peso del mentol de muestra
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PM_1}{PM_0} = \frac{PL_1}{PL_0}$$

Despejamos:

$$PM_1 = \frac{PL_1 * PM_0}{PL_0}$$

Reemplazamos valores:

- PM_0 = 5 gramos
- PM_1 = ¿?
- PL_0 = 100 gramos
- PL_1 = 46 gramos

$$PM_1 = \frac{46 \text{ g} * 5 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PM_1 = 2.3 \text{ g}$$

c) Ecuación para Alcanfor

Donde para el cálculo del alcanfor se tomó como paso principal que de cada 100 gramos de lana ya pesada se debía agregar 5 gramos de alcanfor, haciendo esto se hizo una ecuación en base al aspa de tres simples donde se formulaba la ecuación si para 100 gramos de lana se requerían 5 gramos de alcanfor, cuánto será necesario para 46

gramos de fibra.

Formula de para el peso del alcanfor:

- PAI_0 = peso del alcanfor referencial
- PAI_1 = peso del alcanfor de muestra
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PAI_1}{PAI_0} = \frac{PL_1}{PL_0}$$

Despejamos:

$$PAI_1 = \frac{PL_1 * PAI_0}{PL_0}$$

Reemplazamos valores:

- PAI_0 = 5 gramos
- PAI_1 = ¿?
- PL_0 = 100 gramos
- PL_1 = 46 gramos

$$PAI_1 = \frac{46 \text{ g} * 5 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$PAI_1 = 2.3 \text{ g}$$

d) Ecuación para Eucalipto de 50%:

Donde para el cálculo del aceite de eucalipto al 50% se tomó como paso principal que de cada 100 gramos de lana se puede decir que en base a la ecuación en base al aspa de tres simples se formula que, si para 100 gramos de lana se requerían 50 ml de aceite esencial de eucalipto, cuánto será necesario para 46 gramos de fibra.

Formula de para el peso del alcanfor:

- PE_0 = peso referencial del eucalipto
- PE_1 = peso requerido de eucalipto

- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PE1}{PE0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PE1 = \frac{PL1 * PE0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- PE_0 = 50 ml
- PE_1 = ¿?
- PL_0 = 100 gramos
- PL_1 = 46 gramos

$$PE1 = \frac{46 \text{ g} * 50 \text{ ml}}{100 \text{ g}}$$

$$PE1 = 23ml$$

e) Ecuación para Eucalipto de 30%:

Donde para el cálculo del aceite de eucalipto al 30% se tomó como paso principal que de cada 100 gramos de lana se puede decir que en base a la ecuación en base al aspa de tres simples se formula que, si para 100 gramos de lana se requerían 30 ml de aceite esencial de eucalipto, cuánto será necesario para 46 gramos de fibra.

Formula de para el peso del alcanfor:

- PE_0 = peso referencial del eucalipto
- PE_2 = peso requerido de eucalipto
- PL_0 = peso de lana
- PL_1 = peso de lana pesado

Donde:

$$\frac{PE2}{PE0} = \frac{PL1}{PL0}$$

Despejamos:

$$PE1 = \frac{PL1 * PE0}{PL0}$$

Reemplazamos valores:

- $PE_0 = 50 \text{ ml}$
- $PE_2 = ?$
- $PL_0 = 100 \text{ gramos}$
- $PL_1 = 46 \text{ gramos}$

$$PE2 = \frac{46 \text{ g} * 30 \text{ ml}}{100 \text{ g}}$$

$$PE2 = 13.8 \text{ ml}$$

Tabla 8. *Resumen de datos para el encapsulado*

Nº	DATOS CALCULADOS	RESULTADOS
01	V_1	1380 ml
02	PM_1	2.3 gramos
03	PAI_1	2.3 gramos
04	PE_1	23 ml
05	PE_2	13.8 ml
06	Ácido acético	0.016ml

FUENTE: Elaboración propia.

Nota. Se detallan los insumos y volúmenes estandarizados para la emulsión del agente activo. Abreviaturas: V_1 (Volumen total de solvente acuoso), PM_1 (Peso de matriz polimérica), PAI_1 (Peso de agente limitante/coadyuvante), PE_1 y PE_2 (Volúmenes de aceite esencial de eucalipto para los niveles de concentración al 50% y 30%, respectivamente). El ácido acético actúa como agente regulador de pH para favorecer la estabilidad de la emulsión.

f) Elaboración del proceso de encapsulado

El proceso inicia calculando los volúmenes de cada componente según el peso de la muestra, luego se incorporan el mentol y el alcanfor en la solución base para continuar con la adición de la esencia de eucalipto y el sustrato textil, manteniendo la mezcla a una temperatura constante de 35 °C, posteriormente se agrega el ácido acético junto con el adhesivo textil tipo cola Robert elevando la temperatura a 40 °C, mientras que la solución debe mantenerse en agitación continua a 45 °C durante un periodo de 30 minutos, y finalmente, una vez completada la impregnación por agotamiento, se procede a retirar cuidadosamente el sustrato textil evitando el contacto con los residuos y se deja escurrir al aire libre hasta lograr su secado completo.

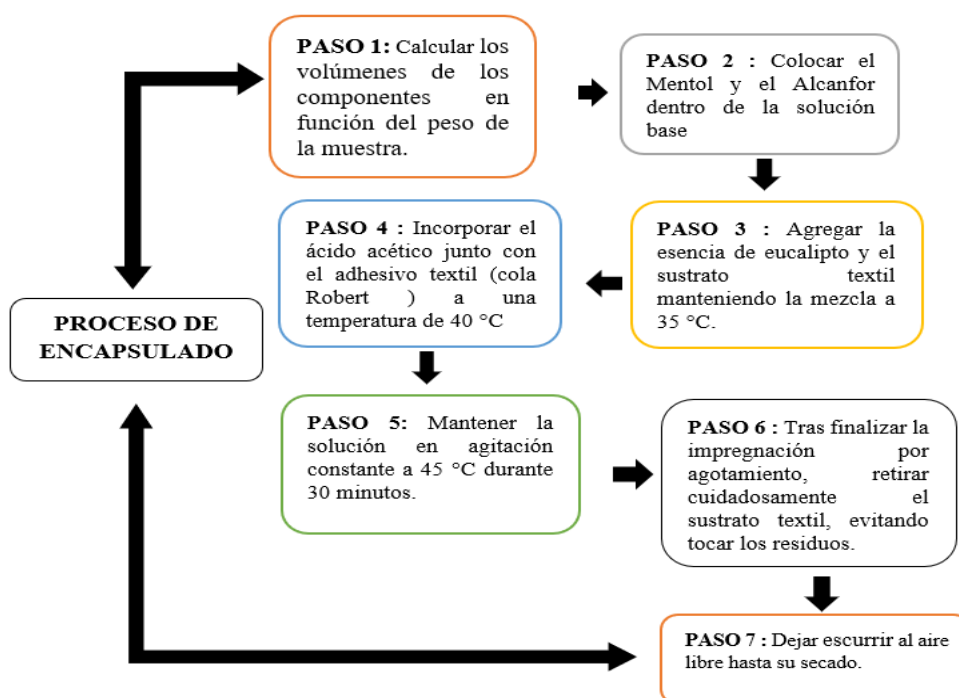


Figura 16. Esquema del proceso de encapsulado

FUENTE: Elaboración propia.

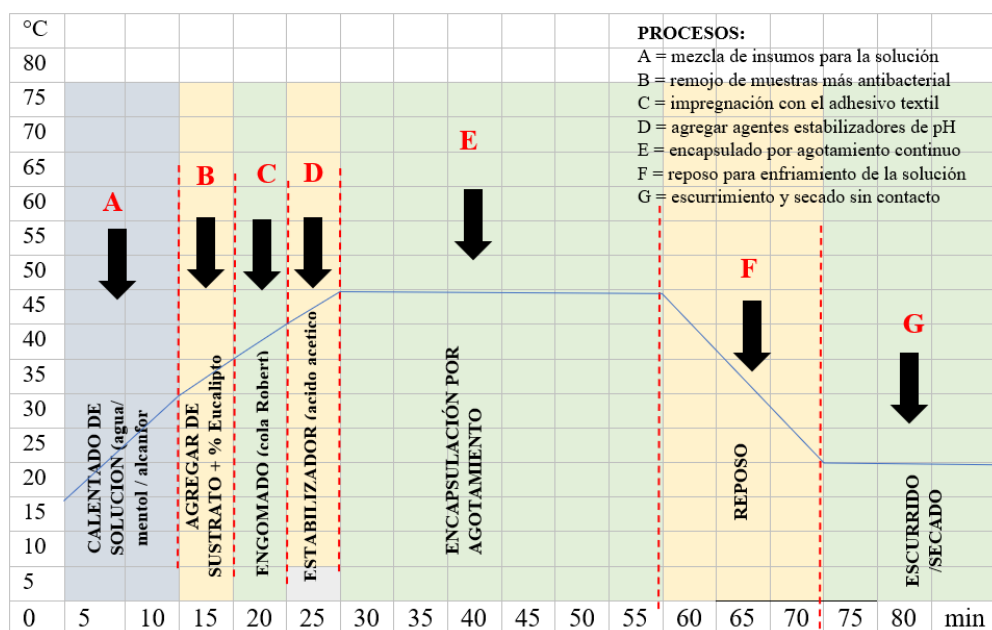


Figura 17. Curva de Encapsulado

FUENTE: Elaboración propia

3.9. EJECUCIÓN DE PRUEBAS

3.9.1. Procedimiento de la prueba de abrasión

Materiales:

- Muestras de fieltro (de corte circular de 3.8 cm como diámetro)

Equipos:

- Abrasimetro
- Fieltrros de soporte
- Sustrato de abrasión
- Tijeras
- Cinta masking
- Rotulador

a) Ejecución de la prueba de abrasión

La prueba de abrasión se inicia con el pesado y rotulado de las muestras para su correcta identificación, luego se colocan cuidadosamente en el abrasimetro y se programa el equipo para realizar 2,500 pasadas, tras completarse este ciclo las muestras se retiran y se someten nuevamente al mismo procedimiento con el fin de evaluar con mayor precisión su resistencia al desgaste. Es importante tener en cuenta que en esta prueba se aplica la ISO 12947-2:2016

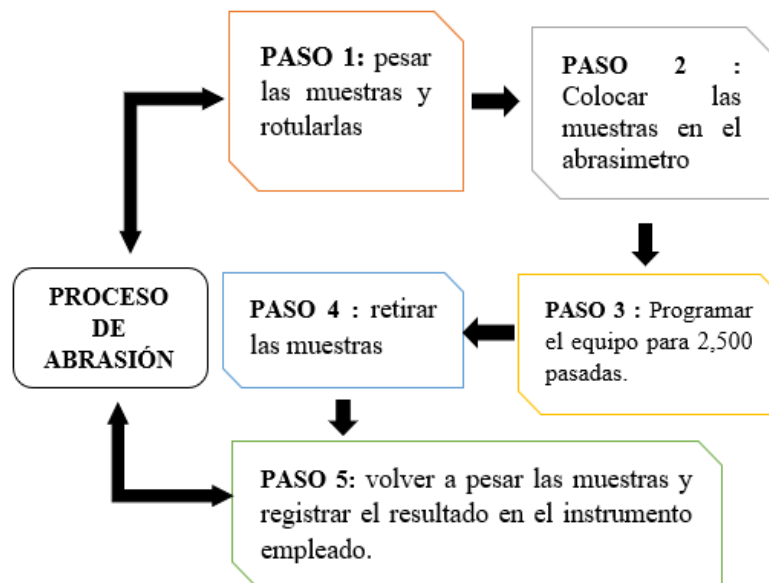


Figura 18. Esquema de la prueba de abrasión

FUENTE: Elaboración propia



Figura 19. Ejecución de la prueba de la abrasión

FUENTE: Elaboración propia.

3.9.2. Prueba de impregnación al lavado

En esta prueba se aplica la ISO 6330, ISO 105-C06, ISO 20743 y ASTM D7822

Materiales:

- Sustratos muestra
- Detergente comercia
- Agua destilada

Equipos:

- Gyrowash
- Balanza analítica
- Luna de reloj
- Espátula metálica
- Balices de metal

Formula detergente comercial:

- DC_0 = peso de detergente referencial
- DC_1 = peso de detergente requerido
- PM_0 = peso de muestra referencial
- PM_1 = peso de muestra requerido

Donde:

$$\frac{PM_0}{PM_1} = \frac{DC_1}{DC_0}$$

Despejamos:

$$DC_1 = \frac{PM_0 * DC_0}{PM_1}$$

- $DC_0 = 0.3$
- $DC_1 = ?$
- $PM_0 = 50 \text{ ml}$
- $PM_1 = 18 \text{ ml}$

$$DC_1 = \frac{PM_0 * DC_0}{PM_1}$$

$$DC_1 = 13.8 \text{ ml}$$

Relación de baño:

Formula de para el peso del alcanfor:

- R_0 = relación de baño referencial
- R_1 = relación de baño requerido
- P_0 = peso de detergente referencial
- P_1 = peso de detergente requerido

Donde:

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{R_0}{R_1}$$

Despejamos:

$$R_1 = \frac{P_0 * R_0}{P_1}$$

Reemplazamos valores:

- $R_0 = 50000 \text{ ml}$
- $R_1 = ?$
- $P_0 = 1000 \text{ g}$
- $P_1 = 10$

$$R_1 = \frac{10 \text{ g} * 50000 \text{ ml}}{100 \text{ g}}$$

$$R_1 = 5000 \text{ ml}$$

La prueba de resistencia a la impregnación por lavado consistió en evaluar la permanencia de la esencia aplicada sobre los sustratos. Para ello, se pesaron las muestras correspondientes a cada grupo de tratamiento y se calcularon las cantidades de agua y detergente según la relación de baño establecida por norma. Posteriormente, se colocaron los sustratos en recipientes cerrados que contenían la mezcla de agua y detergente previamente diluido, asegurándolos dentro del equipo Gyrowash, el cual se programó a 25 °C durante un periodo de 10 minutos. Finalizado el ciclo, las muestras fueron retiradas, escurridas y enjuagadas a chorro, dejándose secar por 24 horas en ambiente controlado. Finalmente, se procedió al segundo pesaje de las muestras, comparando el peso antes y después del lavado; la variación obtenida permitió

determinar el grado de retención o pérdida de la impregnación de la esencia aplicada.

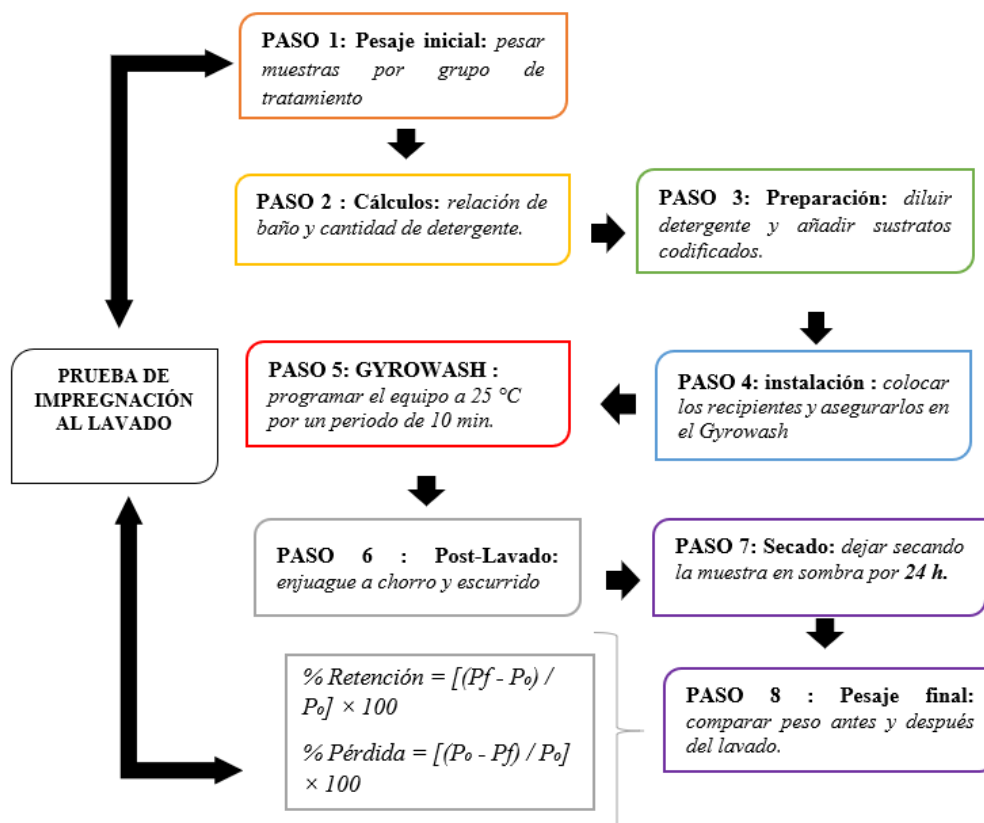


Figura 20. Esquema de la prueba de lavado

FUENTE: Elaboración propia



Figura 21. Ejecución de la prueba de lavado.

FUENTE: Elaboración propia.

