



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE TEXTILES**

## **TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE “INGENIERA TEXTIL”**

**Tema:** “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS DE UN  
ACABADO A BASE DE BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN SOBRE  
GABARDINA PES/CO 65/35”

**ELABORADO POR:** GUERRERO PINANJOTA CORINA BRIGITT

**DIRECTOR DE TESIS:** MSC. GODOY COLLAGUAZO OMAR VINICIO

**IBARRA – ECUADOR**

**2023**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### IDENTIFICACIÓN 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			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1050303112		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guerrero Pinanjota Corina Brigitt		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo		
<b>EMAIL:</b>	cbguerrerop@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0967636124
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO:</b>	“Análisis de las propiedades antibacterianas de un acabado a base de bórax por el método de impregnación sobre gabardina Pes/Co 65/35”		
<b>AUTOR (ES):</b>	Corina Brigitt Guerrero Pinanjota		
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	01/02/2023		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>		
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil		
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	MSc. Omar Vinicio Godoy Collaguazo		

## CONSTANCIAS

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

Ibarra, 1 de febrero del 2023.

**LA AUTORA:**



Corina Brigitt Guerrero Pinanjota

C. I: 1050303112



**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, Corina Brigitt Guerrero Pinanjota para optar el título de **INGENIERA TEXTIL**, cuyo tema es **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS DE UN ACABADO A BASE DE BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN SOBRE GABARDINA PES/CO 65/35”**, considero que el presente trabajo reúne 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, 01 de febrero del 2023.

MSC. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

**DIRECTOR DE TESIS**

## DEDICATORIA

*Esta investigación, primeramente, se la dedico a Dios por haberme dado las fuerzas e inteligencia de siempre salir adelante triunfante, sin darme por vencida y continuar este proceso para conseguir uno de mis sueños más anhelados.*

*A mis padres, por ser mi única inspiración para seguir firme ante cualquier obstáculo, por su amor, cariño, trabajo y sacrificio que me han brindado en el transcurso de todo este tiempo. Gracias a ellos he aprendido llegar hasta donde estoy y ser quien soy. Es un orgullo y privilegio poder ser hija de padres tan maravillosos como ustedes.*

*A mis hermanos, que han sido un gran apoyo en esta etapa de vida y que no han permitido que en ningún momento baje la mirada, sino más bien compartir conmigo sus consejos sabios de seguir superándome día a día y ser una mejor persona.*

*Corina Brigitt Guerrero Pinanzota*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, que gracias a todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de todos estos años de vida y por llenarme de fuerzas aquellos días de debilidad y tropiezo.*

*A mis padres, Mariana y Ulpiano, quienes han sido siempre mi ejemplo y el mejor motivo de triunfar como profesional, de seguir cumpliendo mis sueños y de nunca dar un paso hacia atrás, sino más bien ser perseverante y tener fe en que todo va a salir bien.*

*A todos los docentes que, desde un principio, a partir de sus conocimientos han ido formando una profesional que queda gratamente agradecida, por todo su esfuerzo y ayuda compartida en esta etapa de vida universitaria, en especial a mi tutor de tesis MSC. Omar Godoy por toda su paciencia, constancia y ayuda que me ha brindado, además de guiarme con sus conocimientos en todo este proceso de investigación y poder culminar con tan anhelada meta de vida.*

*Finalmente, agradezco a todos mis compañeros que sin esperar nada a cambio, me brindaron su valioso tiempo y conocimientos para la realización de este proyecto.*

*Corina Brigitt Guerrero Pinanjota*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	i
CONSTANCIAS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1.1. Descripción del tema.</b> .....	1
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	2
<b>1.3. Importancia del estudio</b> .....	3
<b>1.4. Objetivo general</b> .....	4
<b>1.5. Objetivos específicos</b> .....	4
2. ESTADO DEL ARTE.....	7
<b>2.1. Estudios previos</b> .....	7
<b>2.1.1. Inhibición del crecimiento antibacteriano en textiles</b> .....	7
<b>2.1.2. Aplicación del bórax como bactericida</b> .....	9
<b>2.1.3. Aplicación del bórax (tetraborato de sodio) en sustratos textiles</b> .....	11

2.1.4. Bacterias y su influencia en el desarrollo de compuestos orgánicos volátiles.....	14
2.1.5. La sudoración y su influencia en el crecimiento bacteriano .....	15
2.2. Marco legal.....	16
2.2.1. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte .....	16
2.3. Marco Conceptual.....	16
2.3.1. Bórax .....	16
2.3.2. Bacterias.....	17
2.3.3. Sudor .....	19
2.3.4. Tejido plano .....	21
2.3.5. Proceso de acabado .....	24
3. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipos de investigación .....	26
3.1.1. Enfoque de la investigación .....	26
3.1.2. Investigación científica .....	26
3.1.3. Investigación analítica.....	27
3.1.4. Investigación experimental .....	27
3.2. Normas por aplicar .....	27
3.3. Flujogramas .....	29
3.4. Proceso de impregnación .....	32
3.5. Instrumentos y equipos.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55
4.1. Resultados .....	55
4.3. Discusión de resultados.....	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS. ....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Planta Textil (Universidad Técnica del Norte).....	6
<b>Figura 2</b>	Tipos de bacterias .....	18
<b>Figura 3</b>	Tafetán.....	22
<b>Figura 4</b>	Tejido sarga .....	23
<b>Figura 5</b>	Tejido satén .....	24
<b>Figura 6</b>	Flujograma de procesos.....	30
<b>Figura 7</b>	Flujograma muestral para la obtención de un acabado antibacterial.....	31
<b>Figura 8</b>	Partes de un Foulard .....	33
<b>Figura 9</b>	Cámara de vidrio .....	49
<b>Figura 10</b>	Obtención de las muestras con un sacabocados .....	51
<b>Figura 11</b>	Análisis de la varianza de la prueba de absorción.....	59
<b>Figura 12</b>	Análisis de la varianza de la prueba de VOC.....	60
<b>Figura 13</b>	Normalidad de datos de la prueba de absorción.....	61
<b>Figura 14</b>	Normalidad de datos de la prueba de VOC.....	62
<b>Figura 15</b>	Datos obtenidos antes del lavado .....	63
<b>Figura 16</b>	Datos obtenidos después del lavado.....	64
<b>Figura 17</b>	Datos de presencia de VOC.....	65
<b>Figura 18</b>	Datos de los compuestos orgánicos volátiles .....	65
<b>Figura 19</b>	Datos de la presencia de VOC después de la prueba de solidez al lavado	66
<b>Figura 20</b>	Presencia de compuestos orgánicos volátiles.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resultados de las pruebas MIC y MBC del ácido bórico y bórax .....	10
<b>Tabla 2</b> Ingredientes de las pruebas de las muestras incluyendo sus diferentes tipos y concentraciones finales (g/l). .....	11
<b>Tabla 3</b> Composición nominal del detergente.....	29
<b>Tabla 4</b> Rangos de la presencia de VOC y su calificación .....	34
<b>Tabla 5</b> Información técnica de la tela gabardina .....	36
<b>Tabla 6</b> Datos técnicos .....	37
<b>Tabla 7</b> Receta N° 1 .....	38
<b>Tabla 8</b> Receta N°2 .....	38
<b>Tabla 9</b> Receta N°3 .....	39
<b>Tabla 10</b> Receta N°4 .....	40
<b>Tabla 11</b> Receta N°5 .....	41
<b>Tabla 12</b> Receta N°6 .....	42
<b>Tabla 13</b> Receta N° 7 .....	43
<b>Tabla 14</b> Receta N°8 .....	44
<b>Tabla 15</b> Receta N°9 .....	45
<b>Tabla 16</b> Receta N°10 .....	46
<b>Tabla 17</b> Método de prueba para la absorbencia de textiles .....	48
<b>Tabla 18</b> ISO 7211-2.....	50
<b>Tabla 19</b> ISO 3801 .....	51
<b>Tabla 20</b> Titulación de hilos.....	53
<b>Tabla 21</b> Datos obtenidos de la prueba de absorbencia de textiles .....	55
<b>Tabla 22</b> Datos obtenidos mediante la prueba de medición de los VOC en ppm.....	56
<b>Tabla 23</b> Detalles de datos de la prueba de VOC .....	57

<b>Tabla 24</b> Prueba de la absorbencia de textiles .....	57
<b>Tabla 25</b> Datos obtenidos de la Prueba de VOC después del lavado .....	58
<b>Tabla 26</b> Síntesis de los resultados de las pruebas realizadas .....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Ficha técnica del bórax .....	79
<b>Anexo 2</b> Ficha Técnica de la Gabardina Pes/Co 65/35 .....	80
<b>Anexo 3</b> Ficha técnica de la resina (Apresto CW-L).....	82
<b>Anexo 4</b> Proceso de impregnación .....	84
<b>Anexo 5</b> Proceso de secado .....	84
<b>Anexo 6</b> Prueba de absorción de textiles .....	85
<b>Anexo 7</b> Caracterización del tejido.....	85
<b>Anexo 8</b> Prueba VOC .....	86
<b>Anexo 9</b> Certificado del laboratorio .....	87

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ISO: International Organization for Standardization

VOC: Compuestos orgánicos volátiles (por sus siglas en inglés)

Co: algodón

ppm: partes por millón

MIC: mínima concentración inhibitoria

MBC: mínima concentración bactericida

DI: desionizada

8HQ: 8-hidroxiquinolina

Pes: poliéster

PA: prueba de absorbencia

PAAL: prueba de absorbencia antes del lavado

PADL: prueba de absorbencia después del lavado

VOCAL: presencia de compuestos orgánicos volátiles antes del lavado

VOCDL: : presencia de compuestos orgánicos volátiles después del lavado

## **RESUMEN**

La presente investigación está enfocada en brindar características antibacterianas al material textil gabardina Pes/Co 65/35, mediante la aplicación del bórax, producto que actúa como un agente antibacterial; estudio que está direccionada en dar solución al mal olor e incomodidad que se genera en las personas a partir de la presencia de compuestos orgánicos volátiles (VOC) que son generados por las bacterias al degradar el sudor, desarrollando un textil con acción antibacterial que permite evitar enfermedades de la piel, mitigar malos olores y prevenir la presencia de bacterias. Investigación basada en la aplicación de bórax a diferentes concentraciones (10g/L, 20g/L, 30g/L, 40g/L, 50g/L) sobre la tela gabardina Pes/Co 65/35, mediante el proceso de impregnación en foulard a escala de laboratorio con un total de 11 muestras, mismas que fueron sometidas a pruebas de solidez al lavado doméstico (ISO 6330:2012) con la finalidad de conocer la durabilidad del ennoblecimiento en estas, adicionalmente se medirán los VOC en ppm de las muestras que han sido contaminadas con antelación de sudor, antes y después del lavado, con la ayuda del equipo Air Quality Detector. Adicional a ello se realizará una prueba para la absorbencia de textiles mediante la norma AATCC 79:2014.

Los valores que se obtienen a partir de las diferentes pruebas son tabulados mediante el programa estadístico Past 4; a partir de este, se determina una confiabilidad de datos del 95% ya que el  $p > 0,05$ , lo cual permite determinar que el trabajo de investigación proporciona veracidad, además, mediante figuras estadísticas se pudo interpretar y analizar los resultados obtenidos.

## **PALABRAS CLAVE**

Bórax, antibacterial, sudor, impregnación, acabado textil.

## ABSTRACT

This research is focused on providing antibacterial characteristics to the Pes/Co 65/35 gabardine textile material through the application of borax, which acts as an antibacterial agent. This study is aimed at providing a solution to the bad odor and discomfort generated in people due to the presence of volatile organic components (VOC) that are generated by bacteria when degrading sweat; developing an antibacterial action textile that prevents skin diseases, mitigates bad odors and prevents bacteria presence. The research is based on borax application at different concentrations (10g/l, 20g/l, 30g/l, 40g/l, 50g/l) on Pes/Co 65/35 gabardine fabrics through the foulard impregnation process at laboratory scale with a total of 11 samples, which were tested on domestic washing fastness (ISO 6330: 2012) to know their coating durability; additionally, the VOC in ppm of the samples that were contaminated with sweat — in advance, before and after washing — was measured with Air Quality Detector equipment. In addition, a textile absorbency test was performed using the AATCC 79:2014 standard.

The values obtained from the different tests were tabulated by using the Past 4 statistical program. In this sense, a 95% of data reliability was determined since the  $p > 0.05$  allows to define the research work veracity; in addition, by means of statistical figures, it was possible to interpret and analyze the results obtained.

### Keywords

Borax, antibacterial, sweat, impregnation, textile finishing.

LUIS ALFONSO PASPUEZAN SOTO  
Firmado digitalmente por LUIS ALFONSO PASPUEZAN SOTO  
Fecha: 2023.01.25  
08:13:48 -05:00

Reviewed by:



## Capítulo I

### 1. INTRODUCCIÓN.

#### **1.1. Descripción del tema.**

Esta investigación tiene como objetivo aplicar un acabado antibacterial con bórax con diferentes variables (10 g/L, 20 g/L, 30 g/L, 40 g/L y 50 g/L), en una tela gabardina Pes/Co 65/35 empleando el método de impregnación por foulardado, enfocada para aquellas personas que en su trabajo se encuentran en constante movimiento, haciendo que transpiren, y a partir de ello se dé la presencia de bacterias que tienen como función degradar el sudor, produciendo compuestos orgánicos volátiles VOC, responsables del mal olor. Se determinará su permanencia sobre el tejido al realizar un ensayo de calidad de la solidez al lavado doméstico a partir de norma ISO 6330:2012, y posteriormente se midieron los VOC en partes por millón (ppm) mediante el equipo Air Quality Detector.

El bórax al ser un producto químico que industrialmente ha sido usado en varias áreas de aplicación como: la medicina, industria textil, productos de limpieza, etc.; en este estudio será utilizado como un agente antibacterial, con el fin de limitar el crecimiento de bacterias ante la presencia del sudor.

Para la obtención de datos se realizará pruebas en el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte (procesos físicos y químicos CTEX-UTN), con el fin de que, tras la utilización de equipos de ensayos textiles estandarizados se obtengan datos, y estos a su vez sean analizados e interpretados mediante herramientas estadísticas; investigación que tiene como fin mejorar las características de la tela, la calidad de vida de las personas y que además adquiera un valor agregado.

## 1.2. Antecedentes

La industria textil y sus innovaciones, busca satisfacer las necesidades del cliente; los trabajadores, independientemente del área en la que se encuentren se mantienen en movimiento, pues, al realizar sus actividades de labor diaria, buscan sentirse cómodos con las prendas que usan, es por ello que, se realiza esta investigación, debido a que el sudor incide en la comodidad (factor clave a considerar en el diseño de la ropa) y confianza de las personas (Ho et al., 2011; Hu y Murugesh Babu, 2009), provocando inseguridad, ya que al mantenerse en movimiento va a transpirar, convirtiéndose el sudor en foco de crecimiento bacteriano y como consecuencia, presencia del mal olor .

Buyukakinci & Tezcan (2018) afirman que: tras realizar un acabado antibacteriano sobre muestras de algodón (Co) aplicando soluciones de 8-hidroxiquinolina y bórax en condiciones alcalinas y ácidas, que fueron expuestas contra bacterias Gram-negativas y Gram positivas, concluyeron que las muestras que han sido tratadas con bórax en condiciones alcalinas obtuvieron los mejores resultados antibacterianos, demostrando que este producto (bórax) pudo actuar como un agente antibacteriano contra todas las bacterias Gram positivas a las que fue sometido el material. Se resalta también que las propiedades antibacterianas de las telas de Co que fueron tratadas con 8-hidroxiquinolina, demostraron tener una mejora significativa como producto antibacteriano al aumentar la presencia del bórax.

A partir de un estudio, al haber realizado análisis inhibitorios y bactericidas de compuestos de bórax y ácido bórico contra varias cepas bacterianas, concluyeron que son productos que actúan como agentes bactericidas contra bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter septicus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*), siendo una importante investigación para en un futuro implementar los compuestos de bórax como antibióticos en la medicina. (Haesebrouck et al., 2009; Tolga Yilmaz, 2012)

El bórax es un compuesto que ha sido utilizado en varias áreas de utilidad como: producción de vidrio, aplicación agrícola, limpieza y blanqueo, medicina, retardante de llamas, metalurgia, combustible, nucleares y como producto antibacterial (Buyukakinci & Tezcan, 2018; Orhan et al., 2021).

Esta investigación busca darle un valor agregado a la tela gabardina Pes/Co 65/35, al desarrollar un textil con acción antibacterial que permite evitar enfermedades de la piel, mitigar malos olores, prevenir la presencia de bacterias, sin causar daño al tejido, ni al usuario.

### **1.3. Importancia del estudio**

No solo dentro de la industria textil es en donde se generan problemas, a los cuales se debe dar o buscar una solución, con el fin de mejorar el producto y de esa manera satisfacer las necesidades del consumidor, que se presenta a menudo en la vida diaria de varios empleadores. Siendo esta investigación una posible solución, para contrarrestar el mal olor generado por la degradación bacteriana de los componentes (VOC) del sudor.

Este estudio, a partir de la aplicación de un acabado a base de bórax, tiene como finalidad que la tela adquiera propiedades antibacterianas, de modo que, el textil a la misma vez actué como un reductor de olores, dicho acabado permitirá limitar la presencia de bacterias y que éstas no degraden el sudor evitando la presencia de VOC, mismos que son responsables de la presencia de olores desagradables; las bacterias no solo generan el mal olor, sino también efectos negativos en la salud de la piel y daños en las fibras. (Buschmann et al., 2015)

Gracias a la estructura física y química únicas de cada fibra textil, estas son capaces de ser portadoras ideales de ciertos productos químicos, que, a partir de un determinado proceso, los textiles básicos se convierten en textiles bifuncionales, abriendo las puertas para este material hacia un mercado mucho más competitivo.

#### **1.4. Objetivo general**

- Analizar las propiedades antibacterianas de un acabado a base de bórax por el método de impregnación sobre gabardina Pes/Co 65/35.

