



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL
TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL DESMONTADO DE COLORANTE DIRECTO EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN Y EL ANÁLISIS DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN”

ELABORADO POR:

FLORES TIXICURO MYRIAM LORENA

DIRECTOR DE TESIS:

MSc. ELSA SULAY MORA MUÑOZ

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004181903
APELLIDOS Y NOMBRES:	FLORES TIXICURO MYRIAM LORENA
DIRECCIÓN:	Imbabura, Otavalo, Comunidad de Guanansi, calle El Roció
EMAIL:	mlflorest@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	0984801182

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL DESMONTADO DE COLORANTE DIRECTO EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN Y EL ANÁLISIS DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN”
AUTOR(ES):	Flores Tixicuro Myriam Lorena
FECHA:	04 de julio del 2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE SE OPTA:	Ingeniera Textil
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Elsa Mora

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 04 días del mes de julio del 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Myriam Lorena Flores Tixicuro

C.I.: 1004181903



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de director de Trabajo de Grado presentado por la egresada **Myriam Lorena Flores Tixicuro**, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es tema **“EVALUACIÓN DEL DESMONTADO DE COLORANTE DIRECTO EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN Y EL ANÁLISIS DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y mérito suficientes para ser sometidos a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 04 de julio del 2023



.....
MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz
Director de trabajo de grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres Carmela y Segundo que han estado conmigo en los momentos buenos como malos de mi periodo académico, al igual que mis hermanos y hermanas que siempre han estado presentes con sus consejos y motivándome día a día a seguir adelante y lograr cumplir mis metas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por darme la vida y por haberme dado la oportunidad de vivir todo este proceso de aprendizaje, por ser mi guía en los momentos más difíciles y por enseñarme que todo es posible.

A mis padres gracias a sus esfuerzos impresionantes y por su amor inmenso, que me educaron y me han proporcionado todo y lo necesario para poder cumplir todas mis metas.

Agradezco a la MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz, por su paciencia, dedicación y apoyo para la realización de esta tesis. Al MSc Elvis Raúl Ramírez Encalada quien me ayudó y motivó a seguir cumpliendo mis metas a pesar de que pueden presentarse problemas, gracias por sus consejos, paciencia y por todos los conocimientos impartidos durante el transcurso de la carrera. Al MSc Marco Naranjo por enseñarnos que debemos esforzarnos día a día para alcanzar nuestros objetivos, por su rectitud y por prepararnos para afrontar los desafíos de cada día.

Gratitud a la Universidad Técnica del Norte por acogerme y darme la oportunidad de iniciar y culminar la carrera de textiles y a cada uno de los docentes que forman parte de ella por enseñarme todo lo que sé y por guiarme a ser una mejor persona y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSTANCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
PALABRAS CLAVES	xii
Capítulo I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del tema	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Importancia del estudio.....	2
1.4. Objetivo general.....	2
1.5. Objetivos específicos a alcanzar	2
1.6. Características del sitio del proyecto	3
Capítulo II.....	4
ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1. Estudios previos	4
2.1.1. Desmontado.....	4
2.2. Marco legal.....	5
2.2.1. Constitución del Ecuador.....	5
2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad.....	6

2.3. Marco Conceptual	7
2.3.1. Proceso de desmontado	7
2.3.2. Productos y auxiliares de desmontado	8
2.3.3. Colorantes directos	11
2.3.4. Norma de resistencia a la tracción y elongación ISO 13934-2	17
Capítulo III	18
METODOLOGÍA	18
3.1. Tipos de investigación	18
3.1.1. Investigación analítica	18
3.2. Normas a aplicar	18
3.2.1. Norma ISO 13934-2	19
3.3. Flujograma	19
3.3.1. Flujograma general	19
3.3.2. Flujograma muestral del proceso	20
3.4. Equipos y materiales	21
3.4.1. Composición y caracterización de tejido	22
3.4.2. Dinamómetro	27
3.4.3. Preparación de muestras de tejido para la prueba de resistencia a la tracción y elongación	27
3.4.4. Colorante directo	27
3.4.5. Auxiliares y variables de desmontado	30
3.5. Pruebas de laboratorio	32
3.5.1. Prueba de resistencia a la tracción y elongación	32
Capítulo IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
4.1. Resultados	34
4.1.1. Resultados de la resistencia a la tracción y elongación	34

4.1.2. Resumen general de resultados de cambio de color	36
4.2. Discusión de resultados	38
Capítulo V	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas del hidrosulfito de sodio	9
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del hidróxido de sodio.....	11
Tabla 3. Equipos del proceso de composición y caracterización	22
Tabla 4. Características de la muestra	23
Tabla 5. Peso de muestras	23
Tabla 6. Número de muestras y peso de hilos de trama y urdimbre	24
Tabla 7. Equipos para el proceso de descruce.....	25
Tabla 8. Auxiliares del proceso de descruce	26
Tabla 9. Equipos y materiales para el proceso de tintura	28
Tabla 10. Auxiliares del proceso de tintura.....	29
Tabla 11. Receta # 1 con hidrosulfito de sodio a 3 g/L.....	30
Tabla 12. Receta # 2 con hidrosulfito de sodio a 4 g/L.....	30
Tabla 13. Receta # 3 con hidrosulfito de sodio a 5 g/L.....	31
Tabla 14. Receta # 4 con hidrosulfito de sodio a 6 g/L.....	31
Tabla 15. Receta # 5 con hidrosulfito de sodio a 7 g/L.....	31
Tabla 16. Resultados de resistencia a la tracción y elongación en tejido teñido.....	34
Tabla 17. Resultados de resistencia a la tracción y elongación de tejido desmontado a 3, 4 y 5 g/L de (Na ₂ S ₂ O ₄).....	35
Tabla 18. Resultados de resistencia a la tracción y elongación de tejido desmontado a 6 y 7 g/L de (Na ₂ S ₂ O ₄).....	36
Tabla 19. Resumen general de resultados de cambio de color.....	37
Tabla 20. Resumen general de resultados de resistencia a la tracción y elongación	38
Tabla 21. Análisis de la varianza de los resultados obtenidos	39
Tabla 22. Test de normalidad de los resultados	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del sitio del proyecto.	3
Figura 2. Planta Académica	3
Figura 3. Estado físico del hidróxido de sodio.....	10
Figura 4. Estructura química de colorante directo Diazamine Scarlet B.	12
Figura 5. Estructura química de colorante directo Diazo Brown 3RNA.CF.	13
Figura 6. Estructura química de colorante directo Chlorazol Brown GM.	13
Figura 7. Estructura química de estilbeno y colorante directo difenil crisoína G.	13
Figura 8. Estructura química de colorante directo tiazol	14
Figura 9. Flujograma general de procesos	19
Figura 10. Flujograma muestral	20
Figura 11. Curva de proceso de descruce	26
Figura 12. Curva de tintura colorante everdirect dyes	29
Figura 13. Curva de desmontado	32
Figura 14. Gráfico general de la prueba de cambio de color (DE)	41
Figura 15. Gráfico de resultados generales de resistencia a la tracción y elongación	42
Figura 16. Gráfico de resultado general de resistencia a la tracción.....	43
Figura 17. Gráfico de resultados de elongación.....	44
Figura 18. Gráfico de porcentaje promedio de resistencia a la tracción y elongación.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del hidrosulfito de sodio.....	52
Anexo 2. Certificado de uso de laboratorio	53
Anexo 3. Listado de productos utilizados en los procesos de descrude y tintura	54
Anexo 4. Listado de fichas de seguridad de productos utilizados en el proceso de desmontado	54
Anexo 5. Composición y caracterización	54
Anexo 6. Descrude y tinturado	55
Anexo 7. Desmontado.....	56
Anexo 8. Prueba de resistencia a la tracción y elongación	57

RESUMEN

La presente investigación está dirigida a evaluar la resistencia a la tracción y elongación del tejido plano 100% algodón, después de haber sido sometida al proceso de desmontado de colorante con hidrosulfito de sodio a diferentes concentraciones, y determinar la influencia de la concentración de hidrosulfito de sodio con la que se está trabajando en el tejido.

En el desarrollo de este trabajo se utilizó el tejido plano 100% Co para comprobar la resistencia a la tracción y elongación, se realizó la tintura con el colorante directo (everdirect azul FFRL) y presentó la resistencia a la tracción en urdimbre de 199,62 N y en trama 213,97 N. El proceso de desmontado del colorante directo se realizó con hidrosulfito de sodio a diferentes concentraciones (3g/L, 4g/L, 5g/L, 6g/L y 7g/L) en la máquina de tinturado y los ensayos de cambio de color en el espectrofotómetro y la de resistencia a la tracción y elongación en el dinamómetro de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Al finalizar el proceso de desmontado, las muestras obtenidas son sometidas a la prueba de cambio de color donde presentan los siguientes resultados: la muestra tinturada tiene un DE 0 mientras que la muestra desmontada a 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una variación de 11,22 en DE, demostrando que si se ha realizado el desmontado de color. Las pruebas de resistencia a la tracción y elongación se realizan de acuerdo con la Norma ISO 13934-2:2014 presentando una pérdida de resistencia a la tracción y elongación de 194,57 N(3g/L), 189,09 N(4g/L), 183,62 N(5g/L), 180,54 N(6g/L), 177,47 N(7g/L) en urdimbre y 210,97 N(3g/L), 209,89 N(4g/L), 209,64 N(5g/L), 205,79 N(6g/L), 201,93 N(7g/L) en trama.

En cuanto, los resultados de la prueba de resistencia a la tracción y elongación de las muestras expresadas en porcentaje presentan inicialmente la muestra tinturada un valor de 199,62 N en urdimbre y en trama 213,97 N, al emplear 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presenta una pérdida de resistencia de un 3% en urdimbre y 2% en trama. Al 4g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ muestra una pérdida de un 5% en urdimbre y no existe pérdida en la trama. Mientras que al 5g/L existe una pérdida de un 8% en urdimbre y no presenta disminución en la trama. Al tratar con 6g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ indica una pérdida de 10% U y 4% T. Finalmente se observa que al 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ tiene una pérdida del 11% en urdimbre y 6% en trama.

PALABRAS CLAVES

Desmontado, Hidrosulfito de Sodio, Resistencia a la tracción y Elongación, colorantes directos, Diferencia de color (DE)



ABSTRACT

This research aimed to evaluate the tensile strength and elongation of 100% cotton flat fabric, after having been subjected to the dye stripping process with sodium hydrosulfite at different concentrations, and to determine the influence of the sodium hydrosulfite concentration with which the fabric is being worked on.

In the development of this work, 100% Co flat fabric was used to test the tensile strength and elongation, dyeing was carried out with the direct dye (everdirect blue FFRL) and presented a tensile strength of 199.62 N in warp and 213.97 N in weft. The dismantling process of the direct dye was carried out with sodium hydrosulfite at different concentrations (3g/L, 4g/L, 5g/L, 6g/L, and 7g/L) in the dyeing machine and the color change tests in the spectrophotometer and the tensile strength and elongation in the dynamometer that belongs to the Textile Major of the Técnica del Norte University. At the end of the stripping process, the samples obtained were subjected to the color change test, where they showed the following results: the dyed sample had a DE 0; in contrast, the sample stripped at 7g/L of Na₂S₂O₄ shows a variation of 11.22 in DE, demonstrating that the color stripping had been carried out. Tensile strength and elongation tests were performed according to ISO 13934-2: 2014, presenting a loss of tensile strength and elongation of 194.57 N(3g/L), 189.09 N(4g/L), 183.62 N(5g/L), 180.54 N(6g/L), 177.47 N(7g/L) in the warp, and 210.97 N(3g/L), 209.89 N(4g/L), 209.64 N(5g/L), 205.79 N(6g/L), 201.93 N(7g/L) in weft.

As for the results of the tensile strength and elongation test of the samples expressed in percentage, the dyed sample initially showed a value of 199.62 N in warp and 213.97 N in weft, when 3 g/L of Na₂S₂O₄ was used. It showed a loss of resistance of 3% in warp and 2% in weft. At 4g/L Na₂S₂O₄ it showed a 5% loss in warp and no loss in weft. While at 5g/L there is a loss of 8% in warp and no decrease in weft. When treated with 6g/L Na₂S₂O₄ it showed a loss of 10% U and 4% T. Finally, it was observed that at 7g/L Na₂S₂O₄ there was a loss of 11% in warp and 6% in weft.

Keywords: stripping, sodium hydrosulfite, tensile strength and elongation, direct dyes, color difference (DE)


 Reviewed by:
 MSc. Luis Paspuezán Soto
CAPACITADOR-CAI
 Julio 03, 2023

Capítulo I

INTRODUCCIÓN.

1.1. Descripción del tema

La industria textil ha buscado métodos o técnicas que ayuden a corregir defectos que se pueden originar dentro de los procesos textiles, los mismos que son conocidos como reprocesos o reoperados. Estos reprocesos podrían causar efectos negativos en las propiedades físicas de los tejidos. Es así como con el tema “Evaluación del desmontado de colorante directo en tejido plano 100% algodón y el análisis del efecto en la resistencia a la tracción y elongación” en donde se pretende trabajar con el hidrosulfito de sodio a diferentes concentraciones para determinar la influencia en la resistencia a la tracción y elongación del tejido y a la vez encontrarse dentro del rango de calidad. Empleando los equipos de laboratorio apropiados, con el objetivo de realizar pruebas de resistencia a la tracción del tejido, elongación y obtener los datos correspondientes que permitan demostrar cuál de las concentraciones con las que se trabajo es menos agresiva en el tratamiento de la fibra.