3.9.3. Ejecución de la prueba antibacterial

En esta prueba la técnica que se utilizó es la del campo clínico que se adaptó para hacer las pruebas de inhibición es la Guía de protocolos para la evaluación de la sensibilidad frente a agentes antimicrobianos mediante la técnica de difusión en disco. Colección de normas y procedimientos N° 30, Lima, 2002

Materiales:

- sustrato muestra 5 mm de diámetro
- Agar nutritivo
- Agar Mueller-Hinton
- Cultivo microbiano

Equipos:

- Placas Petri
- Microscopio
- Mechero
- Espátula metálica
- Matraz
- Cabina de bioseguridad
- Agitador magnético
- Probeta
- Balanza analítica
- Incubadora
- Autoclave
- Destilador
- Cocina eléctrica
- Tubos de ensayo

a) Procedimiento de cálculos realizados

Si por cada placa Petri es necesario 18 volumen de compuesto ¿cuánto será lo requerido para 6 placas Petri?

Formula:

- V_0 = volumen referencial
- V_1 = volumen requerido
- N_{p0} = unidad de placas
- N_{p1} = números de placas

Donde:

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{N_{p1}}{N_{p0}}$$

Despejamos:

$$V_1 = \frac{N_{p1} * V_0}{N_{p0}}$$

Reemplazamos valores:

- $V_0 = 18 \text{ ml}$
 $V_1 = ?$
- $N_{p0} = 1$
- $N_{p1} = 6$

$$V_1 = \frac{6 * 18 \text{ ml}}{1}$$

$$V_1 = 108 \text{ ml}$$

b) Preparación de agar nutritivo

Si para 1000 mililitros de agua destilada se disuelven 23 gramos de agar nutritivo

¿Cuánto es la cantidad requerida para 108 ml?

Formula:

- V_0 = volumen referencial
- V_1 = volumen requerido
- An_0 = agar referencial
- An_1 = agar requerido

Donde:

$$\frac{An_1}{An_0} = \frac{V_1}{V_0}$$

Despejamos:

$$An_1 = \frac{An_0 * V_1}{V_0}$$

Reemplazamos valores:

- $V_0 = 1000$
 $V_1 = 108$
- $An_0 = 23$
- $An_1 = ?$

$$An1 = \frac{23 \text{ gr} * 108 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$$

$$An1 = 2.484 \text{ gr}$$

c) Procedimiento

La preparación del cultivo microbiano inició con el hisopado de las muestras y la elaboración del medio de cultivo con agar nutritivo, calculando 2.7 g de agar para 108 mL de solución para seis placas Petri, seguido de disolución, calentamiento, reposo y esterilización de las placas y matraces para evitar contaminación. Posteriormente, se distribuyó la solución en 8 placas Petri, diferenciando muestras con y sin aceite esencial de eucalipto, y se dividieron en dos grupos: uno para preservar el cultivo extraído y otro para analizar la interacción de los microorganismos con los sustratos. En la lectura de las muestras, se emplearon portaobjetos, cubreobjetos y colorantes como Lugol, cristal violeta, safranina, acetona y aceites de inmersión, observándose bacterias Gram positivas y negativas, levaduras y hongos bajo microscopio. Para el grupo 2, se preparó caldo de cultivo y se sembró en agar Mueller-Hinton con discos de 5 mm para evaluar propagación de enterobacterias, acondicionando 20 muestras y comparando previamente la efectividad del aceite esencial eucalipto.

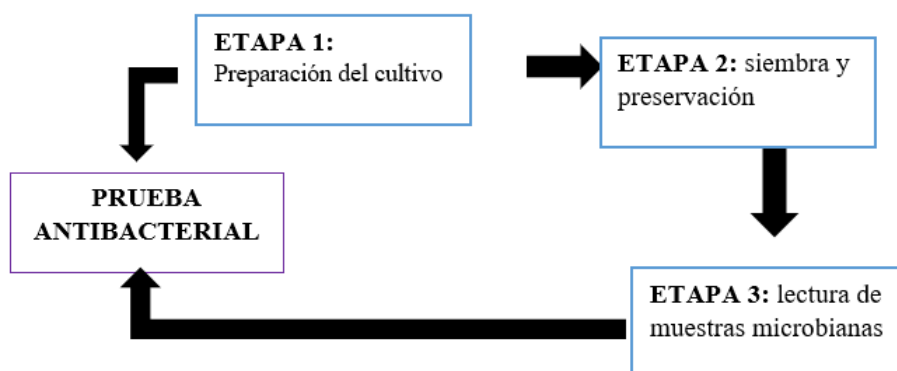


Figura 22. Esquema de las etapas de la prueba antibacterial

FUENTE: Elaboración propia.

3.9.3.1. Etapa 1: Preparación del cultivo y microorganismos

La preparación del cultivo microbiano se inició con el hisopado de las plantas de los pies, con el fin de obtener las muestras necesarias para la siembra bacteriana. Posteriormente, se elaboró el medio de cultivo utilizando agar nutritivo, para lo cual se realizaron los cálculos correspondientes a seis placas Petri, determinando la cantidad exacta del reactivo a emplear. Seguidamente, se pesó el agar nutritivo y se disolvió en agua destilada, elevando la temperatura de la mezcla a 50 °C con el propósito de acelerar la disolución completa del compuesto. Una vez obtenida la solución homogénea, el matraz fue cubierto con una gasa revestida con papel craft y asegurado con pabilo, a fin de prevenir la contaminación externa. Tanto el matraz como las placas Petri fueron envueltos en papel craft y esterilizados en autoclave a una temperatura de 85 °C durante 30 minutos para garantizar la eliminación total de agentes contaminantes. Paralelamente, se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70 % y se mantuvo una llama de mechero encendida para conservar un ambiente estéril. Una vez concluido este proceso, se vertió cuidadosamente la solución de agar nutritivo en las placas Petri, dejándolas reposar aproximadamente 20 minutos hasta que alcanzaron una textura gelatinosa adecuada. Finalmente, se procedió a la siembra de las bacterias obtenidas del hisopado sobre la superficie del medio solidificado, dejando las placas en reposo durante 24 horas para permitir el desarrollo de las colonias microbianas correspondientes.

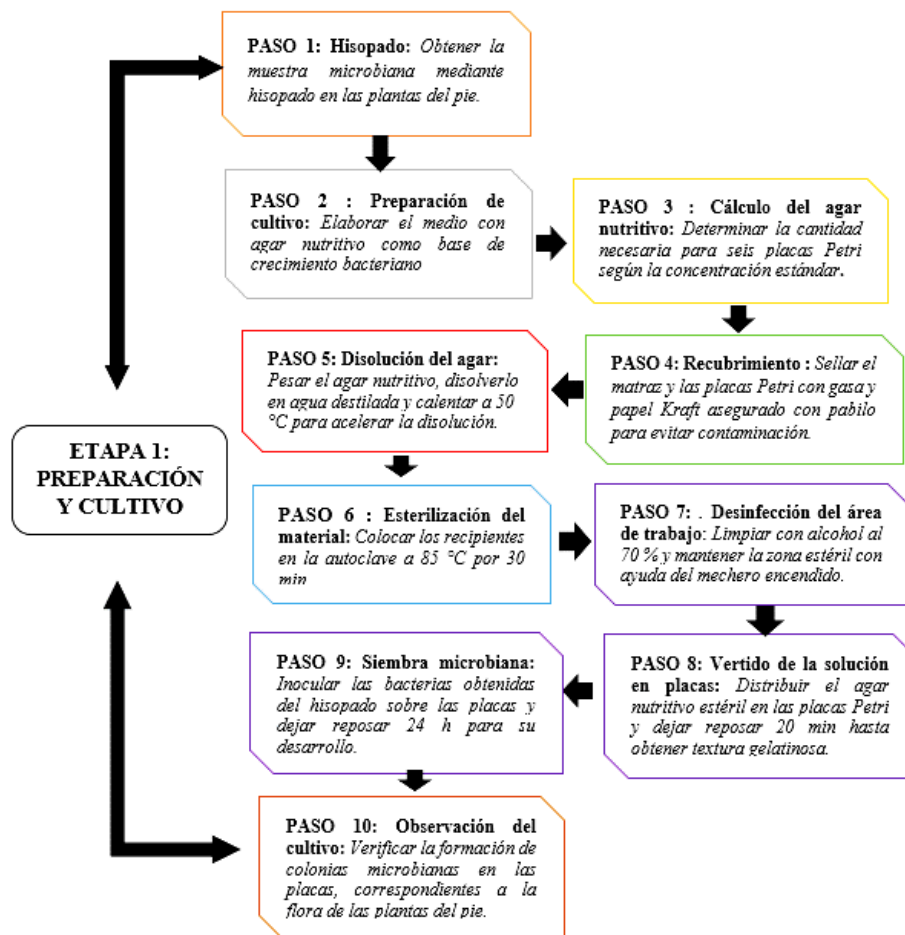


Figura 23. Esquema de la primera etapa de la prueba antibacterial.

FUENTE: Elaboración propia



Figura 24. Proceso de hisopado

FUENTE: Elaboración propia

3.9.3.2. Etapa 2: Cultivo y preparación

En la etapa de cultivo y preparación para la siembra, se alistaron los materiales y se procedió a trabajar con muestras de sustrato con y sin aceite esencial de eucalipto, así como con inoculación de microorganismos en otro hábitat. Se calcularon las cantidades necesarias de agar nutritivo para 8 placas PETRI, se preparó la solución y se desinfectaron los envases, incluyendo la esterilización de matraces y separación de las placas. El área de trabajo se desinfectó con alcohol al 70 % y se mantuvo el mechero encendido. La solución de agar se distribuyó sobre las placas, dejándola solidificar durante 20 minutos. Finalmente, las placas se dividieron en dos grupos: el primero para la preservación del cultivo extraído por hisopado y el segundo para analizar la interacción de los microorganismos con los sustratos y detectar posibles efectos frente a las muestras.

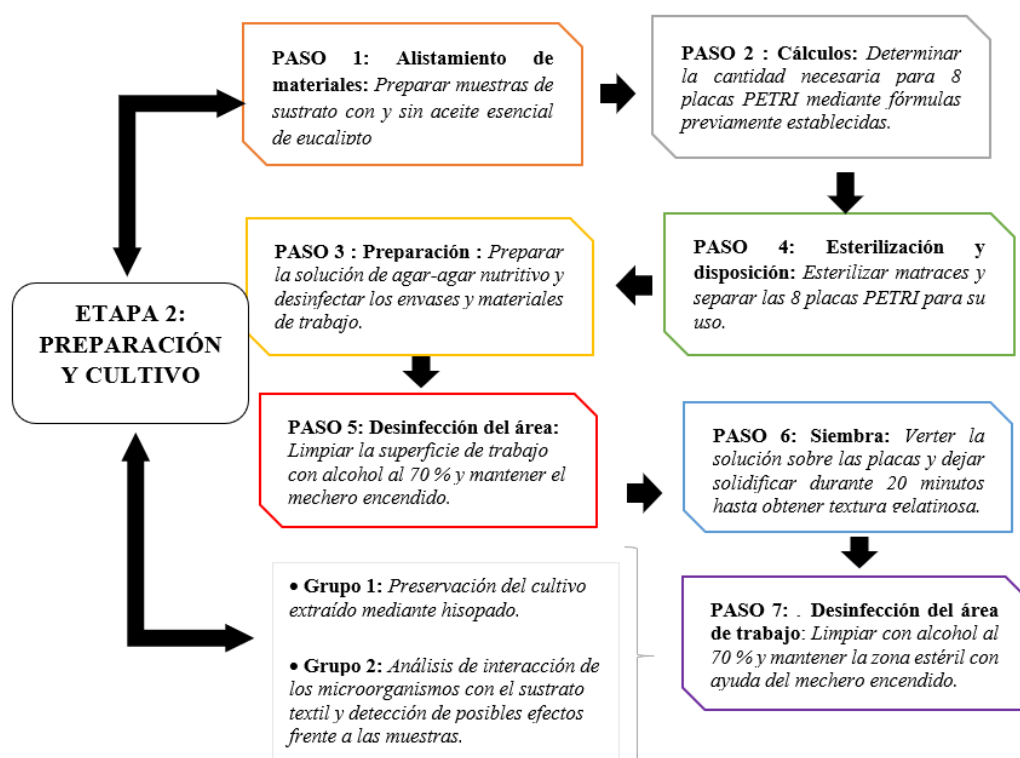


Figura 25. Esquema de la segunda etapa de la prueba antibacterial

FUENTE: Elaboración propia



Figura 26. Cultivo de patógenos microbianos

FUENTE: Elaboración propia

3.9.3.3. Etapa 3: Lectura de microorganismos

En la etapa de lectura de muestras microbianas y determinación de la interacción con el sustrato, se prepararon las muestras en portaobjetos, agregando gota de lugol y utilizando insumos como cristal violeta, lugol, acetona, acetanol y aceites de inmersión. Se cubrieron con cubreobjetos y, mediante microscopio, se realizó la observación y detección de patógenos, incluyendo bacterias Gram positivas y negativas, levaduras y hongos como *Filococcus* y *Echirilla Filococcus* SP. La coloración de Gram se realizó con safranina y los colorantes correspondientes para identificar las colonias. Para el grupo 2, se preparó caldo de cultivo y se sembró en agar Mueller-Hinton con discos de 5 mm para evaluar la propagación de heterobacterias en los sustratos. Se acondicionaron 20 muestras siguiendo los procedimientos establecidos, y previamente se realizaron análisis con 12 placas para evaluar la efectividad del aceite esencial de eucalipto (ver anexo 8).

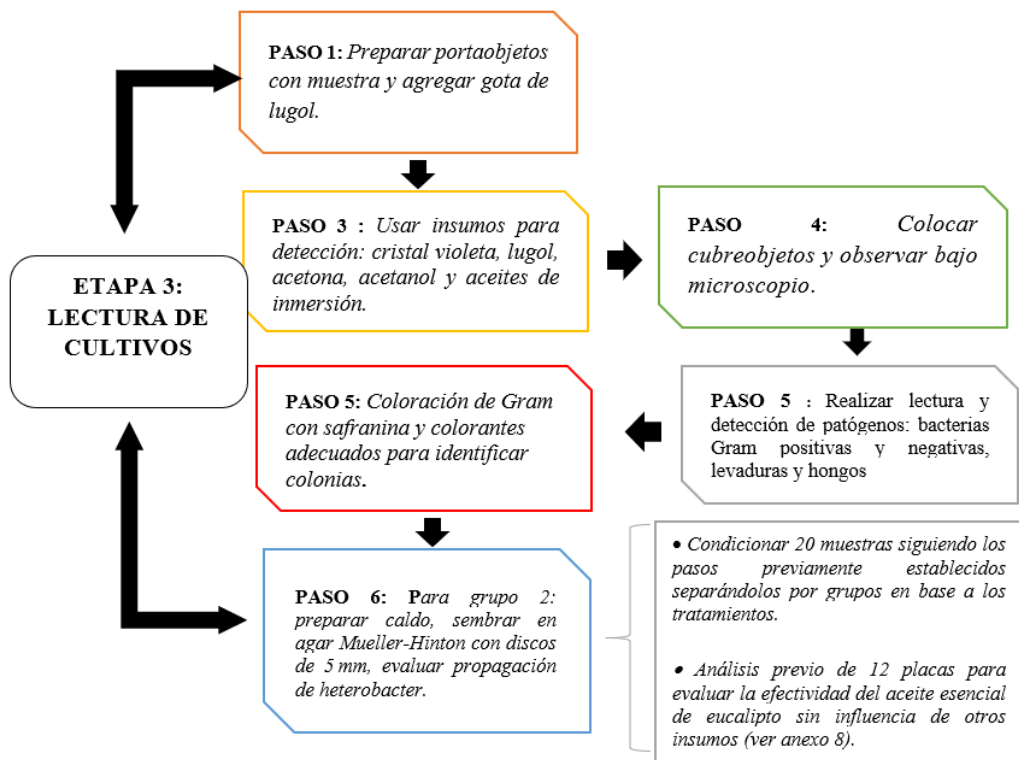


Figura 27. Esquema de la tercera etapa de la prueba antibacterial

FUENTE: Elaboración propia.



Figura 28. Presentación de resultados

FUENTE: Elaboración propia

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

En las investigaciones experimentales, la validación de las hipótesis requiere cumplir con ciertos supuestos estadísticos que garantizan la fiabilidad y objetividad de los resultados. Entre los principales supuestos se encuentra la normalidad de los datos, la cual asegura que las variables sigan una distribución normal, permitiendo el uso de pruebas paramétricas. Asimismo, se debe verificar la homogeneidad de varianzas, que implica que los grupos comparados presenten una variabilidad similar en sus datos. Otro supuesto importante es la independencia de las observaciones, que establece que cada medición o réplica sea independiente de las demás, evitando sesgos en el análisis. Finalmente, en caso de que alguno de estos supuestos no se cumpla, se recurre a pruebas no paramétricas, las cuales no exigen normalidad ni homogeneidad, garantizando así la validez estadística de la hipótesis experimental.

