



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

**TEMA:** “INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO DEL BLANQUEO QUÍMICO EN LA  
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE  
MEZCLA 60% FIBRA DE PLÁTANO 40% ALGODÓN ORGÁNICO”

**AUTOR(A):**

MÓNICA JANETH GUERRERO ESPINOZA

**DIRECTOR:**

MSC. ELSA SULAY MORA MUÑOZ

IBARRA – ECUADOR

2023



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En 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.

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	172792870 -5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guerrero Espinoza Mónica Janeth		
<b>DIRECCIÓN:</b>	San Antonio - Calle 27 de noviembre y las Américas		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:mjguerreroe@utn.edu.ec">mjguerreroe@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	550-188	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0939781173

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO DEL BLANQUEO QUÍMICO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE MEZCLA 60% FIBRA DE PLÁTANO/40% ALGODÓN ORGÁNICO.
<b>AUTOR (ES):</b>	Guerrero Espinoza Mónica Janeth
<b>FECHA:</b>	26/06/2023
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

## 1. CONSTANCIA

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 titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 29 días del mes de junio de 2023

**LA AUTORA:**



**Firma:**

**Nombres:** Mónica Janeth Guerrero Espinoza

**CI:** 172792870-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada **Guerrero Espinoza Mónica Janeth**, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “**Influencia del tratamiento del blanqueo químico en la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano de mezcla 60% fibra de plátano/40% algodón orgánico**”, 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, a los 29 días del mes de junio de 2023



MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

Director del Trabajo de Grado



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**DEDICATORIA**

*Con amor dedico este trabajo de grado a mi madre, gracias por tu apoyo constante, por tus valiosos consejos y por hacer de mí una mejor persona.*

***“Mamá, eres y siempre serás mi más grande inspiración”***



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a DIOS por permitirme compartir junto a mi familia una de las tantas metas que me he propuesto, sin su apoyo, consejos y enseñanzas no lo habría logrado, además quiero agradecer a cada una de las personas que han sido partícipes para la realización de este proyecto.*

*A mi madre, gracias por tu esfuerzo, por cuidar de mí y por enseñarme con tu ejemplo a ser una mujer fuerte y luchadora, gracias por tu amor, sin tu apoyo, no lo habría logrado.*

*Mi más sincero agradecimiento a la MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz, por su dedicación, compromiso y apoyo durante el desarrollo de esta tesis. Al MSc Marco Naranjo por enseñarnos que nadie triunfa sin esfuerzo, por su rectitud y por prepararnos para afrontar los desafíos de cada día.*

*A mis compañeros: Andrés, Gissele, Eduardo, Luis con quienes he compartido momentos inolvidables durante el transcurso de mi vida universitaria, en especial a Gissele gracias por tu amistad incondicional.*

*Gratitud a la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas, a la Carrera de Textiles y a cada uno de los docentes que forman parte de ella.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Descripción del tema. ....	16
1.2. Antecedentes.....	16
1.3. Importancia del estudio.....	17
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo general .....	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
1.5. Características del sitio del proyecto. ....	18
CAPÍTULO II.....	20
2. ESTADO DEL ARTE .....	20
2.1. Revisión de estudios previos.....	20
2.2. Marco legal .....	21
2.2.1. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	21
2.3. Marco Conceptual.....	21
2.3.1. Fibras naturales.....	21

2.3.1.1.	Fibras de origen vegetal.....	21
2.3.1.2.	Fibras de algodón orgánico.....	22
2.3.1.3.	Fibras de Plátano o fibra musa.....	23
2.3.2.	Tejidos de fibras naturales.....	24
2.3.2.1.	Tejido de fibras de plátano.....	24
2.3.3.	Blanqueo químico.....	24
2.3.3.1.	Blanqueo químico con peróxido de hidrógeno.....	25
2.3.3.2.	Blanqueo de fibras celulósicas.....	25
2.3.4.	Descrude y semi blanqueo en algodón 100%.....	26
2.3.5.	Productos y auxiliares de blanqueo.....	27
2.3.5.1.	Sosa Cáustica.....	27
2.3.5.2.	Humectante.....	27
2.3.5.3.	Secuestrante.....	28
2.3.5.4.	Peróxido de hidrógeno.....	28
2.3.5.5.	Estabilizador.....	28
CAPÍTULO III.....		30
3.	METODOLOGÍA.....	30
3.1.	Métodos utilizados.....	30
3.1.1.	Método experimental.....	30
3.1.2.	Método comparativo.....	30
3.1.3.	Método analítico.....	30
3.2.	Flujograma de procesos.....	31
3.2.1.	Esquema general del proceso.....	31
3.2.1.1.	Descripción del flujograma general del proceso.....	31
3.2.2.	Esquema muestral del proceso.....	33



3.3.	Equipos y materiales .....	34
3.4.	Caracterización del tejido .....	35
3.4.1.	Gramaje .....	35
3.4.2.	Características generales del tejido.....	37
3.5.	Curva del proceso .....	38
3.6.	Recetas de blanqueo químico. ....	38
3.6.1.	Productos aplicados .....	40
3.7.	Proceso de descrude y blanqueo químico .....	42
3.8.	Parámetros del proceso .....	45
3.9.	Parámetros de control .....	45
3.10.	Valoración del peróxido de hidrógeno.....	47
3.11.	Control del peróxido residual.....	47
3.12.	Codificación del tratamiento de blanqueo químico.....	48
3.12.1.	Codificación de las muestras de los ensayos de resistencia a la tracción y elongación	49
3.13.	Norma aplicada .....	51
3.13.1.	Norma ISO 13934-2:2014 Determinación de la fuerza máxima mediante el método de agarre .....	51
CAPÍTULO IV .....		53
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
4.1.	Resultados .....	53
4.1.2.	Resultados del BQ3 .....	53
4.1.3.	Resultados del BQ6 .....	54
4.1.4.	Resultados del BQ12 .....	54
4.2.	Resultados de resistencia a la tracción y elongación .....	56
4.2.1.	Resultados de resistencia a la tracción y elongación del tejido crudo.....	56

4.2.2.	Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 3 g/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	56
4.2.3.	Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 6 g/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	57
4.2.4.	Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 12 g/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	58
4.3.	Resumen general de resultados a la tracción y elongación.....	59
4.4.	Resultados del grado de blancura. ....	60
4.5.	Análisis de los resultados.....	61
4.5.1.	Análisis de la varianza.....	61
4.5.2.	Análisis de normalidad de los datos .....	63
4.6.	Análisis gráfico de resultados .....	64
4.6.1.	Gráfico de resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre .....	65
4.6.2.	Gráfico de resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre .....	65
4.6.3.	Gráfico de resistencia a la elongación .....	66
CAPÍTULO V .....		68
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1.	Conclusiones .....	68
5.2.	Recomendaciones .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
ANEXOS.....		74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Fibras ecológicas de origen vegetal.....	22
<b>Tabla 2</b> Países productores de algodón orgánico.....	22
<b>Tabla 3</b> Composición química del algodón .....	23
<b>Tabla 4</b> Características de la fibra de plátano.....	24
<b>Tabla 5</b> Parámetros de blanqueo de algodón con peróxido de hidrógeno .....	25
<b>Tabla 6</b> Receta para el proceso de descrude y semi blanqueo .....	27
<b>Tabla 7</b> Materiales para el proceso de blanqueo químico.....	34
<b>Tabla 8</b> Equipos utilizados en el proceso .....	35
<b>Tabla 9</b> Gramaje del tejido .....	36
<b>Tabla 10</b> Características generales del tejido .....	37
<b>Tabla 11</b> Receta N°1 de blanqueo químico.....	39
<b>Tabla 12</b> Receta N°2 de blanqueo químico.....	39
<b>Tabla 13</b> Receta N°3 de blanqueo químico.....	40
<b>Tabla 14</b> Parámetros del proceso de blanqueo químico. ....	45
<b>Tabla 15</b> Resultado de resistencia a la tracción y elongación del tejido crudo (TC).....	56
<b>Tabla 16</b> Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 3 g/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	57
<b>Tabla 17</b> Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico aplicando 6g/L de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	58
<b>Tabla 18</b> Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 12 g/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	59
<b>Tabla 19</b> Tabla general de resultados de resistencia a la tracción y elongación.....	59
<b>Tabla 20</b> Grado de blancura de las muestras. ....	60
<b>Tabla 21</b> Análisis de la varianza.....	61
<b>Tabla 22</b> Análisis de normalidad de los datos .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación de la Planta Académica Textil.....	19
<b>Figura 2</b>	Planta académica textil UTN.....	19
<b>Figura 3</b>	Flujograma general de la experimentación.....	31
<b>Figura 4</b>	Flujograma muestral del proceso.....	33
<b>Figura 5</b>	Pesaje de las muestras cortada en la troqueladora.....	36
<b>Figura 6</b>	Curva del proceso de descrude y blanqueo.....	38
<b>Figura 7</b>	Peso de los auxiliares.....	43
<b>Figura 8</b>	Proceso de blanqueo químico.....	43
<b>Figura 9</b>	Preparación de las probetas para las pruebas de resistencia.....	44
<b>Figura 10</b>	Pruebas de resistencia a la tracción y elongación.....	44
<b>Figura 11</b>	Control del pH en el proceso de agotamiento.....	46
<b>Figura 12</b>	Control de parámetros.....	46
<b>Figura 13</b>	Valoración del peróxido.....	47
<b>Figura 14</b>	Valoración del peróxido al finalizar el proceso.....	47
<b>Figura 15</b>	Codificación de las muestras.....	48
<b>Figura 16</b>	Codificación de las muestras para los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.....	49
<b>Figura 17</b>	Dinamómetro James Heal.....	52
<b>Figura 18</b>	Resultados del blanqueo químico con 3 g/L de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	53
<b>Figura 19</b>	Resultados del blanqueo químico con 6 g/L de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	54
<b>Figura 20</b>	Resultados del blanqueo químico con 12 g/L de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	55
<b>Figura 21</b>	Resultados generales del blanqueo químico.....	55
<b>Figura 22</b>	Grado de blancura de las muestras.....	60
<b>Figura 23</b>	Gráfico XY graph, Análisis de los resultados.....	64
<b>Figura 24</b>	Resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre.....	65
<b>Figura 25</b>	Resistencia a la tracción en sentido de la trama.....	66
<b>Figura 26</b>	Resistencia a la elongación.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Ficha Técnica del tejido.....	74
<b>Anexo 2</b> Ficha técnica del Peróxido de hidrógeno.....	75
<b>Anexo 3</b> Ficha técnica del estabilizador de peróxido.....	76
<b>Anexo 4</b> Ficha técnica del detergente.....	77
<b>Anexo 5</b> Caracterización del tejido. ....	78
<b>Anexo 6</b> Proceso de blanqueo químico .....	79
<b>Anexo 7</b> Pruebas de resistencia a la tracción y elongación y grado de blancura .....	80
<b>Anexo 8</b> Certificado del uso del laboratorio Planta Textil UTN.....	81

## RESUMEN

La presente investigación se basa en el análisis de la resistencia a la tracción y elongación en un tejido plano de mezcla, 60% fibra de plátano y 40% algodón orgánico, el cual es sometido al tratamiento químico con peróxido de hidrógeno a determinadas concentraciones.

Hoy en día el uso de las fibras sintéticas tiene una gran demanda debido a su durabilidad, resistencia, facilidad de cuidado y bajo costo, sin embargo, la producción de estas fibras presenta la desventaja de que tardan mucho tiempo en degradarse en comparación con las fibras naturales, ocasionando un problema con el ambiente. En este estudio se evalúa la resistencia a la tracción y elongación del tejido de fibra de plátano y algodón orgánico según el procedimiento de la Norma ISO 13934-2:2014. El tejido se somete al tratamiento químico utilizando el peróxido de hidrógeno de 50V y el hidróxido de sodio de 38° Be 4 g/l según el peso del material, el tratamiento químico se realiza con las concentraciones de 3, 6 y 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a una temperatura de 95 °C. Los resultados se analizan mediante el programa estadístico PAST4; presentando el tejido crudo una resistencia de (534 N) y la elongación de (19,69%) en la urdimbre y una resistencia de (558,7 N) y la elongación de (32,17%) en la trama y el tejido tratado químicamente con 12 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ12) presenta una resistencia a la tracción de (611.3N) y la elongación de (22.28%) en la urdimbre y una resistencia de (589,64N) y una elongación de (39,09%) en la trama, se obtuvo un tejido blanqueado con un índice de blancura satisfactorio (70,73°Berger), considerando la mejor concentración en este estudio.

**Palabras clave:** Blanqueo químico, peróxido de hidrógeno, resistencia a la tracción y elongación, tejido de fibra de plátano y algodón orgánico.



### ABSTRACT

This research was based on the analysis of the tensile strength and elongation in a flat fabric blend, 60% banana fiber, and 40% organic cotton, which was subjected to chemical treatment with hydrogen peroxide at specific concentrations.

Nowadays, the use of synthetic fibers is in great demand due to their durability, resistance, ease of care, and low cost. However, the production of these fibers has the disadvantage that they take a long time to degrade in comparison with natural fibers, causing a problem with the environment. In this study, the tensile strength and elongation of banana and organic cotton fiber fabric were evaluated according to ISO 13934-2:2014. The fabric was subjected to chemical treatment using 50v hydrogen peroxide and 38° Be 4 g/L sodium hydroxide according to the weight of the material, the chemical treatment was performed with the concentrations of 3, 6, and 12 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at a temperature of 95 °C. The results were analyzed using the statistical program PAST4; presenting the raw fabric with a resistance of (534 N) and elongation of (19.69%) in the warp and a resistance of (558.7 N) and elongation of (32.17%) in the weft and the fabric chemically treated with 12 g/L of hydrogen peroxide (BQ12) presented a tensile strength of (611. 3N) and elongation of (22.28%) in the warp and resistance of (589.64N) and elongation of (39.09%) in the weft, a bleached fabric with a satisfactory whiteness index (70.73°Berger) was obtained, considering the best concentration in this study.

**Keywords:** Chemical bleaching, hydrogen peroxide, tensile strength, elongation, organic cotton, banana fabric.

LUIS ALFONSO  
PASPUEZAN  
SOTO

Firmado digitalmente  
por LUIS ALFONSO  
PASPUEZAN SOTO  
Fecha: 2023.05.30  
11:16:02 -05'00'

Reviewed by:

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Descripción del tema.

La presente investigación tiene como finalidad aportar a la industria textil un método de blanqueo químico adecuado para aplicarlo en un género textil elaborado con fibras de plátano/algodón orgánico, por el método de agotamiento.

La investigación se desarrolla mediante la aplicación del proceso de blanqueo químico por agotamiento a diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno en un tejido plano de mezcla 60% fibra de plátano /40% algodón orgánico, para posteriormente someterlo a un análisis de laboratorio mediante la norma ISO 13934-2:2014 con la finalidad de evaluar la influencia que tiene este producto químico en su resistencia a la tracción y elongación.

Finalmente, para este estudio se analizan los resultados obtenidos y se determina una concentración óptima de peróxido de hidrógeno para aplicarla en este tipo de tejido celulósico.

#### 1.2. Antecedentes.

Hoy en día el tema de la conservación ambiental es de vital importancia, por lo que la mayoría de las industrias busca que sus procesos y productos sean mucho más amigables con nuestro ambiente. Una de las industrias que está inmersa en este cambio es la industria textil, que día a día trabaja en la búsqueda de nuevas alternativas que sean mucho más ecológicas, es así que surgen los tejidos elaborados con fibras de origen natural, tal es el caso del tejido elaborado con fibras de plátano y algodón orgánico una alternativa diferente, sostenible y respetuosa con el ambiente. (Geographic, 2022)

En países como la India se producen este tipo de tejidos elaborados con fibras naturales de origen vegetal como el tejido de fibra de plátano/algodón orgánico, sin embargo, al ser un tejido crudo es necesario realizar el proceso de descruce y si se cree conveniente se debe



realizar el proceso de blanqueo. (Hendriksz, 2017) El proceso de descruce y blanqueo se realiza con el objetivo de eliminar impurezas y obtener un grado de blanco en el sustrato para que este pueda estar apto para la tintura de colores claros e igualar las variaciones de tonos, los productos blanqueadores más utilizados sobre todo en fibras celulósicas son el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno. (Lockuán, 2012)

El blanqueo con peróxido de hidrógeno produce oxígeno el cual oxida los colores propios de la fibra y este no produce productos tóxicos ni contaminantes, además se alcanza el grado de blancura requerido, y el género textil blanqueado es más absorbente. (López, 2012). El presente proyecto tiene como finalidad determinar la resistencia a la tracción y elongación a diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno para que el tejido elaborado con fibra de plátano/algodón orgánico mantenga en lo posible sus propiedades de resistencia a la tracción y elongación, además incentivar al uso de tejidos elaborados con fibras de origen natural y a su vez contribuir con el ambiente.