1.2. Antecedentes

El desmontado es una técnica que se aplica cuando se originan defectos en el proceso de teñido de la tela, mediante la cual se retira el colorante de la tela cuando esta no ha obtenido el color indicado respecto al patone, para ello se utilizan productos químicos como el hidrosulfito de sodio, este es un material químico que se emplea como un agente reductor en el blanqueo y lavado reductivo de fibras. Según Rodríguez, (2018) afirma que “las telas teñidas con defectos son corregidos para teñirlos a un tono más oscuro, intensos o de color negro”. Este proceso se lo lleva a cabo con el fin de evitar que el tejido teñido pase a formar parte de un rango de tejido de baja calidad.

Algunos de los estudios realizados indican que el proceso de desmontado se puede aplicarlo ya sea a fibras de origen animal, vegetal como también a las fibras sintéticas, tomando en cuenta el tipo de colorante que se esté utilizando en el proceso de tintura, así también poder emplear los respectivos auxiliares de desmontado. Este proceso también podría traer consigo la pérdida de propiedades físicas del tejido debido a que se aplican productos químicos que tienen características desventajosas para ellas. De acuerdo con Cruz & Molina, (2018) indica “la

influencia de los productos químicos sobre el desmontado de colorante reactivo en fibra de alpaca, donde se ha presentado una disminución de la resistencia y elongación”. Es decir, que en este caso el proceso de desmontado ha afectado las propiedades físicas de la fibra de alpaca y por ende también a la calidad.

Por esta razón, debido a que los auxiliares de desmontado que se utilizan en este proceso podrían originar resultados negativos en la calidad del tejido, se desea realizar un análisis del efecto en la resistencia a la tracción y elongación del proceso de desmontado de manera que se puede determinar el % de pérdida de resistencia a la tracción y elongación de acuerdo con la concentración de hidrosulfito de sodio aplicado en el tejido plano 100% algodón.

1.3. Importancia del estudio

La importancia del estudio de este tema de investigación se centraliza especialmente en la propiedad física de la tela, en este caso el de la resistencia a la tracción y elongación posterior a que el mismo es sometido a un proceso químico, con el objetivo de mejorar la calidad del textil. Por lo cual, las investigaciones deben ser orientadas a contribuir en el mejoramiento de las propiedades físicas de la tela al ser sometida a un proceso químico. Mediante esta investigación se pretende realizar un análisis de la propiedad física de un textil con el objetivo de mantener el tejido dentro del rango de calidad.

1.4. Objetivo general

- Evaluar el desmontado de colorante directo en tejido plano 100% algodón y el análisis del efecto en la resistencia a la tracción y elongación.

1.5. Objetivos específicos a alcanzar

- Recopilar información bibliográfica sobre el proceso de desmontado con hidrosulfito de sodio mediante bases de datos bibliográficos.
- Determinar recetas de desmontado a escala de laboratorio con diferentes dosificaciones de hidrosulfito para la obtención de muestras.
- Analizar la resistencia a la tracción y elongación de las muestras de desmontado de acuerdo con la norma ISO 13934-2:2014, mediante el uso del dinamómetro.
- Interpretar los resultados obtenidos mediante un programa estadístico.

1.6. Características del sitio del proyecto

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, de la Universidad Técnica del Norte, también se tomó en cuenta al elegir este sitio de proyecto su fácil accesibilidad como disponibilidad a los diferentes equipos necesarios para la realización de esta propuesta, cabe resaltar que se utilizó los equipos de laboratorio para el tinturado y para el análisis de resistencia a la tracción y elongación del tejido que fue sometida al proceso de desmontado de la Planta Académica Textil que se encuentra situado en el sector de Azaya.



Figura 1. Ubicación geográfica del sitio del proyecto.
Fuente: (Google maps, 2022)



Figura 2. Planta Académica
Fuente: (Fan page Ctex, 2021)

Capítulo II

ESTADO DEL ARTE.

2.1. Estudios previos

2.1.1. Desmontado.

Para la realización de la investigación es primordial citar algunos estudios anteriores donde se ha empleado el proceso de desmontado, en la actualidad este proceso es aplicado a diferentes materiales textiles.

Una de las investigaciones realizadas que es el desmontado de diferentes fibras textiles mediante la aplicación de sustancias químicas como es el método de desmontado de algodón teñido con tinte reactivo, lana y seda teñida con tinte ácido. Este estudio tiene como objetivo realizar el desmontado de las diferentes fibras textiles mediante el siguiente proceso: El método comprende los pasos de humedecer la tela que debe ser sometida a la decoloración en una solución de agua y un penetrante JFC o CY-7P a una temperatura de 40°C, y tratar durante 10 minutos; seguidamente dosifica el hidrosulfito de sodio, luego eleva la temperatura hasta 95-100 °C (la lana y la seda se pueden calentar hasta 80-85 °C) y realiza el tratamiento de inmersión durante 30-40 minutos (el tiempo del tratamiento de inmersión se prolonga a 60 minutos si los colores de la lana y la seda se decapan a la temperatura de 80-85 °C); después de quitar el color, lavar con agua caliente a una temperatura de 80 °C durante 10-15 minutos, limpiar el tinte dañado y lavar con agua fría. El método de eliminación de color es seguro y respetuoso con el medio ambiente. (China Patente n° CN104420371A, 2013)

Además, la investigación sobre los métodos de desmontado y sus efectos indica la utilización de diferentes productos de desmonte, en donde se hace énfasis en el desmontado con hidrosulfito de sodio. Para ello se aplica 10ml/L de sosa cáustica y 5g/L de hidrosulfito de sodio, que son dosificados a 60°C y sube a 90°C con una gradiente de 2°C/min. La temperatura se mantiene en los 90°C durante 1 hora y posteriormente se realiza 2 lavados: uno en caliente y uno en frío. (Clariant)

Mientras que, el estudio de implementación de mejoras en el proceso de teñido disperso sobre fibra poliéster, abarca temas en donde detalla el proceso de desmontado de los colorantes dispersos en la fibra de poliéster, este método se lleva a cabo en teñidos defectuosos de poliéster que utilizan este tipo de colorante donde se aplica un desmontado parcial, es decir que rebaja las tinturas o iguala las manchas, por medio de un tratamiento a ebullición con un detergente

fuerte no iónico, en presencia de 1-1.5 g/l de carrier, la solución debe estar en un pH de 4 – 5 con ácido acético, el tiempo de tratamiento debe ser durante 1 hora a 1.5 horas con una temperatura inicial de 60°C hasta llegar a la temperatura de ebullición. Además, en este proceso se aplica 2.0-5.0 g/l de hidrosulfito de sodio, 5-7ml/l de dispersante. Estas dosificaciones generalmente son ajustadas de acuerdo con la necesidad y condición de la planta. (Velarde, 2013)

El estudio de la influencia de los productos químicos sobre el desmontado de colorante reactivo en fibra de alpaca, indica que el proceso de desmontado realizado con hidrosulfito de sodio puede ser efectivo al requerir un mayor desmontado de colorante dependiendo también de la cantidad de hidrosulfito que se aplique en el material textil. Pero en cuanto a la calidad del tejido con respecto a la resistencia a la tracción y elongación puede influir de manera negativa presentando pérdida en los valores. (Cruz & Molina, 2018)

Además, el estudio sobre efectos del desmontado reductor de colorantes reactivos sobre la calidad del tejido de algodón, muestra que los porcentajes de pérdida de resistencia a la tracción de la tela aumentaron gradualmente con el aumento de la concentración de productos químicos decapantes y la temperatura del baño decapante. La muestra teñida con 2,5 % y 5 % de matices cuando se trató con 10 g/L de hidrosulfito de sodio y 10 g/l de sosa cáustica a 100 °C mostró una pérdida de resistencia máxima de 9,23 % y 10,0 % respectivamente. Determinando que el hidrosulfito de sodio, especialmente en concentraciones altas o con tiempos de exposición prolongados, puede debilitar las fibras de algodón. Esto puede llevar a una disminución de la resistencia y la durabilidad del tejido. (Udin, Islam, & Islam, 2015)

2.2. Marco legal

Indica el conjunto de leyes, normas y reglamentos que le dan fundamento a la investigación, mismas que se presentan a continuación.

2.2.1. Constitución del Ecuador.

Dentro de la última actualización de la constitución del Ecuador, en el título VII del régimen del buen vivir, capítulo primero de inclusión y equidad, sección octava ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales indica el siguiente articulado (Constitución de la republica del Ecuador, 2021).

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

Literal 3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Así mismo el siguiente articulado señala:

Art. 387.- Será responsabilidad del Estado:

Literal 2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al Sumak Kawsay. (págs. 173-174)

2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad.

El presente trabajo está ligado a los lineamientos de investigación de la Universidad Técnica del Norte, que estipula las siguientes líneas de investigación (Universidad Técnica del Norte, s.f.).

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

La presente investigación se encuentra dentro de los siguientes lineamientos de la Universidad Técnica del Norte; el primero que está ligada con la producción industrial y tecnología sostenible y el noveno en la gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio-económico. Con la finalidad de mejorar el proceso dentro de una producción

industrial, el cual constituye en el desarrollo e innovación sostenible para el progreso socioeconómico del estado.

2.3. Marco Conceptual

Detalla las principales teorías y conceptos claves o variables que se estudian en la investigación para su respectiva sustentación.

2.3.1. Proceso de desmontado

Este proceso es aplicado cuando el sustrato presenta defectos después de haber sido tinturado, para ello, primero se determina el tipo de colorante que se ha utilizado en el material textil y establecer los productos aptos para el desmontado, existen diferentes tipos y se presenta a continuación:

2.3.1.1. Desmontado de colorantes directos.

Este proceso se lleva a cabo en los siguientes pasos, en el caso de que el colorante no haya sido realizado el tratamiento posterior, se trata al material en una solución alcalina de hidrosulfito de sodio a temperatura de ebullición. Si las tonalidades son tono pastel se aplica el desmontado en frío, en una solución de hipoclorito de sodio durante 30 minutos o una solución al 1 o 2 % de clorito de sodio en caliente con un pH entre 3 y 4, el pH se regula con ácido fórmico o acético. Si el sustrato textil ha sido realizado el tratamiento posterior con sal metálica o un compuesto catiónico es importante desmontar el tratamiento antes de realizar el desmontado del colorante. En el caso del compuesto catiónico, este se desmonta con un tratamiento a 70°- 80°C con ácido fórmico al 2%.

Es esencial desmontar completamente el compuesto catiónico de esta manera se evitará que actúe como mordante para los colorantes aniónicos originando tinturas disperejas. El desmontado del complejo metálico se logra mediante un tratamiento a ebullición con la siguiente solución:

- 1-3g/l. agente secuestrante E.D.T.A (etileno diamina tetra acetato)
- 0.5g/l detergente aniónico
- 1g/l carbonato de sodio. (Cruz & Molina, 2018)

2.3.2. Productos y auxiliares de desmontado.

Existen diferentes tipos de productos y auxiliares que pueden ser aplicados en el desmontado de colorantes, esto puede variar dependiendo del tipo de colorante y pueden ser:

2.3.2.1. Hidrosulfito de sodio.

Es una sal inorgánica obtenida mediante el dióxido de azufre, también se conoce como; sufoxilato de sodio, hidrosulfito sódico y ditionito de sodio, la fórmula química de este compuesto es $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Es un sólido de color blanco amarillento y con olor a azufre, se distribuye en forma de soluciones enfriadas y estabilizadas con diferentes purzas 90 %, 88% y 85 %. (pochteca, 2015)

Una de las propiedades por la que se caracteriza es la de destruir los cuerpos cromóforos que son aquellos que proporcionan el color y por ese motivo una de las principales funciones es como agente blanqueador en la industria papelera y en procesos de tintura en la industria textil. Además, las propiedades reductoras de este material químico eliminan el exceso de tinta mejorando la calidad de la coloración. (pochteca, 2015)

Es aplicado también, en los procesos de producción de productos como limpiadores, jabones, aceites minerales, entre otros. En el tratamiento de aguas residuales se lo utiliza como un agente reductor de metales pesados, es un depurador de oxígeno en la producción de caucho, se utiliza en la purificación de gases y en la recuperación de petróleo. (pochteca, 2015)

Es un compuesto estable cuando se encuentra envasado herméticamente y en condiciones normales de almacenamiento, el hidrosulfito de sodio reacciona cuando está en presencia de humedad, por tanto, debe ser almacenado en un lugar seco para evitar que se descomponga, por lo que es muy importante mantener el envase cerrado, también reacciona en presencia de oxidantes, ácidos fuertes y materiales combustibles. (pochteca, 2015)

Existen proyectos de investigación donde demuestran la efectividad de una de las propiedades que posee el hidrosulfito de sodio. En donde se aplica el producto en el blanqueo de pulpa de madera, el proceso de esta invención se lleva a cabo con composiciones de pulpa de madera convencionales que se van a blanquear. Generalmente, estas composiciones de pulpa de madera comprenden una suspensión acuosa que contiene entre aproximadamente 0,5% y 10 % en peso de pulpa de madera molida, normalmente entre a 3,0 y 6,0 % peso. El hidrosulfito de sodio es aplicada a la pulpa en una concentración o nivel de tratamiento de entre 0,1% y

aproximadamente 3,0% en peso con respecto al peso de pulpa de madera seca. Durante el blanqueo, el pH de la composición acuosa de hidrosulfito de sodio y pulpa de madera debe mantenerse entre 4,5 y 5,5. El blanqueo se efectúa sustancialmente en ausencia de aire, a una temperatura de entre aproximadamente 70°C. (Beverly Patente n° 3962030, 1975)

- **Propiedades físicas**

En la **Tabla 1**, se presenta algunas de las propiedades físicas del compuesto químico conocido como hidrosulfito de sodio.

