



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL**

TEMA:

**“ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIAL EN MEDIAS
DEPORTIVAS PARA EVITAR EL MAL OLOR UTILIZANDO ACEITE DE
EUCALIPTO”**



AUTORA: Diana Maribel Tamba Galárraga

TUTOR: MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

Ibarra – Ecuador

2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACION DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004640031		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Diana Maribel Tamba Galárraga		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, Río Amazonas y Alegría		
EMAIL:	dmtambag@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	0620148	TELF. MÓVIL:	0988352515

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Elaboración de un acabado antibacterial en medias deportivas para evitar el mal olor utilizando aceite de eucalipto
AUTORA:	Diana Maribel Tamba Galárraga
FECHA:	16 de febrero del 2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

CONSTANCIAS

El manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 27 días del mes de junio del 2025

EL AUTOR

Firma.. ..

Diana Maribel Tamba Galárraga

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra; a los 28 días del mes de febrero del 2025

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración curricular el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

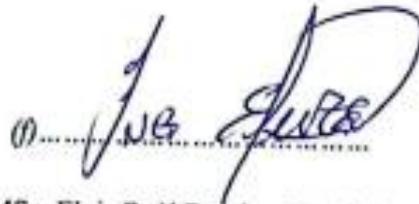


MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

C.C: 100145897-3

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del Trabajo de Integración Curricular "Elaboración de un acabado antibacterial en medias deportivas para evitar el mal olor utilizando aceite de eucalipto" elaborado por Diana Maribel Tamba Galarraga, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

C.C: 100145897-3



MSc. Elsa Sulay Mora Morales

C.C: 040090045-2



MSc. Wilson Adrián Herrera Villareal

C.C: 100286804-8

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, Jorge Tamba y Olga Galarraga quienes me han brindado todo su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica, siendo mi principal fuente de inspiración y motivación para alcanzar esta meta. También quiero dedicar este trabajo a mi hija, Zoe Camila Morán Tamba, por ser mi mayor impulso y fuente de energía en los momentos más difíciles, dándome la fortaleza para continuar y culminar este proyecto. A mi esposo, le agradezco profundamente por su paciencia, comprensión y apoyo constante durante todo este proceso. Así hermanas, por su compañía y aliento en los momentos más complicados, siempre han estado a mi lado, brindándome su fuerza y cariño que con sus palabras de aliento han hecho que sea posible cumplir unos de mis sueños.

Diana Maribel Tamba Galárraga.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, quien me otorgó la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para superar cada obstáculo en mi formación académica, permitiéndome alcanzar esta importante meta. Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al ingeniero, Elvis Ramírez, por su valioso aporte de conocimientos, su guía y su constante disposición para orientarme a lo largo de este proyecto.

Su apoyo fue decisivo para la culminación exitosa de este trabajo.

Asimismo, extiendo mi gratitud a mis docentes, quienes me proporcionaron las herramientas académicas y profesionales necesarias para mi desarrollo, y a mis compañeros de aula, por su incondicional apoyo, colaboración y compañerismo a lo largo de este proceso formativo.

Diana Maribel Tamba Galárraga.

RESUMEN

La presente investigación se basó en la elaboración de un acabado antibacteriano el cual se aplicó en un textil 100% acrílico, mediante el proceso de agotamiento con diferentes concentraciones de esencia de aceite de eucalipto; el cual va a ser utilizado por tres sujetos diferentes con la finalidad de obtener textil contaminado de bacterias, por lo que será evaluado bajo la norma INEN 1 529-5:2006 (adaptada) – Para la determinación de la cantidad de bacteria *Staphylococcus aureus*, levaduras y mohos. En el desarrollo de este estudio, se determinó el uso de cuatro diferentes concentraciones de aceite de eucalipto del 25 %. 50%. 75%, 100 %, obteniendo una dosificación 0,45 g/L, 0,65 g/L, 0,85 g/L y 1 g/L; con una relación de baño 1 /3 y una temperatura de 60° C durante 30 minutos. Resultado de esto, se obtuvieron 15 muestras: 3 con 0,45 g/L, 3 con 0,65 g/L, 3 con 0,85 g/L y 3 con 1 g/L; Además, la muestra cero la cual no contiene el acabado antibacteriano, y 3 muestras de cada concentración, fueron sometidas a contaminación de sudor del pie, para poder llevar a cabo el análisis bacteriológico en los laboratorios de la FICAYA. Por tal motivo 2 muestras con la dosificación de 1 g/L, fueron sometidas al lavado bajo la norma AATCC 61, con la finalidad de analizar la solidez que tiene el acabado en el textil. Los datos obtenidos, fueron se sometieron a un análisis de confiabilidad en el PAST4, consiguiendo una confiabilidad superior al 94%, demostrando claramente que las muestras tratadas con 0.85 y 1 g/L de aceite de eucalipto presentaron mayor resistencia a la formación de bacteria *Staphylococcus aureus*, levaduras y mohos

Palabras clave: acabado antibacteriano, atleta, bacteria.

ABSTRACT

The present research is based on the development of an antibacterial finish, which will be applied to a 100% acrylic textile using the exhaustion process with different concentrations of eucalyptus oil essence. This treated textile will be used by three different subjects to obtain bacteria-contaminated fabric, which will then be evaluated under the adapted standard INEN 1529-5:2006 for the determination of *Staphylococcus aureus* bacteria, yeasts, and molds. During the development of this study, four different concentrations of eucalyptus oil were selected: 25%, 50%, 75%, and 100%, resulting in dosages of 0.45 g/L, 0.65 g/L, 0.85 g/L, and 1 g/L, respectively. The exhaustion process was carried out with a bath ratio of 1:3 at a temperature of 60°C for 30 minutes. As a result, a total of 15 samples were obtained: 3 samples with 0.45 g/L, 3 samples with 0.65 g/L, 3 samples with 0.85 g/L, 3 samples with 1 g/L. Additionally, a control sample (zero sample) that did not contain the antibacterial finish was included. Three samples from each concentration were exposed to foot sweat contamination to conduct bacteriological analysis in the FICAYA laboratories. Furthermore, two samples with the highest dosage (1 g/L) were subjected to washing under the AATCC 61 standard to evaluate the durability of the antibacterial finish on the textile. The obtained data were analyzed for reliability using the PAST4 software, achieving a confidence level of over 94%. The results clearly demonstrated that the samples treated with 0.85 g/L and 1 g/L of eucalyptus oil exhibited greater resistance to the formation of *Staphylococcus aureus* bacteria, yeasts, and molds.

Keywords: Antibacterial finish, athlete, bacteria.

LISTA DE SIGLAS

AATCC. Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles

EO. Aceite de eucalipto

pH. Potencial de hidrógeno

R/B. Relación de baño

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Justificación.....	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Características del sitio del proyecto.....	3
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Estudios previos	5
1.1.1 Acabados antibacterianos.....	5
1.1.2 Aceite de eucalipto.....	7
1.2 Marco legal	9
1.2.1 Constitución del Ecuador	9
1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	10
1.3 Marco conceptual.....	11
1.3.1 Tejido de punto (calcetería)	11
1.3.2 Acabados Textiles	13
1.3.3 Definición de Aceite de Eucalipto	14
1.3.4 Bacterias.....	18

1.3.5	Staphylococua aureus.....	20
1.3.6	Levaduras y mohos	21
1.3.7	Fibra de acrílico	21
CAPÍTULO II		25
MARCO METODOLÓGICO		25
2.1	Enfoque de la investigación.....	25
2.2	Tipos de investigación a aplicar.....	25
2.2.1	Investigación analítica	25
2.2.2	Investigación comparativa	26
2.3	Técnica de investigación.....	26
2.3.1	Estadística descriptiva – analítica	26
2.3.2	Análisis estadístico comparativo.....	27
2.4	Normas técnicas a utilizar	27
2.4.1	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529 – 5:2006	28
2.4.2	Norma AATCC 61 prueba de solidez al lavado	28
2.5	Flujogramas.....	28
2.5.1	Flujograma general	29
2.5.2	Flujograma muestral	29
2.6	Equipos y materiales	31
2.7	Procedimiento del acabado antibacterial	34
2.7.1.1	Curva del proceso.....	35

2.7.1.2	Parámetros a controlar.....	36
2.7.1.3	Receta Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto.....	37
2.7.2	Procedimiento del análisis bacteriológico	37
2.7.3	Procedimiento de la resistencia al lavado	39
CAPÍTULO III.....		40
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		40
3.1	Resultados.....	40
3.1.1	Análisis de concentración de aceite esencial de eucalipto.....	41
3.1.2	Tabla de prueba antimicrobiana.....	46
3.1.3	Solidez al labado	46
3.2	Discusión de resultados.....	47
3.2.1	Análisis de la varianza	49
3.2.2	Normalidad de datos	49
3.2.3	Análisis de resultados	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		53
Conclusiones		53
Recomendaciones.....		54
Referencias bibliográficas.....		56
Anexos		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte</i>	10
Tabla 2	<i>Componentes del Eucalipto</i>	15
Tabla 3	<i>Aplicaciones y usos del aceite esencial de Eucalipto</i>	16
Tabla 4	<i>Elaboración de recetas a base de Eucalipto</i>	18
Tabla 5	<i>Microorganismos presentes en la piel</i>	20
Tabla 6	<i>Propiedades físicas del acrílico</i>	22
Tabla 7	<i>Propiedades químicas del acrílico</i>	23
Tabla 8	<i>Equipos y materiales del acabado antibacterial</i>	31
Tabla 9	<i>Equipos y materiales del análisis bacteriológico</i>	32
Tabla 10	<i>Equipos y materiales para el lavado</i>	33
Tabla 11	<i>Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 25% de concentración del aceite de eucalipto</i>	42
Tabla 12	<i>Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 50% de concentración del aceite de eucalipto</i>	43
Tabla 13	<i>Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 75% de concentración del aceite de eucalipto</i>	43
Tabla 14	<i>Análisis Staphylococcus Aureus con el 100% de concentración del aceite de eucalipto</i>	44
Tabla 15	<i>Análisis bacteriológico General</i>	45
Tabla 16	<i>Análisis de la solidez al lavado de 452000UFC/ml</i>	46
Tabla 17	<i>Análisis de la varianza</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del Laboratorio Textil</i>	4
Figura 2 <i>Ubicación de laboratorio microbiológico</i>	4
Figura 3 <i>Media deportiva</i>	12
Figura 4 <i>Partes de una media deportiva</i>	12
Figura 5 <i>Acabado permanente</i>	13
Figura 6 <i>Aceite de eucalipto</i>	15
Figura 7 <i>Flujograma general</i>	29
Figura 8 <i>Flujograma muestral</i>	30
Figura 9 <i>Equipos y materiales del Análisis bacteriológico</i>	33
Figura 10 <i>Curva de procesos</i>	35
Figura 11 <i>Receta (hoja patrón)</i>	37
Figura 12 <i>Análisis de solidez al lavado</i>	47
Figura 13 <i>Normalidad</i>	49
Figura 14 <i>Análisis bacteriológico general</i>	50
Figura 15 <i>Análisis de las dedias de los tres sujetos</i>	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Certificado de Análisis Físico-Químico y Microbioogico</i>	64
Anexo <i>Materiales para la elaboración del acabado antibacteriano</i>	65
Anexo 3 <i>Proceso del acabado antibacterial, control del Ph y secado de las medias.</i>	65
Anexo 4 <i>Contaminación de las medias mediante uso directo</i>	66
Anexo 5 <i>Preparación de los materiales para el Análís bacteriológico</i>	66
Anexo 6 <i>Preparación del cultivo</i>	67
Anexo 7 <i>Análisis bacteriológico de Bacteria Staphylococcus Aureus</i>	67
Anexo 8 <i>Análís bacteriológico de levaduras y mohos</i>	67

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

El uso de medias deportivas fabricadas con material acrílico ha ganado popularidad debido a su bajo costo y la facilidad con la que se producen. Sin embargo, este tipo de tejido presenta importantes limitaciones para los atletas, especialmente durante actividades físicas intensas. El acrílico tiende a retener calor y humedad, lo que crea un entorno favorable para la proliferación de bacterias y hongos, provocando no solo incomodidad sino también problemas de salud.

La sudoración excesiva que ocurre como resultado del ejercicio y el aumento de la temperatura corporal intensifican esta situación. La piel, al estar en contacto constante con la humedad y el calor, se convierte en un ambiente ideal para la rápida multiplicación de bacterias. Este proceso no solo genera un mal olor persistente, sino que también puede causar irritaciones y dermatitis, afectando negativamente la experiencia del deportista. Además, la presencia de bacterias incrementa el riesgo de infecciones cutáneas, lo que puede resultar en ausencias en los entrenamientos y competiciones, perjudicando el rendimiento del atleta y su continuidad en la práctica deportiva.

A pesar de los beneficios económicos del acrílico, su uso en el diseño de medias deportivas puede tener un impacto significativo en la salud y el rendimiento de los atletas. La falta de propiedades de transpirabilidad en este material no permite una adecuada regulación térmica, lo que agrava la retención de calor y dificulta la evaporación del sudor. Como consecuencia, el atleta puede experimentar una mayor fatiga, una recuperación más lenta y una disminución del rendimiento físico debido al sobrecalentamiento.

Además, la retención de humedad en las medias de acrílico no solo contribuye a la proliferación de microorganismos, sino que también aumenta el riesgo de desarrollar condiciones más serias como el pie de atleta y otras infecciones micóticas. Estas afecciones pueden requerir tratamientos médicos prolongados y costosos, interrumpiendo el entrenamiento regular del atleta y afectando su preparación para competencias importantes. Por lo tanto, es crucial evaluar las propiedades de los materiales utilizados en la fabricación de prendas deportivas para asegurar que se alineen con las necesidades específicas de los atletas y sus exigencias durante el desempeño físico.

