



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE “INGENIERO
TEXTIL”

TEMA: “INFLUENCIA DEL HIDROSULFITO DE SODIO EN LA RESISTENCIA A
LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE FIBRA DE YUTE
100% CRUDO APLICADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”

ELABORADO POR:

ULCUANGO ULCUANGO WIDMAN RAMIRO

DIRECTOR DE TESIS:

MSc. HERRERA VILLARREAL WILSON ADRIÁN

IBARRA – ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724674120		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ulcuango Ulcuango Widman Ramiro		
DIRECCIÓN:	Cayambe – Ayora - Vía al Cóndor y 12 de Febrero		
EMAIL:	wrulcuangou@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	02 129017	MOVIL:	0991528551

DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	INFLUENCIA DEL HIDROSULFITO DE SODIO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE FIBRA DE YUTE 100% CRUDO APLICADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO		
AUTOR:	Ulcuango Ulcuango Widman Ramiro		
FECHA:	Diciembre 09 del 2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/>	PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil		
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal		

CONSTANCIAS

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

En la ciudad de Ibarra, 09 de diciembre del 2022

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Widman Ramiro Ulcuango Ulcuango", enclosed within a blue oval scribble.

WIDMAN RAMIRO ULCUANGO ULCUANGO

CC. 1724674120



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

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por el egresado Widman Ramiro Ulcuango Ulcuango, para optar por el título de INGENIERO TEXTIL, cuyo tema es “INFLUENCIA DEL HIDROSULFITO DE SODIO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE FIBRA DE YUTE 100% CRUDO APLICADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte por los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 09 de diciembre del 2022



Firmado electrónicamente por:
**WILSON ADRIAN
HERRERA
VILLARREAL**

MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis Padres:

Ana Beatriz Ulcuango Túquerres y Bolívar Ramiro Ulcuango Lara (+)

A mis Hermanitas:

Jenifer Gissela y Nataly Johanna

Por el infinito amor, paciencia, sacrificio y dedicación, por apoyarme en todos los proyectos que me he trazado, por estar en los buenos y malos momentos, en especial a mi Papi Rami quien tuvo que partir de este mundo, a él, quien me enseñó a ser un hombre trabajador y responsable.

A ellos dedico el presente trabajo en señal de gratitud, al haber terminado una meta más, que sin su ayuda hubiese sido más difícil de alcanzar.

Su hijo que los ama...

Widman R. Ulcuango

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la vida y haberme bendecido con unos Padres infinitamente extraordinarios, y por el apoyo para hoy ver plasmado este trabajo culminado.

A mis Padres Anita y Ramiro (+) quienes me apoyaron desde pequeño, me enseñaron a conseguir las cosas con esfuerzo y sacrificio, sobre todo me educaron con principios y valores, les agradezco de todo corazón. ¡Los amo Papito y Mamita!

De igual manera a mis abuelitos, Nelita, Pedrito y mi Tía Esperancita, quienes me criaron desde pequeño y me guiaron por el camino del bien, sin ustedes mi vida no tendría sentido.

A mi querida Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles, sus docentes, en especial al MSc. Wilson Herrera, quien, con su sabiduría y profesionalismo, me supo guiar y apoyar para la culminación del presente trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a mis amigos y compañeros de clase, quienes fueron las personas que me supieron apoyar en los momentos más difíciles de mi vida y de igual manera a todas las personas que estuvieron involucradas para llevar a feliz término mi tesis.

Widman R. Ulcuango

ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
CONSTANCIAS	ii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del tema	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Importancia del estudio.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Características del sitio del proyecto	4
CAPÍTULO II.....	6
2. Estado del Arte.....	6
2.1 Estudios previos.....	6

2.1.1 Estudios de fibra de yute.....	6
2.1.2 Estudios de blanqueo con hidrosulfito de sodio.	7
2.2 Marco legal	7
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.....	8
2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	8
2.3 Marco Conceptual.....	10
2.3.1 Fibra de Yute.	10
2.3.1.1 Composición.....	10
2.3.1.2 Sección transversal de la fibra de yute.....	11
2.3.1.3 Propiedades físicas.....	12
2.3.2 Hidrosulfito de sodio.	13
2.3.2.1 Propiedades.....	13
2.3.2.2 Composición química.	14
2.3.3 Método de agotamiento.	15
2.3.3.1 Equipos de tintura tipo I.....	15
2.3.3.2 Equipos de tintura tipo II.	16
2.3.3.3. Equipos de tintura tipo III.....	18
2.3.4 Resistencia a la tracción y elongación.	19
2.3.4.1 Método de prueba de resistencia a la tracción.	19
2.3.5 Tipos de Investigación.....	20
2.3.5.1 Investigación Bibliográfica.....	20
2.3.5.2 Investigación Experimental.	20
CAPÍTULO III.....	21
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Diseño del proceso.....	21

3.2	Flujogramas	21
3.2.1	Flujograma general del proceso.....	21
3.2.1.1	Descripción del flujograma general del proceso.....	21
3.2.2	Flujograma muestral	22
3.3	Desarrollo de aplicación del hidrosulfito de sodio	24
3.3.1	Caracterización de la muestra de tejido.....	24
3.3.2	Planificación de pruebas.....	25
3.3.2.1	Equipos y materiales de laboratorio.....	25
3.3.2.2	Normas utilizadas.....	28
3.3.3	Formulaciones y parámetros.....	29
3.3.3.1	Pesaje de muestras de tejido de yute.....	29
3.3.3.2	Número de muestras.....	29
3.3.3.3	Ficha de proceso para desmonte con hidrosulfito de sodio.....	30
3.3.3.4	Ficha para proceso de blanqueo.....	36
3.3.3.5	Ficha para proceso de desmonte completo.....	38
3.3.4	Pruebas de agotamiento	40
3.3.4.1	Descripción de la simulación del proceso de desmonte	40
3.3.4.1	Descripción del proceso de blanqueo químico.....	44
3.3.5	Pruebas de resistencia a la tracción y elongación.....	47
3.3.5.1	Detalles del ensayo ISO 13934-2.....	47
3.3.5.3	Procedimiento del ensayo según la norma ISO 13934-2.....	48
CAPÍTULO IV		52
4.	Resultados y discusión de resultados.....	52
4.1	Análisis de la tabla general de resultados tracción, elongación.....	52
4.2	Discusión de resultados	61

4.2.1 Evaluación de los resultados de tracción.	61
4.2.2 Evaluación de los resultados de elongación.	62
4.2.1 Análisis de varianza.	63
4.2.2 Análisis de normalidad	64
4.2.3 Formas de representación estadística.	66
CAPÍTULO V	70
5.1 Conclusiones	70
5.2 Recomendaciones	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	73
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Planta Académica Textil.....	5
Figura 2. Sección transversal de la fibra de yute.....	12
Figura 3. Partes Fundamentales del Autoclave.....	16
Figura 4. Esquema de una máquina de tintura por torniquete.....	17
Figura 5. Esquema de tintura en jigger.....	18
Figura 6. Tintura en Jet.....	19
Figura 7. Flujograma general del proceso.....	21
Figura 8. Flujograma muestral del proceso.....	23
Figura 10. Corte de muestras.....	40
Figura 11. Pesaje de muestras de yute.....	41
Figura 12. Pesaje de hidrosulfito de sodio.....	41
Figura 13. Vasos de precipitación con producto.....	42
Figura 14. Control de pH.....	43
Figura 15. Secado.....	43
Figura 16. Pesaje de productos.....	44
Figura 17. Proceso de agotamiento.....	45
Figura 18. Control de pH.....	45
Figura 19. Cámara de secado.....	46
Figura 20. Área de reposo.....	46
Figura 21. Acondicionamiento de las muestras.....	49
Figura 22. Dinamómetro.....	49
Figura 23. Medida de los juegos de probetas.....	50
Figura 24. Corte de juegos de 5 probetas.....	50
Figura 25. Proceso en el Dinamómetro.....	51

Figura 26. Ensayo de tracción.	51
Figura 27. Análisis de varianza de los datos obtenido de la Tabla 33	63
Figura 28. Análisis de la varianza de los datos obtenidos de la Tabla 34	64
Figura 29. Análisis de normalidad de los datos obtenido de la Tabla 33	65
Figura 30. Análisis de normalidad de los datos obtenido de la Tabla 34	65
Figura 33. Gráfico de barras ensayo de resistencia a la tracción Tabla 33	68
Figura 34. Gráfico de barras ensayo de resistencia a la elongación Tabla 34	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de composición de la fibra de yute	11
Tabla 2. Propiedades físicas de la fibra de yute.....	12
Tabla 3. Propiedades del Hidrosulfito de sodio.....	14
Tabla 4. Grados comerciales.....	15
Tabla 5. Características del tejido.....	24
Tabla 6. Equipos para el proceso de aplicación del hidrosulfito de sodio.....	25
Tabla 7. Equipos para ensayos de laboratorio	28
Tabla 8. <i>Tabla general de peso de muestras</i>	29
Tabla 9. Receta de proceso de desmonte con 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre.....	30
Tabla 10. Receta de proceso de desmonte con 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.	31
Tabla 11. Receta de proceso de desmonte con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre.....	32
Tabla 12. Receta de proceso de desmonte con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.	33
Tabla 13. Receta de proceso de desmonte con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre.....	34
Tabla 14. Receta de proceso de desmonte con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.	35
Tabla 15. Ficha para el proceso de blanqueo químico - Urdimbre.....	36
Tabla 16. Ficha para el proceso de blanqueo químico - Trama.....	37
Tabla 17. Ficha para el proceso de desmontado completo – Urdimbre.....	38
Tabla 18. Ficha para el proceso de desmontado completo – Trama.....	39
Tabla 19. Condiciones del Ensayo.....	47
Tabla 20. Parámetros de configuración del dinamómetro	48
Tabla 21. Resultados de muestras sin tratamiento	52
Tabla 22. Resultados de muestras sin tratamiento.....	53
Tabla 23. Resultados de muestras con tratamiento – 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio..	54
Tabla 24. Resultados de muestras con tratamiento – 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio...	54

Tabla 25. Resultados de muestras con tratamiento – 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio...	55
Tabla 26. Resultados de muestras con tratamiento – 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio...	56
Tabla 27. Resultados de muestras con tratamiento – 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio...	57
Tabla 28. Resultados de muestras con tratamiento – 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio...	58
Tabla 29. Resultado de muestras con blanqueamiento químico – Urdimbre.	58
Tabla 30. Resultado de muestras con blanqueamiento químico – Trama.....	59
Tabla 31. Resultado de muestras del proceso de desmonte – Urdimbre.	60
Tabla 32. Resultado de muestras del proceso de desmonte – Trama.....	60
Tabla 33. Tabla General del ensayo de tracción.....	62
Tabla 34. Tabla general del ensayo de elongación	62

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ISO: Organización Internacional de Normalización.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

JU: Yute

U: Urdimbre

T: Trama

Co: Algodón

UTN: Universidad Técnica del Norte.

CTEX: Carrera de Textiles.

CV: Coeficiente de Variación.

pH: Potencial Hidrógeno.

MF0U: Máxima fuerza sin hidrosulfito de sodio en el sentido de la urdimbre.

MF0T: Máxima fuerza sin hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

EM0U: Elasticidad máxima sin hidrosulfito de sodio en el sentido de la urdimbre.

EM0T: Elasticidad máxima sin hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica del tejido de yute.	77
Anexo 2. Ficha Técnica del Hidrosulfito de sodio	78
Anexo 3. Certificado de asistencia al Laboratorio de la Planta Académica Textil.	79

RESUMEN

La presente investigación se basa en el estudio de la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano yute 100%, al ser aplicado diferentes concentraciones de hidrosulfito de sodio, la misma que se encuentra delimitado al proceso de aplicación por el método de agotamiento.

El estudio de la fibra de yute y en consecuencia el tejido, es de mucha importancia en la actualidad, ya que dicho sustrato textil es de carácter natural, el cual, al momento de ser transformado de materia prima a producto elaborado, tienen un gran aporte económico y ambiental, es por ello que mediante esta investigación se trata de dar a conocer de manera explícita e implícita ciertas características que hacen de este tejido, un producto.

En principio, se realiza un levantamiento bibliográfico en cuanto al tema mediante la utilización de libros, revistas, artículos científicos, patentes, tesis, entre otros, para determinar un método adecuado de aplicación, posterior a ello, se efectúa la caracterización de la muestra de tejido, se planifica las pruebas, desarrollo de formulaciones y parámetros, para luego proceder con la aplicación de hidrosulfito de sodio al sustrato mediante el método de agotamiento variando las concentraciones de 1, 3, 5 [g/L]. Además, con fines de estudio se realiza el proceso de blanqueo químico y un desmonte de las muestras de tejido de yute, para finalmente realizar los ensayos con el equipo de laboratorio dinamómetro mediante la norma ISO (Internacional Organization for Standardization) 13934 – 2: 2014, que hace referencia a las propiedades de los tejidos frente a la tracción y con ello recolectar los datos que servirán para el análisis estadístico.

Los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia se tabularon y fueron analizados mediante el empleo del programa Past 4, el mismo que detalla los datos de test de

normalidad y varianza, para luego ser interpretados mediante gráficos estadísticos. Finalmente se logró determinar con este estudio que, al realizar procesos de desmonte con hidrosulfito de sodio, genera pérdida de resistencia tanto en el sentido de urdimbre como en el de trama, según la cantidad de producto que se aplique, es decir mientras más cantidad de hidrosulfito de sodio se adicione, más se va a afectar la estructura del tejido.

Palabras claves: Yute, hidrosulfito de sodio, agotamiento, tracción, elongación.

ABSTRACT



ABSTRACT

This study examines the tensile strength and elongation of a 100% jute flat fabric when various sodium hydrosulfite concentrations are applied, and it is only applicable to the exhaustion method of application.

The study of jute fiber, and ultimately the fabric, is very important today because it is a natural textile substrate that, when transformed from a raw material to an elaborated product, greatly contributes to both the economy and the environment.

A bibliographic survey is carried out on the subject using books, magazines, scientific articles, patents, and theses, among others, to determine an adequate method of application. After that, the characterization of the fabric sample is carried out, and the tests, development of formulations, and parameters are planned, to proceed with the application of sodium hydrosulfite to the substrate through the depletion method varying the concentrations of 1, 3, 5 [g/L]. In addition, for study purposes, the chemical bleaching process and disassembly of the jute fabric samples are performed, to finally perform the tests with the dynamometer laboratory equipment using the ISO (International Organization for Standardization) 13934 - 2: 2014 standard, which refers to the properties of fabrics against traction and thereby collect the data that will serve for statistical analysis.

The results obtained in the resistance test were tabulated and analyzed using the Past 4 program, which details the normality and variance test data, and then interpreted using statistical graphs. Finally, it was possible to determine with this study that, when performing stripping processes with sodium hydrosulfite, it generates a loss of resistance both in the warp and weft directions, depending on the amount of product applied, that is, the more sodium hydrosulfite is added, the more the structure of the fabric will be affected.

Keywords: Jute, sodium hydrosulfite, exhaustion, traction, elongation.

Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Pinert

Juan de Velasco 2-39 entre Salinas y Juan Montalvo
052 997-800 ext. 7351 - 7354
Ibarra - Ecuador

gerencia@lauemp
www.lauemprende
Código Postal: 10

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1 Descripción del tema

Como tema principal de estudio hace referencia al análisis de la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano tafetán de yute 100% crudo, el mismo que es añadido un compuesto químico denominado hidrosulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}$) por el método de agotamiento, el cual principalmente, se investiga todos los aspectos más relevantes en cuanto al uso de este compuesto, mediante la utilización de fuentes bibliográficas como: revistas, libros, tesis, artículos científicos, ya que, no existe documentación o archivos que validen este procedimiento. Para ello se utilizó hidrosulfito de sodio a diferentes concentraciones por el método de agotamiento, para verificar como influye el compuesto sobre el tejido, posteriormente se realiza ensayos de resistencia mediante la utilización del equipo dinamómetro, de acuerdo a la norma ISO 13934 – 2: 2014 que hace referencia a las propiedades de los tejidos frente a la tracción, por consiguiente, con los resultados obtenidos son comparados mediante la utilización de gráficos estadísticos donde se analiza la influencia del compuesto en la resistencia de dicho tejido. Además de ello, se procede a utilizar un programa estadístico adecuado para el análisis de los resultados. Este proceso se lo va a realizar en los Laboratorios de la Planta Textil de la Universidad Técnica del Norte, con la supervisión del docente encargado del laboratorio, además la investigación está destinada para un lapso de 9 meses a partir de la fecha asignada por el tutor y siguiendo el cronograma de actividades propuesto por el estudiante.