Tabla 1.

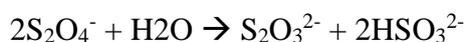
Propiedades físicas del hidrosulfito de sodio

Propiedad	Valor
Peso molecular	174,1 g/mol
Estado físico	Sólido
Punto de ebullición (769mmHg)	No determinado
Punto de fusión	52°C
Presión de vapor (mmHg)	21,75(20°C)
Velocidad de evaporación	No determinado
Densidad	1,25-1,40 g/cm ³
Densidad relativa	1,15 - 1,3 g/cm ³
Densidad del vapor	3,60 g/cm ³
pH	8 - 10,5 (50 g/l 20°C)
Solubilidad en agua	Soluble
Límites de inflamabilidad	No determinado
Punto de inflamación	No determinado

Fuente: *Adaptado de (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. República de Colombia, 2021)*

- **Propiedades químicas**

El compuesto de Na₂S₂O₄ se descompone a temperaturas mayores a 10°C según la reacción:



Es un material químico que destruye sustancias cromóforas (generadoras de color) reduciendo los grupos carbonilos hasta alcoholes y las quinonas o fenoles. Es simplemente oxidado a sulfito y sulfato. La solución se descompone a temperaturas elevadas a Tiosulfato, Sulfito, Ácido sulfhídrico o azufre; los productos de descomposición que se puedan originar dependen del pH. Los iones de metales pesados reaccionan como catalizadores incrementando la velocidad de descomposición, por esto deben ser tratados con agentes secuestrantes o quelantes. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. República de Colombia, 2021)

2.3.2.2. Hidróxido de sodio o sosa cáustica.

El hidróxido de sodio es una sustancia química sólida blanca e industrialmente es aplicada como disolución al 50 % por su facilidad de manipulación. Es soluble en agua y desprende calor. Además, absorbe humedad y CO₂ del ambiente, es corrosivo de metales y tejidos. Aplicado, en síntesis, en el proceso de celulosa para elaborar rayón y celofán, en la producción de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos. Se fabrica, generalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas. (Química, 2016)



Figura 3. Estado físico del hidróxido de sodio
Fuente: (Quiminet, 2008)

▪ **Propiedades físicas y químicas**

En la **Tabla 2**, se observa alguna de las propiedades físicas y químicas con las que se caracteriza el hidróxido de sodio.

Tabla 2.*Propiedades físicas y químicas del hidróxido de sodio*

Propiedad	Valor
Nombre comercial:	Hidróxido de sodio
Fórmula química	NaOH
Forma:	Sólido en distintas formas
Color:	Blanco
Olor:	Inodoro
Peso molecular	40,0 g/mol
Valor pH	~14
Punto de fusión	318°C (puro)
Punto de ebullición	1390°C
Punto de inflamación	No aplicable
Inflamabilidad (sólido, gas)	No es inflamable
Temperatura de descomposición	No determinado
Presión de vapor	0 (mmHg)
Densidad	2,13 g/cm ³
Densidad relativa	No determinado
Densidad de vapor	No aplicable
Tasa de evaporación	No aplicable
Solubilidad en agua	1090 g/l; 1:11 g/ml

Fuente: *Adaptado de (Fagron, 2019)*

2.3.3. Colorantes directos.

Estos colorantes son del tipo que se aplican directamente al sustrato textil en un baño neutro o alcalino. Además de presentar un bajo costo son utilizados generalmente en el teñido de fibras celulósicas como el algodón. Proporcionan tonos completos sobre algodón y lino sin la necesidad de aplicar mordientes, en el caso de que se lo realice desde una solución que contiene electrolitos como NaCl o Na₂SO₄. Esta clase de colorantes ofrece una gama completa de tonos, pero no son excepcionalmente brillantes, además, presenta la desventaja de no tener una buena solidez al lavado motivo por el cual se deben realizar algunos procesos posteriores para mejorar dicho aspecto. (Islam, 2012)

Su principal característica es la fácil aplicación en el tejido. Son solubles en agua en un rango de 5-200 g/l a temperatura de ebullición. También, se utiliza en el proceso de tinturado de papel y ciertos géneros textiles de piel. Inicialmente, la sustantividad fue atribuida a la formación de enlaces por valencias secundarias entre el colorante y la fibra celulósica, debido

al hecho de que las moléculas coplanares presentan mayor sustentividad que aquellas que no lo son. (Colindres, 2013)

Se pensaba que los colorantes con moléculas más planas se encontraban en contacto con la molécula lineal de celulosa a lo largo de toda la longitud de esta. Se planteó la formación de enlaces por puente de hidrógeno como una posible explicación. Sin embargo, posteriormente se consideró esto poco probable, debido a que tal enlazamiento resultaba improbable por la formación de una capa de agua entre la fibra y el colorante. En la actualidad, la teoría más persuasiva para el fenómeno de la sustentividad es que las moléculas de colorante son adsorbidas por las cavidades intermicelares de las fibras celulósicas y que, dentro de esas cavidades, las moléculas de colorante forman agregados. Debido a su tamaño, estos agregados son imposibles de ser extraídos completamente por lavado común, pues al ser tratados a temperatura ambiente no se lleva a cabo la solvatación de estos agregados. Por esta razón, el teñido no puede ser realizado a temperatura ambiente. (Colindres, 2013)

Los colorantes directos se clasifican generalmente en función de su comportamiento tintóreo o por su propiedad de solidez; y estas propiedades de solidez comprenden un rango muy amplio. No obstante, para muchos de ellos la solidez en húmedo no son buenas. Por esta razón, se realizan tratamientos posteriores diseñados para atenuar esta deficiencia. Aun cuando, es exacto decir que en conjunto los colorantes directos no presentan los más altos estándares de solidez al lavado, también es correcto decir que existe una gran variedad de aplicaciones para las cuales cada colorante individual tiene adecuadas propiedades de solidez. (Colindres, 2013)

2.3.3.1. Estructura química de los colorantes directos.

Iqbal (2008) menciona:

La mayoría de los colorantes que pertenecen a este grupo son compuestos azoicos sulfonados. Uno de los colorantes directos es el Diazamine Scarlet B, que presenta la siguiente estructura, misma que se observa en la **Figura 4**.

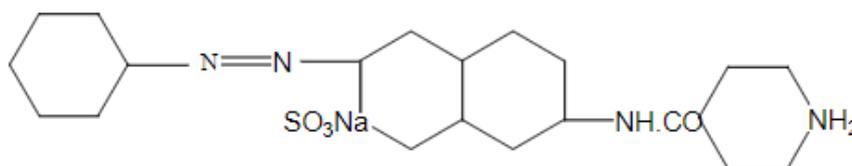


Figura 4. Estructura química de colorante directo Diazamine Scarlet B.
Fuente: (Iqbal, 2008)

Iqbal (2008) indica:

También estos colorantes pueden ser compuestos di-azoicas que están conformadas por el acoplamiento de bencidina diazotizada en los dos grupos amino con moléculas de ácido nafténico, como es el caso del colorante Diazo Brown 3RNA.CF .

Su estructura se presenta en la **Figura 5**.

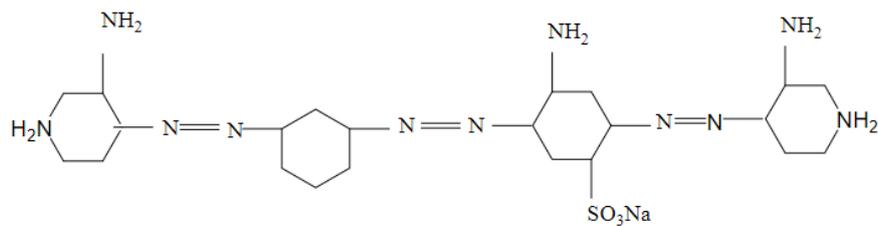


Figura 5. Estructura química de colorante directo Diazo Brown 3RNA.CF.

Fuente: (Iqbal, 2008)

Uno de los colorantes directos triazo de estructura simple y un miembro de la clase poliazo o tetrakis azo es el Chlorazol Brown GM y su estructura se presenta a continuación en la **Figura 6**.

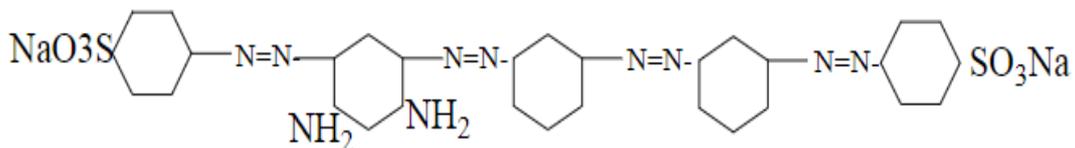


Figura 6. Estructura química de colorante directo Chlorazol Brown GM.

Fuente: (Iqbal, 2008)

Un grupo importante que forman parte de los colorantes directos son los derivados del estilbeno, como es el caso del difenil crisoína G, que está constituida de la siguiente estructura **Figura 7**.

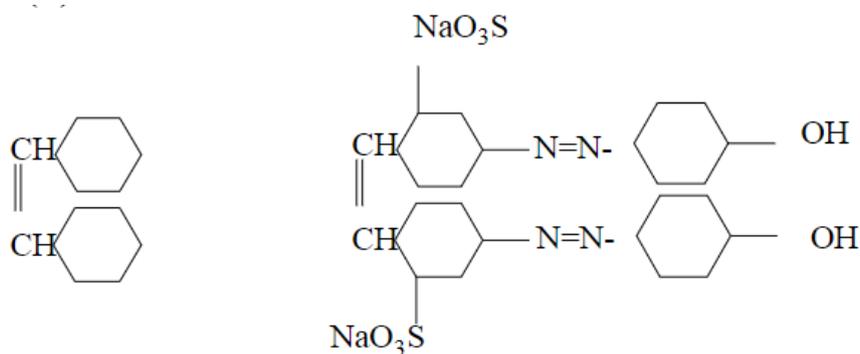


Figura 7. Estructura química de estilbeno y colorante directo difenil crisoína G.

Fuente: (Iqbal, 2008)

Además, existe un espécimen relevante de los colorantes tiazólicos que es la Primulina y se observa su estructura en la **Figura 8** que está a continuación:

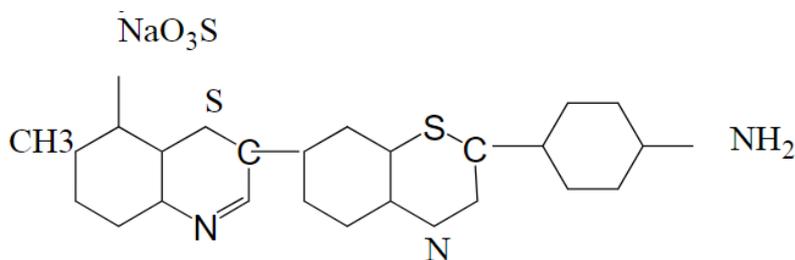


Figura 8. Estructura química de colorante directo tiazol
Fuente: (Iqbal, 2008)

2.3.3.2. Clasificación de colorantes directos.

La manera más común de agrupar a los colorantes directos se encuentra establecidas por sus características tintóreas que poseen y fundamentalmente en la afinidad de los colorantes entre sí, bajo determinadas condiciones de teñido. Existen 3 tipos:

a) Grupo A. Colorantes directos autorregulables

Los colorantes directos que pertenecen a este grupo poseen buenas propiedades de migración y son capaces de teñir uniformemente, aun cuando el electrolito sea aplicado al iniciar el proceso de tintura. Necesitan relativamente de grandes cantidades de sal para tener un buen agotamiento, es decir, para migrar casi en su totalidad, a partir del baño de tintura hacia el material; debido a su baja sustantividad. Además, estos colorantes tienen un peso molecular aproximadamente bajo, con 1 o 2 grupos azoicos y algunos grupos sulfónicos, por lo cual la solubilidad en agua incrementa. El agotamiento máximo se obtiene entre los 60-80°C. El electrolito interactúa de diferente manera, según sean éstos neutros o alcalinos. (Morales, 2014)

b) Grupo B. Colorantes directos controlables por medio de sal

Este tipo de colorante se caracterizan por sus propiedades de migración parcialmente malas y son perceptibles a la presencia de sal en el baño de tintura. Se utilizan en el tinturado uniforme por adición regulada de electrolito, por lo general se adiciona después de que el baño de tintura se encuentre en la temperatura de agotamiento. Tienen mayor peso molecular en comparación al grupo A y poseen menor cantidad de grupos sulfónicos. La temperatura de

agotamiento máxima comprende a los 80°C y 100°C. Cabe mencionar que, si la tintura se realiza sin la aplicación de sal, el agotamiento es menor. (Morales, 2014)

c) Grupo C. Colorantes directos controlables por medio de sal y temperatura

Este grupo posee bajas propiedades de migración, y su sustentividad mejora con el aumento progresivo de la temperatura. La velocidad de teñido es regulada por medio de la gradiente de temperatura, especialmente en las zonas donde el agotamiento actúa más rápidamente, de la misma manera controlando la adición de sal. Algunos colorantes de este conjunto necesitan menos cantidad de sal para lograr un buen agotamiento. Por lo regular se trata de colorantes poliazocicos, con pocos grupos sulfonato. Obteniendo el estado de equilibrio a temperaturas máximas de 100°C, alcanzado los 120-130°C, en las condiciones de tintura establecidas. (Morales, 2014)