Justificación

Esta investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar las condiciones de las medias deportivas utilizadas por atletas, quienes a menudo enfrentan problemas recurrentes en los pies, como mal olor, sudoración excesiva e infecciones, derivados de la proliferación de bacterias. Actualmente, muchos de estos productos están fabricados con materiales como el acrílico, que tienen la tendencia a retener calor y humedad, creando un entorno ideal para el crecimiento bacteriano. Estas condiciones no solo afectan la comodidad del deportista, sino que también pueden influir negativamente en su rendimiento y bienestar general.

El desarrollo de un acabado antibacteriano utilizando aceite de eucalipto en las medias deportivas se presenta como una solución natural y eficaz para inhibir el crecimiento de bacterias en los pies. El aceite de eucalipto posee potentes propiedades antimicrobianas que le permiten combatir una amplia variedad de microorganismos, lo que la convierte en un componente ideal para mejorar la higiene y reducir las molestias ocasionadas por el uso prolongado de estas prendas en condiciones ambientales desfavorables.

Al aplicar este acabado antibacteriano en medias deportivas de acrílico, tiene el potencial de crear un producto innovador que no solo ofrece una protección superior contra las bacterias, sino que también mejora significativamente la salud y el confort de los deportistas. Esta mejora podría reducir problemas comunes, como infecciones cutáneas leves, mal olor y afecciones más graves como el pie de atleta, otras infecciones micóticas, proporcionando una experiencia más saludable y cómoda durante la actividad física. Además, este enfoque responde a la creciente demanda en la industria textil de soluciones sostenibles y naturales, alineándose con las tendencias actuales de bienestar y cuidado personal.

Objetivos

Objetivo General

Realizar un acabado antibacterial en medias deportivas de acrílico para evitar el mal olor con esencia de eucalipto.

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre materiales que se utilizarán para dar el acabado antibacterial.
- Aplicar el aceite de Eucalipto en diferentes concentraciones con la finalidad de obtener un tejido antibacteriano.
- Realizar pruebas de lavado para determinar el número de lavadas que resiste el acabado antibacteriano.
- Analizar los análisis obtenidos del acabado.

Características del sitio del proyecto

El presente proyecto se llevará a cabo en el laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte (ver **Figura 1**), ubicado en el barrio Azaya, entre las calles

Morona Santiago y Luciano Solano, con coordenadas 0°22'41"N 78°07'24.2"W. Este laboratorio cuenta con equipos avanzados y certificado de calidad, lo que permite tener un resultado óptimo de los datos relevantes en la investigación.

Figura 1

Ubicación del Laboratorio Textil



Fuente: (Google Maps, 2024)

Asimismo, se desarrollarán los análisis correspondientes a las bacterias en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (ver **Figura 2**), los cuales constan con equipos especializados para los respectivos análisis e interpretación de datos obtenidos de la investigación.

Figura 2

Ubicación de laboratorio microbiológico



Fuente: (Google Maps, 2024)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Estudios previos

Los estudios previos indican una base sólida para la investigación en el desarrollo y análisis de trabajos. Al examinar estudios anteriores se puede identificar patrones, tendencias, entre otros aspectos, lo que facilita el desarrollo de propuestas más fundamentadas y relevantes acerca del tema de acabados antibacterial. Además, estos estudios aseguran que el tema abordado se encuentre alineado con los avances y descubrimientos más recientes.

1.1.1 Acabados antibacterianos

Los acabados antibacterianos se han vuelto tendencia en los últimos años, debido a su capacidad para brindar protección contra microorganismos que pueden afectar la salud de las personas, es por ello que actualmente se opta por este tipo de acabados.

Por lo tanto, en el estudio que realizaron Ketema y Worku (2020) demostraron que los agentes antibacterianos extraídos de la hoja de ortiga que se aplicaron en los tejidos de algodón mediante el método Pad-Dry-Cure; se obtuvieron resultados que indicaron una reducción significativa de bacterias. En el caso de *Staphylococcus aureus* (bacterias grampositivas), la reducción fue del 100% al 44%, mientras que para *Escherichia coli* (bacterias gramnegativas), se observó una disminución del 100% al 30%. Estas mediciones se realizaron evaluando las muestras después de someterlas a diferentes ciclos de lavado, que incluyeron 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 ciclos, utilizando el método de prueba estándar AATCC 61.

Por otro lado, Venkatraman et al. (2022) destacaron la eficacia de los acabados textiles a base de plantas al desarrollar nano emulsiones utilizando extractos de plantas como *Karanja*

(*Milletia pinnata*), *Gokhru* (*Pedaliium murex* Linn), aceite de coco y hojas de curry. Estas nano emulsiones fueron aplicadas a un tejido de algodón 100%, evaluando su resistencia antimicrobiana contra bacterias grampositivas como *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, presentes en la piel humana, así como también contra el hongo *Aspergillus niger*. Los resultados mostraron una resistencia microbiana en un rango de 98.62% a 99.87%, y la efectividad de los acabados se mantuvo incluso después de 10 lavados.

Por consiguiente, el estudio que realizaron Diop et al. (2022), indica que la eficiencia antibacteriana del extracto de las semillas de aguacate y mango combinada con un éter de petróleo tiene una alta efectividad contra 36 cepas de bacterias, especialmente la *Staphylococcus aureus*, la cual presentó una concentración de inhibición mínima de 0.019 mg/mL en comparación con 0.039 mg/mL de cada extracto por separado. Estas pruebas microbiológicas las realizaron en un no tejido, al cual le dieron un acabado plastificante (almidón/glicerina) y los extractos mencionados anteriormente, con la finalidad de fabricar un apósito para las heridas.

En otro contexto, Mohanraj (2022) investigó la actividad antibacteriana en entornos de cocina usando un extracto de *Ashwagandha* en paños de algodón. En donde, el extracto se aplicó en concentraciones del 3% y 5%, con ácido cítrico para mejorar su eficacia. Además, las pruebas se realizaron según la norma AATCC 147 (2004), mostrando una zona de inhibición contra 13 bacterias, con resultados de 1.5 a 8.05 mm. La durabilidad del tratamiento se evaluó tras varios lavados, según la norma ISO 6330-1984E, y demostró mantener su actividad antimicrobiana, con zonas de inhibición de 0.5 a 4 mm incluso después de múltiples lavados.

Por último, Esparza et al. (2020), indica que “la ventaja que puede aprovechar con un análisis en las etapas de producción de fibra de bambú es que se pueden fabricar tejidos médico-sanitarios, debido a sus funciones antibacterianas y a la acción de prevenir infecciones cutáneas”(p. 325). En otra investigación, explican que para desarrollar el acabado antibacterial se utilizó “el método de agotamiento a una concentración del 50 % con relación al peso del material”. (Mora et al., 2023, p. 1). Además, se realizó “el secado en el horno incubador a 105°C; permitiendo así que el acabado se fije en las fibras”(Chugá et al., 2024, p. 1)

1.1.2 Aceite de eucalipto

El aceite de eucalipto se ha aplicado en diversos tejidos textiles para proporcionar acabados antibacterianos y aromatizantes. En el estudio realizado por Göger et al. (2020) demostró que el aceite esencial de *Eucalyptus globulus* presenta una notable actividad antibacteriana contra *Staphylococcus epidermis*. Su efectividad se atribuye principalmente al componente *1,8-cineol*, que posee en una concentración mínima inhibitoria (CMI) de 625 µg/mL. Este compuesto actúa como un antimicrobiano natural suave, brindando además efectos antiinflamatorios, lo que lo convierte en una opción prometedora para el tratamiento de infecciones bacterianas en la piel.

Otro estudio llevado a cabo por Das y Das (2022), se evaluó la actividad antibacteriana de tejidos de algodón tratados con una solución de *Eucalyptus globulus* mediante el método de difusión en agar. Para ello, en las telas tratadas se midió una zona de inhibición comprendida entre 16 mm y 26 mm en *Escherichia coli* (bacterias gramnegativas) y entre 18 mm y 32 mm para *Staphylococcus aureus* (bacterias grampositivas), lo que indica un efecto antibacteriano más potente contra las bacterias grampositivas. Además, tras 20 ciclos de lavado, los tejidos

tratados lograron conservar entre el 56,2 % y el 88 % de sus propiedades antibacterianas originales.

Por otra parte, el estudio que realizaron Nortjie et al. (2024), indicó un crecimiento promedio del 18.74% ($\pm 0.26\%$) de *Staphylococcus aureus* al emplear concentraciones inferiores a 500 $\mu\text{g/ml}$. En los tejidos recubiertos de algodón, se registró una mayor zona de inhibición, alcanzando 258,4 mm^2 , mientras que en las muestras recubiertas de poliéster se observó una menor zona de inhibición, de 65,97 mm^2 . Estos resultados sugieren que las alteraciones visibles en la morfología de la superficie del tejido pueden influir en su actividad antimicrobiana. Además, otros factores como el clima, los métodos de extracción, la ubicación geográfica y el tipo de acabado aplicado también influyen en la eficacia antimicrobiana.

De manera complementaria, Massey y Mehtab (2023) informa sobre la actividad antimicrobiana del aceite de eucalipto contra la bacteria *Staphylococcus aureus* y el hongo *Aspergillus niger*. El estudio demostró que, en una zona máxima de inhibición de 7 mm, el aceite de eucalipto alcanzó una actividad antifúngica de 4,14 mm utilizando una concentración de 60 μl . Además, se observó una reducción bacteriana del 75 % y una disminución del crecimiento fúngico del 85 % a la misma concentración.

Según Endris y Govindan (2021), el aceite esencial obtenido de las hojas de *Eucalyptus globulus* proporciona un acabado multifuncional caracterizado por una tasa de repelencia del 90%, una intensidad aromática del 72% y un efecto antimicrobiano del 100%. Este acabado mantiene una reducción significativa de la carga bacteriana incluso tras cinco ciclos de lavado. Además, la incorporación de ácido cítrico como agente de reticulación mejora considerablemente la durabilidad de éste.

1.2 Marco legal

El marco legal establece las normas y reglamentos que deben seguirse para regular las actividades determinado sector, garantizando que éstas cumplan con los estándares establecidos y protejan los derechos de todas las partes involucradas. Además, asegura que los productos sean de buena calidad y seguros cuando se utilicen, en el ámbito textil el impulso de la economía al facilitar el acceso a mercados internacionales y la competitividad mediante el cumplimiento con las regulaciones internacionales y nacionales.

1.2.1 Constitución del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008) destaca la relevancia del cuidado ambiental, el desarrollo sostenible y el fomento de una economía equilibrada. Estos principios se reflejan en diversos artículos:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En el Art. 276, en el literal 2 y 4 declara lo siguiente:

2. Construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable.
4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de

calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”. (pp. 14, 134)

Estos artículos pueden proporcionar un marco legal y conceptual para enmarcar la investigación sobre acabados antibacterianos en medias deportivas, marcando su importancia desde las perspectivas de salud, sostenibilidad ambiental y desarrollo económico.

1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

Según la Resolución HCD Nro. UTN – FICA – 0051, la Universidad Técnica del Norte (2022) establece líneas de investigación alineadas con el perfil de cada proyecto (ver **Tabla 1**). Por lo tanto, en la Carrera de Textiles se destacan dos líneas de investigación: la primera que es “Producción Industrial y Tecnología Sostenible”, y la novena, “Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico”. Estas áreas de estudio reflejan el compromiso de la institución con el desarrollo sostenible y la innovación en el ámbito textil.

Tabla 1

Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

1	Producción Industrial y Tecnología Sostenible
2	Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible
3	Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables
4	Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable
5	Salud y Bienestar Integral
6	Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas
7	Desarrollo Artístico, diseño y publicidad
8	Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
9	Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico

Fuente: adaptado de (UTN, 2022)

1.3 Marco conceptual

El marco conceptual proporciona un esquema teórico que muestra los pilares básicos para la realización de un estudio de investigación. Además, orienta en la relación que existe entre los conceptos clave que pertenecen al tema de estudio, siendo así una base fundamental para el análisis e interpretación de los datos.

1.3.1 Tejido de punto (calcetería)

Los tejidos de punto para calcetería se producen en máquinas especializadas (calceteras) que facilitan la elaboración de tejidos sin costuras, lo que mejora tanto la eficiencia del proceso de fabricación como la calidad del producto final. Esta versatilidad las convierte en una opción ideal para prendas que requieren un ajuste y comodidad, como calcetines y otros artículos de calcetería, donde el diseño, material, la selección del patrón tienen un impacto significativo en las propiedades del tejido y en la formación de bucles o rizos.

1.3.1.1 Definición de media deportiva

Según Lucero (2023), los calcetines de tejido de punto son esenciales en la vestimenta diaria, por lo que ofrecen mayor confort; la circulación de aire se ve restringida por el uso de zapatos, lo que subraya la importancia de que estas medias se adapten a las preferencias del usuario (ver **Figura 3**). Por otro lado, la selección del tipo de tejido está determinada por la parte del calcetín, sus propiedades de elasticidad y capacidad de recuperación, entre otras características. Asimismo, la elección del material también influye en la transpirabilidad y el control de la humedad, aspectos fundamentales para el bienestar de la persona.

Figura 3

Media deportiva



Fuente: (Blossom Fashion, 2024)

1.3.1.2 Estructura de la media deportiva

Maigua (2021) destaca que los calcetines se componen de varias partes (ver **Figura 4**); estas desempeñan un papel esencial al reducir la fricción entre el pie y el calzado. Además, ayudan a controlar la sudoración excesiva, lo que mejora la comodidad y evita el desarrollo de irritaciones o ampollas. La correcta distribución y diseño de estas partes son fundamentales para garantizar un ajuste adecuado y un soporte óptimo. Esta estructura contribuye a proporcionar al usuario una sensación de seguridad y bienestar a lo largo del día, garantizando un uso más confortable y adaptado a las diferentes actividades cotidianas.

Figura 4

Partes de una media deportiva



Fuente:(Raga, 2017)

1.3.2 Acabados Textiles

Vega (2022) describe el acabado textil como un proceso para la modificar la apariencia o la textura del tejido o hilo para mejorar sus propiedades o características. Estos acabados pueden clasificarse como permanentes, semipermanentes o temporales (ver **Figura 5**); dependiendo de su naturaleza, pueden mantenerse durante toda la vida útil del sustrato textil, resistir varios lavados, o eventualmente degradarse con el tiempo, afectando así su rendimiento y calidad a largo plazo.

