



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL

TEMA: “EVALUACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIAL CON ALUMBRE POTÁSICO EN UN TEJIDO JERSEY 65% POLIÉSTER Y 35% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN.”

AUTOR:

LUCERO TORRES MARÍA FERNANDA

DIRECTOR:

MSc. MORA MUÑOZ ELSA SULAY

IBARRA – ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:		1005084734	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Lucero Torres María Fernanda	
DIRECCIÓN:		Otavalo – Barrio Verde Valle	
EMAIL:		mflucerot@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0979458405

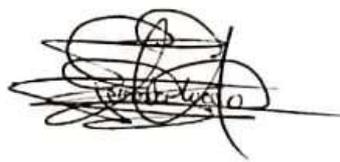
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIAL CON ALUMBRE POTÁSICO EN UN TEJIDO JERSEY 65% POLIÉSTER Y 35% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN.”
AUTORA:	Lucero Torres María Fernanda
FECHA:	26/06/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PRGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EN EL OPTA:	Ingeniera Textil
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra de la presente autorización es original y se la desarrolló sin valorar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos primordiales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá a defensa de la Universidad Técnica de Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, 26 de junio del 2023

LA AUTORA:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lucero Torres', with several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

LUCERO TORRES MARÍA FERNANDA

C.C: 1005084734



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada MARÍA FERNANDA LUCERO TORRES, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es **“EVALUACIÓN DE UN ACABADO ANTIBACTERIAL CON ALUMBRE POTÁSICO EN UN TEJIDO JERSEY 65% POLIÉSTER Y 35% ALGODÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”**, considero que el presente trabajo reúne todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 26 de junio del 2023

MSc. MORA MUÑOZ ELSA SULAY
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mis padres por su amor incondicional, sus sacrificios, su apoyo constante y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

A papá (+) y mamá por creer en mi desde el primer día, este logro es para papá quien, aunque no está físicamente sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Mi corazón aún llora por tu ausencia, pero sé que estás orgulloso de mí desde donde estas.

A mis hermanos, por las risas, la motivación, la alegría, por su amor y apoyo incondicional necesarios para continuar cuando las dificultades se presentaron.

Fernanda Lucero

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser.

A mis padres que han sido un ejemplo de superación y que han sabido cuidar de mí, por su comprensión y apoyo incondicional es que son y serán siempre mi motivo de seguir adelante.

A mis amigos (Diana, Joao y Juno), quienes me ofrecieron su amistad desinteresadamente a lo largo de cada día, porque de no haber sido por su apoyo incondicional no habría podido superar los momentos más difíciles que he tenido que enfrentar y no solamente en los momentos difíciles sino también en los pequeños momentos de felicidad dentro y fuera de la universidad.

Mi sincero agradecimiento a la MSc. Elsa Mora, quien con sus conocimientos profesionales y experiencias me ayudó en todo este tiempo de investigación, por su importante aporte, compromiso y paciencia que fueron esenciales en los maravillosos caminos del aprendizaje tanto personal como profesional.

Gratitud a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles, docentes y a todas las personas que sin esperar nada a cambio me brindaron su apoyo y amistad hasta llegar a la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Fernanda Lucero

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
Capítulo I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del tema	1
1.2. Antecedentes	i
1.3. Importancia del tema	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Características del sitio del producto	3
Capítulo II	5
2. ESTADO DEL ARTE	5
2.1. Estudios Previos	5
2.1.1. El alumbre potásico como acabado antibacterial.....	5
2.2. Marco legal	6
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador	6
2.2.2. Líneas de investigación la UTN.....	6
2.3. Marco conceptual	7
2.3.1. Acabado antibacterial.....	7
2.3.2. Propiedades del alumbre potásico.....	13
2.3.3. Método de aplicación del alumbre potásico.....	15
2.3.4. Fibras de algodón poliéster	18
2.3.5. Medidor de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)	21
2.3.6. Prueba de solidez al lavado.....	22

Capítulo III	23
3. METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo de Investigación.....	23
3.1.1. Investigación experimental.....	23
3.1.2. Investigación analítica.....	23
3.2. Flujogramas	23
3.2.1. Flujograma General.....	24
3.2.2. Flujograma Muestral.....	24
3.3. Caracterización del Tejido	25
3.3.1. Muestra de Tejido de punto jersey.....	25
3.4. Equipos y materiales de laboratorio	26
3.4.1. Proceso de descrude y blanqueo químico.....	28
3.5. Foulard (Aplicación del Alumbre Potásico)	30
3.5.1. Solución para el acabado.....	31
3.5.2. Medidor de VOC.....	33
3.6. Prueba de solidez al lavado ISO 6330:2012	34
Capítulo IV	36
4. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	36
4.1. Resultados	36
4.1.1. Impregnación del alumbre potásico.....	36
4.1.2. Monitoreo de VOC.....	37
4.1.3. Resultados de pruebas al lavado.....	39
4.1.4. Tabla General de Resultados.....	41
4.2. Discusión de Resultados	42
4.2.1. Normalidad de Datos.....	42
4.2.2. Análisis Gráfico de Resultados.....	43
Capítulo V	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Planta Académica Textil	4
Figura 2 Ubicación de los Laboratorios de Calidad Textil.....	4
Figura 3 Estructura de la bacteria	10
Figura 4 Producción del sudor.....	12
Figura 5 Piedra de alumbre de potasio.....	13
Figura 6 Foulard.....	16
Figura 7 Partes básicas del Foulard	17
Figura 8 Estructura de Ligante.....	18
Figura 9 Medidor VOC.....	21
Figura 10 Flujograma General de Procesos Fuente: Propia	24
Figura 11 Flujograma Muestral del Proceso Fuente: Propia	24
Figura 12 Proceso de descrude y blanqueo químico.....	28
Figura 13 Curva de Proceso.....	29
Figura 14 Análisis de distribución de Datos.....	42
Figura 15 Datos presencia VOC antes de la prueba de solidez al lavado.....	43
Figura 16 Calificación de la calidad de aire antes de la prueba de solidez al lavado	44
Figura 17 Datos presencia VOC después de lavado	45
Figura 18 Resultados Generales de PPM.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de Microorganismos	11
Tabla 2 Propiedades del Alumbre Potásico	14
Tabla 3 Composición del Algodón	20
Tabla 4 Parámetros generales del tejido	26
Tabla 5 Equipos y materiales para tratar el sustrato textil	26
Tabla 6 Equipos para pruebas de laboratorio.....	27
Tabla 7 Productos Químicos o Auxiliares	29
Tabla 8 Parámetros generales del proceso de acabado	30
Tabla 9 Solución preliminar para el acabado.....	31
Tabla 10 Receta para la muestra I, II y III con una dosificación de 25 g/L de alumbre potásico	32
Tabla 11 Receta para la muestra IV, V y VI con una dosificación de 60 g/L de alumbre potásico	32
Tabla 12 Receta para la muestra VII, VIII y IX con una dosificación de 100 g/L de alumbre potásico.....	33
Tabla 13 Exposición de las muestras a la transpirabilidad	34
Tabla 14 Condiciones generales de la prueba de solidez al lavado	35
Tabla 15 Resultados obtenidos en la medición del VOC.....	37
Tabla 16 Calificación de la ppm en el aire.....	38
Tabla 17 Clasificación de la calidad del aire antes del lavado.....	38
Tabla 18 Datos de ppm después del lavado	40
Tabla 19 Tabla General de Resultados	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de asistencia al Laboratorio de Calidad Textil.....	53
Anexo 2 Ficha Técnica del Ligante.....	54
Anexo 3 Obtención de la Solución.....	55
Anexo 4 Elaboración de la Solución aplicando Ligante.....	55
Anexo 5 Impregnación de las muestras.....	56
Anexo 6 Secado de Muestras.....	56
Anexo 7 Medición de VOC.....	57
Anexo 8 Pesaje del detergente.....	57
Anexo 9 Prueba de Solidez al Lavado.....	58
Anexo 10 Medición de VOC después del Lavado.....	58

RESUMEN

La presente investigación se fundamenta en la obtención de un acabado funcional con características antibacteriales en un sustrato textil de tipo Jersey 65% Poliéster y 35% Algodón, mediante la aplicación de alumbre potásico por un proceso de impregnación; que posteriormente será evaluado por el equipo denominado medidor de compuestos orgánicos volátiles (VOC), según el procedimiento descrito en la norma ISO 6330:2012 – Procedimiento de lavado y secado domésticos para los ensayos textiles.

La metodología utilizada para este estudio, se determinó el uso de tres distintas cantidades de alumbre potásico, de modo que este compuesto fue incorporado en una dosificación de 20, 60 y 100 g/L, con un pick up aproximado del 85% y con una temperatura de secado a 80°C durante 15 minutos. Producto de esto, se obtuvieron 11 muestras: 2 sin acabado, una de estas expuesta a la transpiración; para tener la confiabilidad de los resultados del experimento se realizó 3 repeticiones de cada concentración (20, 60 y 100 [g/L]) de alumbre potásico y 3 g/L de ligante; muestras que fueron sometidas a la prueba de solidez al lavado según el procedimiento de la norma ISO 6330:2012. Además, las muestras fueron expuestas a contaminación directa con transpiración axilar para llevar a cabo la investigación.

Con respecto a los datos obtenidos, estos se sometieron a un análisis de confiabilidad en el software PAST4, consiguiendo una confiabilidad superior al 95%, denotando claramente que las muestras tratadas con 100 g/L de alumbre potásico presentaron mayor resistencia a la proliferación de bacterias.

Palabras clave: Jersey, Alumbre Potásico, Impregnación, Solidez al Lavado, Impregnación



ABSTRACT

This research was focused on obtaining a functional finish with antibacterial characteristics in a textile substrate of Jersey type 65% Polyester and 35% Cotton, through the application of potassium alum by an impregnation process; which will later be evaluated by the equipment called volatile organic compounds (VOC) meter, according to the procedure described in ISO 6330:2012 - Domestic washing and drying procedure for textile testing.

The methodology used for this study, the use of three different amounts of potassium alum was determined, so that this compound was incorporated in a dosage of 20, 60, and 100 g/L, with an approximate pick up of 85% and with a drying temperature at 80°C for 15 minutes. As a result, 11 samples were obtained: 2 unfinished; one of them was exposed to perspiration. In order to have the reliability of the results of the experiment, 3 repetitions of each concentration (20, 60, and 100 [g/L]) of potassium alum and 3 g/L of the binder were performed; samples that were subjected to the wash fastness test according to the procedure of the ISO 6330:2012 standard. In addition, the samples were exposed to direct contamination with axillary perspiration to carry out the investigation.

Regarding the data obtained, these were subjected to a reliability analysis in PAST4 software, achieving reliability higher than 95%, clearly denoting that the samples treated with 100 g/L potassium alum presented greater resistance to bacterial growth.

Keywords: jersey, potassium alum, impregnation, wash fastness.

LUIS ALFONSO
 PASPUEZAN
 SOTO

Firmado digitalmente
 por LUIS ALFONSO
 PASPUEZAN SOTO
 Fecha: 2023.06.05
 18:27:54 -05'00'

Reviewed by:

Capítulo I

1. INTRODUCCIÓN

1.1.Descripción del tema

La presente investigación pretende dar a conocer el proceso del acabado antibacterial aplicando alumbre potásico en un tejido Jersey 65% Poliéster y 35% Algodón, mediante el método de impregnación.

Se procede a desarrollar varias muestras con distintas concentraciones de alumbre potásico y el auxiliar a utilizar, para luego evaluar las características del producto antibacterial en el tejido y obtener una escala de resultados. Se realizan pruebas con diferentes porcentajes del alumbre potásico, determinando el resultado ideal en aspectos de impregnación y reducción de bacterias en el tejido.

Además, se detallan los resultados del monitoreo de VOC y los datos del análisis de la prueba de solidez al lavado, con el fin de observar si existe un aumento o disminución de la concentración de VOC luego de someter a la prueba de lavado las distintas muestras de tejido. Posteriormente, se lleva a cabo el análisis estadístico para revalidar la confiabilidad de los datos obtenidos y gráficos estadísticos para analizar e interpretar los resultados.