3.11. SUPUESTOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Luego de la recolección de los datos experimentales, se procedió a organizar y registrar la información en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, donde se ordenaron los valores obtenidos en las pruebas de abrasión, pérdida de impregnación y actividad antibacteriana según sus respectivos tratamientos y réplicas. Esta sistematización permitió una visualización clara y estructurada de los resultados, facilitando el control y verificación de los registros. Posteriormente, la misma base fue exportada e importada al software estadístico SPSS versión 24, herramienta utilizada para realizar los análisis estadísticos inferenciales del estudio.

En este entorno se aplicaron las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene) para verificar el cumplimiento de los supuestos estadísticos necesarios en el análisis de datos. Según los resultados obtenidos, se determinaron los métodos de comparación apropiados, aplicando pruebas paramétricas (ANOVA) cuando

los datos cumplían con dichos supuestos, y pruebas no paramétricas (Kruskall-Wallis) en los casos donde no se observó normalidad o igualdad de varianzas. Este proceso garantizó la validez y confiabilidad de la interpretación estadística, permitiendo establecer conclusiones objetivas sobre el efecto de los tratamientos aplicados en la calidad de las plantillas ecológicas.

.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la experimentación, acompañados del análisis estadístico correspondiente donde se exponen los valores promedios, las desviaciones y las comparaciones entre los tratamientos evaluados, con el propósito de interpretar de manera objetiva los efectos de las variables estudiadas por otro lado se realiza la validación de las hipótesis planteadas, mediante la aplicación de pruebas estadísticas que permiten determinar la significancia de los resultados y la relación existente entre las variables analizadas.

4.1.1. Resultados de la hipótesis general

4.1.1.1. Presentación de resultados

Los datos procesados corresponden a las pruebas de abrasión, lavado y antibacteriana, realizadas al fieltro de lana de oveja tratado con aceite esencial de eucalipto. Los resultados muestran que el material presentó buena resistencia al desgaste, adecuada estabilidad tras el lavado y un efecto inhibidor frente al crecimiento bacteriano, evidenciando así que el tratamiento aplicado mejora la calidad y funcionalidad de las plantillas ecológicas desarrolladas.

Tabla 8. *Resumen de los datos generales*

ITEM	TRATAMIENTO	RESULTADOS DE LA ABRASIÓN (mg)	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LAVADO (mg)	RESULTADO DE LA PRUEBA ANTIBACTERIANA (mm)
1	A1/B1	0,0110	0,24000	21,50
2	A1/B1	0,0050	0,34000	21,30
3	A1/B1	0,0110	0,36100	21,48
4	A1/B1	0,0100	0,32600	21,00
5	A1/B1	0,0060	0,41000	21,35
6	A2/B1	0,0030	0,33100	20,80
7	A2/B1	0,0160	0,27000	20,70
8	A2/B1	0,0400	0,45200	20,85
9	A2/B1	0,0070	0,19000	20,82
10	A2/B1	0,0060	0,22400	20,74
11	A1/B2	0,0060	0,22400	21,53
12	A1/B2	0,0130	0,20900	21,58
13	A1/B2	0,0080	0,20700	21,63
14	A1/B2	0,0020	0,21600	21,49
15	A1/B2	0,0030	0,21800	21,52
16	A2/B2	0,0020	1,16000	20,95
17	A2/B2	0,0050	0,81400	20,85
18	A2/B2	0,0010	1,12500	20,78
19	A2/B2	0,0040	1,04400	20,65
20	A2/B2	0,0020	1,26400	20,93

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Se presentan los datos obtenidos tras someter las muestras de fieltro a ensayos de desempeño técnico. Las columnas "Abrasión" y "Lavado" cuantifican la pérdida de masa (mg) del material tras la exposición mecánica y química, respectivamente. La columna "Antibacteriana" registra el diámetro del halo de inhibición (mm) frente a agentes patógenos. Los tratamientos corresponden a las combinaciones de dosificación de glicerina y aceite de eucalipto definidas en la Tabla 6.

4.1.1.2. Presentación de descriptivos de la hipótesis general

La siguiente tabla presenta los resultados descriptivos correspondientes a la hipótesis general, donde se muestran los valores de media, desviación estándar y rango obtenidos en los diferentes tratamientos. Estos datos permiten observar el

comportamiento promedio de las variables evaluadas y sirven como base para el análisis comparativo y la posterior validación estadística de la hipótesis planteada.

Tabla 9. *Resumen de descriptivos de la general*

TRATAMIENTO	MEDIA	ERROR ESTÁNDAR	IC 95% (INFERIOR)	IC 95% (SUPERIOR)	MEDIANA	DESV. ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
TRAT. 1	7.22	2.67	1.51	12.94	0.34	10.32	0.01	21.50
TRAT. 2	7.03	2.60	1.46	12.60	0.27	10.07	0.00	20.85
TRAT. 3	7.26	2.70	1.46	13.05	0.22	10.46	0.00	21.63
TRAT. 4	7.31	2.56	1.82	12.79	1.13	9.91	0.00	20.95

FUENTE: Elaboración Propia

Nota. Análisis estadístico descriptivo del desempeño integral de las muestras de fieltro por cada nivel de tratamiento. Los valores presentados representan el consolidado de las pruebas de resistencia a la abrasión (mg) y eficacia antibacteriana (mm). Se reporta un Intervalo de Confianza (IC) del 95% para la media.

El conjunto de descriptivos evidencia que los cuatro tratamientos presentan valores promedio muy próximos entre sí, con medias que oscilan entre 7.03 y 7.31, lo que sugiere un comportamiento homogéneo del indicador evaluado. Los intervalos de confianza al 95 % muestran amplitudes amplias con límites inferiores entre 1.46 y 1.82 y superiores entre 12.60 y 13.05, lo cual revela una elevada dispersión en las mediciones, corroborada por desviaciones estándar superiores a 9.90 en todos los casos. Las medianas, considerablemente bajas frente a las medias, indican distribuciones marcadamente asimétricas con presencia de valores extremos. En conjunto, los tratamientos exhiben una variabilidad sustancial y una tendencia central semejante, sin diferencias notorias en sus magnitudes principales.

4.1.1.3. Contrastación de la normalidad y homogeneidad

a) Evaluación de la normalidad hipótesis general

Para verificar los supuestos estadísticos previos al análisis inferencial, se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Estas pruebas permiten determinar si los datos de los diferentes tratamientos siguen una

distribución normal, requisito fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas en la validación de la hipótesis general. Las hipótesis establecidas fueron:

- **H₀** (*hipótesis nula*): los datos presentan una distribución normal.
- **H₁** (*hipótesis alterna*): los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 10. Normalidad de la hipótesis general

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Estadístico
A1/B1	0,262	25	0,000	0,821	25	0,001
A1/B2	0,264	25	0,000	0,791	25	0,000
A2/B1	0,253	25	0,000	0,818	25	0,000
A2/B2	0,349	25	0,000	0,707	25	0,000

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste para la normalidad. Se observa que el valor de significancia (p-valor) en ambos estadísticos es menor a 0,05 para todos los tratamientos, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis de normalidad y se recomienda el uso de estadística no paramétrica para el análisis de inferencia.

La matriz de normalidad revela patrones estadísticos consistentes: en todos los conglomerados analizados (A1/B1, A1/B2, A2/B1 y A2/B2), tanto Kolmogorov-Smirnov como Shapiro-Wilk arrojan significancias iguales a 0.000–0.001, magnitudes que invalidan la hipótesis nula de distribución gaussiana. Los coeficientes obtenidos, acompañados de grados de libertad uniformes (25), describen configuraciones muestrales con desviaciones estructurales respecto al modelo normal, evidenciadas por estadísticos de Shapiro-Wilk inferiores a 0.83 y especialmente críticos en A2/B2 (0.707). Bajo este panorama, la lectura inferencial es contundente: las series no exhiben comportamiento normal, lo que obliga a la adopción de procedimientos no paramétricos para garantizar una decisión analítica coherente con la naturaleza real de los datos.

b) Evaluación de la homogeneidad hipótesis general

La prueba de Levene se aplicó para evaluar la homogeneidad de varianzas entre los diferentes tratamientos. Los resultados mostraron un valor de significancia mayor a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos. En consecuencia, se acepta la hipótesis de homogeneidad, confirmando que los datos cumplen con este supuesto estadístico necesario para aplicar pruebas paramétricas.

- **H₀** (*homogeneidad*): Los grupos experimentales son homogéneos
- **H₁** (*no homogeneidad*): Los grupos experimentales no son homogéneos

Interpretación: Si H₀ se acepta, los grupos son comparables; si H₁ se acepta, existen diferencias iniciales significativas.

Tabla 11. Homogeneidad de varianza de la general

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>Se basa en la media</i>	0,068	3	56	0,977
<i>Se basa en la mediana</i>	0,002	3	56	1,000
<i>Se basa en la mediana y con gl ajustado</i>	0,002	3	55,673	1,000
<i>Se basa en la media recortada</i>	0,052	3	56	0,984

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas entre los cuatro tratamientos. Un valor de significancia (p-valor) mayor a 0,05 en todos los estadísticos indica que se cumple el supuesto de homocedasticidad (varianzas iguales). Por lo tanto, las muestras son comparables estadísticamente bajo esta premisa.

Los coeficientes derivados de la prueba de Levene, en sus distintas parametrizaciones (media, mediana, mediana con gl ajustado y media recortada), exhiben valores de significancia entre 0.977 y 1.000, muy por encima del umbral crítico de 0.05. Este comportamiento estadístico indica que no se detectan discrepancias estructurales entre las varianzas de los grupos, por lo que la hipótesis nula de homogeneidad permanece vigente y la alternativa queda descartada. En consecuencia, se concluye que las dispersiones inter-tratamientos son equivalentes, lo que habilita el uso de

procedimientos paramétricos en etapas inferenciales posteriores, dado que el supuesto de igualdad de varianzas se encuentra plenamente satisfecho.

4.1.1.4. Validación de hipótesis

Para la validación de la hipótesis se recurrió a la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, debido a que los datos no cumplían con el supuesto de normalidad, condición verificada previamente mediante las pruebas correspondientes. No obstante, se confirmó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas, lo que permitió comparar adecuadamente la dispersión entre los grupos. Dado que el estudio involucraba más de dos grupos de control, la prueba de Kruskal–Wallis resultó ser el método estadístico más pertinente para evaluar diferencias significativas en las medianas entre los tratamientos analizados.

Tabla 12. *Prueba de hipótesis general Kruskal Wallis*

RESUMEN DE CONTRASTES DE HIPÓTESIS			
HIPÓTESIS NULA	PRUEBA	SIG. ^{A,B}	DECISIÓN
La distribución de calidad es la misma entre categorías de tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,941	Conserve la hipótesis nula.

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis muestra una significancia (p-valor) de 0,941, valor superior al nivel de significancia estándar ($\alpha = 0,05$). Por lo tanto, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto implica que, a nivel estadístico general, no se encontraron diferencias significativas en el desempeño de calidad de las plantillas entre los cuatro tratamientos experimentales aplicados.

Según los resultados del contraste estadístico, la prueba de Kruskal–Wallis arrojó un valor de significancia de 0,941, superior al nivel crítico de 0,05. En consecuencia, se mantiene la hipótesis nula, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la calidad del fieltro entre las categorías de tratamiento evaluadas. Esto implica que, bajo las condiciones experimentales analizadas, la cantidad de glicerina y la concentración de esencia de eucalipto no

evidencian una influencia significativa sobre la calidad del material, por lo que ambos factores no generan cambios detectables en la variable de respuesta según esta prueba no paramétrica.

Tabla 13. *Resumen de prueba Kruskal-Wallis*

RESUMEN DE PRUEBA KRUSKAL-WALLIS DE MUESTRAS INDEPENDIENTES	
<i>N total</i>	60
<i>Estadístico de prueba</i>	0,396 ^{a,b}
<i>Grado de libertad</i>	3
<i>Sig. asintótica (prueba bilateral)</i>	0,941

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Resultados detallados de la prueba de Kruskal-Wallis aplicada a un tamaño muestral total de N=60\$. El estadístico de prueba (0,396\$) representa el valor calculado para la comparación de rangos promedio, con 3 grados de libertad. La significancia asintótica (0,941\$) reafirma que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, validando la estabilidad del proceso de obtención de fieltros.

La prueba de Kruskal–Wallis aplicada a las 60 observaciones reportó un estadístico H de 0,396 con 3 grados de libertad y una significancia asintótica de 0,941. Dado que este valor p es ampliamente superior al umbral de 0,05, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos comparados. Por lo tanto, la distribución de la variable calidad se mantiene homogénea entre los grupos, confirmando que las variaciones en la cantidad de glicerina y en la concentración de esencia de eucalipto no generan cambios detectables en la calidad del fieltro según este análisis no paramétrico.

4.1.2. Resultados de la primera específica

4.1.2.1. Presentación de resultados

En esta sección se presentan los datos obtenidos de la prueba de abrasión aplicada a las muestras de fieltro de lana de ovino, para cada tratamiento se registró el peso inicial de las muestras antes del ensayo y el peso final después de la fricción, con el propósito de determinar el grado de desgaste sufrido en esta parte el procedimiento se ejecutó

con cinco réplicas por tratamiento, permitiendo obtener valores representativos y asegurar la fiabilidad de los resultados. La diferencia entre el peso inicial y final permitió cuantificar la pérdida de material, reflejando la resistencia del fieltro frente a la abrasión.

Tabla 14. *Datos de la prueba de abrasión*

ITEM	TRATAMI ENTO	FACTOR A (cantidad de glicerina)	FACTOR B (concentrac ión de aceite de eucalipto)	COMBINACIO N	REPLI CAS	PESO Inicial	PESO Final	VARIACIO N DE PESOS
1	1	22	50%	22g - 50 %	I	0,643	0,632	0,011
2	1	22	50%	22g - 50 %	II	0,485	0,480	0,005
3	1	22	50%	22g - 50 %	III	0,555	0,544	0,011
4	1	22	50%	22g - 50 %	IV	0,548	0,538	0,01
5	1	22	50%	22g - 50 %	V	0,633	0,627	0,006
6	2	22	30%	22g - 30 %	I	0,507	0,504	0,003
7	2	22	30%	22g - 30 %	II	0,502	0,486	0,016
8	2	22	30%	22g - 30 %	III	0,586	0,546	0,04
9	2	22	30%	22g - 30 %	IV	0,512	0,505	0,007
10	2	22	30%	22g - 30 %	V	0,692	0,686	0,006
11	3	18	50%	18 g - 50 %	I	0,602	0,596	0,006
12	3	18	50%	18 g - 50 %	II	0,504	0,491	0,013
13	3	18	50%	18 g - 50 %	III	0,582	0,574	0,008
14	3	18	50%	18 g - 50 %	IV	0,555	0,553	0,002
15	3	18	50%	18 g - 50 %	V	0,576	0,573	0,003
16	4	18	30 %	18 g - 30 %	I	0,563	0,561	0,002
17	4	18	30%	18 g - 30 %	II	0,75	0,745	0,005
18	4	18	30%	18 g - 30 %	III	0,686	0,685	0,001
19	4	18	30%	18 g - 30 %	IV	0,78	0,776	0,004
20	4	18	30%	18 g - 30 %	V	0,631	0,629	0,002

FUENTE: Elaboración Propia

Nota. La tabla detalla los datos experimentales obtenidos en el ensayo de resistencia a la abrasión para cada uno de los cuatro tratamientos, con cinco réplicas por nivel. La "Variación de pesos" se calculó como la diferencia absoluta entre el peso inicial y el peso final de la muestra tras la fricción mecánica (Peso Inicial – Peso Final= Variación). Valores expresados en gramos (g).

4.1.2.2. Presentación de descriptivos

Los resultados descriptivos de la variable abrasión muestran diferencias notables entre los tratamientos evaluados. El tratamiento 2 registró la mayor media de abrasión (0.0144), acompañada de una elevada desviación estándar (0.0151), lo que evidencia alta variabilidad y una menor resistencia al desgaste. En contraste, el tratamiento 4 presentó la menor media (0.0028) y la desviación estándar más baja (0.0016), reflejando mayor uniformidad y resistencia frente a la abrasión. Los tratamientos 1 y 3 mostraron valores intermedios, con medias de 0.0086 y 0.0064 respectivamente, y variabilidad moderada. En términos de distribución, se observan asimetrías positivas en los tratamientos 2, 3 y 4, lo que sugiere la presencia de algunos valores altos de abrasión, mientras que el tratamiento 1 exhibió ligera asimetría negativa. En general, se concluye que el tratamiento 4 fue el más efectivo, al generar menores niveles de abrasión y resultados más homogéneos, lo que indica una mejor resistencia del material tratado.