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

El uso de las fibras sintéticas ha tenido una gran demanda, por lo que actualmente se producen masivamente dejando de lado el uso las fibras naturales, estas fibras se han usado desde hace mucho tiempo, sin embargo, han sido sustituidas por las fibras sintéticas, una de las razones se debe al bajo costo que representa al producirlas, además de las propiedades y características como su resistencia, uniformidad entre otras. (Anónimo, 2021), sin embargo, los tejidos elaborados con fibras sintéticas tienen un gran impacto ambiental debido a las grandes cantidades de petróleo que se necesitan para su producción, además desprenden restos de partículas de fibras durante su ciclo de vida que por lo general terminan en el mar estas pequeñas piezas de plástico, que afectan a la vida de muchos animales y también a la salud humana. (PRESS, 2019)

La contaminación ambiental y el cuidado de nuestra salud son dos grandes motivos para reducir la producción y uso de las fibras sintéticas, por ello, la presente investigación pretende, dar a conocer la influencia del blanqueo químico en la resistencia a la tracción y elongación del tejido de fibra de plátano/algodón orgánico con la finalidad de obtener

resultados que aporten a futuras investigaciones, además de incentivar el uso de las fibras de origen vegetal y a su vez minimizar el impacto ambiental.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Analizar la influencia del tratamiento del blanqueo químico en la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano de mezcla 60% fibra de plátano/40% algodón orgánico.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Investigar acerca del proceso de blanqueo químico, utilizando base de datos bibliográficos para posteriormente aplicar en un tejido plano de la mezcla de fibra de plátano /algodón orgánico.
- Realizar el proceso de blanqueo químico con ( $H_2O_2$ ) por agotamiento de la mezcla del tejido de fibra de plátano/algodón orgánico, a determinadas concentraciones
- Evaluar las pruebas de resistencia a la tracción y elongación, mediante la norma ISO 13934-2 utilizando el dinamómetro e interpretar los resultados obtenidos mediante herramientas estadísticas.

## **1.5. Características del sitio del proyecto.**

La presente investigación se lleva a cabo en la Universidad Técnica del Norte, en los laboratorios de la Carrera de Textiles ubicados en la provincia de Imbabura cantón de Ibarra, sector Azaya, calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago o ( $0^{\circ} 22'40.7'' N$   $78^{\circ} 07'24.6'' W$ ).

En **Figura 1** se muestra la ubicación de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte.

## Figura 1

*Ubicación de la Planta Académica Textil.*



Fuente: (Google maps, 2022)

Los laboratorios de la planta académica Textil UTN poseen una amplia gama de equipos de última tecnología, los cuales permiten realizar pruebas tanto físicas como químicas en las áreas de hilatura, tejeduría, tintorería y acabados, ensayos basados en normas y estándares internacionales, además brinda un servicio de control de calidad y ensayos a las empresas públicas y privadas garantizando la calidad de sus productos, beneficiando de esta manera a la industria textil a través de la utilización garantizada de sus laboratorios con equipos únicos en el país.

## Figura 2

*Planta académica textil UTN*



Fuente: Autora

## CAPÍTULO II

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### 2.1. Revisión de estudios previos

En el artículo de Habel Halim (2013) se realizó el estudio del blanqueo en tejido de algodón utilizando un sistema de blanqueo compuesto por peróxido de hidrógeno activado con tiourea a diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno y tiourea (activador del peróxido de hidrógeno), así como la temperatura del medio de blanqueo. Los resultados obtenidos revelan que se puede obtener un tejido de algodón blanqueado con un índice de blancura satisfactorio y una resistencia a la tracción razonable tratando el tejido a 90 °C en un baño de blanqueo que contenga 6 g/L de peróxido de hidrógeno, 1,5 g/L de tiourea y 1 g/L de no - agente humectante iónico usando una relación de material a licor de 1:20. Estas condiciones óptimas conducen a la finalización del proceso de blanqueo en un tiempo razonable de 1 H.

López (2012) afirma que: Al blanquear con peróxido de hidrógeno se produce oxígeno, que oxida los colores naturales de las fibras, sin ocasionar daños a la cadena de celulosa, y ofrece ventajas como: nula cantidad de productos contaminantes tóxicos o corrosivos, el deterioro a la fibra es mínimo, menor pérdida de peso, se alcanza la intensidad de blanco requerida, el proceso es de fácil control y el material blanqueado es más absorbente, sin embargo se debe tomar en cuenta que el tratamiento con peróxido, según las condiciones del proceso, puede causar algo de degradación de la celulosa. Las impurezas metálicas que se encuentren en el sustrato y el agua pueden provocar daños como defectos de teñido, depósitos de fibra, baja absorción, pérdida de fuerza y huecos por la formación de oxixelulosa, etc.

Escobar (1666) recomienda realizar los baños del blanqueo en un pH entre 10 y 11, si sobrepasa este valor ocurre la formación de oxígeno elemental, el mismo que ataca a la celulosa (pág.37).

## **2.2. Marco legal**

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

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

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

La Carrera de Textiles está encaminada en las líneas de investigación 1 y 9 con los cuales se han desarrollado la investigación en la innovación, producción y desarrollo socioeconómico.

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Fibras naturales.**

Páez (2007) Afirma que: “Las fibras naturales son aquellas que se obtienen a partir de la naturaleza, según su origen se clasifican en fibras vegetales, animales y minerales” (pág. 2).

#### **2.3.1.1. Fibras de origen vegetal.**

Las plantas poseen un tipo de células denominadas esclerenquimáticas las cuales son alargadas, esbeltas y estrechas a este grupo de células se las llama fibras, se encuentran principalmente en los tallos, aunque también las podemos encontrar en las raíces, flores, hojas e inclusive en los frutos y algunas de estas fibras gracias a su longitud permiten su aprovechamiento en la elaboración de diferentes tejidos. (Hernández, s.f).

En la **Tabla 1** se detallan algunas fibras de origen vegetal y de que parte de la planta se extraen.

**Tabla 1***Fibras ecológicas de origen vegetal*

<b>Fibras ecológicas de origen vegetal</b>	
Fruto, semillas:	algodón, coco
Tallo:	Fibra de plátano, Yute, Ramio, Cáhano
Hoja:	sisal, abacá, formio
Raíz:	Agave, tequilana

*Nota:* Todas las fibras naturales de origen vegetal contienen como componente principal la celulosa

Fuente: (Villegas C. , 2012)

### **2.3.1.2. Fibras de algodón orgánico**

El algodón orgánico proviene de la semilla de la planta, posee las mismas propiedades que el algodón convencional, pero representa un menor impacto ambiental, debido a que este es cultivado con pesticidas y fertilizantes naturales, reduciendo los riesgos de salud y protegiendo los recursos naturales. Existen otras versiones de algodones sostenibles, pero solo el orgánico es certificado. Existen normas como: la norma de contenido orgánico OCS la cual verifica que el producto final contenga la cantidad precisa de materia orgánica y que no se hayan usado químicos que afecten la integridad del material. (Zeegers, s.f.)

En la **Tabla 2** se indica los países productores de algodón orgánico y la cantidad en porcentaje que producen.

**Tabla 2***Países productores de algodón orgánico*

<b>Países productores de algodón orgánico</b>	
India	74%
Turquía	11%
China	6%
Países Subsaharianos	6%
América del sur	1%
Estados Unidos	1%

*Nota:* El país que más produce algodón orgánico es la India seguido por Turquía con un 11%. Fuente:

(Zeegers, s.f.)

- **Composición de la fibra de algodón**

En la siguiente tabla se muestra la composición química de la cual se encuentra constituida la fibra de algodón:

**Tabla 3**  
*Composición química del algodón*

<b>Composición del algodón</b>	
Celulosa	80-90%
Agua	6-8%
Proteínas	1,23%
Ceras y grasas	0-1,5%
Pectinas	4-6%
Otros	1-1,8%

Fuente: (Lockuán, 2013)

Lockuán (2013) afirma que: “Una vez sometido al proceso de lavado con sosa cáustica las ceras, grasas y materiales no celulósicos son eliminados. Una vez de lavar, banquear y secar la fibra queda 99% de celulosa” (pág. 37).

#### ***Celulosa:***

La celulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ) es una sustancia sólida la cual no posee olor ni color y se encuentra presente en todas las plantas, el ejemplo más puro de celulosa es el algodón, puesto que contiene más del 90% de celulosa

#### **2.3.1.3.Fibras de Plátano o fibra musa**

La fibra de plátano es una fibra vegetal biodegradable que se obtiene del raquis (tallo) de la planta, se la extrae mediante procesos químicos, mecánicos o biológicos, tiene una apariencia muy similar a la fibra de bambú y ramio, sin embargo, es importante mencionar que esta fibra posee mayor finura y flexibilidad, posee un buen brillo, su peso es ligero y absorbe gran cantidad de humedad. (Moreno, 2021)

En la **Tabla 4** se muestra la composición química por la que está constituida la fibra de plátano.

**Tabla 4**

*Características de la fibra de plátano*

<b>Composición de la fibra de plátano</b>	
Celulosa	73,35%
Ceras y grasas	11,99%
Lignina	13,40%

*Nota:* Los siguientes valores presentados corresponden a la fibra seca y la fibra recién extraída presenta un 10,63% de humedad. Fuente: (Flores, 2011)

### **2.3.2. Tejidos de fibras naturales**

Las fibras naturales se pueden hilar, mediante el proceso de hilado posteriormente se realiza el entrelazado con la finalidad de obtener tejidos como: el de bambú que es antibacteriano, repele olores, es muy suave como la seda, protege contra los rayos ultravioletas, es hipoalergénico y a pesar de la cantidad de lavados a los que estos son sometidos no pierde sus propiedades. Otra fibra ecológica es la fibra de cannabis, la cual se utiliza para elaborar telas resistentes, pijamas o camisones. (Villegas C. , 2012)

#### **2.3.2.1. Tejido de fibras de plátano.**

Las telas hechas de fibra de banano son suaves, flexibles y transpirables, poseen un brillo natural, por lo que este se puede comparar con la seda, sin embargo, no son bastante fuertes o elásticos, por lo que se abstiene a realizar prendas de moda. (Hendriksz, 2017)

### **2.3.3. Blanqueo químico**

El proceso de blanqueo se lleva a cabo con el objetivo de eliminar impurezas y obtener un grado de blanco en el sustrato para que este pueda estar apto para la tintura de colores claros e igualar las variaciones de tonos, los productos blanqueadores más utilizados sobre todo en fibras celulósicas son el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, sin embargo, el hipoclorito de sodio es más fuerte y se descompone con gran facilidad y debido su alto poder redox puede atacar a la fibra celulósica. (Lockuán, 2012)



### 2.3.3.1. Blanqueo químico con peróxido de hidrógeno.

López (2012) Afirma que: “El blanqueo con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> es uno de los más usados en la industria, puesto que con el peróxido de hidrógeno se consiguen tonos más altos de blanco en relación con el hipoclorito de sodio” (pág. 86).

### 2.3.3.2. Blanqueo de fibras celulósicas

El blanqueo de fibras celulósicas se lleva a cabo con: hipoclorito de sodio, clorito de sodio o con peróxido de hidrógeno.

En **Tabla 5** se muestra una receta de los auxiliares y parámetros aplicados en el proceso de blanqueo químico del algodón utilizando peróxido de hidrógeno.

**Tabla 5**

*Parámetros de blanqueo de algodón con peróxido de hidrógeno*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3-5 mL/L
Silicato de Sodio	0,5-1 g/L
Humectante	0,5-1 g/l
Sosa Cáustica	1-2 g/L
Tiempo de blanqueo	1-3 h
Relación de baño	1:25
pH	10-11
Temperatura	Ebullición

Fuente: (López, 2012)

El oxígeno en su forma molecular no tiene mucha influencia en el proceso de blanqueo, por lo tanto, se debe buscar las condiciones necesarias para obtener un oxígeno activo. Los factores que regulan la producción de oxígeno y la velocidad de blanqueo son:

- **Alcalinidad de los baños:** Si aumenta la alcalinidad, también aumenta la velocidad de descomposición de los baños acelerando el proceso de blanqueo, es importante

mencionar que el pH del baño debe estar entre 10 y 11 si sobrepasa estos valores el oxígeno elemental podría atacar a la celulosa.

- **Temperatura de los baños con agua oxigenada:** Un aumento rápido de temperatura al baño de agua oxigenada, provocará fácilmente la separación del oxígeno del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por lo que, para obtener un mayor rendimiento del oxígeno activo, se debe subir la temperatura lo más pronto posible a 80 °C y luego a punto de ebullición. Si se alarga el proceso, se generarían gastos innecesarios de tiempo, energía y dinero. (López, 2012)
- **Agua libre de hierro:** Es importante utilizar agua libre de hierro en el proceso de blanqueo, puesto que las sales ferrosas activan de manera rápida la separación del oxígeno, convirtiendo la celulosa en oxixelulosa (algodón) provocando la degradación del material que se está blanqueando.
- **Neutralizado:** Una vez culminado el proceso el peróxido residual debe ser eliminado caso contrario podría provocar un debilitamiento del material y la aparición de agujeros, por lo que es importante realizar el neutralizado hasta alcanzar un pH neutro. (Lockuán, 2012)

#### **2.3.4. Descrude y semi blanqueo en algodón 100%**

Antes de someter un tejido a un proceso de tintura, es importante realizar un descrude para remover las impurezas como grasas, ceras, pectinas y toda clase de impureza vegetal que pueda presentar el tejido, juntamente con el uso de peróxido de hidrógeno se realiza el proceso de blanqueo químico el cual hace que el tejido se vea más blanco y sea mucho más absorbente en procesos posteriores. (Villegas S. , 2012)

**Tabla 6***Receta para el proceso de descruce y semi blanqueo*

<b>Producto</b>	<b>g/L</b>
Antiquiebre (TEBOLAN B-UF)	2
Secuestrante (DISPROSEG KG)	1
Detergente- estabilizador (PRESTABIL 3E)	1
Emulsionante (EMULSID S-OL)	1
Humectante (INVADINA-LUN)	1
Sosa Cáustica en perlas	2
Agua oxigenada 50%	3
<b>NEUTRALIZADO</b>	
Ácido (ÁCIDO CÍTRICO)	0,7
Catalasa (KILLETIX TX)	0,15

Fuente: (Villegas S. , 2012)

### **2.3.5. Productos y auxiliares de blanqueo**

#### **2.3.5.1. Sosa Cáustica**

El hidróxido de sodio o también conocido como sosa cáustica es un sólido blanco cristalino muy corrosivo, se disuelve en agua y etanol, pero no en éter, cuando se disuelve en agua desprende gran cantidad de calor suficiente para encender materiales combustibles, se la puede encontrar en forma líquida o sólida (escamas, granulada) los dos tipos presentan la misma composición química, generalmente se usa en forma sólida o como una solución 50%. (Cevallos, 2015).

#### **2.3.5.2. Humectante**

Alcotex (2015) Afirma que: “ASUWED DA es un humectante/detergente biodegradable, presenta baja formación de espuma en el proceso iónico/no iónico, es estable al medio alcalino diseñado para los procesos de blanqueo y descruce del algodón y sus mezclas” (pág.20).