1.2.Antecedentes

Actualmente la mayoría de las telas son elaboradas con materiales de poliéster y algodón, mismo que por las características que presenta la materia prima y el uso diario de este tipo de tela puede causar la transpiración de la piel con la presencia de hongos y bacterias que en el transcurso del tiempo pueden producir problemas higiénicos, funcionales y estéticos, tales como la liberación de compuestos orgánicos volátiles produciendo olores desagradables, manchas y pérdida de resistencia en los textiles y por consiguiente incrementan los riesgos para la salud, (Tituaña Sosa , 2018) afirma que:

El alumbre de potasio se presenta como una piedra de cristalina. Un componente de alumbre parece un pequeño pedazo de cuarzo, que generalmente está compuesto de fosfato de potasio y alumbre (un mineral). Tiene diversos fines: como desodorante, para eliminar espinillas y para detener la sangre en caso de un corte.

De acuerdo con la información extraída, se ha llegado a determinar que al ser un producto natural y netamente de color blanco y transparente, con un alto porcentaje de aluminio y potasio es utilizado como desodorante, eficaz para controlar la transpiración y el mal olor ocasionado por la sudoración. Este producto tendrá el propósito de brindar al tejido la propiedad antibacterial con el fin de aprovechar el alumbre potásico en la industria textil como un acabado.

Paúcar, (2017) afirma que: “El alumbre es popularmente utilizado por sus múltiples propiedades con numerosos fines; partiendo desde la creencia ancestral de curar males, haciendo uso empírico, hasta utilizarlo con fines hemostáticos, antisépticos y antibacterianos” (párr. 2).

1.3.Importancia del tema

A través del tiempo los acabados antibacteriales agregan valor a los tejidos y prendas de vestir otorgando protección de diferentes maneras, es decir previenen el crecimiento de bacterias, hongos, favoreciendo su estética, higiene y sobre todo que exista la liberación de compuestos volátiles malolientes en la zona axilar del cuerpo. Sin embargo, la búsqueda de nuevas alternativas en acabados antibacteriales con productos naturales y amigables con el medio ambiente. La presente indagación pretende evaluar un acabado antibacterial por el proceso de impregnación en muestras de tejido poliéster/algodón, utilizando alumbre potásico, de esta manera levantar interés de obtener nuevos resultados que aporten información para futuras investigaciones. Por ello la importancia de este estudio que será una guía donde los resultados obtenidos serán evaluados y analizados con el fin de determinar si existe un aumento o disminución de VOC en las muestras evaluadas a diferentes concentraciones.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el acabado antibacterial aplicando alumbre potásico en un tejido Jersey 65% Poliéster y 35% Algodón, mediante el método de impregnación.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Investigar las propiedades, características, aplicaciones del alumbre potásico y auxiliares a utilizar en el tejido jersey 65% Poliéster 35% Algodón mediante la revisión de bases de datos científicas.
- Aplicar el alumbre potásico a diferentes concentraciones mediante el proceso de impregnación en las muestras de tejido.
- Realizar pruebas de laboratorio para determinar la propiedad antibacterial del alumbre potásico con el medidor de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y determinar la solidez al lavado mediante la norma ISO 6330.
- Evaluar los resultados obtenidos mediante un programa estadístico para determinar la propiedad antibacterial en el tejido

1.5. Características del sitio del producto

La presente investigación se lleva a cabo, en los laboratorios de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la ciudad de Ibarra, cabecera de la provincia de Imbabura, sector de Azaya, calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago o (0°22'40.7"N 78°07'24.6" W).



Figura 1
Ubicación de la Planta Académica Textil

Fuente: (Google Maps, 2022)

La Carrera de Textiles cuenta con un laboratorio con una amplia gama de equipos de moderna tecnología, los cuales permiten realizar un estudio de pruebas físicas y químicas, basados en estándares y normas internacionales, en los campos de hilatura, tejeduría, tintorería y acabados, así también como la preparación a los estudiantes de la carrera con un refuerzo académico práctico para su futura práctica laboral. Además, brinda un servicio de control de calidad y ensayos a las empresas públicas o privadas, que ayudan a garantizar que sus productos cumplan con sus propios estándares de calidad.

La figura muestra una vista satelital de la Planta Académica Textil, lugar donde se hallan los laboratorios.



Figura 2
Ubicación de los Laboratorios de Calidad Textil

Fuente: (Google Maps, 2022)

Capítulo II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios Previos

En el presente capítulo se amplía la información mediante citas bibliográficas acerca de la indagación como conceptos, definiciones y términos relevantes que respalden a la investigación.

2.1.1. El alumbre potásico como acabado antibacterial

Los estudios previos realizados por Delgado, (2017) en donde se afirma que: “La piedra de alumbre se la utiliza como uno de los desodorantes naturales más efectivos que existen. Posee la capacidad de cerrar poros y regular la sudoración, eliminando, a su vez, a las bacterias que podrían llegar a provocar olor” (pág.19).

Además, de los estudios realizados indica en que concentración es más eficaz el alumbre potásico y las características del mismo.

El alumbre generalmente es empleado por sus variadas propiedades con algunos fines; partiendo desde la creencia ancestral de curar males, haciendo uso empírico, hasta utilizarlo con fines hemostáticos, antisépticos y antibacterianos. El alumbre tiene una mayor efectividad en una mayor concentración sobre las especies bacterianas (*Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*); autoras de una alta tasa de infecciones en humanos. La eficacia antibacteriana del alumbre potásico es positiva en cuatro concentraciones; sin una variación característica ante la aplicación del alumbre al 50% y 75 %, con mayor efecto antibacteriano del alumbre al 100% (Páucar Caro , 2017, pág. 9).

Tomando en cuenta las propiedades del alumbre potásico, indican que función cumple esta sal natural en tintorería y aguas turbias.

El alumbre se usa para aclarar las aguas turbias colocándose en los filtros donde pasan las corrientes; sirve de mordiente en tintorería y de cáustico en medicina, curtido de pieles, endurecedor del yeso. Se emplea en la fabricación de papel y antitranspirantes.

(Mendoza Huamani, 2018, pág. 23)

2.2. Marco legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador

En el capítulo segundo referente a Biodiversidad y recursos naturales, sección primera Naturaleza y ambiente, se expresa lo siguiente:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Constitución de la República del Ecuador, 2018, pág. 192)

2.2.2. Líneas de investigación la UTN

Las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte son las siguientes:

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 socio económico.
10. Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética). (UTN, 2016)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Acabado antibacterial

Se conocen como textiles antibacterianos aquellos tejidos con la capacidad de impedir la proliferación de microorganismos en sus fibras. Este tipo de productos se obtienen luego de someter al textil a tratamientos para acabados finales en los cuales se agregan productos o químicos reconocidos por su acción dañina sobre diversos tipos de microorganismos. (Muñoz Echeverri , 2019)

Desde años atrás los textiles son considerados transportadores de diferentes tipos de microorganismos que pueden causar malos olores y por ende infecciones e irritaciones en la piel. Es por eso que actualmente se opta por darles un valor agregado a los tejidos con cualidades especiales tales como acabados antibacteriales con el fin de evitar que las bacterias transferidas de la piel se reproduzcan en la ropa, proporcionando estabilidad y seguridad en las prendas textiles.

Gao & Cranston, (2020) afirman que:

La supervivencia o el crecimiento de microorganismos depende de la integridad de la célula y la acción concertada y el estado adecuado de todos estos componentes. Los agentes antimicrobianos inhiben el crecimiento o matan a los microorganismos. Casi todos los agentes antimicrobianos utilizados en los textiles comerciales, por ejemplo, la plata triclosán, polihexametileno biguanida (PHMB) y compuestos de amonio cuaternario, son biocidas. (pág. 61)

2.3.1.1. Objetivos del acabado antibacterial

- Limita la propagación de microorganismos y reduce los olores desagradables
- Evita el efecto destructivo o deterioro de los artículos (la descomposición de las fibras tras el ataque de dichos microorganismos)
- Fácil aplicación y buena tolerancia con la piel
- Evitar que bacterias (microorganismos) transferidas de la piel o del medio ambiente se reproduzcan en el material textil
- Proporcionar estabilidad, seguridad y protección en las personas (deportistas)

2.3.1.2. Agente antimicrobial

Generalmente es un compuesto químico de diferentes propiedades que mata o interfiere directamente con el desarrollo y crecimiento de los microorganismos. Se clasifican de acuerdo con su aplicación y la manera de cómo actúa:

- El germicida mata los microorganismos, el bactericida mata a las bacterias, el fungicida mata a los hongos y el viricida mata a los virus.
- El agente microbiostático por lo general inhibe el desarrollo de los microorganismos, pero no los mata directamente.
- El desinfectante es un agregado que se aplica sobre objetos y mata a los microorganismos.
- El antiséptico es peculiar porque puede ser aplicado sobre un tejido biológico para combatir los microorganismos. (Brock, 2004)

2.3.1.3. Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que no pueden ser vistas con el ojo desnudo, a pesar de su minúsculo tamaño se reproducen a gran velocidad y pueden provocar numerosas enfermedades. Están en todas partes y existen miles en el aire, también están

presentes en el interior o exterior del cuerpo de las personas sanas, es decir que la piel del ser humano esta permanente o transitoriamente colonizada por bacterias aerobias y anaerobias.

Vera, (2005) afirma que las bacterias son microorganismos extremadamente pequeños. La mayoría tienen un diámetro que oscila entre 0,5 a 1,0 micrómetro (μm). Por ejemplo, si una bacteria mide un micrómetro de diámetro, esto quiere decir que en un milímetro pueden caber 1000 bacterias, una a lado de la otra. (pág. 41)

“Las bacterias o procariotas son microorganismos unicelulares que se reproducen por fisión binaria (división simple). La mayoría tienen vida autónoma. Contienen información genética, sistemas de producción de energía y sistemas biosintéticos inevitables para el crecimiento y reproducción” (Morejón & Pardo Coba, 2008, pág. 16).

Las zonas del cuerpo humano con mayor presencia de microorganismos (bacterias) son: la ingle, la piel, entre los dedos del pie, la axila; porque la humedad que se acumula en esa parte permite el desarrollo de células microbianas.

2.3.1.4. Presencia de bacterias en prendas de vestir

Las bacterias generalmente se encuentran en el cuerpo humano es decir en la piel, y al momento que existe contacto directo con algún objeto, zonas o material textil estas se transmiten con facilidad, encontrando condiciones ideales para invadir y reproducirse continuamente provocando infecciones y malos olores. “Usualmente las bacterias se determinan por el hecho de que necesitan de un huésped para cubrir sus necesidades nutricionales y ambientales” (Tituaña Sosa , 2018, pág. 20).

Los gérmenes más comunes en prendas de vestir están:

- Staphylococcus Aerous (ropa de trabajo y deporte)
- Proteus Marabilis (ropa de deportes)
- Escherichia Coli (lencería de hospital y ropa de deportes)

2.3.1.5. Estructura bacteriana

Por lo general las bacterias son organismos no muy complejos ya que su estructura se basa principalmente en un núcleo, es unicelular y son organismos procariotas. Su forma elástica y con rigidez depende de la pared celular, y habitualmente son elementos esféricos de diferentes formas ya que no todas son iguales, la mayoría posee una estructura distinta. (Mangua Josa , 2019)

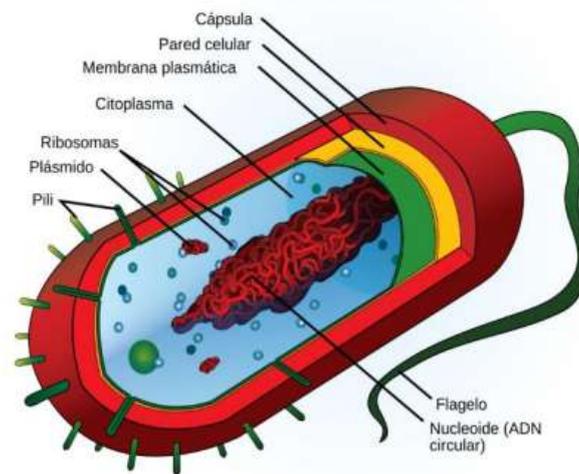


Figura 3
Estructura de la bacteria

Fuente: (Tituaña Sosa , 2018)

2.3.1.6. Factores físicos y químicos que influyen en el crecimiento bacteriano

- Temperatura

La velocidad de crecimiento de las bacterias depende directamente con la temperatura ya que cada microorganismo se desarrolla más rápido o lento en función con la temperatura óptima, es importante mencionar que a temperaturas bajas las células paran de crecer y la mayoría por lo general mueren cuando llegan a temperaturas más arriba de la denominada óptima.