Tabla 15. *Resumen de datos descriptivos*

PARÁMETRO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3	TRATAMIENTO 4
<i>Media</i>	0.0086	0.0144	0.0064	0.0028
<i>Error estándar</i>	0.0013	0.0068	0.0020	0.0007
<i>Límite inferior (95%)</i>	0.0050	-0.0044	0.0009	0.0008
<i>Límite superior (95%)</i>	0.0122	0.0332	0.0119	0.0048
<i>Media recortada al 5%</i>	0.0087	0.0136	0.0063	0.0028
<i>Mediana</i>	0.0100	0.0070	0.0060	0.0020
<i>Desviación estándar</i>	0.0029	0.0151	0.0044	0.0016
<i>Mínimo</i>	0.0050	0.0030	0.0020	0.0010
<i>Máximo</i>	0.0110	0.0400	0.0130	0.0050
<i>Rango</i>	0.0060	0.0370	0.0110	0.0040

Rango	0.0055	0.0235	0.0080	0.0030
intercuartil				
Asimetría	-0.590	1.728	0.821	0.518
Curtosis	-2.849	2.897	0.096	-1.687

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Análisis descriptivo detallado de la variación de peso (mg) observada en las muestras de fieltro sometidas a abrasión. Se incluyen medidas de tendencia central (media, mediana y media recortada) y medidas de dispersión (desviación estándar, rangos y rango intercuartil) para los cuatro grupos experimentales. Los índices de asimetría y curtosis indican la distribución de los datos respecto a la normalidad, proporcionando una visión integral de la estabilidad del desempeño del material bajo los parámetros de dosificación evaluados.

4.1.2.3. Contrastación de la normalidad y homogeneidad

a) Evaluación de normalidad de la primera específica

Para la validación de los datos experimentales, se plantearon las hipótesis de normalidad con el propósito de determinar si las distribuciones de los valores obtenidos en las pruebas de abrasión donde esta prueba permite verificar si los datos cumplen con uno de los supuestos fundamentales para la aplicación de pruebas paramétricas, asegurando que las medias y varianzas sean representativas de la población estudiada y que el análisis inferencial posterior sea estadísticamente válido y siguen un comportamiento estadísticamente normal. Las hipótesis establecidas fueron:

- **H₀** (*hipótesis nula*): los datos presentan una distribución normal.
- **H₁** (*hipótesis alterna*): los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 16. Prueba de normalidad de la primera específica

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Estadístico
A1/B1	0,231	5	0,200	0,881	5	0,314
A1/B2	0,231	5	0,200	0,881	5	0,314
A2/B1	0,243	5	0,200	0,894	5	0,377
A2/B2	0,231	5	0,200	0,881	5	0,314

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste para la normalidad aplicadas a

las cinco réplicas de cada tratamiento. Dado que todos los valores de significancia (p-valor) son superiores al nivel crítico de 0,05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Este resultado valida la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas para el contraste de la primera hipótesis específica.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, se observa que todos los tratamientos (A1/B1, A1/B2, A2/B1 y A2/B2) presentan valores de significancia (Sig.) mayores a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre la distribución observada y la distribución normal teórica. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se concluye que los datos de los tratamientos presentan una distribución normal, cumpliendo así con uno de los supuestos requeridos para aplicar pruebas estadísticas paramétricas en la comparación de medias y el análisis de efectos de los factores estudiados.

b) Evaluación de la homogeneidad de la primera específica

En la prueba de Levene se evaluó la homogeneidad de varianzas entre los tratamientos, observándose que los valores de significancia fueron mayores a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos analizados. Por tanto, se acepta la hipótesis nula, concluyéndose que los datos presentan varianzas homogéneas, cumpliendo así con otro de los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas paramétricas.

- **H_0 (homogeneidad):** Los grupos experimentales son homogéneos
- **H_1 (no homogeneidad):** Los grupos experimentales no son homogéneos

Interpretación: Si H_0 se acepta, los grupos son comparables; si H_1 se acepta, existen diferencias iniciales significativas.

Tabla 17. Prueba de Levene de la primera específica

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>Se basa en la media</i>	2,730	3	16	0,078

<i>Se basa en la mediana</i>	1,882	3	16	0,173
<i>Se basa en la mediana y con gl ajustado</i>	1,882	3	12,703	0,184
<i>Se basa en la media recortada</i>	2,814	3	16	0,073

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de Levene aplicada para verificar la igualdad de varianzas entre los cuatro tratamientos. Los valores de significancia (p-valor) obtenidos en todos los estadísticos son superiores a 0,05, lo que sugiere que no existen datos suficientes para descartar la igualdad de varianzas (homocedasticidad). Este resultado confirma que los datos cumplen con el supuesto de homogeneidad necesario para realizar pruebas paramétricas comparativas.

Los resultados de la prueba de Levene reflejan valores de significación superiores a 0,05 en la totalidad de los métodos evaluados de cálculo (media = 0,078; mediana = 0,173; media recortada = 0,073). Ello refleja que las varianzas de los grupos analizados no presentan disparidades estadísticamente relevantes entre los tratamientos evaluados, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. En consecuencia, se concluye que los datos presentan varianzas homogéneas, cumpliendo con el supuesto de igualdad de varianzas necesario con el fin de emplear pruebas de tipo paramétrico durante el proceso de análisis estadístico.

4.1.2.4. Validación de hipótesis

Dado que los resultados obtenidos en las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) presentaron valores de significancia mayores a 0,05, se concluye que los valores obtenidos se ajustan a un comportamiento de distribución normal. Asimismo, la prueba de Levene indicó que las varianzas son homogéneas entre los tratamientos. Por lo tanto, ambos supuestos fundamentales se cumplen, lo que permite aplicar pruebas paramétricas para el contraste entre promedios, empleando herramientas como el Análisis de Varianza (ANOVA), con el propósito de establecer si se presentan diferencias estadísticamente relevantes entre los tratamientos evaluados.

Tabla 18. Prueba de ANOVA de la primera específica

TRATAMIENTOS	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG
Entre grupos	0,000	3	0,000	10,516	0,000
Dentro de grupos	0,000	16	0,000		
Total	0,000	19			

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de ANOVA de un factor utilizada para comparar las medias de los cuatro tratamientos experimentales. El valor de significancia (p-valor) obtenido es 0.000, lo cual es menor al nivel de significancia estándar ($\alpha = 0.05$). Este resultado indica que existen diferencias estadísticamente significativas en el desempeño de la resistencia a la abrasión entre al menos dos de los tratamientos evaluados.

Conforme a los datos arrojados por el Análisis de Varianza (ANOVA), se evidencia que el valor de significación obtenido (Sig. = 0,000) resulta inferior al nivel de significación previamente definido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, se descarta la hipótesis nula (H_0) y se asume como válida la hipótesis alterna (H_1), lo cual permite concluir que existen diferencias con relevancia estadística entre los tratamientos evaluados. En este sentido, se concluye que La evaluación de la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una resistencia significativa para el calzado casual, Juliaca-2025. Demostrando que la variación en las concentraciones de glicerina y aceite esencial produce un efecto real sobre la calidad y durabilidad del material obtenido.

4.1.3. Resultados de la segunda específica

4.1.3.1. Presentación de resultados

Los resultados obtenidos en la prueba de lavado evidencian el comportamiento del fieltro de lana frente a la pérdida de peso en las muestras, en este procedimiento se evaluó la resistencia del material a las lavadas, comparando el peso inicial y final de las muestras después del proceso de lavado estandarizado, para los datos muestran que,

aunque se presenta una ligera disminución en el peso debido a la pérdida parcial del aceite.

Tabla 19. *Resultados de la prueba de lavado*

ITEM	TRATAMIENTO	PESO INICIAL	PESO FINAL	VARIACIÓN	CONCENTRACIÓN DE DETERGENTE
1	A1/B1	2,157	1,917	0,24	0.3%
2	A1/B1	2,550	2,210	0,34	0.3%
3	A1/B1	2,557	2,196	0,361	0.3%
4	A1/B1	2,441	2,115	0,326	0.3%
5	A1/B1	2,502	2,092	0,41	0.3%
6	A2/B1	2,522	2,191	0,331	0.3%
7	A2/B1	2,326	2,056	0,27	0.3%
8	A2/B1	2,609	2,157	0,452	0.3%
9	A2/B1	2,477	2,287	0,19	0.3%
10	A2/B1	2,463	2,239	0,224	0.3%
11	A1/B2	2,481	2,257	0,224	0.3%
12	A1/B2	2,095	1,886	0,209	0.3%
13	A1/B2	2,207	2,000	,207	0.3%
14	A1/B2	2,502	2,286	0,216	0.3%
15	A1/B2	2,769	2,551	0,218	0.3%
16	A2/B2	2,442	1,282	1,16	0.3%
17	A2/B2	1,995	1,181	0,814	0.3%
18	A2/B2	2,281	1,156	1,125	0.3%
19	A2/B2	2,21	1,166	1,044	0.3%
20	A2/B2	2,539	1,275	1,264	0.3%

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Registro de la pérdida de masa del material tras ser sometido a un proceso de lavado estandarizado. La "Variación" se define como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra ($\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final} = \text{Variación}$), reflejando el grado de resistencia química del fieltro al detergente a una concentración constante del 0.3%.

4.1.3.2. Presentación de descriptivos

Se presentan a continuación los estadísticos descriptivos de los diferentes tratamientos evaluados en el estudio, considerando dos factores principales: el factor A corresponde a la cantidad de glicerina aplicada en la preparación del fieltro, con niveles de 22 g y

18 g; mientras que el factor B se refiere a la concentración de aceite esencial de eucalipto, con niveles de 50 % y 30 % donde se sometió a los tratamientos a la prueba lavado doméstico.

Tabla 20. *Resumen descriptivo de la prueba de lavado*

Tratamiento	Media	Error estándar	Mediana	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
TRAT. 1	0,3354	0,0278	0,3400	0,004	0,0621	0,2400	0,4100
TRAT. 2	0,2934	0,0462	0,2700	0,011	0,1032	0,1900	0,4520
TRAT. 3	0,2148	0,0031	0,2160	0,000	0,0069	0,2070	0,2240
TRAT. 4	1,0814	0,0756	1,1250	0,029	0,1691	0,8140	1,2640

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Análisis estadístico descriptivo del comportamiento de las muestras frente al ensayo de lavado. La variable analizada corresponde a la pérdida de masa (g) del material. Se presentan medidas de tendencia central (media y mediana) y medidas de dispersión (varianza y desviación estándar) que cuantifican la estabilidad química del fieltro bajo la acción de agentes tensioactivos. Valores expresados en gramos.

- **Interpretación:** en la evaluación de los estadísticos descriptivos de los tratamientos evaluados mediante una prueba de lavado doméstico, considerando la cantidad de glicerina (22 g y 18 g) y la concentración de aceite esencial de eucalipto (50 % y 30 %). Los resultados indican que los tratamientos con mayor cantidad de glicerina y mayor concentración de aceite esencial tienden a presentar mayores valores medios, reflejando una mejor retención de propiedades del fieltro tras el lavado, mientras que los tratamientos con menores niveles muestran medias más bajas y menor variabilidad, evidenciando una menor resistencia, pero mayor uniformidad. En general, los descriptivos permiten identificar que ambos factores influyen de manera conjunta en la estabilidad y comportamiento del fieltro durante el lavado doméstico, afectando tanto la tendencia central como la dispersión y la forma de la distribución de los datos.

4.1.3.3. Contrastación de la normalidad y homogeneidad

a) Evaluación de normalidad de la segunda específica

La prueba de normalidad se aplicará para determinar si los datos obtenidos en los distintos tratamientos siguen una distribución normal, lo cual es un requisito fundamental para decidir el uso de pruebas estadísticas paramétricas como el ANOVA. Esta verificación permite asegurar que los resultados sean válidos y que las conclusiones extraídas reflejen correctamente el comportamiento de las variables evaluadas. Las hipótesis establecidas fueron:

- H_0 (hipótesis nula): los datos presentan una distribución normal.
- H_1 (hipótesis alterna): los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 21. Prueba de normalidad de la segunda específica

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Estadístico
A1/B1	0,240	5	0,200	0,956	5	0,777
A1/B2	0,190	5	0,200	0,938	5	0,652
A2/B1	0,199	5	0,200	0,951	5	0,745
A2/B2	0,212	5	0,200	0,936	5	0,636

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste para la normalidad aplicadas a los datos de la prueba de lavado. Al obtener valores de significancia (p-valor) superiores a 0,05 en todos los grupos experimentales, se determina que los datos siguen una distribución normal. Por lo tanto, se cumplen los supuestos necesarios para el uso de estadística paramétrica en el contraste de la segunda hipótesis específica.

Los valores obtenidos mediante las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk reflejan niveles de significación superiores a 0,05 en la totalidad de los tratamientos considerados (A1/B1, A1/B2, A2/B1 y A2/B2). Esto permite afirmar que no hay razones suficientes para descartar la hipótesis nula de normalidad, por lo que se concluye que los datos se ajustan a una distribución de tipo normal. Por ende, resulta adecuado recurrir a pruebas estadísticas de carácter paramétrico, tales como

el ANOVA, para analizar las diferencias entre tratamientos con respecto a la resistencia a la pérdida de impregnación del aceite esencial de eucalipto.

b) Evaluación de homogeneidad de la segunda específica

La prueba de Levene aplicada para evaluar la homogeneidad de varianzas arrojó valores de significancia mayores a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos. Por tanto, se cumple el supuesto de homogeneidad, permitiendo el uso de pruebas paramétricas como el ANOVA para comparar los tratamientos en condiciones estadísticas válidas y confiables.

- **H₀** (*homogeneidad*): Los grupos experimentales son homogéneos
- **H₁** (*no homogeneidad*): Los grupos experimentales no son homogéneos

Interpretación: Si H₀ se acepta, los grupos son comparables; si H₁ se acepta, existen diferencias iniciales significativas.

Tabla 22. Homogeneidad de la segunda específica

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>Se basa en la media</i>	3,402	3	16	0,044
<i>Se basa en la mediana</i>	1,998	3	16	0,155
<i>Se basa en la mediana y con gl ajustado</i>	1,998	3	7,330	0,199
<i>Se basa en la media recortada</i>	3,240	3	16	0,050

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene aplicada a los datos de pérdida de masa en la prueba de lavado. Aunque el estadístico basado en la media presenta un valor de significancia de 0,044, los estadísticos basados en la mediana (0,155) y en la mediana con grados de libertad ajustados (0,199) superan el nivel de confianza establecido ($\alpha = 0,05$). Por consiguiente, se asume la homogeneidad de varianzas, validando la estabilidad de los grupos para los análisis estadísticos posteriores.

La tabla de la prueba de Levene muestra valores de significancia (Sig.) superiores a 0,05 en todos los métodos de cálculo (media, mediana y media recortada). Ello evidencia que las varianzas entre los distintos tratamientos no presentan disparidades estadísticamente relevantes, por lo que se verifica el cumplimiento del supuesto de

homogeneidad de varianzas. En consecuencia, los datos son estadísticamente homogéneos y es apropiado aplicar pruebas paramétricas como el ANOVA para la comparación de medias entre los grupos experimentales.

4.1.3.4. Validación de hipótesis

Tomando como base los datos derivados de las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene), se observa que en todos los tratamientos los valores de significancia ($p > 0,05$) son mayores al nivel crítico establecido. Esto permite concluir que los datos presentan una distribución normal y que las varianzas entre los grupos son homogéneas, cumpliéndose así los supuestos estadísticos necesarios para aplicar pruebas paramétricas. Por tanto, se justifica el uso del ANOVA de un solo factor con el propósito de establecer si se presentan variaciones estadísticamente relevantes entre los tratamientos evaluados respecto a la resistencia a la pérdida de peso tras el lavado.

Tabla 23. Prueba de ANOVA de la segunda específica

TRATAMIENTOS	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG
<i>Entre grupos</i>	28,500	28	1,018	0,521	0,920
<i>Dentro de grupos</i>	21,500	11	1,955		
<i>Total</i>	50,000	39			

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias de los grupos en la prueba de lavado. El valor de significancia (p-valor) obtenido es de 0,920, lo cual es superior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Por tanto, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, indicando que el efecto de los tratamientos sobre la pérdida de masa en el lavado es uniforme y no presenta diferencias significativas entre ellos.

Conforme a los datos reflejados en la tabla ANOVA, se aprecia que el valor de significación ($p = 0,920$) supera el nivel de significación previamente fijado ($\alpha = 0,05$).

Ello permite concluir que no se presentan diferencias con relevancia estadística entre los tratamientos en relación con la resistencia al lavado de las plantillas elaboradas con

fieltro de lana y aceite esencial de eucalipto. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que la variación en la cantidad de glicerina y en la concentración del aceite esencial no influyó de manera significativa en la resistencia al lavado de las plantillas ecológicas desarrolladas.

4.1.4. Resultados de la tercera específica

4.1.4.1. Presentación de resultados

En la prueba antibacterial se recopilieron los datos obtenidos a partir de las muestras de fieltro de lana utilizadas en la elaboración de las plantillas ecológicas impregnadas con aceite esencial de eucalipto. Las mediciones se realizaron mediante el análisis del crecimiento bacteriano y la observación de los halos de inhibición formados alrededor de las muestras tratadas y no tratadas, ejecutándose cinco réplicas por tratamiento. Estos datos permitieron evaluar la efectividad del aceite esencial de eucalipto como agente antimicrobiano dentro del material textil natural, proporcionando una base comparativa entre las diferentes concentraciones y condiciones experimentales.