1.2 Antecedentes

Mediante la investigación realizada previamente sobre la materia prima que se va a utilizar en este estudio se puede mencionar que, “Las propiedades de resistencia de la fibra de yute y su compatibilidad con los polímeros desarrollados químicamente son muy resistentes”(Chand & Fahim, 2021, p.12). Lo cual hace creer que mediante la utilización del hidrosulfito de sodio en tejidos de yute crudo se espera que no influya en la resistencia del tejido. “El yute es una fibra lignocelulosa cuya composición química es 64.45% de celulosa, 12% de hemicelulosa, 0.2% de pectina, 11.8% de lignina y 11.6% de agua, estas células constan de la formación de microfibrillas basadas en celulosa”(Chand & Fahim, 2021^a, p.8). Mediante estudios al yute se lo ha caracterizado como, “La fibra de yute consiste en celdas superpuestas que tienen un promedio de 0.08 pulgadas de largo por 0.0008 pulgadas de diámetro equivalente, el diámetro equivalente tiene la misma área de sección transversal que la celda”(Lord, 2003, p.18), es una fibra que se parece mucho al lino en su estructura, ya que envuelve al núcleo un material fibroso.

El hidrosulfito es un compuesto químico que se utilizará para la realización del estudio el mismo que, “Es muy eficaz para blanquear ya que es un agente reductor fuerte y puede reaccionar eficazmente con los tintes, la mayoría de los tintes ácidos y directos se decoloran permanentemente con dionitio de sodio porque rompen los grupos azo”(Bajpai, 2018, p.547). Este proceso puede causar mucha contaminación ambiental ya que, si se expone al hidrosulfito de forma sólida, este puede liberar gases que son muy tóxicos y perjudiciales para el aire. Además, en otras investigaciones se logró recabar información como, “Los tintes de azufre y de tina son insolubles en agua, se reducen utilizando hidrosulfito de sodio para producir su forma leuco soluble en agua antes de su aplicación”(Khatri & White, 2015,

p.135). Mediante este proceso se debe colocar el hidrosulfito a diferentes concentraciones con la finalidad de establecer una receta adecuada y verificar los datos obtenidos de resistencia para estudiar la influencia del compuesto químico en tejidos de yute crudo y con ello obtener una base donde a un futuro se utilice esta receta para un desmonte sin que interfiera la resistencia del tejido.

1.3 Importancia del estudio

De acuerdo con el tema de investigación permite que los principales beneficiarios sean empresas, profesionales y estudiantes, los mismos que se encuentren inmersos dentro del campo textil, además de que se obtenga nueva información sobre el procedimiento de aplicación de hidrosulfito de sodio en fibras de yute.

Actualmente en las industrias textiles, es utilizado este producto para el desmontado del color en tejidos de algodón y de igual manera se utiliza como agente reductor, entonces es por ello por lo que se emplea esta técnica de igual manera en tejidos de yute, con la finalidad de que en un futuro dicha fibra se convierta en una fibra alternativa para la elaboración de productos textiles, y con ello determinar la influencia del producto en la resistencia de tracción y elongación de fibras de yute, y de acuerdo con los análisis determinar una receta adecuada, sin que influya en producto en las propiedades mecánicas del tejido.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Analizar la influencia del hidrosulfito de sodio en la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano de fibra de yute 100% crudo aplicado mediante el método de agotamiento.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Investigar documentación bibliográfica necesaria mediante la utilización de libros, revistas, artículos científicos, tesis, con el cual se busca determinar un proceso adecuado de aplicación de hidrosulfito de sodio en tejidos de yute.
- Aplicar el hidrosulfito de sodio en diferentes concentraciones mediante el método de agotamiento.
- Realizar pruebas de resistencia a la tracción y elongación a las muestras aplicadas de hidrosulfito de sodio mediante la norma ISO 13934 -2: 2014, para obtener datos que serán utilizados en el análisis estadístico.
- Evaluar la información obtenida mediante métodos estadísticos para determinar el efecto del hidrosulfito de sodio en el tejido de yute.

1.5 Características del sitio del proyecto

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



Figura 1. Ubicación Planta Académica Textil

Fuente: (Google Maps, 2022)

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

CAPÍTULO II

2. Estado del Arte

2.1 Estudios previos

El presente capítulo da cumplimiento a de uno de los objetivos específicos que permite buscar documentación bibliográfica necesaria mediante la utilización de libros, revistas, artículos científicos, tesis, con el cual se busca determinar un proceso adecuado de aplicación de hidrosulfito de sodio en tejidos de yute.

2.1.1 Estudios de fibra de yute.

Mediante el estudio de diferentes fibras naturales y mezclas, se menciona que las fibras al sometidas a tratamientos con diferentes productos químicos, tienden a mejorar su composición mecánica, como es el caso de estudio de aplicación de resinas. Este producto en dosificaciones adecuadas permite la mejora las propiedades mecánicas de las fibras requeridas como resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, absorción de agua y propiedades similares que no son posibles del material inventado(US Justia, 2006).

En la actualidad se habla de fibras alternativas, es decir fibras que poco a poco van reemplazando a fibras tradicionales, tal es el caso de la fibra de yute.

Las personas prefieren los materiales hechos de fibra de yute, ya que contienen buena absorción de humedad, permeabilidad a los gases, bajo comportamiento estático y buena resistencia al moho. El proceso de desengomado trae varias etapas como desempaquetar, lavar, decapar, hervir, apilar, agitar, blanquear, deshidratar, esponjar, engrasar, remendar, eliminar el aceite, esponjar y secar, pero se ha descubierto que la tasa de

eliminación del pigmento del yute es solo del 50%, el color resultante es amarillo pardo(Patente de EE. UU. Para El Proceso de Desgomado de Yute, 2005).

2.1.2 Estudios de blanqueo con hidrosulfito de sodio.

Mediante estudios previos ejecutados en referencia a la utilización del hidrosulfito de sodio en fibras naturales se menciona lo siguiente.

Los tejidos de algodón reticulados con ácido cítrico muestran un aspecto amarillento porque el CA forma enlaces C=C durante el proceso de calentamiento, la blancura se mejoró con hidrosulfito de sodio, lo cual fue confirmado por los espectros infrarrojos transformados de Fourier. El algodón tratado con ácido cítrico blanqueado con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ mostró una buena persistencia del efecto blanqueador(Sun et al., 2022, p.12).

En la investigación realizada por Pekka (2019) menciona que: “Las soluciones de blanqueo con ditionito contienen aditivos, como antioxidantes, tampones de pH y quelatos, para mayor eficacia del blanqueo se puede utilizar agentes estabilizadores, además se puede utilizar en soluciones del 2 al 10%” (p. 29).

2.2 Marco legal

De acuerdo con la investigación, se debe tomar en cuenta ciertas normas y leyes que se deben cumplir de acuerdo al área de estudio que se esté investigando, con ello se detalla a continuación el sustento legal de donde parte la investigación.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.

Según lo mencionado en la constitución de la República del Ecuador, en el artículo 27 que hace referencia a la Ley Orgánica de Educación Intercultural.

La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar. La educación es indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos y la construcción de un país soberano, y constituye un eje estratégico para el desarrollo nacional (Legislativo, 2008, p.18).

2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

De acuerdo con lo descrito en la resolución N° 001-073-CEAACES-2013-13

El trabajo de titulación es el resultado investigativo, Académico o artístico, en el cual el estudiante demuestra el manejo integral de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional (Universidad Técnica del Norte, 2019).

La UTN cuya fortaleza o dominio académico se encuentre relacionado directamente con el ámbito productivo, podrá formular e implementar proyectos institucionales de investigación aplicada para el desarrollo de modelos prototípicos y de adaptación de técnicas, tecnologías y metodologías. La UTN propenderá a la articulación de estos

proyectos de investigación con las necesidades sociales de los actores en cada territorio, su tejido empresarial e institucional (Universidad Técnica del Norte, 2019, p.36).

Cabe mencionar la UTN plantea las siguientes líneas de investigación de acuerdo con la Resolución N° 122-SO-HCU-UTN, 05-05-2016 se menciona lo siguiente:

1. Producción industrial y tecnología sostenible.
2. Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.
3. Biotecnología, energía y recursos.
4. Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sostenible.
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 ciber seguridad (Universidad Técnica del Norte, 2019).

De acuerdo con el perfil de la Carrera de Textiles, las líneas de investigación alineadas con la Universidad Técnica del Norte son: (1) que hace referencia a la producción industrial y tecnología sostenible, (9) sobre la gestión, producción, productividad y el desarrollo económico.

2.3 Marco Conceptual

A con continuación, se da a conocer la recopilación, sistematización y exposición de los conceptos más relevantes que sustentan la investigación, mediante un previo análisis bibliográfico sobre los procedimientos a seguir.

2.3.1 Fibra de Yute.

La fibra de yute proviene de la familia de las *Corchorus olitorius*, la misma que consta de varias células, y están formadas por microfibrillas cristalinas helicoidales a base de celulosa, lo cual hace que el contenido de celulosa determine las propiedades mecánicas de la fibra de yute(Chand & Fahim, 2021b). El yute es una fibra de característica sedosa y de color dorado entre beige y café claro, además de ello, contiene alta resistencia a la tensión, bajo coeficiente de extensión y en el aspecto de transpirabilidad es muy buena a comparación de otras fibras.

2.3.1.1 Composición.

Las fibras de yute son fibras que se encuentran inmersas en el grupo de las fibras naturales, se las conoce como fibras lignocelulósicas, está compuesta por la combinación de diferentes células como aceites, lignina, celulosa, aceites y diferentes tipos de grasas. (Ashraf et al., 2019). Es por ello que la celulosa es la constitución química fundamental de todas las fibras vegetales.

Mediante la tabla 1, se muestra la cantidad en porcentaje de materia el cual está compuesta la fibra de yute, como es el caso de la celulosa, hemicelulosa, lignina, materia nitrogenada, ceras y grasas, material mineral, entre otros.

Tabla 1. *Porcentajes de composición de la fibra de yute*

Materia	Cantidad	Unidad
Celulosa	60	%
Hemicelulosa	22	%
Lignina	12	%
Materia nitrogenada	1	%
Ceras y grasas	1	%
Materia mineral	1	%
Otros	3	%

Fuente: (Alam et al., 2014)

2.3.1.2 Sección transversal de la fibra de yute.

La fibra de yute al estar compuesto de múltiples componentes a base de celulosa que interactúan entre la lignina y la hemicelulosa en una pared celular primaria y en otras tres secundarias, y es considerada tanto una fibra textil como una fibra de madera (Saragih et al., 2018). “En la sección transversal de la fibra se observa que existe células poligonales o hexagonales, con paredes gruesas, en cambio sí se observa en el otro sentido las células son puntiagudas, los nódulos o cruces son muy pronunciados”(Aceves, 2018, p.7).

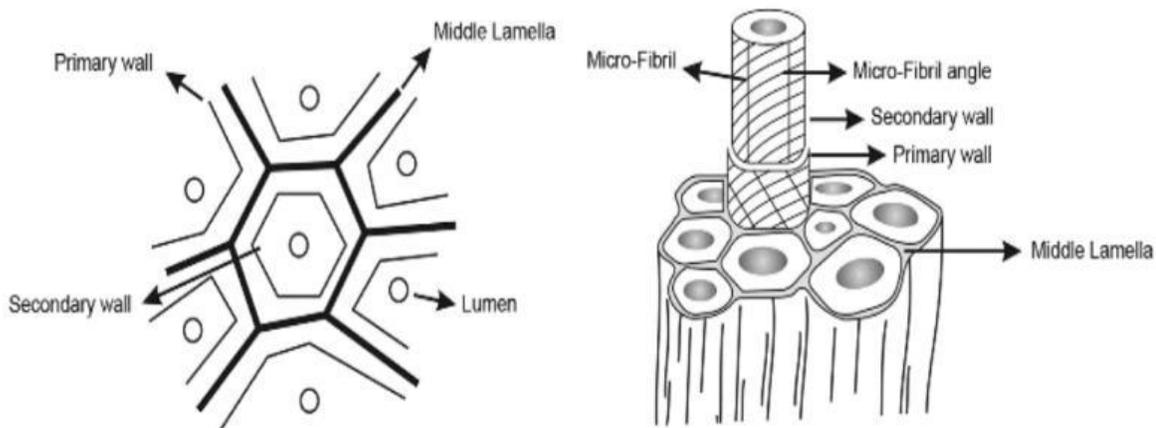


Figura 2. Sección trasversal de la fibra de yute.

Fuente: (Ashraf et al., 2019)

2.3.1.3 Propiedades físicas.

Uno de los factores que influye dentro de la composición y sus propiedades mecánicas de las fibras, es el contenido de humedad y celulosa.

Tabla 2. Propiedades físicas de la fibra de yute

Propiedades	Valor	Unidad
Densidad	1.3	g/cm ³
Deformidad de rotura	1.5-1.8	%
Resistencia a la tracción	393-773	Mpa
Diámetro	25-30	μm
Ángulo de la espiral	10	°
Elongación	1.5-1.8	%
Módulo de Young	26.5-60	GPa

Fuente: (Andrés et al., 2017).

La fibra de yute se considera una de las fibras más importantes para la producción de biocomponentes y bioplásticos, la cual se pueden encontrar muchas investigaciones que estudian las diferentes propiedades mecánicas de la fibra de yute, que tienen propiedades mecánicas admisibles como propiedades de tracción, resistencia específica y módulo, lo que acrecienta su uso potencial en diferentes aplicaciones(Ashraf et al., 2019).

2.3.2 Hidrosulfito de sodio.

El hidrosulfito de sodio o también se lo conoce como ditionito que es “Un sólido cristalino blanco inestable que se descompone en agua y se oxida en presencia del oxígeno”(Pekka, 2019, p.14). Por otro lado, si se mantiene el producto a condiciones ambientales este se descompone lentamente.

El hidrosulfito de sodio, es un eliminador de oxígeno para cauchos sintéticos, además de la utilización en tintura de fibras textiles a la tina, agente decapante para tintes reactivos y de igual manera se utiliza para el blanqueo de azúcar, jabón, aceites y madera molida(Hawley & Lewis, 2007).

2.3.2.1 Propiedades.

El hidrosulfito es un agente de relevancia, ya que tiene la función de auxiliar/ agente de acabado para la industria textil, además de tomar la función de agente reductor, blanqueador y solo de uso industrial(Quimipur & Aluminio, 2012).

Tabla 3. *Propiedades del Hidrosulfito de sodio.*

Propiedad	Valor	Unidad
Peso molecular	174.1	g/mol
Estado físico	Solido	-
Punto de ebullición	No reportado	C°
Punto de fusión	Descompone a 52	C°
Presión de vapor	21.75;20C°	mmHg
Gravedad específica	2.91; 20°	Agua
Densidad del vapor	3.60	Aire
pH	6-8; sol 1%	-
Solubilidad al agua	Soluble	-
Límites de inflamabilidad	No reportado	-
Temperatura de auto ignición	No reportado	-
Punto de inflamación	No reportado	-

Fuente: (Química Comercial Andina, 2019)

2.3.2.2 Composición química.

El hidrosulfito de sodio se encuentra disponible en cristales blancos, en polvo o como soluciones enfriadas y estabilizadas con álcali entre 20 y 150 g/L además, contiene un olor característico parecido al Dióxido de azufre, se encuentra disponible en tres grados comerciales(Química Comercial Andina, 2019).

Tabla 4. *Grados comerciales*

Grados comerciales	Porcentajes
Grado 1	>90%
Grado 2	>88%
Grado 3	>85%

Fuente: (Química Comercial Andina, 2019)

2.3.3 Método de agotamiento.

Dentro del proceso de tintura, uno de los métodos que frecuentemente se usa es el método de agotamiento, en el cual el baño de tintura previamente disuelto es absorbido por el material, el mismo que depende del movimiento tanto del sustrato, baño o simultáneamente. “Las fuerzas de afinidad entre el colorante y la fibra hacen que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él, la relación entre el peso de la fibra y el peso de la solución del colorante es bastante elevada, de 1/5 a 1/30”(Guamanquispe, 2011, p.48).

2.3.3.1 Equipos de tintura tipo I.

Este tipo de equipos tienen la capacidad de que la solución del colorante u otra sustancia tienden a estar en movimiento sobre la fibra que permanece estática durante el proceso de teñido.

Autoclave

La autoclave, es una máquina esencial en el proceso de teñido, es utilizado para teñido en diferentes formatos como: fibras, hilos y telas.

Lockuan (2012) menciona que: “El baño de tincura se mantiene circulando por medio de las bombas centrífugas, del mismo modo estas bombas mantienen la solución circulando a través del sustrato textil de modo que la fibra esté saturada por el colorante” (p.48).

La velocidad del líquido en el interior de los hilos es la que determina la velocidad local de absorción del colorante, mientras que la velocidad de la solución entre los hilos influencia la distribución del colorante en el empaquetado(Cegarra, 1975).