Figura 5

Acabado permanente



Fuente: (ZSCHIMMER & SCHWARZ, 2020)

1.3.2.1 Acabado químico

Según Hebden y Goswami (2017), los acabados químicos implican el uso de fluoroquímicos o retardantes, cuya formulación depende de diversos factores, como la compatibilidad de los químicos involucrados y la naturaleza del material que se va a tratar. Estos acabados se aplican a través de un procedimiento de curado en seco con almohadilla, donde se secan sobre la tela el agente de reticulación, el catalizador, suavizante y otros componentes antes de proceder al curado, lo que facilita la reacción de reticulación. Esto permite mejorar tanto la calidad de los acabados como su funcionalidad en diversas aplicaciones.

1.3.2.2 Proceso por agotamiento

Lockuán (2012) explica que el proceso de agotamiento se emplea para aplicar productos químicos sobre el sustrato textil. En el caso de los tejidos de calcetería, cuando se desea realizar un acabado, es fundamental el uso de productos químicos con propiedades catiónicas como emulsiones, suavizantes, aromatizantes, entre otros, estos deben adherirse adecuadamente al material. Además, las relaciones de baño utilizadas van desde 1:6 (1 kg de material en 6 litros de agua) hasta 1:20, siendo sumamente altas en consumo de agua.

1.3.2.3 Definición de Acabado antibacteriano

Echeverri (2020) afirma que:

Los acabados antibacterianos se utilizan para prevenir el crecimiento de microorganismos en los tejidos o fibras. Estos tratamientos implican la aplicación de agentes químicos específicos a través de un proceso controlado. Los productos seleccionados deben ser eficaces contra diferentes tipos de microorganismos, proporcionando al textil propiedades biocidas, que destruyen las bacterias, o biostáticas, que inhiben su desarrollo. Además, ambos métodos mejoran significativamente la higiene y la efectividad del material tratado frente a las bacterias. (p. 19)

1.3.3 Definición de Aceite de Eucalipto

“El aceite esencial de *Eucalyptus globulus* es obtenido de las hojas frescas, es de color casi incoloro o amarillo claro, olor penetrante alcanforado y de aspecto limpio”(Natividad, 2019, p. 33) (ver **Figura 6**). Cabe destacar, que este líquido también puede ser extraído de tallos, flores y frutos, pero su concentración es más baja comparado con el de las hojas.

Figura 6

Aceite de eucalipto



Fuente: (Casa Barukcic Tienda, 2021)

Por otra parte, Arévalo y Sánchez (2021) destacan que el aceite esencial de eucalipto es ampliamente empleado tanto en aplicaciones tópicas como aromáticas, debido a sus propiedades medicinales. Sus componentes, que se enumeran en la [Tabla 2](#), lo convierten en una opción preferida para el tratamiento de afecciones respiratorias.

Tabla 2

Componentes del Eucalipto

Aceites esenciales	(1 - 3.5%) <i>cinerol (70 – 85%), alfa – pineno, d – limoneno, p – cimeno, alfa – felandreno, canfeno, gamma – terpineol, sesquiterpenos: aromadendreno, globulol, ledol, viridiflorol.</i>
Flavonoides	<i>Eucaliptina, hiperósido, quercitina, quercitrina, rutina.</i>
Ácidos	<i>Acido cafeico, ferúlico, gentístico.</i>

Fuente: adaptado de (Arévalo y Sánchez, 2021, p. 10)

1.3.3.1 Propiedades antibacterianas

“El aceite de *Eucalytus Globulus* tiene una acción antibacteriana significativamente mayor que el *digluconato de clorhexidina* al 0.12% en la inhibición de bacterias”(Feldmuth, 2021, p. 49). Esta propiedad antibacteriana se debe a la presencia de compuestos activos en el eucalipto, ya que actúan de manera eficaz contra una amplia variedad de microorganismos patógenos menos agresivos para la salud.

1.3.3.2 Usos y aplicaciones

En la **Tabla 3** a continuación, se presenta una recopilación de los múltiples usos del aceite de eucalipto, que es ampliamente reconocido por sus notables propiedades medicinales por su capacidad para aliviar síntomas respiratorios, reducir la inflamación y actuar como antiséptico, este aceite esencial se aplica en el tratamiento de diversas afecciones.

Tabla 3

Aplicaciones y usos del aceite esencial de Eucalipto

Categoría	Aplicación	Detalles
Enfermedades respiratorias	Tratamiento de problemas respiratorios.	El aceite actúa como expectorante y antiinflamatorio.
Propiedades medicinales	Fungicida (<i>candida</i>), tratamiento para la diabetes, desinfectante de heridas.	Combate infecciones fúngicas, regula los niveles de azúcar en la sangre y limpia heridas para evitar infecciones.

Cuidado de la piel	Aftas bucales, herpes, acné, gingivitis; mejora circulación.	Se aplica puro en pequeñas cantidades, mejora la salud cutánea.
Articulaciones y músculos	Alivio de artritis, dolores musculares.	Su acción antiinflamatoria reduce la inflamación y el dolor en articulaciones y músculos.
Industria cosmética	Uso en champús anticaspa, ambientadores.	El aceite es valorado por sus propiedades antisépticas que lo convierten en productos de cuidado personal.
Industria química	Insecticida, fungicida, repelente de insectos y parásitos.	Su eficacia contra plagas lo convierte en productos para el control de insectos.

Fuente: adaptado de (Bermudo, 2019, p. 32)

1.3.3.3 Actividad farmacológica

La elaboración de recetas a base de eucalipto abarca una amplia variedad de preparaciones diseñadas para aprovechar las propiedades medicinales y aromáticas de esta planta. En la **Tabla 4** se presentan estas preparaciones, que incluyen infusiones, jarabes, jabones repelentes, entre otros, y son ampliamente utilizadas para abordar diversas afecciones respiratorias y cutáneas. Además, estas recetas pueden adaptarse a las necesidades específicas del usuario, lo que las convierte en una opción versátil dentro de la medicina natural.

Tabla 4*Elaboración de recetas a base de eucalipto*

Receta	Componentes	Frecuencia	Tratamiento
Infusión	Eucalipto + <i>Scorzonera</i> + <i>Huamanripa</i> + 20 ml de miel de abeja + 1 l. de agua	2 a 3 veces por día	Asma, bronquios
Jarabe	Eucalipto + <i>Scorzonera</i> + <i>Huamanripa</i> + 20 ml de miel de abeja + .5 l de algarrobina + 1 l. de agua	1 a 2 veces por día	Alergias respiratorias
Vapor para inhalar	3 hojas de eucalipto hervido en agua	1 a 2 veces por día	Alivia la respiración
Repelente	Preparación de crema para ungüento	1 a 2 veces por día	Repele mosquitos
Vapor para sauna	Hervir hojas de eucalipto combinado con otras hierbas	1 a 2 veces por semana	Relajación muscular

Fuente: adaptado de (Villarreal et al., 2022, p. 103)

1.3.4 Bacterias

Según Cid (2020), las bacterias son organismos unicelulares que no poseen núcleo y pueden ser tanto aerobias como anaerobias. A diferencia de otros seres vivos, no tienen sistemas de membranas internas. En su citoplasma, se encuentran tanto ribosomas como

material genético. Estas células presentan formas variadas, que incluyen esferas, barras y hélices, y su tamaño puede variar desde 0.2 hasta 700 micras.

1.3.4.1 Características

“Las células bacterianas tienen una membrana compuesta por fosfolípidos, que protege sus componentes internos. Estos fosfolípidos están formados por dos ácidos lipídicos con propiedades hidrofóbicas (cola no polar) y un grupo fosfato con características hidrofílicas (cabeza polar)”(Aldás, 2022, p. 10). Esta estructura bicapa permite a las bacterias mantener la integridad celular y regular el paso de sustancias, lo cual es crucial para su supervivencia y función en diferentes ambientes.

1.3.4.2 Clasificación de bacterias

De acuerdo con el estudio realizado por Zegarra (2023), menciona que existen dos tipos de bacterias, las cuales son:

- **Bacterias residentes:** habitan en las capas más profundas de la piel, contribuyen a la salud cutánea al prevenir la proliferación de microorganismos patógenos.
- **Bacterias transitorias:** se encuentran en la superficie de la piel y se adquieren a través del contacto directo con personas, objetos o superficies contaminadas, pueden eliminarse fácilmente mediante una adecuada higiene de manos.

Por lo tanto, en la **Tabla 5** se presenta un desglose de las bacterias según su clasificación en residentes y transitorias. Esta clasificación es fundamental para comprender el papel que desempeñan en la piel humana, ya que las bacterias residentes son esenciales para mantener el equilibrio microbiológico, mientras que las bacterias transitorias pueden estar asociadas con infecciones o alteraciones cutáneas.

Tabla 5*Microrganismos presentes en la piel*

Residentes	Transitorios
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Staphylococcus hominis</i>	Bacilos gran negativos (<i>Proteus mirabilis</i> , <i>Klebsiella spp.</i> , <i>Acinetobacter spp.</i>)
<i>Staphylococcus coagulasa negativos</i>	Levaduras
Bacterias Corineformes (<i>Propionibacterium</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Dermobacter</i> y <i>Micrococcus</i>)	<i>Escherichia coli</i>
Hongos <i>Pityrosporum</i> (<i>Malassezia spp</i>)	<i>Samonella entérica</i>

Fuente: (Zegarra, 2023, p. 31)

1.3.5 Staphylococua aureus

De acuerdo con Choez y Samaniego (2021) la *Staphylococcus aureus* es una bacteria grampositiva que posee una forma ovalada o esférica, por lo general, este microorganismo tiende a agruparse en cadenas o racimos su tamaño *Salmonella* oscila entre 0,8 y 1,5 micrómetros (μm) de diámetro. Las colonias que forman pueden tener un color dorado, amarillo o blanco; la temperatura del medio de crecimiento ideal para este tipo de bacteria oscila entre 30°C y 37 °C, así mismo el pH va desde 7.0 a 7.5.

Además, en un estudio que realizaron Samudio et al. (2023) indican que *Staphylococcus aureus* tiene factores de virulencia, la cual determina la persistencia, recurrencia y tendencia a

causar infecciones secundarias; por lo general, se manifiestan como infecciones en la piel y tejidos blandos en pacientes con o sin enfermedades preexistentes. También las cepas de esta bacteria son resistentes a la meticilina en lo que respecta a la formación de cuadros infecciosos severos.

1.3.6 Levaduras y mohos

“Los dermatofitos, levaduras y mohos no dermatofitos son los agentes causales más comunes de micosis en el pie. Las especies de *Fusarium* están ampliamente distribuidas y pueden detectarse en varias fuentes ambientales como el suelo, el aire, y plantas”(Kumalasari et al., 2024). Por otro lado, “los hongos mohosos pueden causar infecciones superficiales y profundas en la piel, tejidos blandos y micosis ungueal” (Nenoff, 2009, p. 1).

De acuerdo con Sharma y Nonzom (2021), los dermatofitos, mohos no dermatofitos, levaduras y hongos similares a las levaduras, favorecen el crecimiento y la proliferación en factores ambientales con las condiciones higiénicas cálidas y húmedas. Aunque este tipo de microorganismos no causan mortalidad, si afecta la calidad de vida del individuo, ya que provocan un impacto negativo en la salud.

1.3.7 Fibra de acrílico

Según Pakdel et al. (2023) indica que:

La fibra acrílica se compone de un polímero de poliacrilonitrilo, el cual contiene al menos un 85 % de monómero de acrilonitrilo en su peso. Es considerada la tercera fibra sintética convencional más significativa, después del poliéster y la poliamida. Conocidas comúnmente como lana artificial, las fibras acrílicas son valoradas por su calidez, suavidad, volumen, alta elasticidad y resistencia a las polillas y al moho. Estas propiedades han facilitado su uso en diversos productos

textiles para el hogar, incluyendo ropa, alfombras, cortinas, tapicería, calzado y mantas.(p. 1)

1.3.7.1 Propiedades físicas y químicas

En la **Tabla 6** se presentan diversas propiedades del hilo acrílico, proporcionando de esta manera un análisis detallado de sus características físicas y mecánicas. Esta información es fundamental para comprender el comportamiento del hilo en diferentes aplicaciones textiles y su uso destinado al producto final.

Tabla 6

Propiedades físicas del acrílico

PROPIEDADES FÍSICAS	
Propiedad	Descripción
Forma	Dependiendo del proceso de manufactura: sección en forma de hueso (hilado en seco) o redonda (hilado en húmedo). La apariencia longitudinal es lisa o torcionada.
Resistencia a la Tracción	Tenacidad de rotura: 2.0 – 3.5 g/d (hilado en seco), 1.8 – 3.3 g/d (hilado en húmedo). Fibras débiles, no aptas para altas resistencias.
Elongación y Recuperación	Elongación de hasta 25% antes de la rotura, recuperación elástica variable, generalmente más baja que otras fibras sintéticas.

Fuente: adaptado de (Fernández, 2009, pp. 11-13)

En la **Tabla 7**

Propiedades químicas del acrílico indica las propiedades químicas del acrílico, las cuales son esenciales en la elaboración del filamento, así como también para el uso del hilo en la elaboración de medias y otros tejidos, ya que contribuye a una buena calidad de los productos finales.

Tabla 7

Propiedades químicas del acrílico

PROPIEDADES QUÍMICAS	
Propiedad	Descripción
Absorbencia y Retención de Humedad	Insensibles a la humedad, con retención de 1.0 a 2.5%.
Conductividad Eléctrica	Baja, con posibilidad de aplicar acabados antiestáticos.
Efecto del Calor. Combustibilidad	Descomposición a altas temperaturas, puede carbonizarse. se recomiendan retardantes de llama.
Reactividad Química	Resistencia alta a ácidos, excepto al ácido nítrico; resistencia moderada a bases.
Resistencia a Microorganismos	No dañadas por hongos o polillas.