Tabla 24. *Presentación de los datos para la prueba antibacterial*

ITEM	TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN DE GLICERINA	CONCENTRACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO	MEDICIÓN DEL HALO	HORAS DE INOCULACIÓN
1	A1/B1	22	50%	21,50	24
2	A1/B1	22	50%	21,30	24
3	A1/B1	22	50%	21,48	24
4	A1/B1	22	50%	21,00	24
5	A1/B1	22	50%	21,35	24
6	A2/B1	18	50%	20,80	24
7	A2/B1	18	50%	20,70	24
8	A2/B1	18	50%	20,85	24
9	A2/B1	18	50%	20,82	24
10	A2/B1	18	50%	20,74	24
11	A1/B2	22	30 %	21,53	24
12	A1/B2	22	30 %	21,58	24
13	A1/B2	22	30 %	21,63	24
14	A1/B2	22	30 %	21,49	24
15	A1/B2	22	30 %	21,52	24

16	A2/B2	18	30 %	20,95	24
17	A2/B2	18	30 %	20,85	24
18	A2/B2	18	30 %	20,78	24
19	A2/B2	18	30 %	20,65	24
20	A2/B2	18	30 %	20,93	24

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Registro de los diámetros de los halos de inhibición antibacteriana medidos en milímetros (mm) tras 24 horas de inoculación. Los valores presentados corresponden a la capacidad de inhibición del crecimiento bacteriano exhibida por las muestras de fieltro tratado con distintas concentraciones de glicerina y aceite esencial de eucalipto.

4.1.4.2. Presentación de descriptivos

La tabla de descriptivos correspondiente a la prueba antibacterial muestra los valores promedio obtenidos en cada tratamiento, reflejando las diferencias en la formación de halos de inhibición del crecimiento bacteriano. Los resultados evidencian que las muestras de fieltro impregnadas con aceite esencial de eucalipto presentaron mayores diámetros de inhibición en comparación con las muestras sin tratamiento, lo que indica una mayor actividad antibacteriana del material. Estos datos permiten identificar qué combinación de concentraciones produjo el efecto más significativo frente al desarrollo microbiano.

Tabla 25. *Resúmenes de descriptivos de la tercera específica*

TRATAM IENTO	MEDIA	ERROR ESTÁN DAR	IC 95% (LÍMITE INFERIOR)	IC 95% (LÍMITE SUPERIOR)	MEDIANA	DESV. ESTÁNDAR	MÍN	MÁX
TRAT. 1	21.3260	0.08987	21.0765	21.5755	21.3500	0.20095	21.0 0	21.50
TRAT. 2	20.7820	0.02728	20.7063	20.8577	20.8000	0.06099	20.7 0	20.85
TRAT. 3	21.5500	0.02470	21.4814	21.6186	21.5300	0.05523	21.4 9	21.63
TRAT. 4	20.8320	0.05463	20.6803	20.9837	20.8500	0.12215	20.6 5	20.95

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Análisis estadístico descriptivo del diámetro del halo de inhibición (en mm) resultante de la prueba antibacteriana. Se presentan la media, mediana, desviación estándar y los intervalos de confianza al 95% (IC 95%) para los cuatro tratamientos evaluados. Los valores reflejan la eficacia inhibidora de los diferentes niveles de glicerina y aceite esencial de eucalipto.

La tabla 27 es comparativa muestra diferencias claras en el comportamiento antibacterial entre los cuatro tratamientos evaluados. El Tratamiento 3 destaca como

el más eficiente, presentando la media más alta (21.55) y la menor variabilidad (desviación estándar 0.05523), lo que indica resultados más consistentes. Le sigue el Tratamiento 1, con una media de 21.33, aunque con mayor dispersión en los datos. Por otro lado, los Tratamientos 2 y 4 registran los valores promedio más bajos (20.78 y 20.83, respectivamente), evidenciando una menor respuesta antibacterial. En todos los casos, los intervalos de confianza al 95 % son estrechos, lo que respalda la precisión de las estimaciones. Además, las medianas mantienen coherencia con las medias, sugiriendo distribuciones sin grandes sesgos. En conjunto, los resultados indican que el Tratamiento 3 presenta el mejor desempeño, mientras que el Tratamiento 2 es el menos efectivo, con valores más reducidos y la menor amplitud de rangos.

4.1.4.3. Contrastación de la normalidad y homogeneidad

a) Evaluación de la normalidad de la tercera específica

Previamente al análisis inferencial, se aplicó la prueba de normalidad con el propósito de verificar si los datos cumplían con los supuestos estadísticos requeridos para el uso de pruebas paramétricas. Los resultados permitieron determinar si la distribución de los datos seguía un comportamiento normal o, en su defecto, si era necesario emplear pruebas no paramétricas para contrastar las hipótesis planteadas. Las hipótesis establecidas fueron:

- **H₀** (*hipótesis nula*): los datos presentan una distribución normal.
- **H₁** (*hipótesis alterna*): los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 26. *Prueba de normalidad de la tercera específica*

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Estadístico
A1/B1	0,249	5	0,200	0,874	5	0,284
A1/B2	0,216	5	0,200	0,952	5	0,750
A2/B1	0,241	5	0,200	0,948	5	0,721
A2/B2	0,189	5	0,200	0,930	5	0,597

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Resultados de las pruebas de bondad de ajuste para la normalidad aplicadas a las cinco réplicas de cada tratamiento evaluado en la prueba antibacteriana. Dado que todos los valores de significancia (p-valor) son superiores al nivel crítico de 0,05, se concluye que los datos siguen una distribución normal, lo que justifica el empleo de pruebas estadísticas paramétricas para el contraste de la tercera hipótesis específica.

En base a los hallazgos obtenidos mediante los estadígrafos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk evidencian que, en los cuatro conglomerados experimentales (A1/B1, A1/B2, A2/B1 y A2/B2), los coeficientes de significancia superan holgadamente el umbral crítico de 0.05. Esta convergencia numérica implica que no se observa discrepancia estructural entre las distribuciones muestrales y el patrón gaussiano teórico, por lo que la proposición nula asociada a la normalidad permanece indemne. De este modo, cada conjunto analizado exhibe un comportamiento probabilístico compatible con un modelo continuo simétrico, habilitando el empleo de procedimientos inferenciales de naturaleza paramétrica sin vulnerar los supuestos matemáticos subyacentes.

b) Evaluación de la homogeneidad de la tercera específica

La prueba de homogeneidad de varianzas permite verificar si las dispersiones de los datos entre los diferentes tratamientos son estadísticamente iguales. Este análisis evalúa si las muestras comparadas presentan una variabilidad similar, requisito fundamental para aplicar pruebas paramétricas y garantizar la validez de las comparaciones entre grupos.

- **H₀** (*homogeneidad*): Los grupos experimentales son homogéneos
- **H₁** (*no homogeneidad*): Los grupos experimentales no son homogéneos

Interpretación: Si H₀ se acepta, los grupos son comparables; si H₁ se acepta, existen diferencias iniciales significativas.

Tabla 27. *Homogeneidad de la tercera específica*

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>Se basa en la media</i>	1,947	3	16	0,163
<i>Se basa en la mediana</i>	1,520	3	16	0,248
<i>Se basa en la mediana y con gl ajustado</i>	1,520	3	7,742	0,284
<i>Se basa en la media recortada</i>	1,808	3	16	0,186

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene aplicada a los datos del halo de inhibición (en mm) de la prueba antibacteriana. Los valores de significancia (p-valor) obtenidos en todos los estadísticos son superiores a 0,05, lo que indica que no hay evidencia para rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas. Se confirma el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, validando la estabilidad de los grupos para la realización de análisis estadísticos paramétricos.

Los valores arrojados por la prueba de Levene superan el nivel de significación de 0,05 en la totalidad de los métodos analizados de cálculo (basado en la media, mediana y media recortada), específicamente con un valor de Sig. = 0,163. Esto indica que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos evaluados, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de homogeneidad. En consecuencia, se concluye que los tratamientos presentan varianzas estadísticamente iguales, cumpliéndose el supuesto de homogeneidad necesario para la aplicación de pruebas paramétricas en el análisis inferencial posterior.

4.1.4.4. Validación de hipótesis

Dado que los resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas presentaron valores de significancia mayores a 0,05, se confirma que los datos cumplen con los supuestos para aplicar pruebas paramétricas. Por ello, para validar la tercera

hipótesis específica que plantea que el estudio de la calidad en la capacidad de la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una efectividad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025 se empleará un ANOVA factorial de dos vías (2×2), a fin de determinar el efecto individual y combinado de la cantidad de materia prima y la concentración de aceite de eucalipto sobre la actividad antibacteriana de las plantillas.

Tabla 28. Prueba de ANOVA de la tercera específica

TRATAMIENTOS	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG
<i>Entre grupos</i>	37,583	23	1,634	2,106	0,044
<i>Dentro de grupos</i>	12,417	16	0,776		
<i>Total</i>	50,000	39			

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Prueba de ANOVA de un factor utilizada para determinar si existen diferencias significativas en el diámetro del halo de inhibición (mm) entre los tratamientos evaluados. El valor de significancia obtenido es de $p = 0,044$, lo cual es inferior al nivel de significancia prefijado ($\alpha = 0,05$). Este resultado permite rechazar la hipótesis nula, concluyendo que al menos uno de los tratamientos presenta una eficacia antibacteriana distinta a los demás.

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) muestran que existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, con un valor de $F = 2,106$ y un nivel de significancia de $p = 0,044$, menor al nivel crítico establecido ($\alpha = 0,05$). Este resultado indica que al menos uno de los tratamientos presenta un comportamiento diferente respecto a la actividad antibacteriana. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, confirmando que el estudio de la calidad en la capacidad de la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (*eucaliptus*) tiene una efectividad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025. Este hallazgo demuestra que las variaciones en la cantidad de materia prima y la concentración del aceite esencial tienen un efecto significativo en la respuesta antibacteriana del material, validando estadísticamente la

tercera hipótesis específica del estudio.

Tabla 29. *Resumen de resultados*

PRUEBA	TRATAMIENTO MÁS EFECTIVO	TRATAMIENTO MENOS EFECTIVO	RESULTADO DESCRIPTIVO GENERAL	SIG. ANOVA	CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA
<i>Resistencia a la abrasión</i>	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Menor abrasión y mayor uniformidad en T4; T2 mostró mayor desgaste y variabilidad.	p = 0.000	Diferencias significativas; los componentes influyen en la resistencia.
<i>Resistencia al lavado</i>	— (no hubo diferencias)	— (no hubo diferencias)	T mayor glicerina y aceite mostraron medias ligeramente mayores, pero sin influencia marcada.	p = 0.920	No existen diferencias significativas; los factores no afectan la resistencia al lavado.
<i>Actividad antibacteriana</i>	Tratamiento 3	Tratamiento 2	T3 obtuvo la mayor media y menor variabilidad; T2 presentó los promedios más bajos.	p = 0.044	Diferencias significativas; la formulación influye en la actividad antibacteriana.

FUENTE: Elaboración Propia.

Nota. Síntesis comparativa de los ensayos realizados sobre el fieltro tratado. La columna "Sig. ANOVA" refleja la significancia estadística obtenida para cada ensayo mediante un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Se observa que las variables evaluadas (glicerina y aceite esencial) generan impactos diferenciados en la resistencia a la abrasión y la actividad antibacteriana, mientras que no se evidencia un impacto significativo en la resistencia al lavado.

4.2. TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS

4.2.1. Interacción de variables

La interacción de los factores estudiados evidencia cómo la combinación de las distintas variables independientes influye de manera conjunta sobre la variable dependiente, generando efectos que no podrían preverse al analizar cada factor de forma aislada. En este sentido, los resultados muestran que determinados niveles de un factor potencian o atenúan los efectos de otro, indicando que la respuesta del sistema depende de la sinergia entre las condiciones evaluadas. La representación gráfica de las medias y los análisis estadísticos aplicados, tales como la prueba de ANOVA de dos vías o su equivalente no paramétrico según la naturaleza de los datos, permiten identificar interacciones

significativas, las cuales reflejan la existencia de dependencias entre los factores. Este enfoque es fundamental para comprender el comportamiento integral del fenómeno estudiado y para optimizar los tratamientos o condiciones evaluadas en función de los resultados obtenidos

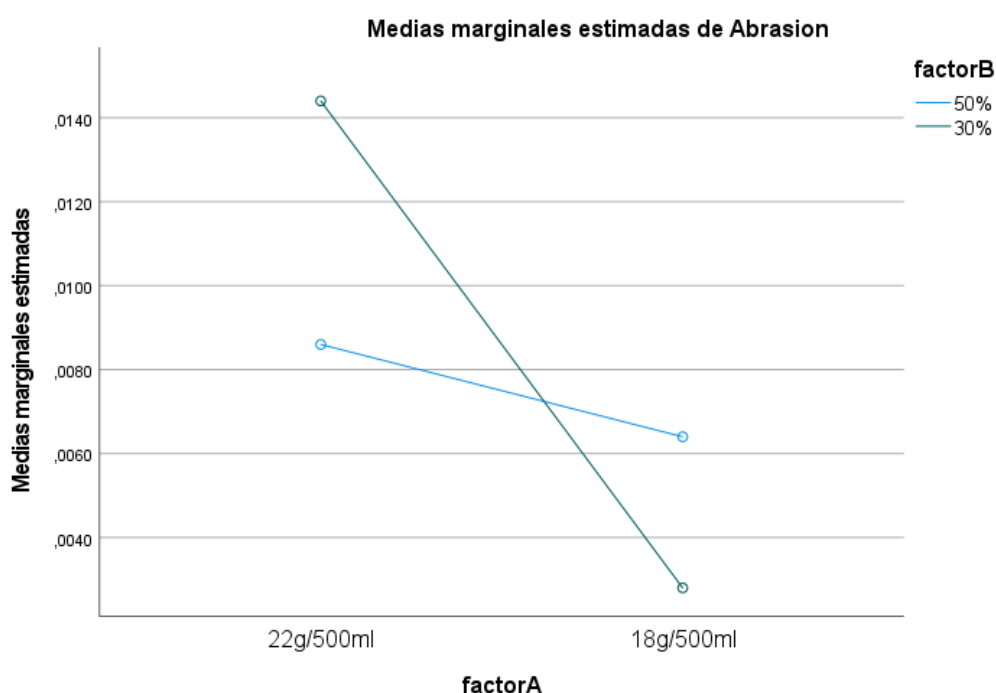


Figura 29. Interacción de factores en base a abrasión

FUENTE: Elaboración propia.

La gráfica de medias marginales estimadas de abrasión evidencia el comportamiento diferencial entre los niveles del factor A (22 g/500 ml y 18 g/500 ml) en interacción con los porcentajes del factor B (50% y 30%). Se observa que, para el nivel más alto de factor A (22 g/500 ml), ambos porcentajes de factor B muestran valores superiores de abrasión, siendo el 30% el que registra la media más elevada. Sin embargo, al disminuir la concentración del factor A 18g/500 ml, la abrasión desciende de manera notable en el tratamiento de 30%, mientras que el nivel de 50% presenta una reducción más moderada. Esta tendencia sugiere la presencia de una interacción entre factores, ya que

el efecto del porcentaje de esencia no es constante en ambos niveles de glicerina: la combinación de 18g/500 ml con 30% produce la menor abrasión registrada, mientras que 22 g/500 ml con 30% genera la mayor. Por tanto, la respuesta abrasiva del material depende de la configuración conjunta de ambos factores y no exclusivamente de sus efectos individuales

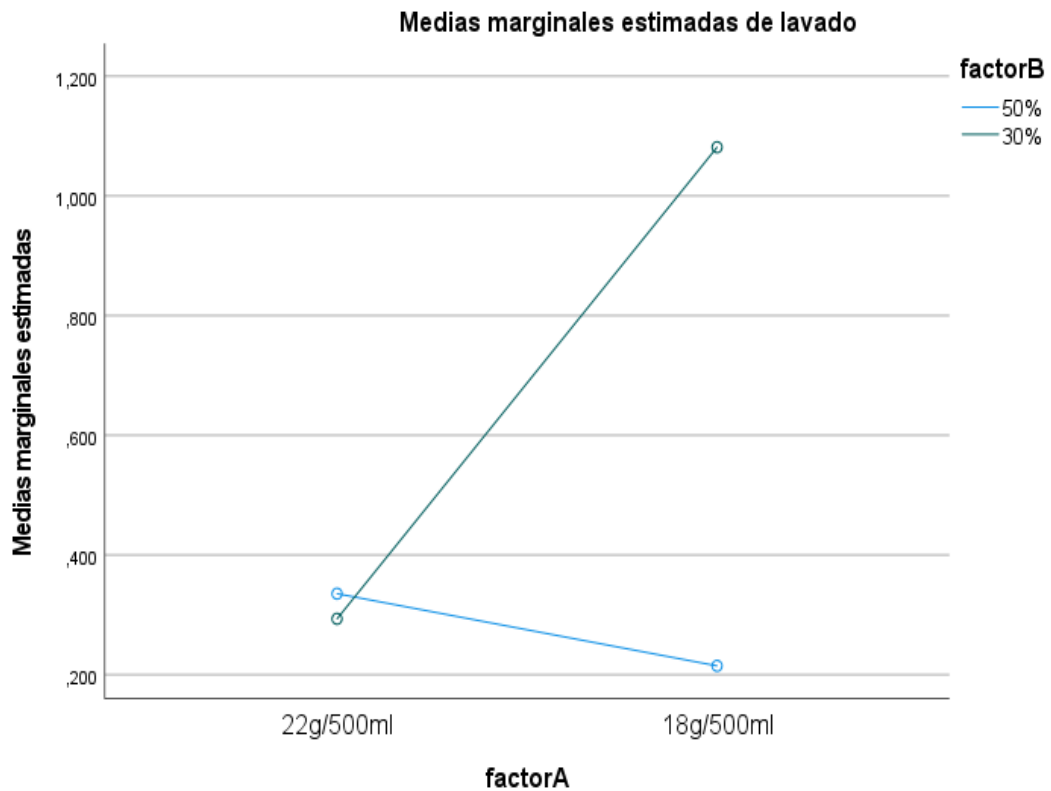


Figura 30. Interacción de factores de lavado

FUENTE: Elaboración propia

Se observa un patrón gráfico que confirma la presencia de una interacción significativa entre la cantidad de glicerina (factor A) y la concentración de esencia de eucalipto (factor B). Las líneas correspondientes a los niveles de ambos factores no mantienen un comportamiento paralelo, sino que muestran cambios en la pendiente al comparar el paso de 22 g/500 ml a 18 g/500 ml, lo cual indica que el efecto del factor A depende directamente del nivel del factor B. En particular, mientras un nivel de esencia incrementa la respuesta al disminuir la glicerina, el otro la reduce o la modifica en una

magnitud distinta, generando un cruce o acercamiento entre las líneas característico de una interacción estadística real. Esta representación gráfica coincide con los resultados del ANOVA, que reportan una interacción altamente significativa ($p < 0,001$), confirmando que la respuesta del sistema no puede explicarse solo por factores principales, sino por la combinación específica de ambos tratamientos.