2.3.3.3. Propiedades de los colorantes directos.

Estacio (2020) menciona que: los colorantes directos presentan ciertas características las cuales son las siguientes:

- ✓ Son solubles en agua y se aplican principalmente en la tintura por agotamiento
- ✓ Presentan sensibilidad a altas temperaturas, generalmente se trabaja a 80-90°C
- ✓ Son de naturaleza aniónica
- ✓ Generalmente se utiliza en fibras celulósicas y proteicas
- ✓ Requiere de electrolitos para el agotamiento al igual que los colorantes reactivos, pero en menor cantidad.
- ✓ El proceso de teñido se realiza en condiciones alcalinas o neutras
- ✓ Propiedades de solidez mediana, particularmente la solidez en húmedo
- ✓ Su propiedad de solidez mejora con el tratamiento posterior
- ✓ Poco utilizados y bajo costo. (pág. 29)

2.3.3.4. Proceso de teñido de algodón con colorantes directos.

La tintura de algodón con colorante directos se lleva a cabo a partir de la introducción del sustrato en el baño de tintura, el cual está formado por los auxiliares, el agua y el colorante a una temperatura de 30°C durante 10 min o de acuerdo con el tiempo de dosificación de los auxiliares y colorante. Posteriormente la temperatura sube a 95-100°C con una gradiente de 2 a 3°C/min, durante ese transcurso de tiempo agregar el electrolito en 3 proporciones, una vez agregado el electrolito mantener la temperatura 95-100°C durante 30-40min, Finalmente se disminuye la temperatura hasta los 60°C y se descarga. Se realiza los enjuagues al tejido como también el proceso de fijación con la finalidad de mejorar la calidad de solidez del tinturado del tejido. (Everlight Chemical Industrial Corporation, 2014)

2.3.3.5. Auxiliares.

Los productos o auxiliares químicos que se utilizan en el proceso de tinturado de fibras celulósicas como el algodón con colorantes directos son:

a) Humectante

Es un producto químico que se emplea en concentración standard de 1 a 2 g/L, sobre el material textil limpio sin descrudar (tejido de punto) o si el sustrato es compacto (hilados), si es de alto gramaje (tejido plano). Tiene como función permitir que el baño penetre con facilidad en el tejido. (Rodríguez B. , 2018)

b) Agente de descruce

Material químico que se emplea de 1 y 3 g/L cuando el tejido esta sin descruce, sucio o el tejido presenta mucho aceite de los procesos anteriores. Con la finalidad de eliminar impurezas que puedan ocasionar machas o defectos en el tejido. (Rodríguez B. , 2018)

c) Secuestrante

Sustancia química que se utiliza en el ablandamiento de la dureza de agua debido a su gran poder secuestrante frente a sales e hidróxidos, metales alcalinos, entre otros. La cantidad

que se emplea en el proceso de teñido varía entre 0,5 y 3 g/l. La dureza del agua debe encontrarse en un rango inferior a 10°F, para evitar que se presente problemas posteriores. (Rodríguez B. , 2018)

d) Agente de igualación

Auxiliar químico que mejora la afinidad de colorante por las fibras, de esta manera se logra un teñido uniforme. Es aplicado en un rango de 0,5-2 g/L. La cantidad de igualante puede variar de acuerdo con el tipo de colorante que se esté utilizando, una cantidad menor para la clase A y mayor para la clase B y C. (Rodríguez B. , 2018)

e) Lubricante

Es una sustancia química que se emplea entre 0,5-2 g/L de acuerdo a lo que el tejido requiere, es aplicado en los géneros textiles que tienden a quebrarse ya sea en consecuencia de su estructura como el equipo y la carga. (Rodríguez B. , 2018)

f) Fijador

Rodríguez, B (2018) menciona:

Se emplea en el post tratamiento de los materiales textiles, con la finalidad de fijar el colorante que se encuentra en la superficie del tejido y obtener una buena solidez al lavado y frote. (pág. 15)

2.3.4. Norma de resistencia a la tracción y elongación ISO 13934-2.

La norma ISO 13934-2:2014 establece una técnica para la determinación de la fuerza máxima de los tejidos de calada mediante el método de agarre. Este proceso consiste en la preparación de 5 muestras en sentido de trama y 5 muestras en sentido de urdimbre, las mismas que se encuentran sujetas en mordazas y se estiran a una velocidad constante hasta que desgarran registrando la fuerza máxima. Para la realización de esta prueba la probeta debe encontrarse a una temperatura de 20°C y 65% de humedad relativa. (Normalización, 2014)

Capítulo III

METODOLOGÍA.

3.1. Tipos de investigación

Los diferentes tipos de investigación aplicados son:

3.1.1. Investigación analítica.

Hernández (2017) sostiene que:

Es un proceso de investigación mediante el cual se realiza la separación y descomposición de un tema en sus diferentes partes o elementos para un posterior diagnóstico de las posibles causas, efectos y otros. Este análisis permite encontrar soluciones a los diferentes datos planteados. (pág. 6)

La investigación analítica será de importancia en este trabajo investigativo ya que se obtendrá diferentes datos de los ensayos de resistencia a la tracción y elongación de las muestras de tejido plano sometidas al proceso de desmontado, para realizar un análisis mediante la separación de información con el fin de exponer los resultados obtenidos.

3.1.2. Investigación experimental.

Universidad Agraria del Ecuador (2016) comenta que:

Este tipo de investigación consiste en someter un objeto o a un grupo de personas, a condiciones determinadas, estímulos o tratamientos, que permite la obtención de datos mediante la experimentación. Observar los efectos o reacciones que pueden originar dichas variables. (pág. 13)

La investigación se aplica con la finalidad de comprobar la veracidad de un enunciado hipotético mediante la observación y manipulación de la variable que actúa en el tejido plano 100% Co, al ser sometida a un tratamiento con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ en diferentes concentraciones.

3.2. Normas a aplicar

En la realización del proyecto se utilizará la siguiente norma:

3.2.1. Norma ISO 13934-2.

Para determinar la resistencia a la tracción y elongación que tiene el tejido plano 100% Co después de la aplicación de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ se utilizó la norma ISO 13934-2 para la determinación de la fuerza máxima de los tejidos de calada mediante el método de agarre, segunda edición.

Con la norma ISO 13934-2 se determina la resistencia del tejido después de ser sometida al proceso de desmontado; por lo cual se lleva a cabo el desarrollo del proceso en muestras de tejido plano 100% algodón, los especímenes a los que se aplicó 3g/L, 4g/L, 5g/L, 6g/L y 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. El tamaño de las muestras, materiales y proceso que se debe seguir se encuentra detallado en la norma.

3.3. Flujograma

A continuación, se presente diferentes diagramas para efectuar el trabajo investigativo.

3.3.1. Flujograma general.

En la **Figura 9** se describe el proceso para la obtención de la materia prima hasta el análisis del efecto en la resistencia a la tracción y elongación en la realización del proyecto.

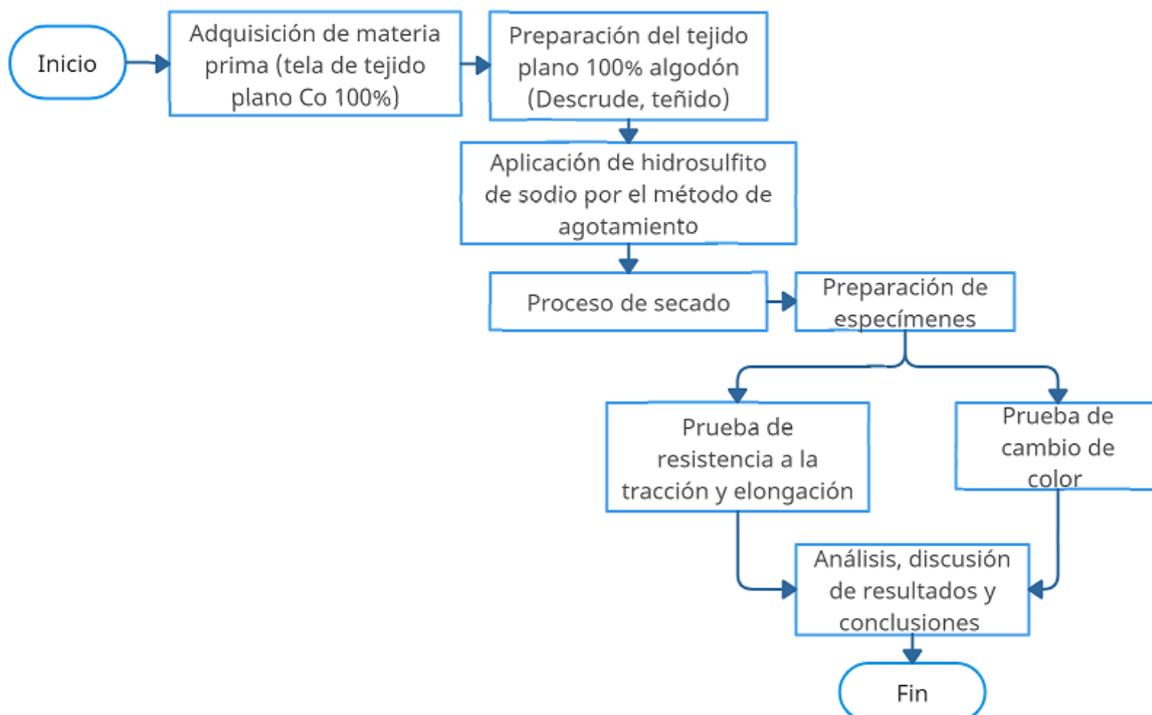


Figura 9. Flujograma general de procesos
Fuente: Propia

3.3.2. Flujograma muestral del proceso.

En la **Figura 10**, se describe las muestras tratadas a diferentes concentraciones de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$.

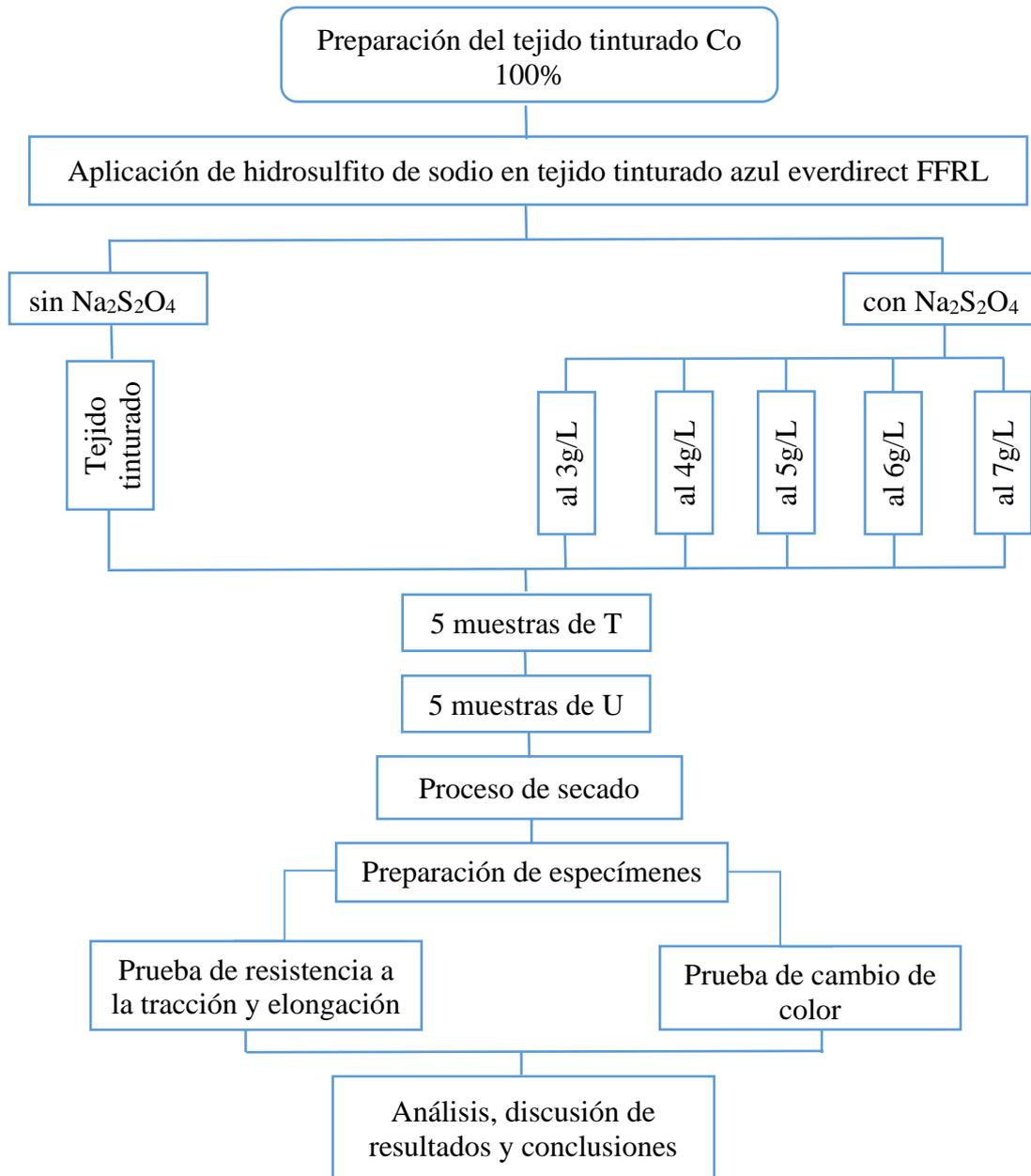


Figura 10. Flujograma muestral
Fuente: Propia

3.3.2.1. Descripción de proceso de flujograma muestral

- **Preparación del tejido tinturado 100% Co:**

El proceso inicia con la preparación del tejido tinturado 100% Co para posteriormente someter al proceso de desmontado con hidrosulfito de sodio.