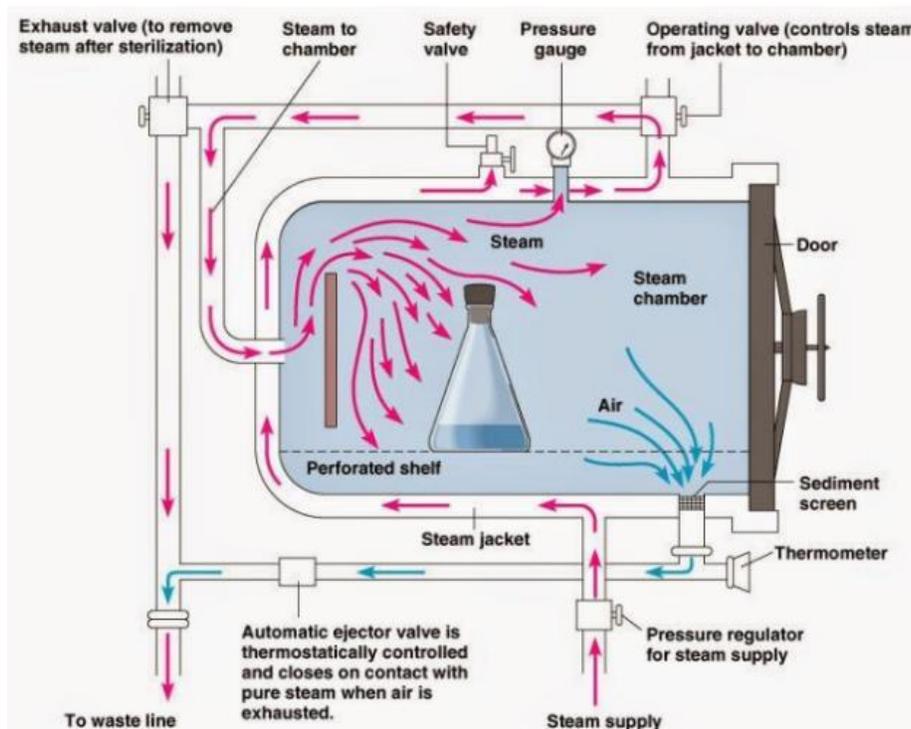


Figura 3. Partes Fundamentales del Autoclave.

Fuente: (Matás, 2018)

2.3.3.2 Equipos de tincura tipo II.

Se caracterizan porque la solución o licor se mantiene estática y el sustrato se conserva en movimiento.

Tintura por torniquete

Es una máquina que es muy antigua y que se la utilizaba para tejidos de cuerda con el cual se pasaba el material en movimiento por un baño de tintura estático, relación de baño va desde 1:20 a 1:40(Lockuán, 2012).

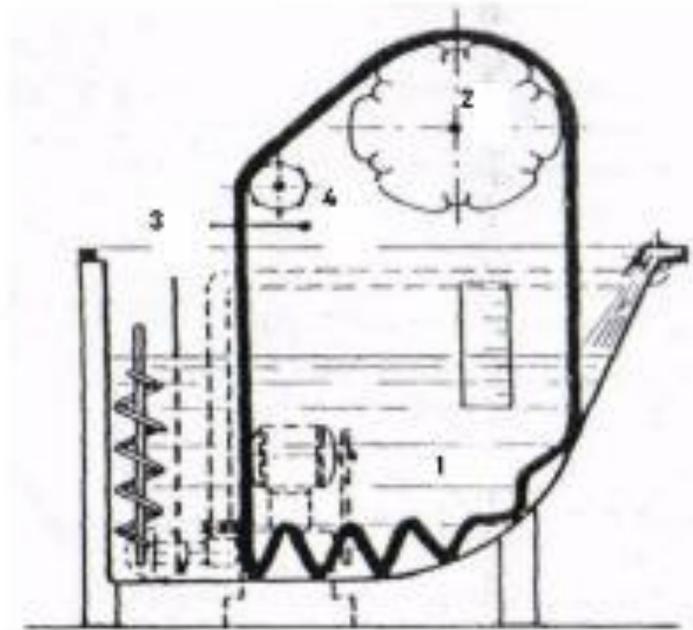


Figura 4. Esquema de una máquina de tintura por torniquete.

Fuente: (Peñafiel, 2011)

Jigger

Al entrar el tejido en la solución, absorbe de este una parte y pasa por un rodillo donde se recoge, vuelve a enrollarse con una cierta cantidad de colorante fijado y volverá a colocarse de nuevo en el baño(Guamanquispe, 2011).



Figura 5. Esquema de tintura en jigger.

Fuente: (Thiestextilmaschinen, 2019)

2.3.3.3. Equipos de tintura tipo III.

El principio fundamental de este tipo de máquinas es que la circulación tanto del sustrato como del baño de tintura en simultaneo.

Jet

El sustrato es arrastrado por una solución tintórea que es impulsada por una bomba donde a través de una tobera es conducido el flujo del líquido, produciendo movimiento tanto el sustrato como el baño de tintura (Peñañiel, 2011). Se puede teñir a temperaturas de hasta 140°C, permite realizar todos los tratamientos en húmedo con propiedades de circulación óptimas, y permite introducir altos pesos de carga con un desarrollo muy bueno del color (Thiestextilmashinen, 2019).



Figura 6. Tintura en Jet.

Fuente: (Thiestextilmashinen, 2019)

2.3.4 Resistencia a la tracción y elongación.

A continuación, se presenta la norma que se va a emplear para la realización de los ensayos de resistencia a la tracción y elongación.

2.3.4.1 Método de prueba de resistencia a la tracción.

La norma ISO 13934-2:2014, tiene como objetivo determinar la fuerza máxima de los tejidos, conocido como ensayo de agarre, este método de ensayo se aplica a tejidos planos (Norma Española, 2014).

2.3.5 Tipos de Investigación.

Dentro del campo de estudio de esta investigación se maneja mediante dos tipos de investigaciones, como es el caso de la investigación bibliográfica y la investigación experimental.

2.3.5.1 Investigación Bibliográfica.

Uno de los métodos más adecuados para la elaboración de un proyecto de tesis es primeramente recurrir a fuentes que permitan dar información sobre sucesos o hallazgos alcanzados por otros investigadores, “La investigación bibliográfica establece la agenda de futuros estudios de campo y documentales, además es el punto de partida para investigaciones adicionales, es decir abre caminos para formulaciones nuevas”(Rodriguez, 2008, p.26).

2.3.5.2 Investigación Experimental.

Se caracteriza este método por la manipulación del investigador sobre las variables. “Un experimento consiste en hacer un cambio en un valor de una variable y observar su efecto en otra variable, del mismo modo esto conlleva el control de diversas condiciones”(Murillo et al., 2018, p.5). Además, en otras investigaciones se menciona sobre la investigación experimental, “Se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente”(Ramos-Galarza, 2021, p.10).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño del proceso

En el presente capítulo se da a conocer información acerca de los materiales, normas y procedimientos utilizados para obtener información acerca de la influencia del hidrosulfito de sodio en el tejido de yute.

3.2 Flujogramas

3.2.1 Flujograma general del proceso.



Figura 7. Flujograma general del proceso.

3.2.1.1 Descripción del flujograma general del proceso.

Materia prima: el tejido el cual se utiliza para el proceso de análisis de resistencia, es un tejido de fibra de yute 100%, sin tratamiento previos, título de hilo 16/1 Ne, tejido plano y ligamento tafetán.

Formulaciones y parámetros: con lo expuesto con antelación se utiliza productos químicos como: hidrosulfito de sodio, sosa cáustica, detergente, los mismos que se realizará diferentes concentraciones de acuerdo al peso de las muestras y relación de baño.

Aplicación: el proceso de simulación del desmonte del colorante en fibra de yute, se lo realizará en diferentes concentraciones de hidrosulfito de sodio, tales como: 1, 3, 5 [g/L], mediante el proceso de agotamiento, además se realiza un blanqueo químico y un desmontado.

Pruebas: después de haber realizado el proceso de aplicación del producto en el tejido, se procede a realizar los respectivos ensayos de acuerdo a la norma ISO 13934-2, la misma que permite identificar las propiedades de los tejidos frente a la tracción y elongación.

Análisis de resultados: los datos obtenidos en el dinamómetro serán analizados y mediante la utilización de un programa estadístico se procederá a verificar la influencia del hidrosulfito de sodio en la resistencia del tejido de yute.

3.2.2 Flujograma muestral

En el presente flujograma se da a conocer los pasos adecuados que se sigue en la investigación y los procedimientos adecuados.

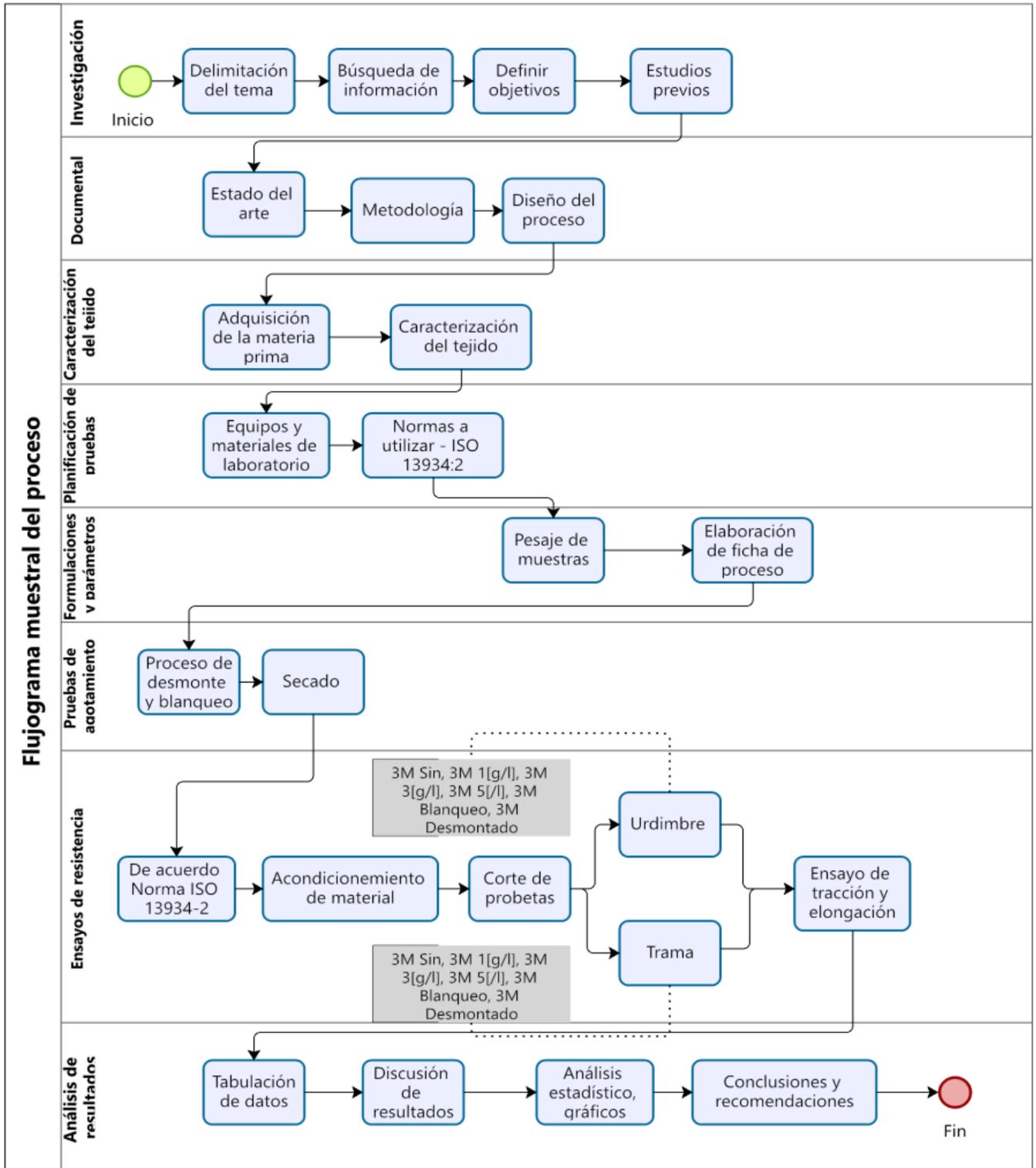


Figura 8. Flujograma muestral del proceso

3.3 Desarrollo de aplicación del hidrosulfito de sodio

3.3.1 Caracterización de la muestra de tejido.

El tipo de materia prima a utilizar es un textil crudo de fibra de yute 100%, se da a conocer mediante la Tabla 5.

Tabla 5. *Características del tejido.*

Características	Unidad	Descripción
Tipo de tela	-	Yute 100%
Ancho de tejido	[m]	1 metro
Longitud terminada	[m]	100 metros
Hilos por pulgada	Urdimbre	11
	Trama	11
Titulo	[Ne]	16/1
Ligamento	-	Tafetán
Color del tejido		Natural
Peso unitario	[m]	27 [Kg] +-3
Denominación del tejido	-	Arp. De Yute o Hessian Cloth Tejido
		Plano/ Food grade
Tipo de acabado	-	Crudo
Almacenamiento	-	No debe estar expuesto a radiación solar de manera directa, antes y durante su uso.

Fuente: El Autor

3.3.2 Planificación de pruebas.

3.3.2.1 Equipos y materiales de laboratorio.

En la Tabla 6 se muestra los equipos que fueron utilizados en la parte práctica, donde se aplicó el hidrosulfito de sodio en tejidos de yute.

Tabla 6. *Equipos para el proceso de aplicación del hidrosulfito de sodio*

Equipos	Gráfico	Descripción
Cocina		Equipo de laboratorio que mediante un campo de calor tiene la capacidad de calentar recipientes.
Horno para secado		Se utiliza para secar, esterilizar o endurecer materiales a escala de laboratorio.
Pipetas		Instrumento graduado que se utiliza para medir líquidos en cantidades pequeñas (ml).

Equipos	Gráfico	Descripción
Vaso de precipitación		<p>Instrumento de vidrio, que es principalmente utilizado para mezclar, contener o calentar productos en estado líquido.</p>
Balanza analítica		<p>Instrumento de laboratorio de gran precisión que se utiliza para pesar productos en proporciones pequeñas.</p>
Vidrio Reloj		<p>Es un cristal de forma circular que permite contener sustancias o muestras.</p>
Agitador		<p>Es una varilla de vidrio que sirve para mezclar o revolver sustancias.</p>

Equipos	Gráfico	Descripción
Termómetro		<p>Instrumento cuya función es medir la temperatura.</p>
Cuchara		<p>Utensilio metálico que tiene como función tomar muestras de cantidades pequeñas.</p>
Probeta		<p>Instrumento de laboratorio graduado, que sirve para medir líquidos.</p>

Fuente: El Autor

A continuación, se muestra la Tabla 7 donde contiene los equipos que se utilizó para las pruebas de laboratorio.

Tabla 7. *Equipos para ensayos de laboratorio*

Equipo	Gráfico / Marca	Ensayo
Dinamómetro		Resistencia a la tracción
	JAMES HEAL	Resistencia a la elongación

Fuente: El Autor

3.3.2.2 Normas utilizadas.

La norma utilizada es la ISO 13934-2:2014, “La misma que tiene como objetivo determinar la fuerza máxima para tejidos de calada, conocido como el método de agarre, el método 2 determina la fuerza máxima de probetas en equilibrio dentro de la atmosfera normalizada para los ensayos”(Norma Técnica Ecuatoriana, 2014, p.6).

3.3.3 Formulaciones y parámetros.

3.3.3.1 Pesaje de muestras de tejido de yute.

En la siguiente tabla se dan a conocer los pesos de las muestras de tejido, los mismos que serán de utilidad para los cálculos de los productos a utilizar en el proceso de desmontado, tanto en el sentido de la urdimbre como en el sentido de la trama, cabe recalcar que la columna que se menciona sin tratamiento, va directamente al desarrollo del ensayo de resistencia a la tracción y elongación, por otro lado, el resto de muestras para el desarrollo con hidrosulfito de sodio.