En la **Tabla 1** se indica los diferentes tipos de microorganismos y como la temperatura actúa sobre estos.

Tabla 1

Tipo de Microorganismos

Tipo	Temperatura	Temperatura	Temperatura
Microorganismo	Mínima (°C)	Óptima (°C)	Máxima (°C)
Mesófilo	5 – 15	30 – 45	35 – 47
Psicrófilo	-5 + 5	12 – 15	15 – 20
Psicrótrofo	- 5 + 5	25 – 30	30 – 35
Termófilo	40 – 45	55 – 75	60 – 90

Fuente: (Brock, 2004)

- Actividad de agua y pH

La mayoría de las bacterias requieren actividad de agua muy elevados para crecer ya que si no existe se detiene el crecimiento.

En el crecimiento de los microorganismos es un parámetro importante ya que cada tipo de microorganismo posee un tipo de rango de pH en el que pueden sobrevivir adecuadamente, y los más probable de que si esta fuera de este el microorganismo muera. “Hay microorganismos acidófilos que pueden vivir a pH=1.0 y otros alcalófilos que toleran pH=10.0” (Brock, 2004, pág. 156). Existen microorganismos que necesitan o requieren ambientes oxidantes y otros reductores para crecer, es decir “un microorganismo es aerobio cuando necesita oxígeno para vivir y es anaerobio cuando o bien o no lo necesita” (Brock, 2004).

2.3.1.7. Sudor

El sudor es fluido corporal cuya reacción del organismo es natural, la secreción corporal generalmente está compuesta por agua, minerales, glucosa urea y ácido láctico.

La transpiración como comúnmente se denomina es el mecanismo natural del organismo con el objeto de regular la temperatura corporal, frecuentemente se suda por mecanismos fisiológicos ante un estímulo interno como hacer ejercicio o tener fiebre o externo como permanecer en un sauna o lugar caluroso.

De la Torre & Mesa, (2015) afirman que: “El sudor generalmente está compuesto de 99% de agua, entre un pH de 5 y 7. Contiene alrededor de un 0,5% de minerales (potasio y cloruro de sodio) y un 0,5% de sustancias orgánicas como la urea y el ácido láctico)” (pág. 10).

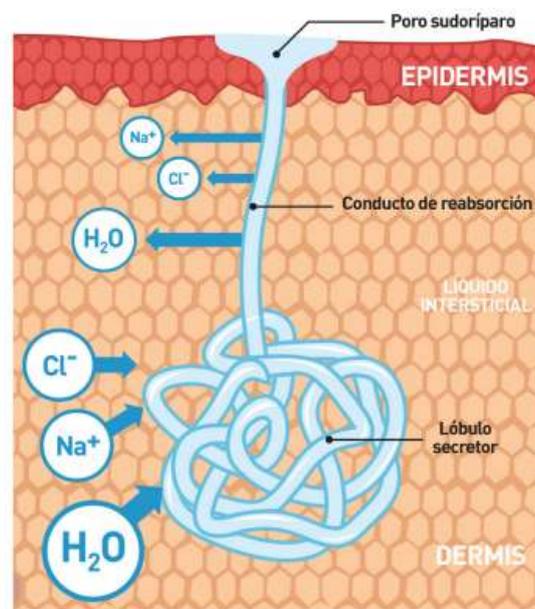


Figura 4
Producción del sudor

Fuente: (de la Torre Fraga & Mesa Álvarez , 2015)

El sudor al ser un líquido claro no tiene olor, el mal olor en el cuerpo (preferente en las axilas, manos y pies), es causado por las bacterias presentes en la superficie de la piel de estas zonas, alterando los compuestos del sudor.

Los microorganismos convierten las secreciones de estas glándulas en ácidos grasos y compuestos volátiles de azufre que poseen un olor acre y puede ser muy fácil distinguido por la nariz humana. (Arellano Cachimuel , 2017)

2.3.2. Propiedades del alumbre potásico

2.3.2.1. Definición

El alumbre potásico, alumbre de potasio, sulfato de aluminio y potasio o también denominado alumbre napolitano es una sal cristalina muy soluble en el agua cuya fórmula es $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, generalmente son extraídos y sintetizados a nivel comercial con el objeto de ser utilizados como tintes de cuero o coagulantes de aguas. Una característica química de los alumbres es que son equimoleculares, es decir que por cada molécula de sulfato de aluminio existe una molécula de sulfato del otro metal y cristalizan hidratados con doce moléculas de agua.

Existen dos formas de obtener el alumbre ya sea de forma natural la cual es de origen volcánico, mientras que el alumbre artificial es fabricado a partir de residuos de la industria química a través de un proceso denominado hidrometalurgia. Al ser un producto natural tiene diferentes usos tales como: desodorante natural, elimina también espinillas, retiene la sangre en caso de que haya un corte en la piel (Tituaña Sosa , 2018).



Figura 5
Piedra de alumbre de potasio

Fuente: (Tituaña Sosa , 2018)

2.3.2.2. *Propiedades físicas y químicas*

A continuación, en la **Tabla 2** se muestran las propiedades físicas y químicas del alumbre potásico:

Tabla 2

Propiedades del Alumbre Potásico

Propiedad	Característica
Forma	Polvo cristalino
Color	Blanco
Olor	Inoloro
pH	3,5 (1%, 25 °C)
Punto de fusión	93 °C
Punto de ebullición	200 °C
Punto de inflamación	No inflamable
Densidad	1,64 g/cc
Solubilidad	Fácilmente soluble en agua
Temperatura descomposición	> a 770 °C
Propiedades explosivas	No
Propiedades comburentes	No

Fuente: (QUIMIPUR, S.L.U, 2020)

2.3.2.3. *Características del Alumbre Potásico*

- Al ser un producto natural no contamina al medio ambiente, no mancha la piel y tampoco el material textil.
- Tiene un efecto bactericida natural y evita la aparición del olor corporal.

- Posee propiedades astringentes, antibacterial, antiinflamatorias y antihemorrágicas por lo que se puede aplicar luego de la depilación y afeitado.
- Indicado para pieles sensibles ya que no obstruye los poros es decir no perjudica la respiración natural del cuerpo.
- No contiene perfumes, petróleo ni disolventes químicos peligrosos.

2.3.3. Método de aplicación del alumbre potásico

2.3.3.1. Impregnación Textil

Es un proceso de acabado textil generalmente utilizado ya sea para tinturar o impregnar productos específicos en el material textil, cuyo proceso consiste en la acción de una presión ejercida por rodillos que esta a su vez origina la migración de color o productos a impregnar a la tela y el exceso de cualquiera de ambos es exprimido, este tipo de proceso es mucho más corto que el método por agotamiento (Campo Tixicuro, 2020).

Salazar (2017) afirma que: “Se emplea en primer lugar el foulard como equipo de impregnación que ha confirmado ser el más exacto hasta ahora. Con el objetivo de adquirir una presión de exprimido uniforme por toda la anchura del género” (pág.38).

2.3.3.2. Foulard

El proceso del acabado textil se realiza en la máquina denominada foulard o padder donde se aplica el producto de acabado y demás auxiliares, consta de dos a tres cilindros que realizan el asunto de impregnar, pigmentar, mordentar o escurrir el material textil. La tela es conducida con tensiones para impedir la formación de arrugas, ingresa en cubas (tinajas, bateas) que contienen el baño de colorante y, pasa a través de los rodillos que exprimen el exceso de líquido (Ipiates Mesa , 2022).

El equipo denominado foulard dependiendo de su diseño pueden contar con uno o varios cilindros exprimidores, cuya función es eliminar el excedente de la solución que el sustrato textil adquiere en la cuba de solución para posterior ser secado. Al ser una de las

técnicas más utilizadas es importante analizar los métodos más adecuados al momento de considerar un tipo de fibra o tejido que se pretende ingresar al proceso.



Figura 6
Foulard

Fuente: (Campo Tixicuro, 2020)

Actualmente hay una gran diversidad de foulard; ya sea por las características del tejido, así como el tipo de apresto que se demande dar al material textil, elementos que deciden por el tipo de foulard que se necesite manejar. (Hernández Mendoza & Hernández Hernández, 2016)

2.3.3.3. Factores que influyen en la impregnación

- Dureza del rodillo del foulard
- Presión de exprimido
- Capacidad de absorción de la fibra y/o
- Velocidad de los rodillos

2.3.3.4. Partes básicas de un Foulard

“La eficacia de la operación, dependerá exclusivamente de la velocidad y la presión desplegada por los rodillos exprimidores las cuales se regularán de acuerdo con el tipo de artículo y el objetivo deseado” (Campo Tixicuro, 2020, pág. 30).

Su diferencia frente al proceso por agotamiento es porque se necesita cantidades de agua muy reducidas de agua lo que resulta un ahorro en consumo energético, es importante también tener una afinidad con los productos a utilizar para mantener estabilidad en el baño.

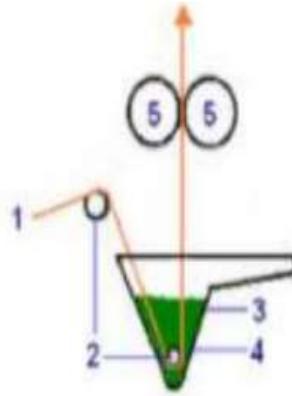


Figura 7
Partes básicas del Foulard

Fuente: (Campo Tixicuro, 2020)

1. Tela
2. Rodillos de guía
3. Cuba
4. Solución
5. Rodillos de presión

2.3.3.5. *Ligante*

El ligante se define como una sustancia compuesta de macromoléculas que forma una película transparente derivados de una serie de monómeros como el butadieno, acrilatos, de etilo, vinilo y ácido acrílico entre otros. Cuando se aplica sobre el textil junto con otro producto generalmente produce una red tridimensional de fijación o reticulación, también son los responsables de adherir al material textil propiedades como brillo, resistencia, dureza y flexibilidad. (Criollo Tarapués, 2020)

2.3.3.6. *Estructura del ligante*

Los ligantes por lo general poseen un aspecto lechoso, se pueden trasladar de manera respectivamente fácil y su empleo no es tóxica ni peligrosa. Los enlaces se forman durante el proceso de fijado que comúnmente consiste en un calor seco y cambio en el valor de pH provocando la reacción de cada uno de los agentes de la reticulación.

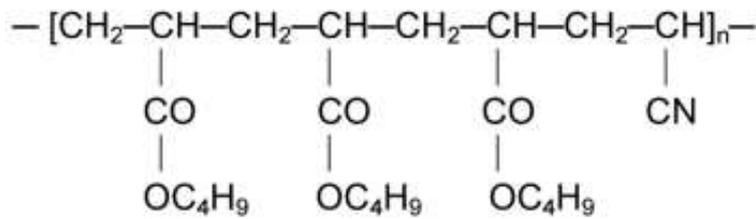


Figura 8
Estructura de Ligante

Fuente: (Tituaña Sosa , 2018)

2.3.3.7. Tipos de ligantes

Existen varios tipos de ligantes entre los que se nombran a continuación:

- A base de aceites
- A base de resinas
- A base de proteínas
- A base de poliuretanos. (Tituaña Sosa , 2018)

2.3.4. Fibras de algodón poliéster

2.3.4.1. Poliéster

El poliéster es un polímero obtenido mediante la reacción química entre el ácido orgánico con un alcohol, es decir es una resina sintética extraída principalmente del petróleo. Al realizar el proceso denominado polimerización se obtienen fibras para la elaboración de prendas de vestir con un tacto suave y con brillo sin igual, actualmente en la industria textil es la fibra más utilizada. “La fibra de poliéster característicamente se produce a partir de polímeros cuya cadena está formada por monómeros unidos por enlaces éster, se utilizan especialmente para la producción de fibras sintéticas” (Celin Meneses , 2019, pág. 27).