#### **1.5. Objetivos específicos**

- Realizar una recopilación bibliográfica sobre la aplicación del bórax tras la revisión de fuentes confiables como libros, revistas, artículos, entre otras, para la elaboración del estado del arte de este proyecto.
- Desarrollar la receta del acabado, definiendo variables, cantidades de sustancias y auxiliares, para la obtención de un tratamiento textil antibacteriano.
- Aplicar el acabado textil a base de bórax sobre la gabardina (tejido plano) a diferentes concentraciones por el método de impregnación, para posteriormente evaluar la ppm de los compuestos orgánicos volátiles (VOC), usando un sensor electroquímico.
- Interpretar los resultados con los datos obtenidos, utilizando herramientas estadísticas, que permitan determinar el efecto antibacteriano aplicando bórax.

#### **1.6. Justificación.**

La industria textil va evolucionando año tras año de acuerdo con las necesidades de los usuarios, con la finalidad de ser más competentes en el mercado, mejorar la calidad de vida de las personas y darle un valor agregado al producto final; Maya Serna et al. (2017) mencionan que la presencia de bacterias no solo causa problemas de higiene, sino también inconvenientes funcionales y estéticos, como el mal olor, manchas, pérdida de resistencia del textil y aumentan los riesgos para la salud. El movimiento continuo de una persona ya sea por las actividades cotidianas o industriales, es una de las causas por las que se genera el sudor, motivo por el cual, se da la presencia de bacterias, en tal virtud, Garrote y Bonet (2005) mencionan que degradan

la transpiración que inicialmente son inodoras, pero al convertirse en compuestos orgánicos volátiles (VOC) son las responsables de la presencia del mal olor. Es decir, el olor corporal se genera debido al metabolismo bacteriano, a la oxidación del sudor y los lípidos presentes en la piel humana, razón por la cual, para controlar el olor corporal humano, se utilizan generalmente técnicas basada en antitranspirantes, bactericidas y desodorantes, siendo el caso de esta investigación el realizar un acabado textil antibacteriano empleando el bórax a diferentes concentraciones en una tela gabardina, que permita inhibir el crecimiento de bacterias. (Hara et al., 2020; Statham y Greenman, 2012)

En consecuencia, se pretende utilizar el bórax, ya que, al ser un producto químico ampliamente utilizado en productos de limpieza es capaz de actuar como un agente antibacterial.

### **1.7. Características del sitio del proyecto**

Esta investigación va a ser realizada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en el sector Azaya (huertos familiares), mismo que está ubicado entre las calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago.

Por lo que, con lo que respecta la parte experimental y el análisis de datos van a ser realizados en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, específicamente en el laboratorio que se encuentra ubicado en la facultad de la Carrera de Textiles (procesos físicos y químicos CTEX-UTN), esto debido a que todos los materiales a utilizar durante la parte práctica del trabajo de investigación y equipos necesarios para la aplicación del tipo de acabado a realizar se lo halla dentro de este centro académico.

## Figura 1

*Planta Textil (Universidad Técnica del Norte).*



*Nota:* La figura muestra la ubicación de donde se encuentra el laboratorio de la Carrera de Textiles (procesos físicos y químicos CTEX-UTN). Fuente: (Google Maps, 2022).

## Capítulo II

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### 2.1. Estudios previos

##### 2.1.1. Inhibición del crecimiento antibacteriano en textiles

Gupta y Bhaumik (2007) mencionan que el material textil, conocido como uno de los recursos que actúa como medio para el desarrollo o crecimiento de microorganismos, como son los hongos y las bacterias, la presencia de estos provoca efectos no deseados tanto en el material textil como en la persona que lo lleva puesto; la propagación ya sea de infecciones o enfermedades de la piel provocadas por la presencia de bacterias pueden ser controladas mediante el uso de textiles antimicrobianos, que matan los patógenos al contacto o dificultan su capacidad de reproducción antes de que puedan transmitirse a otro material o persona. Entonces, las telas independientemente del tipo de fibra con el que este hecho, tienen la desventaja de proporcionar ciertos requisitos que permiten el crecimiento bacteriano.

Es decir, que las fibras naturales y sintéticas son muy distintas al responder el crecimiento de bacterias, por lo que, en el primer caso es muy fácil que las bacterias y microbios ataquen a este tipo de fibras debido al porcentaje de humedad que son capaces de retener, siendo el algodón, la lana, el yute y el lino, los más propensos ante dicho problema. Mientras que, en las fibras sintéticas, el crecimiento es más lento, gracias a la característica de no retener mucha humedad. Sin embargo, los dos tipos de material textil son propensos no solo de actuar como un área o foco para el crecimiento de bacterias, sino también como agentes de propagación de estos; trayendo consigo varios efectos negativos como, problemas para la salud, generación de olores no deseados, deterioro del textil, decoloración, moho, entre otros. (Gupta y Bhaumik, 2007)

Es por ello la importancia de un tratamiento antimicrobiano, ya que, según (Jayapriya

y Bagyalakshmi, 2013), afirman que además de evitar los efectos antes mencionados, también ciñen la infección por bacterias, preservan el material textil de las manchas, decoloración y deterioro de la calidad, limitan el crecimiento de colonias bacterianas, prolongan su vida útil y suspenden el metabolismo de las bacterias para restringir o reducir la formación de malos olores.

Según el Romeral (2015) el mal olor es generado a partir de la degradación del sudor por bacterias, convirtiéndolo en VOC, responsables del olor desagradable. Debido a la gran superficie y la capacidad de retener la humedad en las estructuras del material textil, estos permiten el crecimiento de microorganismos provocando efectos negativos e indeseables, no solo en los tejidos, sino también en el usuario; por lo que gracias a la nanotecnología y con ello el desarrollo de textiles inteligentes, que de acuerdo a las necesidades de las personas permiten de alguna manera solventar dicho contratiempo, que de acuerdo a estudios previos, puede ser solucionado al aplicar al material textil un producto que inhiba o ejecute el crecimiento de bacterias, proceso denominado acabado antibacterial.

Un acabado antibacterial es aquel que agrega a los textiles y prendas un valor agregado, permitiendo que estos otorguen protección de varios aspectos, tales como evitar el crecimiento de bacterias (efecto antibacterial) y hongos, o eliminarlos (efecto bactericida), protegiendo así a los textiles de los malos olores, manchas de moho y daños de sus propiedades; la finalidad que tiene como acabado es proteger al usuario de un textil que actúe como foco de contaminación, y prevenir el desarrollo de bacterias en la superficie de este (de La Peña Benítez y García-Santos, 2016). Los textiles antimicrobianos son manufacturados mediante el tratamiento de sustratos textiles con productos que actúen como agentes antimicrobianos o también a partir del uso de fibras textiles que tengan características de inhibir las bacterias de manera natural, para la aplicación de dichos agentes, se utilizan diferentes métodos, que



dependerán de la química entre el producto antibacteriano y el material textil. Según de la Peña Benítez y García-Santos (2016), “Su funcionamiento dependerá de diversos factores: tipo de sustrato que queramos utilizar, concentración del principio activo en el sustrato, tipo de microorganismo que queramos combatir, tipo de luz existente, temperatura ambiente, humedad ambiente, pH y oxígeno” (p. 201).

### **2.1.2. Aplicación del bórax como bactericida**

Tras un estudio, al analizar la efectividad antibacteriana que tiene el ácido bórico y bórax frente a varias cepas bacterianas, a partir del método del caldo de macrodilución, con la finalidad de determinar la mínima concentración inhibitoria (MIC), y la mínima concentración bactericida (MBC) de los compuestos antes mencionados, para esto se utilizó diferentes especies de bacterias que son capaces de vivir en cualquier tipo de ambiente (Tolga Yilmaz, 2012).

Los estudios fueron realizados y analizados bajo los lineamientos del Comité Nacional de Laboratorio clínico Estándares; Tolga Yilmaz (2012) menciona que, “*El Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Acinetobacter septicus* DSM 19415, *Escherichia coli* ATCC 35218 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 se utilizaron como cepas para la prueba” (p. 1424).

En la **Tabla 1**, se detallan los efectos que tienen los compuestos de boro frente a diferentes cepas bacterianas y las variables con las que se trabajó tanto de bacterias como de productos que fueron utilizados en dicho trabajo de investigación; entonces, el proceso se lo realizó a diferentes concentraciones, la primera a 1/2 y la segunda a 1/64, proceso que fue llevado a cabo a una temperatura de 37°C durante 24h, en la que se concluyó que tanto el ácido bórico y bórax si tienen la capacidad de actuar como agentes antibacteriales frente a varias cepas bacterianas que fueron mencionadas anteriormente, en el que se obtuvieron datos de las CMI y MBA.

**Tabla 1***Resultados de las pruebas MIC y MBC del ácido bórico y bórax*

Microorganims	Boric acid (H3BO3), M=61.83g/mol		Sodium tetraborate (Na2B4O7), M=381.37 g/mol	
	Minimun inhibitory concentration (MIC) (mg/mL)	Minimun bactericidal concentration (MBC) (mg/mL)	Minimun inhibitory concentration (MIC) (mg/mL)	Minimun bactericidal concentration (MBC) (mg/mL)
Staphylococcus aureus ATCC 25923	1/16 3.80 mg/mL	1/16 3.80 mg/mL	1/16 23.80 mg/mL	1/16 23.80 mg/mL
Acinetobacter septicus DSM 19415	1/16 3.80 mg/mL	1/16 3.80 mg/mL	1/16 23.80 mg/mL	1/16 23.80 mg/mL
Escherichia coli ATCC 35218	1/8 7.60 mg/mL	1/8 7.60 mg/mL	1/8 47.60 mg/mL	1/8 47.60 mg/mL
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	1/8 7.60 mg/mL	1/8 7.60 mg/mL	1/8 47.60 mg/mL	1/8 47.60 mg/mL

Nota: efectos de los compuestos de boro en las cepas bacterianas. Adaptada de: Tolga Yilmaz (2012, p. 1427).

Los compuestos de boro tienen cierta actividad bactericida, ante bacterias grampositivas y gramnegativas, además de actuar como un agente antifúngico, conservante de alimentos y como un producto farmacéutico (Sopchenski et al., 2018). Además, Borokhov y Schubert (2007) informa que el ácido bórico y bórax fueron evaluados frente a cuatro especies de bacterias, *Bacillus subtilis*, *Cellulomonas* sp., *Erwinia carotovora* y *Serratia marcescens*, mismas que son capaces de colonizar la madera y degradar las propiedades de esta; actuando como un producto antibacterial, limitando y en muchos de los casos eliminando el crecimiento de bacterias.

A partir de dichos estudios, se demuestra como el compuesto bórax tiene la capacidad de inhibir varias cepas bacterianas, y en ellas se incluyen aquellas que se encuentran colonizando la piel humana, especialmente las zonas que se encuentran en estado húmedo. El bórax, como un agente antibacterial puede ser de mucha ayuda dentro de la industria textil ya que, al actuar como tal, además de tener varias características más a favor, y con respecto a su

costo económico y adquirible, se convierte en un producto muy viable para ser usado en este sector industrial.

### 2.1.3. Aplicación del bórax (tetraborato de sodio) en sustratos textiles

Según Buyukakinci y Tezcan (2018) mencionan que, al realizar una investigación que tuvo como objetivo analizar las propiedades antibacterianas al tratar muestras de algodón 100% con 8-hidroxiquinolina (8HQ) y bórax, para la manufactura de ropa de trabajo en el área biomédica, según como se muestra en la **Tabla 2** utilizó el 8HQ como un agente antibacterial y el bórax como un compuesto ecológico capaz de mejorar las características antibacteriales. Se realizaron soluciones madre ácidas y alcalinas a temperatura ambiente de 8HQ en 1L, de soluciones acuosas de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e hidróxido de sodio (NaOH), para luego preparar la solución de tratamiento con el bórax:

**Tabla 2**

*Ingredientes de las pruebas de las muestras incluyendo sus diferentes tipos y concentraciones finales (g/L).*

Código de muestra	10g/L 8HQ	10g/L de Bórax	Condición ácida	Condición básica
C (algodón sin tratar)	-	-	-	-
C8a	+		+	
C8b	+			+
C8Ba	+	+	+	
C8Bb	+	+		+

Nota: se utilizaron soluciones madre ácidas o básicas de 8HQ. Adaptada de: Buyukakinci y Tezcan (2018, p. 1025.)

El tratamiento se lo realizó a una temperatura de 60°C, con una relación de baño de 1:20, durante un tiempo de 30 minutos con agitación constante, y finalmente fueron lavadas

para eliminar el exceso de químicos no adheridos en el material textil. Las propiedades antibacterianas fueron analizadas antes y después de ensayos de lavado (5 veces), concluyendo que, todas las muestras tratadas con 8HQ y bórax resultaron ser las que más actuaban como textiles antibacteriales especialmente en condiciones alcalinas, inhibiendo principalmente las bacterias Gram positivas, en comparación con las muestras que fueron tratadas con la solución de 8HQ que tuvieron un bajo resultado antibacterial. Además, las muestras que fueron tratadas en condiciones ácidas tuvo efectos negativos en el material, presentando un desgaste y daños en las muestras con las que se estaba trabajando. (Buyukakinci & Tezcan, 2018)

Por lo que a partir de esta investigación se determinó que el bórax puede ser usado como un producto antibacterial en el tratamiento de telas o prendas, que permite inhibir el crecimiento de varias cepas bacterianas que se encuentran habitando en la piel de todas las personas, entonces, este producto químico puede ser usado para un acabado textil antibacterial para diferentes áreas de trabajo y no solo para el sector de la salud.

Akbar et al., (2017) informan que la funcionalidad de los compuestos que contienen boro, como el ácido bórico, bórax, dióxido de boro y tetraborato de potasio, fueron analizados que tan viables pueden actuar como agentes antibacterianos, debido a su utilización como fertilizante, insecticida, aditivo para detergentes, y tampones en productos farmacéuticos; inicialmente, las partículas de nanoboro se prepararon en agua desionizada (DI) ambiente en concentraciones de 0.002, 0.02, 0.2 y 2 g/100ml, que fueron aplicados sobre muestras textiles con una composición de 47% Pes, 47% viscosa y 6% elastano, el proceso se realizó mediante el método de recubrimiento por inmersión en las soluciones de nanoboro y se realizó un secado del material a 37°C.

Estudio que tuvo como resultado que las nanopartículas de boro son agentes eficaces para limitar el crecimiento bacteriano de cepas bacterianas Gram positivas y negativas,

mientras que la tasa de eliminación es particularmente efectiva en bacterias gramnegativas (E.coli), es decir los compuestos de boro han demostrado actuar como agentes antibacterianos, tras realizar la caracterización y evaluación de propiedades antibacterianas de los nano-polvos de boro y los textiles que tuvieron un acabado con compuestos de boro en agua DI. (Akbar et al., 2017)

Sokmen y Buyukakinci (2018) plantea que, el sector textil es una de las áreas que se benefician del producto bórax o tetraborato de sodio, al ser un producto que puede ser usado para diferentes fines, uno de ellos es el acabado textil, que puede actuar ya sea como, retardante de llamas, antibacterial, blanqueo, reductor, etc. En un estudio, se utilizó ácido bórico, bórax y borato de zinc en tres variables diferentes (5%, 7,5%, 10%) a un producto químico ignífugo denominado Alfa-x, y el estudio analizó si esto mejoraba la retardación de la llama de un tejido de algodón o no. Obteniendo como resultado que los compuestos de boro aumentaban la calidad de la ignifugación del tejido, y el bórax era quien proporcionaba el resultado más eficaz, es decir, al haber aplicado este, como un producto ignífugo, termino mejorando de manera significativa las características como tal.

Por otro lado, según Quelal (2019) afirma que, en un estudio experimental, el bórax fue aplicado junto al ácido bórico en un tejido plano 100% Co por el método de impregnación, con la finalidad de obtener a partir de ello un material textil resistente a la llama; se realizaron 10 muestras en las que se utilizó, bórax, ácido bórico, resina (AEROTEX), catalizador (cloruro de magnesio), regulador de pH (ácido fórmico), tensioactivo (novapal sha), dispersante y suavizante. Concluyó que la receta más optima fue la muestra 10, en la que utilizo 26 g/L de bórax y 14g/L de ácido bórico, a una temperatura de 100°C de secado durante 1min y una temperatura de 170°C de curado durante un tiempo de 2min.

#### **2.1.4. Bacterias y su influencia en el desarrollo de compuestos orgánicos volátiles**

Las bacterias son microorganismos que no se los puede ver a simple vista, por lo que, para ser evaluados se utiliza un microscopio óptico o electrónico, son los que más abundan en el planeta tierra, siendo así, el cuerpo humano esta colonizado por varias cepas bacterianas, siendo la mayoría de estas las causantes del desarrollo de los compuestos orgánicos volátiles al metabolizar las moléculas presentes en las zonas húmedas del cuerpo que les sirve de alimento durante su colonización. Las bacterias presentes en la piel son las aerobias (*Staphylococcus* y *Corynebacterium*) y anaerobias (*Propionibacterium*), que habitan en los folículos pilosos y en las glándulas sebáceas (Tituaña, 2018).

Shirasu y Touhara (2011) plantean que, los VOC que se emiten de la superficie de la piel son desarrollados principalmente por la degradación que realizan las bacterias al metabolizar el sudor, un líquido segregado por las glándulas sudoríparas y del sebo, una sustancia pringosa ubicada en la axila, la región perinal y la areola de las mamas. A pesar de que generalmente algunos de los VOC se presentan debido a los cambios hormonales o metabólicos, la mayoría de los VOC se derivan de aquellas bacterias que viven en la superficie de la piel y metabolizan el sudor. Además, cualquier alteración en el equilibrio homeostático debido, por ejemplo, a algún trastorno metabólico heredado o infección bacteriana del área enferma puede inducir cambios tanto en la calidad como en la cantidad de VOC.