#### **2.3.5.3. Secuestrante**

Es un agente secuestrante de sales y metales pesados presentes en el agua que le confieren dureza a la misma, por lo que se utiliza para la eliminación de impurezas minerales y como su nombre lo indica se encarga de secuestrar metales, la cantidad a utilizar de este producto dependerá mucho del agua con la que se esté trabajando. (Romero, 2012)

#### **2.3.5.4. Peróxido de hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno o más conocido como agua oxigenada, es uno de los productos más versátiles, puesto que no representa un peligro para el ambiente, es adecuado para aplicaciones industriales y es relativamente fácil de utilizar, sin embargo, el uso inapropiado de este podría provocar lesiones al usuario y daños en los equipos. (Cevallos, 2015)

La mayoría de las empresas utilizan el peróxido de hidrógeno para el proceso de blanqueo, se trata de un blanqueo de oxidación de pH 9-10, sobre tejidos vegetales, es uno de los métodos de blanqueo más utilizado en España. En el baño de blanqueo el peróxido de hidrógeno produce el oxígeno nascente en la superficie del textil, produciendo el blanqueo introduciendo el color deseado en la fibra del textil. (Namgoung, 2011)

#### **2.3.5.5. Estabilizador**

El estabilizador se utiliza para los procesos de blanqueo, tiene como función frenar la descomposición del agua oxigenada. Las sales ferrosas presentes en el agua activan de forma rápida la separación del oxígeno, convirtiendo la celulosa en oxixelulosa, dando lugar a la degradación del tejido, por lo que es muy importante utilizar agua libre de hierro en los procesos de blanqueo químico con peróxido de hidrógeno. (Romero, 2012)

Regula la separación del oxígeno activo del  $H_2O_2$ , el oxígeno activo es el encargado del blanqueamiento en el proceso.

#### **2.3.5.6. Ácido fórmico.**

Este producto es utilizado como agente regulador de pH, además nos ayuda a neutralizar las soluciones alcalinas, existen algunos procesos que se realizan en soluciones alcalinas por lo que con la adición del ácido fórmico se logra alcanzar un pH neutro, además

es importante mencionar que tiene gran eficacia y se necesita de menor cantidad de producto en comparación con el ácido acético y cítrico. (ÁCIDOS, 2019)

#### **2.3.5.7. Catalasa.**

Es un producto utilizado después de culminar con el proceso de blanqueo para eliminar el peróxido residual evitando la degradación del textil, este no produce efecto en la fibra textil, además que permite un teñido exitoso posterior, este no suele trabajar a temperaturas muy altas, puesto que perdería su efectividad y a bajas temperaturas pierde su actividad enzimática. (Pérez, 2015)

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

El presente capítulo describe el procedimiento acerca del tratamiento de blanqueo químico en un tejido de mezcla de fibra de plátano y algodón orgánico con la finalidad de conocer la influencia que tiene el peróxido de hidrógeno en la resistencia a la tracción y elongación en este tipo de tejido celulósico, mediante el uso de los métodos experimental y comparativo.

#### 3.1. Métodos utilizados

##### 3.1.1. Método experimental

La presente investigación se llevó a cabo mediante el método experimental para conocer la influencia que tiene el tratamiento de blanqueo químico con peróxido de hidrógeno sobre un tejido de mezcla de fibra de plátano y algodón orgánico, por el método de agotamiento, por lo que se procede a la manipulación de la variable independiente ( $H_2O_2$ ), mediante la variación de concentraciones. Una vez que las muestras de tejido han sido sometidas al proceso de blanqueo químico y secado, se procede a realizar los ensayos de resistencia a la tracción y elongación utilizando el dinamómetro con el objetivo de evaluar la influencia del peróxido de hidrógeno en la resistencia a la tracción y elongación en este tipo de tejido celulósico.

##### 3.1.2. Método comparativo

El método comparativo fue utilizado, posterior al tratamiento de blanqueo químico, donde se compararon los resultados obtenidos con las diferentes cantidades de peróxido de hidrógeno aplicadas y el tejido crudo, además utilizando el espectrofotómetro se comparó el grado de blancura que se obtuvo con cada una de las recetas.

##### 3.1.3. Método analítico

En el presente trabajo de investigación el método analítico es muy importante, puesto que una vez realizados los ensayos de resistencia a la tracción y elongación se analizan los

resultados mediante la tabulación de los datos y gráficos estadísticos que permitieron concluir con el desarrollo de esta investigación.

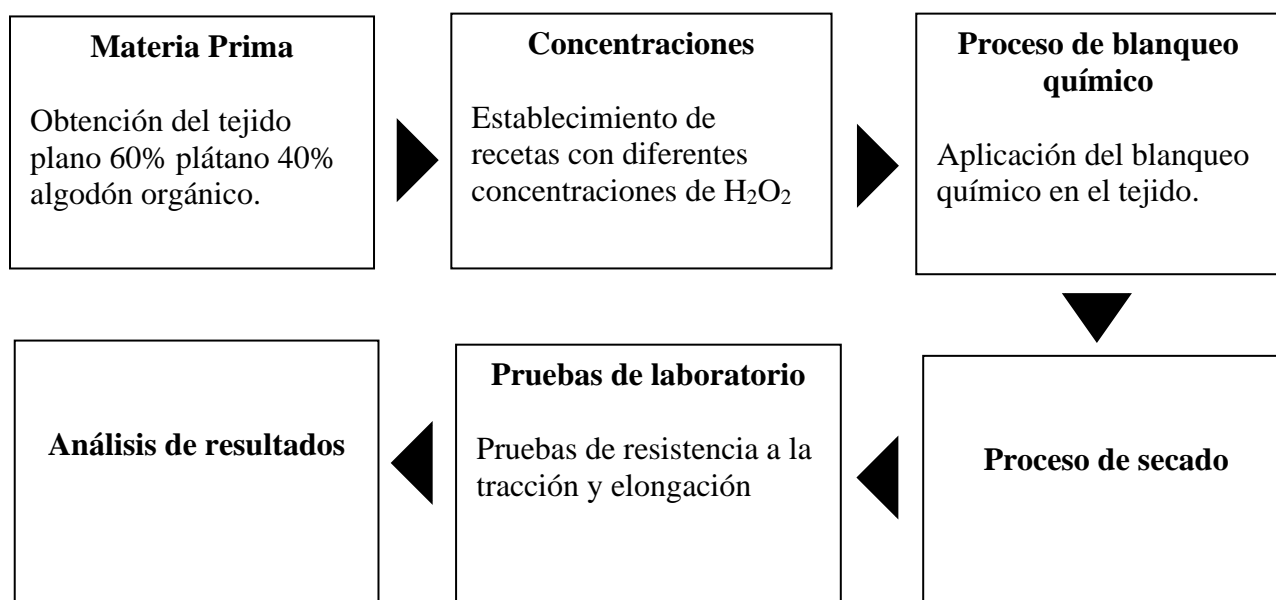
### 3.2. Flujograma de procesos.

#### 3.2.1. Esquema general del proceso.

En el presente flujograma se detalla de manera general los pasos realizados en el desarrollo práctico de la investigación.

**Figura 3**

*Flujograma general de la experimentación*



Fuente: Autora

#### 3.2.1.1. Descripción del flujograma general del proceso

- **Materia Prima:**

El proceso inicia con la preparación de las muestras de tejido plano composición 60% fibra de plátano/40% algodón orgánico, además de la caracterización del tejido con la finalidad de conocer datos importantes del tejido como el gramaje, rendimiento, tipo de tejido, ligamento entre otros, para

posteriormente someterla al proceso de blanqueo químico a diferentes concentraciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

- ***Concentraciones:***

Se establecen tres recetas de blanqueo químico aplicando la misma cantidad de auxiliares, pero en cada una de estas se varía la cantidad de peróxido de hidrógeno, además se plantea la curva del proceso como se muestra en la **Figura 6**

- ***Tratamiento con peróxido de hidrógeno***

Una vez establecidas las recetas se realiza el tratamiento con peróxido de hidrógeno utilizando la curva de procesos planteada en la **Figura 6**, además se realiza un control del pH al inicio, en el agotamiento y al final del proceso, finalmente se realiza un neutralizado y se aplica catalasa seguida de diferentes enjuagues.

- ***Procesos de secado.***

Una vez realizado el proceso de blanqueo se somete al tejido a un proceso de secado al aire libre, con la finalidad de que este proceso no interfiera en la resistencia del tejido ni en el grado de blancura.

- ***Pruebas de laboratorio:***

Una vez aplicado el proceso de blanqueo químico y secas todas las muestras, se procede a la preparación del tejido cortando 5 muestras en sentido de la trama y 5 en sentido de la urdimbre, esto se realiza de forma escalonada con la finalidad de tomar las muestras de diferentes partes del tejido estas deberán tener medidas de 10 cm x 15 cm como lo indica la norma ISO 13934-2:2014. Por último, dichas muestras son sometidas a una prueba de resistencia a la tracción y elongación utilizando el dinamómetro.

- ***Análisis de los resultados.***

Finalmente, cuando todas las muestras han sido sometidas a las pruebas de resistencia, se analizan los datos obtenidos en el dinamómetro, mediante el uso de



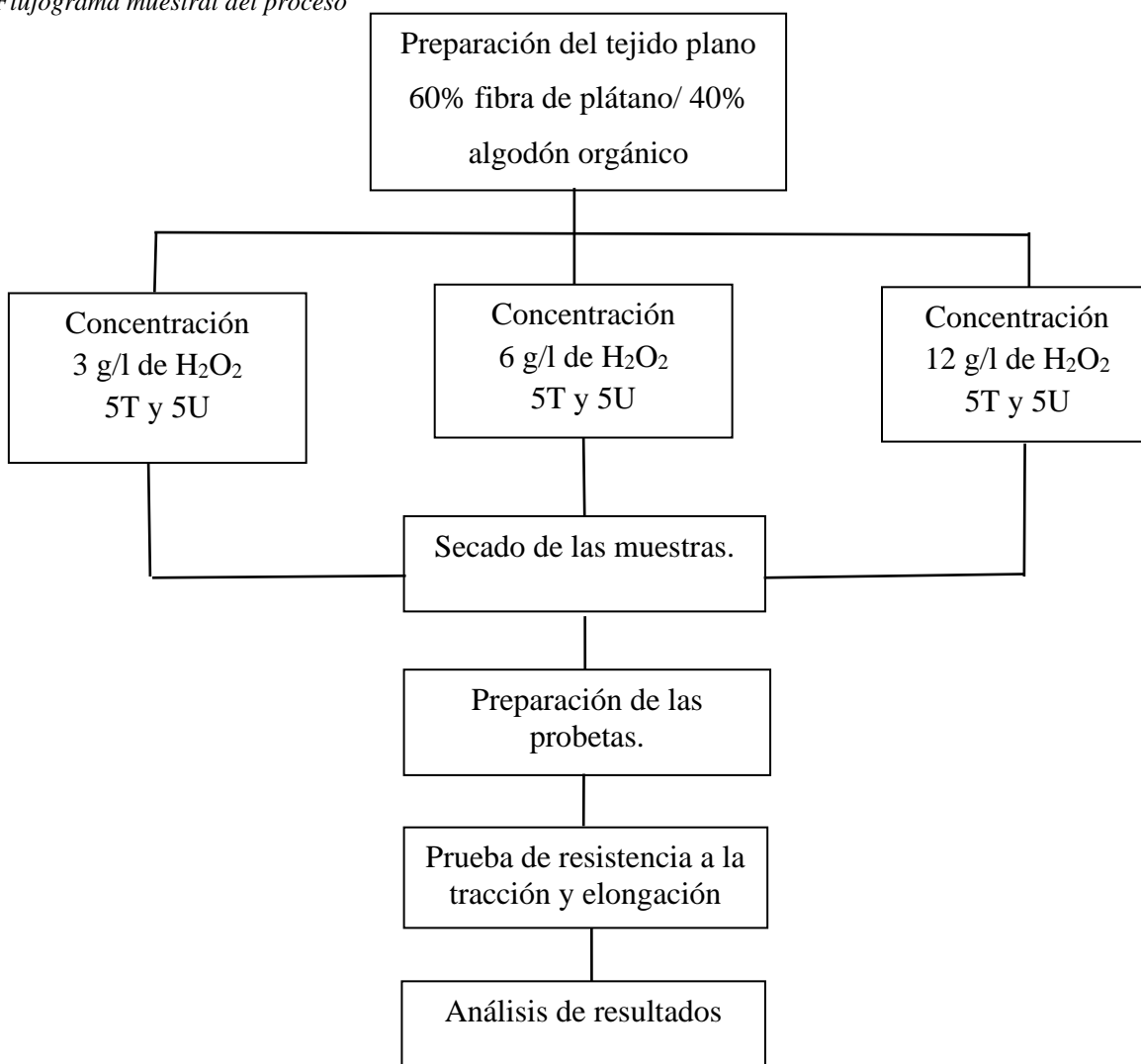
herramientas estadísticas, con la finalidad de conocer la confiabilidad de los datos e interpretarlos mediante gráficos de manera que permita conocer una concentración adecuada de peróxido de hidrógeno para el tratamiento de blanqueo químico en este tipo de tejido celulósico.

### 3.2.2. Esquema muestral del proceso

En el presente flujograma se explica de manera detallada el procedimiento que se siguió para la aplicación del tratamiento de blanqueo químico y la realización de los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.

**Figura 4**

*Flujograma muestral del proceso*



Fuente: Autora

### 3.3. Equipos y materiales

En la **Tabla 7** se detallan los equipos y materiales empleados en el proceso de blanqueo químico.

**Tabla 7**

*Materiales para el proceso de blanqueo químico*

<b>Materiales</b>	<b>Características</b>
Tejido plano	Tejido plano, composición 60% plátano/40% algodón orgánico.
Olla de acero inoxidable	Recipiente cilíndrico utilizado para llevar a cabo el proceso de blanqueo químico.
Termómetro	Instrumento utilizado para controlar la temperatura durante el proceso.
Cocina	Instrumento utilizado para alcanzar la temperatura indicada en la curva de proceso.
Agitador	Varilla de vidrio utilizado para mezclar los diferentes productos químicos.
Vidrio reloj	Lámina de vidrio utilizada para medir las diferentes cantidades de productos.
Tijeras	Instrumento utilizado para cortar el tejido.
Cuchara de laboratorio	Utensilio de laboratorio utilizado para pesar los productos a dosificar.
Papel pH	Herramienta de medición que permite conocer la concentración de iones de hidrógeno en la disolución.
Papel de prueba de peróxido de hidrógeno	Determina el porcentaje de peróxido de hidrógeno presente en la solución.

*Nota:* Los materiales de laboratorio utilizados para el proceso de blanqueo químico fueron previamente lavados y desinfectados. Fuente: Autora

En la **Tabla 8** se detallan los equipos que se utilizaron para los procesos de blanqueo químico, ensayos de resistencia a la tracción y elongación y para medir el grado de blancura.

**Tabla 8***Equipos utilizados en el proceso*

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>
Balanza digital	Instrumento, utilizado con el fin de conocer el peso del tejido y de los productos a dosificar.
Dinamómetro	Equipo utilizado para conocer la resistencia a la tracción y elongación del tejido blanqueado.
Máquina de tintura IR	Equipo utilizado para la tintura de fibras textiles.
Espectrofotómetro	Equipo utilizado para medir el grado de blancura de las muestras blanqueadas.

*Nota:* Los equipos utilizados para el desarrollo práctico de esta investigación están basados en normas y estándares internacionales. Fuente: Autora

### **3.4. Caracterización del tejido**

Se realiza la caracterización del tejido con la finalidad de determinar la composición, gramaje, ligamento, hilos por área entre otras.

#### **3.4.1. Gramaje**

El gramaje se calcula con el objetivo de conocer el peso que presenta el tejido el cual se expresa en gramos por metro cuadrado, para el cálculo del gramaje se siguen los siguientes pasos:

1. Se extiende el tejido sobre una mesa.
2. Se corta con la troqueladora 5 muestras, estas deben ir de forma escalonada.
3. Utilizando la balanza digital se pesa cada una de las muestras y se obtiene el promedio de los 5 pesos, finalmente se multiplica por 100 y se obtiene el gramaje del tejido expresado en g/m<sup>2</sup>.