Fuente: adaptado de (Fernández, 2009, pp. 11-13)

1.3.7.2 Aplicaciones

En el estudio realizado por Rosa et al. (2024), indica que las fibras acrílicas tienen un uso extensivo en la industria textil, abarcando productos como prendas de vestir, artículos para el hogar, techos de vehículos y fibras de carbono. Su aceptación se atribuye a cualidades como su suavidad, estabilidad química y resistencia mecánica. Además, estas fibras pueden ser modificadas para incorporar características adicionales, como propiedades antimicrobianas, resistencia al fuego, conductividad, repelencia al agua y protección contra rayos UV.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de la investigación

Campues (2022) destaca que el enfoque de la investigación se divide en dos métodos clave: el cualitativo y el cuantitativo. El enfoque cualitativo se enfoca en desarrollar y ajustar preguntas e hipótesis a lo largo del análisis de datos, facilitando la identificación de aspectos importantes del estudio. El enfoque cuantitativo, por otro lado, utiliza datos numéricos y análisis estadístico para validar hipótesis y establecer patrones, siendo ambos enfoques fundamentales para una investigación completa y bien fundamentada.

Por lo tanto, esta investigación adopta un enfoque cuantitativo, basado en la recopilación de datos numéricos y su posterior análisis estadístico. Este método es esencial para fundamentar la elaboración de un acabado antibacterial en medias deportivas, destinado a prevenir el mal olor mediante el uso de aceite de eucalipto, permitiendo validar los resultados de manera precisa y objetiva.

2.2 Tipos de investigación a aplicar

Existen diferentes tipos de métodos utilizados dentro de esta investigación como son los siguientes:

2.2.1 Investigación analítica

“La metodología analítica se define como un proceso cognitivo que descompone un objeto en sus partes para estudiarlas individualmente. Este enfoque permite identificar diferencias específicas que determinan el campo de estudio y los objetivos de la investigación”(Huilcapi y Gallegos, 2020, p. 13).

Por lo tanto, en este estudio se analizaron detenidamente los datos recopilados de diferentes pruebas realizadas sobre las bacterias y la durabilidad del acabado aplicado. Este análisis detallado contribuyó a una comprensión más profunda de cómo el acabado antibacterial afecta la presencia de bacterias y su persistencia en el tiempo, proporcionando así información valiosa para el desarrollo de soluciones efectivas.

2.2.2 Investigación comparativa

“El método comparativo implica una comparación sistemática entre objetos de estudio, generalmente con el objetivo de formular generalizaciones empíricas y verificar hipótesis. Este enfoque permite extraer conclusiones basadas en las similitudes y diferencias observadas” (Álvarez et al., 2020, p. 41). Por lo general, este método facilita la observación detallada de las bacterias, permitiendo una comprensión más profunda de éstas en relación con los resultados obtenidos en cada concentración, fortaleciendo así la validez de las conclusiones derivadas durante el proceso.

2.3 Técnica de investigación

Según Vizcaíno et al. (2023), las técnicas de investigación son procedimientos específicos implementados dentro de un método para recopilar, analizar o interpretar datos de forma más detallada. Estas técnicas permiten profundizar en el estudio de los datos y facilitar su comprensión. Por tal motivo, en el proyecto se utilizarán las siguientes técnicas de investigación:

2.3.1 Estadística descriptiva – analítica

“Los métodos estadísticos permiten estructurar, resumir, exponer los datos de forma clara y significativa; el análisis estadístico facilita la comprensión de datos mediante la recopilación de datos y representación de información”(Calderón, 2024, p. 6).

Por ende, esta técnica permite analizar los resultados obtenidos de las diferentes concentraciones aplicados durante la investigación, permitiendo así identificar la concentración óptima del proceso antibacterial. Además, establece los análisis de las correlaciones y comparaciones de datos, los cuales se interpretaron de manera objetiva, ya que se identificó patrones y variaciones de bacterias. Esta técnica a su vez también permite la realización de ajustes de concentraciones para minimizar efectos negativos y mejorar el tratamiento de inhibición de crecimiento de microorganismos.

2.3.2 Análisis estadístico comparativo

“El análisis estadístico mediante la observación de datos permite establecer relaciones entre variables teniendo como eje central la comparación. Además, es fundamental para identificar efectos, cambios de datos a lo largo del tiempo en estudios de casos o experimentos” (Piovani y Krawczyk, 2017, p. 825).

Este análisis permite establecer las relaciones entre las variables de concentración y efectividad antibacteriana para su respectiva comparación acorde a la capacidad de inhibición para el crecimiento de las bacterias, por otro lado, la comparación permite identificar la dosis más eficaz.

2.4 Normas técnicas a utilizar

Las normas técnicas garantizan calidad y cumplimiento en el desarrollo de productos mediante estándares de seguridad y eficiencia en los procesos. En este contexto, se emplearon las siguientes normas en la investigación de un acabado antibacterial.

2.4.1 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529 – 5:2006

El análisis microbiológico se llevó a cabo siguiendo la norma NTE INEN 1 529-5:2006 (adaptada), que establece directrices para el control microbiológico y la cuantificación de microorganismos aerobios mesófilos totales en una muestra textil. Para las pruebas bacteriológicas, es necesario realizar el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC/cm²) por centímetro cuadrado, estos resultados obtenidos se comparan con el rango establecido en la norma para así medir la actividad antibacteriana. Además, estos análisis bacteriológicos son llevados a cabo en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte.

2.4.2 Norma AATCC 61 prueba de solidez al lavado

Para evaluar la resistencia al lavado de las medias con acabado antibacteriano, se emplea la norma AATCC 61, que se centra en el lavado industrial casero. Esta norma establece un método que permite llevar a cabo pruebas de lavado en muestras de medias fabricadas con 100% de acrílico. Las pruebas se realizaron con especímenes que contenían concentraciones de eucalipto del 25%, 50%, 75% y 100%. Además, la norma proporciona detalles sobre los materiales, productos químicos y tamaño de la muestra que se debe utilizar durante el proceso de lavado.

2.5 Flujogramas

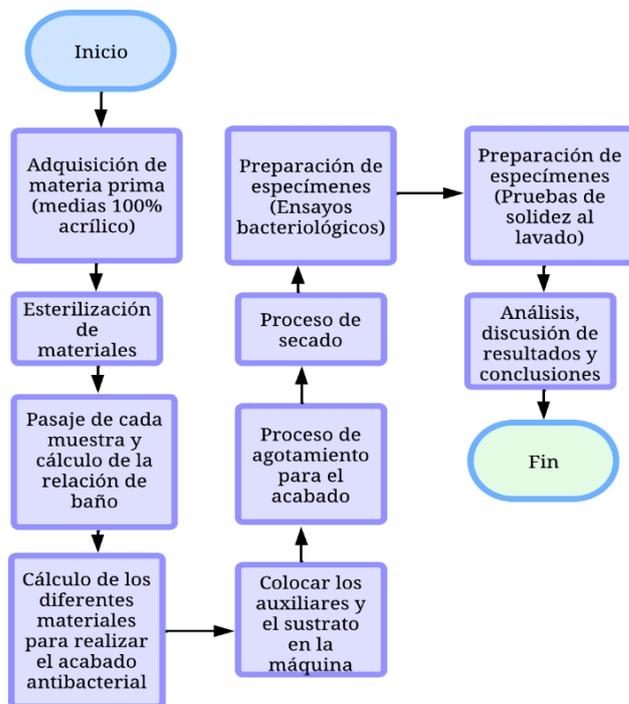
El uso de los flujogramas son parte fundamental en el desarrollo del presente estudio, ya que permite visualizar de mejor manera los pasos del proceso antibacteriano.

2.5.1 Flujograma general

En la **Figura 7**, se detallan los pasos clave a seguir para aplicar el tratamiento a los tejidos. Este proceso incluye la preparación de la solución antibacterial, la aplicación del tratamiento al material textil, y finalmente, el secado y fijación para garantizar la eficacia del acabado.

Figura 7

Flujograma general



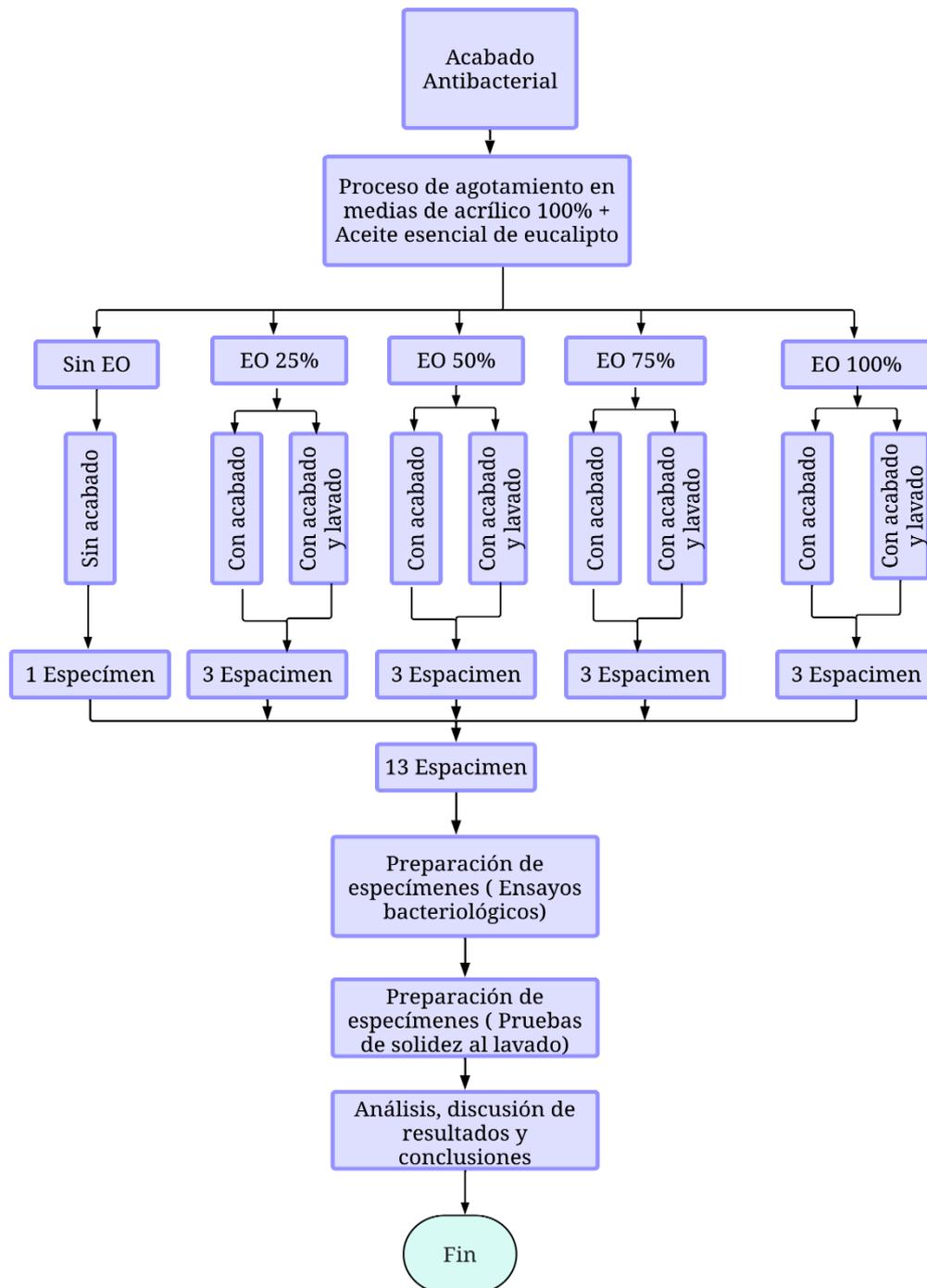
2.5.2 Flujograma muestral

La **Figura 7** se especifica en detalle la cantidad de probetas utilizadas para cada concentración de aceite de eucalipto en el proceso experimental. Esta información permite visualizar la distribución de las muestras según el porcentaje de aceite aplicado, lo que facilita la realización de los ensayos bacteriológicos de cada concentración, asimismo, las pruebas de

lavado industrial casero para la durabilidad del acabado, y la comparación de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas.

Figura 8

Flujograma muestral



2.6 Equipos y materiales

Para llevar a cabo el proceso de acabado antibacterial, es esencial utilizar equipos e instrumentos específicos que garanticen la efectividad del tratamiento (ver **Tabla 8**). La adecuada selección y uso de estos dispositivos son cruciales para obtener resultados satisfactorios en la investigación, así como para asegurar que el acabado cumpla con los estándares de calidad requeridos. A continuación, se describen los siguientes elementos:

Tabla 8

Equipos y materiales del acabado antibacterial

Equipos y materiales	Características o función
Autoclave	Máquina ID DYER para tinturas a alta temperatura
Horno de secado	Equipo de laboratorio utilizado para secar y curar textiles
Balanza analítica	Equipo de laboratorio utilizado para pesajes de muestras pequeñas; rango precisión de 0.0001 g
Pipetas	Instrumentos de vidrio graduadas que permiten el control de líquidos aplicados.
Probeta volumétrica	Objeto de vidrio graduado diseñado para medir volúmenes de líquidos con precisión
Papel pH o pH – metro digital	Herramienta para medir la alcalinidad o acidez de una solución
Medias de acrílico	Medias 100 % acrílico; color blancas
Agua destilada	Agua purificada; libre de impurezas
Aceite esencial de eucalipto	Extracto 100% puro; agente antibacterial

Dentro de este proceso también existe el análisis bacteriológico, para ello, es necesario contar con los siguientes instrumentos de laboratorio descrito en la **Tabla 9**. Esto es fundamental para realizar el procedimiento a detalle y asegurar los resultados de la investigación, es importante esterilizar los materiales antes de usarlos.