Los VOC representan un grupo de moléculas a base de carbono; como resultado de las funciones metabólicas normales, el cuerpo produce una gran cantidad de VOC que se liberan en el aliento, secreciones de la piel, la saliva, sangre, la orina y las heces. La mayoría de estos, se derivan por lo general de microbios que se encuentran en el cuerpo, y son detectados debido al mal olor que generan. Es decir, el olor único de cada persona consiste en los compuestos

orgánicos volátiles, que son producidos no solo por los propios humanos sino también por sus microhabitantes. La bioquímica detrás de la conversión microbiana del sudor en productos malolientes aún no se comprende por completo. Sin embargo, el olor puede atribuirse en gran medida a la producción de compuestos orgánicos volátiles (VOC), incluidos los ácidos grasos volátiles y los tioalcoholes. (Benohanian, 2001; Elmassry y Piechulla, 2020)

### **2.1.5. La sudoración y su influencia en el crecimiento bacteriano**

Chiller et al. (2001) consideran que la piel es un hábitat para la colonización de varias cepas bacterianas, la cantidad o densidad de bacterias presentes en la piel, dependerá de varios factores como, la ubicación anatómica, la humedad local, la cantidad de producción de sebo, el estado hormonal y edad del huésped, y la presencia del sudor. La colonización de estos microorganismos, es el resultado de la capacidad que tienen las bacterias para adherirse en la piel del ser humano, crecen en un medio relativamente húmedo y ácido, como son, las zonas del cuerpo que tienen la función de transpirar (axila, ingle, glúteos, cuello, entre otros); es decir, al llegar el sudor a la superficie de la piel, zona en la que se encuentran las bacterias, estas dan lugar a la descomposición del sudor que es quien ofrece nutrientes para la supervivencia de estos microorganismos. Según Flowers y Grice (2020) afirma que:

Por ejemplo, la bacteria de la piel *Cutibacterium acnés*, produce lipasas que descomponen los lípidos del sebo, lo que le permite utilizar los ácidos grasos resultantes como nutrientes. Otros nutrientes disponibles en la piel incluyen sales secretadas por las glándulas sudoríparas (ecrinas y apocrinas) y desechos celulares ricos en proteínas y lípidos que resultan de la descamación o desprendimiento de la capa cornificada de la epidermis a través de un proceso de diferenciación terminal. Aunque la superficie de la piel está mayormente desecada con algunas excepciones notables, los lípidos, las sales y los desechos celulares proporcionan suficientes nutrientes para la supervivencia,

especialmente para aquellos microbios (bacterias, hongos) que se adaptan a las condiciones generalmente inhóspitas. (párr. 2)

## **2.2. Marco legal**

### **2.2.1. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte**

Según (UTN, 2018), menciona que los proyectos de investigación científica deben estar relacionados con las 10 líneas de Investigación vigentes, aprobadas por el Honorable Consejo Universitario:

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
10. Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

La Carrera de Textiles lleva a cabo los trabajos de investigación en las líneas 1 y 9, por lo que el presente estudio se lleva a cabo de acuerdo con la línea de investigación 9, misma que busca innovar un material textil al aplicar un producto o compuesto químico que actúe como un agente antibacteriano.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Bórax**

Según Gattey (2008) afirma que el bórax, o tetraborato de sodio es un compuesto



alcalino natural que es un precursor en la fabricación de ácido bórico, es un mineral incoloro o blanco de origen natural, que por lo general se lo encuentra en forma de polvo. Larsen et al. (2015) menciona que, es un compuesto inorgánico y no degradable, pero sujeto a transformaciones químicas una vez liberadas al medio ambiente, formando diferentes sales que contienen boratos; las concentraciones ambientales de boratos son muy cambiantes y se encuentran fielmente influenciadas por las condiciones geológicas.

Según Gattey (2008) plantea que este compuesto se lo usa en diferentes industrias, por lo que algunas de sus utilidades son: conservante, tampón, inhibidor, antiséptico, fungicida, para fabricar vidrios, esmaltes, ignifugar textiles y maderas, en el hogar suele ser usado como insecticida, y dentro de la industria de limpieza se lo usa frecuentemente en los detergentes y jabones.

Las propiedades físicas y químicas de este producto químico son, según Bernard et al. (2010), “peso molecular, 381,87; punto de fusión, 62°C (comienza a disolverse en agua de hidratación); presión de vapor , menos de  $10^{-6}$  torr a 20°C; solubilidad en agua, 4,71% a 20°C; pH, 9,24 (solución al 1%) a 20°C; gravedad específica, 1,71” (párr. 1.).

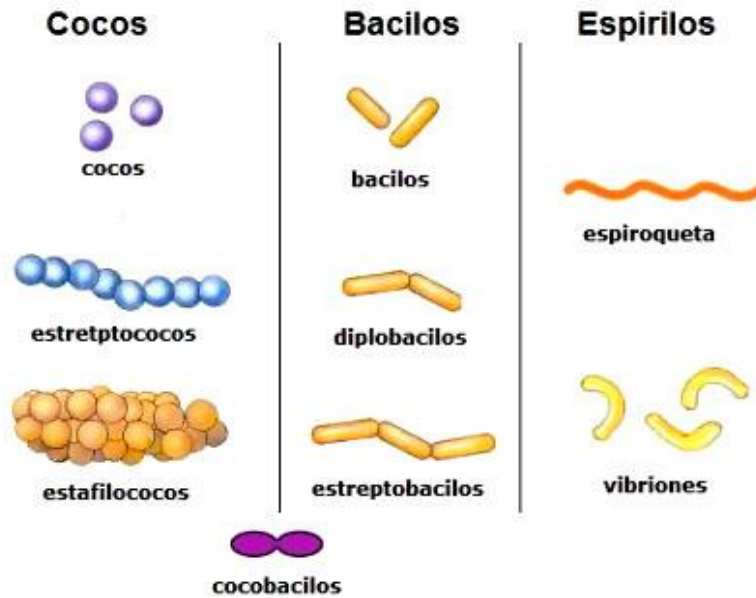
### **2.3.2. Bacterias**

Marcano (2008), “Las bacterias son microorganismos procariotas unicelulares que presentan un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0,5 y 5  $\mu\text{m}$ , por lo general) y diversas formas incluyendo esferas, bastones y espirales” (párr. 1.).

Son microorganismos que se generan a partir de una fisión binaria, se las puede clasificar de la siguiente manera: bacilos (bastones), cocos (esferas), espirilos (forma de espiral); y de acuerdo con sus propiedades de tinción se encuentran las Gramnegativas y Grampositivas, y dentro de cada una de estas se subclasifican en bacilos, cocos y espirilos Grampositivos y Gramnegativos. (Parker, 2001; Vargas Flores y Kuno Vargas, 2014)

## Figura 2

### *Tipos de bacterias*



Fuente: (Fernández y Tamaro, 2004)

#### **2.3.2.1. Bacterias en las prendas de vestir**

Los textiles no están exentos al crecimiento de microorganismos debido a la estructura y capacidad de retener la humedad. De acuerdo con las bacterias que se encuentran en la piel, se demuestra a continuación los tipos de bacteria que podrían presentarse en una prenda:

- “Staphylococcus Aureus (ropa de trabajo y deporte)
- Proteus Marabilis (ropa para deportes)
- Escherichia Coli (ropa para deportes y lencería de hospital)” (Tituaña, 2018, p. 22).

#### **2.3.2.2. Características de las bacterias**

Vargas Flores y Kuno Vargas (2014) afirma que las bacterias pueden ser identificadas por las siguientes características:

- Pigmentación: puede variar entre el verde, amarillo o grisáceo.
- Olor: suele ser frutal o putrefacto.
- Consistencia: mucoide, liso o rugoso.
- Comportamiento óptico: ante la luz transmitida estos pueden ser opacos, translúcidos o transparentes; frente a la luz estos pueden verse brillantes u opacos (p. 2597.).

### **2.3.3. Sudor**

El transpirar es una actividad necesaria del ser humano en la vida diaria, y mucho más para aquellas personas que en su labor diario deben mantenerse en contante movimiento al realizar cada una de sus actividades, permitiendo que a partir de la transpiración mantengan regulada la temperatura del cuerpo, eliminen toxinas y conserven el pH corporal.

Garrote y Bonet (2005), “El sudor es una secreción corporal hipotónica, inodora, incolora, de pH ligeramente ácido (4,5-5,5), compuesto por agua mayoritariamente y por electrolitos (sodio, potasio, cloro, amonio, calcio, fosfatos) y sustancias orgánicas (urea, proteínas, lípidos, aminoácidos) en menor cantidad e inicialmente inodoras” (párr. 8.). La descomposición de dichas moléculas que se generan a partir de la presencia del sudor, por la aparición de bacterias que se alimentan de este tipo de sustancias en descomposición presentes en la superficie de la piel, en consecuencia, da lugar a: derivados de sulfhídricos, amoníaco, aminas, ácido butírico, entre otros, generando un olor desagradable en las zonas que generalmente tienen la capacidad de transpirar.

Se debe tener muy en cuenta que el sudor en un principio es inodoro, sin ningún olor desagradable, pero debido a que ciertas zonas del cuerpo se mantienen húmedas por la transpiración generada, las bacterias son capaces de colonizar dichas áreas y generar los VOC, que son responsables de olores desagradables en el cuerpo.

### **2.3.3.1. Mal olor corporal**

Según Benohanian (2001) afirma que, el olor corporal es causado principalmente por las glándulas sudoríparas apocrina, que se activan durante la pubertad. Estas glándulas sudoríparas se desarrollan en regiones pilosas como las axilas, los genitales y el cuero cabelludo, donde secretan un líquido aceitoso compuesto por proteínas, lípidos y esteroides. Contrariamente a la creencia popular, este fluido viscoso (sudor) es naturalmente casi completamente inodoro. Solo cuando los miembros del microbiota de la piel metabolizan estas secreciones, producen los subproductos malolientes que causan el mal olor corporal. En los humanos, las axilas ofrecen un ambiente húmedo y cálido donde los microbios pueden prosperar, lo que las convierte en un punto de acceso microbiano.

Martin et al. (2010) menciona que, “El olor axilar característico del ser humano se forma por la acción bacteriana sobre los precursores del olor que se originan en las glándulas sudoríparas apocrinas”(párr. 1.). Es decir, el mal olor corporal se genera a partir del metabolismo de las bacterias de la piel, que descomponen el sudor que en un principio es inodoro, produciendo compuestos orgánicos volátiles (sustancias odoríferas), responsables y promotores del mal olor. Teniendo en cuenta que, mientras más volátil se desarrolle el sudor, más desagradable será el olor que emita, y viceversa.

Las zonas del cuerpo más propensas a generar sudor son, las axilas, plantas de los pies, las palmas de las manos, partes genitales de los hombres y mujeres, espalda y en los espacios entre los dedos de los pies, siendo un problema tanto estético como higiénico (Garrote & Bonet, 2005), debido a que son las áreas del cuerpo que funcionan como el hogar perfecto para la colonización de bacterias y ante la presencia de humedad, piel muerta y grasa es el lugar perfecto para alimentarse y desarrollarse, y a partir de ello generan desechos que dan lugar al mal olor corporal que en resumidas cuentas estos tipos de microorganismos son los causantes de tal defecto.

### 2.3.4. Tejido plano

Desde el punto de vista de la industria textil, un tejido plano es el entrecruzamiento de hilos, uno transversal, al cual se lo denomina trama (pasadas) y el otro longitudinal, conocido como urdimbre (hilos), es a partir de ello como el tejido va tomando forma, y obteniendo ciertas características de resistencia, estabilidad, elongación, entre otros.

#### 2.3.4.1. Características de un tejido plano

Entre las características más importantes que tiene el tejido plano son:

- Es un tipo de tejido que es capaz de mantenerse estable al deshilarse un hilo, es decir, es difícil de que pueda destejarse de manera consecutiva como es el caso del tejido de punto, además, los orillos generalmente corren a lo largo del tejido textil.
- El sentido de la urdimbre es una de las áreas del tejido plano que en la mayoría de las telas tiene un bajo porcentaje de elasticidad en relación con la trama.
- En el sentido de urdimbre la densidad de hilos es superior a la densidad presente en la trama.

#### 2.3.4.2. Ligamentos fundamentales

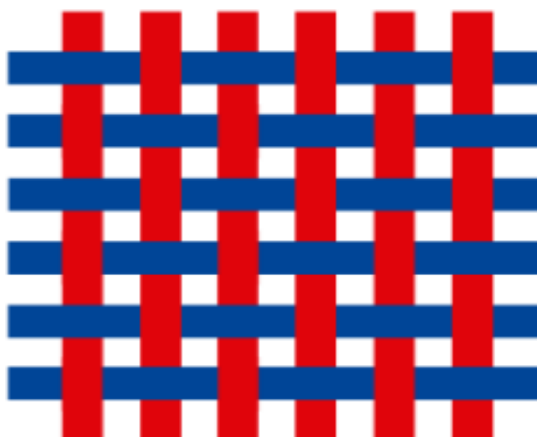
Ligamentos utilizados como base para la fabricación de tipos de tela sencillas, tienen las siguientes características, según Lockuán (2012):

- “Rapport cuadrado
  - Escalonado continuo (de una sola cifra) y
  - En cada hilo y en cada pasada, un solo punto de escalonado” (p. 39).
1. **Tafetán:** es uno de los ligamentos más pequeños y fáciles, tanto el lado revés como el derecho son idénticos y es uno de los más antiguos en lo que respecta

a su representación ya que a partir del mismo se han realizado un sinnúmero de tejido de telas, tales como, popelina, vichy, listadas, entre otras. (Fonseca, 2020)

### Figura 3

#### *Tafetán*



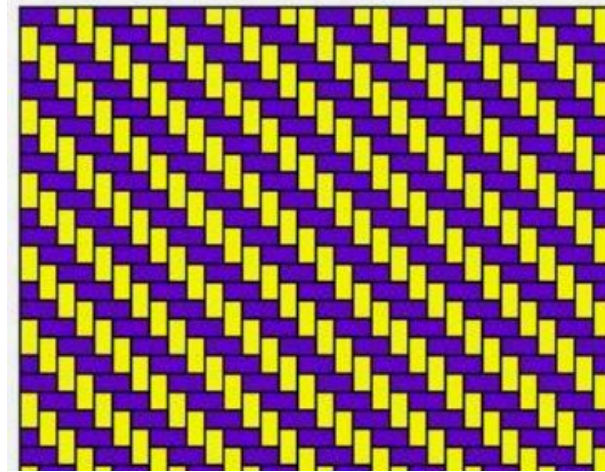
*Nota:* La figura muestra la estructura del tipo de tejido tafetán. Fuente: (Lafayette, 2019)

2. **Sarga:** este tipo de tejido es el segundo más conocido y uno de los más usados a nivel industrial dentro de los respecta tejido plano. Tejido que en su superficie de acuerdo con el rapport que tenga como base, formará una diagonal y su inclinación dependerá de la densidad de hilos en la trama como en la urdimbre; siendo así, según Lockuán (2012) afirma que, “a más densidad de la trama la diagonal más horizontal, a más densidad de urdimbre más vertical la diagonal” (p. 40.)

La diagonal que se forma puede estar tanto en forma de “z” como de “s”, lo cual permite identificar en qué lado de la tela se encuentra el lado leve y el lado pesado (Fonseca, 2020).

## Figura 4

### Tejido sarga



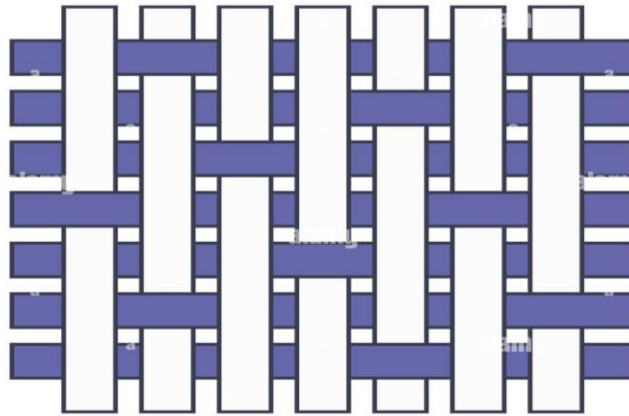
*Nota:* La figura muestra la estructura del tejido sarga. Fuente: (Morrison, s.f.).

Según Fonseca (2020) plantea, los ligamentos derivados de la sarga más conocidos y utilizados a nivel comercial son:

- **Denim:** este tipo de tela se encuentra estructurada por una urdimbre que tiene color índigo y la trama se encuentra con hilo crudo, dentro del mercado comercial se lo conoce como “jean” y es utilizado para la manufactura de jeans, casacas, chaquetas, entre otros.
  - **Gabardina:** tela que puede ser manufacturada con fibras naturales o sintéticas y sus mezclas, la mezcla más común para este tipo de tejido es el Pes/Co en diferentes porcentajes de fibras. Su estructura está muy bien definida y apretada, utilizada para diferentes prendas de vestir, de diversos sectores de trabajo.
3. **Satén o raso:** Este tipo de tejido es identificado por su superficie lisa y su pronunciado brillo en el lado leve del tejido, mientras más hilos dejados haya, más pronunciado será el brillo de esta. La seda, rayón, algodón y lino son las fibras utilizadas para la manufactura de este tipo de tejido.

## Figura 5

### *Tejido satén*



*Nota:* La figura muestra la estructura del tejido satén. Fuente: (Intexil, 2021).

### **2.3.5. Proceso de acabado**

Un acabado textil químico puede llevarse a cabo a partir de varios procesos, tales como, pulverización, agotamiento, impregnación, recubrimiento, entre otros; por lo que para la presente investigación se utilizara el proceso de acabado químico por impregnación, usando una máquina denominada foulard, a continuación, se detalla más información.

#### **2.3.5.1. Impregnación**

El proceso por impregnación o denominado también foulardado, es uno de los métodos para acabados textiles, más usados a nivel de la industria textil; es un proceso que se lo realiza al impregnar o sumergir el material textil, en un baño en el que se encuentre la solución del acabado que se va a aplicar, posteriormente, a partir de dos rodillos que dan presión se procede a escurrir el exceso de producto en el textil y finalmente se lo pasa por una secadora, con la finalidad de que la solución del acabado se haya adherido en el material textil con exactitud. Las variables para mantener controlada la calidad del proceso son el área del foulard, la velocidad al que se mueve el material textil, presión de los rodillos, porcentaje de pick up presente en la tela, la relación de baño, entre otros. (Santillán, 2017; Solé, s.f.)



Hernández y Hernández (2017) plantean que, un factor para tener en cuenta en este proceso es el pick up, mismo que puede ser capaz de determinar la calidad del tejido.

El pick up, es la cantidad de solución que ha absorbido o se ha retenido en 100 unidades de peso del material textil luego de haber realizado el proceso de impregnación en el foulard, proceso que depende de las siguientes variables, tipo y propiedades del tejido, título del hilo, propiedades del cilindro, velocidad de foulardado, modo de preparación del textil, entre otros. (Santillán, 2017)

$$\text{Pick up (\%)} = \frac{(ph-ps)}{ps} * 100 \quad (1)$$

Donde:

- ph= peso húmedo de la tela
- ps= peso seco de la tela

Según Lockuán (2012), “El pick up de un tejido depende inversamente de la presión de exprimido en los rodillos del foulard.