En la **Figura 5** se muestra el peso de una de las 5 muestras que se obtuvo después de ser cortada en la troqueladora.

**Figura 5**

*Pesaje de las muestras cortada en la troqueladora*



Fuente: Autora

En la siguiente tabla se detalla los pesos que presenta cada muestra y el gramaje que presenta el tejido.

**Tabla 9**

*Gramaje del tejido*

<b>Muestra</b>	<b>Peso de la muestra</b>
Muestra 1	3.57g
Muestra 2	3.55g
Muestra 3	3.55g
Muestra 4	3.55g
Muestra 5	3.54g
<b>Gramaje</b>	<b>355.2g/m<sup>2</sup></b>

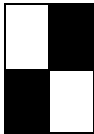
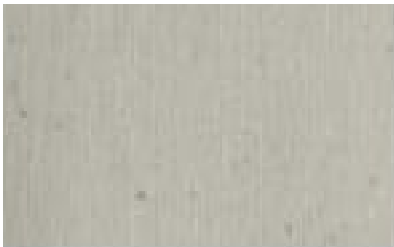
*Nota:* El gramaje se obtuvo mediante la aplicación de la norma ISO 3801. Fuente: Autora

### 3.4.2. Características generales del tejido

En la presente tabla se muestran los resultados de la caracterización del tejido.

**Tabla 10**

*Características generales del tejido*

<b>Detalle</b>	<b>Resultado</b>	<b>Norma Técnica</b>
<b>Composición</b>	60% fibra de plátano/ 40% algodón orgánico.	Ficha técnica del tejido
<b>Gramaje</b>	355.20 g/m <sup>2</sup>	ISO 3801/Ficha técnica del tejido
<b>Rendimiento</b>	1,761 m/Kg	ISO 3801
<b>Nº de hilos</b>	55 x 48	ISO 7211-1
<b>Título de los hilos</b>	20Ne	Ficha técnica del tejido
<b>Ancho del tejido</b>	160 cm	Ficha técnica del tejido
<b>Diseño</b>	Tafetán 1x1	ISO 7211-2
<b>Ligamento</b>		
<b>Muestra</b>		Ficha técnica del tejido

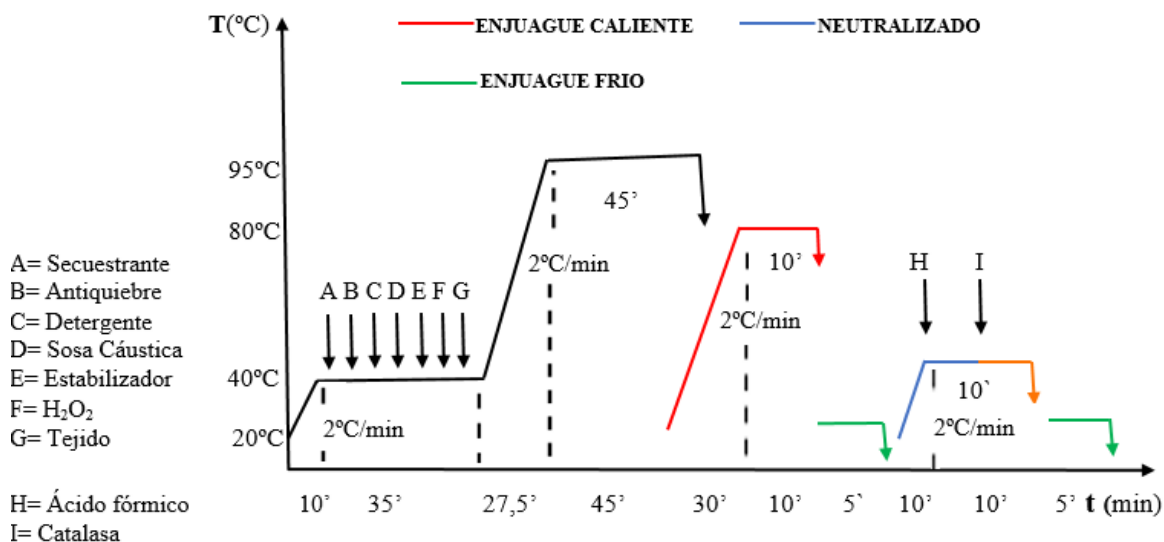
Fuente: Autora

### 3.5. Curva del proceso

En la **Figura 6** se muestra la curva del proceso de descrude y blanqueo químico donde se detallan los pasos que se ejecutaron durante el proceso.

**Figura 6**

*Curva del proceso de descrude y blanqueo*



*Nota:* El proceso de neutralizado y la aplicación de la catalasa se realiza en un solo baño debido a que la catalasa permite trabajar en condiciones ácidas. Fuente: Autora

### 3.6. Recetas de blanqueo químico.

Es importante mencionar que todas las cantidades de productos químicos empleados en estas recetas han sido establecidas de acuerdo con las fichas técnicas de cada producto y la dosificación dependerá de cada casa comercial, y como lo requiera el proceso, sin embargo, el peróxido de hidrógeno al ser la variable de estudio la cantidad utilizada en cada receta es diferente.

- **Receta N°1**

En la **Tabla 11** se muestra la primera receta de blanqueo químico en la que se dosifican 3 g/L de peróxido de hidrógeno.

**Tabla 11***Receta N°1 de blanqueo químico*

<b>Nombre comercial</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
AV-QUEST TA	Secuestrante	0,3 g/L
AV-PON FL	Detergente	2 g/L
SOSA CÁUSTICA EN ESCAMAS	Sosa cáustica	4 g/L
AV-ESTABIL MP	Estabilizador	0,6 g/L
INTEROX H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 50V	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3 g/L
LUBRIDEX HN	Antiquiebre	2 g/L
<b>NEUTRALIZADO</b>		
ÁCIDO FÓRMICO	Ácido fórmico	0,5 g/L
AV-LASE PX	Catalasa	1 g/L

*Nota:* En la presente tabla se muestran los auxiliares empleados en el tratamiento de blanqueo químico aplicando 3 g/L de peróxido de hidrógeno. Fuente: Autora

- **Receta N°2**

En la **Tabla 12** se muestra la segunda receta de blanqueo químico que se aplicó al tejido empleando las mismas cantidades y productos químicos de la primera receta, pero variando la cantidad de peróxido de hidrógeno a 6 g/L.

**Tabla 12***Receta N°2 de blanqueo químico*

<b>Nombre comercial</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
AV-QUEST TA	Secuestrante	0,3 g/L
AV-PON FL	Detergente	2 g/L
SOSA CÁUSTICA EN ESCAMAS	Sosa cáustica	4 g/L
AV-ESTABIL MP	Estabilizador	1,2 g/L
INTEROX H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 50V	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6 g/L
LUBRIDEX HN	Antiquiebre	2 g/L
<b>NEUTRALIZADO</b>		
ÁCIDO FÓRMICO	Ácido fórmico	0,5 g/L
AV-LASE PX	Catalasa	1 g/L

*Nota:* En la presente tabla se muestran los auxiliares empleados en el tratamiento de blanqueo químico aplicando 6 g/L de peróxido de hidrógeno. Fuente: Autora

- **Receta N°3**

En la **Tabla 13** se muestra la tercera receta de blanqueo químico planteada en la que se aplican los mismos productos y cantidades de auxiliares, pero la cantidad de peróxido dosificada es de 12 g/L.

**Tabla 13**

*Receta N°3 de blanqueo químico*

<b>Nombre comercial</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
AV-QUEST TA	Secuestrante	0,3 g/L
AV-PON FL	Detergente	2 g/L
SOSA CÁUSTICA EN ESCAMAS	Sosa cáustica	4 g/L
AV-ESTABIL MP	Estabilizador	2,4 g/L
INTEROX H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 50V	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12 g/L
LUBRIDEX HN	Antiquiebre	2 g/L
<b>NEUTRALIZADO</b>		
ÁCIDO FÓRMICO	Ácido fórmico	0,5 g/L
AV-LASE PX	Catalasa	1 g/L

*Nota:* En la presente tabla se muestran los auxiliares empleados en el tratamiento de blanqueo químico aplicando 12 g/L de peróxido de hidrógeno. Fuente: Autora

### 3.6.1. Productos aplicados

- **Secuestrante AV QUESTA-TA.** Producto que tiene un alto poder secuestrante frente a sales, metales pesados que se encuentran en el agua con los cuales forma compuestos solubles y estables, anulando los efectos dañinos e interferencias en los procesos textiles, de esta manera se evita los precipitados originados por la dureza del agua por lo que su uso en el proceso es muy importante.

**Aplicación:** La dosificación de este producto dependerá de la dureza y contenido de hierro del agua con la que se esté trabajando, sin embargo, para procesos de mercerización, descruce o blanqueo con peróxido: la dosificación va de 0,3 - 0,6 g/L.

- **Detergente AV-PON FL** Producto para el tratamiento textil, con espuma controlada, ayuda a eliminar las impurezas como grasas, aceites presentes en el tejido.



- **Sosa cáustica en escamas.** También conocida como hidróxido de sodio (NaOH). Es una sustancia blanca presente en forma sólida, utilizada en la industria textil en procesos como mercerización, sin embargo, en el proceso de descrude y blanqueo químico, ayuda a quemar las impurezas vegetales presentes en el tejido como: cascarillas, semillas.
- **Estabilizador AV-ESTABIL MP.** Es un estabilizador utilizado para el proceso de blanqueo químico con peróxido, ayuda a que la descomposición del peróxido de hidrógeno sea de forma paulatina, evitando así la formación de oxixelulosa.

*Aplicación:* su aplicación es de 0,1 -0,2 g/L por cada g/L de peróxido utilizado es decir que si aumentamos la cantidad de peróxido también aumentará la del estabilizador. Para seleccionar un buen estabilizador se debe tomar en cuenta varios parámetros como:

- a) Estabilización a diferentes valores de pH
  - b) Temperatura
  - c) Dureza del agua
- **Peróxido de hidrógeno 50V.** Líquido incoloro con fórmula química  $H_2O_2$ , utilizado en la industria textil para el blanqueo de algodón y celulosa.
  - **Antiquiebre LUBRIDEX HN-SYQ:** Producto textil que actúa como lubricante previniendo la formación de pliegues y arrugas, posee una buena compatibilidad con diferentes productos químicos, por lo que puede ser utilizado.

*Aplicación:* se recomienda usar de 1 a 3 g/L, la cantidad dependerá según lo requiera el tejido.

- **Ácido fórmico:** Producto empleado para él (control del pH), además ayuda a neutralizar soluciones alcalinas, por lo que es muy importante llevar a cabo este proceso, puesto que el baño en el que se realiza el proceso de blanqueo químico es alcalino.

Para concluir con el proceso de blanqueo químico se debe asegurar de que no exista presencia del peróxido residual, puesto que este podría provocar el debilitamiento y la aparición de agujeros en el tejido, por lo que se recomienda el uso de la catalasa.

- **Catalasa AV-LASE PX:** Es una enzima concentrada de catalasa que se encarga de eliminar completamente el peróxido de hidrógeno residual después del proceso de blanqueo químico, tiene como función descomponer el peróxido de hidrógeno y lo convierte en agua y oxígeno, es importante tener en cuenta que a altas temperaturas pierden su efecto y a bajas temperaturas pierde su actividad enzimática por lo que su temperatura recomendable es de 40 °C, el empleo de estas enzimas nos garantiza un teñido exitoso posterior.

### **3.7. Proceso de descruce y blanqueo químico**

- a) Establecimiento de recetas.** Para iniciar con el proceso de blanqueo químico se procede a establecer 3 recetas, como se muestra en la *Tabla 11*, *Tabla 12* y *Tabla 13* variando las cantidades de peróxido de hidrógeno con cantidades de 3 g/L, 6 g/L, 12 g/L.
- b) Peso del material.** Posteriormente, se procede a pesar el tejido que será sometido al proceso de blanqueo químico.
- c) Curva de procesos.** Se procede a plantear la curva de proceso con la que se va a trabajar en la que se especifica, los productos que se van a aplicar, el orden en el que se dosifican, tiempo, gradiente y temperatura con la que se va a trabajar durante el proceso, como se muestra en la **Figura 6**.
- d) Peso de los auxiliares.** Con el volumen de agua que se va a trabajar se empieza a calcular la cantidad en gramos de los diferentes auxiliares que se van a aplicar, una vez realizados los cálculos se pesa cada producto.

**Figura 7**

*Peso de los auxiliares*



Fuente: Autora

- e) **Proceso de blanqueo.** Se inicia con el proceso de blanqueo químico siguiendo todos los parámetros propuestos en la curva de procesos, como se muestra en la **Figura 8.**

**Figura 8**

*Proceso de blanqueo químico*



Fuente: Autora

- f) **Preparación de las probetas para las pruebas de resistencia.** Se procede a cortar las muestras con medidas de 10x15cm como indica la norma ISO 13934-2:2014.

**Figura 9**

*Preparación de las probetas para las pruebas de resistencia*



Fuente: Autora

- g) **Dinamómetro.** Finalmente, se someten todas las muestras de tejido blanqueadas a las pruebas de resistencia a la tracción y elongación en el dinamómetro.

**Figura 10**

*Pruebas de resistencia a la tracción y elongación*



Fuente: Autora

### 3.8. Parámetros del proceso

En la **Tabla 14** se muestran los parámetros con los que se llevó a cabo el proceso de blanqueo químico.

**Tabla 14**

*Parámetros del proceso de blanqueo químico.*

<b>Parámetros del proceso</b>	
Gradiente:	2° C/min
Temperatura:	Ebullición
pH:	10- 11
Relación de baño:	1:20
Tiempo del proceso:	2.50 min

*Nota:* Para que el proceso de blanqueo químico se lleve a cabo correctamente se deben cumplir los parámetros de tratamiento establecidos en la presente tabla. Fuente: Autora

### 3.9. Parámetros de control

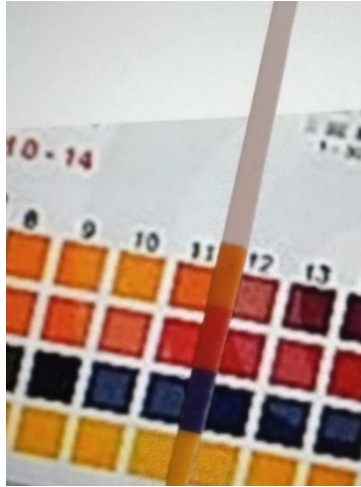
Para obtener los resultados deseados se deben controlar los siguientes parámetros.

- **pH:**

Para iniciar con el proceso se controla el pH inicial obteniendo un pH neutro, posteriormente se procede a medir el pH en el proceso de agotamiento obteniendo como resultado un pH alcalino (10-11), por último, se controla el pH del baño en el proceso de neutralizado obteniendo como resultado un pH neutro.

**Figura 11**

*Control del pH en el proceso de agotamiento*



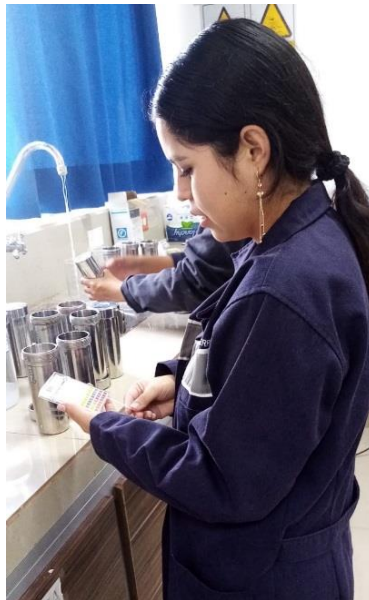
Fuente: Autora

- ***Temperatura y tiempo:***

Para obtener los resultados deseados es importante controlar durante todo el proceso la temperatura y tiempo como se indica en la curva de proceso (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

**Figura 12**

*Control de parámetros*



Fuente: Autora

### 3.10. Valoración del peróxido de hidrógeno.

Al iniciar con el tratamiento de blanqueo químico se procede a medir la cantidad de oxígeno presente en el  $H_2O_2$ , obteniendo como resultado una concentración de 25 como se muestra en la **Figura 13**.