2.3.4.2. Propiedades del Poliéster

- Resistentes a la rotura y el desgaste
- Son termoplásticos
- Tienen una alta elasticidad y estabilidad de forma (no se arrugan con facilidad)

- Alta resistencia a las influencias de la luz y condiciones climatológicas
- Alta resistencia a los insectos nocivos y a la formación de moho
- Resistencia a ácidos débiles, a ebullición y fuertes en frío
- Reducido poder de absorción de humedad
- Afinidad tintórea (Ballesteros Almedida , 2015, pág. 14).

2.3.4.3. Algodón

El algodón es una fibra muy reconocida a nivel mundial de origen vegetal de plantas del género *Gossypium*, su uso es variado debido a sus múltiples propiedades ya que proporciona comodidad y seguridad al hacer uso de artículos elaborados con este tipo de fibras. La fibra de algodón es muy utilizada por la mayoría de las personas en el mundo no por su abundancia sino por ser una fibra que posee durabilidad y no es fácil de romper, el algodón produce una excelente apariencia y un excelente material capaz de soportar cualquier número de acabados y productos químicos.

Quitama (2020), afirma que una de las características y propiedades del algodón son su transpirabilidad; absorben el sudor y permiten a la piel respirar; la capacidad de absorción del algodón que puede absorber hasta 27 veces su peso en agua. El algodón posee muy poca elasticidad y no suele ceder; más bien al contrario, tiene tendencia al encogimiento. (pág. 25)

Las particularidades de esta fibra dependen directamente del país donde se cultiva, el clima y puede variar de la especie algodонера del que provenga.

Su recolección se hace a mano o a máquina, consecutivamente el algodón pasa a una desmotadora que se encarga de separar la semilla de la fibra, de donde se obtienen tres productos: la fibra larga para hilatura, el aceite de la semilla y la fibra corta que se utiliza para la producción de fibras artificiales.

(Antamba Herrera , 2017, pág. 12)

2.3.4.4. Composición Química del Algodón

Es muy importante tener en cuenta cada una de las propiedades del algodón tanto físicas como químicas ya que los tratamientos cambian una vez que la fibra pasa por un proceso textil.

Tabla 3

Composición del Algodón

Componente	Porcentaje
Celulosa	80 – 90
Agua	6 – 8
Ceras y grasas	0,5 – 1
Proteínas	0 – 1,5
Pectinas	4 – 6
Cenizas	1 – 1,8

3Fuente: (Lokuán Lavado , 2013)

2.3.4.5. Poliéster/Algodón

Las fibras que resultan de la mezcla de poliéster y algodón son denominadas polialgodón, que tiene uso especialmente en la industria textil para fabricar distintas prendas donde las personas pueden lavar y usar sin necesidad de planchar, las prendas de vestir por lo general son durables y poseen una resistencia elevada a los lavados en comparación a otras prendas elaboradas con 100% algodón. “Los valores usuales son entre 30mm y 38mm. Por lo general se realizan mezclas de 60%- 40% y 65%-35% que tienen amplio uso en camisería, donde el algodón ofrece frescura y el poliéster cuerpo, caída y la facilidad de planchado” (Valverde Flores , 2015, pág. 6).

La mezcla de algodón y poliéster, aunque posee sus ventajas y desventajas se usa con mucha frecuencia debido a su facilidad de manipular y coser, con la preeminencia así mismo de ofrecer a los consumidores las ventajas de ambas fibras.

2.3.5. Medidor de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)

2.3.5.1. Equipo Medidor de Compuestos Orgánicos Volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC) son medidos por un sensor electroquímico denominado (Air Quality Logger).



Figura 9
Medidor VOC

Fuente: (Arellano Cachimuel , 2017)

La unidad de medida utilizada por el medidor de VOC es partes por millón (ppm) los cuales se hallarán de la siguiente manera:

- 0 – 15.99 ppm (Baja presencia de VOC)
- 15 – 34.99 ppm (Mediana presencia de VOC)
- 35 – 50 ppm (Alta presencia de VOC)

El equipo generalmente utiliza un sensor semiconductor de metal óxido para detectar los contaminantes en el aire VOC (hidrógeno, sulfuro, amoníaco, etanol, tolueno, humo); y para el registro de datos correspondientes se lo realiza mediante el software de medición DATA LOGGER el cual por medio de una conexión USB del ordenador al sensor electroquímico,

mide en tiempo real las concentraciones compuestos orgánicos volátiles (VOC), la información es guardada en formato PNG o JPG para un análisis posterior. (Arellano Cachimuel , 2017)

2.3.6. Prueba de solidez al lavado

2.3.6.1. Norma ISO 6330:2012

La norma ISO 6330:2012 se fundamenta en los procedimientos domésticos de lavado y secado para el ensayo de textiles. Es una norma internacional donde especifica los procedimientos aplicables a los tejidos, prendas de vestir u otros artículos textiles que se someten a combinaciones apropiadas de procedimientos domésticos de lavado y secado. (Organización Internacional de Normalización, 2012)

La norma de igual manera prevé procedimientos de lavado que cada uno representa un único lavado doméstico:

- a) 13 procedimientos de lavado diferentes basados en el uso de la lavadora de referencia Tipo A: eje horizontal (eje horizontal, de carga frontal).
- b) 11 procedimientos basados en el uso de la lavadora de referencia de tipo B: eje vertical, de carga superior (tipo agitador).
- c) 7 procedimientos basados en el uso de la lavadora de referencia Tipo C: eje vertical, de carga superior (de carga superior).

Esta norma internacional también especifica seis procedimientos de secado:

- Secado en línea
- Secado por goteo
- Secado en plano
- Secado en plano por goteo
- Prensado en plano
- Secado en secadora

Capítulo III

3. METODOLOGÍA

Dentro de este capítulo, se detalla la información relevante sobre los procedimientos, recetas, variables, materiales, equipos y normas estandarizadas utilizados durante el proceso de desarrollo del tema.

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. Investigación experimental

El método experimental es uno de los sistemas importantes dentro de la investigación ya que proporcionó la información pertinente para comprobar o constatar la aplicación del alumbre potásico y obtener datos para la aplicación del producto, al igual permite verificar el porcentaje idóneo para obtener un acabado antibacterial.

3.1.2. Investigación analítica

Posterior a obtener las muestras de tejido con alumbre potásico es fundamental establecer una comparación de variables donde se analiza y coteja cada una de las muestras con los diferentes porcentajes del producto aplicados, datos que están plasmados en tablas con el fin de visualizar de mejor manera cada uno estos y realizar discusiones sobre el caso para llegar a construir afirmaciones y descartar hipótesis.

3.2. Flujogramas

Para la realización del acabado antibacterial por medio del proceso de impregnación y las eventuales pruebas se establecieron varios pasos los cuales se muestran en las figuras.

En la **Figura 10** se detalla el proceso de aplicación del alumbre potásico, en el cual se consideran aspectos y parámetros técnicos. Dicho esto, el proceso inicia con la selección de muestras, productos químicos y auxiliares necesarios para finalmente obtener un sustrato textil acabado.

3.2.1. Flujograma General

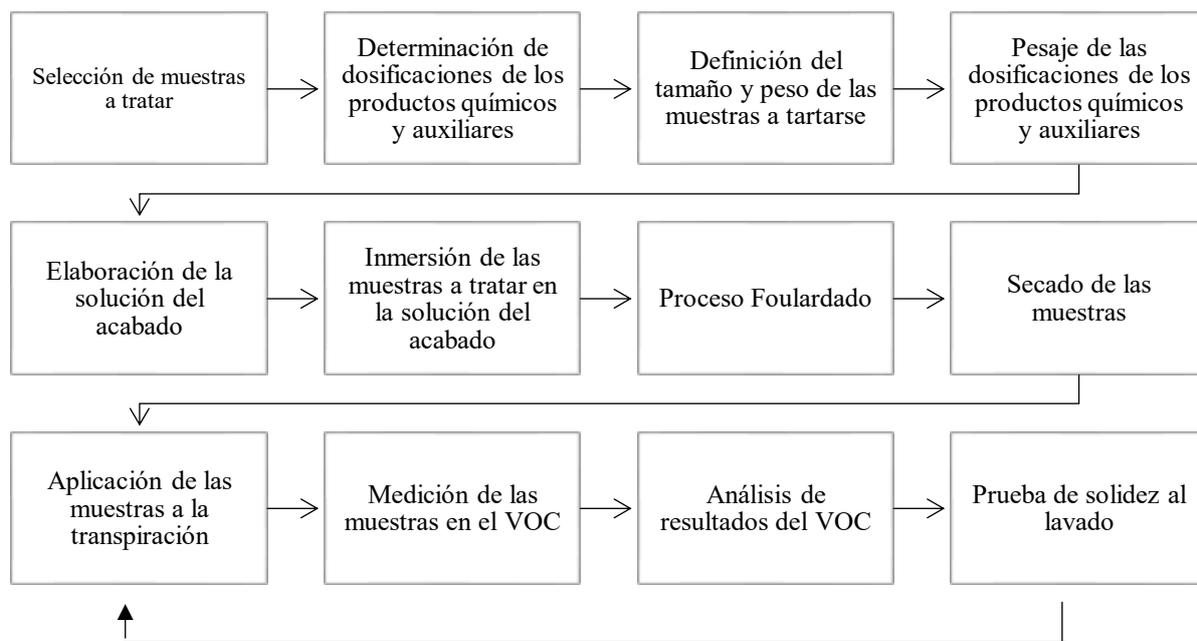


Figura 10
Flujograma General de Procesos
Fuente: Propia

En la **Figura 11** se detalla el proceso de impregnación y las eventuales pruebas físicas y mecánicas ejecutadas para evaluar la permanencia del producto antibacterial.

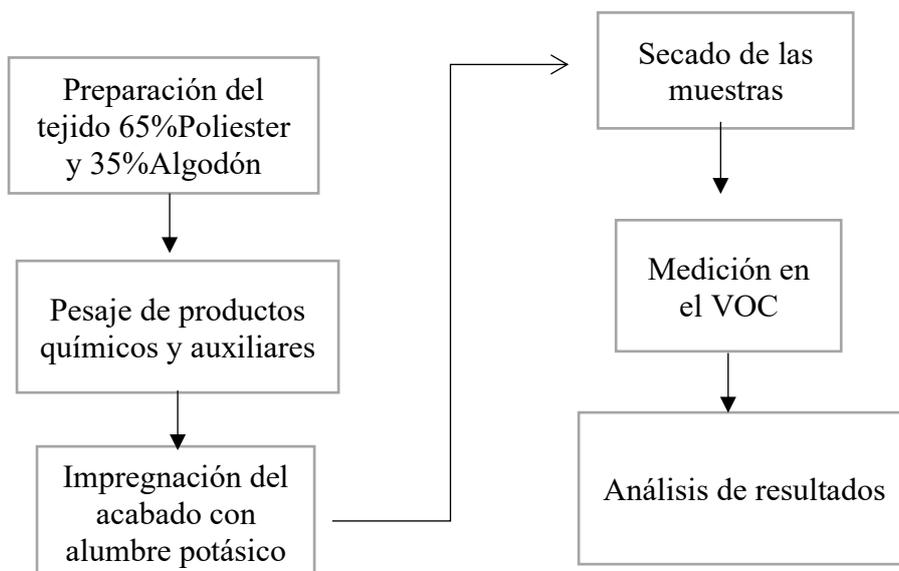


Figura 11
Flujograma Muestral del Proceso
Fuente: Propia

3.3.Caracterización del Tejido

La identificación de la mezcla binaria del sustrato textil se realiza la prueba de disolución.

El poliéster al ser sometida al hidróxido de sodio y a temperatura tiende a desintegrarse generalmente convirtiéndose en plástico o goma, mientras que las fibras de algodón son más resistentes.

Para la respectiva identificación se procede a seguir lo siguientes pasos:

- Cortar una muestra de 0,5 gramos
- Colocar 50 mL de alcohol metílico en un vaso de precipitación.
- En el mismo vaso colocar 4,5 gramos de sosa cáustica y agitar para que esta se diluya.
- Posteriormente colocar la muestra en el vaso de precipitación y remover durante 5 minutos.
- Luego llevar el vaso de precipitación a fuego a una temperatura de 60°C y agitar por 20 minutos (la temperatura debe ser constante cuando llegue a los 60°C).
- Observar que lentamente la muestra pierde poco a poco los hilos compuestos de poliéster y los hilos de algodón van sobrando.