- A mayor presión del exprimido, el pick up disminuye
- A menor presión del exprimido, el pick up aumenta” (p. 43).

Para un acabado moderado, de calidad, el pick up deberá oscilar entre del 80-100%.

## Capítulo III

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipos de investigación

##### 3.1.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene como finalidad realizar un análisis de las propiedades antibacterianas de un acabado a base de bórax por el método de impregnación sobre gabardina Pes/Co 65/35, tema que se fundamenta en el tipo de investigación científica, analítica y experimental, para a partir de ello obtener datos y resultados de forma versátil, que son analizadas de manera estadística y que permitirá mejorar las prestaciones del género textil tratado, con un enfoque cuantitativo, que busca recolectar datos para que luego los mismos sean analizados y finalmente, estos sean interpretados con la ayuda de herramientas estadísticas.

##### 3.1.2. Investigación científica

La investigación científica es aquella que a partir de la búsqueda de información se pretende dar o encontrar una solución a un problema dado, respondiendo dudas que se generan en el transcurso de una investigación, a partir de actividades científicas. Según (Baena, 2017) afirma que:

La investigación científica es una actividad que permite obtener un conocimiento; es decir, es “un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna para entender, unificar, corregir o aplicar el conocimiento” (p. 9)

### **3.1.3. Investigación analítica**

Según Unda (1999) menciona que:

Se caracteriza por separar o descomponer los elementos que conforman el objeto investigado, a fin de identificar su comportamiento particular y el carácter de las relaciones entre dichos componentes. El método analítico será aquel que descompone un todo en sus partes, el todo puede ser concreto abstracto. Comienza con la observación y descripción de un hecho, para luego descomponerlo en sus partes y establecer jerarquías que permitan identificar lo esencial de lo fenoménico. (p.49)

### **3.1.4. Investigación experimental**

Según Unda (1999) menciona que:

Consiste en provocar una determinada situación que se quiere estudiar mediante la manipulación deliberada de una variable sobre otras. La realización del experimento supone una adecuada selección de los objetos o sujetos que van a ser sometidos a prueba. Debe existir una plena identificación del tipo de variables, de las condiciones de homogeneidad (si se trabaja con grupos de gente) y de las condiciones específicas de temporalidad (iniciación, duración, finalización) del experimento. (p.50)

## **3.2. Normas por aplicar**

### **3.2.1. Método de prueba para la absorbencia de textiles según AATCC**

#### **79:2014**

Este método de prueba es utilizado para realizar la determinación de la absorbencia de agua, en hilos, telas y prendas. Se puede usar en textiles de cualquier contenido de fibra o construcción, incluidos tejidos y no tejidos. Lo que se busca a partir de esto es, determinar qué

tan absorbente o no es la tela con la que se está trabajando, al tratarle con el acabado pertinente, esto antes y después de un proceso de lavado.

**Proceso:**

1. Seleccionar un lugar del laboratorio acondicionado, con una iluminación cenital que facilite el juicio del punto final de la prueba de humectación.
2. Montar un espécimen en un bastidor de bordado de manera que el lado del espécimen a probar este hacia arriba y la superficie del espécimen este tensa y libre de arrugas.
3. Colocar el bastidor de bordado con la superficie de la muestra  $10 \pm 1.0$  mm por debajo de la punta de la bureta y permite que una gota de agua destilada caiga sobre la muestra de tela. Iniciar el cronómetro o el temporizador inmediatamente al topar la gota de agua destila a la tela.
4. Detener el cronómetro cuando la gota de agua pierda su reflectividad, si la gota de agua no desaparece inmediatamente observar a la misma desde diferentes posiciones hasta que finalmente desaparezca.
5. Registrar el tiempo transcurrido al segundo más cercano, si la gota de agua desaparece inmediatamente, se registra como “cero”. Si el tiempo de humectación supera los 60s, se registra como “60 + s”.

**3.2.2. Solidez del color al lavado según ISO 6330:2012**

Esta norma detalla de manera específica los procedimientos estandarizados de lavado para pruebas textiles, mismos que son aplicables a tejidos textiles, prendas de vestir y otros artículos textiles confeccionados, que son sometidos a combinaciones apropiadas de procedimientos de lavado, para esta prueba se utilizará la máquina WASCATOR.

El proceso de lavado va a ser realizado utilizando un detergente de referencia 1, el cual

no posee fosfatos, sin abrillantadores y sin enzimas (detergente de referencia AATCC 1993 WOB). El cual será utilizado en una cantidad de 10g en 1kg de tela.

**Tabla 3.**

*Composición nominal del detergente*

Composición	Detergente de referencia 1 (%)
Sal sódica de sulfonato de alquilbenceno de sodio lineal	18.00
Solidos de aluminio o silicato de sodio	25.00
Carbonato de sodio	18.00
Solidos de silicato de sodio	0.50
Sulfato de sodio	22.13
Polietilenglicol	2.76
Poliacrilato de sodio	3.50
Silicona, supresor de espuma	0.04
Humedad	10.00
Varios (sin reaccionar en existencias de tensioactivos)	0.07
Total	100

Nota: la tabla 3 muestra los componentes por el que está constituido el detergente de referencia 1.

### 3.2.3. Ensayos para la caracterización de tejidos

- ISO 7211-2: Densidad de hilos
- ISO 3801: Determinación de la masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles
- AATCC 20A: Composición de la tela

## 3.3. Flujogramas

### 3.3.1. Flujograma de procesos de acabado antibacterial

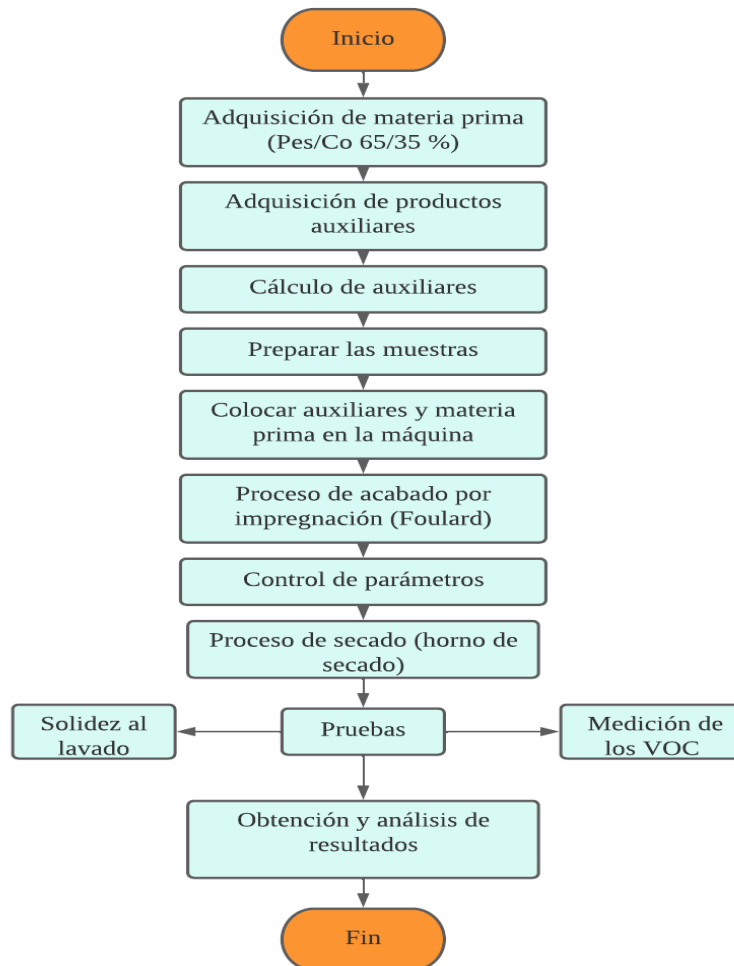
Para llevar a cabo la parte práctica de este trabajo de investigación, se plantea el siguiente flujograma (

*Figura 6*) que detalla de manera general cada uno de los procesos a llevarse a cabo

hasta llegar a la obtención y análisis de resultados, y responder a partir de ello a las hipótesis que se han planteado al realizar esta investigación.

**Figura 6**

*Flujograma de procesos*



Fuente: Propia

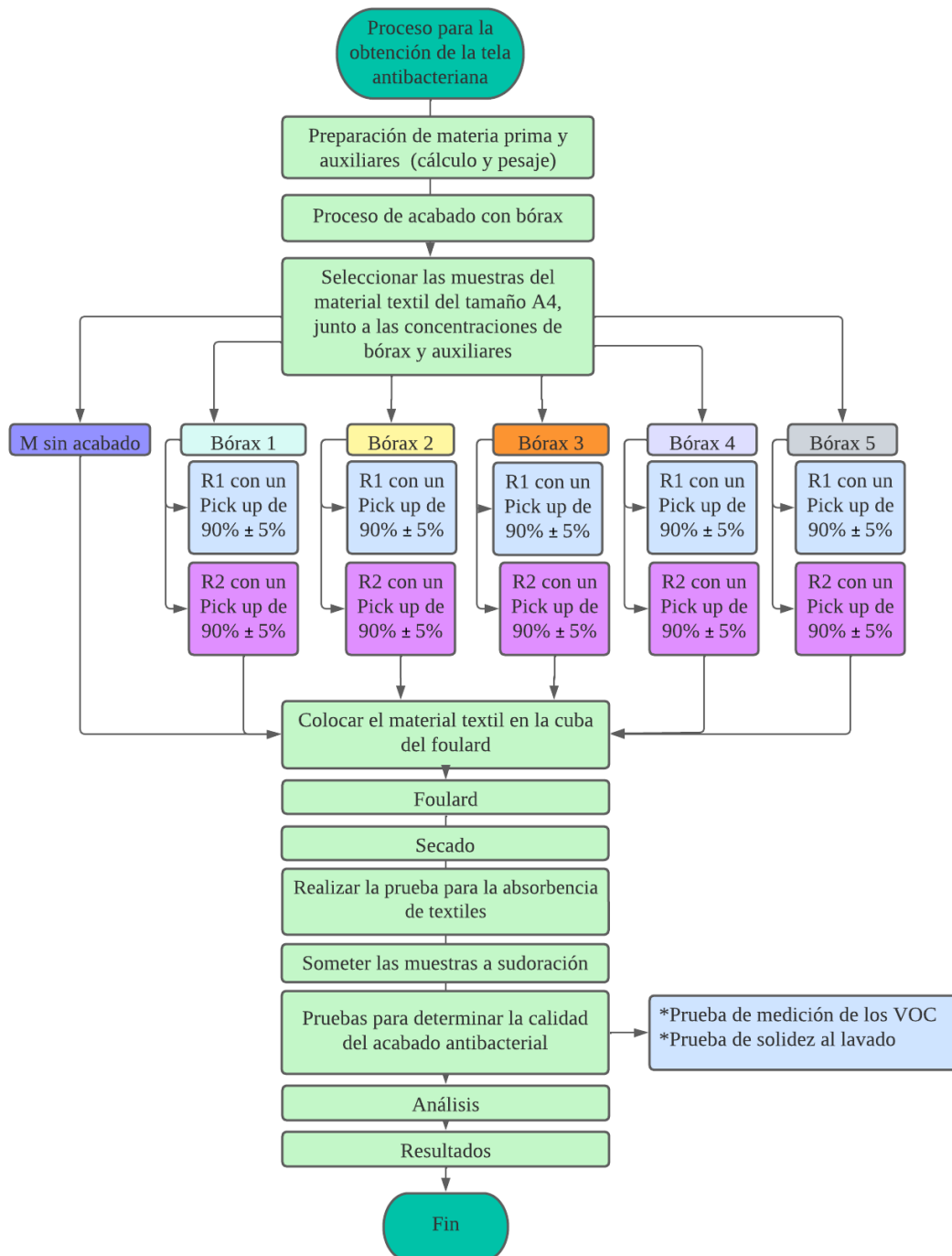
### 3.3.2. Flujograma muestral

Para llevar a cabo el proceso de acabado antibacteriano se toma como base un total de 11 muestras (2 muestras por g/L de tetraborato de sodio), 1 de estas sin tratamiento alguno, a diferentes concentraciones para cada una, como se puede ver en la **Figura 7**, esto con el fin de determinar qué cantidad de g/L es el más viable o adecuado para este tipo de acabado. Proceso que se realiza en un material textil (gabardina Pes/Co 65/35%) de manera que al aplicar el

bórax este pueda actuar como un agente antibacterial, utilizando también productos auxiliares y equipos de laboratorio que son factores importantes para poner en marcha esta investigación.

**Figura 7**

*Flujograma muestral para la obtención de un acabado antibacterial*



Fuente: Propia

### **3.4. Proceso de impregnación**

La impregnación es un proceso que se lleva a cabo con el equipo foulard del laboratorio CTEX, realizando una secuencia de procedimientos que se detallan a continuación:

- a. Preparación de la receta.
- b. Peso de muestras en seco.
- c. Calibrar la presión de los cilindros compresores.
- d. Impregnación de muestra con cada una de las soluciones correspondientes.
- e. Pasar las muestras por los cilindros que se encuentran a una determinada presión, para la obtención del pick up requerido.
- f. Pesar las telas húmedas que han sido pasadas por el foulard.
- g. Obtención de pick up.
- h. Proceso de secado (Túnel de secado).

### **3.5. Instrumentos y equipos**

Para la parte práctica de la investigación, en lo relacionado con la impregnación, preparación de soluciones con las diferentes recetas que dan el acabado antibacterial al material textil con el que se está trabajando (gabardina), el proceso de secado y análisis de VOC, se utilizan equipos que son asignados de acuerdo con el proceso a realizar, a continuación, una breve descripción de estos:

- **Foulard textil de laboratorio**

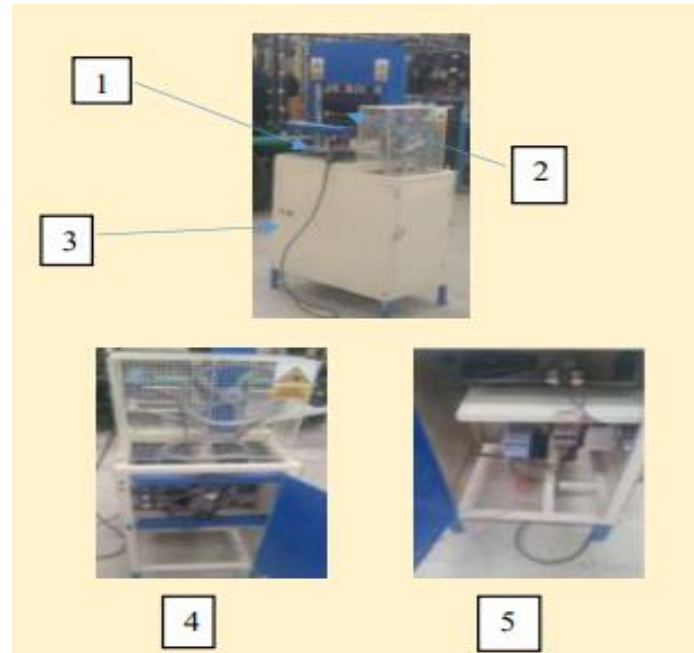
El foulard es un equipo abierto en el que, una vez que la tela se haya humedecido en la solución, se procede a colocar a esta en los rodillos que se encuentran a presión, siendo este el factor que permite determinar u obtener el pickup, es decir, a más presión menos pick up y a menos presión aumenta el pick up.



## Partes principales del foulard

**Figura 8**

*Partes de un Foulard*



Nota: La figura 8 muestra las partes por las que está estructurado el equipo; 1. Cuba de la máquina, 2. Sistema de presión, 3. Estructura principal, 4. Sistema de transmisión de movimiento, 5. Sistema eléctrico. Fuente: (Peñafilel, 2018, pág. 98)

### 3.5.1. Instrumentos

Para la realización del acabado antibacterial, es necesario preparar los instrumentos a utilizar tanto dentro del laboratorio como en planta.

Siendo así, los instrumentos a utilizar durante este proceso son:

- Balanza
- Pipeta
- Papel pH
- Tejido plano poliéster/algodón (tinturado)

- Agitador
- Vasos de precipitación
- Foulard

### 3.5.2. Air Quality Detector (Nariz electrónica)

Para el proceso de medición de los compuestos orgánicos volátiles se utiliza el equipo denominado Air Quality Detector, monitor de calidad de aire formaldehído (HCHO),  $CO_2$ , TVOC y detector de aire interior, obteniendo los datos en tiempo real. Es un equipo que está constituido por un sensor semiconductor óxido metal, que tiene como finalidad cuantificar olores que son generados por la presencia de bacterias. Para la obtención de datos en el software del equipo al haber analizado el textil contaminado, se utiliza la medida en ppm, tomando en cuenta las siguientes características:

**Tabla 4**

*Rangos de la presencia de VOC y su calificación*

Rangos de VOC y su calificación	
0 - 0.601	limitada cantidad de VOC
0.601 – 3.000	moderada cantidad de VOC
3.001 - 12	alta cantidad de VOC

Fuente: Adaptada de Air Quality Detector (2022)

Según (Arellano, 2017) afirma que los parámetros a seguir durante el proceso son:

- El tiempo total de medición estuvo dentro del rango de 15 minutos a 60 minutos para cada muestra.
- La frecuencia de muestreo generada fue de 2 segundos.
- La camiseta tiene que estar dentro de la cámara cerrada para facilitar la medición.

- Las muestras tienen que haber estado en reposo y sin presencia de luz, durante 24 horas para que las bacterias actúen y así poder realizar una medición más exacta.  
(p. 44)

### **3.6. Productos de aplicación**

Dentro de lo que consta para la realización del acabado antibacterial, se ocupan productos que permitirán que el acabado como tal sea duradero y que el sustrato mantenga su suavidad al tacto luego de haber concluido con tal proceso, a continuación, se detallan los productos y material textil a utilizar para esta investigación:

#### **a. Bórax o tetraborato de sodio**

Es un producto químico que se lo utiliza como un agente antibacteriano, a temperatura ambiente en una solución alcalina. La aplicación de este producto en el sustrato textil empieza con 10 g/L y alcanza una dosificación de 50g/L, obteniendo las siguientes variables, 10g/L, 20g/L, 30g/L, 40g/L, 50g/L.