Tabla 9

Equipos y materiales del análisis bacteriológico

Equipos y materiales	Características o funciones
Espécimen (muestra)	Muestras infectadas de la bacteria <i>Staphylococcus aureus</i> y levaduras con un peso de 5 gramos
Vasos autoclavables	Dimensiones de vasos de la autoclave 500 mL *6; son de vidrio
Plancha de agitación	Equipo de laboratorio capaz de controlar temperaturas precisas
Incubadora	Dispositivo utilizado para el crecimiento de cultivos microbiológicos o celulares
Cabina de flujo laminar	Equipo de laboratorio que proporciona un ambiente controlado y estéril para trabajar con muestras sensibles a la contaminación
Espátulas	Instrumento de laboratorio utilizado para recoger, transferir muestras en estado sólido
Micropipetas	1.5 cm ³ *10 cm ³ graduadas en 1/10 unidades
Placas Petrifilm 3M	Método de cultivo que facilita el recuento de microorganismos
Agua de peptona	Agua de medio de cultivo de colonias de bacterias

El procedimiento de la esterilización como se muestra en la de los materiales son importantes porque garantizan que el proceso no se contamine de otras bacterias.

Figura 9

Equipos y materiales del Análisis bacteriológico

Este equipo fue utilizado en la esterilización de los materiales bacteriológicos en la cámara de flujo laminar.



Por consiguiente, en la **Tabla 10** se especifica los instrumentos para realizar el proceso de lavado. Para culminar esta investigación se realiza el proceso de lavado con el objetivo de garantizar la durabilidad del acabado antibacterial.

Tabla 10

Equipos y materiales para el lavado

Equipos y materiales	Características o funciones
Wascator	Equipo de laboratorio utilizado para el lavado de muestras
Probeta (muestra)	Muestra para realizar ensayos de resistencia del acabado
Lastre	Tejidos de carga o contrapeso, utilizados en pruebas de lavado

2.7 Procedimiento del acabado antibacterial

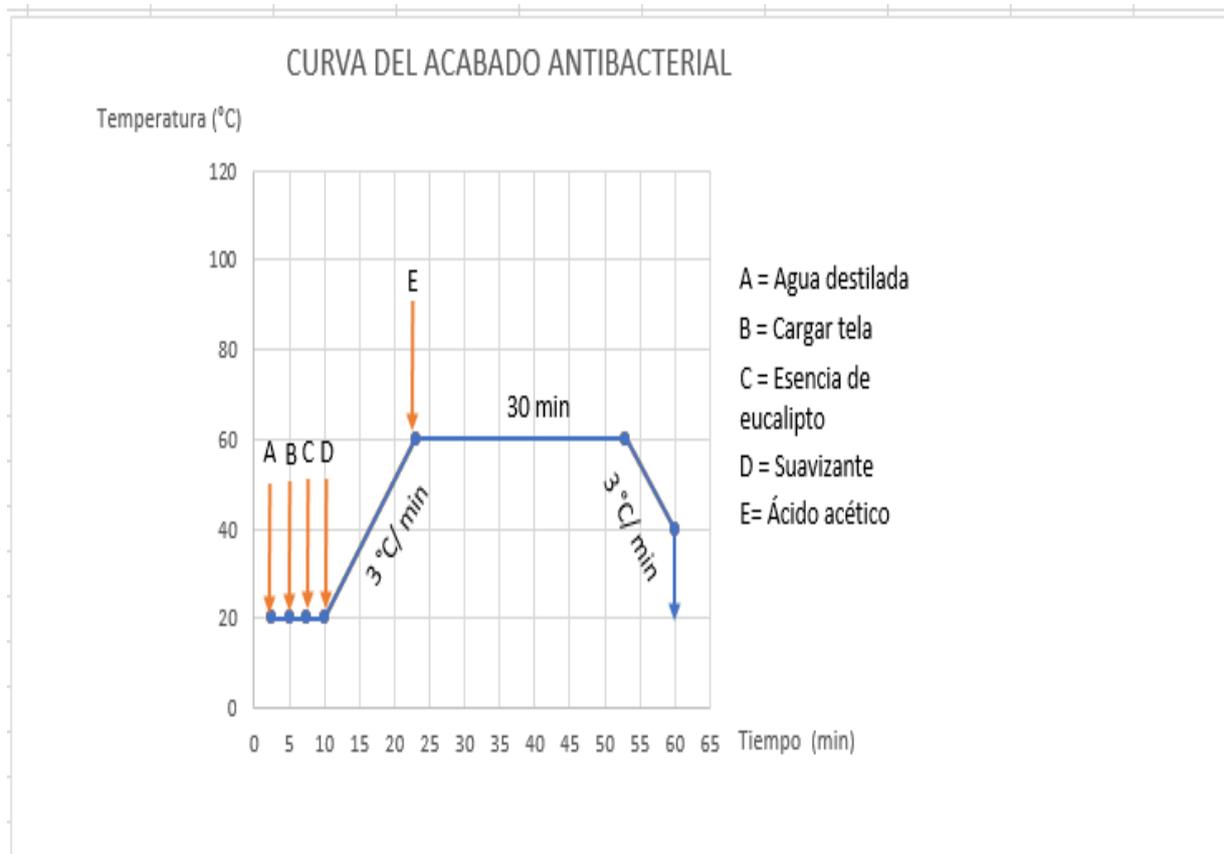
- Relación de baño de 1/3
- Pesarse las medias deportivas de acrílico en la balanza analítica para determinar la cantidad de agua necesaria para el proceso.
- Realizar las concentraciones del aceite de esencia de eucalipto en 25%, 50%, 75% y 100%
- Calcular la cantidad que se necesita de suavizante, para ajustar el pH y mejorar la fijación de los componentes en el baño.
- Colocar cuidadosamente los materiales y auxiliares en el vaso de mezcla de la máquina Autoclave (IR DYER).
- Cerrar e introducir el vaso de mezcla en la máquina Autoclave (IR DYER).
- Programar la máquina IR DYER con un gradiente de 3 °C/min hasta alcanzar la temperatura de 60°C; que mantenga la temperatura a 60°C durante 30 minutos; que baje la temperatura 40 °C con un gradiente de 3°C/min.
- Ejecutar un enjuague para eliminar cualquier residuo de productos químicos del material tratado, asegurando que el textil esté libre de impurezas.
- Finalmente, proceder con el secado del textil en el horno del laboratorio a 105 °C, lo cual es crucial para completar el proceso de acabado antibacterial y asegurar que el material conserve sus propiedades a largo plazo.

2.7.1.1 Curva del proceso

En la **Figura** se muestra la curva de proceso a emplearse en las medias de acrílico será la misma para cada una de las medias, tomando en cuenta los diferentes porcentajes que se van a utilizar con el fin de demostrar, cual porcentaje es más viable para la investigación.

Figura 1 0

Curva de proceso



La curva del proceso representa una guía técnica fundamental que indica de manera precisa el método y los tiempos adecuados para la incorporación de los productos químicos utilizados en la elaboración del acabado antibacteriano. Esta curva establece los parámetros clave como temperatura, tiempo, velocidad de agitación y secuencia de adición, los cuales son esenciales para asegurar una correcta absorción y fijación del agente antibacteriano en el sustrato textil. Seguir esta curva garantiza que los productos se integren de forma ordenada y controlada, evitando reacciones indeseadas o una distribución desigual del acabado. Además, permite optimizar la eficiencia del proceso, asegurando un tratamiento uniforme que conserve las propiedades antimicrobianas del aceite esencial aplicado.

2.7.1.2 Parámetros a controlar

En el proceso de acabado de la muestra, se identificaron y controlaron los siguientes parámetros esenciales para garantizar la eficacia del tratamiento:

- PH ácido del baño, sirve para ajustar el pH, facilitando la fijación de los ingredientes en la fibra textil. El pH ideal para la mayoría de los acabados textiles está entre 4 y 5, un rango que respeta la estructura de las fibras.
- Temperatura de agotamiento máximo de 60°C, se define como el límite de la temperatura en el cual permite la adecuada fijación de los compuestos químicos aplicados durante el proceso de agotamiento en las fibras textiles. Este parámetro es esencial en procedimientos que involucran la incorporación de productos químicos, agentes funcionales o acabados especializados, como los de tipo antibacteriano. Controlar esta temperatura garantiza no solo la uniformidad en la interacción entre las sustancias químicas y las fibras, sino también la preservación de las propiedades del material tratado. Este aspecto resulta particularmente relevante en el desarrollo de acabados.
- Gradiente 3°C/min
- Tiempo de agotamiento
- Disolución de los productos químicos

Es por ello, que se debe realizar un correcto seguimiento de estos parámetros para obtener un acabado de alta calidad y garantizar la efectividad del tratamiento antibacterial aplicado en las muestras. Además, permite ajustar el proceso según las necesidades específicas de cada concentración, contribuyendo a la mejora continua en los resultados obtenidos.

2.7.1.3 Receta Acabado antibacterial con aceite esencial de eucalipto

Figura 11

Receta (hoja patrón)

Hoja de desarrollo de laboratorio							
Analista:	Atleta	Proceso:	Acabado antibacterial	Máquina:	ID DYRE	R/B:	1/3
Fecha:	Duración	Composición:	100% Acrílico	Peso:	Peso 1 15,089 Peso 2 14,0779 Peso 3 15,024	Parámetros:	pH: 4-5 Temperatura: 60°C Tiempo: 30 min Gradiente: 3 °C

	Producto	Receta 1 g/L	Receta 2 g/L	Receta 3 g/L
Aceite de eucalipto	25%	0,045	0,045	0,045
	50%	0,065	0,065	0,065
	75%	0,087	0,087	0,087
	100%	0,11	0,11	0,11

Auxiliares	Ácido acético	0,5	0,5	0,5
	Suavizante	1	1	1

El estudio reveló una leve presencia de olor a eucalipto, lo cual podría deberse a la incorporación de componentes vinculados a este aceite esencial debido a que es 98% puro. A pesar de ser mínima, resulta significativo considerar las propiedades del compuesto en cuestión, incluyendo sus propiedades aromáticas y su capacidad para influir en la percepción sensorial del producto.

2.7.2 Procedimiento del análisis bacteriológico

Para cada dilución de peptona el ensayo se hará triplicado, por lo tanto, en cada una de las placas petrifilm 3M se introducirá una pipeta de 1 cm³. Por otro lado, se usará una pipeta distinta y esterilizada para a cada espécimen diferente de acuerdo con la bacteria y levaduras o mohos.

- Pesar 8.1 de agua de peptona en 3 vasos autoclavable por cada concentración del acabado antibacterial
- Añadir 800 ml de agua destilada en cada vaso autoclavable
- Agitar hasta que la mezcla sea homogénea
- Colocar los vasos autoclavables en la autoclave durante 15 minutos a una temperatura de 121°C
- Finalizado el proceso se procede a enfriar la solución
- Preparar las muestras con respecto al peso
- Introducir las muestras infectadas en cada vaso autoclavable esterilizado y añadir la solución de agua de peptona
- Tapar y agitar los vasos autoclavables que contiene la muestra junto con la solución
- Introducir 9 ml de la solución de agua de peptona fría en tubos de ensayo
- Tomar 1 ml de la disolución del primer vaso y la muestra; incorporar en el tubo de ensayo de la primera columna.
- Repetir el procedimiento con las muestras restantes
- Posteriormente se procedió a tomar las placas petrifilm 3M y en cada una se colocó en el centro del disco 1 ml de cada tubo de ensayo
- Luego se procede a presionar las placas Petrifilm 3M con una horma para delimitar el crecimiento de las colonias de bacterias
- Después se almacena las placas Petrifilm 3M en la incubadora a una temperatura controlada, 25 ± 3 °C por 3 a 5 días para la reproducción de las bacterias. Además, se puede colocar hasta 20 placas una sobre otra sin afectar la transferencia de calor.

2.7.3 Procedimiento de la resistencia al lavado

- Seleccionar las muestras representativas con el acabado antibacterial
- Preparar la solución del detergente estándar con 66 g
- Añadir la carga de lavado (especímenes de prueba y balasto), distribuyéndola uniformemente alrededor del agitador central.
- Programar la máquina Wascator el número de ciclos de lavado, la temperatura del agua, velocidad y duración; dejar que el lavado continúe hasta el ciclo final de centrifugado.
- Después del ciclo de lavado, separar las muestras enredadas y las piezas de balasto.
- Secar las muestras a una temperatura ambiente

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados

El análisis microbiológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte. Se aplicaron métodos adaptados de normas técnicas ecuatorianas para evaluar la carga microbiana en muestras textiles. Para el conteo de bacterias que se encuentran en las placas de *Staphylococcus Aureus*, levaduras y, mohos, se utilizó el protocolo establecido por la norma NTE INEN 1529-5:2006. Este método cuantifica la cantidad de microorganismos virales en una muestra mediante la formación de colonias visibles. Las muestras, fueron colocadas en un medio adecuado, y se incubaron a 30°C durante 72 horas, permitiendo el desarrollo de colonias individuales que posteriormente se contabilizaron.

Por otro lado, para el recuento de mohos y levaduras, se siguió el procedimiento de la norma establecida, siguiendo el procedimiento de 120 horas con una temperatura de 25°C. Estas metodologías, al ser ampliamente reconocidas, garantizan la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados, fundamentales para validar la calidad microbiológica de los tejidos destinados al uso humano.

3.1.1 Análisis de concentración de aceite esencial de eucalipto.

Análisis comparativo se realizó entre muestras, de acuerdo a la concentración de aceite esencial de eucalipto. Este análisis se realizó comparando un tejido sin acabado y otro con varias concentraciones de aceite esencial de eucalipto. Se realizó el uso de los mismos textiles y se

envió a laboratorio una muestra, la cual luego de ser sometida al método de ensayo descrito anteriormente dio los siguientes resultados:

3.1.2 Tabla de resultados de prueba antimicrobiana

La tabla de resultados es una representación de la muestra que se obtuvieron por medio de los datos obtenidos. Este formato permite analizar, comparar la efectividad del acabado antibacteriano en función de su capacidad para inhibir las bacterias.