Al finalizar el proceso se procede a secar la muestra, para luego pesarla y determinar el porcentaje de fibra disuelta, llegando a la conclusión que la composición es de 65% Poliéster y 35% Algodón.

3.3.1. Muestra de Tejido de punto jersey

Como se menciona en el apartado anterior, se ha seleccionado un sustrato textil 65% Poliéster y 35% Algodón para el pertinente proceso. A su vez, en la **Tabla 4** se hallan detallados los aspectos y particularidades más relevantes sobre este tipo de tejido.

Tabla 4*Parámetros generales del tejido*

Muestra	Tipo de Jersey	Composición	
	Jersey Simple	65% Pes y 35% Co	
	Rendimiento	Densidad	Peso Muestra
	(m/kg)	(g/m²)	(g)
	1.33	174	15.16

Nota: Los datos técnicos fueron proporcionados por Textil Padilla Cía.Ltda.

3.4. Equipos y materiales de laboratorio

Para conferir el acabado antibacterial en el tejido jersey 65% Pes y 35% Co, se utiliza los equipos e instrumentos de laboratorio de la Carrera de Textiles, para realizar la aplicación del acabado al sustrato textil. En la **Tabla 5** se detallan los equipos y materiales.

Tabla 5*Equipos y materiales para tratar el sustrato textil*

Equipo	Función
Vaso de precipitación	Material de vidrio destinado a medir volúmenes de líquido.
Probeta	Objeto de vidrio utilizado para medir los productos químicos y auxiliares.
Balanza	Instrumento de medición de masa.
Pipeta	Objeto o material de vidrio utilizado para medir volúmenes específicamente pequeños de líquido.
Agitador	Varilla de vidrio utilizado para mezclar los auxiliares.

Horno de secado	Equipo destinado al secado y curado de los sustratos textiles.
Vidrio reloj	Material de vidrio usado para contener sustancias corrosivas o calientes.
Tejido Jersey	Sustrato textil de composición 65% Poliéster y 35% Algodón.
Ligante (TAMPON)	Ligante aniónico multipropósito, obtenido a partir del polímero acrílico.
Alumbre Potásico	Sal cristalina muy soluble en el agua usado como antibacterial.
Foulard	Mecanismo de laboratorio que posee una cuba y un juego de rodillos, utilizado para procesos de impregnación en sustratos textiles.

Fuente: Propia

A continuación, en la **Tabla 6** se especifica los equipos de laboratorio utilizados para las pruebas correspondientes después de haber realizado el proceso de acabado en cada una de las diferentes muestras.

Tabla 6

Equipos para pruebas de laboratorio

Equipo	Función
Sensor Electroquímico	Dispositivo de importancia ya que posee un chip de detección en presencia de gas detectable.
Software Data Logger	Instrumento que se encarga específicamente para medir el tiempo real de las concentraciones de VOC. Formato para guardar en PNG o JPG.
Wascator FOM 71 CLS	Equipo utilizado para realizar el lavado doméstico de muestras prendas o textiles.

Fuente: Propia

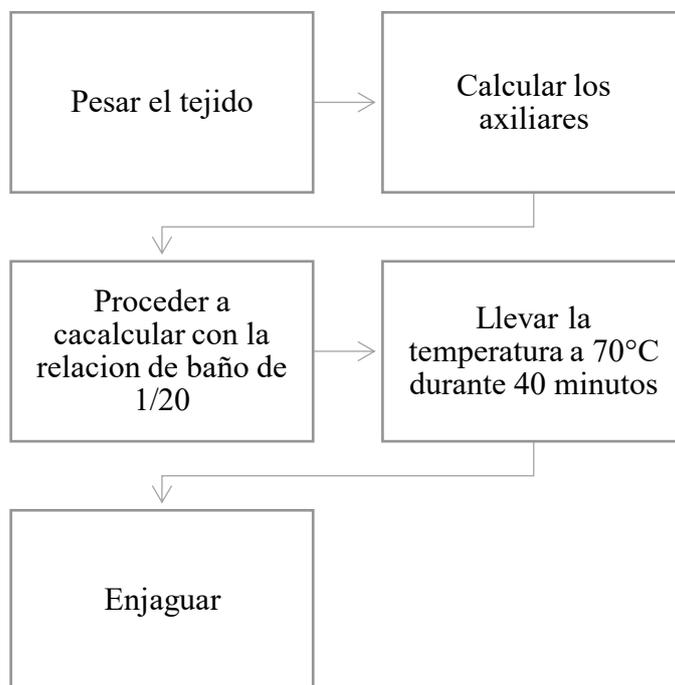
3.4.1. Proceso de descruce y blanqueo químico

El descruce consiste generalmente en la limpieza de la fibra o sustrato textil, con el objetivo de eliminar materias extrañas y/o suciedades, con la aplicación de agentes químicos y acciones mecánicas. Este tipo de operación es indispensable, puesto que las diferentes impurezas (grasas, gomas, resinas) imposibilitan un proceso posterior.

A continuación, en la **Figura 12** se especifica el procedimiento de descruce y blanqueo químico en el tejido 65% Poliéster y 35% Algodón.

Figura 12

Proceso de descruce y blanqueo químico



Es importante controlar algunas variables durante el proceso con el fin de evitar problemas en el género textil al momento de aplicar posteriormente el acabado. Las variables son las siguientes:

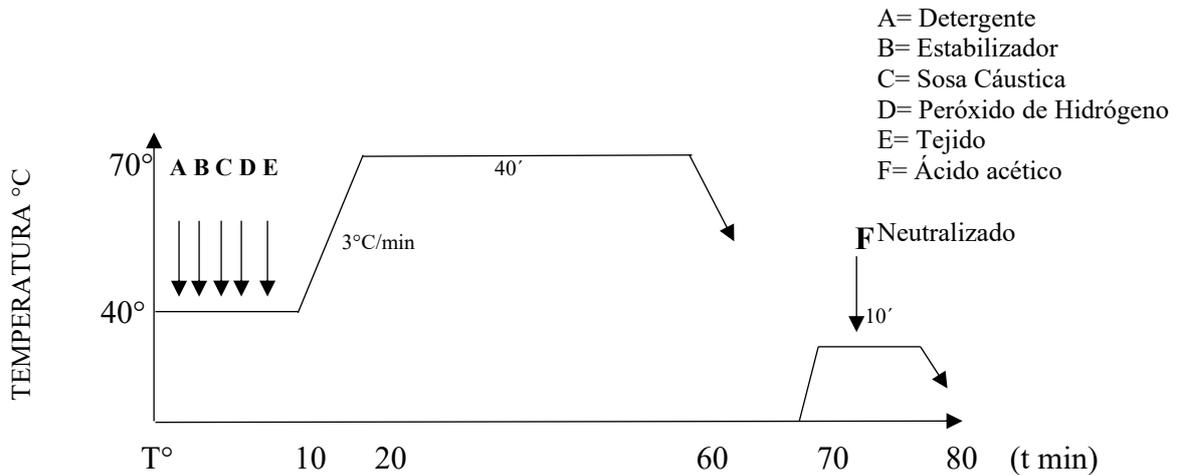
- Concentración
- Temperatura
- Tiempo

- Relación de baño
- pH

A continuación, se detalla la curva de proceso. En la **Figura 13** se muestra la curva de descrude y blanqueo químico respectivo.

Figura 13

Curva de Proceso



En respuesta a este proceso se pudo observar un sustrato textil más estético, sin residuos con un color más brillante. A continuación, **Tabla 7** se detalla los productos y cantidades del proceso de descrude y blanqueo químico.

Tabla 7

Productos Químicos o Auxiliares

Producto Químico o Auxiliar	Dosificación (g/L)
Peróxido de Hidrógeno	4
Estabilizador	2
Sosa Cáustica	2
Detergente	3

El peróxido de hidrógeno (H₂O₂), denominado también agua oxigenada es un blanqueador textil más utilizado, por ser menos nocivo, fácil manejo y no produce ningún daño al sustrato textil. Así mismo el detergente tiene como finalidad eliminar las impurezas que suelen acompañar al textil; el estabilizador mientras tanto posee una alta capacidad estabilizadora en los baños de blanqueo con peróxido de hidrógeno, además elimina intensamente las cascarillas que pueda tener el sustrato textil. Por último, la sosa cáustica es un álcali que permite fijar aún más los colorantes, es decir, ayuda a mejorar el proceso posterior al de descruce y blanqueo químico.

3.5.Foulard (Aplicación del Alumbre Potásico)

Para el proceso de aplicación del alumbre potásico, es importante continuar con una lista de parámetros al momento de realizar el método de impregnación, los cuales se especifican en la **Tabla 8** y, que por su parte aseguran que el proceso se lleve a cabo con total regularidad y que de esta manera no se presenten anomalías en el producto final.

También es necesario tener en cuenta el peso seco de las muestras antes del proceso de impregnación y después el peso húmedo, con el objetivo de obtener un correcto pick up.

Tabla 8

Parámetros generales del proceso de acabado

Parámetro	Valor
Velocidad	2 m/min
Presión	75 psi ± 5
Pick Up	85 % ± 5
Temperatura del proceso	20°C ± 2
Temperatura de secado	80°C
Tiempo se secado	15 min

Nota: Información determinada en la experimentación

Los parámetros de control en el equipo foulard son de gran importancia con el fin de que los cilindros de este presionen uniformemente las muestras y así lograr un equilibrio en la difusión con el agua. El pick up es un parámetro de esencial relevancia porque depende de este valor el resultado de impregnación en el sustrato textil, un acabado generalmente maneja un pick up de 80%.

Para calcular el pick up es necesario tomar en cuenta la presión colocada en los cilindros del foulard, cuya unidad es psi (libra fuerza por pulgada cuadrada). Enseguida, se muestra la fórmula:

$$\text{Pick up} = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$

3.5.1. Solución para el acabado

Como se ha mencionado anteriormente, la técnica por la cual se van a obtener las muestras es mediante impregnación, de modo que se utiliza el foulard que se encuentra en la Planta Académica Textil perteneciente a la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. En la **Tabla 9**, se detalla las dosificaciones y cantidades que se llevó a cabo para la obtención de la solución.

Tabla 9

Solución preliminar para el acabado

Volumen de agua: 500mL		
Productos Químicos y auxiliares	Dosificación (g/L)	Cantidad (g)
Alumbre Potásico	25	12.5
Ligante	3	1.5

Nota: La solución es estable y homogénea, no presenta precipitación alguna.

En las siguientes tablas se detallan las diferentes dosificaciones del alumbre potásico para tratar los tejidos, en este caso se debe hacer énfasis que se estableció 3 diferentes

dosificaciones, las cuales fueron sometidas en la solución, proceso de impregnación y por último túnel de secado.

Tabla 10

Receta para la muestra I, II y III con una dosificación de 25 g/L de alumbre potásico

Material	Pick up	Temperatura de secado	Tiempo se secado	Volumen de agua: 1000 mL		
				Peso de la muestra		
65% Pes y 35% Co	85%	80°C	15min	N1 15.62 15.82	N2	N3 15.3
Ítem	Productos químicos y auxiliares		Dosificación (g/L)	Cantidad (g)		
A	Alumbre Potásico		25	25		
B	Ligante		3	3		

Nota: La receta para las muestras I, II y III fue determinada en la experimentación.

Tabla 11

Receta para la muestra IV, V y VI con una dosificación de 60 g/L de alumbre potásico

Material	Pick up	Temperatura de secado	Tiempo se secado	Volumen de agua: 1000 mL		
				Peso de la muestra		
65% Pes y 35% Co	85%	80°C	15min	N1 15.06	N2 15.22	N3 15.2
Ítem	Productos químicos y auxiliares		Dosificación (g/L)	Cantidad (g)		
A	Alumbre Potásico		60	60		
B	Ligante		3	3		

Nota: La receta para las muestras IV, V y VI fue determinada en la experimentación.