**Figura 13**

*Valoración del peróxido.*



Fuente: Autora

### 3.11. Control del peróxido residual

Finalmente, se mide la cantidad de peróxido una vez culminado el proceso de blanqueo químico, obteniendo como resultado una concentración de cero, como se muestra en la **Figura 14** de esta manera se demuestra que no existe presencia de peróxido residual.

**Figura 14**

*Valoración del peróxido al finalizar el proceso*



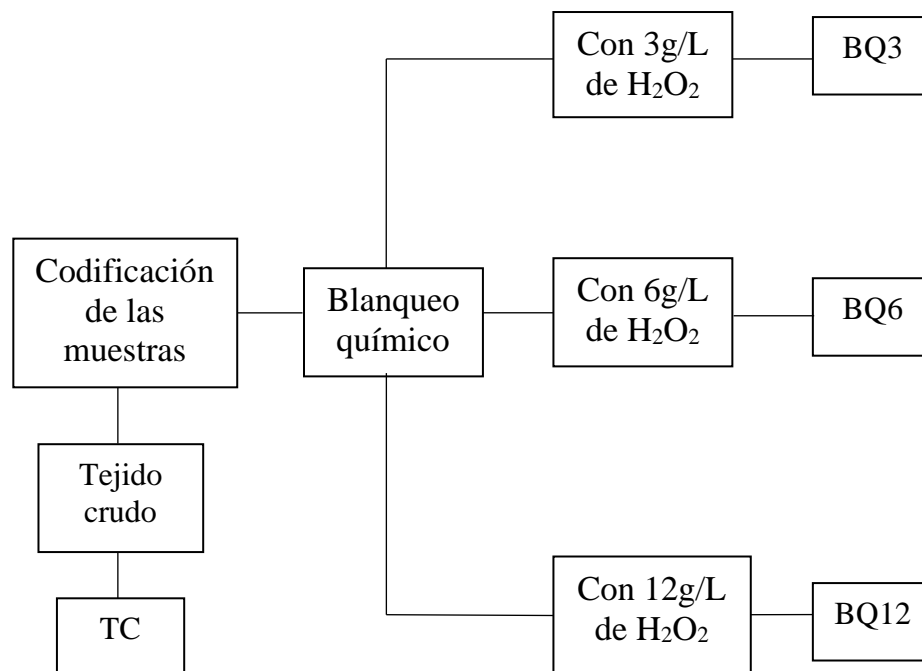
Fuente: Autora

### 3.12. Codificación del tratamiento de blanqueo químico

Mediante la **Figura 15** se da a conocer la codificación de las muestras realizadas el tratamiento de blanqueo químico con diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno.

**Figura 15**

*Codificación de las muestras*



Fuente: Autora

Se realizó 3 recetas diferentes de blanqueo químico, los cuales fueron codificadas de la siguiente manera: BQ3, BQ6, BQ12 donde: BQ hace referencia al proceso de blanqueo químico al que fueron sometidas y la numeración va de acuerdo con la cantidad de peróxido de hidrógeno dosificada en g/L.

Finalmente, al tejido crudo, es decir que no se le aplicó ningún tipo de tratamiento químico, se le codificó de la siguiente manera TC.

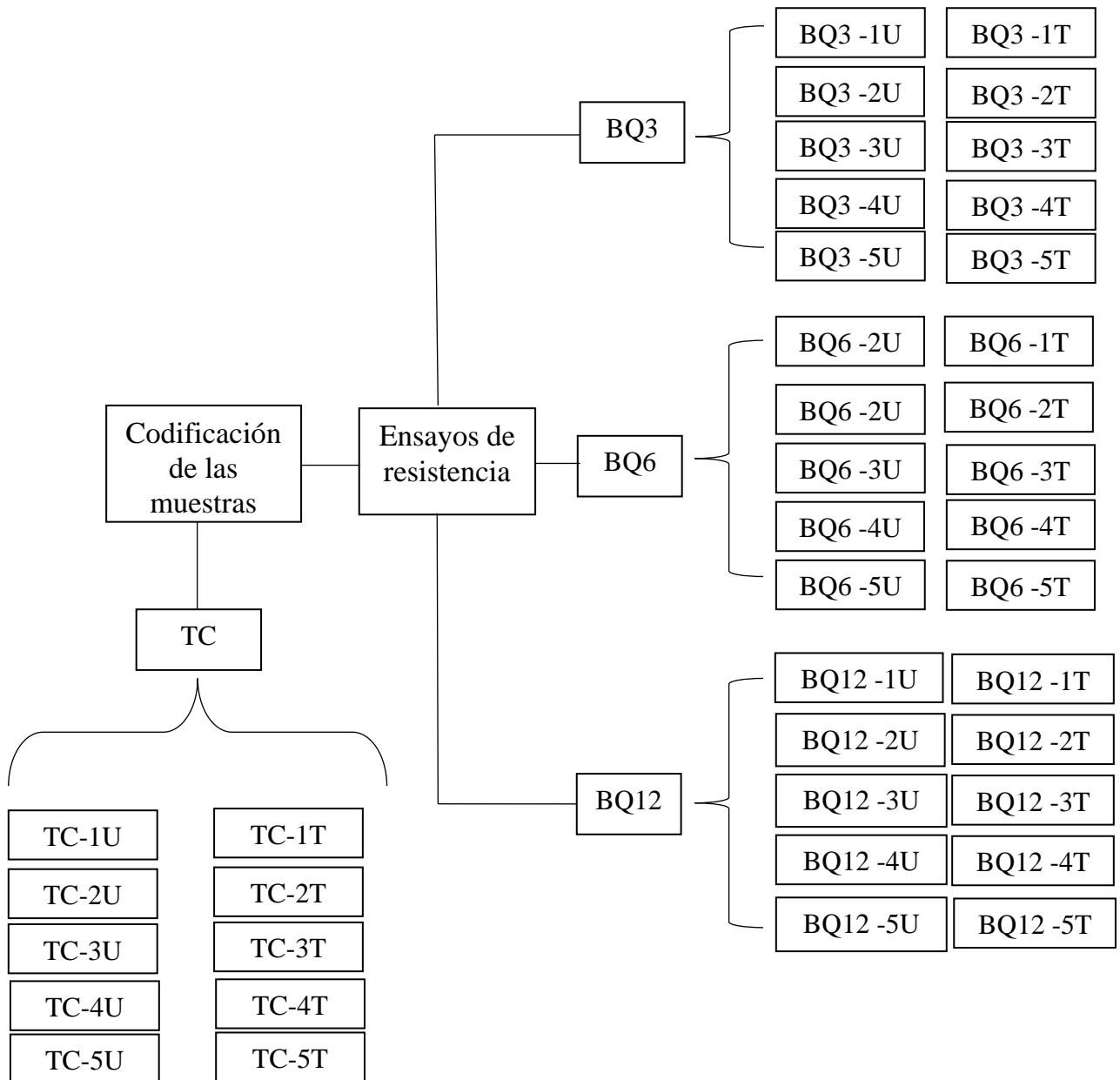


### 3.12.1. Codificación de las muestras de los ensayos de resistencia a la tracción y elongación

En la siguiente figura se muestra la codificación de las muestras para los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.

**Figura 16**

*Codificación de las muestras para los ensayos de resistencia a la tracción y elongación*



Fuente: Autora

Para las pruebas de resistencia a la tracción y elongación se tomaron 10 muestras, 5 en sentido de la trama y 5 en sentido de la urdimbre por cada receta de blanqueo químico, las cuales fueron codificadas de la siguiente manera:

Del tejido crudo (TC) se tomaron 5 muestras en sentido de la urdimbre, las cuales fueron codificadas de la siguiente forma: TC-1U, TC-2U, TC-3U, TC-4U, TC-5U, donde TC hace referencia al tejido crudo, la numeración representa al número de muestra y la U significa en sentido de la urdimbre. De la misma manera codificamos las 5 muestras en sentido de la trama de la siguiente manera: TC-1T, TC-2T, TC-3T, TC-4T, TC-5T donde: TC es el tejido crudo, la numeración seguida del guion representa al número de muestra y la letra T significa en sentido de la trama.

De la primera receta (BQ3) codificamos las 5 muestras de urdimbre de la siguiente manera: BQ3-1U, BQ3-2U, BQ3-3U, BQ3-4U, BQ3-5U donde: BQ3 hace referencia al proceso de blanqueo químico con 3 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion significa el número de muestra y la letra U significa en sentido de la urdimbre. De la misma forma codificamos las 5 muestras en sentido de la trama de la siguiente manera: BQ3-1T, BQ3-2T, BQ3-3T, BQ3-4T, BQ3-5T donde: BQ3 significa al blanqueo químico con 3 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion significa el número de muestra y la letra T significa en sentido de la trama.

La codificación es similar para la segunda receta (BQ6) donde las 5 muestras de urdimbre se codificaron de la siguiente forma: BQ6-1U, BQ6-2U, BQ6-3U, BQ6-4U, BQ6-5U donde: BQ6 hace referencia al blanqueo químico con 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion significa el número de muestra y la letra U significa en sentido de la urdimbre. De la misma manera codificamos las 5 muestras en sentido de la trama: BQ6-1T, BQ6-2T, BQ6-3T, BQ6-4T, BQ6-5T donde: BQ6 hace referencia al blanqueo químico con 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion significa el número de muestra y la letra T significa en sentido de la trama.

Finalmente, la codificación de las muestras de urdimbre de la tercera receta se realizó de la siguiente forma: BQ12-1U, BQ12-2U, BQ12-3U, BQ12-4U, BQ12-5U donde: BQ12 representa al blanqueo químico con 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion representa el número de muestra y la letra U significa en sentido de la urdimbre. Y la codificación de las 5 muestras en sentido de la trama: BQ12-1T, BQ12-2T, BQ12-3T, BQ12-4T, BQ12-5T donde: BQ12 se refiere al proceso de blanqueo químico con 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la numeración seguida del guion significa el número de muestra y la letra T significa en sentido de la trama.

### **3.13. Norma aplicada**

Una vez culminado el proceso de blanqueo químico, se procedió a realizar las pruebas de resistencia a la tracción y elongación con la finalidad de conocer la resistencia que presenta cada muestra de tejido en base a las diferentes recetas aplicadas, para lo cual se empleó la siguiente norma.

#### **3.13.1. Norma ISO 13934-2:2014 Determinación de la fuerza máxima mediante el método de agarre**

Esta norma específica, un procedimiento para la determinación de la fuerza máxima de las telas conocido como el método de agarre, donde la parte central del tejido es sujeta con la mordaza y se extiende el tejido a una velocidad constante hasta llegar al punto de rotura registrando la fuerza máxima, se lleva en el equipo de laboratorio denominado dinamómetro. (INEN, 2014)

- a) El proceso inicia con la preparación del tejido, se corta 5 muestras en sentido de la urdimbre y 5 muestras en sentido de la trama, estas deben ser cortadas de manera escalonada y alternada, una de trama y una de urdimbre respectivamente, de modo que la toma de las muestras se realice de diferentes partes del tejido, las probetas deberán tener medidas de 10 cm x 15 cm como indica la norma.
- b) Se procede a colocar las mordazas (T27) adecuadas para este tipo de ensayo.

- c) Posteriormente, se procede a calibrar el equipo.
- d) Una vez calibrado el equipo se coloca la muestra de tejido sujetando con las mordazas.
- e) Se presiona el botón de inicio 3 veces, la primera vez se confirma que el equipo está calibrado, en la segunda vez se confirma que la muestra de tejido se encuentra sujeta correctamente por las mordazas y la tercera vez es para iniciar el ensayo por lo que la máquina empieza a extender la muestra de tejido a una velocidad constante hasta que se rompe.
- f) Finalmente, se muestran los resultados en la pantalla del monitor.

En la siguiente figura se muestra el equipo de laboratorio utilizado para los ensayos realizados de resistencia a la tracción y elongación.

**Figura 17**

*Dinamómetro James Heal*



Fuente: Autora

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras el tratamiento de blanqueo químico y las pruebas de resistencia a la tracción y elongación, los cuales se describe por medio de tablas y gráficos.

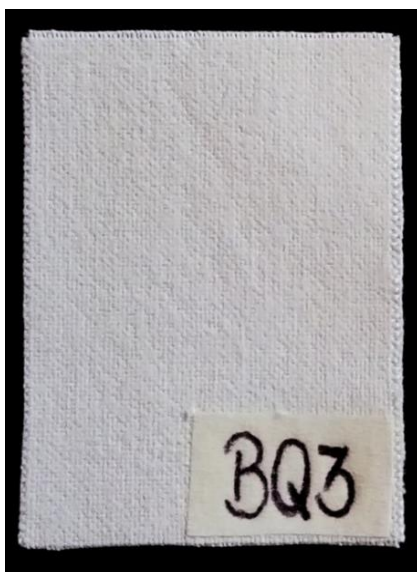
##### 4.1.2. Resultados del BQ3

El tratamiento de blanqueo químico con peróxido de hidrógeno con una concentración de 3 g/L (BQ3), presentó como resultado una tonalidad de blanco (48, 58° Berger) con tendencia a un color crema.

En la **Figura 18** se muestra la muestra de tejido blanqueada con 3 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ3).

#### Figura 18

*Resultados del blanqueo químico con 3 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*



Fuente: Autora

#### 4.1.3. Resultados del BQ6

En el tratamiento de blanqueo químico con una concentración de 6 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ6), presentó un tono más blanco (64, 72° Berger).

En la **Figura 19** se muestra la muestra de tejido blanqueada con 6 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ6).

#### Figura 19

*Resultados del blanqueo químico con 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*



Fuente: Autora

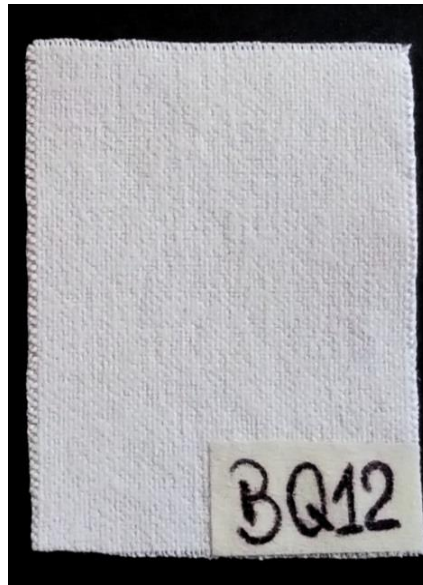
#### 4.1.4. Resultados del BQ12

En el tratamiento de blanqueo químico aplicando 12 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ12) de manera visual el tono de blanco es similar a la muestra en la que se aplicó 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (BQ6); sin embargo, al medir el grado de blancura utilizando el espectrofotómetro esta presenta (70,73° Berger) es decir que adquirió un tono más alto de blancura, pero este no es perceptible ante el ojo humano.

En la **Figura 20** se muestra la muestra de tejido blanqueada con 12 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ12).