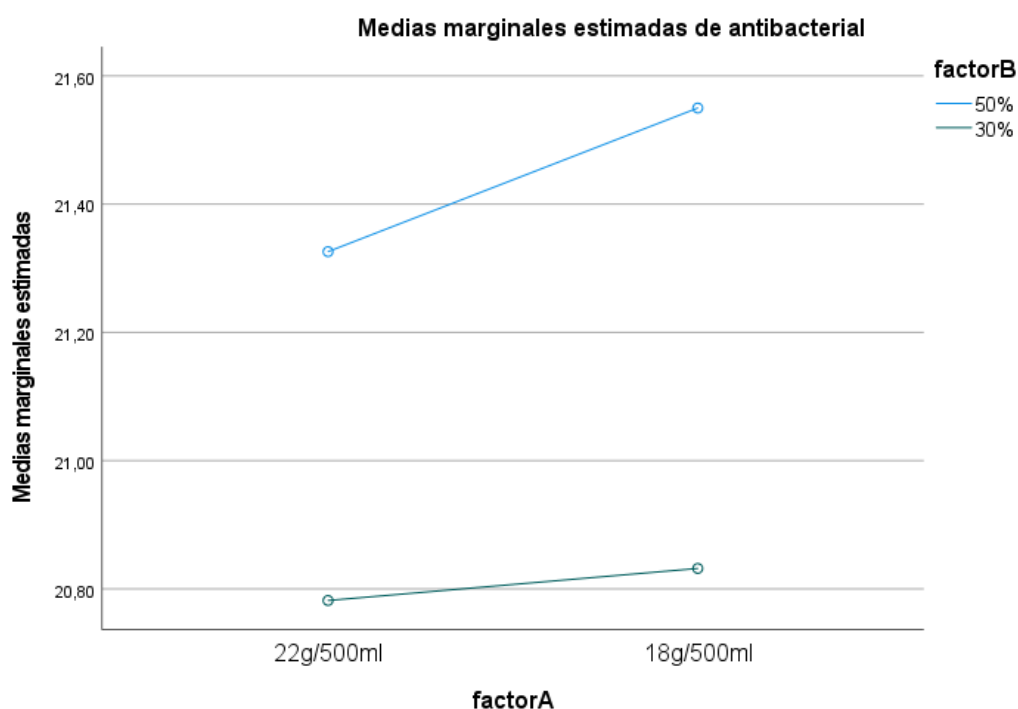


Figura 31. Interacción de factores de antibacterial

FUENTE: Elaboración propia

La gráfica de medias marginales estimadas del efecto antibacterial muestra una tendencia ascendente en ambos porcentajes del factor B al pasar de 22 g/500 ml a 18 g/500 ml del factor A, aunque con magnitudes claramente diferenciadas. El tratamiento con 50% exhibe los valores más elevados en todo el rango analizado, incrementándose de manera más pronunciada respecto al 30%, que mantiene un patrón estable y con variaciones mínimas. Esta separación entre líneas indica que el porcentaje de esencia ejerce una influencia sostenida sobre la actividad antibacterial, mientras que la variación en la cantidad de glicerina modula dicho comportamiento de forma moderada. En conjunto, la figura sugiere una interacción leve entre factores, en la que el nivel alto de

esencia amplifica el efecto antibacterial independientemente de la concentración de glicerina, consolidando a la combinación 18 g/500 ml – 50% como la condición con mayor rendimiento en la respuesta medida.

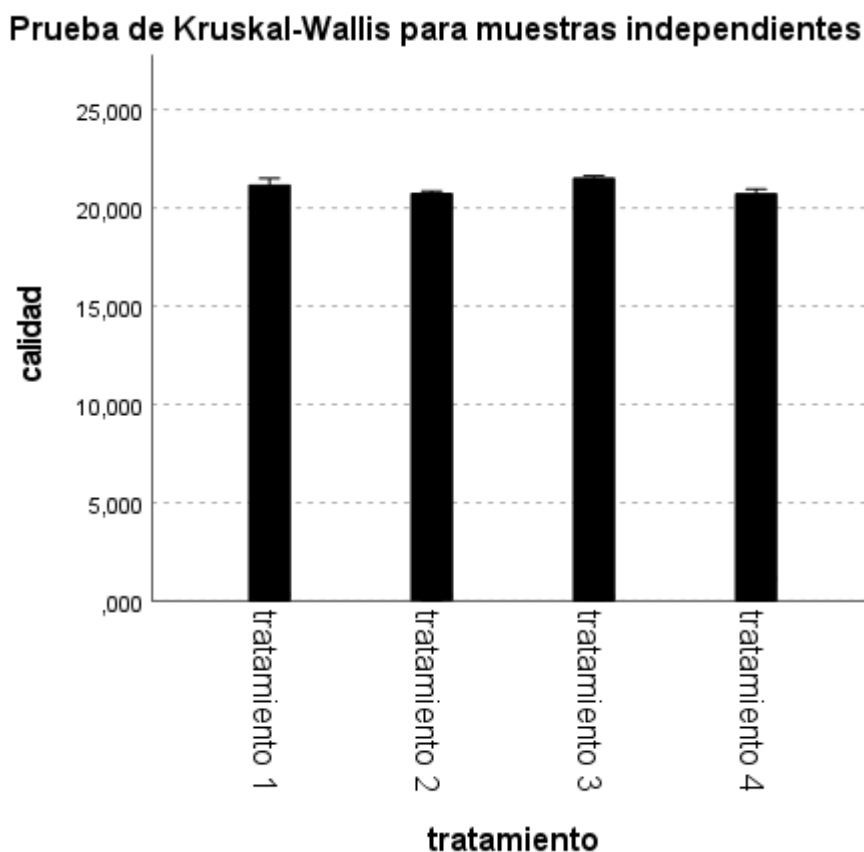


Figura 32. Prueba de Kruskall Wallis

FUENTE: Elaboración propia

La gráfica muestra la comparación de la variable calidad entre los cuatro tratamientos evaluados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para muestras independientes. Visualmente, las barras correspondientes a cada tratamiento presentan alturas muy semejantes, oscilando alrededor del mismo rango de valores, lo que evidencia una distribución prácticamente equivalente de la calidad entre los grupos experimentales. Además, la escasa variación entre barras y la mínima dispersión representada en los errores sugieren que la cantidad de glicerina y la concentración de esencia de eucalipto no generan diferencias perceptibles en la calidad del fieltro

producido. Esta representación gráfica es coherente con el resultado estadístico obtenido ($p = 0.941$), respaldando la conservación de la hipótesis nula y confirmando que no existe influencia significativa de los tratamientos sobre la variable analizada.

4.3. DISCUSIONES

4.3.1. Discusión de resultados de la primera específica

La comparación de los tratamientos evaluados revela que la resistencia a la abrasión del fieltro varía significativamente según la formulación aplicada, siendo el tratamiento 4 el más eficiente al presentar la media de abrasión más baja y la menor variabilidad, lo que confirma una estructura más estable, compacta y resistente frente al desgaste; en cambio, el tratamiento 2 mostró la mayor media y dispersión de datos, indicando menor durabilidad, mientras que los tratamientos 1 y 3 evidenciaron comportamientos intermedios. La presencia de asimetrías positivas en los tratamientos 2, 3 y 4 sugiere la existencia de valores extremos que incrementan la abrasión sin alterar la tendencia general, reforzando la importancia de optimizar las concentraciones de glicerina y esencia de eucalipto para mejorar la uniformidad del material. Esta interpretación se ve respaldada por el ANOVA, cuyo valor de significancia (0,000) confirma diferencias estadísticamente reales entre tratamientos, lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar que la variación en la formulación influye directamente en la calidad y durabilidad del fieltro. En conjunto, los resultados demuestran que el tratamiento 4 constituye la alternativa más robusta para la elaboración de plantillas ecológicas en Juliaca durante el 2025, al ofrecer mayor resistencia, homogeneidad y desempeño funcional.

Los resultados comparativos con los estudios de Escobar (2020), Parra (2022) y Chamorro, Esparza y Jaramillo (2024) muestran diferencias notables en el comportamiento frente a la abrasión. Mientras Escobar reporta una pérdida del 2.5% de

masa en fieltros de algodón y Parra registra un 80% de resistencia, los valores obtenidos por Chamorro et al. alcanzan una pérdida promedio de 219.51 mg en materiales sintéticos con algodón. Frente a ello, el presente estudio evidencia un desempeño significativamente superior: el Tratamiento 4 (30% – 18 g/500 ml) alcanzó una media de abrasión de apenas 0.0028, con una desviación estándar de 0.0016, lo que indica una resistencia considerablemente mayor y una mínima pérdida de material en comparación con los antecedentes revisados.

4.3.2. Discusión de resultados de la segunda específica

En cuanto a la finalidad de desarrollar las plantillas ecológicas para calzado casual con fieltro de lana de oveja y esencia de eucalipto influye positivamente en la resistencia al lavado casual en Juliaca - 2025, los resultados demostraron que la combinación A1/B1 registró la media más reducida (0,0082), lo que evidencia un menor grado de deterioro frente a las demás combinaciones evaluadas. En contraposición, la combinación A2/B2 alcanzó la media más elevada (0,0122), reflejando una mayor susceptibilidad a la fractura y, en consecuencia, una menor robustez estructural del material. Sin embargo, al analizar los valores obtenidos mediante la prueba ANOVA, se constató que la influencia de los factores apenas bordea la significancia estadística; es decir, aunque se identificó una tendencia hacia la incidencia de las variables, esta no resultó concluyente. Bajo esta premisa, se puede inferir que la modificación de ciertas condiciones ambientales particularmente temperatura y humedad relativa podría mitigar dicha variabilidad, estabilizando el comportamiento mecánico del fieltro.

En relación con la resistencia al lavado, los estudios de Martínez y Gonzales (2020) y Quispe y Mendoza (2023) coinciden en señalar porcentajes bajos de pérdida de peso (0.3% y 0.4%, respectivamente), lo que refleja una estabilidad estructural favorable durante procesos de lavado doméstico. De manera similar, en el presente estudio el

Tratamiento 1 (22 g – 50%) mostró la mayor retención y estabilidad, con medias más altas y sin variaciones significativas entre grupos, alineándose con la evidencia previa respecto al buen comportamiento del fieltro bajo condiciones de lavado controlado donde se indica en la inferencia que los fieltros de oveja mostraron mayor robustez y economía, mientras que los de alpaca presentaron superior confort y aislamiento térmico. En consecuencia, los resultados de la presente investigación son coherentes con estos antecedentes, ya que confirman que el fieltro de oveja ofrece un desempeño óptimo en términos de resistencia y costo, mientras que materiales similares a la alpaca podrían utilizarse en aplicaciones de alta calidad o textiles finos, integrando criterios de durabilidad y confort según el tipo de fibra empleada.

4.3.3. Discusión de resultados de la tercera específica

En lo que respecta a la prueba antibacterial, los resultados evidencian que la combinación A1/B1 presentó la media más baja (0,0045), lo que refleja una superior resistencia a la inoculación de patógenos donde los resultados, se caracteriza de manera crítica para garantizar la durabilidad del fieltro. Por el contrario, la combinación A2/B2 registró la media más alta (0,0071), evidenciando un mayor deterioro ante el rozamiento y, por ende, una menor calidad del material. Adicionalmente, el análisis mediante ANOVA mostró un valor de significancia estadística ($p = 0,000$), indicando que las diferencias observadas entre las combinaciones son altamente relevantes y que los factores evaluados ejercen una influencia significativa sobre la resistencia ante la antibacteriana del textil.

Los estudios de Ilaquijo y Luque (2023) y Condori Mamani (2023) reportan resultados diferenciados en la actividad antibacterial del fieltro artesanal. Mientras el primero señala halos de inhibición de 18 mm, el segundo concluye que no existe inhibición en el material analizado. En contraste, el presente estudio muestra un desempeño superior:

el Tratamiento 3 (18 g – 50%) alcanzó una media antibacterial de 21.55 y una desviación estándar de 0.055, demostrando una inhibición efectiva y consistente, que supera tanto los valores positivos observados por Ilaquijo y Luque como la ausencia de actividad reportada en la prueba en sus ensayos sobre fibra de vicuña que posee una suavidad superior, resistencia y eficacia del fieltro húmedo frente al algodón, lo que indica un alto potencial económico y productivo para comunidades artesanales. En consecuencia, los resultados de la presente investigación corroboran estos antecedentes, confirmando que la selección de la fibra y la técnica de afieltrado empleada determinan un desempeño óptimo en términos de resistencia, durabilidad y valor agregado textil.

4.3.4. Discusión de resultados de la general

En relación con el objetivo general, que busca desarrollar plantillas ecológicas para calzado casual con fieltro de lana de oveja con esencia de eucalipto de calidad en la ciudad de Juliaca -2025. los resultados obtenidos permiten evidenciar tendencias claras en el desempeño del material. La combinación A1/B1 mostró un comportamiento superior en las pruebas de abrasión, la impregnación en el lavado y la prueba antibacterial lo que refleja una mayor estabilidad dimensional, antibacterial estructural y durabilidad frente al desgaste superficial, mientras que A2/B2 presentó los valores más bajos de desempeño. Sin embargo, los análisis estadísticos revelaron que, en algunos parámetros como la elongación y el desgarro, las diferencias no alcanzaron significancia concluyente, indicando que la influencia de la glicerina y el número de capas del sustrato puede verse modulada por factores ambientales y de proceso, como temperatura, humedad relativa y técnicas de afieltrado.

Los antecedentes de Oltra (2024) y Velazco (2020) muestran pérdidas de abrasión del 0.33%, 86% de ruptura y medias de desgaste de 0.39 en vicuña y 0.59 en algodón, lo que evidencia comportamientos menos resistentes frente a la fricción. Frente a estos

valores, el Tratamiento 4 del presente estudio presenta resultados ampliamente superiores, con una media de abrasión de 0.0028 y mínima dispersión. En conjunto, las comparaciones realizadas permiten concluir que el material desarrollado en este estudio fieltro de lana de oveja impregnado con esencia de eucalipto presenta un desempeño destacable, superando ampliamente los antecedentes en resistencia a la abrasión, mostrando estabilidad comparable en lavado, y evidenciando una actividad antibacterial superior y consistente respecto a investigaciones previas.

No obstante, durante la ejecución de este estudio se identificaron limitaciones metodológicas, entre las cuales destacó la restricción temporal generada por la secuencia de procesos. Asimismo, la ubicación geográfica representó una condición crítica, dado que la temperatura ambiental constituye un factor determinante para el correcto desarrollo del afieltrado, el cual requiere un rango óptimo aproximado entre 20 °C y 25 °C en ambientes secos. Debido a que la zona en la que se ejecutó el estudio no cumplía simultáneamente con dichos parámetros, se optó por acondicionar un espacio controlado que garantizara la estabilidad térmica necesaria para el procedimiento experimental.