Tabla 12

Receta para la muestra VII, VIII y IX con una dosificación de 100 g/L de alumbre potásico

Volumen de agua: 1000 mL						
Material	Pick up	Temperatura de secado	Tiempo se secado	Peso de la muestra		
65% Pes y 35% Co	85%	80°C	15min	N1 15.16	N2 15.3	N3 15.17
Ítem	Productos químicos y auxiliares		Dosificación (g/L)	Cantidad (g)		
A	Alumbre Potásico		100	100		
B	Ligante		3	3		

Nota: La receta para las muestras VII, VIII y IX fue determinada en la experimentación.

Las recetas presentadas precedentemente fueron determinadas en experimentación, se realizó tres soluciones diferentes con distintas dosificaciones del alumbre potásico en tres muestras diferentes de 65% Poliéster y 35% Algodón.

En cuanto a la muestra 0 y 1 cabe mencionar que no recibieron ningún tipo de acabado dado que servirán como referencia para realizar y validar; pero la muestra 1 fue expuesta a la transpiración del cuerpo humano.

3.5.2. Medidor de VOC

Es importante mencionar que, antes de medir la ppm (partes por millón) en las diferentes muestras con acabado, se realiza la contaminación de estas mediante la exposición a la transpiración o sudor que produce el cuerpo humano durante el ejercicio físico. Las muestras de igual manera se conservaron en fundas con cierre hermético para facilitar su conservación y respectiva medición en el VOC. En la **Tabla 13**, se presenta las muestras expuestas al sudor en un determinado tiempo, para posterior determinar el grado de eficacia del acabado en las diferentes dosificaciones de alumbre potásico.

Tabla 13*Exposición de las muestras a la transpirabilidad*

Nº Muestra	Alumbre Potásico (g/L)	Ligante (g/L)	Tiempo de exposición (min)
1	Sin acabado	-	0
2	Sin acabado/sudor	-	45
I	25	3	45
II	25	3	45
III	25	3	45
IV	60	3	45
V	60	3	45
VI	60	3	45
VII	100	3	45
VIII	100	3	45
IX	100	3	45

Nota: El tiempo de transpirabilidad se determinó de acuerdo con el ejercicio físico realizado.

3.6. Prueba de solidez al lavado ISO 6330:2012

El procedimiento de lavado se desarrolló en el equipo denominado Wascator Fom 71 CLS, todas las muestras fueron sometidas a lavado para determinar la permanecía del acabado antibacterial con alumbre potásico sobre el sustrato textil y posteriormente para comprobar en el VOC si aún conserva cierto grado de resistencia antibacteriana en comparación de las muestras no lavadas y no tratadas. A continuación, en la **Tabla 14** se exponen los parámetros generales del procedimiento.

Tabla 14*Condiciones generales de la prueba de solidez al lavado*

N° Test	Temperatura		Total de volumen del baño (ml)	% de Detergente en polvo del volumen total	% de detergente líquido del volumen total	No. de balines de acero	Tiempo (Min)
	$^{\circ}\text{C} (\pm 2)$	$^{\circ}\text{F} (\pm 4)$					
3A	71	160	50	0.20	0.28	100	45

Nota: Datos tomados del Manual Técnico de ISO 6330:2012

Capítulo IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de cada una de las distintas pruebas realizadas en la investigación los cuales, a su vez, permitirán comprobar si el estudio cumplió con el objetivo.

4.1.Resultados

Tras las mediciones realizadas (ppm) y pruebas de solidez al lavado se procede a hacer el análisis de estas, así mismo se presentan los respectivos datos para conocer la confiabilidad de los resultados realizados en la experimentación.

4.1.1. Impregnación del alumbre potásico

Los resultados obtenidos luego de realizar la medición de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) en las diferentes muestras de tejido 65% Pes y 35% Co, las cuales fueron sometidas al proceso de impregnación con alumbre potásico con efectos antibacteriales, cuyas muestras posteriormente fueron expuestas a la transpiración durante un tiempo estimado de 45 minutos, con el fin de analizar los resultados en muestras con bacterias colonizadas.

El proceso de impregnación generalmente consiste en impregnar un sustrato textil en un baño o solución que contiene el acabado con el producto antibacterial, este quedará depositado sobre la materia textil. La cantidad de solución depositado en las muestras textiles depende de la absorción de la materia, la cantidad de baño de solución depositado, es decir impregnado/escurrido y la cantidad del producto antibacterial en el baño de impregnación.

4.1.2. Monitoreo de VOC

Tabla 15

Resultados obtenidos en la medición del VOC

CON ACABADO			
ALUMBRE POTÁSICO APLICADO			
Nº Muestra	Alumbre Potásico (g/L)	Ligante (g/L)	VOC (ppm)
0	Sin acabado	-	93
1	Sin acabado/sudor	-	102
I	25	3	131
II	25	3	131
III	25	3	160
IV	60	3	182
V	60	3	189
VI	60	3	210
VII	100	3	327
VIII	100	3	402
IX	100	3	470

En la **Tabla 15** se puede observar que existen 3 diferentes recetas con las que se trabaja, con diferentes concentraciones de alumbre potásico y sin cambios en la concentración de ligante, la muestra N°0 no presenta el acabado, ni tiempo de exposición al sudor; mientras que la muestra N°1 al igual que la que la muestra N°0 no presenta acabado, pero si posee el tiempo de transpiración por ello la variación de valor al momento de medir en el VOC.

4.1.2.1. Tabla de Calificación de los Compuestos Orgánicos Volátiles

Las bacterias presentes en cada una de las muestras generalmente son las responsables de la descomposición del sudor produciendo así los compuestos orgánico-volátiles causando el mal olor en los tejidos, por lo que la cantidad de los VOC depende de la eficiencia del acabado, por ende, el aire puede ser limitado, moderado o alto de acuerdo con la ppm presentes en los tejidos al momento de realizar la respectiva medición.

Tabla 16

Calificación de la ppm en el aire

VOC/ppm	Clasificación
0 - 0,5	Limitada
0,501 – 0,600	Limitada
0,601 – 1,500	Moderada
1,501 – 3,000	Moderada
3,001 – 6,000	Alto
6,001 – 12,000	Alto

Nota: Los datos fueron proporcionados por el manual del equipo VOC (TOPQSC)

Tabla 17

Clasificación de la calidad del aire antes del lavado

Nº Muestra	VOC	Calidad del aire
0	93	Limitada
1	102	Limitada
I	131	Limitada
II	131	Limitada

III	160	Limitada
IV	182	Limitada
V	189	Limitada
VI	210	Limitada
VII	327	Limitada
VIII	402	Limitada
IX	470	Limitada

De acuerdo con la **Tabla 17** los resultados obtenidos, después de la medición de los compuestos orgánicos volátiles se considera que todas las muestras tienen una calificación limitada, es decir que se encuentran en el rango de calidad excelente debido a que el alumbre potásico actúa como un inhibidor de las bacterias reduciendo los compuestos orgánicos volátiles que estos microorganismos desprenden, es por eso que las muestras 0 y 1 muestran valores muy bajos ya que no existe dosificación alguna de alumbre potásico, así mismo las muestras I, II y III muestran valores aún reducidos porque existe una concentración de alumbre potásico baja, sin embargo las muestras IV, V y VI presentan valores neutros, de modo que, a partir de esta dosificación se puede trabajar para conseguir un acabado eficaz y durable; es decir que los mejores resultados están en la muestra VII, VIII y IX puesto que depende de la mayor dosificación del producto antibacterial sobre el sustrato textil.

4.1.3. Resultados de pruebas al lavado

A continuación, se especifica los resultados obtenidos después de realizar el lavado doméstico con la norma ISO 6330:2012, con las distintas variables como son las dosificaciones del alumbre potásico, la cantidad de ligante y la respectiva medición de las muestras en el sensor electroquímico, cuyos valores son en ppm y mide los compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 18*Datos de ppm después del lavado*

CON ACABADO Y POST LAVADO			
Nº Muestra	Alumbre Potásico (g/L)	Ligante (g/L)	VOC (ppm)
0	Sin acabado	-	72
1	Sin acabado/sudor	-	93
I	25	3	102
II	25	3	102
III	25	3	105
IV	60	3	131
V	60	3	145
VI	60	3	160
VII	100	3	264
VIII	100	3	306
IX	100	3	385

Después de realizar el lavado y secado doméstico con la respectiva norma, se obtuvo que la cantidad de VOC disminuyó en cada una de las muestras puesto que con el lavado el acabado reduce su eficacia. Las muestras VII, VIII y IX que tienen una dosificación de 100 g/L de alumbre potásico y 3 g/L de ligante poseen mayor cantidad de compuestos orgánicos volátiles, debido a que la piedra de alumbre actúa como inhibidor de las bacterias, resultando así ser las muestras que mejores resultados obtuvieron, en comparación con las otras dado que generan menor cantidad de VOC es decir que disminuye la cantidad de bacterias que son las responsables del mal olor.

4.1.4. Tabla General de Resultados

En el siguiente apartado se da a conocer los resultados obtenidos de forma general de las pruebas realizadas, en donde se aprecia el número de muestras, la cantidad en g/L de alumbre potásico, la cantidad de ligante g/L, la medición de VOC (ppm) antes y después del lavado y por último el rango de calidad de aire.

Tabla 19

Tabla General de Resultados

MEDICION GENERAL DE VOC

N° Muestra	Alumbre Potásico (g/L)	Ligante (g/L)	VOC (alav)	VOC (dlav)	Calidad del aire
0	Sin acabado	-	93	72	Limitada
1	Sin acabado/sudor	-	102	93	Limitada
I	25	3	131	102	Limitada
II	25	3	131	102	Limitada
III	25	3	160	105	Limitada
IV	60	3	182	131	Limitada
V	60	3	189	145	Limitada
VI	60	3	210	160	Limitada
VII	100	3	327	264	Limitada
VIII	100	3	402	306	Limitada
IX	100	3	470	385	Limitada

Nota: siglas propuestas para las pruebas realizadas **VOC (alav):** Compuestos Orgánicos Volátiles antes del lavado, **VOC (dlav):** Compuestos Orgánicos Volátiles después del lavado.

En la **Tabla 19** se puede constatar que los resultados obtenidos antes y después de haber realizado el lavado con la respectiva norma, se puede determinar que el efecto de eficiencia y

resistencia del acabado antibacterial sigue conservándose, es decir que aún después del lavado todavía existe permanencia del producto antibacterial en las muestras.

4.2. Discusión de Resultados

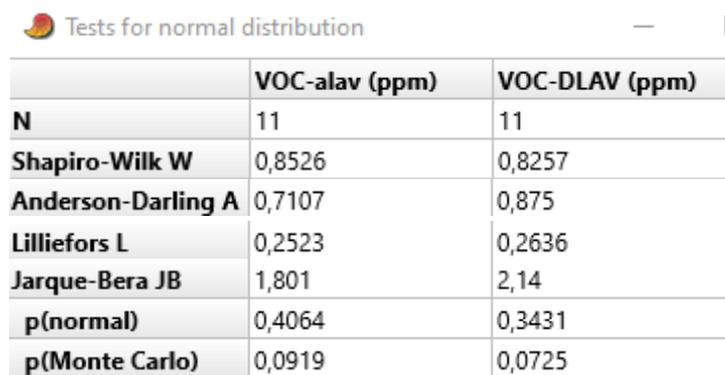
A continuación, los datos compilados durante la investigación en los análisis realizados en los laboratorios de la Planta Textil serán sometidos a una valoración de confiabilidad y normalidad de datos mediante el programa estadístico PAST 4.

4.2.1. Normalidad de Datos

En la presente investigación se realizó el análisis de normalidad con la finalidad de conocer el grado de confiabilidad de los valores obtenidos en cada una de las pruebas realizadas. Teniendo en cuenta los siguientes métodos numéricos: Shapiro-Wilk (W), Anderson-Darling (A), Lilliefors (L) y Jarque-Bera (JB).