**Figura 20**

*Resultados del blanqueo químico con 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*

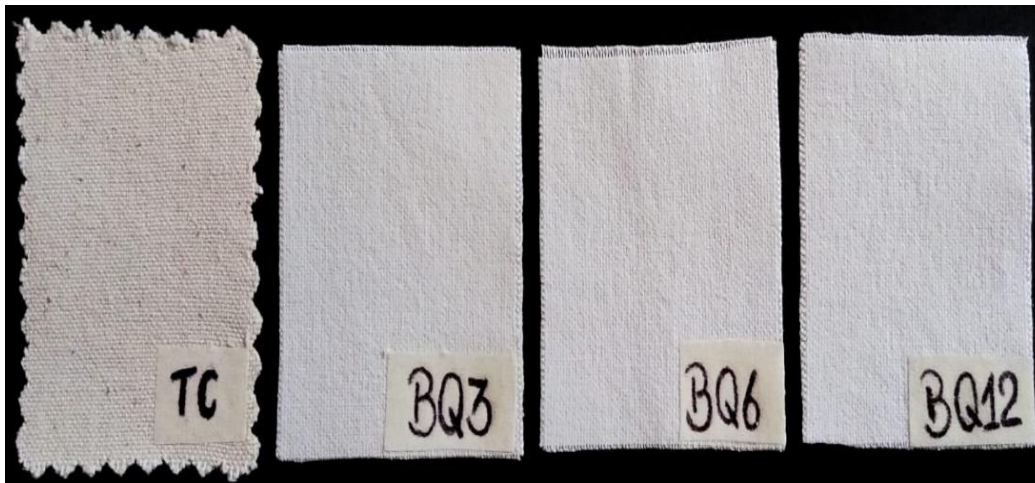


Fuente: Autora

En la **Figura 21** se muestra la comparación de los 3 procesos de blanqueo químico en los que se aplicó 3, 6, 12g/L de peróxido de hidrógeno con el tejido crudo.

**Figura 21**

*Resultados generales del blanqueo químico*



Fuente: Autora

## 4.2. Resultados de resistencia a la tracción y elongación

Con la finalidad de conocer la resistencia a la tracción y elongación, se sometió el tejido a los ensayos de resistencia a la tracción y elongación aplicando la norma ISO 13934-2:2014

### 4.2.1. Resultados de resistencia a la tracción y elongación del tejido crudo

En la **Tabla 15** se muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación realizadas en las muestras de tejido crudo (TC).

**Tabla 15**

*Resultado de resistencia a la tracción y elongación del tejido crudo (TC)*

<b>Resultados -TC</b>					
Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)	Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)
TC-1U	521,31	18,77	TC-1T	563,23	32,56
TC-2U	519,59	20,14	TC-2T	557,43	31,67
TC-3U	546,57	19,22	TC-3T	533,45	33
TC-4U	522,7	20,53	TC-5T	542,53	31,64
TC-5U	561,82	19,82	TC-5T	596,93	32
Media	534,4	19,69	Media	558,7	32,17

*Nota:* La codificación TC-1U significa que es el tejido crudo muestra 1 de urdimbre, mientras que TC-1T se refiere al tejido crudo muestra 1 en sentido de la trama.

*Nota 2:* Datos de 5 ensayos en sentido de la urdimbre y 5 en sentido de la trama. Fuente: Autora

### 4.2.2. Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 3 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Una vez realizado el tratamiento de blanqueo químico utilizando 3 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ3) se procedió a realizar los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.



En la **Tabla 16** se muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación realizadas en las muestras de tejido blanqueado con 3 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ3).

**Tabla 16**

*Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 3 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*

<b>Resultados - BQ3</b>					
Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)	Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)
BQ3-1U	540,29	20,9	BQ3-1T	589,03	34,15
BQ3-2U	552,88	19,9	BQ3-2T	559,24	32,91
BQ3-3U	543,97	20,3	BQ3-3T	572,65	32,61
BQ3-4U	558,37	19,67	BQ3-4T	551,7	33,04
BQ3-5U	559,7	20,1	BQ3-5T	597,95	35,91
<b>Media</b>	551,04	20,17	<b>Media</b>	574,11	33,72

*Nota:* La codificación BQ3-1U significa que es el tejido blanqueado con 3 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> muestra 1 de urdimbre, mientras que BQ3-1T se refiere al tejido blanqueado con 3 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en sentido de la trama.

*Nota 2:* Datos de 5 ensayos en sentido de la urdimbre y 5 en sentido de la trama. Fuente: Autora

#### **4.2.3. Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 6 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Una vez realizado el tratamiento de blanqueo químico utilizando 6 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ6) se procedió a realizar los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.

En la **Tabla 17** se muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación realizadas en las muestras de tejido blanqueado con 6 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ6)

**Tabla 17**

Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico aplicando 6g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

<b>Resultados - BQ6</b>					
Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)	Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)
BQ6-1U	590,66	20,35	BQ6-1T	581,42	39,59
BQ6-2U	575,45	20,98	BQ6-2T	613,8	38,42
BQ6-3U	553,56	21,4	BQ6-3T	605,51	38,51
BQ6-4U	542,76	20,58	BQ6-4T	558,67	37,62
BQ6-5U	592,1	21,56	BQ6-5T	588,14	36,82
Media	570,91	20,97	Media	589,51	38,19

*Nota:* La codificación BQ6-1U significa que es el tejido blanqueado con 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> muestra 1 de urdimbre, mientras que BQ6-1T se refiere al tejido blanqueado con 6 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en sentido de la trama.

*Nota 2:* Datos de 5 ensayos en sentido de la urdimbre y 5 en sentido de la trama. Fuente: Autora

#### **4.2.4. Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 12 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

En el tercer ensayo se realizó el proceso de blanqueo químico aplicando 12 g/L de peróxido de hidrógeno, una vez sometido este tejido al análisis de laboratorio de resistencia a la tracción y elongación se obtuvieron los siguientes resultados.

En la **Tabla 18** se muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación realizadas en las muestras de tejido blanqueado con 12 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ12).

**Tabla 18***Resultados de resistencia a la tracción y elongación del blanqueo químico con 12 g/L H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*

<b>Resultados- BQ12</b>					
Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)	Muestra	Resistencia a la tracción(N)	Elongación (%)
BQ12-1U	631,34	22,28	BQ12-1T	610,47	40,06
BQ12-2U	640,66	22,07	BQ12-2T	554,69	37,53
BQ12-3U	604	21,11	BQ12-3T	584,49	39,51
BQ12-4U	624,39	21,94	BQ12-4T	552,88	39,34
BQ12-5U	556,11	21,17	BQ12-5T	589,64	39
Media	611,3	22,28	Media	589,64	39,09

*Nota:* La codificación BQ12-1U significa que es el tejido blanqueado con 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> muestra 1 de urdimbre, mientras que BQ12-1T se refiere al tejido blanqueado con 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en sentido de la trama.

*Nota 2:* Datos de 5 ensayos en sentido de la urdimbre y 5 en sentido de la trama. Fuente: Autora

#### **4.3. Resumen general de resultados a la tracción y elongación.**

Una vez efectuadas las pruebas de resistencia a la tracción y elongación en el tejido crudo, y con las 3 cantidades diferentes de peróxido, se toman los promedios de los valores que se obtuvieron en los diferentes ensayos y se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 19***Tabla general de resultados de resistencia a la tracción y elongación*

Ensayo	Resistencia a la tracción (N)	Elongación (%)	Ensayo	Resistencia a la tracción (N)	Elongación (%)
TC-U	534.4	19.69	TC-T	558.7	32,17
BQ3-U	551,04	20,17	BQ3-T	574,11	33,72
BQ6-U	570.91	20.97	BQ6-T	589.51	38.19
BQ12-U	611.3	22.28	BQ12-T	589.64	39.09

*Nota:* Los datos que se muestran en la siguiente tabla son el resultado del promedio que se obtiene de las 5 muestras en sentido de la trama y el promedio de las 5 muestras en sentido de la urdimbre de cada receta. Fuente: Autora

#### 4.4. Resultados del grado de blancura.

Haciendo uso del espectrofotómetro DATACOLOR se mide el grado de blanco que se obtuvo con las 3 recetas de blanqueo químico, obteniendo los siguientes resultados.

En la **Tabla 20** se muestra el grado de blancura que presenta cada receta de blanqueo químico utilizando 3, 6 y 12 g/L de peróxido de hidrógeno.

**Tabla 20**

*Grado de blancura de las muestras.*

Ensayo	Grado de blancura (° Berger)
BQ3	48,58
BQ6	64,72
BQ12	70,73

**Observación:** En la siguiente tabla se demuestra que a mayor cantidad de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dosificada en el proceso de blanqueo químico la muestra presenta un mayor grado de blancura, siendo así que al aplicar 12 g/L de peróxido de hidrógeno se consigue un grado de blancura de 70, 73° Berger. Fuente: Autora

En la **Figura 22** se muestra la diferencia de tonalidades de blanco adquiridas con cada una de las recetas planteadas.

**Figura 22**

*Grado de blancura de las muestras*



**Observación:** El grado de blancura se midió utilizando la placa de abertura de 25mm con la finalidad de obtener una mayor precisión en los resultados. Fuente: Autora

## 4.5. Análisis de los resultados

Se realizó la tabulación de los datos obtenidos en las pruebas de resistencia a la tracción y elongación de cada una de las recetas, mediante el uso del programa estadístico PAST 4 del cual se obtuvo diferentes gráficos, tabla de análisis de la varianza, test de normalidad, las cuales se usaron para la realización del análisis y la validación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos.

### 4.5.1. Análisis de la varianza

En el siguiente análisis se detalla los ensayos de resistencia a la tracción y elongación y los resultados que presentaron las diferentes recetas de blanqueo químico y el tejido crudo.

**Tabla 21**

*Análisis de la varianza.*

	TC-R(N)	TC-E(%)	BQ3-R(N)	BQ3-E(%)	BQ6-R(N)	BQ6-E(%)	BQ12-R(N)	BQ12-E(N)
<b>N</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Min</b>	534,4	19,69	551,04	20,17	570,91	20,97	589,64	22,28
<b>Max</b>	558,7	32,17	574,11	33,72	589,51	38,19	611,3	39,09
<b>Sum</b>	1093,1	51,86	1125,15	53,89	1160,42	59,16	1200,94	61,37
<b>Mean</b>	546,55	25,93	562,575	26,945	580,21	29,58	600,47	30,685
<b>Std. error</b>	12,15	6,24	11,535	6,775	9,3	8,61	10,83	8,405
<b>Variance</b>	295,245	77,8752	266,1125	91,80125	172,98	148,2642	234,5778	141,2881
<b>Stand. dev</b>	17,18269	8,824693	16,31295	9,581297	13,15219	12,17638	15,31593	11,88646
<b>Median</b>	546,55	25,93	562,575	26,945	580,21	29,58	600,47	30,685
<b>25 prntil</b>	534,4	19,69	551,04	20,17	570,91	20,97	589,64	22,28
<b>75 prntil</b>	558,7	32,17	574,11	33,72	589,51	38,19	611,3	39,09
<b>Skewness</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kurtosis</b>	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75
<b>Geom. mean</b>	546,4149	25,16798	562,4567	26,07935	580,1355	28,29919	600,3723	29,51144
<b>Coeff. var</b>	3,143847	34,03275	2,899694	35,55872	2,266798	41,16423	2,550657	38,73705

Fuente: Autora

Los resultados en el análisis de la varianza y normalidad de los datos se codificaron de la siguiente manera: **TC- BQ3 - BQ6 - BQ12** donde TC hace referencia al tejido crudo mientras que BQ3 hace referencia al tejido que se le aplico el tratamiento de blanqueo químico con 3 g/L de peróxido de hidrógeno , BQ6 se refiere a el tratamiento químico con 6 g/L de peróxido de hidrógeno y BQ12 al tratamiento químico con 12 g/L de peróxido de hidrogeno. Finalmente, La codificación R(N) y E% significa la resistencia expresada en newtons y la elongación expresada en %

En la **Tabla 21** se pueden observar los resultados obtenidos de resistencia a la tracción y elongación en el tejido crudo y en las 3 recetas de blanqueo químico, donde se puede apreciar que presenta un coeficiente de variación en el tejido crudo de 3,14% y de 34,03% , y al aplicar el tratamiento de blanqueo químico con 3 g/L de peróxido de hidrógeno (BQ3) de 2,89% y 35,5% al aplicar 6g/L de peróxido de hidrógeno (BQ6) presenta 2,26% y 41,16% finalmente al aplicar 12g/L(BQ12) presenta 2,55% y 38,73%. Por lo tanto, se muestra que existe una menor dispersión de datos en la muestra de blanqueo químico con 6g/L de peróxido de hidrógeno y mayor dispersión de datos en la muestra en la que se aplica 3g/L de peróxido de hidrógeno.

#### 4.5.2. Análisis de normalidad de los datos

Se realizó el análisis de normalidad de los datos con el objetivo de conocer si los valores obtenidos en las diferentes muestras que fueron sometidas a las pruebas de resistencia a la tracción y elongación son confiables. Utilizando los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling, p (Monte Carlo), Lilliefors L, Jarque-Bera JB y considerando que los valores son ( $p > 0.05$ ) se demuestra que los resultados obtenidos para el desarrollo de esta investigación presentan una confiabilidad del 95%.

**Tabla 22**

*Análisis de normalidad de los datos*

	TC-R(N)	TC-E(%)	BQ3-R(N)	BQ3-E(%)	BQ6-R(N)	BQ6-E(%)	BQ12-R(N)	BQ12-E(N)
<b>N</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Shapiro-Wilk W</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>p(normal)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505
<b>p(normal)</b>	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
<b>p(Monte Carlo)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Lilliefors L</b>	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602
<b>p(normal)</b>	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0052	1	0,0044	1	0,0049	1	0,0051	1
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
<b>p(normal)</b>	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,8987	0,8912	0,8922	0,888	0,9978	0,8947	0,8935	0,8982

*Nota:* En la presente tabla se demuestra la validación de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la tracción y elongación los cuales presentan valores mayores al 0,05 por lo tanto son confiables en un 95%.

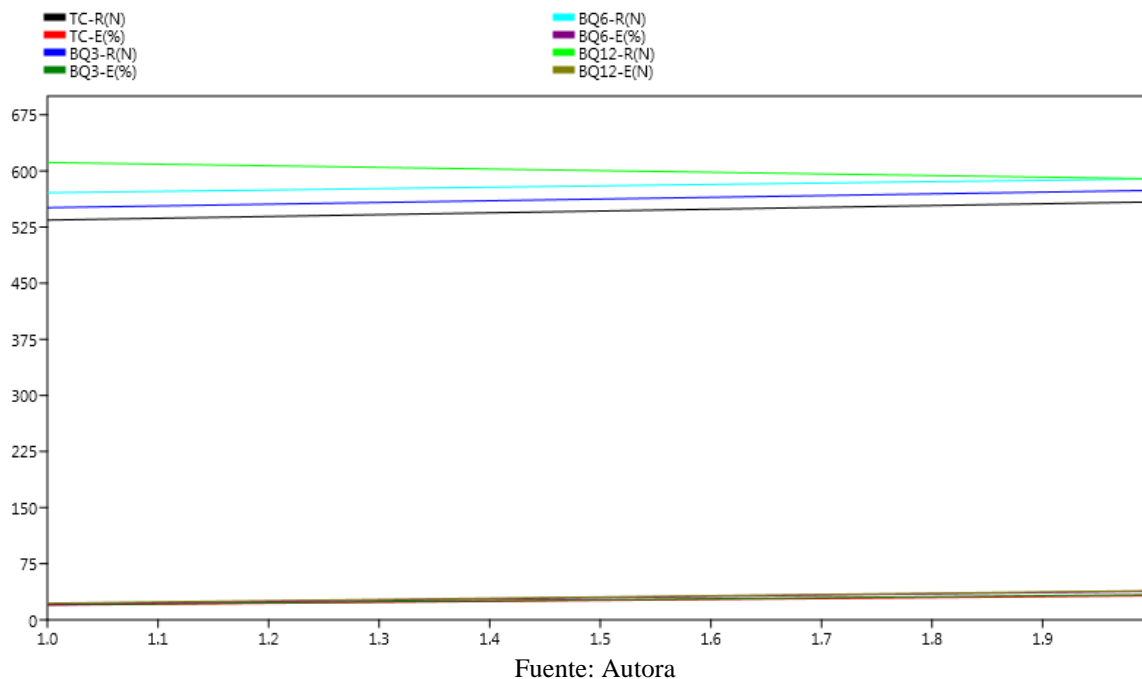
Fuente: *Autora*

#### 4.6. Análisis gráfico de resultados

A continuación, se representa gráficamente los resultados obtenidos y se analizan los resultados.