Tabla 11

Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 25% de concentración del aceite de eucalipto

N° Sujeto	0% de Concentración	25%Concentración	Diferencia	%De Inhibición	Norma utilizada
Prueba 1	452000UFC/mL	397000UFC/mL	55000UFC/mL	12,16	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Prueba 2	337000UFC/mL	247000 UFC/mL	90000UFC/mL	26,70	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Prueba 3	352000UFC/mL	272000UFC/mL	80000UFC/mL	22,72	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Promedio	-	-	-	20,42	NTE INEN 1 529 – 5:2006

Para realizar el estudio se utilizó distintas probetas con la finalidad de tener un amplio campo de análisis Bacteriológico Físico-Químico, el cual el textil, fue sometido a ejercicio en un pedido de 45 minutos el cual, dura la actividad física, es por ello que todas las muestras que se van analizar tienen los mismos parámetros para poder realizar el cultivo de dichas bacterias antes mencionadas. En la **Tabla 11** se puede apreciar que la efectividad del acabado antibacteriano que es de 20,42% de inhibición de bacterias promedio de tres sujetos de prueba.

Tabla 12

Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 50% de concentración del aceite de eucalipto

N° Sujeto de Prueba	0% Concentración	50% Concentración	Diferencia	%De Inhibición	Norma utilizada
S.Prueba 1	452000UFC/mL	197000UFC/mL	255000UFC/mL	56,42	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S.Prueba 2	337000UFC/mL	199000 UFC/mL	138000UFC/mL	40,92	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S. Prueba 3	352000UFC/mL	173000UFC/mL	179000UFC/mL	50,85	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Promedio	-	-	-	49,41	NTE INEN 1 529 – 5:2006

De acuerdo con los resultados obtenidos del acabado con un 50% de aceite de eucalipto como se observa en la (Tabla 12) se puede apreciar que el acabado tuvo una reducción bacteriana de un 49,41 % de inhibición de los tres sujetos de prueba que fueron sometidos mediante análisis físico-químicos.

Tabla 13

Análisis de la bacteria Staphylococcus Aureus con el 75% de concentración del aceite de eucalipto

Nº de Prueba	Sujeto	0% Concentración	75% Concentración	Diferencia	%De Inhibición	Norma utilizada
S. Prueba 1		452000UFC/mL	108000UFC/mL	344000UFC/mL	73,89	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S. Prueba 2		337000UFC/mL	75000 UFC/mL	262000UFC/mL	77.74	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S. Prueba 3		352000UFC/mL	92000UFC/mL	260000UFC/mL	73,86	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Promedio		-	-	-	75,16	NTE INEN 1 529 – 5:2006

En la **Tabla 13** se observa que el acabado antibacteriano logró una reducción del 75,16 % en la cantidad de bacterias presentes en el textil. Este resultado se obtuvo mediante un análisis físico-químico, comparando un textil sin acabado antibacteriano con un sustrato tratado

con el acabado. La evaluación se realizó utilizando tres sujetos de prueba, lo que permitió determinar la efectividad del tratamiento en las condiciones específicas del estudio.

Tabla 14

Análisis Staphylococcus Aureus con el 100% de concentración del aceite de eucalipto

Nº Sujeto	0%	100	Diferencia	%De	Norma
de	Concentración	%Concentración		Inhibición	utilizada
Prueba					
S. Prueba 1	452000UFC/mL	61000UFC/mL	391000UFC/mL	86,5	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S. Prueba 2	337000UFC/mL	29000 UFC/MI	308000UFC/mL	91,39	NTE INEN 1 529 – 5:2006
S. Prueba 3	352000UFC/mL	25000UFC/mL	303000UFC/mL	92,89	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Promedio	-	-	-	90,26	NTE INEN 1 529 – 5:2006

En la **Tabla 14** presenta una reducción de bacterias del 90,26 % en los tres sujetos de prueba que fueron analizados mediante análisis físico-químico en los laboratorios de la FICAYA. Este resultado confirma la efectividad del acabado bacteriológico al disminuir significativamente la carga microbiana presente en el textil tratado, lo que permite comprender que mientras más concentración de aceite tenga el acabado, el crecimiento de bacterias

disminuye. En la **Tabla 15** se puede apreciar que la batería de levaduras y mohos en esta investigación no se desarrolló ver **Anexo 7** por lo tanto, no se pudo analizar las bacterias que se encuentran presentes en el textil con y sin tratamiento.

Tabla 15

Análisis bacteriológico general

Nº de Pruebas	% Concentración	Bacteria Staphylococcus Aureus	Diferencia	% De Inhibición	Bacteria levaduras y moho	Norma utilizada
Sujeto De Prueba 1	0%	452000UFC/mL	452000UFC/mL	0	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	25%	397000UFC/mL	55000UFC/mL	12,16	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	50%	197000UFC/mL	255000UFC/mL	56,41	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	75%	108000UFC/mL	344000UFC/mL	76,1	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	100%	61000UFC/mL	391000UFC/mL	86,5	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Sujeto De Prueba 2	0%	337000UFC/mL	337000UFC/mL	0	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	25%	247000UFC/mL	90000UFC/mL	26,7	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	50%	199000UFC/mL	138000UFC/mL	40,94	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	75%	75000UFC/mL	262000UFC/mL	77,74	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	100%	29000UFC/mL	255000UFC/mL	91,39	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
Sujeto De Prueba 3	0%	352000UFC/mL	352000UFC/mL	0	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	25%	272000UFC/mL	80000UFC/mL	22,72	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	50%	173000UFC/mL	179000UFC/mL	50,85	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	75%	96000UFC/mL	260000UFC/ml	73,86	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006
	100%	25000UFC/mL	303000UFC/M L	92,89	0	NTE INEN 1 529 – 5:2006

3.1.3 Solidez al lavado

En esta sección se realizó los respectivos lavados al textil con el objetivo de verificar la solidez que tiene el tejido y determinar si resiste el acabado antibacterial a cierto número de lavados ver en la ;Error! No se encuentra el origen de la referencia. para lo cual, se lo realizo en el Wascator de acuerdo con la norma AATCC 61. Obteniendo así el análisis comparativo entre 1 a 5 lavados.

Tabla 16

Análisis de la solidez al lavado

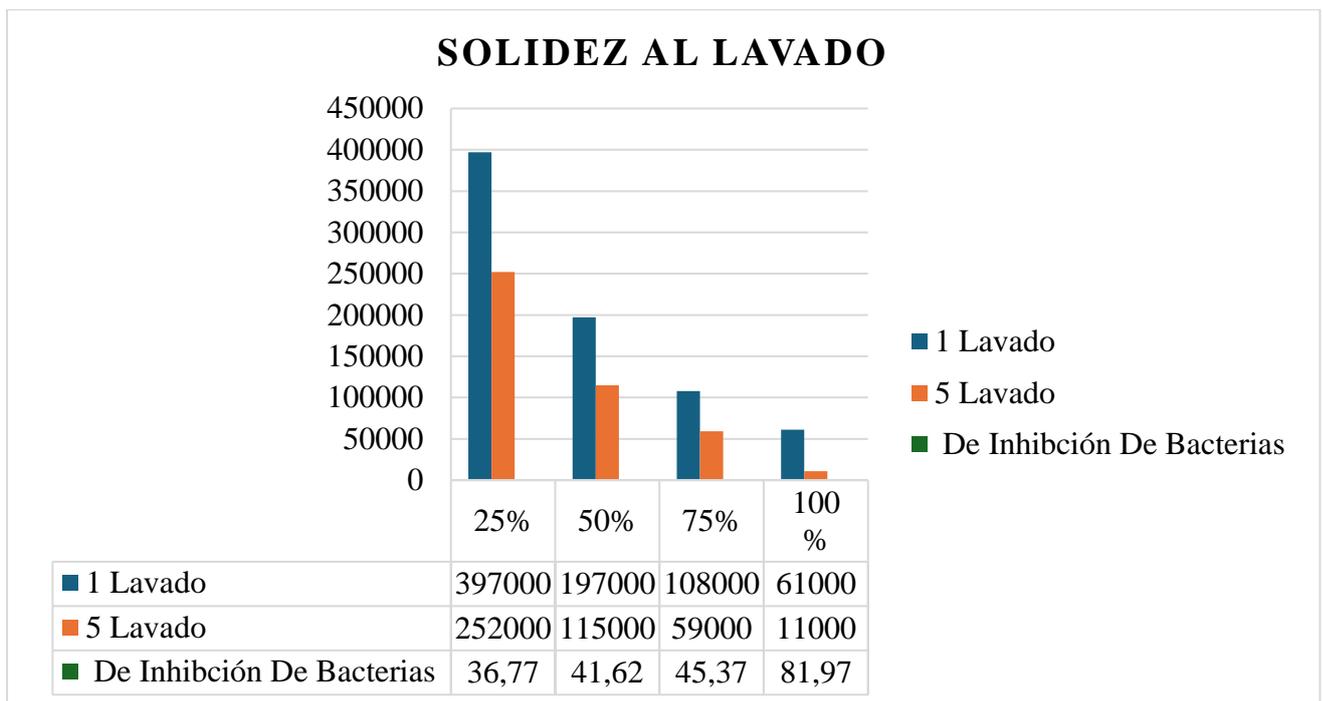
Muestras	1 Lavado	5 Lavado	Diferencia	% De Inhibición De Bacterias	Norma Utilizada
1	397000	252000	145000	36,77	NTE INEN 1 529 – 5:2006
2	197000	115000	82000	41,62	NTE INEN 1 529 – 5:2006
3	108000	59000	49000	45,37	NTE INEN 1 529 – 5:2006
4	61000	11000	50000	81,97	NTE INEN 1 529 – 5:2006

La **Figura 12** muestra que el acabado mantiene su solidez después de haber sido utilizado y lavado cinco veces consecutivas, logrando una reducción de bacterias del 81,97% en comparación con el textil que ha pasado por un solo lavado. Sin embargo, se observa que a medida que aumenta el número de lavados, el porcentaje de reducción de microorganismos

también incrementa. Esto indica que el acabado se desprende progresivamente del sustrato, evidenciando que no se trata de un acabado permanente, ya que no se generó una reacción química suficientemente fuerte para fijarlo de forma duradera.

Figura 12

Análisis de solidez al lavado



3.2 Discusión de resultados

De acuerdo con la **Tabla 11**, **Tabla 12**, se observa una reducción de bacterias que oscila entre el 20,42 % y el 49,41 %, lo que la **Tabla 13**, **Tabla 14** indica que el acabado bacteriano presenta una disminución moderada en la carga microbiana. Se puede evidenciar un porcentaje de reducción más significativo, con valores comprendidos entre el 75,10 % y el 90,29 %, logrando una disminución superior al 86 %. Estos valores indican que las recetas con concentraciones de aceite de eucalipto al 75 % y al 100 % son considerablemente más eficaces

para la inhibición de bacterias, por lo que se procederá a evaluar mediante un análisis de normalidad y confiabilidad utilizando el programa PAST4.

3.2.1 Análisis de la varianza

En este apartado vamos a analizar la varianza de acuerdo con la σ^2 . No se encuentra el origen de la referencia., la cual indica un valor de $1,90E+10$ correspondiente a las bacterias analizadas con relación a la concentración de aceite de eucalipto utilizada. Este valor nos indica el nivel de dispersión de las bacterias analizadas en los tres sujetos de prueba es mayor. Asimismo, el coeficiente de variación calculado refleja un 68,51% lo que representa una reducción de la variabilidad en comparación con el 73,19% observado previamente. Esto puede interpretarse como una mejora de los datos obtenidos, aunque aún se evidencia una dispersión considerable.

Tabla 17

Análisis de la varianza

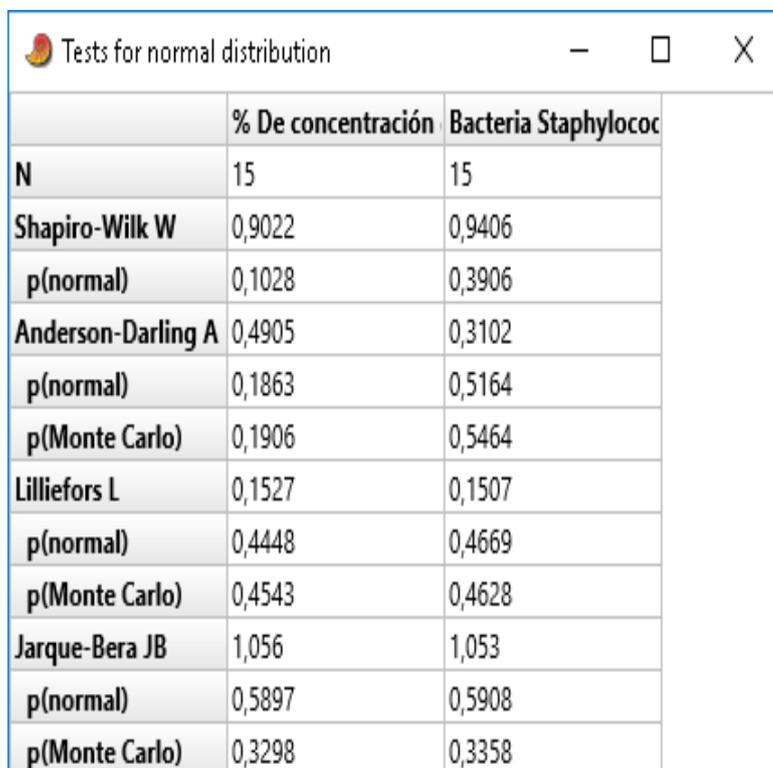
Itm	% de Concentración de Aceite de Eucalipto	Bacteria Staphylococcus Aureus
N	15	15
Min	0	25000
Max	100	452000
Sum	750	3020000
Mean	50	201333,3
Variance	1339,286	1,90E+10
Median	50	197000
Coeff. var	73,19251	68,51313

3.2.2 Normalidad de datos

En esta investigación se utilizaron los métodos numéricos Shapiro-Wilk (W) y Anderson-Darling (A) para evaluar la normalidad de los datos obtenidos durante la experimentación, seleccionados en función del tamaño de las muestras. El método Shapiro-Wilk es adecuado para muestras de entre 3 y 300 observaciones, mientras que Anderson-Darling puede aplicarse a muestras de 3 a 500 observaciones (Ghasemi y Zahediasl, 2012). Ambos métodos exigen que los valores de significancia estén comprendidos entre 0.05 y 1. Según los resultados presentados en la **Figura 13** el valor p(normal) obtenido con Shapiro-Wilk fue de 0.3906, mientras que para Anderson-Darling fue de 0.3102, los datos obtenidos indican que la confiabilidad del análisis bacteriológico es aceptable.