Tabla 8. *Tabla general de peso de muestras*

Peso de muestras										
Nº	Sin Tratamiento		1 g/l		3g/l		5g/l		Blanqueo	
	U [g]	T [g]	U [g]	T [g]	U [g]	T [g]	U [g]	T [g]	U [g]	T [g]
1	6.55	6.63	8.41	8.26	8.44	8.61	9.86	9.12	8.11	8.71
2	6.07	6.44	8.48	8.73	9.26	8.59	8.73	8.91	8.22	8.27
3	5.83	7.05	8.92	8.01	8.74	8.22	9.16	8.46	8.57	7.25
4	6.32	7.2	6.35	7.5	6.89	6.58	6.66	6.21	7.25	8.01
5	6.75	6.55	6.56	7.57	6.67	6.52	6.87	6.51	8.22	8.19
Total	31.52	33.87	38.72	32.06	40	38.52	41.28	39.21	40.37	40.43

Nota: El peso de las muestras se da en gramos, tanto en el sentido de la [U] urdimbre como en el de la [T] trama, para los ensayos, sin tratamiento de hidrosulfito de sodio, [1g/L], [3g/L], [5g/L] de hidrosulfito de sodio, blanqueo y desmontado. Fuente: El Autor

3.3.3.2 Número de muestras.

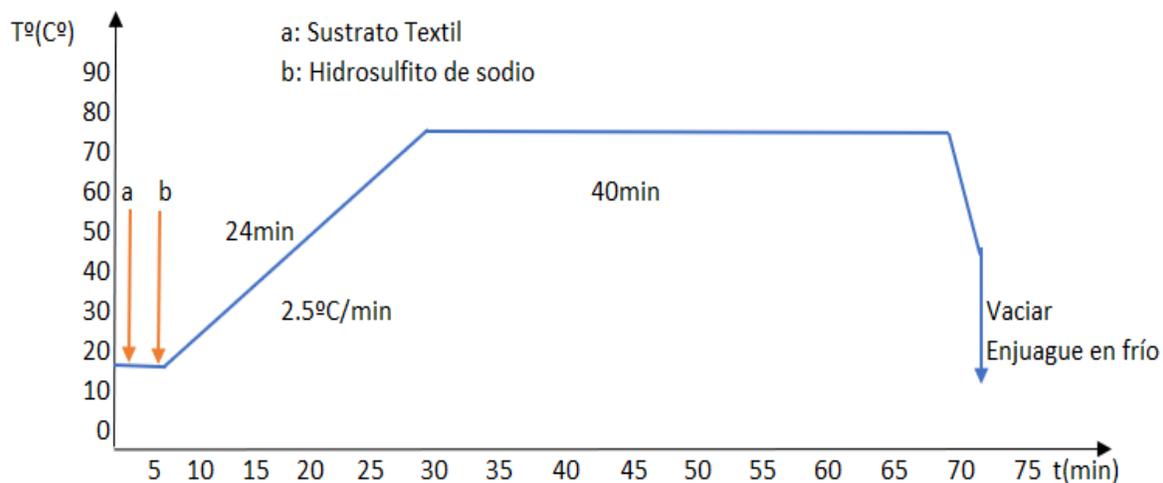
De acuerdo a lo establecido por la norma ISO 13934-2: 2014, menciona que se deben tomar mínimo 5 probetas por ensayo, tanto en sentido de la urdimbre como en el sentido de la trama, se realiza 5 ensayos, las cuales son: en crudo, 1 [g/L], 3 [g/L], 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio, un blanqueo químico y un desmontado.

3.3.3.3 Ficha de proceso para desmonte con hidrosulfito de sodio.

De acuerdo a lo planificado para la parte práctica, se desarrolla las siguientes fichas de proceso donde detalla el proceso a seguir.

Tabla 9. Receta de proceso de desmonte con 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 1
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Urdimbre	
Peso [g]	38.72	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1161.6	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	1	1.16
Curva de proceso		

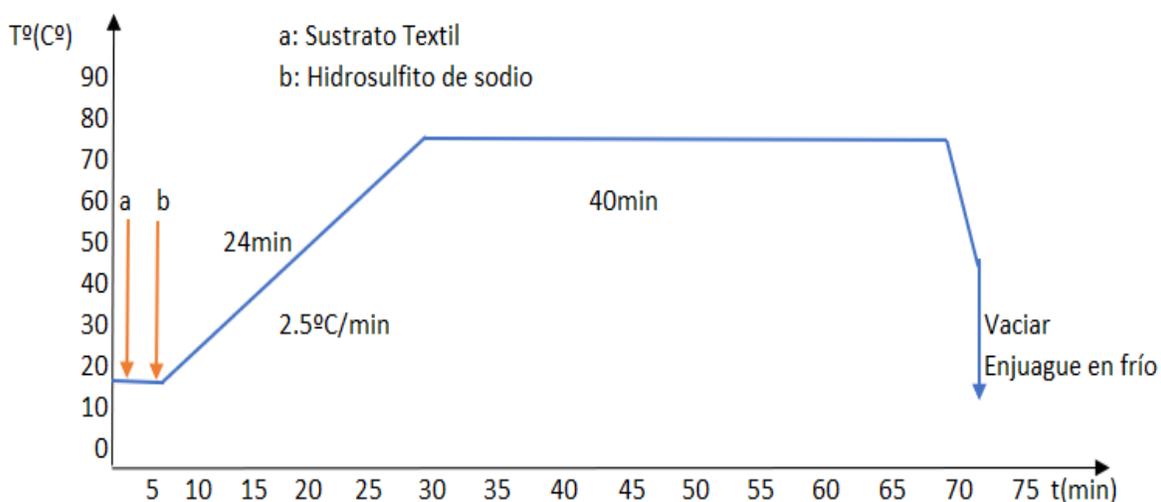


Fuente: El Autor

En la siguiente tabla, se da a conocer la ficha del proceso de aplicación de 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio sobre la muestra de tejido de yute.

Tabla 10. Receta de proceso de desmonte con 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.

Ficha de muestra		
Características del Textil	Muestras: Bloque 2	
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Trama	
Peso [g]	32.06	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	961.8	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	1	0.96
Curva de proceso		

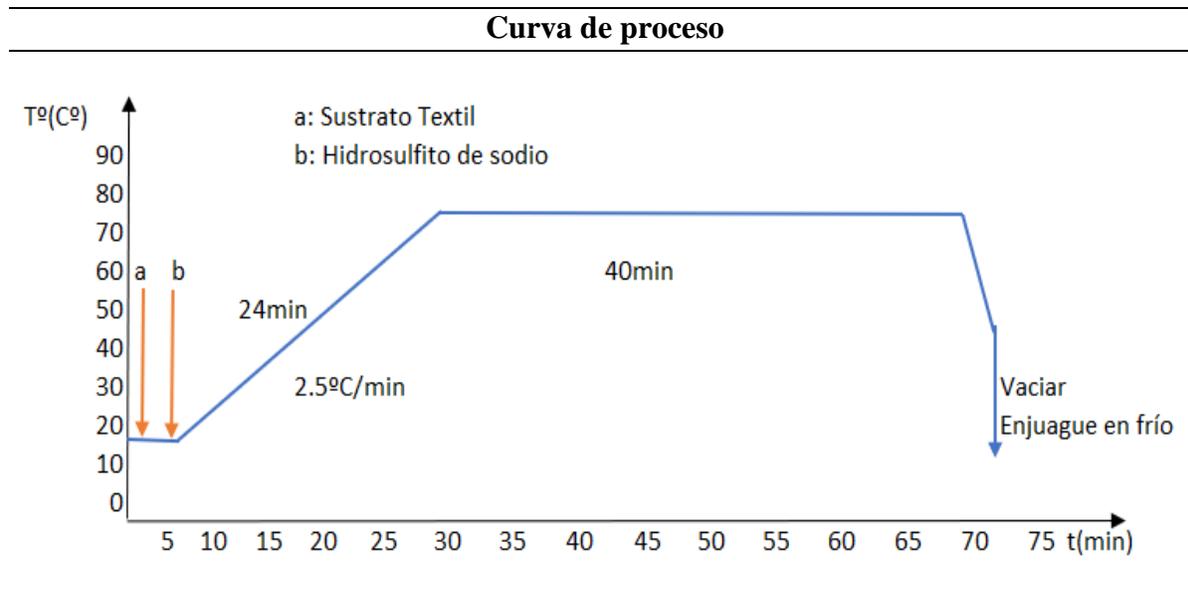


Fuente: El Autor

La tabla que se muestra a continuación permite verificar el procedimiento a seguir del proceso de desmonte con la aplicación de 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio sobre el tejido de yute.

Tabla 11. Receta de proceso de desmonte con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre.

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 3
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Urdimbre	
Peso [g]	40	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1200	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	3	3.60

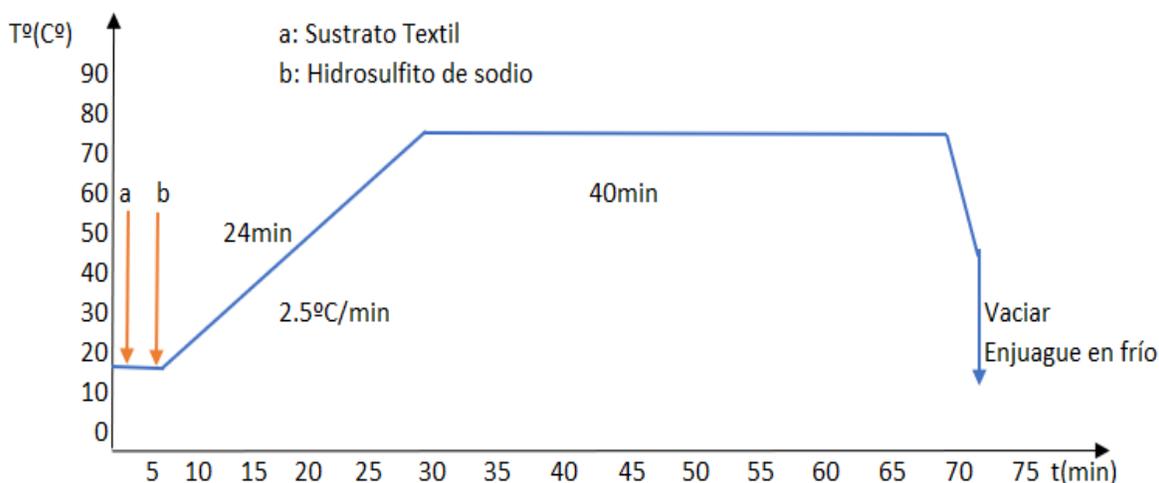


Fuente: El Autor

Consecuentemente se tiene la tabla, donde se aprecia la ficha del proceso a seguir para el desmontado con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio, y además se detalla la curva a seguir.

Tabla 12. Receta de proceso de desmonte con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.

Ficha de muestra		
Características del Textil	Muestras: Bloque 4	
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Trama	
Peso [g]	38.52	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1155.6	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	3	3.47
Curva de proceso		

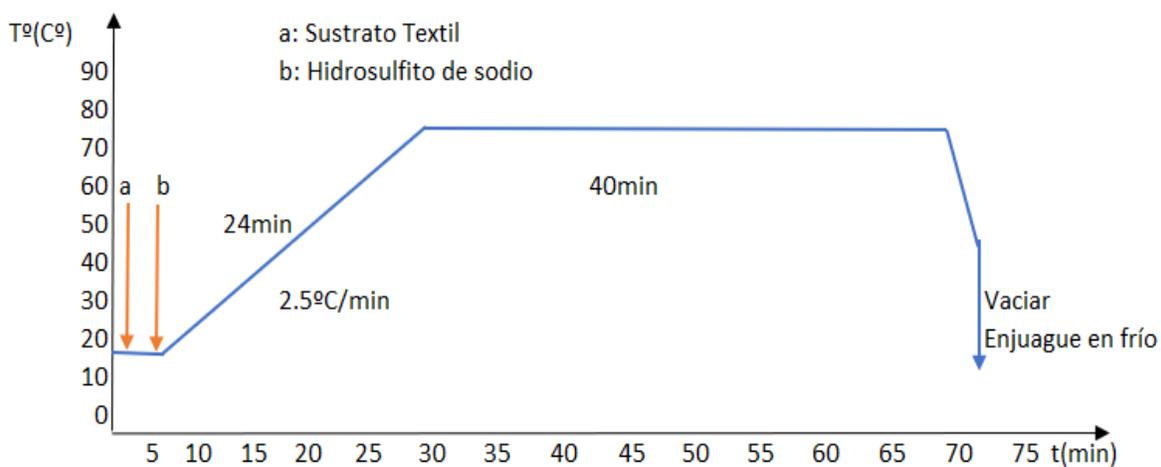


Fuente: El Autor

En la siguiente tabla se menciona la ficha de muestra para la aplicación de 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio, además se muestra las características, condiciones y curva para el proceso de desmontado.

Tabla 13. Receta de proceso de desmonte con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Urdimbre.

Ficha de muestra		
Características del Textil	Muestras: Bloque 5	
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Urdimbre	
Peso [g]	41.28	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1238.4	
		
Auxiliares		
Productos	g/l	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	5	6.19
Curva de proceso		

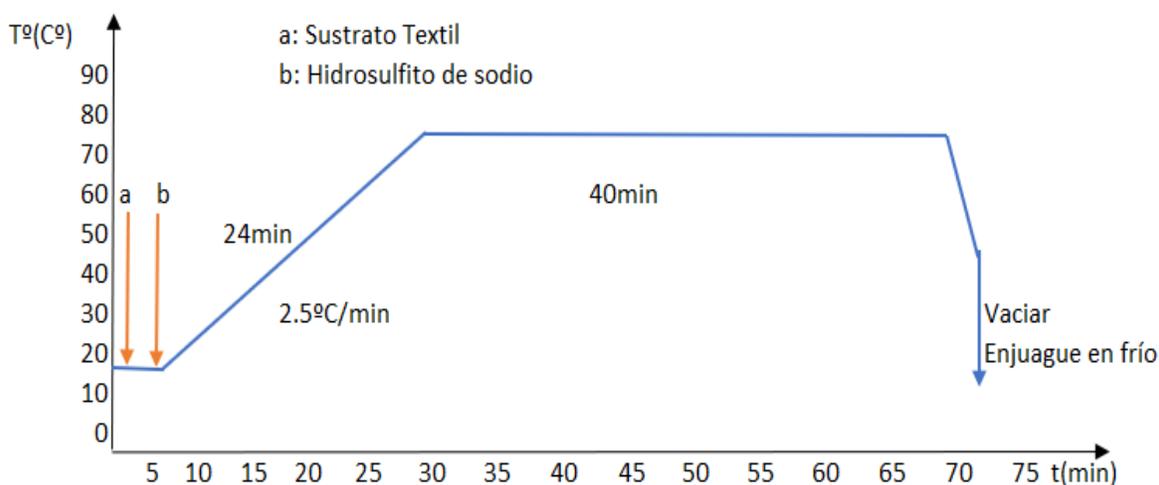


Fuente: El Autor

Para el proceso de desmonte con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio se toma en cuenta la siguiente tabla, que menciona las características del tejido, condiciones y de igual manera se muestra la curva de proceso a seguir.

Tabla 14. Receta de proceso de desmonte con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio – Trama.

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 6
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Trama	
Peso [g]	39.21	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1176.3	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	5	5.88
Curva de proceso		

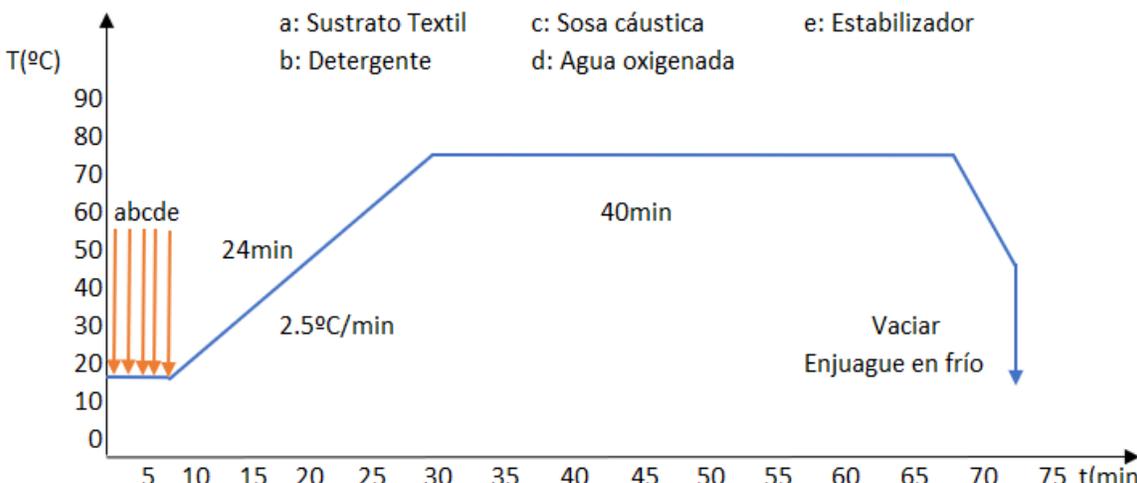


Fuente: El Autor

3.3.3.4 Ficha para proceso de blanqueo.

En la tabla que se muestra a continuación se da a conocer el procedimiento para la realización del proceso de blanqueo químico.