#### **b. Resina: Apresto CW**

Según la Información Técnica Apresto CW-L (s.f.) afirma que, es una resina sintética, que permite otorgarle cuerpo a toda clase de textiles, la calidad del apresto se determina de acuerdo con la cantidad que se le aplique a la tela. Es un producto que puede ser diluido en agua caliente o fría y dependiendo del efecto que se pretenda conseguir, además, de acuerdo con las características de la tela se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 20 g/L para la mayoría de los artículos.
- 20 g/L cuando se realiza una combinación con aprestos inarrugables o impermeabilizantes.
- 100 g/L para la obtención de un apresto fuerte. (Información Técnica Apresto CW-L, s.f.)

### c. Suavizante: Perisoft POD 100

Es un suavizante concentrado para diferentes tipos de textiles, es soluble en agua fría, proporciona un tacto muy suave y voluminoso especialmente en prendas de fibra celulósicas, además brinda una buena protección contra los cambios de color, además, muestra buenas propiedades antiestáticas. (GmbH, 2011)

- El Perisoft POD 100 se aplica a pH 5-6
- Cantidad por usar: 15 g/L

### d. Gabardina Pes/Co 65/35

**Tabla 5**

*Información técnica de la tela gabardina*

INFORMACIÓN TÉCNICA	
Base	40905
Composición	65% Poliéster 35% Algodón
Variación	5%
Peso	246 a 270
Ancho	150 cm $\pm$ 2%
Encogimiento	2% urdimbre y trama
Ligamento	Sarga 3/1

**Nota:** la tabla muestra la información técnica de la tela gabardina pes/co-65/35.

Adaptada de: SINTOFIL (2021).

### 3.6.1. Datos técnicos del proceso de acabado a realizar.

**Tabla 6**

*Datos técnicos*

DATOS TÉCNICOS	
Tipo de acabado	Antibacterial
Proceso	Impregnación por foulard
Velocidad de impregnación	15m/min
Pick up	90% ± 5%
Temperatura de secado	100°C-170°C
pH	7-8
Tamaño de muestra	21*29,7 cm
Características de la tela	Sin acabados previos
Composición	Pes/Co 65/35

**Fuete:** Propia

### 3.6.2. Recetas

Las recetas fueron realizadas de acuerdo con las variables que se establecieron en el apartado 3.3.2 de esta investigación, teniendo como producto base el bórax, y como auxiliares la resina (Apresto Cw) y el suavizante (Perisoft POD 100).


Para determinar los gramos impregnados de producto en cada una de las muestras, se realiza la siguiente ecuación:

$$\text{Phúmedo de la muestra: } p \text{ muestra en seco} \times \left(1 + \frac{\text{pick up}}{100}\right)$$

$$\text{ml de la receta absorbida: } p \text{ húmedo de la muestra} - p \text{ seco de la muestra}$$

$$\text{g borax de la probeta: } \frac{p \text{ muestra en seco} \times \text{ml de la receta absorbida}}{\text{volumen de agua}}$$


**Tabla 7***Receta N° 1*

<b>RECETA N°1</b>				
Muestra 1				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	10 g/L	0,15 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	10 g/L	0,15 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	92,21 %	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,87 g	30,50 g	35 psi	7.76	476.1 ml

**Nota:** la tabla 7 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la receta requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 8**


Receta N°2

<b>RECETA 2</b>				
Muestra 2				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	10 g/L	0,14 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	20 g/L	0,29 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	90,81	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,89 g	30,32 g	35 psi	7.78	476,7

**Nota:** la tabla 8 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la receta requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 9**

Receta N°3


<b>RECETA N°3</b>				
Muestra 3				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	20 g/L	0,30 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	10 g/L	0,15 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	93,17 %	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,96 g	30.83 g	35 psi	7.8	478,8 ml

**Nota:** la tabla 9 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 10**




Receta N°4

<b>RECETA N°4</b>				
Muestra 4				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	20 g/L	0,30 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	20 g/L	0,30 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	92,5 %	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
16 g	30,80 g	35 psi	7.83	480 ml

**Nota:** la tabla 10 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 11**


Receta N°5

<b>RECETA N°5</b>				
Muestra 5				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	30 g/L	0,44 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	10 g/L	0,15 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	92,96	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,92 g	30,76 g	35 psi	7.8	477,6 ml

**Nota:** la tabla 11 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

Tabla 12


Receta N°6

<b>RECETA N°6</b>				
Muestra 6				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	30 g/L	0,45 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	20 g/L	0,30 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,22 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	93,3	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,95 g	30,82 g	35 psi	7.9	478,5 ml

**Nota:** la tabla 12 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 13**


Receta N° 7

<b>RECETA N°7</b>				
Muestra 7				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	40 g/L	0,58 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	10 g/L	0,15 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD	15 g/L	0,22 g	
	100			
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	91,6 %	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,87 g	30,41 g	35 psi	8.	476,1 ml

**Nota:** la tabla 13 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 14**


Receta N°8

<b>RECETA N°8</b>				
Muestra 8				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	40 g/L	0,59 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	20 g/L	0,29 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD	15 g/L	0,22 g	
	100			
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	92,08 %	
<b>T° de secado</b>			120°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,92 g	30,58 g	35 psi	8.18	478,5 ml

**Nota:** la tabla 14 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 15**


Recata N°9

<b>RECETA N°9</b>				
Muestra 9				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	50 g/L	0,67 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	10 g/L	0,13 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,20 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	89,31 %	
<b>T° de secado</b>			140°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
16 g	30,29 g	35 psi	8,4	478,5 ml

**Nota:** la tabla 15 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia

**Tabla 16**

Receta N°10

<b>RECETA N°10</b>				
Muestra 10				
<b>Productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>g/probeta</b>	
<b>Antibacterial</b>	Bórax	50 g/L	0,71 g	
<b>Resina</b>	Apresto CW	20 g/L	0,28 g	
<b>Suavizante</b>	Perisoft POD 100	15 g/L	0,21 g	
<b>Impregnación</b>	Foulard	Pick up= 90% ± 5%	88,89 %	
<b>T° de secado</b>			140°C	
Datos obtenidos				
<b>Peso en seco de la muestra</b>	<b>Peso en húmedo de la muestra</b>	<b>Presión de rodillos</b>	<b>pH</b>	<b>Volumen de la solución</b>
15,93 g	30,09 g	35 psi	8.5	477,9 ml

**Nota:** la tabla 16 muestra la receta para la dosificación correcta de cada uno de los productos químicos, para la obtención de la solución requerida. Los g/probeta fueron obtenidos a partir de la ecuación que se encuentra en la página 37. Fuente: Propia


### 3.7. Pruebas de laboratorio

#### 3.7.1. Método de prueba para la absorbencia de textiles AATCC 79:2014

Esta prueba consiste en determinar la resistencia que tiene la tela a la humectación, misma que ha sido tratada con bórax. Se somete a la tela a la prueba como tal, colocándola en un bastidor de bordado, con la ayuda de una pipeta de 10ml que se encuentra a 1 cm de la superficie de la tela, se hace caer una gota de agua destilada a la superficie de esta y se toma el tiempo en el que la gota pierde su permanencia sobre la misma.

**Tabla 17**

*Método de prueba para la absorbencia de textiles*

Prueba para la absorbencia de textiles					
					
Resultados					
M sin tratar t/seg	M1 t/seg	M3 t/seg	M5 t/seg	M7 t/seg	M9 t/seg
Concentración bórax	10g/L	20g/L	30g/L	40g/L	50g/L
00:12.20	00:13.55	00:15.51	00:17.47	00:26.18	00:33.67

**Nota:** la tabla muestra la resistencia que tienen las muestras a la absorbencia a medida que aumenta en porcentaje de bórax.



### 3.7.2. Prueba de medición de los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)

Las muestras de gabardina que han sido tratadas con bórax por el método de impregnación para adquirir un acabado antibacterial, han sido tratadas a diferentes concentraciones de resina y bórax, acabado que se lo realiza previo a la prueba de medición de los VOC. Una vez que se ha alcanzado el primer objetivo, se procede a contaminar las muestras con sudor y a colocarlas en reposo, sin presencia de luz durante 24 horas, con la finalidad de que las bacterias puedan actuar de mejor manera y obtener datos más reales. Finalmente, las muestras son analizadas con un medidor de VOC (Air Quality Detector), obteniendo los resultados en ppm de los compuestos orgánicos volátiles que se han generado por la presencia de bacterias al descomponer el sudor.

Las muestras contaminadas son colocadas dentro de una cámara de vidrio cerrada, que tiene 30 cm de largo y 17 cm de ancho, con el fin de que el aire contaminado pueda concentrarse dentro de la misma.

#### Figura 9

*Cámara de vidrio*



Fuente: Propia

### 3.7.3. Prueba de solidez al lavado

La prueba de solidez al lavado es realizada luego de la prueba de medición de los

VOC, esto con el objetivo de determinar la permanencia que puede llegar a tener tal acabado antes y después de este.

El proceso fue realizado con el equipo WASCATOR, en el que se realizó el nivel de lavado 3N, con 20g de detergente “A”. El proceso de lavado duró entre 40 minutos a 1 hora y finalmente se procedió a secar las muestras en el túnel de secado 120 °C.

#### 3.7.4. Caracterización del tejido

- a. Determinación del número de hilos por unidad de longitud según ISO 7211-2

La densidad de los hilos tanto longitudinal como transversal de un material textil, se lo obtiene al contar con hilos con la ayuda de una lupa para tejidos, misma que tiene como función, determinar la cantidad de hilos presentes en una pulgada, tanto en trama como en urdimbre. Este parámetro es importante ya que, la densidad de hilos radica o esta influenciada con la cantidad de producto/solución a retener en su estructura, es decir; a mayor densidad de hilos, mayor cantidad de solución será impregnada en el textil y viceversa.

**Tabla 18**

*ISO 7211-2*

<b>Densidad de los hilos</b>	
Densidad de hilos en la urdimbre	Densidad de hilos en la trama
105	51

Nota: la tabla muestra la densidad de hilos por los que está conformada la tela, tanto en sentido longitudinal (urdimbre) como transversal (trama). Fuente: Propia.

- b. Determinación de la masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles, según ISO 3801

Para la obtención de la masa por unidad de área de un material textil se hace uso de un sacabocados, que tiene como área 100 cm<sup>2</sup>. Se obtuvieron 5 muestras de diferentes áreas

de la tela para luego pesarlas y sacar un resultado promedio de los datos conseguidos, es así como se obtiene el gramaje de un textil, esto en  $\text{g/m}^2$ .

**Figura 10**

*Obtención de las muestras con un sacabocados*



Fuente: Propia

**Tabla 19**

*ISO 3801*

Determinación del gramaje	
N° de muestras	$\text{g/m}^2$
1	$2,547 \times 100 = 254,7$
2	$2,542 \times 100 = 254,2$
3	$2,553 \times 100 = 255,3$
4	$2,551 \times 100 = 255,1$
5	$2,544 \times 100 = 254,4$
<b>Promedio</b>	<b>254,7</b>

Nota: la tabla muestra la obtención de los  $\text{g/m}^2$  del tejido plano, obtenidas a partir de 5 muestras. Fuente: Propia.

c. Composición de la tela según AATCC 20A

Mediante la norma establecida se pudo obtener el porcentaje de fibras por las que la tela está compuesta, esto a partir del método “Metanol alcalino”, el cual consiste en destruir la fibra de poliéster, usando los siguientes productos:

- Alcohol metílico: 50 ml
- Sosa cáustica al 99%: 4.5 ml

Una vez medido y mezclado los dos productos en las cantidades indicadas, se procede a colocar la muestra de tela (con un peso inicial de 0,4991g) en la solución, y se procede a subir la temperatura ambiente a su punto de ebullición, en el que se mantiene durante 15 minutos en constante movimiento. Una vez culminado el proceso, se retira el material textil de la solución y se lava para eliminar los restos de productos que se hayan impregnado en la tela, para finalmente colocarla en el horno de secado a una temperatura de 105-110 °C durante una hora y media. Al obtener la tela totalmente seca, se la acondiciona durante media hora y se procede a pesar, obteniendo así un peso final de 0,1731g. Para la obtención del porcentaje de fibra de algodón y poliéster presentes en la tela se realiza el siguiente proceso matemático:

$$\%Co = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} \times 100\%$$

$$\%Co = \frac{0.1731g}{0.4991g} \times 100\% = \mathbf{34,68\% Co}$$

$$\%Pes = 34,68\% Co - 100\% = \mathbf{65.32\% Pes}$$

Es así como, al aplicar la norma establecida para conocer la composición de la tela, se determina que el material textil está compuesto por un 65% de poliéster y un 35% de algodón.

d. Titulación de hilos

Para la obtención del título de hilos de la tela gabardina, se procede a extraer 5 muestras de 5 hilos de 20cm, tanto de urdimbre como de trama. Luego se pesan las 5 muestras, y se obtiene un promedio de estas, obteniendo así el peso en gramos.

**Tabla 20**

*Titulación de hilos*

# muestras	Peso de muestras de hilo	
	Trama	Urdimbre
1	0,0502 g	0,0354 g
2	0,0498 g	0,0358 g
3	0,0497 g	0,0364 g
4	0,0480 g	0,0363 g
5	0,0485 g	0,0368 g
<b>Promedio</b>	0,0493g	0,0363 g

Nota: la tabla muestra el peso de cada muestra de hilos y su promedio.

Finalmente, con ese peso (**Tabla 20**), se procede a obtener el título del hilo de urdimbre y de trama en Ne, como se muestra a continuación:

Obtención del título de acuerdo con el peso de 1 metro de hilo:

- **Trama:**  $Ne: 0,59 \times \frac{L}{P}$

$$Ne: 0,59 \times \frac{1}{0,0493} = 11,97 = 12/1$$

$$Tex: \frac{590}{11,97} = 49,28$$

- **Urdimbre:** Ne:  $0,59 \times \frac{L}{P}$

$$\text{Ne: } 0,59 \times \frac{1}{0.0363} = 16.25 = \frac{16}{1}$$

$$\text{Tex: } \frac{590}{16.25} = 36.30$$

### 3.8. Parámetros de aplicación

- **pH de la solución**

Este parámetro debe ser controlado durante la realización de la solución, es decir, antes de impregnar el material textil en la dosificación, para no producir ningún daño al textil se trabaja a un pH neutro a alcalino (7-8).

- **Pick up**

90% ± 5% es el parámetro que se siguió en el proceso de impregnación, mismo que fue regulado en cada probeta con la variación de presión de los cilindros, que pueden ser ajustados o aflojados para disminuir o aumentar la retención del producto.

- **Temperatura**

Se trabaja a temperatura ambiente (10 - 20°C), ya que, de acuerdo con las fichas técnicas de los productos, indican que no existe ningún inconveniente al disolverlos a dicha temperatura.

## Capítulo IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se da a conocer los datos que se han obtenido durante las mediciones realizadas de cada prueba, y posteriormente se realiza el análisis de estos.

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Método de prueba para la absorbencia de textiles

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al haber realizado la prueba de solidez a la absorbencia luego de adquirir un acabado a base de bórax con diferentes dosificaciones.

**Tabla 21**

*Datos obtenidos de la prueba de absorbencia de textiles*

Datos de prueba			
#Muestra	g/L de bórax	Distancia en mm	PA t/s
0	0	10	12,2
1	10	10	13,55
3	20	10	15,51
5	30	10	17,47
7	40	10	26,18
9	50	10	33,67

Nota: la tabla muestra la solidez a la absorbencia que tiene el material textil a medida que la cantidad de g/L de bórax aumenta. PA= prueba de absorbencia en función del tiempo. Fuente: Propia.

##### 4.1.2. Resultados de la prueba de medición de los VOC

A continuación, se observa el comportamiento del material textil ante la presencia de bacterias, generadoras de los compuestos orgánicos volátiles, luego de que la tela ha obtenido

un acabado antibacterial a base de bórax.

**Tabla 22**

*Datos obtenidos mediante la prueba de medición de los VOC en ppm*

Resultados de la prueba de VOC						
#Muestra	g/L Resina	g/L Bórax	t (min)	Humedad %	T (°C)	VOC (ppm)
<b>0</b> (sin acabado, sin sudor)	0	0	45	84	16	0,248
<b>1</b> (sin tratar con sudor)	0	0	40	87	16	1,521
<b>2</b>	10	10	50	88	15	1,449
<b>3</b>	20	10	40	88	15	1,433
<b>4</b>	10	20	40	88	16	1,276
<b>5</b>	20	20	45	88	15	1,233
<b>6</b>	10	30	50	87	15	1,036
<b>7</b>	20	30	40	88	15	0,997
<b>8</b>	10	40	40	88	15	0,748
<b>9</b>	20	40	45	87	15	0,729
<b>10</b>	10	50	45	88	15	0,466
<b>11</b>	20	50	50	88	15	0,433

**Nota:** la tabla muestra los resultados obtenidos a partir de la prueba de VOC.

Fuente: Propia

- **Detalles de la prueba de VOC**

Los datos obtenidos a partir de la prueba de VOC son analizadas a continuación, con la finalidad de determinar la presencia de los compuestos orgánicos volátiles en cada una de las muestras que han sido tratadas con bórax, en la siguiente tabla se detalla una evaluación de cada uno de los datos obtenidos por cada muestra, demostrando si la cantidad de VOC analizados son limitados, moderados o altos, esto de acuerdo con la **Tabla 4**, que muestra los rangos de los compuestos orgánicos volátiles en ppm y su respectiva calificación. Los datos fueron caracterizados y analizados a partir de los resultados que se encuentran en la **Tabla 22**.



**Tabla 23***Detalles de datos de la prueba de VOC*

<b>Detalles de datos VOC</b>		
<b># Muestra</b>	<b>VOC</b>	<b>Calificación</b>
<b>1</b>	1,521 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>2</b>	1,449 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>3</b>	1,433 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>4</b>	1,276 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>5</b>	1,233 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>6</b>	1,036 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>7</b>	0,997 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>8</b>	0,748 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>9</b>	0,729 ppm	Moderada cantidad de VOC
<b>10</b>	0,466 ppm	Limitada cantidad de VOC
<b>11</b>	0,433 ppm	Limitada cantidad de VOC

Nota: la calificación de los VOC se realizó de acuerdo con la **Tabla 4**. Fuente: propia

#### **4.1.3. Resultados de la solidez al lavado**

- **Método de prueba para la absorbencia de textiles después del lavado**

A continuación, se muestran los datos obtenidos luego de haber sometido a las muestras a un proceso de lavado, con la finalidad de determinar cuáles fueron los cambios del acabado en relación con las primeras muestras (sin prueba de lavado), ver en la **Tabla 21**.