- **Aplicación de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ en el tejido tinturado azul everdirect:**

Para llevar a cabo el procedimiento se establece 5 recetas de desmontado donde se varía el hidrosulfito de sodio, pero los demás productos se mantienen constantes en las 5 recetas. Posteriormente se realiza el tratamiento con hidrosulfito de sodio donde se aplica la curva de desmontado como se muestra en la **Figura 13**.

- **Proceso de secado:**

Una vez culminada el proceso de desmontado, se realiza un secado al ambiente, con la finalidad de que este proceso no interfiera en los resultados de resistencia a la tracción y elongación.

- **Preparación de especímenes:**

Una vez aplicado los procesos anteriores (desmontado y secado), se procede a preparar el tejido, cortando 5 muestras en sentido de la trama y 5 en sentido de la urdimbre, con una dimensión de 10 cm x 15 cm como lo indica la norma ISO 13934-2:2014. Por último, dichas muestras son sometidas a una prueba de resistencia a la tracción y elongación utilizando el dinamómetro. Como también se prepara las muestras para la lectura de color desmontado en el espectrofotómetro.

- **Análisis y discusión de resultados**

Los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio son analizados mediante el uso de herramientas estadísticas, con la finalidad de determinar la confiabilidad de los datos e interpretarlos mediante gráficos. De esta manera lograr conocer la receta de desmontado con hidrosulfito de sodio adecuado para el tejido plano de algodón 100%.

3.4. Equipos y materiales

Los equipos y materiales utilizados para la realización de los procesos que se llevan a cabo se describen a continuación:

En la **Tabla 3**, se indican los elementos empleados en el proceso de composición y caracterización del tejido.

Tabla 3.

Equipos del proceso de composición y caracterización

Equipos	Características
Cortadora circular	Se utiliza para determinar el gramaje de los tejidos como también para ensayos de abrasión y pilling
Balanza digital	Equipo de laboratorio que se utiliza para pesar los productos con mayor exactitud.
Mechero	Se utiliza en los laboratorios para calentar o combustionar muestras o reactivos químicos.
Vidrio reloj	Se utiliza para colocar los productos que se van a pesar o los residuos de un material.

Fuente: *Propia*

Nota: Los equipos de laboratorio que son utilizados en el proceso de composición y caracterización del tejido son previamente revisados y desinfectados.

3.4.1. Composición y caracterización de tejido.

A continuación, se detalla la composición y caracterización del tejido se realiza la prueba de combustión y el cálculo de gramaje que se presenta a continuación:

3.4.1.1. Prueba de combustión.

En la realización de la prueba de combustión se utilizó una muestra de 10x10 cm de tejido plano algodón 100%, para ello se siguió los siguientes pasos:

- ✓ Cortar una muestra de 10x10 cm de tejido.
- ✓ Extraer los hilos de trama y urdimbre, exponer al borde de la llama y observar su comportamiento.
- ✓ El hilo se consume de manera rápida y se percibe un olor similar a papel quemado.
- ✓ La ceniza presenta un color grisáceo.

A continuación, mediante la **Tabla 4**, se presenta las características de la prueba de combustión realizada.

Tabla 4.*Características de la muestra*

Fibra	Próxima de la llama	En la llama	Al retirar de la llama	Residuo	Olor
Algodón 100%	No se quema, ni se encoge	Se quema con rapidez	Continúa quemándose	Ceniza de color gris, sensible al tacto.	Papel quemado

Fuente: *Propia***Nota:** Según el comportamiento se deduce que es algodón 100%.

3.4.1.2. Densidad del tejido.

La densidad o gramaje de un tejido es el peso por metro cuadrado del tejido, para determinar la densidad se realiza los siguientes pasos:

- ✓ Colocar el tejido sobre una superficie plana.
- ✓ Se realiza el corte de 5 muestras de tela en forma escalonada con la cortadora circular.
- ✓ Pesar cada una de las muestras.
- ✓ Calcular el promedio de las 5 muestras
- ✓ Multiplicar por 100 el promedio obtenido anteriormente.
- ✓ Finalmente, el gramaje es el resultado obtenido.

En la **Tabla 5**, se muestra los pesos obtenidos de cada una de las muestras para determinar el gramaje en m².

Tabla 5.*Peso de muestras*

Muestras	Peso g
Muestra 1	1,0666
Muestra 2	1,0707
Muestra 3	1,0666
Muestra 4	1,0409
Muestra 5	1,0566
Total	106,028 g/m ²

Fuente: *Propia*

- **Títulos de tejido**

El cálculo se lleva a cabo mediante el peso promedio de los 5 hilos en sentido de trama y urdimbre con una longitud de 1 metro, los pesos se indican en la **Tabla 6**.

Tabla 6.

Número de muestras y peso de hilos de trama y urdimbre

	Trama	Urdimbre
Muestra	Peso g	Peso g
1	0,04	0,03
2	0,04	0,03
3	0,04	0,03
4	0,04	0,03
5	0,04	0,03
Promedio	0,04	0,03

Fuente: *Propia*

Fórmula de título Ne (Trama)

$$Ne = 0,5906 \frac{L}{P}$$

$$Ne = 0,5906 \frac{1m}{0,04} = 14,75$$

Fórmula de título Ne (Urdimbre)

$$Ne = 0,5906 \frac{L}{P}$$

$$Ne = 0,5906 \frac{1m}{0,03} = 19,67$$

En la **Tabla 7**, se especifican los materiales y equipos para el proceso de descruce del tejido plano 100% algodón.

Tabla 7.

Equipos para el proceso de descruce

Equipos	Características
Balanza digital	Equipo de laboratorio que se utiliza para pesar los productos con mayor exactitud.
Máquina de prelavados	Se utiliza para realizar procesos textiles como descruce, blanqueo, tinturado, entre otros.
Vidrio reloj	Se utiliza para colocar los productos que se van a pesar o los residuos de un material.
Caldero	Suministra energía a la máquina de prelavados.

Fuente: *Propia*

Nota: Los equipos de laboratorio que son utilizados en el proceso de descruce del tejido son previamente revisados y desinfectados.

- **Descruce**

Es un proceso donde se realiza una saponificación o emulsificación de impurezas del material textil como grasas, ceras, entre otras. Remueve parte del color natural del mismo, facilitando la obtención de un material adecuado para los procesos posteriores.

- **Parámetros del proceso**

Relación de baño: se denomina el volumen de agua que se utiliza con respecto al peso del material textil. La relación de baño que se aplicada en el proceso es 1:10, que quiere decir que, por un kilogramo de fibra 10 litros de agua.

Temperatura: es un factor importante que se toma en cuenta en los procesos textiles como descruce, blanqueo y tinte de fibras, debido a que la diferencia de temperaturas puede ocasionar defectos en el sustrato textil y originar inconvenientes en los procesos posteriores. La temperatura que se aplica en el descruce y blanqueo es de 80°C para fibras celulósicas.

- **Auxiliares del proceso de descruce**

En la **Tabla 8**, se detallan los auxiliares y concentraciones que se emplean en el proceso de descruce con un peso material de 594 g y una relación de baño de 1:20.

Tabla 8.

Auxiliares del proceso de descruce

Auxiliares	g/L	Total g
Detergente	2	23,76
Humectante	0,4	4,752
Hidróxido de sodio (NaOH)	2,4	28,512
Ácido fórmico	0,33	3,92

Fuente: Propia

Nota: La concentración de los auxiliares aplicados en el proceso son determinados de acuerdo a las fichas técnicas.

- **Proceso de descruce**

- ✓ Pesar el sustrato
- ✓ Calcular la cantidad de auxiliares con respecto a la relación de baño
- ✓ Cargar agua en la máquina de acuerdo con la relación de baño (1:20)
- ✓ Dosificar los auxiliares en el baño de agotamiento a 40°C
- ✓ Mantener a 80°C por 40 minutos y botar el baño
- ✓ Enjuague
- ✓ Neutralizado

- **Curva de proceso de descruce**

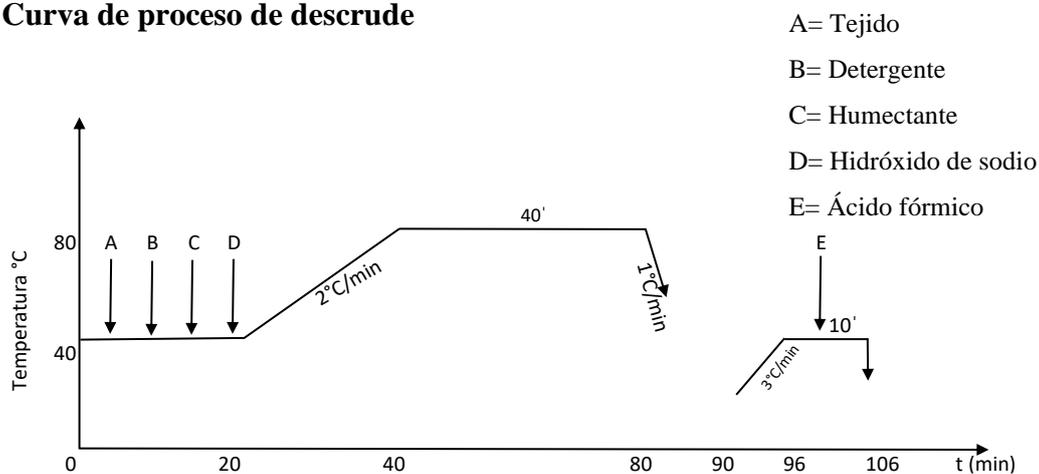


Figura 11. Curva de proceso de descruce

Fuente: Propia

3.4.2. Dinamómetro.

Para la prueba de resistencia a la tracción y elongación de las muestras de tejido plano de algodón 100% se utilizó el dinamómetro TITAN 5 MODELO 1410 del laboratorio de la Planta Académica Textil, ya que es una herramienta que permite medir las variaciones de resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano, la cual se produce al encontrarse sometida a una fuerza externa, dando como resultado la ruptura del tejido.

Es un equipo textil que se puede aplicar tanto a tejidos, hilos y cuero, dependiendo de la norma que se utilice en la realización del ensayo. Mediante estas pruebas se determina la calidad del textil.

3.4.3. Preparación de muestras de tejido para la prueba de resistencia a la tracción y elongación.

En esta investigación se utiliza tejido plano 100% algodón, en donde las dimensiones y el número de muestras están establecidas de acuerdo a la norma 13934-2: 2014 señala que: la dimensión de las muestras debe tener un ancho y largo de 100x150 mm, con un total de 5 muestras tanto en sentido de trama como de urdimbre que son tomadas en forma escalonada, mismas que posteriormente son colocadas en las mordazas del dinamómetro para la respectiva realización de la prueba (Resistencia a la tracción y elongación).

3.4.4. Colorante directo

El tipo de colorante directo que se utiliza en el proceso se describe a continuación:

3.4.4.1. Colorante everdirect.

Este colorante se aplica en la presente investigación debido a su amplio uso en el teñido de fibras celulósicas como el algodón. Reaccionan a altas temperaturas y se tintura en un pH neutro o alcalino.

En la **Tabla 9**, se especifican los materiales y equipos que se utilizan en el proceso de tintura del tejido de algodón 100%.

Tabla 9.*Equipos y materiales para el proceso de tintura*

Equipos	Características
Balanza digital	Equipo de laboratorio que se utiliza para pesar los productos con mayor exactitud.
Máquina de prelavados	Se utiliza para realizar procesos textiles como descruce, blanqueo, tinturado, entre otros.
Vidrio reloj	Se utiliza para colocar los productos que se van a pesar.
Caldero	Suministra energía a la máquina de prelavados.
Termómetro	Se utiliza para medir la temperatura de un cuerpo.
Papel pH	Permite medir que tal alta es la concentración de iones de hidrógeno.
Auxiliares	Ayuda a mejorar el aspecto, calidad del tejido.
Colorante everdirect	Sustancia que confieren una tonalidad a la tela.

Fuente: *Propia*

Nota: Los equipos de laboratorio que son utilizados en el proceso de tintura del tejido son previamente revisados y desinfectados.

- **Variables y parámetros**

Para el proceso de tinturado con colorantes everdirect se toma en cuenta variables como: la R:B, temperatura y pH. El proceso teñido inicia a 30°C con un pH neutro. El proceso de agotamiento del colorante se realiza a 95°C y se mantiene en un pH neutro.

En la **Tabla 10**, se indican los auxiliares y concentraciones que se aplican en el proceso de tintura.