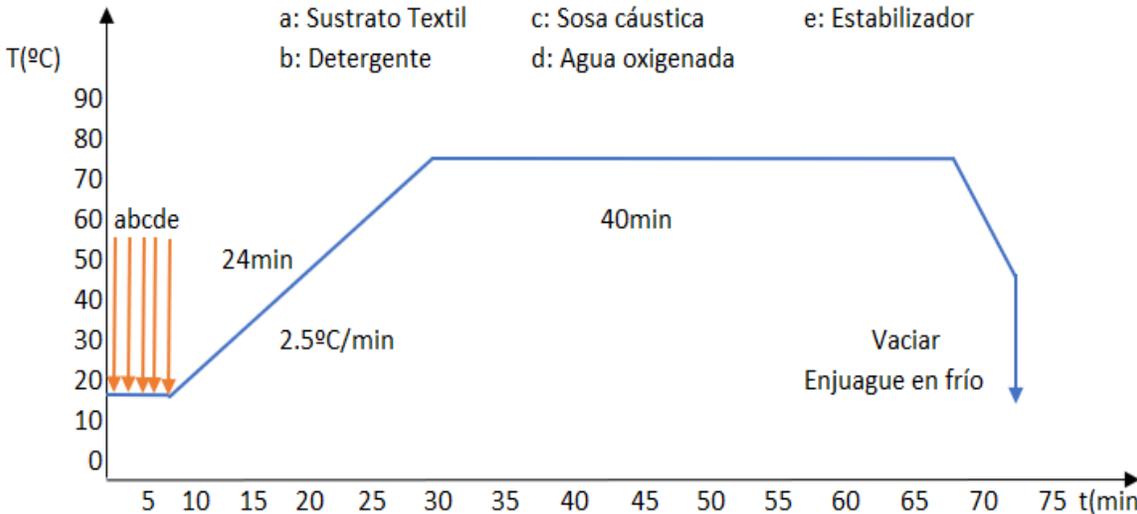
Tabla 15. Ficha para el proceso de blanqueo químico - Urdimbre

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 7
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Urdimbre	
Peso [g]	40.37	
Condiciones		
Proceso:	Blanqueo químico	
Equipo:	Abierto	
pH:	8-9	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1211.1	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Detergente	2	2.42
Sosa Cáustica	4	4.84
Agua Oxigenada	4	4.84
Estabilizador	2	2.42
Curva de proceso		
		
a: Sustrato Textil	c: Sosa cáustica	e: Estabilizador
b: Detergente	d: Agua oxigenada	

Fuente: El Autor

En la tabla siguiente, se muestra la ficha de proceso de muestra para el blanqueo químico en las probetas en el sentido de la trama.

Tabla 16. Ficha para el proceso de blanqueo químico - Trama

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 8
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Trama	
Peso [g]	40.43	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	8-9	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1212.9	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Detergente	2	2.43
Sosa Cáustica	4	4.85
Agua Oxigenada	4	4.85
Estabilizador	2	2.43
Curva de proceso		
<p>a: Sustrato Textil c: Sosa cáustica e: Estabilizador b: Detergente d: Agua oxigenada</p>		
		

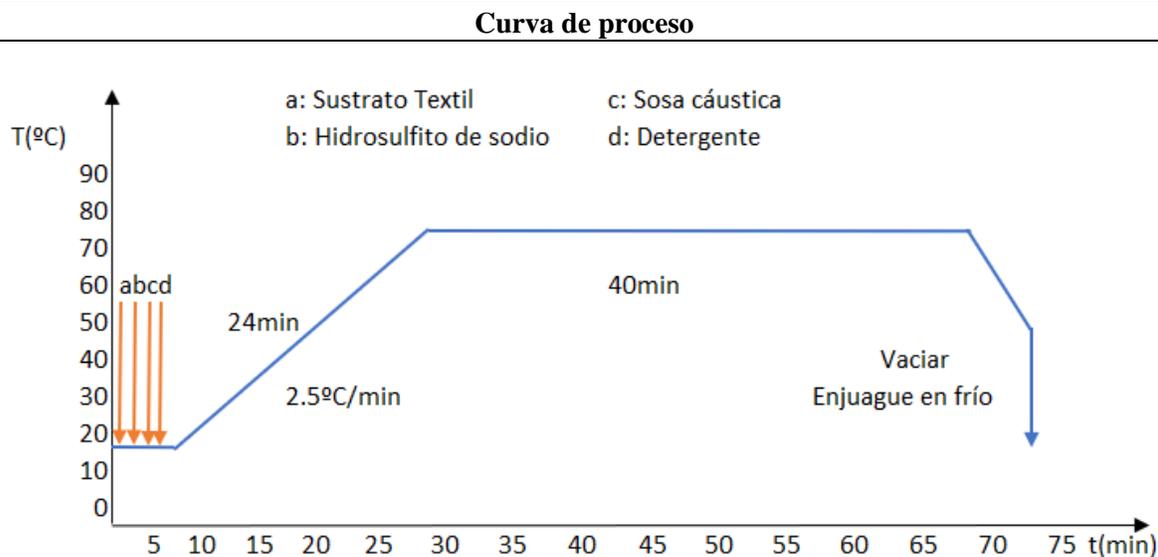
Fuente: El Autor

3.3.3.5 Ficha para proceso de desmonte completo.

De acuerdo a la tabla siguiente, se da a conocer la receta a seguir para el proceso de desmontado completo en la fibra de yute en el sentido de la urdimbre.

Tabla 17. Ficha para el proceso de desmontado completo – Urdimbre

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 9
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Urdimbre	
Peso [g]	35.34	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1060.2	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	3	3.18
Sosa Cáustica	3	3.18
Detergente	1	1.06

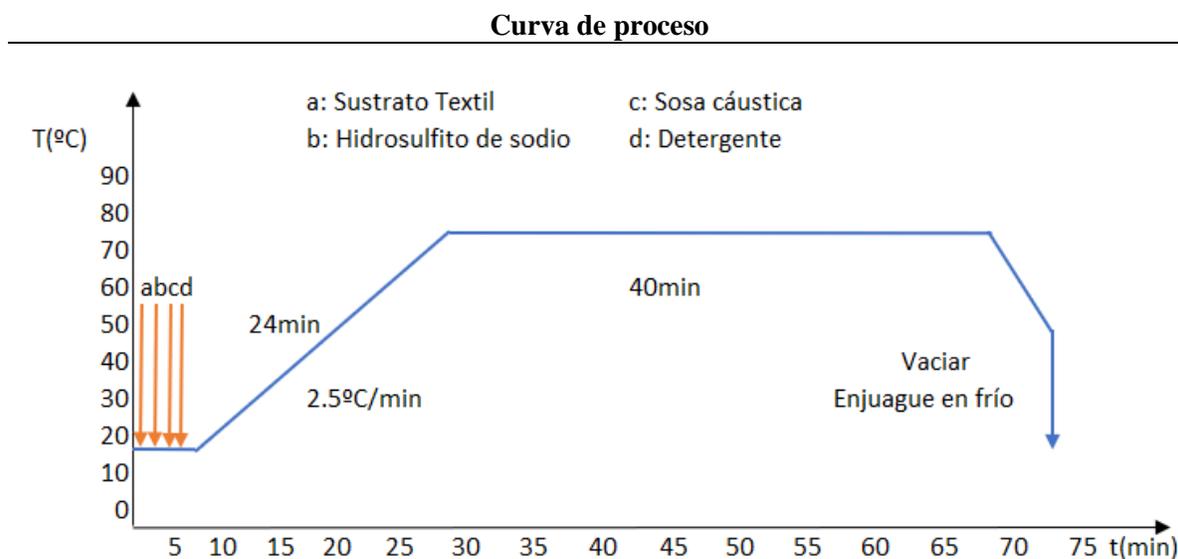


Fuente: El Autor

En la siguiente tabla se muestra la receta que se ha implementado para el proceso de desmontado completo para la fibra de yute 100% en el sentido de la trama.

Tabla 18. Ficha para el proceso de desmontado completo – Trama

Ficha de muestra		
Características del Textil		Muestras: Bloque 10
Material:	100% Yute	
Ligamento:	Tafetán	
Sentido	Trama	
Peso [g]	34.43	
Condiciones		
Proceso:	Agotamiento	
Equipo:	Abierto	
pH:	7-8	
Temperatura:	80	
R/B:	30	
Volumen [ml]	1032.9	
Auxiliares		
Productos	g/L	Peso [g]
Hidrosulfito de sodio	3	3.10
Sosa Cáustica	3	3.10
Detergente	1	1.03



Fuente: El Autor

3.3.4 Pruebas de agotamiento

3.3.4.1 Descripción de la simulación del proceso de desmonte

Para el proceso de desmonte con hidrosulfito de sodio a nivel de laboratorio se procede a realizar los siguientes pasos:

- De acuerdo a la Norma Técnica ISO 13934-2:2014, se toma mínimo 5 muestras de tejido, tanto en el sentido de la urdimbre como en el de la trama.
- Cortar 2 juegos de muestras de 17 x 12 [cm], cada juego debe tener 5 muestras en sentido de la urdimbre y 5 muestras en el sentido de la trama.



Figura 10. Corte de muestras

Fuente: El Autor

- Señalar las muestras para evitar confusiones.
- Verificar cada uno de los equipos y materiales previos a su uso.
- Pesar cada una de las muestras y llevar los datos a una tabla.



Figura 11. Pesaje de muestras de yute

Fuente: El Autor

- Pesar el hidrosulfito de sodio de acuerdo al peso de cada una de las muestras.



Figura 12. Pesaje de hidrosulfito de sodio

Fuente: El Autor

- En un vaso de precipitación colocar 500 ml de agua, junto con las muestras de tejido y el hidrosulfito de sodio.
- Seguir la curva de proceso mencionada en el punto 3.3.3.3.
- Colocar el vaso de precipitación en la cocina de inducción y calentar el baño con una gradiente de 2.5 [°C/min], hasta una temperatura de 80°C.



Figura 13. Vasos de precipitación con producto.

Fuente: El Autor

- Revolver el baño con un agitador, y con la ayuda de un termómetro controlar la temperatura.
- Mantener el baño en agotamiento a una temperatura de 80°C por un lapso de 40 minutos.
- Verificar el pH del baño.



Figura 14. Control de pH

Fuente: El Autor

- Posterior a ello botar el baño.
- Finalmente se coloca las muestras en el horno de secado.



Figura 15. Secado.

Fuente: El Autor

3.3.4.1 Descripción del proceso de blanqueo químico.

Para el proceso a seguir del blanqueo químico de tejido de yute, primeramente, se debe verificar los materiales y equipos a utilizar; luego de ello se procede con lo siguiente:

- Cortar las muestras de manera adecuada según los datos de la norma técnica ISO 13934-2:2014.
- Con la ayuda de una balanza digital pesar cada uno de los auxiliares a utilizar.

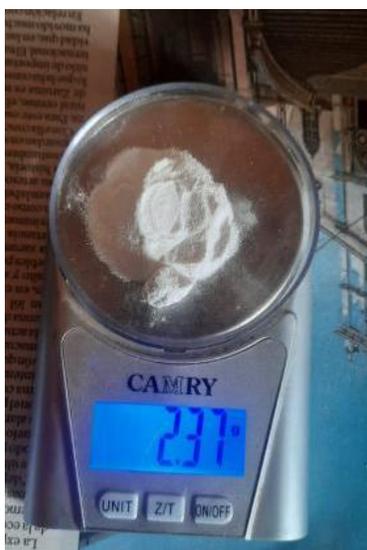


Figura 16. Pesaje de productos.

Fuente: El Autor

- Medir el volumen de agua, colocar junto con los auxiliares en el recipiente y revolver con la ayuda de un agitador, luego de 5 minutos colocar el sustrato textil, tomar en cuenta que se debe realizar a temperatura ambiente.



Figura 17. Proceso de agotamiento.

Fuente: El Autor

- Subir la temperatura a razón de $2.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta llegar a la temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Dejar agotar los productos en el sustrato textil durante 40 min, meciendo suavemente con el agitador.
- Verificar el pH del baño.



Figura 18. Control de pH.

Fuente: El Autor

- Una vez cumplido el proceso, dejar enfriar hasta una temperatura adecuada y luego botar el baño y posterior a ello realizar enjuagues en frío.



Figura 19. Cámara de secado.

Fuente: El Autor

- Finalmente pasar a la cámara de secado y dejar reposar durante 24 horas para pasar al ensayo de resistencia a la tracción y elongación.



Figura 20. Área de reposo.

Fuente: El Autor

3.3.5 Pruebas de resistencia a la tracción y elongación

3.3.5.1 Detalles del ensayo ISO 13934-2

Mediante la Tabla 19, da a conocer las condiciones que previo al ensayo de resistencia, deben tomarse en cuenta como se da a conocer a continuación:

Tabla 19. *Condiciones del Ensayo*

Detalles del ensayo	
Nombre del Ensayo:	tracción
Probetas:	5
Direcciones requeridas:	Ambos
Plan de Mordazas:	T27
Separación de mordazas:	100,00 mm
Force Control Gain:	25
Célula de carga:	5000 N
Load Cell SN:	731455
Versión:	5.0.10.0
Firmware:	V2.7
Titan SN:	1410/15/1011
Tested by:	Administrator

Fuente: El Autor

3.3.5.2 Configuración del procedimiento

La configuración del dinamómetro se da mediante los datos de la Tabla 20, donde se da a conocer la detección a la rotura y la velocidad del procedimiento.

Tabla 20. *Parámetros de configuración del dinamómetro*

Configuración del procedimiento	
Detección de rotura:	20 %
Velocidad:	50,00 mm/min

Fuente: El Autor

3.3.5.3 Procedimiento del ensayo según la norma ISO 13934-2

Según la norma ISO 13934-2: 2014 se debe seguir los siguientes pasos:

- Acondicionar las muestras durante 24 horas previo al ensayo, tomando en cuenta que el laboratorio se encuentre en condiciones ambientales adecuadas, ya que, si no se toma en cuenta estas condiciones, el ensayo posiblemente tenga errores.
 - Temperatura 25°C
 - Humedad del 65%



Figura 21. Acondicionamiento de las muestras.

Fuente: El Autor

- Verificar que el equipo (Dinamómetro) se encuentre configurado de acuerdo a las Tablas 19 y 20.



Figura 22. Dinamómetro.

Fuente: El Autor

- Cortar dos juegos de probetas de 17x10 [cm], uno en sentido de la urdimbre y otro en sentido de la trama.



Figura 23. Medida de los juegos de probetas.

Fuente: El Autor

- Cada juego debe contener 5 probetas, tanto en el sentido de la urdimbre como en el sentido de la trama



Figura 24. Corte de juegos de 5 probetas

Fuente: El Autor

- Señalar cada probeta con la finalidad de tener una referencia de cada una.
- Configurar el dinamómetro.



Figura 25. Proceso en el Dinamómetro.

Fuente: El Autor

- Colocar una por una las muestras por los extremos superior e inferior en las mordazas de dinamómetro.



Figura 26. Ensayo de tracción.

Fuente: El Autor

- Realizar el procedimiento anterior tanto en las muestras en sentido de la urdimbre como en el de la trama.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión de resultados

Una vez realizados los ensayos de laboratorio, en este capítulo se dan a conocer los resultados obtenidos durante el proceso de medición de resistencia a la tracción y elongación del tejido de yute, mediante el dinamómetro. Posteriormente se lleva a cabo la discusión de resultados mediante la utilización de gráficos estadísticos con la finalidad de verificar a confiabilidad de los datos obtenidos.

4.1 Análisis de la tabla general de resultados tracción, elongación

La Tabla 21 muestra los resultados obtenidos del ensayo de tracción y elongación realizadas en sentido de la urdimbre sin tratamiento con hidrosulfito de sodio, además datos como la mediana, desviación típica y coeficiente de variación.

Tabla 21. *Resultados de muestras sin tratamiento*

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1365.42	8.33	1049.29	8.92
2	1250.85	7.21	971.49	7.8
3	1552.56	8.6	1110.11	8.97
4	1246.98	6.97	987.2	7.76
5	1194.67	6.88	919.65	8.01
Media	1322.1	7.6	1007.55	8.29
Desviación típica	143.13	0.8058	73.66	0.6044
Límites de confianza	±177,44	±0,9989	±91,31	±0,7493

	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
Coefficiente de Variación	10.83%	10.60%	7.31%	7.29%

Fuente: El Autor

A continuación, se muestra en la Tabla 22 los resultados obtenidos de las muestras de ensayos de tracción y elongación sin tratamiento con hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

Tabla 22. Resultados de muestras sin tratamiento.

Trama Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1396.59	7.55	1104.95	8.21
2	1265.02	7.39	996.01	7.69
3	1223.95	7.42	947.13	8.22
4	1271.28	7.16	980.08	7.46
5	1266.8	7.23	881.2	7.72
Media	1284.72	7.35	981.87	7.86
Desviación típica	65.38	0.155	81.69	0.3396
Límites de confianza	±81,05	±0,1921	±101,27	±0,4210
Coefficiente de Variación	5.09%	2.11%	8.32%	4.32%

Fuente: El Autor

Mediante la Tabla 23 se muestra los resultados de tracción y elongación de los ensayos con tratamiento de 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio en el sentido de la urdimbre.