Figura 14

Análisis de distribución de Datos



	VOC-alav (ppm)	VOC-DLAV (ppm)
N	11	11
Shapiro-Wilk W	0,8526	0,8257
Anderson-Darling A	0,7107	0,875
Lilliefors L	0,2523	0,2636
Jarque-Bera JB	1,801	2,14
p(normal)	0,4064	0,3431
p(Monte Carlo)	0,0919	0,0725

Nota: Datos analizados bajo el software estadístico PAST 4

En el estadístico Shapiro-Wilk (W), empleado generalmente en un diseño muestral menor a 50 datos, cuyo método consiste en ordenar los valores de forma ascendente, obteniendo de esta manera un nuevo vector muestral (Flores Tapia & Flores Cevallos, 2021), donde se obtuvo un resultado de 0.8257. Para el dato estadístico de Anderson-Darling (A), puesto que indica (Flores Tapia & Flores Cevallos, 2021) que analiza un conjunto de datos de

distribución específica, donde se consiguió un valor de 0.875. En el apartado del estadístico Lilliefors (L); cuyo valor de la media y la varianza es desconocida, se obtuvo un resultado de 0.2636. Finalmente, en el particular del estadístico de Jarque-Bera (Carmona Arce & Crrión Rosales , 2015), que estudia la normalidad de los datos a partir de sesgo y la curtosis, se consiguió un valor de 2.14.

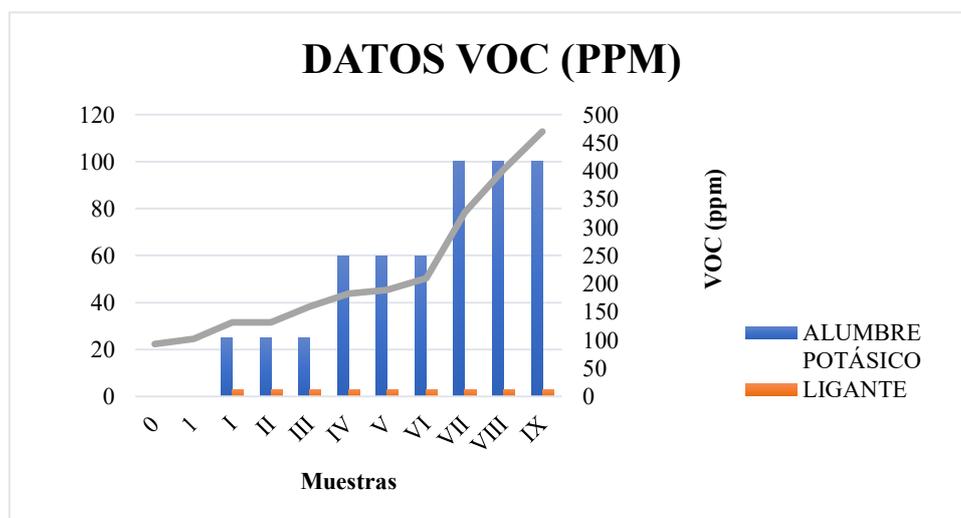
En cuanto al análisis de datos, se puede evidenciar que las 11 muestras fueron sometidas a la prueba de normalidad antes y después del lavado, en donde los cuatro valores estadísticos utilizados para la investigación, se obtuvo resultados superiores a 0.05 permitiendo afirmar que, los datos conseguidos en la experimentación y desarrollados en el software estadístico PAST 4 tiene, una confiabilidad superior al 95%.

4.2.2. Análisis Gráfico de Resultados

En la **Figura 18** se visualiza el análisis que existe de los compuestos orgánicos volátiles en relación con la dosificación del alumbre potásico y el estado de la muestra.

Figura 15

Datos presencia VOC antes de la prueba de solidez al lavado



En la **Figura 15** se analiza que la dosificación de alumbre potásico tiene un efecto sobre la inhibición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en el tejido, por tanto, las muestras I,

II y III, con dosificaciones de alumbre potásico de 25 g/L, tienen una inhibición promedio de 110 VOC; mientras tanto, las muestras IV, V y VI, con dosificaciones de 60 g/L, presentan una inhibición de alrededor de 250 VOC en el tejido.

Finalmente, las muestras VII, VIII y IX, con la mayor dosificación de alumbre potásico (100 g/L), tiene una capacidad de inhibición de microorganismos de 400 VOC en las muestras de sustrato textil. La inhibición de los compuestos orgánicos volátiles es importante en la evaluación de la calidad del acabado textil.

Figura 16

Calificación de la calidad de aire antes de la prueba de solidez al lavado

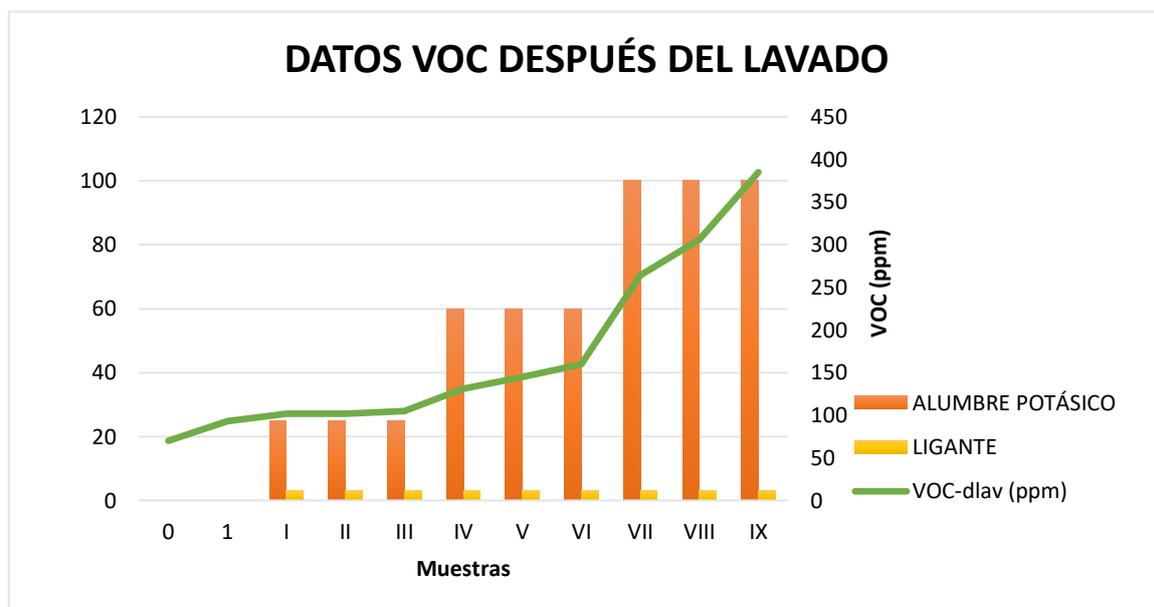


En la **Figura 16** se analiza el rango de calidad de aire de acuerdo con la medición de los compuestos orgánicos volátiles (ppm), presentes en cada una de las muestras con el acabado antibacterial, teniendo como resultado lo antes mencionado en la **Tabla 17** es decir que, así como aumenta la cantidad de VOC es porque a mayor cantidad de alumbre potásico existe mayor inhibición de bacterias.

Las muestras VII, VIII y IX que poseen mayor concentración de alumbre potásico tienen un 90% de aire de buena calidad, de modo que todo depende directamente proporcional con la cantidad de alumbre potásico aplicado en las muestras de sustrato textil, mientras que la muestra II hasta la muestra VI con menos dosificación de alumbre potásico poseen un porcentaje de 25% y 40% respectivamente, es decir que, su calidad de aire ha disminuido, pero se mantiene en un rango aceptable y saludable.

Figura 17

Datos presencia VOC después de lavado



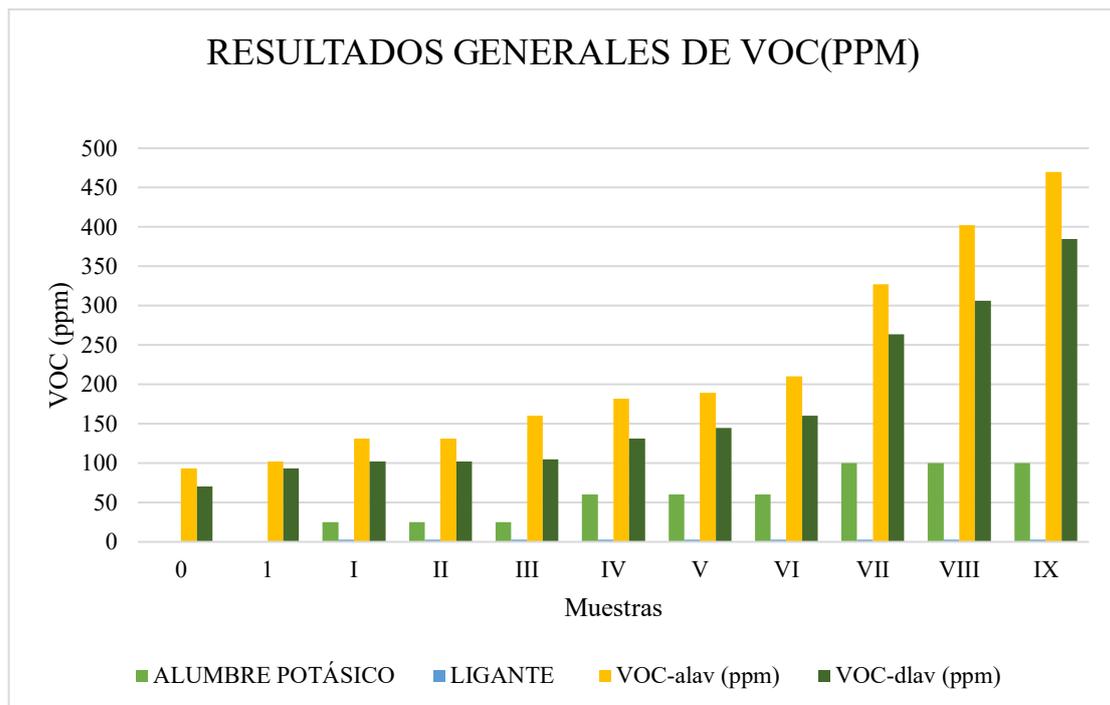
En la **Figura 17** se aprecia que posterior de haber realizado el lavado y secado doméstico con la norma ISO 6330:2012, las muestras de sustrato textil perdieron parte de su capacidad antibacteriana ya que el agente antibacterial disminuyó su resultado y no existió el uso de otros productos químicos para complementar su efecto, es decir que, el aumento de la dosificación de alumbre potásico en el tratamiento de las muestras, puede aumentar la cantidad de VOC emitidos debido a la mayor cantidad de bacterias inhibidas en el proceso.

La capacidad antibacteriana de las muestras disminuyó después del lavado, de modo que la durabilidad del tratamiento antibacterial es afectado o comprometido después de

múltiples lavados. De modo que las muestras VII, VIII y IX, con dosificaciones de 100 g/L, presentan un 20% de reducción del efecto antibacterial después de ser sometidas al lavado; mientras que la muestra II hasta la muestra VI poseen alrededor del 26% de reducción de la permanencia del producto antibacterial en las muestras de tejido.

Figura 18

Resultados Generales de PPM



En la **Figura 18** se observa los resultados obtenidos después de realizar las respectivas pruebas de medición de compuestos orgánicos volátiles antes y después del lavado, en donde se analiza que la ppm después del lavado ha disminuido un porcentaje en comparación con la ppm medidos antes del lavado.

De modo que, se puede afirmar que los compuestos orgánicos volátiles (VOC) están relacionados con la proliferación de bacterias y el mal olor en los tejidos. La aplicación del alumbre potásico mejora la efectividad antibacteriana, por lo tanto, las muestras 0 y 1 sin dosificación de alumbre potásico no tienen capacidad inhibidora de bacterias, mientras que las

muestras con dosificaciones de 25 g/L (I, II y III) y 60 g/L (IV, V y VI), presentan una capacidad de inhibición del 22% y 50%, respectivamente. Además, las muestras con concentraciones de alumbre potásico de 100 g/L (VII, VIII y IX) presentan una inhibición del 80% a los microorganismos staphylococcus aureus después de ser contaminadas y lavadas.

Capítulo V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Debido a que el alumbre potásico al ser una sal natural cristalina soluble en el agua es capaz de disolverse sin problema alguno en este elemento sin cambiar la apariencia, además según la información recolectada en bases de datos confiables, como (Gao & Cranston, 2020), la piedra de alumbre aparte de desodorante es cicatrizante, antiséptico, antiinflamatorio y antihemorrágico.