Tabla 10.

Auxiliares del proceso de tintura

Auxiliares	g/L	%	Total, g
Secuestrante	0,5		5,5
Igualante	0,5		5,5
Colorante everdirect azul FFRL		4	22
Electrolito	10		110
Fijador AV FIX		2	11

Fuente: Propia

Nota: La concentración de los auxiliares aplicados en el proceso son determinados de acuerdo a las fichas técnicas.

▪ **Proceso de tinturado**

- ✓ Pesar el sustrato
- ✓ Calcular la cantidad de auxiliares con respecto a la relación de baño
- ✓ Cargar agua en la máquina de acuerdo con la relación de baño (1:20)
- ✓ Colocar los auxiliares y colorante en el baño de agotamiento a 30°C
- ✓ Subir la temperatura a 95°C
- ✓ Enjuague
- ✓ Fijado

▪ **Curva de proceso**

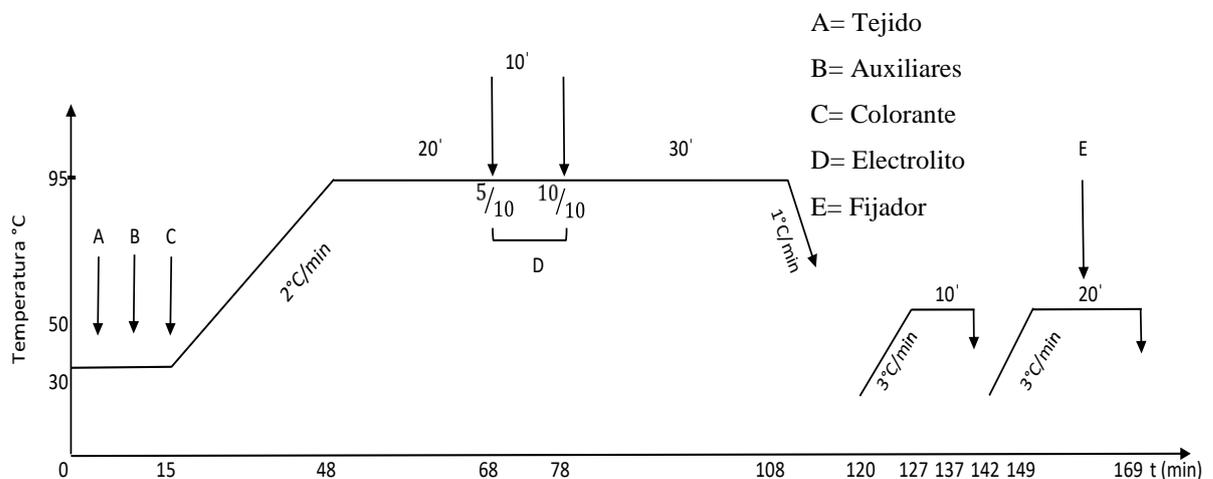


Figura 12. Curva de tintura colorante everdirect dyes

Fuente: Propia

3.4.5. Auxiliares y variables de desmontado

En el proceso de desmontado con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, también se aplica el hidróxido de sodio, la interacción de estos dos auxiliares permite realizar un mejor tratamiento al sustrato textil, es decir que ayuda a una mayor eliminación de colorante. Además, es importante controlar las siguientes variables como: temperatura y tiempo. La temperatura de trabajo depende del agente de desmontado que se utilice y el tiempo no puede sobrepasar o debe ser similar al tiempo de duración del proceso de teñido que es de 1 hora, ya que el desmontado es un reproceso.

3.4.6. Hidrosulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)

El hidrosulfito de sodio es una sustancia química que se utiliza en procesos industriales, ya que sirve como un destructivo de cuerpo cromóforos por lo cual se aplica en esta investigación, en la **Tabla 11** **Tabla 12** **Tabla 13** **Tabla 14** y **Tabla 15** se detallan las diferentes concentraciones con la que se trabaja en las muestras de tejido plano 100% algodón con un peso de 4,30 g y una relación de baño 1:10

Tabla 11.

Receta # 1 con hidrosulfito de sodio a 3 g/L

Producto	g/L	Total g
Hidrosulfito de sodio	3	0,12
Hidróxido de sodio	3	0,12
Ácido fórmico	0,3	0,012

Fuente: *Propia*

Nota: Se muestran los auxiliares empleados en el proceso de desmontado aplicando 3 g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

Tabla 12.

Receta # 2 con hidrosulfito de sodio a 4 g/L

Producto	g/L	Total g
Hidrosulfito de sodio	4	0,17
Hidróxido de sodio	3	0,12
Ácido fórmico	0,3	0,012

Fuente: *Propia*

Nota: Se muestran los auxiliares empleados en el proceso de desmontado aplicando 4 g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

Tabla 13.*Receta # 3 con hidrosulfito de sodio a 5 g/L*

Producto	g/L	Total g
Hidrosulfito de sodio	5	0,21
Hidróxido de sodio	3	0,12
Ácido fórmico	0,3	0,012

Fuente: *Propia***Nota:** Se muestran los auxiliares empleados en el proceso de desmontado aplicando 5 g/L de Na₂S₂O₄**Tabla 14.***Receta # 4 con hidrosulfito de sodio a 6 g/L*

Producto	g/L	Total g
Hidrosulfito de sodio	6	0,25
Hidróxido de sodio	3	0,12
Ácido fórmico	0,3	0,012

Fuente: *Propia***Nota:** Se muestran los auxiliares empleados en el proceso de desmontado aplicando 6 g/L de Na₂S₂O₄**Tabla 15.***Receta # 5 con hidrosulfito de sodio a 7 g/L*

Producto	g/L	Total, g
Hidrosulfito de sodio	7	0,30
Hidróxido de sodio	3	0,12
Ácido fórmico	0,3	0,012

Fuente: *Propia***Nota:** Se muestran los auxiliares empleados en el proceso de desmontado aplicando 7 g/L de Na₂S₂O₄

- **Proceso de desmontado**

Para el proceso de desmontado se realiza el siguiente proceso

- ✓ Pesar el sustrato
- ✓ Calcular la cantidad de auxiliares con respecto a la relación de baño
- ✓ Cargar agua en la máquina de acuerdo con la relación de baño (1:20)

- ✓ Colocar los auxiliares en el baño de desmontado a 60°C
- ✓ Mantener la temperatura a 90°C por una hora y botar baño
- ✓ Enjuague
- ✓ Neutralizado

▪ **Curva de proceso de desmontado**

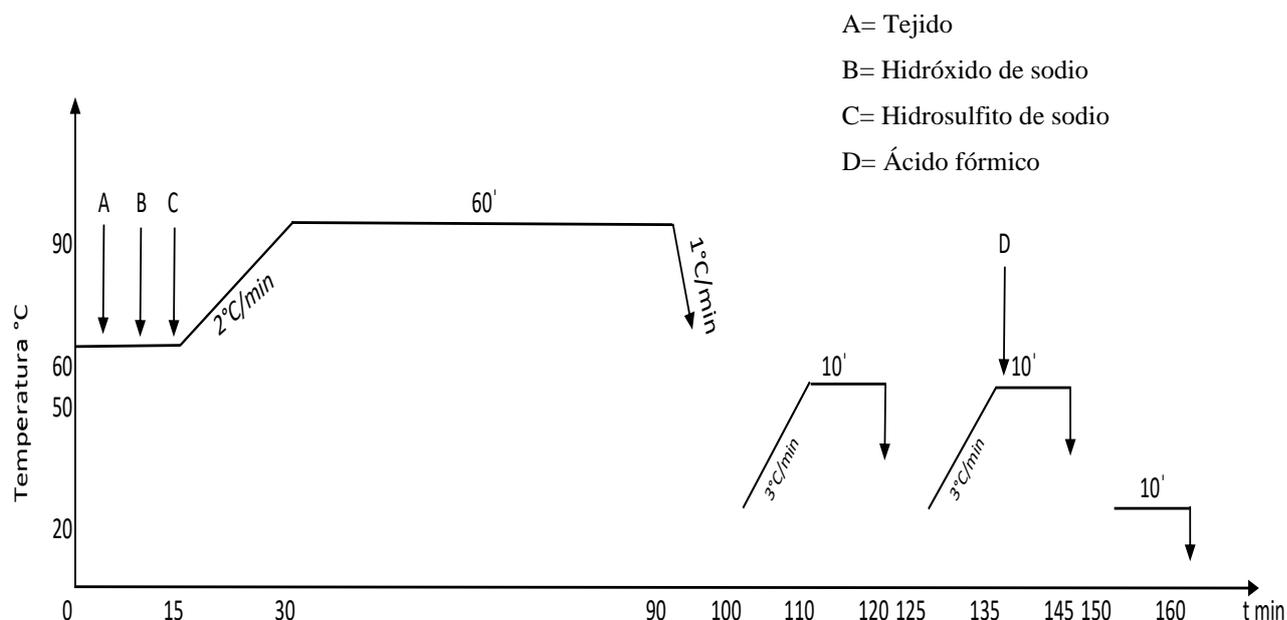


Figura 13. Curva de desmontado
Fuente: Propia

3.5. Pruebas de laboratorio

La prueba a realizar al tejido después del proceso de desmontado es la siguiente:

3.5.1. Prueba de resistencia a la tracción y elongación

Para efectuar la prueba de resistencia a la tracción y elongación se utilizó la norma ISO 13934-2:2014 para la determinación de la fuerza máxima por el método de agarre, indica que una probeta de tejido es fijada a las mordazas del equipo, mismas que tienen dimensiones específicas y es sometida a un alargamiento a una velocidad constante hasta llegar a un punto de rotura.

Se sigue el procedimiento indicado en la norma ISO 13934-2:2014, para ello se cortan las probetas en sentido de urdimbre como de trama, las muestras tienen una dimensión 100 mm ± 2mm de ancho y su longitud debe ser suficiente para permitir una longitud de ensayo de 100

mm \pm 2mm, son sometidas a una velocidad constante de alargamiento de 50 mm/min, con una exactitud del \pm 10%.

3.5.2. Prueba de cambio de color

Para la prueba del cambio de color se hace uso del espectrofotómetro DATACOLOR del laboratorio de la planta académica Textil, para ello, se coloca la muestra en el orificio que se encuentra en la parte frontal de la máquina, siendo sostenida por el brazo, permitiendo así que la muestra se ilumine y se pueda medir la luz reflejada de cada una de las probetas ensayadas.

La prueba de cambio de color se realizó a la muestra tinturada de color azul como muestra 0 y las probetas desmontadas de hidrosulfito de sodio a concentraciones de 3g/L, 4g/L, 5g/L, 6/L y 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Permitiendo de esa manera realizar la comparativa de los especímenes con los datos obtenidos que se indica posteriormente.

Capítulo IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Se señalan los resultados obtenidos de la prueba de cambio de color y resistencia a la tracción y elongación de las muestras: tinturada y desmontada, de acuerdo con la normativa utilizada. Con la finalidad de realizar el análisis de varianza, normalidad de los datos y definir la confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación mediante el programa estadístico PAST 4, tablas y gráficos.

4.1. Resultados

Una vez culminado los ensayos se obtuvo los siguientes resultados.

4.1.1. Resultados de la resistencia a la tracción y elongación

Se realizó el ensayo de medición de resistencia a la tracción y elongación de las muestras en tinturado y desmontado con hidrosulfito de sodio a (3, 4, 5, 6 y 7) g/L, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 16.

Resultados de resistencia a la tracción y elongación en tejido teñido

Probeta	Urdimbre		Trama	
	Resistencia tracción tinturada (N)	Elongación tinturada (%)	Resistencia tracción tinturada (N)	Elongación tinturada (%)
1	193,18	31,72	209,95	27,3
2	202,89	31,02	220,4	27,64
3	216,92	31,39	241,47	26,04
4	200,91	29,77	207,93	26,79
5	184,21	30,61	210,7	26,6
Media	199,62	30,9	213,97	26,87

Fuente: Propia

En la **Tabla 16**, se presentan los valores de resistencia a la tracción y elongación de las 5 probetas del tejido plano tinturado, en un rango de 184,21 a 216,92 N en urdimbre y 207,93

a 220,4 N en trama. Obteniendo como media 199,62 N y 30,9% en urdimbre y 213,97 N y 26,87% en trama.

En la **Tabla 17** y **Tabla 18**, se indican los resultados de resistencia a la tracción expresado en Newton y la elongación en (%) del tejido plano desmontado a 3, 4, 5, 6 y 7 g/L de hidrosulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), 5 en sentido de trama y 5 en sentido de urdimbre.

Tabla 17.