Tabla 23. Resultados de muestras con tratamiento – 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1330.69	11.79	1007.51	12.5
2	1393.86	11.95	1065.28	12.79
3	1512.81	12.49	1191.62	12.78
4	1283.99	13.02	1016.83	13.44
5	1083.88	11.61	852.73	12.69
Media	1321.05	12.17	1026.79	12.84
Rango	428.93	1.41	338.9	0.9438
Mediana	1330.69	11.95	1016.83	12.78
Desviación típica	157.95	0.5778	121.88	0.3564
Límites de confianza	±195,81	±0,7163	±151,10	±0,4418
Coefficiente de Variación	11.96%	4.75%	11.87%	2.78%

Fuente: El Autor

Mediante la Tabla 24 se muestra los resultados de tracción y elongación de los ensayos con tratamiento de 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

Tabla 24. Resultados de muestras con tratamiento – 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Trama Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1218.23	11.43	969.25	11.94
2	1357.05	11.03	1067.76	11.22
3	1226.31	10.44	961.51	10.99

Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
4	1361.88	11.4	1085.94	11.61
5	1153.15	11.52	899.52	12.35
Media	1263.32	11.16	996.79	11.62
Rango	208.72	1.08	186.42	1.36
Mediana	1226.31	11.4	969.25	11.61
Desviación típica	92.25	0.4477	78.18	0.5458
Límites de confianza	±114,36	±0,5550	±96,92	±0,6766
Coeficiente de Variación	7.30%	4.01%	7.84%	4.70%

Fuente: El Autor

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 25 se da a conocer los resultados del ensayo de tracción y elongación con tratamiento de 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio en el sentido de la urdimbre.

Tabla 25. Resultados de muestras con tratamiento – 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1204.85	12.91	902.16	13.37
2	1269.7	11.31	1005.24	12.65
3	1384.7	11.9	1066.45	12.19
4	1291.7	14.12	1023.46	14.95
5	1346.44	13.25	1061.49	14.3
Media	1299.48	12.7	1011.76	13.49
Rango	179.85	2.8	164.29	2.76
Mediana	1291.7	12.91	1023.46	13.37

Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
Desviación típica	69.59	1.11	66.44	1.14
Límites de confianza	±86,27	±1,37	±82,36	±1,41
Coeficiente de Variación	5.35%	8.73%	6.57%	8.46%

Fuente: El Autor

La Tabla 26 que se muestra a continuación resalta los resultados obtenidos de las pruebas de tracción y elongación con tratamiento de 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

Tabla 26. Resultados de muestras con tratamiento – 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Trama Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1318.32	10.64	1043.74	11.1
2	1234.34	10.1	957.31	11.07
3	1209.86	10.6	922.96	10.85
4	1281.8	11.77	976.21	12.11
5	1414.56	11.32	1043.23	11.81
Media	1291.78	10.89	988.69	11.39
Rango	204.7	1.68	120.77	1.26
Mediana	1281.8	10.64	976.21	11.1
Desviación típica	80.45	0.6597	53.54	0.5413
Límites de confianza	±99,73	±0,8179	±66,37	±0,6710
Coeficiente de Variación	6.23%	6.06%	5.41%	4.75%

Fuente: El Autor

En la siguiente Tabla 27 se aprecia los resultados obtenidos del ensayo de tracción y elongación con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio, cuyo sentido está direccionado en la urdimbre.

Tabla 27. Resultados de muestras con tratamiento – 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	933.85	12.16	726.21	12.62
2	1222.97	11.23	978.13	11.61
3	1342.83	12.41	1022.95	12.66
4	1437.4	12.78	1125.73	13.33
5	1340.2	13.03	1064.13	13.53
Media	1255.45	12.32	983.43	12.75
Rango	503.55	1.8	399.52	1.92
Mediana	1340.2	12.41	1022.95	12.66
Desviación típica	195.19	0.6962	153.72	0.7537
Límites de confianza	±241,98	±0,8631	±190,56	±0,9344
Coefficiente de Variación	15.55%	5.65%	15.63%	5.91%

Fuente: El Autor

La Tabla 28 se mencionan los resultados obtenidos de la media, rango, mediana, desviación típica, límites de confianza y coeficiente de variación, luego de los ensayos de tracción y elongación, con tratamiento 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio en el sentido de la trama.

Tabla 28. Resultados de muestras con tratamiento – 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio.

Trama Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1210.54	9.94	954.31	10.48
2	1185.3	11.44	936.28	12.03
3	1111.19	10.95	881.07	12.07
4	1252.08	11.99	950.93	12.58
5	1256.04	11.32	1002.92	11.99
Media	1203.03	11.13	945.1	11.83
Rango	144.85	2.06	121.85	2.09
Mediana	1210.54	11.32	950.93	12.03
Desviación típica	59.21	0.764	43.7	0.7899
Límites de confianza	±73,40	±0,9471	±54,18	±0,9793
Coefficiente de Variación	4.92%	6.87%	4.62%	6.68%

Fuente: El Autor

Mediante la tabla 29, se da a conocer os resultados obtenidos del ensayo de tracción – elongación de las probetas realizadas el blanqueamiento químico en el sentido de la urdimbre.

Tabla 29. Resultado de muestras con blanqueamiento químico – Urdimbre.

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	832.71	16.05	662.08	17.18
2	745.13	16.83	593.63	18.13
3	761.3	16.04	595.8	18.3
4	823.15	16.35	632.75	18.01

Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
5	725.98	15.86	598.56	17.56
Media	777.654	16.226	616.564	17.836
Rango	87.58	0.79	68.45	1.12
Mediana	761.3	16.05	598.56	18.01
Desviación típica	47.6878269	0.380697	30.06222	0.457854
Límites de confianza	±115,78	±1,13	±96,66	±1,51
Coeficiente de Variación	6.13%	2.35%	4.88%	2.57%

Fuente: El Autor

En la siguiente tabla, se observa los resultados del ensayo de tracción – elongación de las muestras realizada el blanqueamiento químico, tomada en el sentido de la trama.

Tabla 30. Resultado de muestras con blanqueamiento químico – Trama.

Trama Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	619.21	18.22	485.87	19.23
2	845.06	17.63	675.02	17.96
3	855.32	16.87	668.22	17.51
4	798.85	17.83	620.15	18.45
5	750.46	17.44	592.12	17.85
Media	773.78	17.598	608.276	18.2
Rango	236.11	1.35	189.15	1.72
Mediana	798.85	17.63	620.15	17.96
Desviación típica	95.9085791	0.499169	76.53967	0.667008
Límites de confianza	±331,54	±1,68	±266,57	±2,22
Coeficiente de Variación	12.39%	2.84%	12.58%	3.66%

Fuente: El Autor

En la siguiente tabla, se observa los resultados del ensayo de tracción – elongación de las muestras realizadas el proceso de desmonte, tomado en el sentido de la Urdimbre.

Tabla 31. *Resultado de muestras del proceso de desmonte – Urdimbre.*

Urdimbre Resultados				
Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	1218.31	13.11	972.62	13.53
2	1160.59	13.73	894.89	14.12
3	966.34	11.65	761.92	13.49
4	1045.72	12.56	825.45	13.25
5	980.23	11.25	801.23	13.14
Media	1074.238	12.46	851.222	13.506
Rango	251.97	2.48	210.7	0.98
Mediana	1045.72	12.56	825.45	13.49
Desviación típica	111.249908	1.02049	83.34058	0.379908
Límites de confianza	±327,95	±2,66	±264,70	±0,8665
Coeficiente de Variación	10.36%	8.19%	9.79%	2.81%

Fuente: El Autor

En la tabla siguiente, se observa los resultados del ensayo de tracción – elongación de las muestras realizadas el proceso de desmonte, tomado en el sentido de la trama.

Tabla 32. *Resultado de muestras del proceso de desmonte – Trama.*

Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
1	855.54	13.16	683.12	14.79
2	1183.87	13.52	883.26	13.9
3	1006.1	11.66	803.41	12.42

Probeta	Maximum Force (N)	Elongation at Max. Force (%)	Force at Rupture (N)	Elongation at Rupture (%)
4	915.45	12.25	845.56	12.12
5	985.12	11.95	796.35	13.15
Media	989.216	12.508	802.34	13.276
Rango	328.33	1.86	200.14	2.67
Mediana	985.12	12.25	803.41	13.15
Desviación típica	123.998712	0.797853	75.2769	1.091618
Límites de confianza	±408,30	±2,45	±250,29	±2,98
Coeficiente de Variación	12.54%	6.38%	9.38%	8.22%

Fuente: El Autor

4.2 Discusión de resultados

Los valores que se obtuvieron de acuerdo a los ensayos de resistencia a la tracción y elongación realizado en el laboratorio de la Planta Académica Textil, mediante la norma ISO 13934-2 : 2014, fueron tabulados y posteriormente analizados en el programa estadístico PAST 4, los mismos que con la obtención de gráficos se realiza un estudio a profundidad y se compara los resultados de acuerdo a las cantidades proporcionadas de hidrosulfito de sodio, posterior a ello, se estudió el test de varianza y normalidad, con la finalidad de que los resultados obtengan la mayor fiabilidad del caso.

4.2.1 Evaluación de los resultados de tracción.

A continuación, se muestran los resultados generales obtenidos del ensayo de tracción, tanto en el sentido de la Urdimbre como en el sentido de la trama.

Tabla 33. *Tabla General del ensayo de tracción*

Datos de ensayo de Tracción												
Probeta	Urdimbre						Trama					
	MF0 [N]	MF1 [N]	MF3 [N]	MF5 [N]	MF6 [N]	MF7 [N]	MF0 [N]	MF1 [N]	MF3 [N]	MF5 [N]	MF6 [N]	MF7 [N]
1	1365.42	1330.69	1204.85	933.85	832.71	1218.31	1396.59	1218.23	1318.32	1210.54	619.21	855.54
2	1250.85	1393.86	1269.7	1222.97	745.13	1160.59	1265.02	1357.05	1234.34	1185.3	845.06	1183.87
3	1552.56	1512.81	1384.7	1342.83	761.3	966.34	1223.95	1226.31	1209.86	1111.19	855.32	1006.1
4	1246.98	1283.99	1291.7	1437.4	823.15	1045.72	1271.28	1361.88	1281.8	1252.08	798.85	915.45
5	1194.67	1083.88	1346.44	1340.2	725.98	980.23	1266.8	1153.15	1414.56	1256.04	750.46	985.12
Media	1322.10	1321.05	1299.48	1255.45	777.65	1074.24	1284.73	1263.32	1291.78	1203.03	773.78	989.22

Nota: Interpretación de las siglas propuestas por el autor; **MF0**: Máxima fuerza sin tratamiento de hidrosulfito de sodio, **MF1**: Máxima fuerza con tratamiento de hidrosulfito de sodio de 1 [g/L], **MF3**: Máxima fuerza con tratamiento de hidrosulfito de sodio de 3 [g/L], **MF5**: Máxima fuerza con tratamiento de hidrosulfito de sodio de 5 [g/L], **MF6**: Máxima fuerza en el blanqueo químico. **MF7**: Máxima fuerza en un desmontado. Fuente: El Autor

4.2.2 Evaluación de los resultados de elongación.

En la siguiente tabla se muestran los resultados generales obtenidos del ensayo de elongación, tanto en el sentido de la urdimbre como en el sentido de la trama.

Tabla 34. *Tabla general del ensayo de elongación*

Datos ensayo de elongación												
Probeta	Urdimbre						Trama					
	EM0 %	EM1 %	EM3 %	EM5 %	EM6 %	EM7 %	EM0 %	EM1 %	EM3 %	EM5 %	EM6 %	EM7 %
1	8.33	11.79	12.91	12.16	16.05	13.11	7.55	11.43	10.64	9.94	18.22	13.16
2	7.21	11.95	11.31	11.23	16.83	13.73	7.39	11.03	10.1	11.44	17.63	13.52
3	8.6	12.49	11.9	12.41	16.04	11.65	7.42	10.44	10.6	10.95	16.87	11.66
4	6.97	13.02	14.12	12.78	16.35	12.56	7.16	11.4	11.77	11.99	17.83	12.25
5	6.88	11.61	13.25	13.03	15.86	11.25	7.23	11.52	11.32	11.32	17.44	11.95
Media	7.60	12.17	12.70	12.32	16.23	12.46	7.35	11.16	10.89	11.13	17.60	12.51

Nota: Interpretación de las siglas propuestas por el autor; **EM0**: Elongación máxima sin tratamiento de hidrosulfito de sodio, **EM1**: Elongación máxima con tratamiento de hidrosulfito de sodio 1 [g/L], **EM3**: Elongación máxima con tratamiento de hidrosulfito de sodio de 3 [g/L], **EM5**: Elongación máxima con tratamiento de hidrosulfito de sodio de 5 [g/L], **EM6**: Elongación máxima en el blanqueo químico, **EM7**: Elongación máxima en el desmontado. Fuente: El Autor.

4.2.1 Análisis de varianza.

De acuerdo a este punto se dan a conocer los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la tracción, los mismos que se resumen en datos relevantes como el error estándar, la media, la desviación estándar. Los datos mencionados en la siguiente figura se llevaron a cabo en el programa estadístico PAST 4.

	MF0U	MF1U	MF3U	MF5U	MF6U	MF7U	MF0T	MF1T	MF3T	MF5T	MF6T	MF7T
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Min	1194.67	1083.88	1204.85	933.85	725.98	966.34	1223.95	1153.15	1209.86	1111.19	619.21	855.54
Max	1552.56	1512.81	1384.7	1437.4	832.71	1218.31	1396.59	1361.88	1414.56	1256.04	855.32	1183.87
Sum	6610.48	6605.23	6497.39	6277.25	3888.27	5371.19	6423.64	6316.62	6458.88	6015.15	3868.9	4946.08
Mean	1322.096	1321.046	1299.478	1255.45	777.654	1074.238	1284.728	1263.324	1291.776	1203.03	773.78	989.216
Std. error	64.01032	70.6361	31.12066	87.29408	21.32664	49.75247	29.23845	41.2551	35.97856	26.47763	42.89162	55.45391
Variance	20486.6	24947.29	4842.476	38101.28	2274.129	12376.54	4274.435	8509.916	6472.285	3505.325	9198.456	15375.68
Stand. dev	143.1314	157.9471	69.5879	195.1955	47.68783	111.2499	65.37916	92.24921	80.45051	59.20579	95.90858	123.9987
Median	1250.85	1330.69	1291.7	1340.2	761.3	1045.72	1266.8	1226.31	1281.8	1210.54	798.85	985.12
25 prntil	1220.825	1183.935	1237.275	1078.41	735.555	973.285	1244.485	1185.69	1222.1	1148.245	684.835	885.495
75 prntil	1458.99	1453.335	1365.57	1390.115	827.93	1189.45	1333.935	1359.465	1366.44	1254.06	850.19	1094.985
Skewness	1.345308	-0.6294021	-0.1875708	-1.45646	0.3238759	0.4612536	1.728608	0.1597123	0.9039455	-1.029565	-1.31563	1.003143
Kurtosis	1.369286	1.130648	-0.6126426	2.250036	-2.732628	-2.28166	3.665483	-2.392554	0.4655084	0.6399168	1.477633	1.436231
Geom. mean	1316.211	1313.181	1297.979	1241.916	776.4921	1069.7	1283.441	1260.637	1289.812	1201.839	768.6513	983.2452
Coeff. var	10.8261	11.95622	5.355066	15.54785	6.132268	10.35617	5.08895	7.302102	6.2279	4.921389	12.39481	12.53505

Figura 27. Análisis de varianza de los datos obtenido de la **Tabla 33**

Fuente: El Autor

En la siguiente figura se da a conocer los valores obtenidos del ensayo de resistencia a la elongación, los mismos que se resumen en datos relevantes como el error estándar, la media, la desviación estándar. Los datos mencionados en la presente figura se llevaron a cabo en el programa estadístico PAST 4.