**Figura 23**

*Gráfico XY graph, Análisis de los resultados*



En la **Figura 23** se puede observar que las muestras que fueron sometidas al proceso de blanqueo químico con una mayor concentración peróxido obtuvieron mayor resistencia, además se evidencia un aumento en la elongación, por lo que se confirma la teoría de: Sánchez (s.f.) en su trabajo de investigación “BLANQUEO DE HILADOS DE ALGODÓN CON AGUA OXIGENADA MEDIANTE EL SISTEMA AVESTA – KARRER” donde afirma que: “Si el baño del proceso se encuentra bien estabilizado se consigue un menor consumo de agua oxigenada, mayor resistencia de la fibra y un superior grado de blanco, la estabilidad de un baño se consigue cuando se controlan parámetros como: pH, temperatura, catalizadores, impurezas de las fibras” (pág. 5).

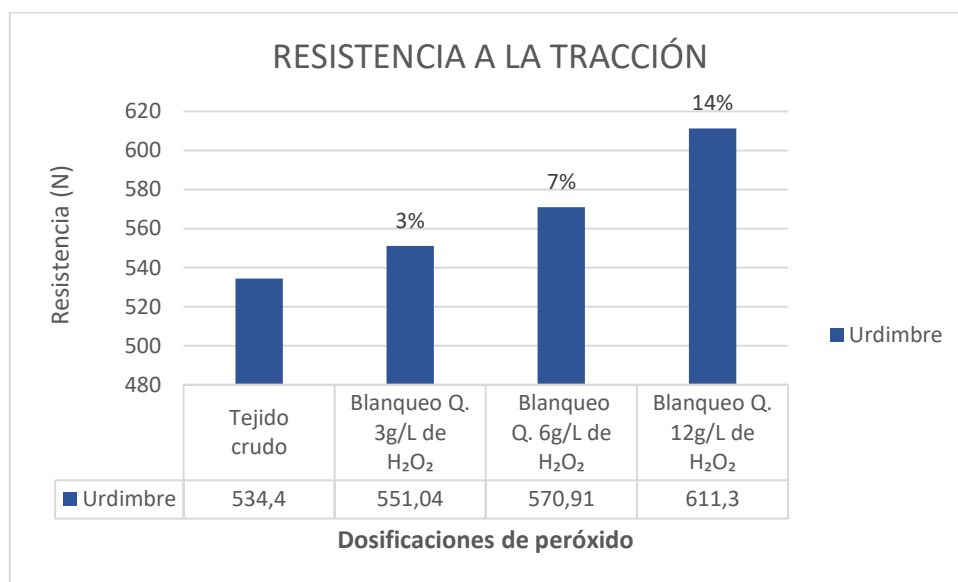


#### 4.6.1. Gráfico de resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre

En el sentido de la urdimbre el tejido que no ha sido sometido a ningún tipo de tratamiento químico presenta una resistencia inicial de 534.4 N. Una vez que el tejido ha sido sometido al proceso de blanqueo químico con una cantidad de 3 g/L este presenta un aumento de resistencia del 3%, mientras que la muestra que ha sido sometida al proceso de blanqueo químico con una cantidad de 6 g/L presenta un aumento de resistencia de un 7%, finalmente en la muestra que se aplicó 12 g/L de peróxido de hidrógeno se puede apreciar que el tejido presenta una resistencia de 611N es decir ha aumentado su resistencia en un 14% en comparación al tejido crudo.

**Figura 24**

*Resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre*



Fuente: Autora

#### 4.6.2. Gráfico de resistencia a la tracción en sentido de la urdimbre

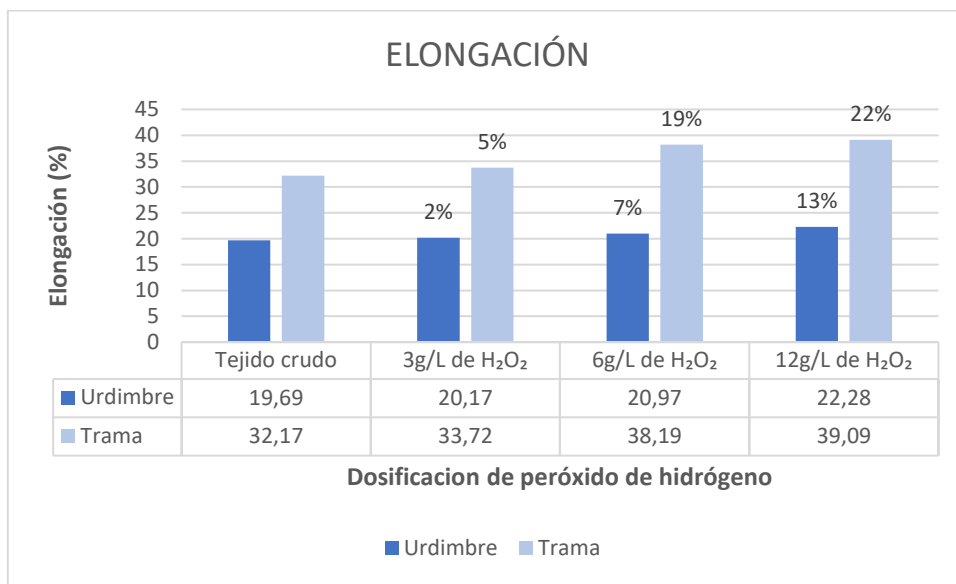
En el sentido de la trama el tejido crudo tiene una resistencia inicial de 558.7 N, al momento de este ser sometido al proceso de blanqueo químico con 3 g/L de peróxido este aumenta su resistencia en un 3%, mientras que en la segunda muestra donde el tejido ha sido



aplicó 12 g/L este presentó un aumento del 22% es decir que el aumento en la elongación en sentido de la trama es mayor en comparación al sentido de la urdimbre.

**Figura 26**

*Resistencia a la elongación*



Fuente: Autora

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. Conclusiones

- Mediante la revisión de fuentes bibliográficas acerca del proceso de blanqueo químico se logra determinar las concentraciones del peróxido de hidrógeno y se concluye que es un producto amigable con el ambiente puesto que se descompone en agua y oxígeno durante el proceso además no genera productos contaminantes tóxicos o corrosivos en comparación con otros productos oxidativos.
- Se considera que la cantidad de peróxido de hidrógeno que se dosificó en el tratamiento de blanqueo químico con las concentraciones de 3, 6 y 12g/L y de acuerdo con las condiciones del proceso, no influye de manera negativa en la resistencia a la tracción y elongación en este tipo de tejido celulósico.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de la resistencia a la tracción y elongación permitieron analizar y comparar las 3 concentraciones de 3, 6 y 12 g/L de peróxido de hidrógeno, de tal manera se concluye que los valores de resistencia a la tracción y elongación según la norma ISO 13934-2:2014 con la cantidad de 3g/L aumenta la resistencia de 3% en la urdimbre y un 3% en la trama y en la elongación del 2% en la urdimbre y 3% en la trama; al tratar el tejido con 12 g/L presenta un aumento en la resistencia del 14% en urdimbre y 6% en la trama y la elongación 13% en la urdimbre y 22% en la trama, este análisis se realiza con respecto al tejido crudo. (Véase en la **Tabla 19** )
- Con respecto al grado de blancura se determinó que a mayor cantidad de peróxido el tejido presenta mejores resultados, es así que con 3g/L de peróxido de hidrógeno presenta un grado de blancura de 48,58° Berger y al tratar el tejido con 12 g/L de peróxido se alcanzó un grado de blancura de 70,73° Berger (Véase en la **Tabla 20** )

- Realizando el análisis en el software PAST 4 y mediante el test de normalidad se demuestra que los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la tracción y elongación presentan valores mayores a 0,05, por lo tanto, se determina que los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación son confiables en un 95%.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda utilizar las cantidades adecuadas de auxiliares en el proceso de blanqueo químico con la finalidad de evitar causar daños al ambiente.
- Una vez completado el proceso de blanqueo químico con peróxido de hidrógeno realizar un enjuague adecuado y el uso de la catalasa con la finalidad de reducir daños del tejido a largo plazo.
- La propiedad del peróxido de hidrógeno como agente de blanqueo aplicado en este tipo de tejido celulósico, mejoró la resistencia a la tracción y elongación a concentraciones de 3, 6 y 12 g/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, por lo que se recomienda continuar con este estudio aplicando concentraciones mayores de 12 g/L con la finalidad de conocer el efecto que causa en la resistencia a la tracción y elongación.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el proceso de blanqueo químico se recomienda utilizar la cantidad de peróxido de acuerdo a las necesidades del grado de blanco que se desea alcanzar y de acuerdo al uso final que se le dará al tejido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ácidos. (10 de 06 de 2019). *Ácido fórmico en la industria textil*. Obtenido de <https://www.acidoformico.com/industria-textil/>
- Acoltex. (2015). *Acoltex.org*. Obtenido de Manual de auxiliares textiles: <http://www.acoltex.org/wp-content/uploads/2020/06/manual-completo-20153.pdf>
- Anónimo. (2021). *Fibras naturales vs sintéticas*. Obtenido de Imagen Personal: <https://www.imagenpersonal.cl/fibras-naturales-vs-sinteticas/>
- Cevallos, G. (Junio de 2015). *Repositorio UTN*. Obtenido de Optimización del proceso de blanqueo en la tela toalla de algodón 100% en base de un producto con oxígeno activo: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7905/1/04%20IT%20176%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Changhai Xu, D. H. (20 de marzo de 2010). *Springer*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10570-010-9412-z>
- Flores, N. (2011). *ESPOL*. Obtenido de Efectos del tratamiento químico en las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de la Musa paradisiaca: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/128841/D-90988.pdf>
- Geographic, N. (19 de abril de 2022). *Nathional Geographic*. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/moda-sostenible-conoce-una-alternativa-al-fast-fashion>
- Habel Halim, S. S. (2013). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861712011514>
- Hendriksz, V. (08 de Septiembre de 2017). *Fashion United*. Obtenido de Innovación en Textiles Sustentables: Banana Fibre: <https://fashionunited.es/noticias/moda/innovacion-en-textiles-sustentables-banana-fibre/2017090824373>
- Hernández, B. ., (s.f). *Las fibras vegetales*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa: <http://feriacienciasuami.com/semana/documentos/fibrasvegetales.pdf>

- INEN. (2014). *Normalizacion.gob.ec*. Obtenido de Propiedades de los textiles frente a la tracción: Parte 2:  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_13934-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_13934-2.pdf)
- Lockuán, F. (noviembre de 2012). *La industria textil y su control de la calidad .Tintorería*. Obtenido de books:  
<https://books.google.com.ec/books?id=6yjBvmYZrTsC&pg=PA104&dq=blanqueo+quimico&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjXtKCA1PzzAhWmTTABHTzHA5EQ6wF6BAgIEAE#v=onepage&q=blanqueo%20quimico&f=false>
- Lockuán, F. (Marzo de 2013). *Google Books*. Obtenido de La industria textil y su control de la calidad -Fibras textiles:  
[https://www.google.com.ec/books/edition/II\\_La\\_industria\\_textil\\_y\\_su\\_control\\_de\\_c/al9HRXxdx6kC?hl=es&gbpv=1](https://www.google.com.ec/books/edition/II_La_industria_textil_y_su_control_de_c/al9HRXxdx6kC?hl=es&gbpv=1)
- López, D. (noviembre de 2012). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5339/1/CD-4585.pdf>. Obtenido de Repositorio EPN:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5339/1/CD-4585.pdf>
- Maps, G. (2022). *Google maps*. Obtenido de Planta Académica Textil UTN:  
<https://www.google.com/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3816037,-78.2486781,12z/data=!4m9!1m2!2m1!1splanta+academica+textil+utn!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!15sChtwbGFudGEgYWNhZGVtaWNhIHRleHRpbCB1dG6SAQt0ZW1>
- Moreno, D. (2021). *Evaluación para una fibra textil a partir del pseudotallo de plátano*. Obtenido de Repository uamerica:  
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8317/1/6161797-2021-1-IQ.pdf>
- Namgoung, S. (2011). *Universidad politécnica de Valencia*. Obtenido de Estudio y optimización del método tradicional de blanqueo comparando la efectividad con diferentes tratamientos de blanqueo de algodón:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15497/TFM%20blanqueo%202011%20Seol%20Namgoung%20ok.pdf?sequence=1>

- Páez, J. (Junio de 2007). *Obtención de compuestos de polipropileno reforzado con fibra de abacá mediante moldeo por compresión*. Obtenido de Biblioteca digital EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/352/1/CD-0762.pdf>
- Pérez, H. (2015). *Universidad ICESI*. Obtenido de Catalasa para el manejo del peróxido de hidrógeno en la industria textil: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/78583/1/TG00994.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78583/1/TG00994.pdf)
- PRESS, E. (18 de febrero de 2019). *Fibras sintéticas han producido una contaminación invisible y ubicua*. Obtenido de <https://www.europapress.es/ciencia/cambio-climatico/noticia-fibras-sinteticas-producido-contaminacion-invisible-ubicua-20190218112905.html>
- Puerta, A. R. (14 de febrero de 2019). *Lifeder*. Obtenido de Método analítico: qué es, características, pasos, ejemplos: <https://www.lifeder.com/metodo-analitico-sintetico/>
- Rojas, M. (2015). Tipos de investigación. *Redvet*, 14.
- Romero, D. C. (noviembre de 2012). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5339/1/CD-4585.pdf>. Obtenido de Biddigital: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5339/1/CD-4585.pdf>
- Sánchez, C. (s.f.). *Boletín Intexter del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial, 1958, Núm. 4.*. Obtenido de Blanqueo de hilados de algodón con agua oxigenada mediante el método Avesta-Karrer: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5445/Article01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villegas, C. (08 de NOVIEMBRE de 2012). *redalyc.org*. Obtenido de Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo: <https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>
- Villegas, S. (Octubre de 2012). *Repositorio UTN*. Obtenido de Optimización de la fase de jabonado en la tintura de algodón: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1957/1/TesisFormatoPdf.pdf>
- Zeegers, I. (s.f.). *¿ Qué es el algodón biológico y por qué es tan importante para nosotros?* Obtenido de



<https://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/712711520radD1F1F.pdf>

# ANEXOS.

## Anexo 1 Ficha Técnica del tejido



**WAYLLA**  
Enterprise

+91 90721 24777

DotSpace Business Center Ushasandya Building,  
Kowdiar - Devasom Board Road, Kowdiar Trivandrum, P.O. 695003

### BANANA FIBER FABRIC

Banana yarn is an ecological yarn made from natural banana fiber. It has a good tenacity index, absorption capacity and natural hypoallergenic quality. The fiber is extracted from agricultural residues after harvesting the banana fruit, thus it is sustainable and scalable, being a staple crop in the tropical and subtropical belt.






Our factory is located in India which is the largest banana producer in the world. Our vision has been to use natural raw materials and material transformation through natural processing. We soften the banana fiber in enzyme bath and further blend with organic cotton. The blended fibers are then spun to obtain yarns of different counts. Our yarn production is standardized to an optimum blend of 60 % banana fiber and 40 % organic cotton.



We are proud to present you a fabric that is based on natural fibers, ecologically processed and supports the livelihoods of banana growers in India. We weave our threads in special loom to make fabrics for different market segments. Our core segments are fabrics for apparel, home decoration and shoes with GSM varying from 80 to 800. We develop the fabrics as per the client requirements, thus able to customize the characteristics and finish of the fabric. Our product development team has the expertise to custom build yarns made with banana fiber and cotton, hemp, flax, viscose and other materials.