Resultados de resistencia a la tracción y elongación de tejido desmontado a 3, 4 y 5 g/L de ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)

Probeta	Urdimbre		Trama		Urdimbre		Trama		Urdimbre		Trama	
	R.T. D.	E. D.										
	3g/L (N)	3g/L (%)	3g/L (N)	3g/L (%)	4g/L (N)	4g/L (%)	4g/L (N)	4g/L (%)	5g/L (N)	5g/L (%)	5g/L (N)	5g/L (%)
1	197,5	30,6	220,1	24,5	188,7	29,9	216,7	25,0	180,0	29,1	213,3	25,5
2	200,9	30,8	215,2	26,7	193,3	30,8	217,8	26,4	185,6	30,7	220,5	26,1
3	185,1	29,2	223,6	26,1	191,7	28,8	209,0	25,6	198,3	28,4	194,4	25,2
4	198,5	30,2	195,9	24,	193,8	28,9	202,9	25,1	189,1	27,6	209,9	25,8
5	190,7	28,7	195,7	25,1	177,7	27,9	202,8	24,2	164,8	27,1	209,8	23,4
Media	194,5	29,9	210,1	25,4	189,0	29,2	209,8	25,3	183,6	28,6	209,6	25,2

Fuente: Propia

Nota: En la siguiente tabla se presentan las siguientes abreviaturas que son: **R.T:** resistencia a la tracción, **E:** elongación, **N:** newton y **D:** desmontado

En **Tabla 17**, se observan los datos de resistencia a la tracción y elongación de las 5 probetas del tejido plano desmontado, los cuales oscilan en un rango de 185N a 200,94 N y 1995N a 220,17N(3g/L), 177,78N a 193,85N y 202,89N a 217,86N(4g/L), 164,86N a 198,31N y 194,48N a 213,39N(5g/L). Obteniendo los siguientes valores promedios 194,57N y 29,96% en urdimbre y 210,14N y 25,42% en trama, 189,09 N con una elongación de 29,29% en

urdimbre y 209,89N con elongación de 25,32% en trama, 183,61N, elongación de 28,63% en urdimbre y 209,64N, elongación de 25,23% en trama.

Tabla 18.

Resultados de resistencia a la tracción y elongación de tejido desmontado a 6 y 7 g/L de (Na₂S₂O₄)

Probeta	Urdimbre		Trama		Urdimbre		Trama	
	R. T. D. 6g/L (N)	E. D. 6g/L (%)	R. T. D. 6g/L (N)	E. D. 6g/L (%)	R.T. D. 7g/L (N)	E. D. 7g/L (%)	R.T. D. 7g/L (N)	E. D. 7g/L (%)
1	177,23	27,81	214,75	24,68	174,43	26,49	216,1	23,78
2	196,07	29,38	225,96	24,44	206,47	28	231,41	22,96
3	178,36	28,41	202,44	25,17	158,41	28,42	210,4	25,13
4	174,31	28,03	207,32	24,57	159,43	28,38	204,68	23,34
5	176,73	27,36	178,47	24,25	188,59	27,55	147,06	25,08
Media	180,54	28,2	205,79	24,64	177,47	27,77	201,93	24,06

Fuente: Propia

Nota: En la siguiente tabla se presentan las siguientes abreviaturas que son: **R.T:** resistencia a la tracción, **E:** elongación, **N:** newton y **D:** desmontado

En **Tabla 18**, se detallan los datos de resistencia a la tracción y elongación de las 5 probetas del tejido plano desmontado, los cuales oscilan en un rango de 174,31N a 196,07 N y 178N a 225,96N(6g/L), 158,41N a 206,47N y 147,06N a 231,41N(5g/L). Obteniendo como valores promedios 180,54N y 28,2% en urdimbre y 205,79N y 24,64% en trama, 177,47 N con una elongación de 27,77% en urdimbre y 201,93N con elongación de 24,06% en trama.

4.1.2. Resumen general de resultados de cambio de color

En la **Tabla 19**, se observa un resumen de los resultados obtenidos de la prueba de cambio de color que se realizaron a las probetas desmontadas en el espectrofotómetro.

Tabla 19*Resumen general de resultados de cambio de color*

Standard	L	a	b	C	H	Decmc
Color azul everdirect	34.65	4.07	-36.15	36.38	276.42	0
Concentración g/L	DL	Da	Db	DC	DH	Decmc
3	6.24	-1.01	3.71	-3.79	-0.62	3.79
4	11.30	-4.54	6.08	-6.30	-4.22	7.80
5	11.41	-5.51	6.02	-6.21	-5.29	8.13
6	14.64	-4.49	7.19	-7.41	-4.10	9.51
7	17.02	-4.75	10.05	-10.27	-4.26	11.22

Fuente: *Propia*

Nota: En la presente tabla se detalla las siguientes abreviaturas que representan: **L:** luminosidad, **a:** coordenadas de rojo/verde, **b:** coordenadas de amarillo/azul, **C:** grado de pureza, **H:** matiz, **DL:** diferencia de luz y oscuridad, **Da:** diferencia en rojo y verde **Db:** diferencia en amarillo y azul, **DE:** diferencia total de color.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las muestras desmontadas en comparación a la muestra estándar o tinturada en la **Tabla 19**, se puede observar que presentan variaciones en los valores en los diferentes factores como:

DL= la diferencia de luminosidad es evidente en los resultados obtenidos mediante el espectrofotómetro, indicado como valor mínimo 6,24 y como valor máximo 17,02. Siendo así que existe una mayor variación en la muestra que tiene mayor concentración de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$.

Da= La escala de rojo/verde presenta una variación significativa dado que, el valor máximo es de -5,51 existiendo un mayor tono de verde. Mientras que el mayor mínimo es -1,01 presentado un menor todo de verde. En cuanto la muestra estándar tiene un valor de 4,07 existiendo un tono rojo.

Db= La escala de amarillo/azul indica valores de -10,27 como máximo teniendo a tener un tono azul y -3,79 como mínimo existiendo un menor tono azul.

De= La diferencia de color indica que existe una variación significativa de la muestra estándar en comparación a las muestras desmontadas. Obteniendo como valor máximo de 11,22 donde

se aplicó 7g/L de Na₂S₂O₄ presentado mayor cambio en la tonalidad de la muestra en comparación a la muestra standard. Mientras que se tiene un valor mínimo de 3,79 en la muestra de 3g/L de Na₂S₂O₄ existiendo un mínimo cambio en la tonalidad con respecto a la muestra tinturada.

4.1.3. Resumen general de resultados de resistencia a la tracción y elongación

En la **Tabla 20**, se detalla un resumen de los resultados de la prueba de resistencia a la tracción y elongación que se realizaron a las 60 probetas de tejido plano 100% algodón, se toma los promedios resultantes de cada muestra.

Tabla 20.

Resumen general de resultados de resistencia a la tracción y elongación

Concentración Na ₂ S ₂ O ₄ g/L	Urdimbre		Trama	
	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
0	199,62	30,9	213,97	26,87
3	194,57	29,96	210,14	25,42
4	189,09	29,29	209,89	25,32
5	183,61	28,63	209,64	25,23
6	180,54	28,2	205,79	24,64
7	177,47	27,77	201,93	24,06

Fuente: *Propia*

Nota: En la presente tabla se detalla los resultados de las muestras sin aplicar Na₂S₂O₄ y las muestras a las que se aplicó Na₂S₂O₄.

En la tabla 20, se observa que el tejido plano 100% algodón teñido presenta una resistencia a la tracción del tejido tinturado de 199,62 N en urdimbre de título 19,67 Ne y una elongación de 30,9 %. Mientras que la trama tiene 213,97 N de título 14,75 Ne y una elongación de 26,87%, donde también se aprecia que el tejido plano presenta una disminución de resistencia a la tracción y elongación dependiendo de la cantidad de hidrosulfito que se aplica en el proceso.

4.2. Discusión de resultados

Una vez finalizada las pruebas y tabulación de resultados, se valida los datos obtenidos para establecer el grado de confiabilidad mediante el programa estadístico PAST 4. En la misma se realiza el análisis de varianza, test de normalidad y confiabilidad.

4.2.1. Análisis de la varianza

Arteaga, (2022) señala: “El análisis de varianza, es una herramienta estadística que permite determinar si existe una dispersión estadística significativa de dos o más datos obtenidos de las pruebas aplicadas, utilizando únicamente las medias.”

El análisis estadístico de la varianza se realiza una vez culminada la prueba de resistencia a la tracción y elongación en el dinamómetro, se obtiene los resultados de cada muestra, los mismos que son ingresados al programa PAST 4, obteniendo la siguiente información que se presenta en la **Tabla 21**, donde se realiza el análisis de las medias de las 60 probetas tanto tinturadas como de las muestras desmontadas, en sentido de trama y en sentido de urdimbre.

Tabla 21.

Análisis de la varianza de los resultados obtenidos

	R.T (N) T	E (%) T	R.T (N) D 3g/L	E (%) D3g/L	R.T(N) D4g/L	E (%) D4g/L	R.T(N) D5g/L	E (%) D5g/L	R.T(N) D6g/L	E (%) D6g/L	R.T (N) 7g/L	E (%) D7g/L
N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Min	199,62	26,87	194,57	25,42	189,09	25,32	183,61	25,23	180,54	24,64	177,47	24,06
Max	213,97	30,90	210,14	29,96	209,89	29,29	209,64	28,63	205,79	28,20	201,93	27,77
Sum	413,59	57,77	404,71	55,38	398,98	54,61	393,25	53,86	386,33	52,84	379,40	51,83
Mean	206,80	28,89	202,36	27,69	199,49	27,31	196,63	26,93	193,17	26,42	189,70	25,92
Std. error	7,18	2,02	7,79	2,27	10,40	1,99	13,02	1,70	12,63	1,78	12,23	1,86
Varian ce	102,96	8,12	121,21	10,31	216,32	7,88	338,78	5,78	318,78	6,34	299,15	6,88
Stand. dev	10,15	2,85	11,01	3,21	14,71	2,81	18,41	2,40	17,85	2,52	17,30	2,62
Coeff. var	4,91	9,87	5,44	11,59	7,37	10,28	9,36	8,93	9,24	9,53	9,12	10,12

Fuente: Propia

Nota: En la siguiente tabla se presentan las siguientes abreviatuaras que son: **R.T:** resistencia a la tracción, **E:** elongación, **N:** newton y **D:** desmontado

Mediante la **Tabla 21**, se plasma la resistencia a la tracción (N) y elongación (%) de la muestra teñida con una dispersión de datos de 4,907% y 9,865%. Mientras que en la muestra desmontada a 3g/L de Na₂S₂O₄, presenta una dispersión de 5,44% y 11,59%. Al tratar con 4g/L tiene una variación de 7,37% y 10,28%. A 5g/L existe una dispersión de 9,36% y 8,92%. A 6g/L presenta un 9,24% y 9,52%. A 7g/L refleja un 9,11% y 10,12%. Dando como resultado que existe mayor dispersión de datos en las muestras desmontadas con respecto a la muestra tinturada.

4.2.2. Normalidad de los datos

Platas, (2021) menciona:

El test de normalidad es un material estadístico utilizado para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos de pruebas o prácticas realizadas mediante la aplicación de diferentes métodos de normalidad. Es decir, si una serie de datos se acopla a una distribución normal para establecer la probabilidad de que una variable del conjunto de datos se distribuya normalmente. (pág. 13)

En la **Tabla 22**, se plasma el análisis de normalidad de los resultados obtenidos, con el fin de establecer el grado de confiabilidad de los datos atribuidos del ensayo realizado a las diferentes probetas, resumiendo en lo siguiente.

Tabla 22.

Test de normalidad de los resultados

	Resistencia tracción (N) U	Elongación (%) U	Resistencia tracción (N) T	Elongación (%) T
N	6	6	6	6
Shapiro-Wilk W	0,9581	0,9657	0,935	0,9301
p(normal)	0,8048	0,8625	0,6196	0,5809
Anderson-Darling A	0,1887	0,1749	0,3245	0,3242
p(normal)	0,8242	0,8668	0,3922	0,3929
p(Monte Carlo)	0,8808	0,921	0,4265	0,4326
Lilliefors L	0,1752	0,1643	0,2692	0,2646
p(normal)	0,8162	0,8807	0,1899	0,2103
p(Monte Carlo)	0,8311	0,8959	0,1935	0,2169
Jarque-Bera JB	0,5116	0,4574	0,323	0,3665
p(normal)	0,7743	0,7956	0,8509	0,8325
p(Monte Carlo)	0,5939	0,6576	0,8327	0,7737

Fuente: Propia

En el test de normalidad realizada se observa que de acuerdo con los diferentes métodos como: Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L, Jarque-Bera JB y p (normal) son $P > 0,05$, obteniendo el 95% de confiabilidad de los datos derivados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación alcanzado la confiabilidad en los resultados investigados.