Figura 13

Normalidad



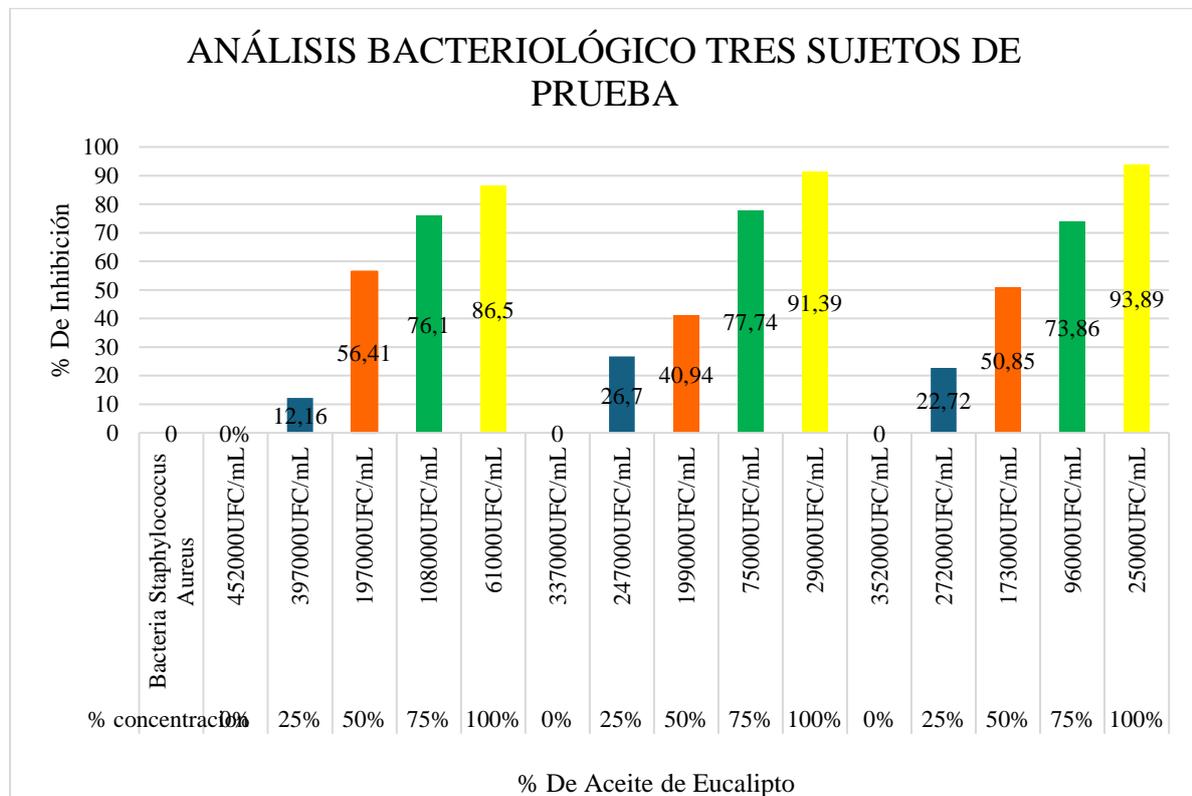
	% De concentración	Bacteria Staphylococ
N	15	15
Shapiro-Wilk W	0,9022	0,9406
p(normal)	0,1028	0,3906
Anderson-Darling A	0,4905	0,3102
p(normal)	0,1863	0,5164
p(Monte Carlo)	0,1906	0,5464
Lilliefors L	0,1527	0,1507
p(normal)	0,4448	0,4669
p(Monte Carlo)	0,4543	0,4628
Jarque-Bera JB	1,056	1,053
p(normal)	0,5897	0,5908
p(Monte Carlo)	0,3298	0,3358

3.2.3 Análisis de resultados

Según los datos presentados en la **Figura 14**, se llevaron a cabo mediante análisis bacteriológicos en tres sujetos de prueba, obteniéndose resultados que muestran el porcentaje de inhibición de bacterias en función de la concentración de aceite de eucalipto aplicado. Los resultados evidencian que, a partir de una concentración del 75 % de aceite de eucalipto, se logra una reducción significativa de la carga bacteriana, alcanzando un porcentaje superior al 70 %. Asimismo, al utilizar una concentración del 100 % de aceite de eucalipto, la eficacia del acabado incrementa considerablemente, logrando una reducción bacteriana superior al 85 %. Estos hallazgos destacan el potencial del aceite de eucalipto como un agente efectivo para aplicaciones antibacterianas en textiles.

Figura 14

Análisis bacteriológico general



En la **Figura 15** se observa que una concentración del 100% de esencia de aceite de eucalipto demuestra una mayor efectividad en la inhibición de bacterias. Al comparar con la concentración del 75%, se registra un incremento del 16,21% en la proliferación bacteriana. Asimismo, con una concentración del 50%, el porcentaje de bacterias asciende al 45,25%, y con una concentración del 25%, el aumento de microorganismos alcanza el 77,38%. Estos datos, relacionados con un valor máximo de proliferación bacteriana del 90,26%, indican que, a mayor concentración de aceite de eucalipto, la reducción de bacterias presentes en el textil es significativamente más efectiva.

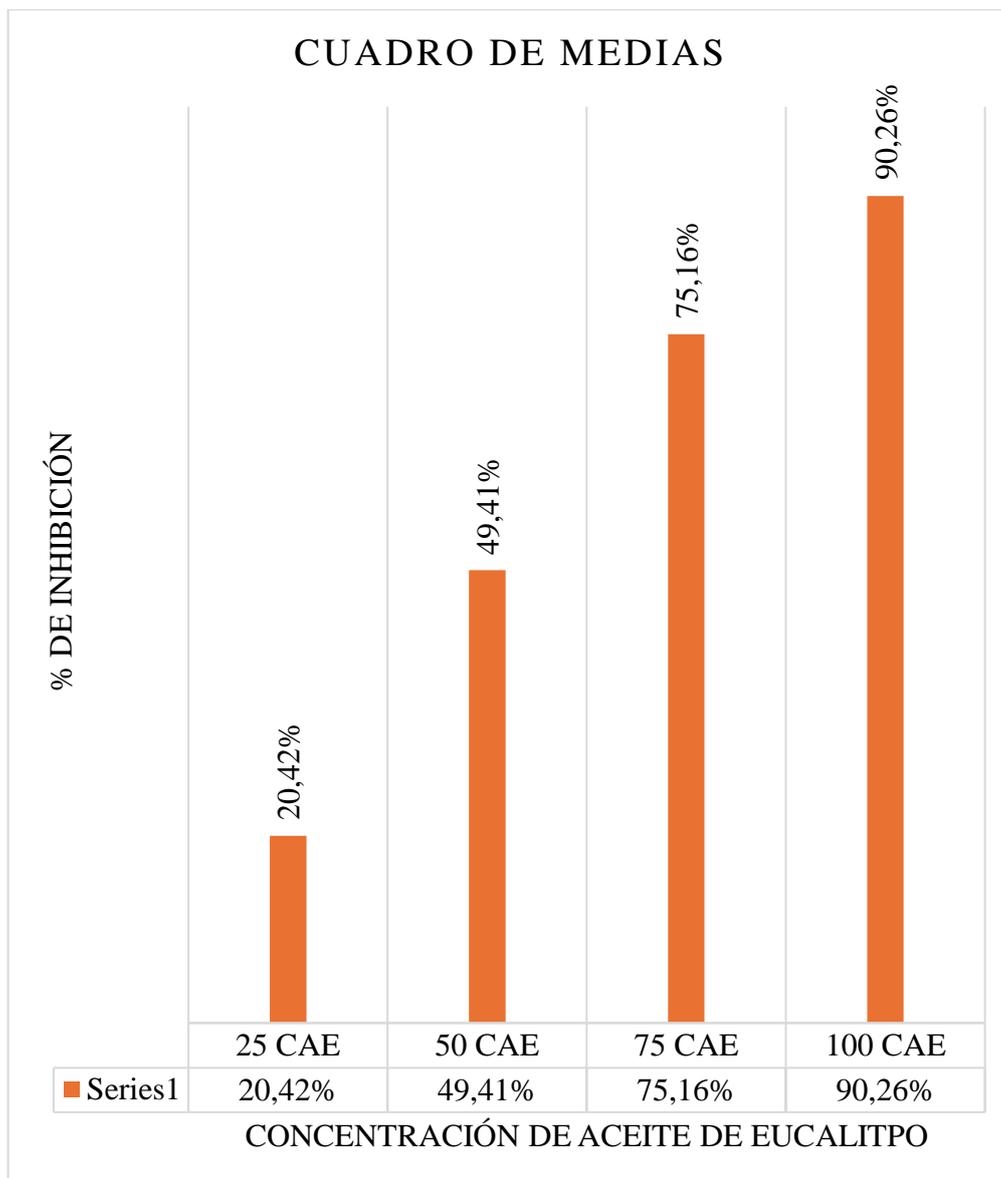
Al emplear una concentración del 75% de aceite de eucalipto, se evidencia una disminución notable del 40,41% en la cantidad de bacterias, en comparación con los resultados obtenidos al utilizar una concentración del 50%. Este dato refleja una mayor efectividad de las concentraciones más altas en la inhibición bacteriana. Además, al analizar la concentración del 75% en relación con la del 25%, se observa un incremento del 20,42% en la proliferación de microorganismos, lo que resalta la menor capacidad antibacteriana de las concentraciones más bajas. Es importante optimizar la proporción de aceite de eucalipto para maximizar la reducción de bacterias y mejorar la eficacia del tratamiento antimicrobiano.

Con una concentración del 50% de aceite de eucalipto, se logra un porcentaje de inhibición de bacterias del 41,32% en comparación con la concentración del 25%. Esto indica que, al incrementar la proporción de aceite de eucalipto en el tratamiento, la capacidad para inhibir la proliferación bacteriana mejora de manera significativa, aumentando la efectividad de concentraciones más altas en la reducción de microorganismos presentes en los textiles tratados. Esto respalda el uso de concentraciones superiores para mejorar los beneficios antimicrobianos del aceite de eucalipto en aplicaciones textiles.

Con la concentración del 25% de aceite de eucalipto se obtiene un porcentaje de inhibición de bacterias del 20,42% lo que nos indica que la reducción de bacteria es menor en comparación a las demás concentraciones.

Figura 15

Análisis de las medias de los tres sujetos



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La presente investigación se basó en diversos artículos científicos, que permitieron confirmar las propiedades antimicrobianas del aceite de eucalipto. Este enfoque permitió consolidar una base de información clara, precisa y respaldada por evidencia científica confiable, lo que garantiza la solidez de los resultados obtenidos. Además, dichos estudios sirvieron como sustento teórico para interpretar los datos experimentales y validar la efectividad del aceite de eucalipto en la inhibición de microorganismos, los cuales se pueden utilizar en la industria textil.
- Se programó la máquina IR DYER para aplicar los auxiliares y la esencia de aceite de eucalipto en diferentes concentraciones del 25%, 50%, 75% y 100%, con el objetivo de obtener un acabado antibacteriano, el cual se llevó a cabo mediante el método de agotamiento. El proceso se realizó con una gradiente de temperatura de 3 °C por minuto, hasta alcanzar los 60 °C, temperatura que se mantuvo durante 30 minutos para permitir la adecuada fijación del acabado sobre el textil. Posteriormente, se procedió a disminuir la temperatura siguiendo la misma gradiente de 3 °C por minuto, hasta llegar a los 40 °C, momento en el cual se desechó el baño restante. Este procedimiento permitió obtener un acabado antibacteriano en el sustrato textil con diferentes concentraciones, asegurando así la correcta aplicación del tratamiento en cada muestra.
- El análisis de solidez al lavado permitió determinar que el acabado antibacteriano presenta una resistencia efectiva tras cinco ciclos de lavado, alcanzando un porcentaje de inhibición de bacterias del 81,94%. Estos resultados fueron comparados con los datos obtenidos tras un único lavado, evidenciando que un

16,06% del acabado se desprende del textil después de 5 lavados. Estos datos indican que, si bien el acabado tiene una buena adherencia, no es completamente permanente, ya que su eficacia disminuye de forma proporcional con el incremento en la cantidad de lavados. Es importante destacar que estos valores se evaluaron considerando una concentración del 100% de esencia de aceite de eucalipto, lo que permite concluir que la durabilidad del acabado depende tanto de su concentración inicial como de las condiciones de uso y lavado del textil.

- De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se concluye que las concentraciones más altas de aceite de eucalipto destacan significativamente en la reducción de bacterias, la efectividad del acabado que posee propiedades antibacterianas. Los datos demuestran que la muestra con una concentración del 100% de aceite de eucalipto (100CAE) es un 16,72% más efectiva en la inhibición de bacterias en comparación con la muestra de 75% (75CAE), debido a que posee un 45,26% superior frente a la probeta de 50% (50CAE) y un 77,37% más eficiente que la muestra de 25% (25CAE). Asimismo, al analizar la muestra 75CAE, que contiene una concentración del 75% de aceite de eucalipto, se observa que esta es un 34,26% más efectiva en la inhibición de bacterias que la probeta 50CAE y un 72,83% superior a la muestra 25CAE. Por último, la probeta 50CAE, con una concentración del 50% de aceite de eucalipto, supera a la muestra 25CAE en un 58,67% en términos de inhibición bacteriana.