**Tabla 24***Prueba de la absorbencia de textiles*

<b>Datos obtenidos de la prueba</b>			
<b>#Muestra</b>	<b>g/L de bórax</b>	<b>Distancia en mm</b>	<b>PA t/s</b>
<b>0</b>	0	10	12,2
<b>1</b>	10	10	11,8
<b>3</b>	20	10	13,48
<b>5</b>	30	10	14,5
<b>7</b>	40	10	23,4
<b>9</b>	50	10	26,5

Fuente: Propia

Se observa que los datos tienen un cambio significativo en relación con los datos de la **Tabla 21**, lo que quiere decir que el tipo de acabado no es permanente, debido a la variabilidad de datos que existe antes y después del lavado.

- **Prueba VOC después de lavado**

La tabla muestra los datos obtenidos luego de haber realizado la prueba de solidez al lavado.

**Tabla 25**

*Datos obtenidos de la Prueba de VOC después del lavado*

<b>Resultados de la prueba de VOC</b>						
<b>#Muestra</b>	<b>g/L Resina</b>	<b>g/L Bórax</b>	<b>t (min)</b>	<b>Humedad %</b>	<b>T (°C)</b>	<b>VOC (ppm)</b>
<b>1</b> (sin tratar con sudor)	0	0	50	86	17	1,515
<b>2</b>	10	10	45	87	17	1,504
<b>3</b>	20	10	40	86	17	1,482
<b>4</b>	10	20	40	86	17	1,379
<b>5</b>	20	20	45	86	17	1,348
<b>6</b>	10	30	50	86	17	1,145
<b>7</b>	20	30	50	85	17	1,100
<b>8</b>	10	40	45	85	17	0,846
<b>9</b>	20	40	40	85	17	0,813
<b>10</b>	10	50	45	86	17	0,627
<b>11</b>	20	50	40	86	17	0,589

Fuente: Propia

#### **4.1.4. Análisis de la varianza**


El análisis estadístico se llevó a cabo luego de haber obtenido los resultados en cada una de las pruebas: absorción en textiles, solidez al lavado y prueba de la presencia de los VOC, que constó con un total de 10 muestras con acabado a diferentes concentraciones de bórax y resina, con dos muestras adicionales sin acabado; para el respectivo análisis de la varianza es necesario tabular los datos en el software estadístico Past 4.

Lee (2009) menciona que, la varianza describe como los valores individuales se

diferencian del valor medio del conjunto de datos. Es decir, la varianza describe cuán amplio o estrecho es el rango de valores, por lo que proporciona un complemento útil a la media para describir la distribución de valores en un conjunto de datos. Entonces, cuanto mayor sea la varianza, mayor será la dispersión o diferencia, de los valores de los datos. Por otro lado, Chanal et al. (2022) afirma que, el análisis de varianza es un método que permite comparar las medias de varias poblaciones, con base en muestras aleatorias e independientes de cada población, permitiendo obtener una prueba estadística que determina si las medias de la población son iguales o no, es decir, procede de la misma distribución.

### Figura 11

*Análisis de la varianza de la prueba de absorción*

 Univariate statistics

	PAAL	PADL
<b>N</b>	6	6
<b>Min</b>	12,2	11,8
<b>Max</b>	33,67	26,5
<b>Sum</b>	118,58	101,88
<b>Mean</b>	19,76333	16,98
<b>Std. error</b>	3,433796	2,581524
<b>Variance</b>	70,74575	39,9856
<b>Stand. dev</b>	8,411049	6,323417
<b>Median</b>	16,49	13,99
<b>25 prcntil</b>	13,2125	12,1
<b>75 prcntil</b>	28,0525	24,175
<b>Skewness</b>	1,105202	0,9742018
<b>Kurtosis</b>	-0,06608253	-1,284047
<b>Geom. mean</b>	18,4531	16,10498
<b>Coeff. var</b>	42,55886	37,24038

Fuente: Propia

En la **Figura 11** se observa el análisis de la varianza de la Prueba de absorción antes del lavado (PAAL) y la Prueba de absorción después del lavado (PADL), en donde se detalla que el coeficiente de variación máximo en la primera prueba es de 42.55886%, es decir, existe

una dispersión de datos, a comparación con la segunda que tiene un porcentaje de variación menor, de 37,24038 %. Deduciendo con ello, que existe cierta variación de datos antes y después del lavado, es decir, las PAAL tienen mejores características de anti-absorbencia en relación con las PADL, debido a que al ser un acabado semipermanente las propiedades que posee van a ir disminuyendo a medida que se aumente la cantidad de ciclos de lavado.

**Figura 12**

*Análisis de la varianza de la prueba de VOC*

	VOCAL	VOCDL
<b>N</b>	12	12
<b>Min</b>	0,248	0,248
<b>Max</b>	1,521	1,515
<b>Sum</b>	11,569	12,596
<b>Mean</b>	0,9640833	1,049667
<b>Std. error</b>	0,1257075	0,1215423
<b>Variance</b>	0,1896286	0,1772702
<b>Stand. dev</b>	0,4354637	0,4210347
<b>Median</b>	1,0165	1,1225
<b>25 prcnil</b>	0,53175	0,6735
<b>75 prcnil</b>	1,39375	1,45625
<b>Skewness</b>	-0,2953509	-0,5430805
<b>Kurtosis</b>	-1,299638	-0,8289513
<b>Geom. mean</b>	0,8488982	0,943564
<b>Coeff. var</b>	45,16868	40,11128

Fuente: Propia

En la **Figura 16**, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza de las pruebas de compuestos orgánicos volátiles antes del lavado (VOCAL) y compuestos orgánicos volátiles después del lavado (VOCDL); demostrando que la variación de datos máxima tiene la prueba de VOCAL obteniendo 45,16868 %, mientras que en la prueba VOCDL se tiene un valor de 40,11128 %, demostrando que si existe una variación de datos entre un resultado con el otro. Es decir, las propiedades antimicrobianas que la tela ha

adquirido a partir del acabado a base de bórax disminuyeron al haber pasado por un proceso de lavado, lo que quiere decir que se obtuvo un acabado semipermanente, el cual a un determinado número de lavados las características que este tiene van a desaparecer.

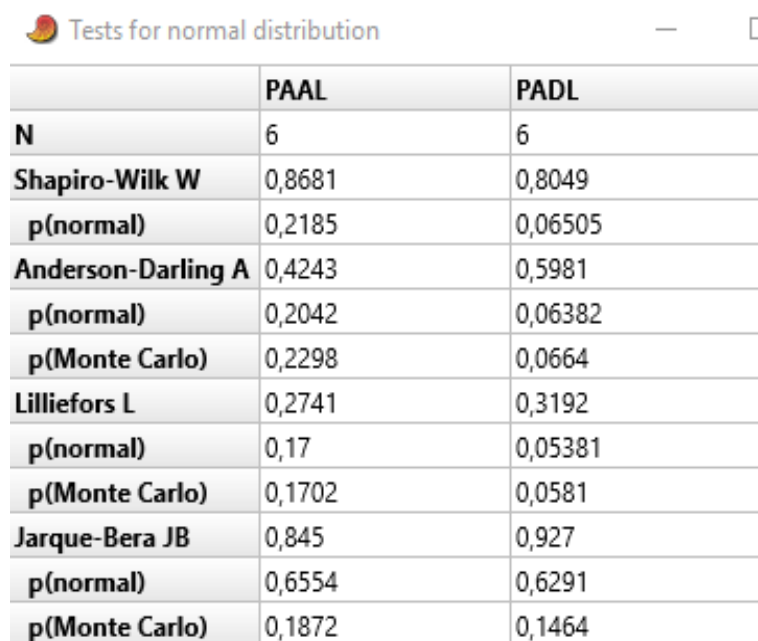
#### 4.1.5. Normalidad de datos

Según Sapra y Nundy (2018) afirman que, “un valor  $p$  es la probabilidad bajo un modelo estadístico específico de que un resumen estadístico de los datos (p. ej., la diferencia media de la muestra entre dos grupos comparados) sea igual o más extremo que su valor observado”. (párr. 11)

Entonces, si el valor de  $p > 0,05$  significa que existe un intervalo de confianza del 95%. (Verhagen et al., 2004)

### Figura 13

*Normalidad de datos de la prueba de absorción*

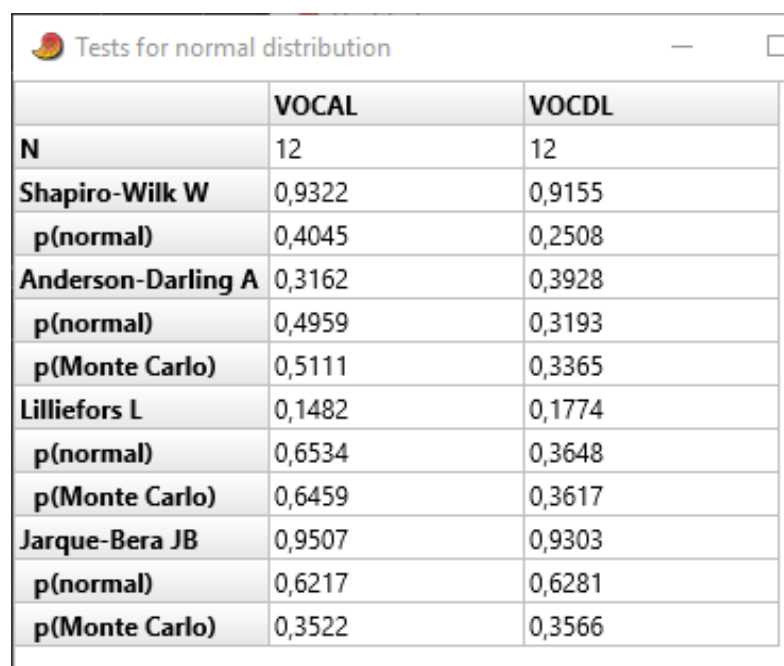


	PAAL	PADL
<b>N</b>	6	6
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8681	0,8049
<b>p(normal)</b>	0,2185	0,06505
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4243	0,5981
<b>p(normal)</b>	0,2042	0,06382
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2298	0,0664
<b>Lilliefors L</b>	0,2741	0,3192
<b>p(normal)</b>	0,17	0,05381
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1702	0,0581
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,845	0,927
<b>p(normal)</b>	0,6554	0,6291
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1872	0,1464

Fuente: Propia

**Figura 14**

*Normalidad de datos de la prueba de VOC*



	VOCAL	VOCDL
<b>N</b>	12	12
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9322	0,9155
<b>p(normal)</b>	0,4045	0,2508
<b>Anderson-Darling A</b>	0,3162	0,3928
<b>p(normal)</b>	0,4959	0,3193
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5111	0,3365
<b>Lilliefors L</b>	0,1482	0,1774
<b>p(normal)</b>	0,6534	0,3648
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,6459	0,3617
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,9507	0,9303
<b>p(normal)</b>	0,6217	0,6281
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3522	0,3566

Fuente: Propia

En la **Figura 13** y **Figura 14**, se dispone de los resultados obtenidos mediante la prueba de absorbencia y VOC, para conocer su confiabilidad. Donde se toma como referencia los 4 métodos más relevantes del PAST 4, como de Shapiro Wilk, Anderson Darling A, Jarque Bera JB y Lilliefors L, en el que acuerdo con el análisis de datos de cada una de las pruebas antes y después del proceso de lavado, se demuestra que la investigación es confiable, ya que el p valor en los cuatro métodos es mayor a 0.05, estableciendo que los datos tienen una confiabilidad del 95%.

#### **4.2. Análisis de resultados**

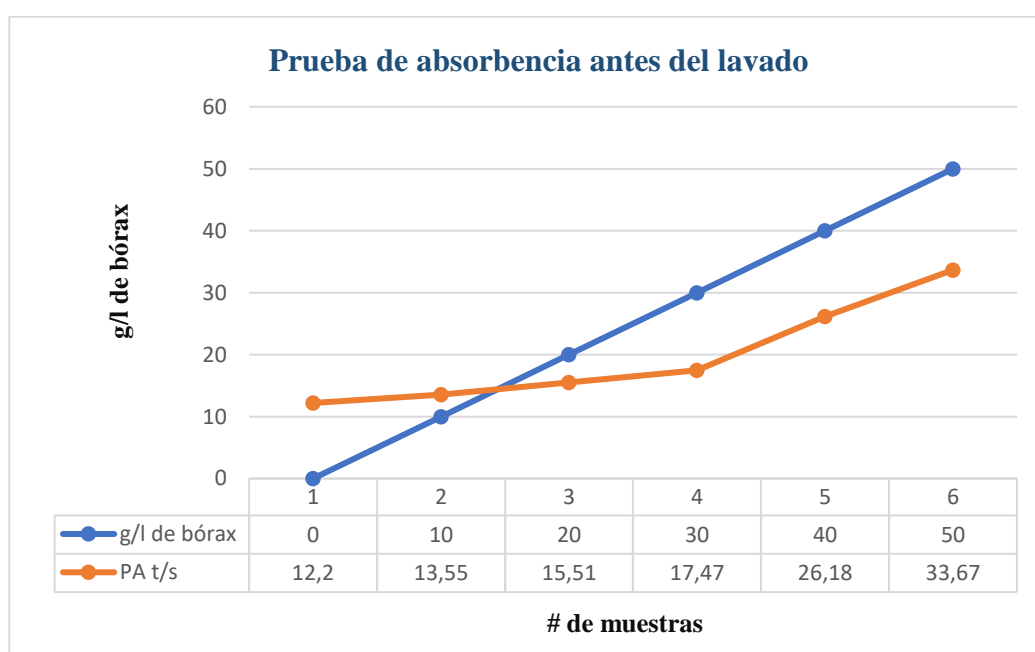
Mediante el uso de los gráficos estadísticos del programa EXCEL se obtuvieron los siguientes análisis de datos, tanto de la prueba de absorbencia en textiles como las pruebas de VOC.

### 4.2.1. Prueba de absorbencia en textiles

A continuación, se presenta el desempeño que tiene el acabado con bórax al usarlo a diferentes concentraciones, en lo que respecta a la solidez ante la humectación del tejido plano (gabardina Pes/Co 65/35) antes y después del lavado. En la figura 15, mediante un gráfico de líneas o de áreas se detallan los resultados obtenidos de cada una de las muestras, y como este producto químico influye en la oposición ante la absorbencia de líquidos en textiles.

**Figura 15**

*Datos obtenidos antes del lavado*

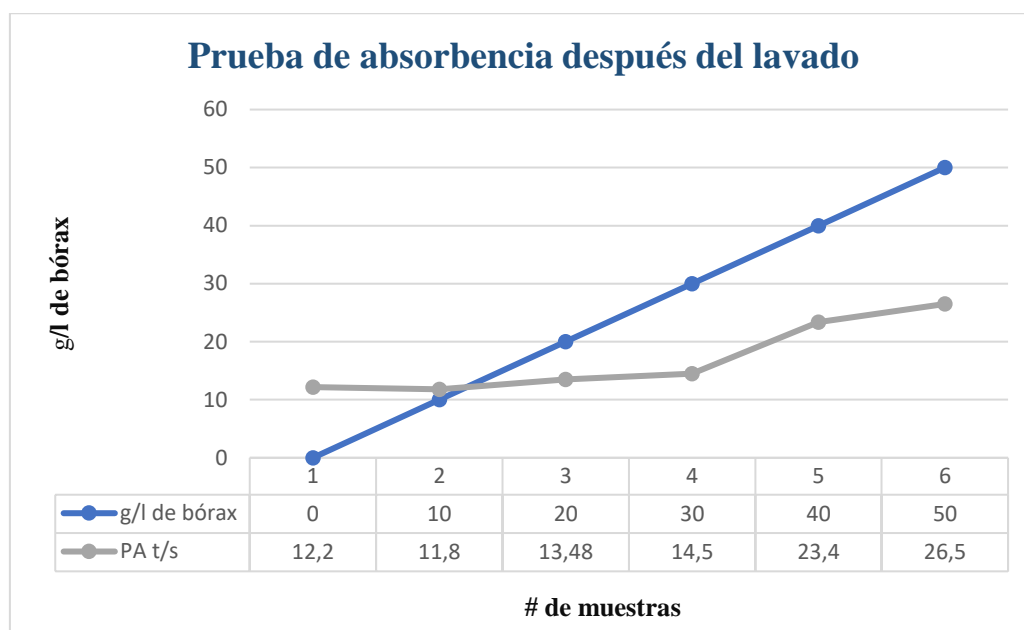


Fuente: Propia

En la figura, se observa el comportamiento que tienen cada una de las muestras a sus diferentes concentraciones de bórax, haciendo que la tela pierda propiedades de humectación textil a medida que la concentración de producto utilizado aumenta. Se logra apreciar, además, que las dos últimas muestras que poseen 40 y 50 g/L de bórax, son las que más propiedad de anti-absorbencia le dan al material textil, durando 26,18 s y 33,67 s respectivamente hasta llegar al punto final en el que la gota pierde su permanencia sobre la superficie de la tela.

**Figura 16**

*Datos obtenidos después del lavado*



Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados plasmados en la **Figura 16**, se demuestra que luego de la prueba de solidez al lavado los datos presentan cambios con relación a las muestras antes del lavado. Es decir, el acabado presenta una diferencia de datos después de la primera lavada, por lo que existe una pérdida entre el 10,61% a un 21,29 % de reducción del producto, con relación a las muestras que no tienen un proceso de lavado.