En cuanto al acabado antibacterial con alumbre potásico se puede mencionar que, este compuesto al no ser tóxico no provoca irritación en la piel, permitiendo así realizar la solución sin saturación y con productos que no alteren su composición. De este modo se realizaron soluciones con diferentes dosificaciones de 25, 60 y 100 g/L de alumbre potásico, consiguiendo distintas concentraciones del producto para obtener un acabado homogéneo y efectivo.

Mediante el proceso de lavado y secado doméstico con la ayuda de la norma ISO 6330:2012 que simula los efectos de cinco lavados domésticos en el tejido con acabado antibacterial, la pérdida del 20% de la acción antibacteriana después del proceso indica que el acabado es semipermanente. Según (Paúcar Sosa, 2017), es importante tener en cuenta que la eficacia del acabado también depende de otros factores, como la frecuencia y la intensidad de uso del tejido, así como las condiciones ambientales.

Así también, es necesario hacer hincapié que el análisis estadístico muestra que los resultados obtenidos en la experimentación son confiables, los cuatro estadísticos numéricos utilizados (Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque -Bera) produjeron resultados con un nivel de confianza superior al 95%, esto significa que los datos obtenidos son válidos y representativos.

5.2.Recomendaciones

Es importante mantener el lugar de trabajo limpio para garantizar la pureza de los productos químicos que se están utilizando y evitar la contaminación cruzada entre las muestras. Además, el alumbre potásico es un compuesto cristalino que puede contaminarse con impurezas presentes, lo que podría afectar la precisión de los resultados, es por esto también que las muestras se almacenan en fundas con cierre hermético para evitar la contaminación externa, especialmente si se trabaja con muestras durante un período de tiempo prolongado.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta la compatibilidad de la dosificación del alumbre potásico con otros productos que se utilicen en el proceso textil, ya que la combinación de diferentes productos puede alterar los resultados y generar negativos en el tejido. Es recomendable realizar pruebas previas para determinar las dosificaciones adecuadas de la piedra de alumbre y evitar posibles errores en la experimentación y tiempo de solubilidad del producto antibacterial.

Además, es importante utilizar equipos de medición adecuados y calibrados previamente para asegurar la precisión de los resultados, es importante seguir los protocolos y procedimientos establecidos en la norma ISO 6330:2012 para asegurar la consistencia y comparabilidad de cada uno de los resultados una vez detallados y registrados con el fin de obtener una evaluación confiable.

Se recomienda que para futuras investigaciones dentro del campo textil se realice el proceso de impregnación del alumbre potásico con la variación del ligante para determinar su efecto sobre el acabado antibacterial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antamba Herrera , J. C. (2017). “*Pre-Blanqueo y tintura de Poly-Algodón en colores pasteles utilizando el sistema a la inversa*”. Ibarra.
- Arellano Cachimuel , I. H. (2017). “*Acabado desodorizante en camisetas Algodón/Poliéster con carbón activo de Coco*”. Ibarra.
- Ballesteros Almedida , L. S. (2015). “*Utilización de fibras sintéticas reciclada, en mezcla con concreto; para la fabricación de bloques de construcción de viviendas*”. Ibarra.
- Brock. (2004). *Biología de los microorganismos*. México.
- Campo Tixicuro, C. D. (2020). “*Aplicación de colágeno de escamas de tilapia en venda textiles destinadas al tratamiento de heridas superficiales por el método de Impregnación*”. Ibarra.
- Carmona Arce , M., & Crrión Rosales , H. (2015). *Potencia de la prueba estadística de Normalidad Jarque-Bera frente a las pruebas de Anderson-Darling, Jarque-Bera Robusta, Chi-Cuadrada, Chen-Shapiro y Shapiro-Wilk*. México .
- Celin Meneses , J. S. (2019). “*Análisis comparativo de un proceso de tinrura entre una tela 100% PES (POLIESTER) Y 100% POLIETILEN TEREF TALATO (PET)*”. Ibarra.
- Constitución de la República del Ecuador. (2018). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Constitución de la República del Ecuador.
- Criollo Tarapués, J. J. (2020). “*Aplicación de un acabado desodorizante con zeolita en camisetas 100% Algodón*”. Ibarra.
- de la Torre Fraga, J. C., & Mesa Álvarez , L. (2015). *Fisiología del sudor*. España.
- Delgado Tapia, M. L. (2017). *Evaluación de dos productos químicos en el curtimiento de la piel del Cuy (Cavia porcellus) Criollo – Cajamarca*. Cajamarca.

- Flores Tapia , C. E., & Flores Cevallos , K. L. (2021). *Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov*. Panamá .
- Gao , Y., & Cranston, R. (2020). Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles. *Textile Research Journal*, 72.
- Google Maps. (15 de Septiembre de 2022). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/Estadio+UTN,+Ibarra/@0.3789184,-78.1243559,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4f62b37d23:0xea99ad1313c1286b!8m2!3d0.3790498!4d-78.1220554>
- Hernández Mendoza , M. A., & Hernández Hernández, G. (2016). “*Análisis, diagnóstico y mejora de procesos de acabado usando el FOULARD*”. Lima.
- Ipiates Mesa , H. E. (2022). “*Evaluación de las características antibacteriales en un tejido de punto Jersey 100% CO aplicando un acabado químico textil con nácar*”. Ibarra.
- Lokuán Lavado , F. E. (2013). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD*. Lima.
- Mangua Josa , Y. (2019). “*Aplicación de un acabado antibacteriales en camisetas deportivas 65/35% Poliéster/Algodón y determinación de su receta óptima*”. Ibarra.
- Mendoza Huamani, C. M. (2018). “*Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de Alpaca (Vicugna pacos) con aliso (Alnus acuminata H.B.K)*”. Acobamba.
- Morejón, L., & Pardo Coba, E. (2008). *Texto de Microbiología I*. Managua.
- Muñoz Echeverri , L. M. (2019). Acabados Antimicrobianos en Textiles: Tendencias y Aplicaciones. *Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 30 .
- Organización Internacional de Normalización. (01 de Abril de 2012). *iso.org*. Obtenido de [iso.org: https://www.iso.org/standard/43044.html](https://www.iso.org/standard/43044.html)

- Páucar Caro , J. C. (2017). “*Eficacia antibacteriana in vitro del alumbre Napolitano sobre STAPHYLOCOCCUS AUREUS y PSEUDOMONAS AERUGINOSA*”. Trujillo.
- Paúcar Sosa , J. C. (2017). “*Eicacia antibacteriana in vitro del alumbre napolitano sobre STAPHYLOCOCCUS AUREUS y PSEUDOMONAS AERUGINOSA*”. Perú.
- QUIMIPUR, S.L.U. (02 de Febrero de 2020). *quimipur.com*. Obtenido de quimipur.com:
<http://quimipur.com/pdf/aluminio-potasio-sulfato-rev-1.pdf>
- Quitama Pastaz, A. B. (2020). “*Análisis de resistencia a la tracción de hilos retorcidos 100% Algodón en relación a su título, torsiones y doblados*”. Ibarra.
- Salazar Cabrera , C. A. (2017). *Extracción y utilización del aceite de menta (Mentha Piperita) y análisis de repelencia en las moscas (Musca doméstica) entres cortinas de tela mediante el proceso de micro encapsulación e impregnación*. Ibarra.
- Tituaña Sosa , T. M. (2018). “*Aplicación de un acabado textil con alumbre de potasio, en un tejido de punto Algodón/Poliéster, mediante el proceso de agotamiento para otorgarle propiedades antibacterianas*”. Ibarra.
- UTN. (05 de Agosto de 2016). *posgrado.utn.edu.ec*. Obtenido de posgrado.utn.edu.ec:
<https://posgrado.utn.edu.ec/index.php/investigacion/lineas-de-investigacion/>
- Valverde Flores , L. R. (2015). *Estudio de reproducibilidad de colores con tinturas textiles en fibras de polialgodón*. Quito.
- Vera García . (2005). *INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA*. EUNED.

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de asistencia al Laboratorio de Calidad Textil



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA TEXTIL



Ibarra, 01 de enero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

CERTIFICO

Que la señorita **Lucero Torres María Fernanda**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100508473-4, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**Evaluación de un acabado antibacterial con alumbre potásico en un tejido Jersey 65% Poliéster y 35% Algodón, mediante el método de Impregnación**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **WACASTOR** - Procedimiento de lavado y secado domésticos para los ensayos textiles (ISO 6330:2012).
- **Sensor Electroquímico** - Equipo medidor de compuestos orgánicos volátiles.
- **Foulard** - Equipo utilizado para el proceso de Impregnación.
- **Balanza Digital** - Instrumento utilizado que sirve para medir la masa de los objetos.
- **Horno de Secado**

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



Anexo 2

Ficha Técnica del Ligante



TAMPON	
INFORMACION TECNICA	
Ligante aniónico multipropósito, obtenido a partir de polímero acrílico. Genera tacto suave, película transparente, brillante, flexible, muy blanda y autoreticulante.	
PROPIEDADES	
Composición:	Polímero acuoso
Carácter:	aniónico
Apariencia:	Líquido blanco.
pH:	n.d.
Solubilidad:	Diluíble en agua temperada.
Almacenamiento:	Mantener los envases bien cerrados.
CARACTERISTICAS	
<ul style="list-style-type: none">▪ Estabiliza la fijación en la tintura pigmentaria.▪ Estampación de pieza, en mesa o maquinas, con buen rendimiento colorístico, tacto suave y elástico.▪ Estampación sobre mezclas de poliéster algodón, fibras sintéticas, telas delgadas, algodón, etc.	
DOSIFICACION	
<ul style="list-style-type: none">• 2 a 5 g/L (Dependiendo del % de Pigmento)	
PRECAUCIONES	
<ul style="list-style-type: none">• Evitar su contaminación con otros productos.• Almacenar en un lugar fresco.	

Anexo 3

Obtención de la Solución



Anexo 4

Elaboración de la Solución aplicando Ligante



Anexo 5

Impregnación de las muestras



Anexo 6

Secado de Muestras



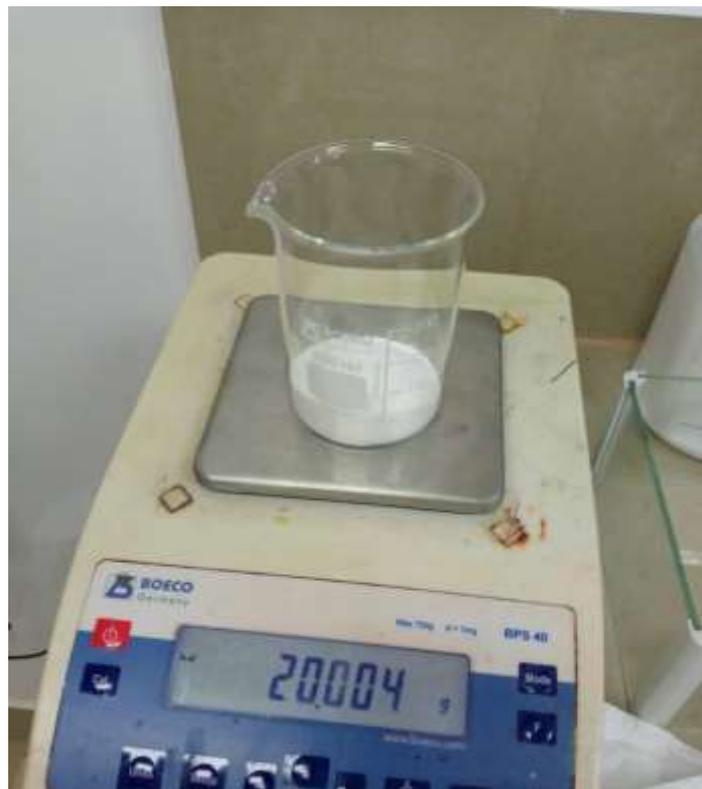
Anexo 7

Medición de VOC



Anexo 8

Pesaje del detergente



Anexo 9

Prueba de Solidez al Lavado



Anexo 10

Medición de VOC después del Lavado