Recomendaciones

- Se sugiere que toda la información empleada en investigaciones provenga de fuentes confiables, verificadas y reconocidas, con el objetivo de garantizar la

información de los datos utilizados. Esto no solo asegura la calidad de los resultados obtenidos

- Para realizar del proceso de acabado antibacterial, se recomienda realizar un control riguroso de todos los parámetros involucrados, con el propósito de minimizar errores y garantizar la calidad del tratamiento. Es fundamental medir el pH de 4.5 del textil en el momento que se encuentra en el baño como después de completar el proceso de agotamiento, asegurando que el pH 7 sea el indicado. Este control resulta crucial para prevenir posibles irritaciones o daños en la piel de las personas que utilicen el textil antibacterial, reforzando así la seguridad y efectividad.
- Se sugiere realizar más de pruebas de lavado en futuras investigaciones con el objetivo de determinar con mayor precisión el límite máximo de lavados que el acabado antibacterial puede soportar sin perder su efectividad. Este análisis permitirá establecer la durabilidad del tratamiento aplicado, proporcionando datos más completos sobre la resistencia y garantizando que el producto mantenga sus propiedades antibacterianas durante su uso prolongado.
- Se recomienda implementar medidas rigurosas y adecuadas para llevar a cabo el análisis bacteriológico, asegurando que se minimice cualquier posibilidad de contaminación con otras bacterias. Esto incluye el uso de técnicas de manipulación, equipos esterilizados, y ambientes controlados durante el proceso de análisis. De esta manera, se garantiza la fiabilidad de los resultados obtenidos y se evita que estos sean alterados por factores externos, asegurando que reflejen con precisión la efectividad de los tratamientos antibacterianos evaluados.

Referencias bibliográficas

- Aldás, P. L. I. (2022). *Elaboración de gel antibacterial a partir de alcohol artesanal con hidrolato de manzanilla (Matricaria chamomilla) y aceite esencial de naranja (Citrus spp.)*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34960>
- Álvarez, J. G., Ballinas, V. C., Hernández, M. B., & Hitzler, R. (2020). *La metodología de la ciencia política Volumen III Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política*.
- Arévalo, V. X. L., & Sánchez, L. M. E. (2021). *Implementación de un destilador prototipo por arrastre de vapor para la obtención de aceites esenciales de “Eucalipto” (Eucalyptus globulus)*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8296>
- Bermudo, C. G. S. (2019). *Parámetros óptimos de operación en la extracción de aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus globulus) con el equipo modular de extracción de aceites esenciales*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3392>
- Blossom Fashion. (2024). *Medias himalaya merino -20c – Monodedo*. <https://www.monodedocuena.com/producto/calcetines-himalaya-merino-15c/>
- Calderón, F. M. L. (2024). *Propuesta de un modelo de pronósticos para optimizar la planificación de demanda en una empresa comercializadora de aromatizantes para vehículos en guatemala*. <https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Campues, C. C. J. (2022). *Desarrollo de un género textil a partir del tallo de ortiga*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34517>

- CASA BARUKCIC TIENDA. (2021). *Aceite de Eucalipto puro*.
<https://casabarukcictienda.com/product/aceite-de-eucalipto-puro/>
- Choez, J. K. E., & Samaniego, L. G. V. (2021). *Staphylococcus aureus: FACTORES ASOCIADOS A SU HIPERVIRULENCIA Y ADHESIÓN Y FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS* [Thesis, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3146>
- Chugá, C. V., Ramírez, E. E., & Posso, P. J. (2024). Strength and Elongation Analysis of a Coconut Fiber-Based Nonwoven with Potential Applications for Geotextiles. En D. G. and L. P. H. V. Olmedo Cifuentes Gonzalo Fernando and Arcos Avilés (Ed.), *Emerging Research in Intelligent Systems* (pp. 191-202). Springer Nature Switzerland.
https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-52258-1_14
- Cid, M. M. A. (2020). BACTERIAS versus VIRUS. *Kuxulkab'*, 26(56), 41-50.
<https://doi.org/10.19136/KUXULKAB.A26N56.3776>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la república del ecuador. *Registro Oficial*, 449(20), 25-2021. www.lexis.com.ec
- Das, S., & Das, A. (2022). The Antibacterial and Aroma Finishing of Cotton Fabrics by Eucalyptus globulus Extract. *Journal of Natural Fibers*, 19(16), 13790-13801.
<https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2107139>
- Diop, M., Thioune, O., Neut, C., Maton, M., Rivière, C., Martel, B., Mahieux, S., Roumy, V., & Blanchemain, N. (2022). In vitro evaluation of antibacterial activity of a plant extract-loaded wound dressing. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 67.
<https://doi.org/10.1016/j.jddst.2021.102950>

- Echeverri, L. (2020). Acabados Antimicrobianos en Textiles: Tendencias y Aplicaciones. *Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 5, 17-32.
<https://doi.org/10.23850/26652447/5/1/2766>
- Endris, J., & Govindan, N. (2021). Dyeing and finishing of cotton fabric with eucalyptus leaves extracts. *Research Journal of Textile and Apparel*, 25(3), 193-208.
<https://doi.org/10.1108/RJTA-12-2019-0060>
- Esparza, W., Herrera, W., & Chamorro, L. (2020). Manufacture of a non-woven using bamboo cellulose base (*angustifolia*) as a filter medium for the manufacture of masks. *International Journal for Innovation Education and Research*, 8, 324-332.
<https://doi.org/10.31686/ijer.vol8.iss12.2852>
- Feldmuth, G. H. J. (2021). Actividad antibacteriana del aceite esencial de eucalyptus globulus en comparación con gluconato de clorhexidina al 0.12% en la inhibición de porphyromona gingivalis in vitro. *Repositorio institucional-WIENER*.
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/4866>
- Fernández, S. G. M. (2009). *Aplicación de producción más limpia en una industria textil*.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1832>
- Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486-489.
<https://doi.org/10.5812/ijem.3505>
- Göger, G., Karaca, N., Altınbaşak, B. B., Demirci, B., & Demirci, F. (2020). In vitro antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory evaluation of eucalyptus globulus

essential oil. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 7(3), 1-11.
<https://doi.org/10.37929/nveo.759607>

Google Maps. (2024, octubre 23). *Ingenieria Textil UTN - Google Maps*.
https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3780043,-78.1259402,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn?hl=es&entry=tu&g_ep=EgoyMDI0MTAyMS4xIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D

Hebden, A. J., & Goswami, P. (2017). Textile Finishing. En *Textile and Clothing Design Technology*. <https://doi.org/10.1201/9781315156163-13>

Huilcapi, S. I., & Gallegos, D. N. (2020). Importancia del diagnóstico situacional de la empresa Importance of the situational diagnosis of the company. *Revista Espacios*, 798, 1015.
<https://www.revistaespacios.com>

Ketema, A., & Worku, A. (2020). Antibacterial Finishing of Cotton Fabric Using Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) Plant Leaf Extract. *Journal of Chemistry*, 2020.
<https://doi.org/10.1155/2020/4049273>

Kumalasari, D. N., Sari, M., Widia, Y., Anggraeni, S., Astari, L., & Ervianty, E. (2024). Foot mycosis caused by fusarium solani mimicking tinea pedis in pediatric patient. *Journal of Pakistan Association of Dermatologists*, 34(2), 563-568.

Lockuán, L. F. E. (2012). *LA Industria textil y su control de calidad (VI. Ennoblecimiento textil)* (Vol. 5).

- Lucero, V. M. B. (2023). *Evaluación del cambio dimensional en el lavado de calcetines deportivos confeccionados con hilos de algodón, acrílico y bambú*. Universidad Técnica del Norte.
- Maigua, C. S. N. (2021). *Elaboración de un acabado antimicrobiano mediante el proceso de micro encapsulado aplicando aceite de clavo de olor (syzygium aromaticum) en medias tobilleras lisas de 100% algodón*. Universidad Técnica del Norte.
- Massey, S., & Mehtab, S. (2023). Sustainable development of essential oils coated antimicrobial cellulosic fabric. *Bulgarian Chemical Communications*, 55, 170-176. <https://doi.org/10.34049/bcc.55.A.0026>
- Mohanraj, S. (2022). An Attempt to Develop Antibacterial Fabric for Foodborne Bacteria. *Journal of Testing and Evaluation*, 50(3). <https://doi.org/10.1520/JTE20210377>
- Mora, M. E. S., Ramírez, E., & Lara, C. O. (2023). Laboratory-Scale Determination of the Influence of Temperature, Time, and Mordant on the Tensile Strength and Elongation of Abaca Yarn Dyed with Marco Extract (Ambrosia Peruviana) Subjected to Seawater. En O. S. and R. M. R. and D. C. A. and L.-E. W. Botto-Tobar Miguel and Gómez (Ed.), *Trends in Artificial Intelligence and Computer Engineering* (pp. 524-534). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-25942-5_41
- Natividad, J. L. M. (2019). Diseño de una planta piloto agroindustrial para la producción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), no convencional, bajo la filosofía “Zero waste”. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3044>

- Nenoff, P. (2009). Mould fungi in dermatomycology | Schimmelpilze in der Dermatomykologie. *Haut*, 20(4), 134-139.
- Nortjie, E., Basitere, M., Moyo, D., & Nyamukamba, P. (2024). Assessing the Efficiency of Antimicrobial Plant Extracts from *Artemisia afra* and *Eucalyptus globulus* as Coatings for Textiles. *Plants*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/plants13040514>
- Pakdel, E., Khan, M. J., Nguyen, N. L. T., Maghe, M., & Varley, R. J. (2023). Development of non-combustible weaveable yarn through oxidative control of a textile acrylic fibre. *Polymer Degradation and Stability*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110571>
- Piovani, J. I., & Krawczyk, N. (2017). Los Estudios Comparativos: algunas notas históricas, epistemológicas y metodológicas. *Educação & Realidade*, 42(3), 821-840. <https://doi.org/10.1590/2175-623667609>
- Raga, M. (2017, febrero 17). *Senderismo y trekking: Calcetines de montaña - Club Senderismo de Valencia*. <https://clubsenderismodevalencia.club/senderismo-trekking-calcetines-montana/>
- Rosa, R. P., Rosace, G., & Trovato, V. (2024). Recent Advancements in Acrylic Fabric Applications: A Comprehensive Review and Future Trends. *Polymers*, 16(15). <https://doi.org/10.3390/polym16152111>
- Samudio, D. G. C., Volkart, F. K. E., Marín, R. M. R., & Gómez, D. G. E. (2023). Infecciones causadas por *Staphylococcus aureus* de la Comunidad. Estudio de sensibilidad y tendencias en población pediátrica. Años 2015 a 2020. *Revista del Instituto de Medicina Tropical*, 18(1), 21-29. <https://doi.org/10.18004/imt/2023.18.1.4>

- Sharma, B., & Nonzom, S. (2021). Superficial mycoses, a matter of concern: Global and Indian scenario-an updated analysis. *Mycoses*, 64(8), 890-908. <https://doi.org/10.1111/myc.13264>
- Universidad Técnica del Norte. (2022). *Vicerrectorado de investigación - Universidad Técnica del Norte*. <https://repositorio.utn.edu.ec/>
- Vega, S. S. N. (2022). *Gestión empresarial del clúster textil y confecciones durante la época de pandemia en el periodo marzo 2020 a marzo 2021*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34719>
- Venkatraman, P. D., Sayed, U., Parte, S., & Korgaonkar, S. (2022). Novel antimicrobial finishing of organic cotton fabrics using nano-emulsions derived from Karanja and Gokhru plants. *Textile Research Journal*, 92(23-24), 5015-5032. <https://doi.org/10.1177/00405175221113364>
- Villarreal, R. H. G., Cruz, N. D. D., & Legua, C. J. A. (2022). El eucalipto utilizado como alternativa de tratamiento para afecciones respiratorias en la población de Barranca. *Vive Revista de Salud*, 5(13), 98-109. <https://doi.org/10.33996/Revistavive.V5I13.134>
- Vizcaíno, Z. P. I., Cedeño, C. R. J., & Maldonado, P. I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Zegarra, C. T. A. (2023). Análisis de la capacidad bactericida de un gel biodegradable elaborado con residuos orgánicos de la industria vitivinícola Arequipa, 2021. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12922>

ZSCHIMMER & SCHWARZ. (2020). *Acabado de textiles - ZS España.*

<https://www.zschimmer-schwarz.es/auxiliares-para-textiles/auxiliares-para-textiles/aplicaciones/acabado/>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de Analisis Fisico Quimimico y Microbiologivo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**



CERTIFICADO

Por medio del presente, se certifica que la estudiante **Diana Maribel Tamba Galárraga**, con cédula de identidad N° 100464003-1, ha realizado ensayos de laboratorio en el marco de su Trabajo de Titulación, cuyo tema es: **"Elaboración de un acabado antibacterial en medias deportivas para evitar el mal olor utilizando aceite de eucalipto"**.

Durante la ejecución de los ensayos, se emplearon los siguientes equipos y normativas:

- **Cámara de flujo laminar**
- **Autoclave**
- **Norma NTE INEN 1525:2006**

Se puede certificar que todos los procedimientos fueron realizados siguiendo los protocolos establecidos y el reporte de datos se elaboró acorde a la norma de referencia mencionada.

Se extiende el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que considere pertinentes.



ELVIS DANTEL RUIZ
ANDRADE

Atentamente,

Ing. Daniel Ruiz Andrade MSc.

**Laboratorio de Análisis Físicoquímico
y Microbiológico**

Anexo 2

Materiales para la elaboración del acabado antibacteriano



Anexo 3

Proceso del acabado antibacterial, control del pH y secado de las medias.



Anexo 4

Contaminación de las medias mediante uso directo



Anexo 5

Preparación de los materiales para el análisis bacteriológico



Anexo 6

Preparación del cultivo



Anexo 7

Análisis cuantitativo de Bacteria Staphylococcus Aureus



Anexo 8

Analís bacteriológico de levaduras y mohos