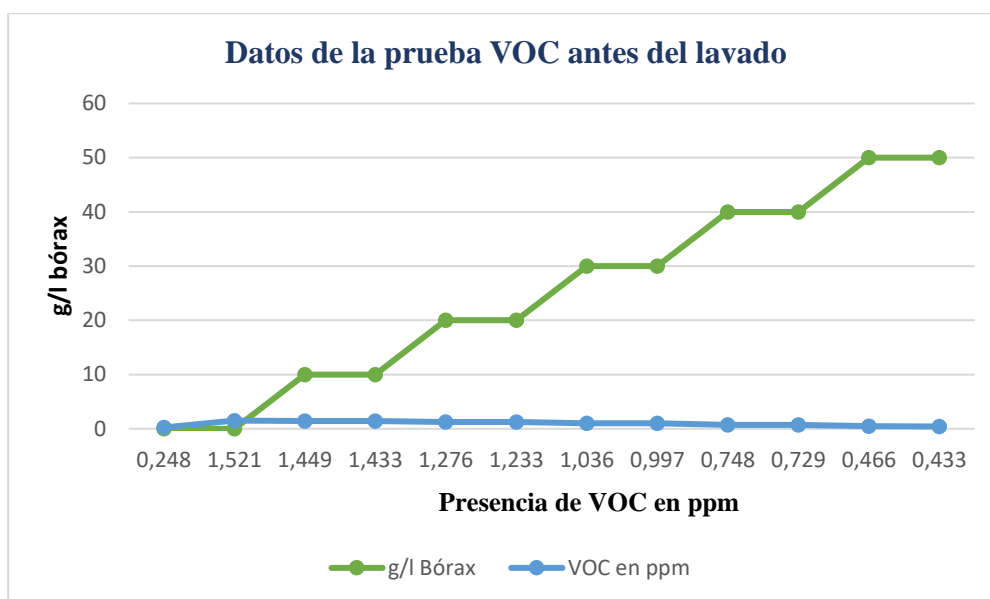
#### **4.2.2. Análisis de resultados VOC**

En las siguientes figuras se observa cómo actúan las muestras con acabado en relación con la que no tiene el acabado, en primer lugar, el material textil adquiere un acabado antibacteriano a base de bórax mediante el proceso de impregnación, para posterior a ello ser sometidas a sudoración y determinar cuál es la resistencia antibacteriana que otorgan las muestras, mediante la prueba de medición de VOC en ppm.



**Figura 17**

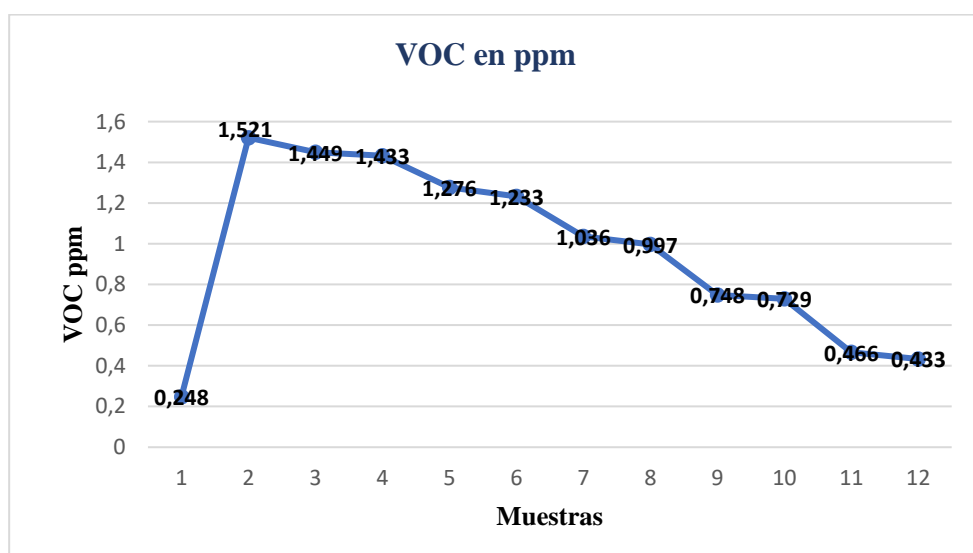
*Datos de presencia de VOC*



Fuente: Propia

**Figura 18**

*Datos de los compuestos orgánicos volátiles*



Fuente: Propia

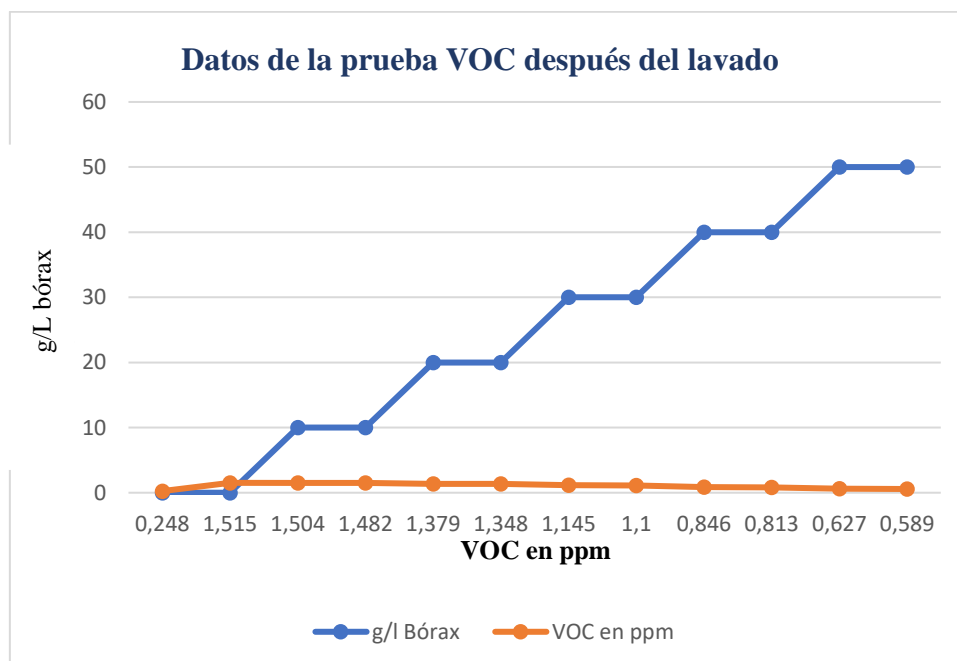
En la **Figura 17** y **Figura 18** se detalla la cantidad de compuestos orgánicos volátiles presentes en cada una de las muestras antes del proceso de lavado, con lo que se determina

que, a medida que la concentración de bórax aumenta los compuestos orgánicos volátiles que son generados a partir de la presencia de bacterias disminuye. En la **Figura 18**, se observa de manera clara como la cantidad de VOC disminuye al subir la cantidad de bórax en la dosificación de cada receta, resaltando que la receta que da mejores resultados (limitada cantidad de VOC) fue la R9 y R10, con un porcentaje de 50g/L de bórax, 15 g/L de suavizante y 10g/L y 20g/L de resina respectivamente.

Es decir, si los compuestos orgánicos volátiles aumentan quiere decir que existe la presencia de bacterias que están colonizando las muestras y degradando el sudor; de manera que, mientras más cantidad de bacterias existan más compuestos orgánicos volátiles estarán presentes en la tela y viceversa, los cuales fueron analizados en cada una de las muestras con el equipo air Quality detector.

**Figura 19**

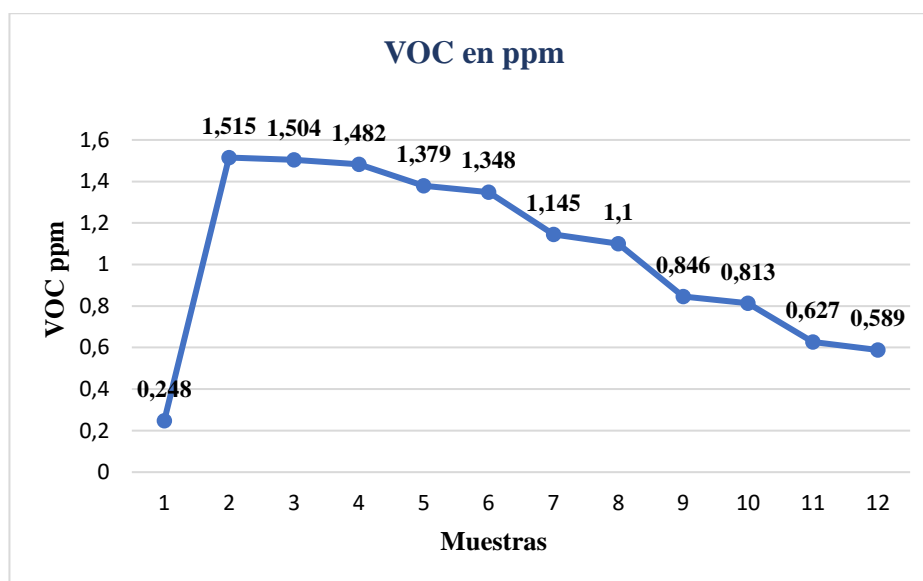
*Datos de la presencia de VOC después de la prueba de solidez al lavado*



Fuente: Propia

**Figura 20**

*Presencia de compuestos orgánicos volátiles*



Fuente: Propia

En la **Figura 19** y **Figura 20** se muestran los datos alcanzados de los compuestos orgánicos volátiles que se han generado por la presencia de bacterias en cada muestra, mismas que previamente han pasado por un proceso de lavado. Los datos muestran que el acabado a base de bórax no es permanente ya que, en la primera lavada los valores van disminuyendo en relación con los datos de VOC antes del lavado. Se establece que, después de un proceso de lavado el acabado se ha ido, pero no en su totalidad, resultando en un acabado semipermanente y que el porcentaje de receta que aún queda impregnada en las muestras sigue teniendo características antibacterianas, ya que a medida que los g/l de bórax aumenta, las ppm de los compuestos orgánicos volátiles disminuye; entre estos valores, la muestra que más resalta es la número 12, con una cantidad de VOC de 0,589 ppm, a la cual se le caracteriza como limitada de acuerdo a la **Tabla 4**.

### **4.3. Discusión de resultados**

En la siguiente tabla se detalla un cuadro resumen de todos los resultados obtenidos,

con el fin de facilitar la comprensión y entendimiento de estos.

**Tabla 26**

*Síntesis de los resultados de las pruebas realizadas*

Síntesis de resultados de los ensayos realizados			
Prueba de absorbencia en textiles			
#Muestra	g/L de bórax	PAAL t/s	PADL t/s
<b>0</b>	0	12,2	12,20
<b>1</b>	10	13,55	11,80
<b>3</b>	20	15,51	13,48
<b>5</b>	30	17,47	14,5
<b>7</b>	40	26,18	23,4
<b>9</b>	50	33,67	26,5
Prueba de VOC en ppm			
#Muestra	g/L Bórax	VOCAL ppm	VOCDL ppm
<b>0</b> (sin acabado, sin sudor)	0	0,248	0,248
<b>1</b> (sin tratar con sudor)	0	1,521	1,515
<b>2</b>	10	1,449	1,504
<b>3</b>	10	1,433	1,482
<b>4</b>	20	1,276	1,379
<b>5</b>	20	1,233	1,348
<b>6</b>	30	1,036	1,145
<b>7</b>	30	0,997	1,1
<b>8</b>	40	0,748	0,846
<b>9</b>	40	0,729	0,813
<b>10</b>	50	0,466	0,627
<b>11</b>	50	0,433	0,589

Nota: PAAL (Prueba de absorción antes del lavado), PADL (Prueba de absorción después del lavado), VOCAL (Compuestos orgánicos volátiles antes del lavado), VOCDL (Compuestos orgánicos volátiles después del lavado). Fuente: Propia

En esta tabla se da a conocer la recopilación de resultados obtenidos mediante la realización de la prueba de absorción y de la presencia de compuestos orgánicos volátiles en

las muestras, pruebas que fueron realizadas en el laboratorio CTEX; los datos obtenidos son utilizados para determinar el grado de confiabilidad o normalidad de datos, así como el análisis de la varianza que tienen estos, mediante el programa estadístico PAST 4.

Además, se puede mencionar que el bórax es un producto que, “**SI**” actúa como un agente antibacterial, ya que la ppm de VOC antes y después del lavado disminuye de manera significativa a mayor cantidad de bórax utilizado, considerando como la mejor muestra aquella que posee 50 g/L de bórax, 20 g/L de resina y 15 g/L de suavizante, la cual permite limitar la presencia de las bacterias y con ello la reducción del surgimiento de compuestos orgánicos volátiles.

## Capítulo V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. Conclusiones

- Mediante una investigación minuciosa, en la que se hizo uso de diversas fuentes bibliográficas, se logró obtener una amplia información sobre la aplicación del bórax en materiales textiles, sus propiedades antibacterianas y sus características generales, permitiendo tener una base de información confiable que permite tomar el camino preciso para la ejecución de la parte práctica de este proyecto.
- Se realizó 10 recetas ( ver apartado **3.6.2**) para cada una de ellas, se aplicó bórax a diferentes concentraciones (10g/L, 20g/L, 30g/L, 40g/L, 50g/L) para la obtención de un textil que inhiba la presencia de bacterias; se utilizaron dos productos auxiliares, el primero: el apresto CW-L (resina), mismo que se dosifica a razón de 10g/L y 20g/L, y segundo: Perisoft POD 100 (suavizante) a 15g/L en todas las muestras, en el que se puede concluir que, para la mezcla de estos productos se debe tomar muy en cuenta el orden en el que se los va añadiendo (suavizante, resina, bórax), debido a que si dicho factor se altera los productos tienen mayor dificultad de mezcla.
- El acabado fue realizado mediante el proceso de impregnación, teniendo en cuenta los datos técnicos (ver **Tabla 6**), tras su culminación, las muestras fueron sometidas a tres tipos de ensayos: a) prueba de la presencia de VOC en ppm, b) prueba de la absorbencia en textiles y c) prueba de la solidez al lavado, a partir de los cuales se obtuvo los siguientes resultados, antes del lavado se consiguió 2 muestras (M10 y M11) dentro del rango de “limitada cantidad de VOC” con 0,466 ppm y 0,433 ppm respectivamente, mientras que después del lavado la muestra con el mejor resultado fue la M11 con la presencia de 0,589 ppm, con lo que se determinó que el acabado es

de tipo semipermanente, debido a la variabilidad de datos que se generan antes y después de dicho ensayo.

- Mediante el uso de las herramientas estadísticas tales como, Past 4 y Excel se pudo realizar el análisis de los valores recopilados haciendo énfasis en determinar, la normalidad de datos y el análisis de la varianza, con los que se puede concluir que a medida que la cantidad de bórax aumenta, la presencia de las bacterias disminuye, es decir, existe una cantidad limitada de VOC. Con referencia a la normalidad de datos se demuestra que los resultados del p valor en los métodos de Shapiro Wilk, Anderson Darling A, Jarque Bera JB y Lilliefors L, de las pruebas antes y después del proceso de lavado, son mayores a 0.05, estableciendo que los datos tienen una confiabilidad del 95%.
- Se concluye que, por medio de la presente investigación y aplicación de bórax al sustrato textil gabardina Pes/Co 65/35, se pudo disminuir la proliferación de bacterias, logrando así mejorar la propiedad del tejido, al otorgarle características antibacterianas.

## **5.2. Recomendaciones**

- Es recomendable buscar información e incorporarla en un proyecto de grado o investigación al percatarse de que esta es extraída de fuentes confiables, para evitar cualquier tipo de información errónea, que puede entorpecer el desarrollo de la parte práctica de la investigación.
- Se recomienda que, para el proceso de impregnación se debe tener en cuenta los datos técnicos con los que se va a trabajar, en este caso el pick up, pH de la solución y temperatura, con la finalidad de no alterar los resultados al realizar los diferentes ensayos.

- Es recomendable que para la parte práctica de la prueba de solidez al lavado y análisis de los compuestos orgánicos volátiles (VOC), se tome en cuenta la limpieza de todos los equipos y materiales que sean manipulados antes y después de cada ensayo, de tal manera que se evite la contaminación de las muestras.
- Se sugiere estudiar y emplear otro método de ennoblecimiento textil, con la finalidad de encontrar un nuevo tratamiento o procedimiento que permita mejorar la durabilidad del acabado antibacterial en el material textil gabardina, después de ser sometido al proceso de lavado.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbar, W., Noor, M. R., Kowal, K., Syed, T., Soulimane, T., & Basim, G. B. (2017). Characterization and antibacterial properties of nanoboron powders and nanoboron powder coated textiles. *Advanced Powder Technology*, 28(2), 596–610. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2016.11.012>
- Arellano, I. (2017). *Acabado desodorizante en camisetas algodón/poliéster con carbón activo de coco* [Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Textil]. Universidad Técnica del Norte .
- Baena, P. (2017). *Metodología de la investigación* (3rd ed.). Grupo Editorial Patria.
- Benohanian, A. (2001). Antiperspirants and desodorantes. *Clinics in Dermatology*, 19(4), 398–405. [https://doi.org/10.1016/S0738-081X\(01\)00192-4](https://doi.org/10.1016/S0738-081X(01)00192-4)
- Bernard, C. E., Harrass, M. C., & Manning, M. J. (2010). Boric Acid and Inorganic Borate Pesticides. *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology*, 2033–2053. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374367-1.00094-X>
- Buschmann, H. J., Dehabadi, V. A., & Wiegand, C. (2015). Medical, cosmetic and odour resistant finishes for textiles. *Functional Finishes for Textiles: Improving Comfort, Performance and Protection*, 303–330. <https://doi.org/10.1533/9780857098450.1.303>
- Buyukakinci, B. Y., & Tezcan, E. (2018). Antibacterial properties of cotton fabrics treated with 8-hydroxyquinoline and borax. *CBU International Conference Proceedings*, 6, 1024–1029. <https://doi.org/10.12955/CBUP.V6.1289>
- Chanal, D., Yousfi Steiner, N., Petrone, R., Chamagne, D., & Péra, M.-C. (2022). Online Diagnosis of PEM Fuel Cell by Fuzzy C-Means Clustering. *Encyclopedia of Energy Storage*, 359–393. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819723-3.00099-8>
- Chiller, K., Selkin, B. A., & Murakawa, G. J. (2001). Skin Microflora and Bacterial Infections of the Skin. *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings*, 6(3), 170–174. <https://doi.org/10.1046/J.0022-202X.2001.00043.X>
- de la Peña Benítez, P. R., & García-Santos, A. (2016). Diseño nanotecnológico de superficies con propiedades antibacterianas: el grafeno. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*,

31(3), 201–207. [www.ricuc.cl](http://www.ricuc.cl)

el Romeral, M. (2015, September 17). *Instituto Valenciano de Microbiología*. Olor Corporal, Sudoración y Bacterias Implicadas. <https://www.ivami.com/es/>

Elmassry, M. M., & Piechulla, B. (2020). Volatilomes of Bacterial Infections in Humans. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 257. <https://doi.org/10.3389/FNINS.2020.00257>

Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). *La bacterias*. Biografías y Vida . <https://www.biografiasyvidas.com/tema/bacterias.htm>

Flowers, L., & Grice, E. A. (2020). The Skin Microbiota: Balancing Risk and Reward. *Cell Host & Microbe*, 28(2), 190–200. <https://doi.org/10.1016/J.CHOM.2020.06.017>

Fonseca, E. (2020). *Prototipos en tejido plano y aseguramiento de la calidad*.