Tabla 30. Resumen de discusión de resultados

ÍTEM	AUTOR Y AÑO	RESULTADOS DEL ANTECEDENTE	RESULTADOS DEL AUTOR	COMPARACIÓN
01	<i>Escobar (2020) – Internacional</i>	Reporta una pérdida del 2.5% de masa por abrasión en fieltro de algodón.	T4 (30% – 18 g / 500 ml): Media = 0.0028; DE = 0.0016.	El desgaste obtenido en este estudio es notablemente menor que el reportado por Escobar, mostrando mayor resistencia.
02	<i>Parra (2022) – Internacional</i>	Obtiene un 80% de resistencia a la abrasión en fieltros mixtos.	T4 (30% – 18 g / 500 ml): Media = 0.0028; DE = 0.0016.	La resistencia observada supera la referencia de Parra, evidenciando mejor desempeño del fieltro tratado.
03	<i>Chamorro, Esparza y Jaramillo (2024) – Internacional</i>	Informa 219.51 mg de pérdida por abrasión en fieltro sintético con algodón.	T4 (30% – 18 g / 500 ml): Media = 0.0028; DE = 0.0016.	La pérdida obtenida es sustancialmente menor, demostrando mayor estabilidad frente al desgaste.
04	<i>Oltra (2024) – Internacional</i>	Registra un 0.33% de pérdida por abrasión y 86% de ruptura en fieltro evaluado.	T4 (30% – 18 g / 500 ml): Media = 0.0028; DE = 0.0016.	El fieltro tratado en este estudio presenta mejor tolerancia sin ruptura y menor pérdida.
05	<i>Velazco (2020) – Internacional</i>	Reporta media de desgaste de 0.39 en vicuña y 0.59 en algodón.	T4 (30% – 18 g / 500 ml): Media = 0.0028; DE = 0.0016.	Los valores de desgaste del presente estudio son mucho más bajos, indicando mayor resistencia.
06	<i>Quispe (2021) – Nacional</i>	Reporta 0.3% de pérdida de peso tras lavado.	T1 (22 g – 50%): Mayor retención; medias más altas y sin variación significativa.	Coincide con Quispe al mostrar buena retención y baja pérdida tras el lavado.
07	<i>Martínez y Gonzales (2020) – Nacional</i>	Obtienen 0.3% de pérdida por lavado y absorción grado 5.	T1 (22 g – 50%): Mayor retención; medias más altas.	Los resultados son congruentes, confirmando adecuada estabilidad frente al lavado.
08	<i>Quispe y Mendoza (2023) – Nacional</i>	Reportan uniformidad estable con variación del 0.4% en lavado.	T3 (18 g – 50%): Media antibacterial = 21.55; DE = 0.055.	Aunque el antecedente se enfoca en lavado, ambos coinciden en uniformidad y estabilidad del material.
09	<i>Ilaquijo y Luque (2023) – Local</i>	Fieltro artesanal con jabón y alcohol muestra halo de 18 mm.	T3 (18 g – 50%): Media antibacterial = 21.55; DE = 0.055.	Los valores del estudio superan el halo reportado, indicando mayor actividad antibacterial.
10	<i>Condori Mamani (2023) – Local</i>	No se observó inhibición antibacterial en el fieltro analizado.	T3: Media antibacterial = 21.55; DE = 0.055.	El presente estudio obtiene inhibición efectiva, contrastando con la nula actividad del antecedente.

FUENTE: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Sobre la resistencia a la abrasión: La formulación del tratamiento 4 (glicerina 18g/500ml y aceite al 30%) optimiza significativamente la durabilidad del fieltro, proporcionando una estructura más compacta y mayor resistencia al desgaste mecánico frente al resto de las formulaciones.

2. Sobre la resistencia al lavado: La estabilidad dimensional del fieltro no depende de las proporciones de glicerina y esencia de eucalipto empleadas, el material mantiene su integridad estructural de forma estable e independiente de la formulación, por lo que el lavado domestico no representa un factor de degradación significativo para el producto.

3. Sobre la actividad antibacteriana: El tratamiento 3 (glicerina 22g/500ml y aceite al 30%) es la formulación más efectiva para inhibir el crecimiento bacteriano. Se confirma que la combinación de aceite esencial de eucalipto en esta concentración específica influye de manera directa y positiva en la mejora de las propiedades higiénicas del material.

Los análisis realizados permiten concluir que la incorporación de glicerina y aceite esencial de eucalipto modifica de manera selectiva las propiedades del fieltro, potenciando algunas características funcionales mientras que otras permanecen estables. En la resistencia a la abrasión y en la actividad antibacterial se evidencian diferencias significativas entre tratamientos, lo que demuestra que la combinación adecuada de ambos insumos contribuye a aumentar la durabilidad mecánica y el desempeño

antimicrobiano del material. Por el contrario, la prueba de lavado doméstico no mostró variaciones estadísticamente relevantes, lo que indica que la resistencia del fieltro frente al lavado no depende directamente de las proporciones de glicerina y esencia estudiadas. En conjunto, se confirma que los aditivos utilizados fortalecen la integridad estructural y la capacidad funcional del fieltro en ciertos parámetros clave, consolidando su potencial para la elaboración de plantillas ecológicas, especialmente en aplicaciones orientadas a la resistencia física y la actividad antibacterial, sin comprometer su estabilidad durante el lavado.

5.2. RECOMENDACIONES

- **Primero.** A los futuros investigadores se recomienda incorporando distintos tipos de fibras de oveja (Merino, Hampshire, entre otras), ajustar las concentraciones de glicerina y aceite de eucalipto, y probar otros aceites esenciales con propiedades antimicrobianas (lavanda, romero, árbol de té) y realizar pruebas de durabilidad (lavado y uso) confort térmico y transpirabilidad y biodegradabilidad.
- **Segundo.** A las empresas interesadas se sugiere incorporar plantillas ecológicas de fieltro de lana de oveja en sus líneas de calzado casual como opción sostenible y diferenciadora en el mercado. Es importante establecer alianzas estratégicas con productores locales de lana Corriedale para garantizar materia prima de calidad, además de aplicar controles de calidad rigurosos en todo el proceso productivo y desarrollar infraestructura con ambientes controlados (temperatura entre 20°C y 25°C) que garanticen la estabilidad del afieltrado y se sugiere buscar certificaciones ecológicas y diseñar campañas de marketing verde que resalten los beneficios ambientales, sanitarios y de confort apuntados a consumidores conscientes y mercados internacionales.
- **Tercero.** A los artesanos se aconseja formarse en técnicas de afieltrado húmedo

controlado, manejo preciso de insumos destacando la combinación A1 (18 g/500 ml de glicerina) y B1 (30% de aceite de eucalipto), y el control de variables ambientales para asegurar la alta calidad del producto. Es fundamental organizarse en asociaciones o cooperativas que les permitan acceder a capacitaciones técnicas, recursos económicos y canales de comercialización formales. Se sugiere documentar y estandarizar sus procesos artesanales, lo que facilitará la transferencia de conocimientos a nuevas generaciones y la escalabilidad de la producción. Asimismo, se recomienda explorar nichos de mercado como el calzado ecológico, productos para el cuidado de la salud (plantillas ortopédicas, productos para diabéticos) y artículos de valor agregado para turismo vivencial, aprovechando la creciente demanda de productos sostenibles y con identidad cultural que generan mayores márgenes de ganancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adot. (2010). Estructura química de la lana. de ovino (*Ovis aries*) lavada con detergente biodegradable más sal en grano.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/09508a2a-1ebc-45ff-8657-817200237a43/content>.
- Aliaga, J. (2015). Producción y tecnología de la lana ovina en el sector altoandino. Lima, Perú: Editorial de La Universidad e Granada, 1–309.
- Apaza, J. (2024). Estudio de la demanda y confort térmico en el calzado urbano en la ciudad de Juliaca (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional Local.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). *Obtención de glicerina USP*. 1–265. [https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6067/Obtencion de glicerina USP_Baldassa_Dealbera_Intra_V27.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/6067/Obtencion%20de%20glicerina%20USP_Baldassa_Dealbera_Intra_V27.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia: Fitoquímica, plantas medicinales* (2a ed.). Zaragoza, España: <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/353e15d4-2342-414b-8df7-075b12e2c470/content>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, pag. 223-253. <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/35ab9984-389b-4152-b00e-9a2a0ecd576f/content>
- Carrillo. (2001). Sistemas biodegradables y ecológico de la lana de oveja. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17073/1/17T01710.pdf>
- Castro, A. (2015). Recolección de datos. Obtenido de Fichas: <https://melpe025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>
- Chamorro, Esparza y Jaramillo. (2024). Potencia estadística y cálculo del tamaño del su aplicación en psicología. *Salud & Sociedad*, 5(2), 210–224. <https://doi.org/10.22199/S07187475.2014.0002.00006>.
- Chiuvention. (2024). Estudio De La Lana Comerciales Domesticos De Nuestro País. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química, 95.

- Condori y Mamani. (2023). Evaluación la rentabilidad económica de las fibras de camélidos sudamericanos (alpaca, llama y vicuña) producidas en Puno.
- D'Arcy, J. B. (2007). Sheep management and wool technology. Sydney, Australia: University of New South Wales Press.
- Dhakad. (2018). Contribución al estudio fitoquímico del zumo de *Colignonia parviflora* subsp *biumbellata* (Saqta). Revista de La Sociedad Química Del Perú,
- Ellen MacArthur & Foundation. (2013). Bondades del fruto del jaboncillo (*Sapindus saponaria*) como un detergente biodegradable. <https://cienciaybiologia.com/wp-content/uploads/2014/03/bondades-fruto-jaboncillo.pdf>
- Escobar. (2020). Uso de la fibra natural de la lana en la agroecología, propiedades y beneficios para los agro sistemas. | Boletín Semillas Ambientales. (n.d.). Retrieved June 24, 2022, from [en línea]. 2019, Vol.13 No.1. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2022]. ISSN: 2463-0691.
- González & Martínez. (2019). El gel de aloe vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 11(1), 23–43. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v11n1/v11n1a3>.
- Hanco Ramos. (2019). Tipos y niveles de investigación. Obtenido de <http://devnside.blogspot.com/2017/10/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- Fernández, W., Farías, J., Guardia, G., Márquez, E., & Moreno, J. (2019). Detergente Ecológico En Láminas.
- Gadea Alcazar, A., Heng Fat, G., Manrique, H., Marianela, S., Jauregui, M., Canales, N., Valeria, J., Albinagorta, R., & Pia, M. (2019). Detergente eco amigable Saphi.113. <http://hdl.handle.net/10757/626571>.
- Hernández-Sampiere. (2018). Elaboración de Tesis y Metodología de la Investigación <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/0456ed0e-6429-4ffe-8c09-4634a847c064>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México.

- Hollen. (1999). Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en las siguientes carreras: LUIS MIGUEL ARIAS TUCTO Administración de Empresas Ingeniería Industrial Administración de Empresas Marketing y G.
- Ilaquijo y Luque. (2023). Estudio de la viabilidad de productos de fieltro de fibras proteicas y elaboración de productos textiles en Puno- 2023. <https://repositorio.unamba.edu.pe>.
- Lock, W. H. (2012). The structure and biochemistry of wool fibers. London, UK: Textile Technology Publishing.<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3223>
- Maldonado, H. (2022). Caracterización tecnológica de la fibra de ovino Corriedale en las provincias del Altiplano peruano. Revista de Investigaciones Altoandinas, 24(3), 185-194. https://issuu.com/merisala100/docs/revista_bloque_v_grupo_no._6.docx_/s/17245391618
- MAPFRE. (2021). Acondicionamiento secuencial del proceso de la mejora de la concentración de pH, en la empresa Clean & Clear SAC. https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.14717/507/1/Mamani_Danmer_Trabajo_Suficiencia_2018.
- Martínez y González. (2020). Aplicación del fieltro de lana en productos textiles en prendas comerciales de la región de Cusco-2020.
- Mena, L., Tamargo, B., Salas, E., Plaza, L. E., Blanco, Y., Otero, A., & Sierra, G. (2015). Determinación de saponinas y otros metabolitos secundarios en extractos acuosos de *Sapindus saponaria* L. (jaboncillo). Revista Cubana de Plantas Medicinales, 20(1), 106–116. <http://scielo.sld.cu/scielo>.
- Martínez, González & Kudligi. (2020). Diseño de un proceso industrial para la elaboración de fieltros a partir de lana obtenida del fruto de ovejas.
- Minagri. (2018). Situación de la oveja en el Perú. Dirección Regional de Políticas Agrarias.https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/268/1/bol_etn-situación-de-la-alpaca-en-el-perú-nov-2018.
- Mosquera, S., & Ph, D. (2017). Luis Alberto Montenegro Barrera Luis Alberto Montenegro Barrera.

- McGregor. (2019). Componentes del Filtro y su relación con efectos terapéuticos. Una alternativa para su uso en la aplicación clínica. Revista Digital de La Facultad.
- Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). Metodología de investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis. <https://books.google.es/books> Metodología Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis.
- Ministerio de la Producción PRODUCE. (2022). Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation, 17(2), 215. <https://doi.org/10.18271/ria.2015.115>
- Montgomery. (2017). Análisis comparativo: Qué es y cómo se realiza. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-463-comparativo/>.
- Oltra. (2024). Protocolo de actuación en pie diabético: aplicación de descargas con filtro adhesivo para la disminución de las presiones plantares (Tesis de pregrado/posgrado).
- Parra. (2022). Desarrollo de un género textil no tejido de celulosa vegetal con para productos indumentarios (Tesis de pregrado/posgrado), 1-4.
- Porter & Kramer. (2011). Plan de negocio para la creación de una planta de producción en Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e007c94-535f-40a9-9183-e04a557b697d/content>.
- Purushothama, B. (2016). Handbook of nonwoven filter media. New Delhi, India: Woodhead Publishing India. <https://read.worldreader>. El gran libro del agua latinoamérica trata sobre la importancia, muchos fenómenos en la Naturaleza.
- Quispe y Mendoza. (2023). Aplicación del filtro de lana en la industria textil peruana: Tradición, innovación y sostenibilidad en Ayacucho-2023.
- Quispe. (2021). Comparación de las propiedades del filtro elaborado con fibras de alpaca y ovino (Tesis de pregrado/posgrado)..
- Reynaga, J. (2010). Definición de normalidad en estadística y medidas de descripción de datos. In Epidemiología y Estadística en Salud Pública (pp. 221–238). <http://paginas.facmed.unam>.
- Smith. (2020). Productive and textile characteristics of fibre in ovejas from Puno, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru, 29(4), 1325–1334.

<https://doi.org/10.15381/rivep.v19i4.14117>

Sampieri, R., Collao, C., & Lucio, P. (20023). Procesos de investigación y enfoques 468 cuantitativos y cualitativos: hacia un modelo integral. México: Megraw-Hill Interamericana.<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3132>

Suárez (2013). Sitio Argentino de Producción Animal Vet. *Arg*, 277(8400), 304. www.produccion.animal.com.ar/volvera:Cursodeproducciondecamelidossudamericano.

Suárez. (2001). Rendimiento al lavado de la lana clasificada de oveja corriedale Universidad Nacional De Huancavelica, 70. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3196/>

Textile Institute. (2010). Identification of textile fibers and quality performance in components. Manchester, UK: Woodhead Publishing. Revisión bibliográfica en la producción de biodiesel , aplicaciones Review. July 2018. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4329.2403>

Tortora, Funke, & Case. (2019). “Diseño y evaluación de un biorreactor uasb para depuración biológica de aguas residuales procedentes de lavado de la lana y la producción de biogás.”

Velazco. (2020). Desarrollo de fieltro artesanal a partir de lana de oveja: propiedades físicas y aplicaciones (Tesis de pregrado/posgrado).

Von Bergen, W. (2019). “Estudio de la lana y de la producción de plantillas ecológicas y su duracion ”. Universidad de Castilla la Mancha.