	EM0U	EM1U	EM3U	EM5U	EM6U	EM7U	EM0T	EM1T	EM3T	EM5T	EM6T	EM7T
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Min	6.88	11.61	11.31	11.23	15.86	11.25	7.16	10.44	10.1	9.94	16.87	11.66
Max	8.6	13.02	14.12	13.03	16.83	13.73	7.55	11.52	11.77	11.99	18.22	13.52
Sum	37.99	60.86	63.49	61.61	81.13	62.3	36.75	55.82	54.43	55.64	87.99	62.54
Mean	7.598	12.172	12.698	12.322	16.226	12.46	7.35	11.164	10.886	11.128	17.598	12.508
Std. error	0.3605745	0.258	0.4967434	0.3112459	0.1702528	0.456377	0.0696419	0.1994141	0.294102	0.3406083	0.2232353	0.3568109
Variance	0.65007	0.33282	1.23377	0.48437	0.14493	1.0414	0.02425	0.19883	0.43248	0.58007	0.24917	0.63657
Stand. dev	0.8062692	0.5769055	1.110752	0.695967	0.3806967	1.02049	0.1557241	0.4459036	0.6576321	0.7616233	0.4991693	0.7978534
Median	7.21	11.95	12.91	12.41	16.05	12.56	7.39	11.4	10.64	11.32	17.63	12.25
25 prcnil	6.925	11.7	11.605	11.695	15.95	11.45	7.195	10.735	10.35	10.445	17.155	11.805
75 prcnil	8.465	12.755	13.685	12.905	16.59	13.42	7.485	11.475	11.545	11.715	18.025	13.34
Skewness	0.5739692	0.863189	-0.0392475	-1.056511	1.218417	0.0082358	-0.0198607	-1.432577	0.3643258	-0.9472377	-0.4576468	0.4207663
Kurtosis	-2.855846	-0.6557082	-1.183515	1.153245	1.130558	-1.828908	-1.331619	1.46205	-1.061765	1.494754	0.7396055	-2.299186
Geom. mean	7.564496	12.16123	12.65894	12.30586	16.22247	12.42648	7.34868	11.1567	10.87022	11.10653	17.5923	12.48783
Coeff. var	10.6116	4.739612	8.747456	5.648166	2.346214	8.190129	2.118695	3.99412	6.041081	6.844206	2.836512	6.378745

Figura 28. Análisis de la varianza de los datos obtenidos de la **Tabla 34**

Fuente: El Autor

4.2.2 Análisis de normalidad

Para el análisis de confiabilidad se lo hizo mediante la normalidad de los datos con la finalidad de conocer que tan confiables son los valores obtenidos de cada una de las pruebas. Vela (2019) afirma que los valores ($p > 0,05$) dan una confiabilidad del 95% de los datos conseguidos de cada prueba.

En la figura 29 muestra la representación del test de normalidad, para determinar la confiabilidad de los datos, lo cual se considera que la mayor parte de datos son mayores a 0.05, se puede aseverar que el ensayo de resistencia a la tracción tiene una confiabilidad del 95%.

	MFOU	MF1U	MF3U	MF5U	MF6U	MF7U	MF0T	MF1T	MF3T	MF5T	MF6T	MF7T
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8664	0.973	0.984	0.8675	0.8859	0.8993	0.7905	0.8715	0.9439	0.9009	0.8782	0.9373
p(normal)	0.2521	0.8942	0.9548	0.2564	0.3367	0.4061	0.0676	0.2725	0.6935	0.4149	0.3014	0.6471
Anderson-Darling	0.4075	0.2015	0.1595	0.4163	0.3409	0.301	0.6329	0.3852	0.2269	0.301	0.3519	0.2644
p(normal)	0.2025	0.7451	0.8875	0.1904	0.3205	0.4184	0.04179	0.2368	0.6402	0.4184	0.2975	0.518
p(Monte Carlo)	0.2264	0.8404	0.9599	0.2113	0.3822	0.475	0.037	0.2733	0.7499	0.4791	0.3377	0.6209
Lilliefors L	0.2907	0.2073	0.1501	0.2679	0.2342	0.2012	0.3815	0.2559	0.1707	0.1963	0.2039	0.2458
p(normal)	0.1821	0.6861	2.229	0.2852	0.4935	0.7287	0.01817	0.3526	0.9048	0.7615	0.7094	0.415
p(Monte Carlo)	0.1956	0.7094	0.974	0.2975	0.4951	0.7583	0.0151	0.3531	0.9194	0.8001	0.7423	0.4112
Jarque-Bera JB	0.7688	0.2558	0.2902	0.8354	0.6295	0.5936	1.122	0.5417	0.4691	0.5445	0.7319	0.4629
p(normal)	0.6809	0.88	0.8649	0.6586	0.73	0.7432	0.5706	0.7627	0.7909	0.7617	0.6935	0.7934
p(Monte Carlo)	0.1735	0.8922	0.8611	0.1272	0.3282	0.404	0.067	0.4824	0.6046	0.4772	0.2062	0.6081

Figura 29. Análisis de normalidad de los datos obtenido de la **Tabla 33**

Fuente: El Autor

En la figura 30 se muestra el test de normalidad, para determinar la confiabilidad de los datos, el mismo una vez analizado se considera que la mayor parte de datos son mayores a 0.05, por consiguiente, se puede mencionar que el ensayo de resistencia a la elongación tiene una confiabilidad del 95%.

	EM0U	EM1U	EM3U	EM5U	EM6U	EM7U	EM0T	EM1T	EM3T	EM5T	EM6T	EM7T
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8326	0.919	0.9749	0.9351	0.893	0.9609	0.9594	0.8338	0.9526	0.945	0.9861	0.9173
p(normal)	0.1456	0.5235	0.9058	0.6314	0.3726	0.8143	0.8041	0.1486	0.7559	0.7016	0.9645	0.5125
Anderson-Darling	0.4532	0.2817	0.1754	0.2523	0.3569	0.1879	0.2108	0.4662	0.238	0.2606	0.1707	0.2793
p(normal)	0.1462	0.4745	0.8422	0.5487	0.2876	0.7982	0.7069	0.133	0.5968	0.5264	0.8569	0.482
p(Monte Carlo)	0.1673	0.5439	0.9188	0.6573	0.3262	0.8827	0.8029	0.1416	0.7085	0.6201	0.9355	0.5593
Lilliefors L	0.2848	0.2498	0.1757	0.208	0.2781	0.1863	0.2014	0.3017	0.2458	0.2076	0.1758	0.2268
p(normal)	0.2055	0.3898	0.8818	0.6811	0.2352	0.8242	0.7273	0.1435	0.4152	0.6836	0.8812	0.5456
p(Monte Carlo)	0.2205	0.3878	0.9082	0.7026	0.2535	0.8584	0.7545	0.1541	0.4074	0.696	0.9038	0.5538
Jarque-Bera JB	0.7356	0.5616	0.3504	0.5241	0.6639	0.4424	0.3703	0.8535	0.3834	0.4182	0.217	0.5831
p(normal)	0.6923	0.7552	0.8393	0.7695	0.7175	0.8015	0.831	0.6526	0.8256	0.8113	0.8972	0.7471
p(Monte Carlo)	0.1891	0.4429	0.7943	0.497	0.2789	0.6503	0.764	0.1194	0.75	0.6854	0.9229	0.411

Figura 30. Análisis de normalidad de los datos obtenido de la **Tabla 34**

Fuente: El Autor

4.2.3 Formas de representación estadística.

De acuerdo a la tabla 33 se realiza el siguiente gráfico estadístico (Matrix plot), el mismo que muestra los ensayos de laboratorio de resistencia a la tracción.

La figura 31, da a conocer los datos representativos en la gráfica Matrix plot, en donde el color azul muestra el valor menor de resistencia a la tracción y en el otro extremo, el color rojo indica la mayor fuerza que resiste la probeta al ser sometida una fuerza externa.

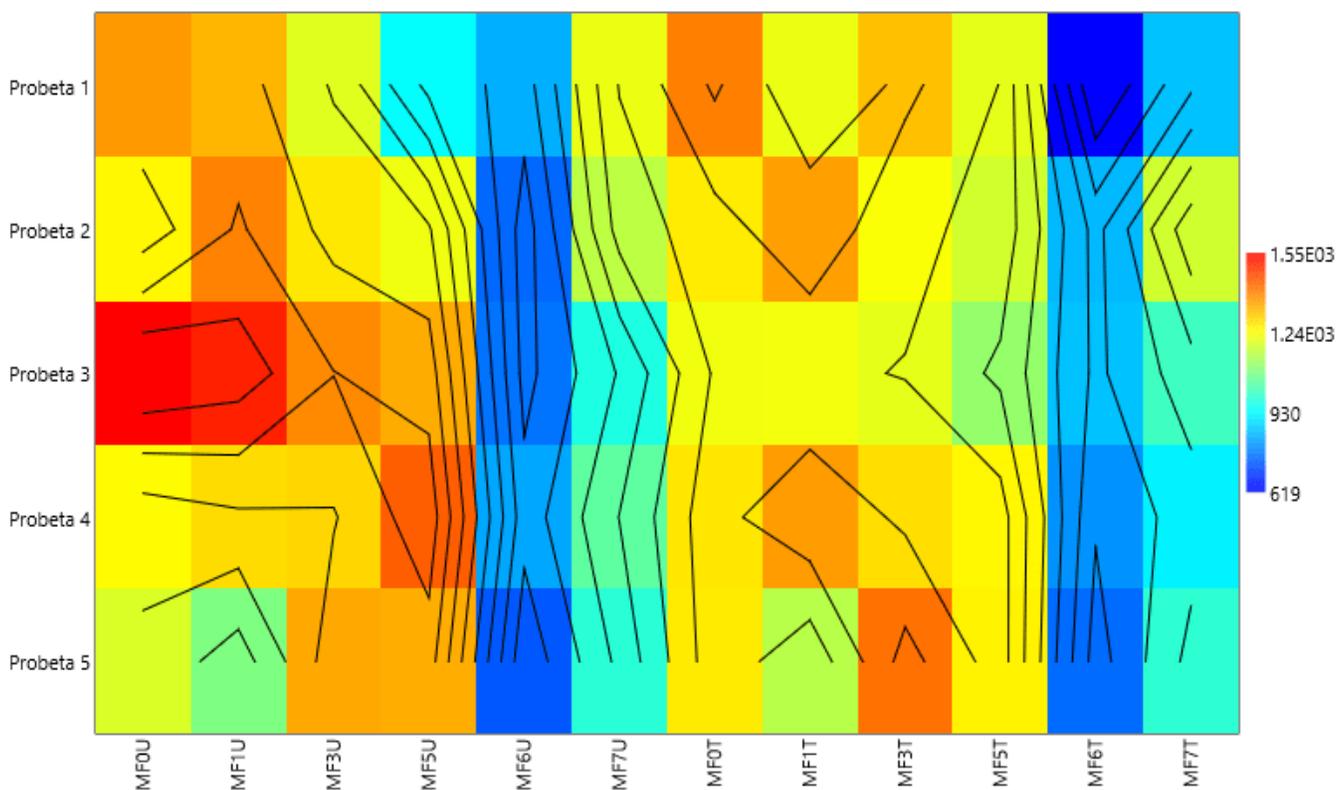


Figura 31. Gráfico Matrix Plot ensayo de resistencia a la tracción **Tabla 33.**

Fuente: El Autor

De todas las muestras de tejido analizadas en la figura 31, se puede aseverar que las cantidades de hidrosulfito de sodio adicionadas en cada una de los ensayos, influye en la resistencia a la tracción por las distintas gamas de colores existentes, pero si comparamos

con las muestras MF6U, MF6T con el resto, cambian drásticamente a la gama de azules, es decir que dichas muestras disminuyen considerablemente la resistencia.

De conformidad con la tabla 29 se realiza el siguiente gráfico estadístico (Matrix plot), el mismo que muestra los ensayos de laboratorio de resistencia a la elongación de las probetas realizadas.

En la figura 32, enseña los datos representados según la gráfica Matrix Plot que se extrajo del programa estadístico Past 4, donde el color rojo indica el mayor valor de porcentaje elongación de entre todas las probetas, en cambio el color azul indica menor porcentaje de elongación, según la escala de colorimetría.

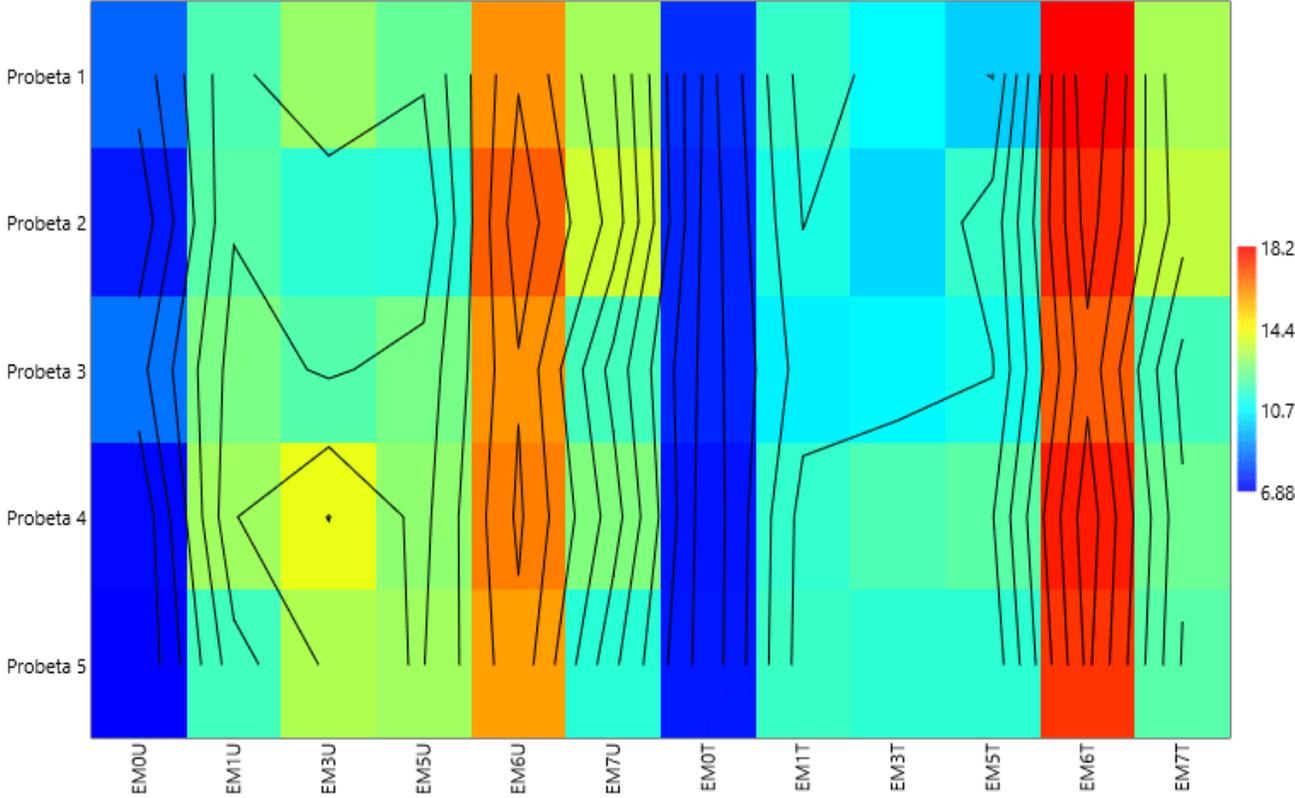


Figura 32. Gráfico Matrix Plot ensayo de resistencia a la elongación **Tabla 34.**

Fuente: El Autor

En el análisis de la figura 32, se menciona que las muestras sin tratamiento presentan menor elongación a comparación con las muestras que se adicionaron hidrosulfito de sodio, además existe mayor elongación en las muestras que se realizó el blanqueo químico.

Con la finalidad de mayor comprensión del lector se realiza otras gráficas adicionales a las que se ve anteriormente, de acuerdo a los datos de las tablas 33 y 34, que hacen referencia a la resistencia a la tracción y elongación respectivamente.

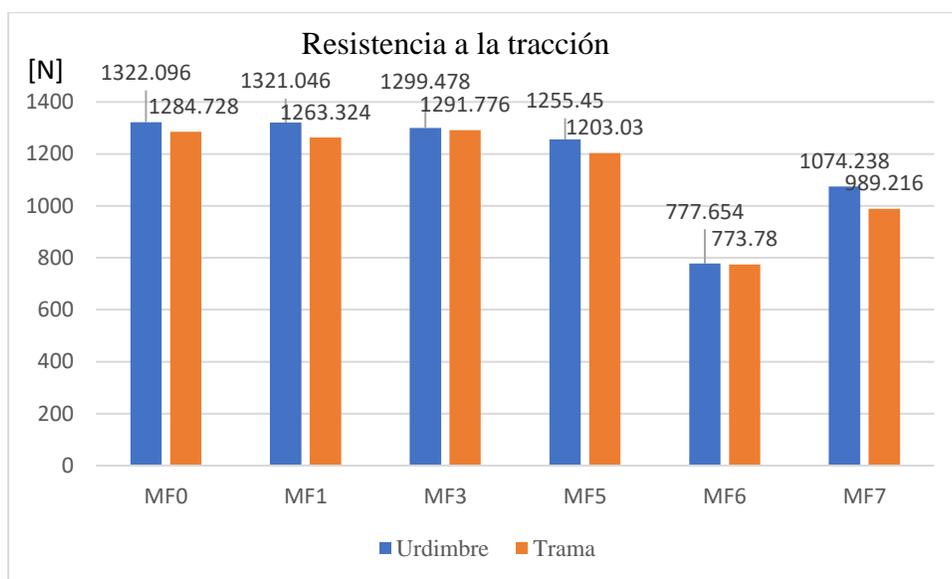


Figura 33. Gráfico de barras ensayo de resistencia a la tracción **Tabla 33.**

Fuente: El Autor

De acuerdo con la figura 33, En la muestra MF1 existe un 0.07% de pérdida de resistencia en la urdimbre y un 1.66% en la trama, el cual se aplicó 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio. En la muestra MF3 se obtiene una pérdida de resistencia 1.71% en la urdimbre y no existe pérdida de resistencia en la trama para el ensayo con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio. Para la muestra MF5 con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio se obtuvo una pérdida de resistencia en un 5.04% para la urdimbre y un 6.35% para la trama. En la muestra MF6 que corresponde al blanqueo se obtuvo una pérdida de resistencia de la urdimbre en un 41.18%

y en la trama un 39.37% y finalmente la muestra MF7 que corresponde al desmontado se obtuvo los porcentajes de 18.74% y 23% tanto de la urdimbre como de la trama respectivamente. Entonces de acuerdo a este análisis se menciona que el hidrosulfito de sodio en las muestras analizadas, afecta en la resistencia de los tejidos de yute.