Garrote, A., & Bonet, R. (2005a). Desodorantes y antitranspirantes. *OFFARM*, 24(2), 64–69. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13071461>

Garrote, A., & Bonet, R. (2005b). Desodorantes y antitranspirantes. *Offarm*, 24(2), 64–69. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-desodorantes-antitranspirantes-13071461>

Gathey, D. (2008). Chemical-induced ocular side effects. *Clinical Ocular Toxicology*, 289–306. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4673-8.10008-7>

GmbH, P. (2011). *Perisoft POD 100*.

Google Maps. (2022). *Planta Textil (Universidad Tecnica del Norte)*. <https://www.google.com/maps/@39.550051,-105.782067,6z?hl=es>

Guerrero, B. (2022). *Flujograma muestral*.

Gupta, D., & Bhaumik, S. (2007). Antimicrobial treatments for textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 32, 254–263.

Haesebrouck, F., Baele, M., de Keyser, H., Hermans, K., & Pasmans, F. (2009). Antimicrobial activity of an acetic and boric acid solution against *Staphylococcus pseudintermedius*. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 78(2), 89–90.

<https://www.researchgate.net/publication/230800339>

Hara, T., Nabei, H., & Kyuka, A. (2020). Activated carbon/titanium dioxide composite to adsorb volatile organic compounds associated with human body odor. *Heliyon*, 6(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05455>

Hernández, M., & Hernández, G. (2017). Rediseño de procesos semicontinuos en acabdos en húmedo sobre húmedo con un foulard usando la metodología six sigma. *Artículo Técnico*, 48–53.

Ho, C. P., Fan, J., Newton, E., & Au, R. (2011). Improving thermal comfort in apparel. *Improving Comfort in Clothing*, 165–181. <https://doi.org/10.1533/9780857090645.2.165>

Hu, J., & Murugesh Babu, K. (2009). The use of smart materials in cold weather apparel. *Textiles for Cold Weather Apparel*, 84–112. <https://doi.org/10.1533/9781845697174.1.84>

Información Técnica Apresto CW-L. (n.d.). *LITERATURA TECNICA APRESTO CW*.

Intexil. (2021). *Tipos de tejido plano*. <https://www.intexil.com.co/7-tipos-de-tejido-que-debes-conocer/>

Jayapriya, S., & Bagyalakshmi, & G. (2013). TEXTILE ANTIMICROBIAL TESTING AND STANDARDS. *International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT)* ISSN(P, 4, 1–10.

Lafayette. (2019, September 3). *¿Conoces los tipos de tejido existentes?* <https://www.lafayette.com/conoces-los-tipos-de-tejido-existentes/>

Larsen, P., Sven Nielsen, B., Leck Fotel, F., Kortegaard, P., Slothuus, T., & Hjelmar, O. (2015). *Survey of boric acid and sodium borates (borax)*. Danish Environmental Protection Agency.

Lee, J. (2009). Statistics, Descriptive. *International Encyclopedia of Human Geography*, 422–428. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00534-4>

Lockuán, F. (2012). *IV. La industria textil y su control de calidad. Tejeduría - Google Libros*

(Vol. 4).  
<https://books.google.com.ec/books?id=lmHP7oAunq8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Lockuan, F. (2012). *V. La industria textil y su control de calidad. Tintoreria.*  
<https://books.google.com.ec/books?id=6yjBvmYZrTsC&pg=PA42&lpg=PA42&dq=El+pick+up+de+un+tejido+depende+inversamente+de+la+presi%C3%B3n+de+exprimido+en+los+rodillos+del+foulard.&source=bl&ots=XzLMvXzEDd&sig=ACfU3U3GHwQjegZSDITueRjMLQT-TD9RzQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiG8YLDx7n1AhVmQjABHRX1AK0Q6AF6BAgCEAM#v=onepage&q=El%20pick%20up%20de%20un%20tejido%20depende%20inversamente%20de%20la%20presi%C3%B3n%20de%20exprimido%20en%20los%20rodillos%20del%20foulard.&f=true>

Marcano, D. (2008). El lado positivo de las bacterias. *Revista Del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 39(2), 63–65.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04772008000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772008000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Martin, A., Saathoff, M., Kuhn, F., Max, H., Terstegen, L., & Natsch, A. (2010). A Functional ABCC11 Allele Is Essential in the Biochemical Formation of Human Axillary Odor. *Journal of Investigative Dermatology*, 130(2), 529–540.  
<https://doi.org/10.1038/JID.2009.254>

Maya Serna, M. del P., González Echavarría, L., & Restrepo Osorio, A. (2017). Compuestos antimicrobiales para textiles y sus métodos de caracterización. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 33–54. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a2>

Morrison, C. (n.d.). *Tejido sarga*. Retrieved April 14, 2022, from <https://i.pinimg.com/564x/26/b0/08/26b0080dded3792a2ebf6cbe5f7008ff.jpg>

Orhan, R., Aydoğmuş, E., Topuz, S., & Arslanoğlu, H. (2021). Investigation of thermo-mechanical characteristics of borax reinforced polyester composites. *Journal of Building Engineering*, 42, 103051. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.103051>

Parker, J. (2001). Bacteria. *Encyclopedia of Genetics*, 146–151.  
<https://doi.org/10.1006/RWGN.2001.0102>

- Peñañiel, J. (2018). *Diseño y construcción de un foulard automatizado para desarrollar prácticas de laboratorio*. UTN.
- Quelal, C. (2019). *Determinación de la resistencia a la llama de un acabado textil a base de ácido bórico y bórax, aplicando en tejido plano 100% algodón*.
- Santillán, C. (2017). *Desarrollo de una venda textil terapéutica 100% con extracto de cebolla (Allium cepal.)*.
- Sapra, R. L., & Nundy, S. (2018). Why the p-value is under fire? *Current Medicine Research and Practice*, 8(6), 222–229. <https://doi.org/10.1016/J.CMRP.2018.10.003>
- Shirasu, M., & Touhara, K. (2011). The scent of disease: volatile organic compounds of the human body related to disease and disorder. *The Journal of Biochemistry*, 150(3), 257–266. <https://doi.org/10.1093/jb/mvr090>
- Sokmen, N., & Buyukakinci, B. Y. (2018). THE USAGE OF BORON/ BORON COMPOUNDS IN THE TEXTILE INDUSTRY AND ITS SITUATION IN TURKEY. *CBU International Conference Proceedings*, 6, 1158–1165. <https://doi.org/10.12955/cbup.v6.1309>
- Solé, A. (n.d.). *MÁQUINAS DE TINTURA POR IMPREGNACIÓN*.
- Sopchenski, L., Cogo, S., Dias-Ntipanyj, M. F., Elifio-Espósito, S., Popat, K. C., & Soares, P. (2018). Bioactive and antibacterial boron doped TiO<sub>2</sub> coating obtained by PEO. *Applied Surface Science*, 458, 49–58. <https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2018.07.049>
- Statham, R., & Greenman, J. (2012). TOPICAL REVIEW Microbial volatile compounds in health and disease conditions. *J. Breath Res*, 6, 1–25. <https://doi.org/10.1088/1752-7155/6/2/024001>
- Tituaña, T. (2018). *Aplicación de un acabado textil con alumbre de potasio, en un tejido de algodón de punto algodón/poliéster, mediante el proceso de agotamiento para otorgarle propiedades antibacterianas*.
- Tolga Yilmaz, M. (2012). Minimum inhibitory and minimum bactericidal concentrations of boron compounds against several bacterial strains. *Turk J Med Sci*, 42(2), 1423–1429. <https://doi.org/10.3906/sag-1205-83>

Unda, R. (1999). *Metodología I*. Universidad Politécnica Selesiana.

UTN. (2018). *Boletín Estadístico UTN*. Editorial Universidad Técnica Del Norte UTN.  
[https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook\\_boletin\\_estadistica\\_utn\\_2018](https://issuu.com/utnuniversity/docs/ebook_boletin_estadistica_utn_2018)

Vargas Flores, T., & Kuno Vargas, A. (2014). MORFOLOGIA BACTERIANA. *Revista de Actualización Clínica*, 49(2), 2594–2598.

## ANEXOS.

### Anexo 1

#### Ficha técnica del bórax



**LA CASA DEL QUÍMICO**  
— Productos Químicos —  
Material de Laboratorio y Envases

<b>BRAND NAME:</b>	THREE ELEPHANT® Borax
<b>CHEMICAL NAME:</b>	Sodium tetraborate decahydrate
<b>OTHER NAMES:</b>	Borax decahydrate, sodium baborate decahydrate
<b>FORMULA:</b>	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
<b>MOLECULAR WEIGHT:</b>	381.37
<b>CAS/TSCA NUMBER:</b>	1303-96-4
<b>DESCRIPTION:</b>	White, crystalline solid. The surface of the crystal is usually chalk white as a result of partial loss of water of hydration.
<b>GRADES:</b>	Technical standard

**PROPERTIES:** If you require guidance in developing product specifications, please contact the Quality Assurance Supervisor at 760-372-2243.

#### CHEMICAL ANALYSIS

	TYPICAL RANGE	STANDARD SPECIFICATION
Decahydrate Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )	100.0 - 104.5 %	100.0 % min
Anhydrous Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )	52.8 - 55.1 %	52.8 % min
Boric Oxide ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )	36.5 - 38.2 %	36.5 % min
Sodium Oxide ( $\text{Na}_2\text{O}$ )	16.3 - 17.0 %	16.3 % min
Water of Crystallization ( $\text{H}_2\text{O}$ )	44.9 - 47.2 %	47.2 % max
Chloride (Cl)	10 - 200 ppm	200 ppm max

#### SCREEN ANALYSIS (% cum. retained)

U.S. STD SIEVE NO.	TYPICAL RANGE	STANDARD SPECIFICATION
+30	0 - 5 %	5.0 % max
+40	5 - 30 %	----
+60	30 - 75 %	----
+100	75 - 96 %	----

#### ANGLE OF REPOSE, horizontal

33 degrees

#### BULK DENSITY, poured

Typical range: 53 - 66  $\text{lbs/ft}^3$

## Anexo 2

### Ficha Técnica de la Gabardina Pes/Co 65/35



Quito, 12 de Marzo de 2021

Señores  
MUNICIPIO DE MANTA

#### GABARDINA TORINO® TINA ACABADO TOP FICHA TÉCNICA



Código de Seguridad GABARDINA TORINO TOP

#### Información Técnica

BASE	40905
COMPOSICIÓN	65% Poliéster 35% Algodón
VARIACIÓN	5%
PESO g/m2	246 a 270
ANCHO	150 cm ± 2%
ENCOGIMIENTO	2% Urdido y Trama
LIGAMENTO	SARGA 3/1

#### Acabado

* ACABADO	Chamuscado, Calandrado
* COLORANTE TINA	Alta solidez a la luz y resistencia a agentes clorados
*ACABADO TOP	Repelente a agua y aceite (fácil lavado)

#### Otros acabados adicionales a solicitar

* ACABADO ANTIESTÁTICO	Reduce la estática.
* ACABADO SOFT	Tacto suave (solo colores claros)

#### USOS

* Ropa de trabajo	* Uniformes
* Pantalones	* Overoles
* Gorras	

Nota.- Esta ficha es válida a la fecha y para el proceso: MUNICIPIO DE MANTA

Tiempo de validez: 15 días laborables a partir de la presente fecha.



## **INSTRUCCIONES DE CUIDADO**

LAVADO	
NO BLANQUEADOR	
NO CEPILLO	
LAVADO EN SECO	
SECADO A LA SOMBRA	
PLANCHADO SUAVE	

## **CUIDADOS**

- \* Lavado a máquina o a mano
- \* Lavar con colores similares.
- \* Aplicar dosificación de detergente según recomendaciones del fabricante
- \* Disolver el detergente antes de lavar las prendas.
- \* No usar productos quita manchas.
- \* No lavar con cloro
- \* No dejar las prendas en remojo.
- \* No retorcer las prendas.
- \* No usar cepillo
- \* Secado natural a la sombra o en secadora a temperatura moderada

## **BENEFICIOS**

- \* No deshilacha
- \* No destiñe o decolora.
- \* Se ofrece gama de colores
- \* Se desarrolla colores bajo muestra.

## **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

\*La información presentada en esta ficha técnica es válida a la fecha de emisión de la misma. Sintofil C.A. se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento de la calidad.

\* Nota aclaratoria: La solidez depende del color seleccionado y de los colorantes empleados.

\* Producto Ecuatoriano

**Tiempo de validez: 15 días laborables a partir de la presente fecha.**

Atentamente,

**GABRIELA ROSALES**

Gerente Comercial

Pag 2-2 TORINO TOP

### Anexo 3

#### Ficha técnica de la resina (Apresto CW-L)

#### Información Técnica

### **APRESTO CW - L**

**Campos de Aplicación:** Resina sintética para dar cuerpo a las telas.

**Composición:** Resina sintética.

**Ionogenidad:** no iónico

**Apariencia:** Solución de poca viscosidad.

**Solubilidad:** Fácilmente soluble en agua fría o caliente

**Estabilidad:** Resistente al agua dura

Resistente a los álcalis y a los ácido orgánicos débiles

**Bodegaje:** Se puede almacenar indefinidamente

**Propiedades:** **APRESTO CW-L** es una resina sintética, con la cual se obtiene cuerpo en toda clase de artículos textiles y dependiendo de la cantidad que se aplique se obtiene cuerpo o un apresto fuerte.

**Aplicación:** Su aplicación en toda clase de telas es casi ilimitado y se extiende para tejidos de rayón, forros, telas para overoles, vestidos, cortinajes casimires etc. Con especiales ventajas se emplea para dar cuerpo a artículos mercerizados, tenidos o estampados, debido a que no afecta el brillo ni los colores. Los géneros aprestados con **APRESTO CW-L** se mantienen bien nitidos, al contrario de otros resinas que en muchos casos producen un efecto encubridor. Debido a su carácter completamente neutro del **APRESTO CW-L** se puede emplear el producto en combinación con aprestos inarrugables o impermeabilizantes, sin afectar la estabilidad es estos y sin tener que tomar precauciones especiales. También puede emplearse con otros productos para el apresto como por ejemplo almidones etc.

**Preparación de baños:** Se diluye con agua caliente o fría. Al producto se agrega primeramente un poco de agua revolviendo, para agregar luego la cantidad de agua necesaria para llegar al volumen previsto.

**Cantidades a emplear:** Depende del efecto deseado y del carácter del artículo.

**20 g/l** para la mayoría de los artículos.

**20 g/l** en combinación con aprestos inarrugables o impermeabilizantes

**100 g/l** para obtener un apresto fuerte.

**Aplicación:** Su aplicación es muy sencilla y se reduce a la aplicación en foulard a la temperatura normal.

**Secado:** La mercadería tratada con **APRESTO CW-L** se secan a la temperatura normalmente acostumbrada o sea 90 - 100°C.

PRODUCTO DE ACABADO PERMANENTE.

NOTA: El enjuague de este producto es completamente biodegradable.

---

\* Las recomendaciones mencionadas anteriormente han sido probadas en la práctica pero no se pueden garantizar los resultados ya que las condiciones del uso de dichas recetas están más allá de nuestro control.  
Si desea información o asistencia técnica favor llamar a estos números: 2676-555 / 2671-659.

## Anexo 4

### Proceso de impregnación



## Anexo 5

### Proceso de secado



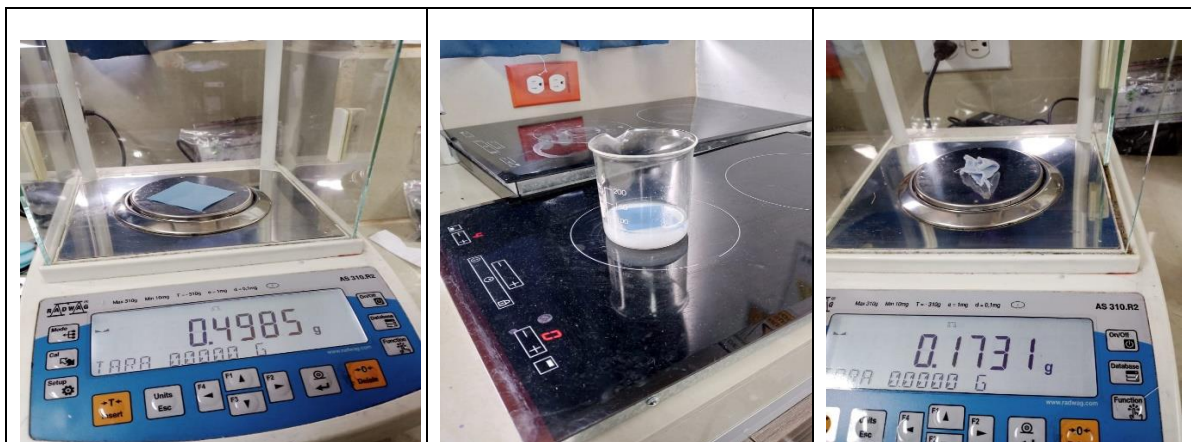
## Anexo 6

### Prueba de absorción de textiles



## Anexo 7

### Caracterización del tejido





**Anexo 8**

*Prueba VOC*



## Anexo 9

### Certificado del laboratorio



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL



Ibarra, 26 de julio del 2022

### 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 **GUERERO PINANJOTA CORINA BRIGITT**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 105030311-2, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS DE UN ACABADO A BASE DE BÓRAX POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN SOBRE GABARDINA PES/CO 65/35**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **TÚNEL DE SECADO**
- **PIPETA**- Método de prueba para la absorbencia de textiles AATCC 79:2014
- **WASCATOR** -Solidez del color al lavado ISO 6330:2012
- **CORTADORA CIRCULAR** -ISO 3801: Determinación de la masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



Fausto Gualoto M.  
FAUSTO GUALOTO M.  
GUALOTO MAFLE

**ING. GUALOTO FAUSTO M.**  
**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**