[info@wayllaenterprise.com](mailto:info@wayllaenterprise.com)

ISO 9001:2015 Company

[www.wayllaenterprise.com](http://www.wayllaenterprise.com)

---



**WAYLLA**  
Enterprise

+91 90721 24777

DotSpace Business Center Ushasandya Building,  
Kowdiar - Devasom Board Road, Kowdiar Trivandrum, P.O. 695003

### BANANA FIBER FABRIC SPECIFICATION

	SWATCH NUMBER	GSM	WIDTH	YARN COUNT	CONSTRUCTION
	<b>30</b>	350	160 cm	20s	NORMAL WEAVE 220s X 20s Natural color
<b>Yarn Composition</b> 60 % Banana + 40 % Cotton					

[info@wayllaenterprise.com](mailto:info@wayllaenterprise.com)

ISO 9001:2015 Company

[www.wayllaenterprise.com](http://www.wayllaenterprise.com)



## Anexo 2 Ficha técnica del Peróxido de hidrógeno

<b>SOLVAY PEROXIDOS BRASIL</b>		<b>CERTIFICADO DE ANALISIS</b> Peróxidos do Brasil Ltda.	
<b>Ciente</b> SOLVESA ECUADOR SA VIA A RAULLE AV. CASUARINAS 100 Y KM 9.5 090150 GUAYAQUIL ECUADOR		<b>Destinatario certificado</b> SOLVESA ECUADOR SA VIA A RAULLE AV. CASUARINAS 100 Y KM 9.5 090150 GUAYAQUIL ECUADOR	
<b>Transporte</b>	4111067996	<b>Pedido</b>	5770232 000050
<b>Albarán</b>	73386740 000010	<b>Ref. Cliente</b>	ES01 0844
<b>Fecha de envío</b>	06.06.2022	<b>Identificador transporte</b>	ANTOFAGASTA EXPRESS
<b>Embalaje</b>	684 Jerricán(es)		
<b>Nota Fiscal</b>	000165160		
<b>H2O2 INTEROX® 50-10</b>			
<b>Lote 2814722150 / Cantidad 20.440,000 kg</b>			
<b>Características</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificación</b>
Aspecto	-	Líquido incoloro	-
Contenido en peróxido	% m/m	50,3	50,0 -
Color Apha	HAZEN/APHA	8	- 15
Fecha de producción	-	27.05.2022	-
Fe.caducid.,fe.prefer.consumo	-	27.05.2023	-
<b>Contenedor(es)</b> MRKU9113573			
<b>Lote 2815422157 / Cantidad 3.500,000 kg</b>			
<b>Características</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificación</b>
Aspecto	-	Líquido incoloro	-
Contenido en peróxido	% m/m	50,4	50,0 -
Color Apha	HAZEN/APHA	7	- 15
Fecha de producción	-	03.06.2022	-
Fe.caducid.,fe.prefer.consumo	-	03.06.2023	-
<b>Contenedor(es)</b> MRKU9113573 MSKU4247308 MSKU7332830 MSKU3458250 MSKU3910870 MRSU0107103 MSKU4206417			
Acidez	Máximo 5,0	Potenciometría	mEq/L Máximo
Nitratos	Máximo 250	Cromatografía iónica	mg/kg Máximo
Fosfatos	Máximo 400	Cromatografía iónica	mg/kg Máximo
Hierro	Máximo 0,5	ICP-OES	mg/kg Máximo
Metales pesados			mg/kg ND 0,2 ND 0,2
ICP-OES			
<b>Notas:</b>			
Pagina 1 / 2			

<b>SOLVAY PEROXIDOS BRASIL</b>		<b>CERTIFICADO DE ANALISIS</b> Peróxidos do Brasil Ltda.	
<b>Ciente</b> SOLVESA ECUADOR SA VIA A RAULLE AV. CASUARINAS 100 Y KM 9.5 090150 GUAYAQUIL ECUADOR		<b>Destinatario certificado</b> SOLVESA ECUADOR SA VIA A RAULLE AV. CASUARINAS 100 Y KM 9.5 090150 GUAYAQUIL ECUADOR	
<b>Transporte</b>	4111067996	<b>Pedido</b>	5770232 000050
<b>Albarán</b>	73386740 000010	<b>Ref. Cliente</b>	ES01 0844
<b>Fecha de envío</b>	06.06.2022	<b>Identificador transporte</b>	ANTOFAGASTA EXPRESS
<b>Embalaje</b>	684 Jerricán(es)		
<b>Nota Fiscal</b>	000165160		
<p>1) Especificación para Apariencia = líquido incoloro</p> <p>2) Metal pesado = Arsénico, Plomo, Cobre, Estaño e Níquel.</p> <p>3) Registro de resultado igual a la especificación comercial indica parámetro evaluado por control del proceso.</p> <p>4) ND = No detectable en el límite</p> <p>5) Valor de la densidad é obtenido convirtiendo lo resultado de la concentración del H2O2 en %p. Ref: MA0107</p> <p>d4/20 = 1,20 g/cm3</p> <p>Laboratorio de Control de Calidad Responsable: Eda Maria Favretto CRO - 9ª Región - 09200250 Documento emitido por Sistema de Computación Prescinde de signatura</p>			
Pagina 2 / 2			

Emiso en CUR TIBA el 13.06.2022 a las 13:54

## Anexo 3 Ficha técnica del estabilizador de peróxido



# AV- ESTABIL MP

## ESTABILIZADOR DE PEROXIDO EN POLVO

---

AV-ESTABIL MP es un estabilizador para el blanqueo con peróxido.

Reemplaza los quelantes, surfactantes y estabilizantes en las operaciones de blanqueo. Evita la formación de espuma. También usado en el descruce de todo tipo de telas.

### GENERALIDADES

Estado físico: SOLIDO

Apariencia: polvo blanco

Carácter Iónico: Aniónico

Solubilidad (10%) Buena en caliente

pH Alcalino

### CAMPOS DE APLICACIÓN

- Blanqueo en barca, jet, jigger, over flor, tanto a baja como alta temperatura.
- Estabilizador del PEROXIDO DE HIDROGENO

### DOSIFICACION

0.1-0.2 g/L, depende de la concentración de peróxido de hidrógeno utilizada en el proceso, por lo general es la dosis mencionada por cada g/L de agua oxigenada.

### PRESENTACION Y ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO

Sacos sellados de 25 kg. Almacenar en lugar fresco y seco y cerrado

## Anexo 4 Ficha técnica del detergente



# AV- PON FL

(DETERGENTE PARA UNIVERSAL PARA TRATAMIENTO TEXTIL)

---

Detergente - emulsionante de gran poder con espuma controlada, apropiado para lavar cualquier tipo de fibras; además tiene poder dispersante, cualidad necesaria para el lavado posterior de las tinturas y estampados con colorantes reactivos y directos.

### CARACTERÍSTICAS

Aspecto: Líquido turbio, ligeramente viscoso.

Naturaleza química: Tensoactivos especiales y antiespumante

pH: 7 – 9

Carga iónica: No iónico - aniónico

Solubilidad: Se disuelve fácilmente con agitación en agua fría o caliente.

Compatibilidad: Productos aniónicos y no iónicos

### APLICACIÓN

Material de aplicación: Algodón, poliéster y sus mezclas

Campos de aplicación: Tratamientos previos y posteriores

### CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN

Dosificación: 1 - 3 gr/l.

Procedimiento: El proceso varía según las impurezas y fibras a tratar.

### VENTAJAS

- Estable a los agentes endurecedores del agua, los álcalis y los ácidos, siempre que estos apliquen en concentraciones usuales para las fibras textiles.
- Buena estabilidad al medio ácido (pH: 4-5).
- No produce espuma.
- Tiene excelente poder emulsionante, dispersante y detergente de aceites, grasas e impurezas pigmentarias.

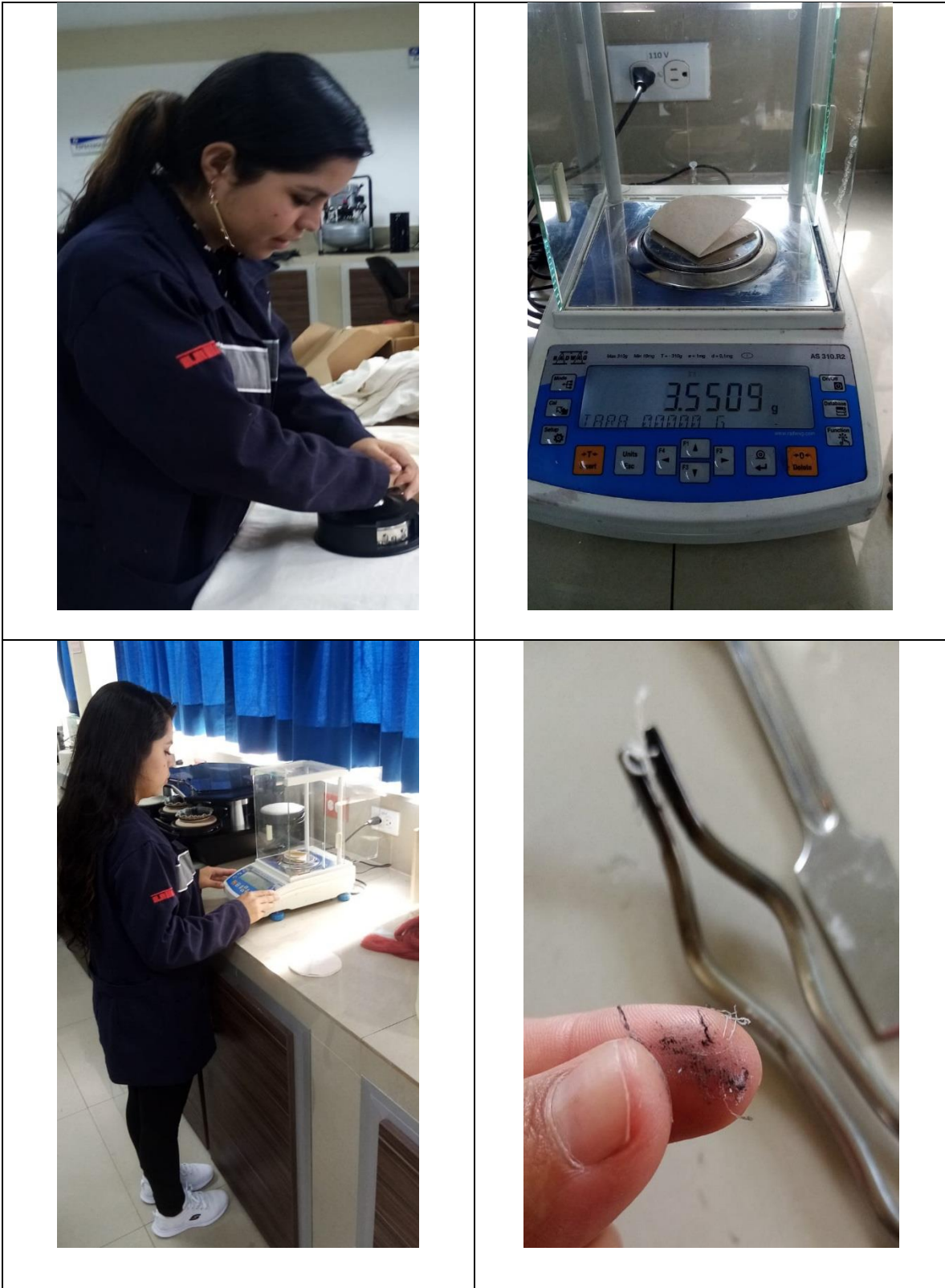
### Sobre fibras celulósicas

- Sirve como humectante para el desencolado.
- Se usa para eliminar por lavado los encolantes solubles en agua.
- Ayuda en la limpieza previa de hilados y tejidos.
- Se usa en aparatos y autoclaves.
- Sirve para el blanqueo discontinuo y continuo con peróxido de hidrógeno.

### Sobre fibras sintéticas y sus mezclas

- Sirve para la eliminación por lavado de los encolantes solubles en agua.

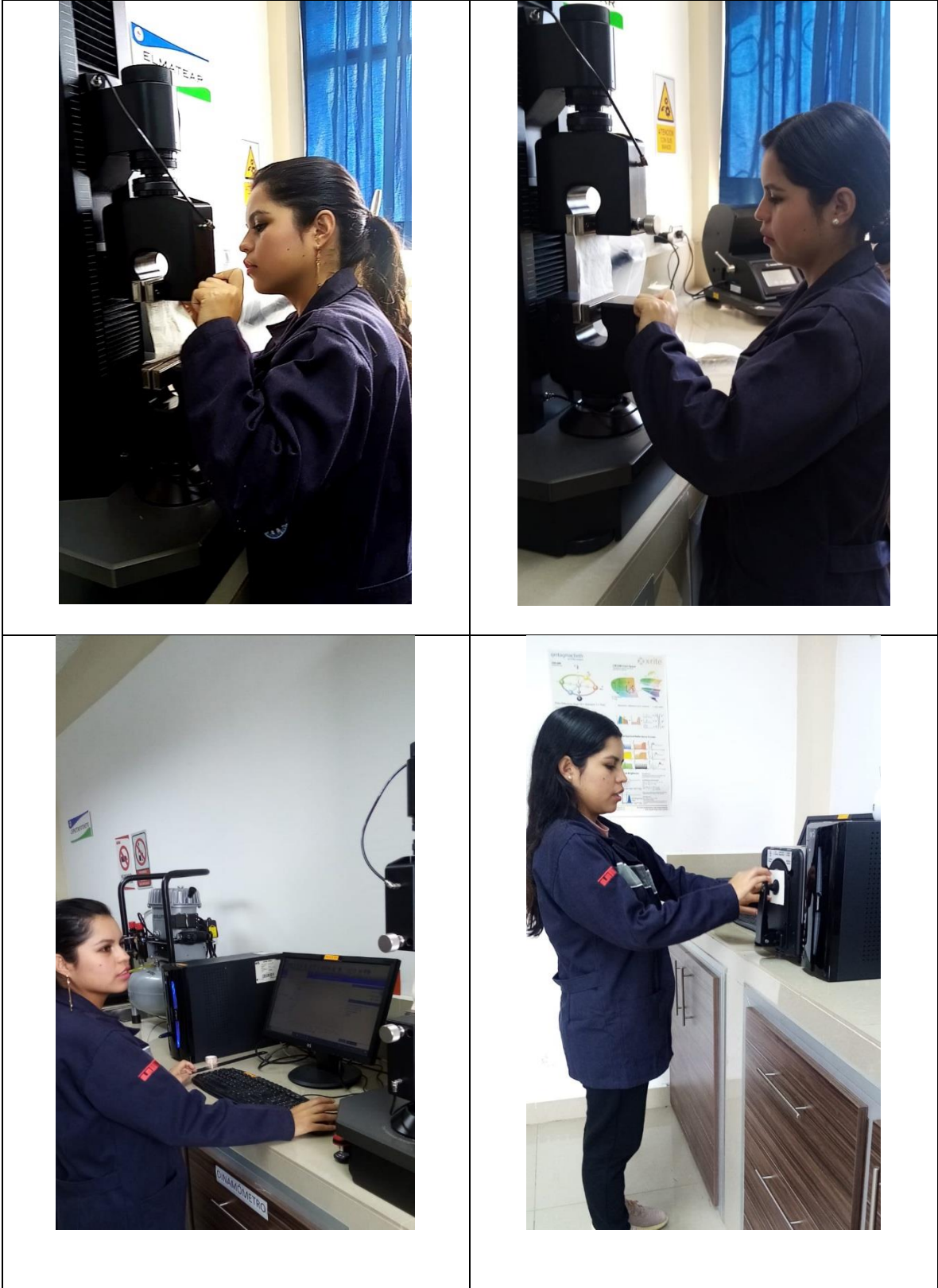
**Anexo 5** Caracterización del tejido.



**Anexo 6** Proceso de blanqueo químico



**Anexo 7** Pruebas de resistencia a la tracción y elongación y grado de blancura





## Anexo 8 Certificado del uso del laboratorio Planta Textil UTN



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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



Ibarra, 13 de febrero del 2023

### CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

#### CERTIFICO

Que la señorita **GUERRERO ESPINOZA MÓNICA JANETH**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 172792870-5, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO DEL BLANQUEO QUÍMICO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE MEZCLA 60% FIBRA DE PLÁTANO/40% ALGODOÓN ORGÁNICO**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410-** Determinación de la fuerza máxima mediante el método de agarre ISO 13934-2:2014.
- **BALANZA ELECTRÓNICA**
- **MÁQUINA DE TINTURA**
- **ESPECTROFOTÓMETRO (DATACOLOR)**

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

Atentamente:



**ING. GUALOTO FAUSTO M.**

**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**