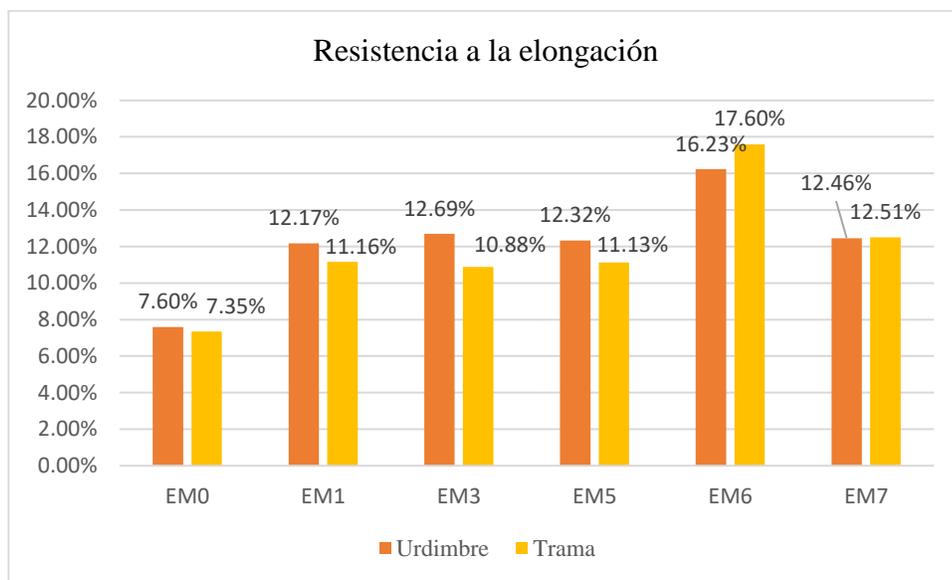


Figura 34. Gráfico de barras ensayo de resistencia a la elongación **Tabla 34.**

Fuente: El Autor

Mediante el gráfico 34 se puede observar que al aplicar hidrosulfito de sodio a las muestras MF1, MF3, MF5 y MF7 aumentan el porcentaje de elongación, y si comparamos con la muestra MF6 que se realizó el blanqueo químico, MF6 tiene mayor porcentaje de elongación a comparación de las demás.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio realizado con respecto a la influencia del hidrosulfito de sodio aplicado en tejidos de yute, se obtiene las siguientes conclusiones:

- Mediante la investigación en fuentes bibliográficas se logró determinar que el hidrosulfito de sodio es usado en la industria textil para el blanqueamiento y desmontado de color en tejidos de algodón, además no se encontró indicios de estudios que se utilice dicho producto en tejidos de yute para este proceso, lo cual coloca a este estudio como pionero en esta área, ya que si bien es cierto la fibra de yute en un futuro puede convertirse en una alternativa que remplace a la fibra de algodón, y en consecuencia, sirva de precedente para futuras investigaciones.
- En concordancia con diferentes investigaciones, el hidrosulfito de sodio es utilizado en fibras de algodón; de acuerdo a la clasificación de las fibras textiles, el algodón se encuentra dentro de las fibras naturales celulósicas; igualmente, las fibras de yute también se encuentran dentro de este grupo, es por ello que se utilizó el hidrosulfito de sodio para simular el proceso de desmontado y luego verificar la influencia del producto en la resistencia del tejido de yute.
- Al someter las probetas de tejido de yute al ensayo de tracción se determina que existe pérdida de resistencia de un 0.07% en la urdimbre y un 1.66% en la trama, cuando se le aplica 1 [g/L] de producto. En la muestra MF3 se obtiene una pérdida de resistencia 1.71% en la urdimbre y no existe pérdida de resistencia en la trama, para el ensayo con 3 [g/L] de hidrosulfito de sodio. Para la muestra MF5 con 5 [g/L]

de hidrosulfito de sodio se obtuvo una pérdida de resistencia en un 5.04% para la urdimbre y un 6.35% para la trama. En la muestra MF6 que corresponde al blanqueo se obtuvo una pérdida de resistencia de la urdimbre en un 41.18% y en la trama un 39.37% y finalmente la muestra MF7 que corresponde al desmontado se obtuvo los porcentajes de 18.74% y 23% tanto de la urdimbre como de la trama respectivamente. Entonces, de acuerdo a este análisis, el hidrosulfito de sodio en las muestras analizadas, afecta en la resistencia de los tejidos de yute de acuerdo a la cantidad de producto que se le aplique.

- En los ensayos de elongación se concluye que el hidrosulfito de sodio influye en los diferentes procesos de aplicación, en las probetas EM1 tomadas en el sentido de la urdimbre se obtiene que aumenta el porcentaje de elongación en un 4.57% y en la trama 3.81% cuando es aplicado 1 [g/L] de hidrosulfito de sodio. En la probeta EM3 con 3 [g/L] de hidrosulfito se obtiene el aumento del porcentaje de elongación de un 5.09% y 3.53%, tanto en la urdimbre como en la trama respectivamente. En la muestra EM5 se obtiene los resultados 4.72% en la urdimbre y 3.78% en la trama con 5 [g/L] de hidrosulfito de sodio. Para el proceso de blanqueo aumenta el porcentaje de elongación en un 8.63% en la urdimbre y 10.25% en la trama y para el desmontado aumenta el porcentaje de elongación en un 4.86% en la urdimbre y 5.16% en la trama.
- Al estudiar la información obtenida en tablas y posteriormente analizadas mediante métodos estadísticos, se llega a la conclusión de que el hidrosulfito de sodio interviene en la pérdida de resistencia a la tracción y consecuentemente aumenta el porcentaje de elongación, en las diferentes probetas de tejidos de yute.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable, que se siga estudiando a este tipo de fibras naturales ya que si bien es cierto durante el proceso de búsqueda de información es muy limitada, es por ello que este estudio sea motivo de abrir nuevas investigaciones en un futuro ya que la fibra de yute no es muy explotada en la actualidad.
- Se recomienda realizar una caracterización de la fibra, antes de ser sometido a cualquier ensayo, ya que con ello se podrá tener indicios de cuan afecta el producto en su estructura física.
- De acuerdo al estudio realizado sobre la afección del hidrosulfito de sodio en la resistencia del tejido, se recomienda que se realice un estudio con el espectrofotómetro para medir la decoloración del tejido.
- Es recomendable utilizar instrumentos de protección para la realización del agotamiento del hidrosulfito de sodio ya que la subir la temperatura del baño, este tiende a emanar olores que pueden ser tóxicos y pueden causar enfermedades a futuro según la ficha de seguridad del compuesto.
- Para la realización del proceso de agotamiento del hidrosulfito de sodio en el tejido, es recomendable que las dimensiones de las probetas sean uno o dos centímetros más extensa ya que al momento del proceso tienden a perder su forma estructural.
- En el análisis estadístico de los resultados, es recomendable verificar que $P(\text{normal})$ sea mayor que 0.05, ya que con ello se comprueba la confiabilidad de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aceves, M. (2018). *Caracterización de la fibra de Yute*. https://www.researchgate.net/publication/328118059_Caracterizacion_de_la_fibra_de_Yute
- Alam, M. M., Maniruzzaman, M., & Morshed, M. M. (2014). Application and Advances in Microprocessing of Natural Fiber (Jute)–Based Composites. *Comprehensive Materials Processing*, 7, 243–260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096532-1.00714-7>
- Andrés, A. :, Gorriá, L., Carlos, D., & Romero, S. (2017). *Estudio comparativo de diferentes tipos de fibras naturales para la fabricación de materiales compuestos biodegradables Trabajo Fin de Grado*.
- Ashraf, M. A., Zwawi, M., Mehran, M. T., Kanthasamy, R., & Bahadar, A. (2019). Jute based bio and hybrid composites and their applications. In *Fibers* (Vol. 7, Issue 9). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/fib7090077>
- Bajpai, P. (2018). Fiber From Recycled Paper and Utilization. *Biermann's Handbook of Pulp and Paper*, 547–582. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814240-0.00023-9>
- Cegarra, J. (1975). *Evolución de la maquinaria de tintura de materias textiles empaquetadas por circulación de baño*.
- Chand, N., & Fahim, M. (2021a). Jute-reinforced polymer composites. *Tribology of Natural Fiber Polymer Composites*, 111–130. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818983-2.00004-9>
- Chand, N., & Fahim, M. (2021b). Natural fibers and their composites. *Tribology of Natural Fiber Polymer Composites*, 1–59. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818983-2.00001-3>
- Google Maps. (2022). *Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte*. <https://www.google.com.ec/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3789306,->

78.1242294,538m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653?hl=es

- Guamanquispe, M. (2011). *Gestión del proceso para implementar la capacidad de producción en el área de tinturado y acabados en la empresa textil Andelas Cía LTDA.*
- Hawley, G. G. (Gessner G., & Lewis, R. J. (2007). *Hawley's condensed chemical dictionary.* 1379. <https://www.wiley.com/en-us/Hawley%27s+Condensed+Chemical+Dictionary%2C+15th+Edition-p-9780470114735>
- Khatri, A., & White, M. (2015). Sustainable dyeing technologies. *Sustainable Apparel: Production, Processing and Recycling*, 135–160. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-339-3.00005-4>
- Legislativo, D. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Registro Oficial*, 449(20), 25–2021. www.lexis.com.ec
- Lockuán, F. (2012). V. *La industria textil y su control de calidad. Tintorería - Google Libros.*
https://books.google.com.ec/books?id=6yjBvmYZrTsC&pg=PA161&dq=la+industria+textil+y+su+control+de+calidad+2012+tintoreria&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjFq6Lxl_b1AhWuSTABHR-gClcQ6AF6BAGEEAI#v=onepage&q=la%20industria%20textil%20y%20su%20control%20de%20calidad%202012%20tintoreria&f=false
- Lord, P. R. (2003). Textile products and fiber production. *Handbook of Yarn Production*, 18–55. <https://doi.org/10.1533/9781855738652.18>
- Matás, A. (2018). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA Propuestas de mejora para la renovación y ampliación de la una central de esterilización de un hospital de la Región de Murcia TRABAJO FIN DE GRADO.*
- Murillo, J., Alonso, A., Lorena, S., Sanz, G., León, I., Elisa, R., Gordo, G., Gil, B., Lea, Á., & Brea, R. (2018). *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE*

EXPERIMENTAL Asignatura: Métodos de investigación en Curso: 3º Educación Especial.

Norma Española. (2014). *Norma Española. Propiedad de los tejidos frente a la tracción.* www.aenor.es

Norma Técnica Ecuatoriana. (2014). *ISO 13934-2 Textiles. Propiedades de tracción. Fuerza máxima. Parte 2= Método Agarre(1).*

Patente de EE. UU. para el proceso de desgomado de yute. (2005). <https://patents.justia.com/patent/7481844>

Pekka, J. (2019). *Jukka Pekka Isoaho Dithionite Bleaching of Thermomechanical Pulp Dithionite Bleaching of Thermomechanical Pulp.* <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7768-9>

Peñafiel, S. (2011). *Generalidades previo a efectuar un proceso de tintura.*

Química Comercial Andina. (2019). *FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD HIDROSULFITO DE SODIO 1. IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTO Y PROVEEDOR Identificador SGA del Producto Nombre del Producto: HIDROSULFITO DE SODIO N° CAS: 7775-14-6.*

Quimipur, S. L. U. C., & Aluminio. (2012). *FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD SODIO HIDROSULFITO 1. Identificación de la sustancia/mezcla y de la sociedad/empresa Identificador del producto SODIO HIDROSULFITO Usos relevantes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad Teléfono de emergencia.* <https://quimipur.com/pdf/sodio-hidrosulfito.pdf>

Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.33210/CA.V10I1.356>

Rodríguez, A. (2008). *La investigación en la era de la información.*

- Saragih, S. W., Lubis, R., Wirjosentono, B., & Eddyanto. (2018). Characteristic of abaca (*Musa textilis*) fiber from Aceh Timur as bioplastic. *AIP Conference Proceedings*, 2049. <https://doi.org/10.1063/1.5082463>
- Sun, Y., Huang, Z., Fan, G., Meng, X., Han, Y., & Yu, X. (2022). Whiteness improvement of citric acid crosslinked cotton fabrics by sodium hydrosulfite bleaching. *Journal of Natural Fibers*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2025984>
- Thiestextilmaschinen. (2019). *Jigger*. <https://www.thiestextilmaschinen.com/product-portfolio/fabric-dyeing/jigger-family/ht-jigger/?lang=en>
- Thiestextilmashinen. (2019). *Soft-TRD-jet*. <https://www.thiestextilmaschinen.com/product-portfolio/fabric-dyeing/soft-trd-family/soft-trd-sii/>
- Universidad Técnica del Norte. (2019). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*.
- US Justia. (2006). *Natural Fibre Thermoset Composite Product and Method For Manufacturing the Same*. <https://patents.justia.com/patent/20090130377>
- Vela, F. (2019). *Normalidad de los errores*. <https://mregresion.files.wordpress.com/2011/10/normalidad.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica del tejido de yute.

FICHA TÉCNICA – TELA DE YUTE 1X100 MTS. 10 ONZAS

I CARACTERÍSTICAS			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	NOMINAL	OBSERVACIONES
Tipo de Tela		YUTE	
Ancho	Mts	1	
Longitud Terminada	Mts	100	
Color de la Tela		Natural	
Peso Unitario	Kg	27	
Denominación del Tejido			Arp. De Yute o Hessian Cloth Tejido Plano / Food Grade
Composición			100% Fibra de Yute
Grado de Elaboración y Tipo de Acabado			Crudo
Trama / Urdiembre	Onzas	10	
Costura			Herakles con Hilado de Yute
II CARACTERÍSTICAS DEL ROLLO			
Presentación del rollo	Und	01	
Protección del rollo			
Peso del rollo	Kg	27	+/-3%
III CONDICIONES DE MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO			
Almacenamiento	La tela no debe estar expuesta a radiación solar de manera directa antes y durante su uso para asegurar una mayor durabilidad.		

Anexo 2. Ficha Técnica del Hidrosulfito de sodio



"Líderes en Calidad Cumplimiento y Servicio"

DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A

www.dqisa.com

FICHA TÉCNICA HIDROSULFITO DE SODIO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Hidrosulfito de Sodio
Formula Molecular	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
Peso molecular	174.11 g/mol
Sinónimos	Ditionito de sodio Sulfoxilato de Sodio, Acido ditionoso

2. DESCRIPCIÓN

El Hidrosulfito de sodio es un material blanco uniformemente cristalino de flujo libre, es un químico muy activo, con olor ligeramente característico a azufre. Se puede descomponer cuando se expone al aire y a la humedad, con una evolución de suficiente calor para causar auto combustión. El Hidrosulfito de sodio seco es muy estable cuando es empacado en tambores sellados. Soluble en agua, insoluble en alcohol.

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Pureza % p/p	88 ± 2 min
Insolubles en agua %p/p	0.09 max

4. PROPIEDADES

Estado físico	Sólido
Apariencia	Blanco cristalino
pH (Sin al 5% en agua)	7.0—9.0
Temperatura de ebullición	Se descompone
Densidad	2.19 gr/cm ³
Solubilidad	22 gr/100 ml de H ₂ O
Densidad de bulk	0.9 g/cm ³

FECHA REALIZACIÓN	REALIZO	ACTUALIZO
2010/05/03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Iván Darío Ospina
		Mayo 05- 2020

Carrera 50C No. 10 Sur - 18 PBX: 361 07 11 Ext 109 iospina@dqisa.com Medellín Colombia

Anexo 3. Certificado de asistencia al Laboratorio de la Planta Académica Textil.



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



Ibarra, 06 de octubre del 2022

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que el señor **Ulcuango Ucuango Widman Ramiro**, portador de la cédula de ciudadanía N° 1724674120, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "INFLUENCIA DEL HIDROSULFITO DE SODIO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE FIBRA DE YUTE 100% CRUDO APLICADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **HORNO DE SECADO (VACUUM OVEN)**
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410- Norma ISO 13934-2:2014**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



FAUSTO KEMENDO
GUALOTO MAFLA

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