Zhao. (2020).Tecnologia icrementada para un proceso de industria masiva <http://devnside.blogspot.com/2017/10/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES		
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables independientes	Dimensiones	Indicadores	METODOLOGÍA
¿Cuál es la calidad de la obtención de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025?	Obtener plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025.	La obtención de plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) permite alcanzar una calidad adecuada para su uso en calzado casual Juliaca -2025	Fieltros naturales	Relación lana/peso de la glicerina Concentración de eucalipto	22g/500ml 18g/ 500ml 50% 30%	Nivel de investigación: Explicativo Tipo de investigación: Experimental Método de Diseño: Factorial Población: Lana de ovino Muestra: 20 muestras (por prueba) Ámbito de estudio: Distrito de Juliaca Periodo de estudio: Año 2025 Instrumentos de recolección de datos: Fichas de pruebas Fichas aprobadas por el juicio de expertos (CITE textil Puno)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cuál es la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025?	Evaluar la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025.	La evaluación de la calidad de resistencia a la abrasión de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) tiene una resistencia significativa para el calzado casual, Juliaca-2025	Calidad de plantillas ecológicas	Resistencia a la abrasión	Pérdida de masa (%) /Ciclos de Fricción	
¿Cuál es la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025?	Determinar la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025.	El análisis de la calidad de resistencia al lavado de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) tiene una durabilidad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025		Resistencia al lavado	% de variación dimensional	
¿Cuál es la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025?	Analizar la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) para calzado casual, Juliaca-2025	El estudio de la calidad en la capacidad de la actividad antibacteriana de las plantillas ecológicas a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto (<i>eucaliptus</i>) tiene una efectividad significativa para el calzado casual, Juliaca-2025		Actividad antibacteriana	Tamaño de Halo de Inhibición (mm)	

Anexo 2. Ficha de recolección de datos de la abrasión

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Datos generales:

Fecha de ensayo:	25/07/25
Responsable:	Ing., Alexander Suasaca
Código de muestra:	Fieltro
Tipo de fieltro:	Sustrato de lana de oveja corriedale
Investigador:	Yovana Pachacute Condori, Lizeth Annie Quispe Beltran
Normativa aplicada:	ASTM D1424
Equipo utilizado:	Martindale

b) Parámetros de Ensayo:

Material:	Fieltro de lana de oveja
Tamaño de muestra:	3.8 cm diámetro
Humedad relativa estándar	(65 ± 2 %)
Masa total del péndulo:	1600 g
Peso de la cuchilla o guillotina:	80 a 150 g
Altura de caída efectiva:	160° y 180°

c) Recolección de datos:

ITEM	TRATAMIENTO	REPLICA	FUERZA EMPLEADA (N)	GROSOR DEL SUSTRATO (mm)	PESO INICIAL (mg)	PESO FINAL (mg)	VARIACIÓN DE PESO (mg)
01	A1-B1	(I)	1600 N	1,201	0,643	0,632	0,011
02	A1-B1	(II)	1600 N	1,190	0,485	0,480	0,005
03	A1-B1	(III)	1600 N	1,205	0,555	0,544	0,011
04	A1-B1	(IV)	1600 N	1,193	0,548	0,538	0,01
05	A1-B1	(V)	1600 N	1,191	0,633	0,627	0,006
06	A1-B2	(I)	1600 N	1,214	0,507	0,504	0,003
07	A1-B2	(II)	1600 N	1,225	0,502	0,486	0,016
08	A1-B2	(III)	1600 N	1,194	0,586	0,546	0,04
09	A1-B2	(IV)	1600 N	1,197	0,512	0,505	0,007
10	A1-B2	(V)	1600 N	1,217	0,692	0,686	0,006
11	A2-B1	(I)	1600 N	1,206	0,602	0,596	0,006
12	A2-B1	(II)	1600 N	1,239	0,504	0,491	0,013
13	A2-B1	(III)	1600 N	1,265	0,582	0,574	0,008
14	A2-B1	(IV)	1600 N	1,191	0,555	0,553	0,002
15	A2-B1	(V)	1600 N	1,207	0,576	0,573	0,003
16	A2-B2	(I)	1600 N	1,182	0,563	0,561	0,002
17	A2-B2	(II)	1600 N	1,211	0,75	0,745	0,005
18	A2-B2	(III)	1600 N	1,208	0,686	0,685	0,001
19	A2-B2	(IV)	1600 N	1,216	0,78	0,776	0,004
20	A2-B2	(V)	1600 N	1,229	0,631	0,629	0,002

Anexo 3. Ficha de recolección de datos de la prueba de lavado

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Datos generales:

Fecha de ensayo:	25/07/25
Responsable:	Ing., Alexander Suasaca
Código de muestra:	F2-2025
Tipo de fieltro:	Sustrato de lana de oveja corriedale
Investigador:	Yovana Pachacute Condori, Lizeth Annie Quispe Beltran
Normativa aplicada:	ISO 1974:2012
Equipo utilizado:	Giro whash

b) Parámetros de Ensayo:

Material:	Fieltro de lana de oveja
Tamaño de muestra:	10 cm * 5 cm
Humedad relativa estándar	(65 ± 2 %)
Relación de baño:	1/50g

c) Recolección de datos:

ITEM	TRATAMIENTO	REPLICA	CONCENTRACION DE DETERGENTE	PESO DE INICIAL (g)	PESO DE FINAL (g)	VARIACIÓN DE PESO (MG)
01	A1-B1	(I)	10%	2,157	1,917	0,24
02	A1-B1	(II)	10%	2,550	2,210	0,34
03	A1-B1	(III)	10%	2,557	2,196	0,361
04	A1-B1	(IV)	10%	2,441	2,115	0,326
05	A1-B1	(V)	10%	2,502	2,092	0,41
06	A1-B2	(I)	10%	2,522	2,191	0,331
07	A1-B2	(II)	10%	2,326	2,056	0,27
08	A1-B2	(III)	10%	2,609	2,157	0,452
09	A1-B2	(IV)	10%	2,477	2,287	0,19
10	A1-B2	(V)	10%	2,463	2,239	0,224
11	A2-B1	(I)	10%	2,481	2,257	0,224
12	A2-B1	(II)	10%	2,095	1,886	0,209
13	A2-B1	(III)	10%	2,207	2,000	,207
14	A2-B1	(IV)	10%	2,502	2,286	0,216
15	A2-B1	(V)	10%	2,769	2,551	0,218
16	A2-B2	(I)	10%	2,442	1,282	1,16
17	A2-B2	(II)	10%	1,995	1,181	0,814
18	A2-B2	(III)	10%	2,281	1,156	1,125
19	A2-B2	(IV)	10%	2,21	1,166	1,044
20	A2-B2	(V)	10%	2,539	1,275	1,264

Anexo 4. Ficha de recolección de datos antibacteriana

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Datos generales:

Fecha de ensayo:	10/08/25
Responsable:	Lic. Carlos Alberto Pérez Acuña
Código de muestra:	F3-2025
Tipo de fieltro:	Fieltro de lana de oveja corriedale
Investigador:	Yovana Pachacuta Condori, Lizeth Annie Quispe Beltran
Normativa aplicada:	
Equipo utilizado:	Estufa de incubación

b) Parámetros de Ensayo:

Material:	Fieltro de lana de oveja
Tamaño de muestra:	5 mm
Humedad relativa estándar	
Relación de baño:	

c) Recolección de datos:

ITEM	TRATAMIENTO	REPLICA	PERIODO DE INOCULACION	GROSOR DEL SUSTRATO	HORAS DE EXPOSICIÓN	MEDICIÓN DEL HALO
01	A1-B1	(I)	4	1,201	24	21,50
02	A1-B1	(II)	4	1,190	24	21,30
03	A1-B1	(III)	4	1,205	24	21,48
04	A1-B1	(IV)	4	1,193	24	21,00
05	A1-B1	(V)	4	1,191	24	21,35
06	A1-B2	(I)	4	1,214	24	20,80
07	A1-B2	(II)	4	1,225	24	20,70
08	A1-B2	(III)	4	1,194	24	20,85
09	A1-B2	(IV)	4	1,197	24	20,82
10	A1-B2	(V)	4	1,217	24	20,74
11	A2-B1	(I)	4	1,206	24	21,53
12	A2-B1	(II)	4	1,239	24	21,58
13	A2-B1	(III)	4	1,265	24	21,63
14	A2-B1	(IV)	4	1,191	24	21,49
15	A2-B1	(V)	4	1,207	24	21,52
16	A2-B2	(I)	4	1,182	24	20,95
17	A2-B2	(II)	4	1,211	24	20,85
18	A2-B2	(III)	4	1,208	24	20,78
19	A2-B2	(IV)	4	1,216	24	20,65
20	A2-B2	(V)	4	1,229	24	20,93

Anexo 5. Fotos del proceso de cardado



Anexo 6. Fotos del proceso de afieltramiento



*En esta etapa se prepara
la lana de oveja ya
cardado y tendida para
ser afieltrada con la
contraposición de las
capas del sustrato textil*



PROCESO DE AFIELTRAMIENTO



CALIBRACIÓN DEL ABRASIMETRO



Anexo 7. Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD Y CATEGORÍA	METODOLOGÍA
Variable independiente: <i>Plantillas ecológicas con esencia de eucalipto</i>	Relación de	Valor máx.:	Mililitros/	Nivel de investigación:
	baño/peso de	500ml/22g	gramos	explicativo
	la glicerina	Valor mín:	mililitros /	Tipo de investigación:
		500ml/18g	gramos	Experimental
	Concentración	Valor máx.:	mililitros	Método de
	de eucalipto	50%		Validación de datos:
		Valor mín:	mililitros	Deductivo observacional
		30%		Población:
Variable dependiente: <i>calidad</i>	Resistencia a	<i>Peso inicial</i>	miligramos	Lana de ovino
	la abrasión	<i>peso final</i>	miligramos	Muestra:
	Resistencia al	<i>Peso inicial</i>	miligramos	20 muestras (por prueba)
	lavado	<i>Peso final</i>	miligramos	Ámbito de estudio:
	Prueba	<i>Medida de aro</i>	milímetros	Distrito de Juliaca
	antibacteriana	<i>inicial</i>		Periodo de estudio:
		<i>Medida de aro</i>	milímetros	Año 2025
		<i>final</i>		Instrumentos de recolección de datos:
				Fichas de pruebas
				Fichas aprobadas por el juicio de expertos

Anexo 8. Ficha de Juicio de Expertos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIAL
Escuela profesional de ingeniería textil y de confecciones

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Farfán Flores Juan Américo

GRADO ACADÉMICO : Maestro

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN : Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca 2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesisistas Pachacuta Condori Yovana, Quispe Beltrán Lizeth Annie

MENTIÓN : ISO 6330, ISO 105-C06, ISO 20743 y ASTM D7822

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia de al lavado.

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

- a) De 1 a 9 (no valida, reformular)
- b) De 10 a 12: (no valida, modificar)
- c) De 12 a 15: (valido. Mejorar)
- d) De 15 a 18: (valido, precisar)
- e) De 18 a 20: (valido, aplicar)

II. ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS	DEFICIENTE E (1-9)	REGULAR R (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
			1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X	
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X	
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología						X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica						X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad						X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios						X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X	
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X	
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio						X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación						X
Sub total						16	30
total						46	

VALORACIÓN CUANTITATIVA : $46 \times 0.4 = 18.4$

VALORACIÓN CUALITATIVA : Valida

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : Apto para aplicación inmediata


Firma y post firma del experto
Juan Américo Farfán Flores
INGENIERO QUÍMICO
CIP. 35218

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Farfán Flores Juan Américo

GRADO ACADÉMICO : Maestro

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca-2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacute Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENTIÓN : ISO 12947-2:2016

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia a la abrasión.

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

f) De 1 a 9 (no valida, reformular)

i) De 15 a 18: (valido, precisar)

g) De 10 a 12: (no valida, modificar)

j) De 18 a 20: (valido, aplicar)

h) De 12 a 15: (valido. Mejorar)

ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables				X	
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio				X	
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					12	35
total					47	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $47 \times 0.4 = 18.8$

VALORACIÓN CUALITATIVA : valida para Aplicar.

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : Apto

firma y post firma del experto

Juan Américo Farfán Flores
 INGENIERO QUIMICO
 CIP 25218

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Farfán Flores Juan Américo

GRADO ACADÉMICO : Maestro

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca-2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacute Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENTIÓN : Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Serie de normas/ Técnicas N° 30 lima-2002.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO:

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

k) De 1 a 9 (no valida, reformular)

n) De 15 a 18: (valido, precisar)

l) De 10 a 12: (no valida, modificar)

o) De 18 a 20: (valido, aplicar)

m) De 12 a 15: (valido. Mejorar)

III. ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE E (1-9)	REGULAR R (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables				X	
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					12	35
total					47	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4): $47 \times 0.4 = 18.8$

VALORACIÓN CUALITATIVA: Valida

OPINIÓN DE APLICABILIDAD Apto para Aplicación


Juan Américo Farfán Flores
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 35218

firma y post firma del experto

DNI: 23911342

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Pérez Acuña Carlos Alberto

GRADO ACADÉMICO : Lic. En biología.

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN : Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca-2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacut Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENCIÓN : ISO 12947-2:2016

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia a la abrasión

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| f) De 1 a 9 (no valida, reformular) | i) De 15 a 18: (valido, precisar) |
| g) De 10 a 12: (no valida, modificar) | j) De 18 a 20: (valido, aplicar) |
| h) De 12 a 15: (valido. Mejorar) | |

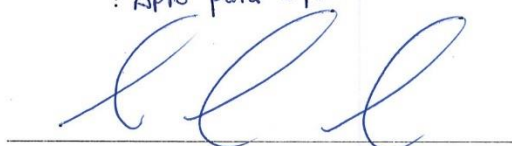
ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables				X	
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación				X	
Sub total					12	35
total					47	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $47 \times 0.4 = 18.8$

VALORACIÓN CUALITATIVA : Valida

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : Apto para aplicación



firma y post firma del experto

DNI: 41643434

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Pérez Acuña Carlos Alberto

GRADO ACADÉMICO : Lic. En biología.

INSTITUCIÓN QUE LABORA: Universidad Nacional de Juliaca.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca-2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacuta Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENCIÓN : ISO 6330, ISO 105-C06, ISO 20743 y ASTM D7822

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia de al lavado.

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| a) De 1 a 9 (no valida, reformular) | d) De 15 a 18: (valido, precisar) |
| b) De 10 a 12: (no valida, modificar) | e) De 18 a 20: (valido, aplicar) |
| c) De 12 a 15: (valido. Mejorar) | |

II. ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables				X	
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					4	45
total					49	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $49 \times 0.4 = 19.6$

VALORACIÓN CUALITATIVA : Valida

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : Apto para aplicación



firma y post firma del experto

DNI:41643434



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Pérez Acuña Carlos Alberto

GRADO ACADÉMICO : Lic. En Biología.

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN : Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca-2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesis Pachacuta Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENTIÓN : Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Serie de normas/ Técnicas N° 30 Lima-2002.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de Recolección de Datos de Prueba de la Actividad Antibacteriana

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

- k) De 1 a 9 (no valida, reformular)
l) De 10 a 12: (no valida, modificar)
m) De 12 a 15: (valido. Mejorar)

- n) De 15 a 18: (valido, precisar)
o) De 18 a 20: (valido, aplicar)

ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total						50
total						

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $50 \times 0.4 = 20$

VALORACIÓN CUALITATIVA

: Valida

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

: Apto para aplicación

firma y post firma del experto

DNI: 41643434

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Jara Huaranca Rolando Rody

GRADO ACADÉMICO : Mg. en Ingeniería Química

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca 2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesisas Pachacuta Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENCIÓN : ISO 6330, ISO 105-C06, ISO 20743 y ASTM D7822

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia de al lavado.

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| a) De 1 a 9 (no valida, reformular) | d) De 15 a 18: (valido, precisar) |
| b) De 10 a 12: (no valida, modificar) | e) De 18 a 20: (valido, aplicar) |
| c) De 12 a 15: (valido. Mejorar) | |

II. ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios				X	
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio				X	
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio				X	
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					16	30
total					46	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4): $46 \times 0.4 = 18.4$.

VALORACIÓN CUALITATIVA: Valido

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Apto para aplicación



firma y post firma del experto

DNI: 42716308

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Jara Huarancca Rolando Rody

GRADO ACADÉMICO : Mg. en Ingeniería Química

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN : Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca 2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacute Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENCIÓN : ISO 12947-2:2016

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de resistencia a la abrasión

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

f) De 1 a 9 (no valida, reformular)

i) De 15 a 18: (valido, precisar)

g) De 10 a 12: (no valida, modificar)

j) De 18 a 20: (valido, aplicar)

h) De 12 a 15: (valido. Mejorar)

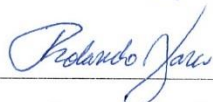
ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS				
		DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología					X
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios				X	
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					4	45
total					49	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $49 \times 0.4 = 19.6$

VALORACIÓN CUALITATIVA : Valida.

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : apto para Aplicación



firma y post firma del experto

DNI: 42716308

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES : Jara Huaranca Rolando Rody

GRADO ACADÉMICO : Mg. en Ingeniería Química

INSTITUCIÓN QUE LABORA : Universidad Nacional de Juliaca

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Obtención de plantillas ecológicas de calidad a partir de fieltros naturales de lana y aceite esencial de eucalipto para calzado casual Juliaca 2025

AUTOR DEL INSTRUMENTO : Tesistas Pachacuta Condori Yovana, Quispe Beltran Lizeth Annie

MENCIÓN : Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. Serie de normas/ Técnicas N° 30 lima-2002.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos de la prueba de la actividad antibacteriana.

CRITERIOS DE APLICABILIDAD :

k) De 1 a 9 (no valida, reformular)

l) De 10 a 12: (no valida, modificar)

m) De 12 a 15: (valido. Mejorar)

n) De 15 a 18: (valido, precisar)

o) De 18 a 20: (valido, aplicar)

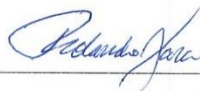
ASPECTOS PARA EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	DEFICIENTE (1-9)	REGULAR (10-12)	BUENO (12-15)	MUY BUENO (15-18)	EXCELENTE (18-20)
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	está formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	está expresado con conductas observables					X
ACTUALIDAD	adecuada al avance de la ciencia y la tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	adecuado para valorar los aspectos de estudios					X
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio					X
COHERENCIA	entre las variables, dimensiones y variables					X
METODOLOGÍA	la estrategia responde al propósito del estudio					X
CONVENIENCIA	genera nuevas pautas para la investigación					X
Sub total					8	40
total					48	

VALORACIÓN CUANTITATIVA (total x 0.4) : $48 \times 0.4 = 19.2$

VALORACIÓN CUALITATIVA : *valida*

OPINIÓN DE APLICABILIDAD : *apto para aplicación*



firma y post firma del experto

DNI: 42716308

UW