4.2.3. Análisis de resultados

El análisis de resultados se lleva a cabo mediante gráficos obtenidos del programa estadístico PAST 4 y Excel, mismas que se presentan a continuación:

- **Análisis general de cambio de color (DE) mediante gráfico de líneas**

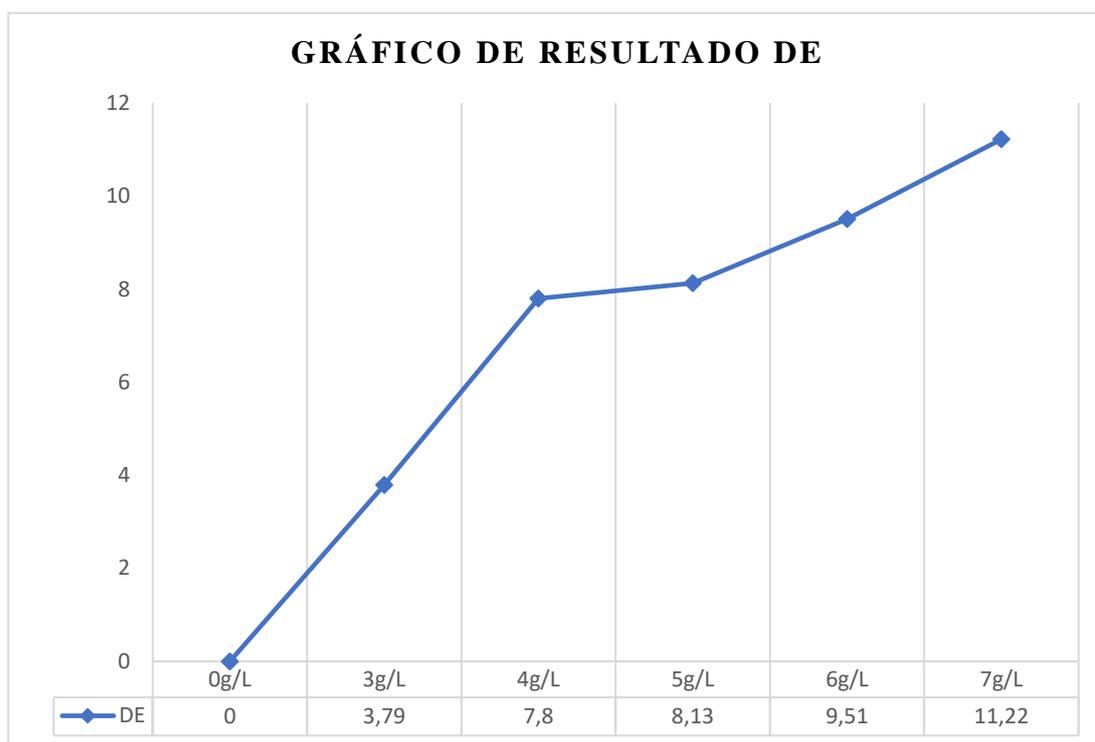


Figura 14. Gráfico general de la prueba de cambio de color (DE)

Fuente: Propia

Nota: En la siguiente figura se presenta la siguiente abreviatura **DE**: diferencia de color

En la **Figura 14**, se observa la diferencia de color que existe entre la muestra teñida y las muestras desmontadas a las que se aplicó un tratamiento con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ a diferentes concentraciones. Obteniendo los siguientes resultados, inicialmente la muestra tinturada presenta un valor de 0 en DE, mientras que al aplicar 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ se tiene un valor de 3,79, al tratar con 4g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una diferencia de color de 7,8. Con una concentración de 5g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presenta un cambio de tonalidad de 8,13, al aplicar 6g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ indica un valor de 9,51 en DE. Finalmente, al tratar con 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ tiene una diferencia de color de 11,22, determinando que existe una variación significativa en DE, por ende, si presenta un desmontado de color con respecto a la muestra tinturada.

- **Análisis general de resistencia a la tracción y elongación mediante el Graph**

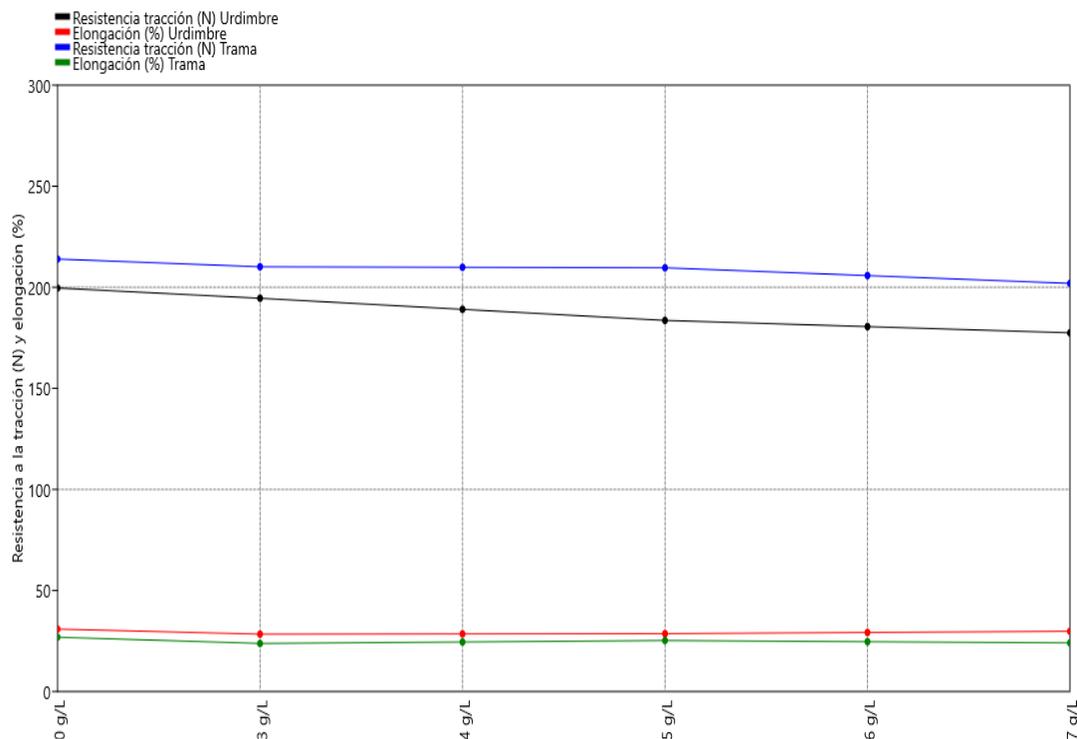


Figura 15. Gráfico de resultados generales de resistencia a la tracción y elongación
Fuente: Propia

En la **Figura 15**, se detalla en el eje “Y” los valores de resistencia a la tracción (N) y elongación (%) en el eje “X” se presenta la cantidad de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ que se aplicó en las muestras. Como se puede observar en la figura 15, se utiliza diferentes colores que representan las variables que se están analizando después de que las muestras fueron sometidas a las pruebas de resistencia a la tracción y elongación. Dando como resultado que la línea de color negro indica la resistencia a la tracción del en urdimbre, el cual presenta una variación máxima y mínima de 199,62 N de 30,9% elongación y 177,47 N con 27,77% de elongación. La línea de color azul representa la resistencia a la tracción de la trama, mismo que muestra el valor máximo y mínimo de 213,97 N, con una elongación del 26,87% y 201,93 N y una elongación de 24,06% conforme a la cantidad de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ aplicada.

Por tanto, mediante el análisis realizado a los datos obtenidos se determina que la recetas 6g/L y 7g/L son las que afectan en mayor grado a la resistencia a la tracción del tejido plano 100% algodón con título de 19,67 Ne en urdimbre y 14,75 Ne en trama. Dando lugar a que la cantidad de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ es directamente proporcional a la pérdida de resistencia a la tracción y elongación del tejido plano 100% Co.

- **Análisis de la resistencia a la tracción mediante el gráfico de Barras**

En la **Figura 16**, se observa que en el eje de las “Y” se encuentran los valores en porcentaje de pérdida de resistencia a la tracción en sentido de urdimbre y trama. En el eje de las “X” se encuentra los g/L de hidrosulfito de sodio con las que se trabajó en este proyecto de investigación.

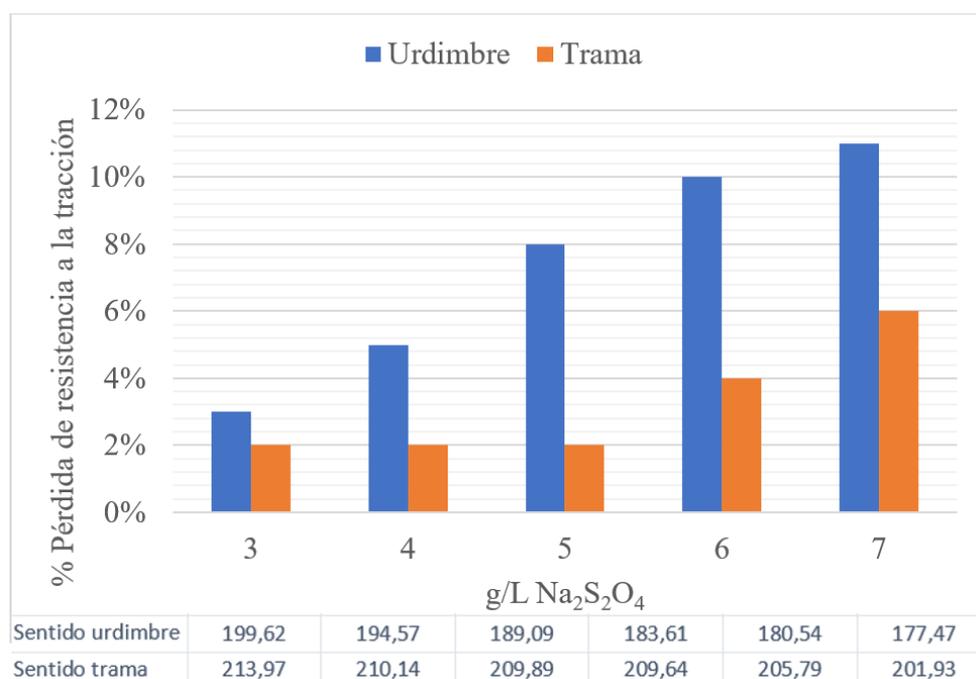


Figura 16. Gráfico de resultado general de resistencia a la tracción

Fuente: Propia

Nota: la pérdida de resistencia a la tracción de urdimbre y trama se encuentran representadas por diferentes colores.

En la **Figura 16**, se aprecia los valores promediados de cada variable de las probetas analizadas, en urdimbre y trama. Indicando que la muestra tinturada presenta el valor en urdimbre de 199,62 N y en trama 213,97 N. Mientras que las probetas desmontadas con 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presentan pérdidas de resistencia de un 3% en la urdimbre y 2% en la trama. Al aplicar 4g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una pérdida de resistencia de un 5% en urdimbre y 2% en trama. En cuanto, al tratar con 5 g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una pérdida de resistencia de un 8% en urdimbre y una disminución del 2% en trama. A 6g/L de hidrosulfito de sodio muestra una pérdida de resistencia de un 10% U y 4% T. Finalmente se observa que a 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ tiene una pérdida de resistencia del 11% en la urdimbre y 6% en la trama respecto a la muestra tinturada sin tratamiento con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$.

Logrando determinar que el porcentaje de pérdida de resistencia aumenta de acuerdo con la cantidad de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ con la que se trata al tejido.

- **Análisis del % de Elongación mediante el gráfico de barras**

En la figura 18, se detalla que en el eje de las “Y” se encuentran los valores de pérdida de la elongación expresada en (%). Además, las muestras de urdimbre y trama se encuentran diferenciadas por el color azul y naranja.

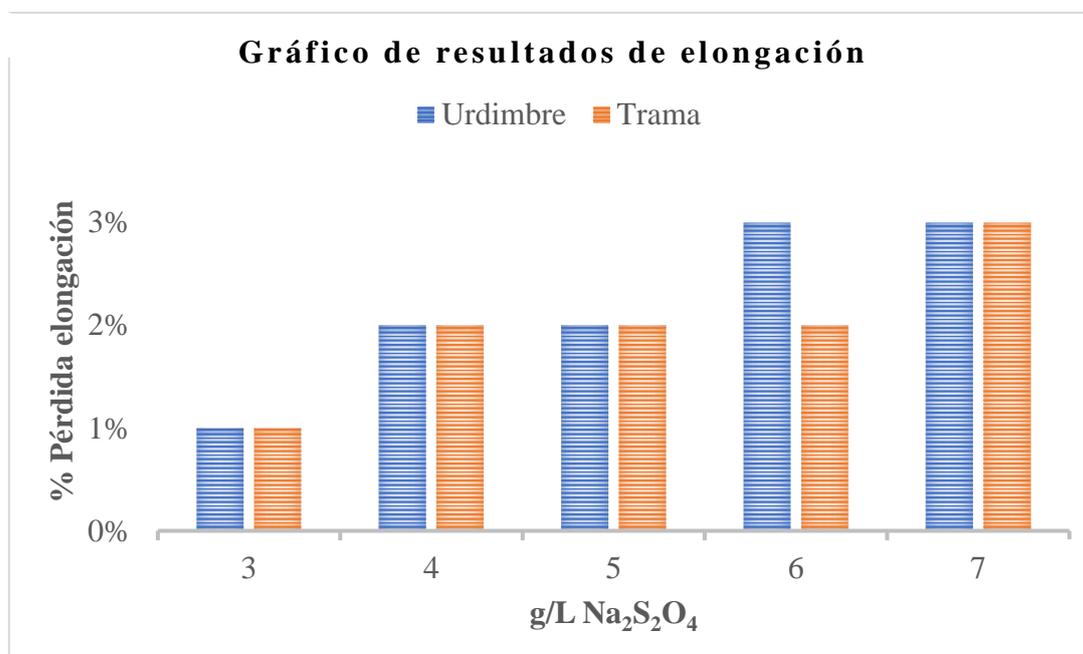


Figura 17. Gráfico de resultados de elongación
Fuente: Propia

En la **Figura 17**, se plasma la variación de elongación a la rotura de la muestra tintura obteniendo los valores de 30,9% en urdimbre y 26,87% en trama. Al realizar el tratamiento con 3g/L de Na₂S₂O₄ presenta una pérdida del 1% en urdimbre y trama. Al dosificar 4g/L y 5g/L de Na₂S₂O₄ la elongación pierde un 2% en urdimbre y trama. Al aplicar la cantidad de 6g/L de hidrosulfito de sodio presenta una pérdida del 3% urdimbre y 2% trama. Al tratar con 7g/L de Na₂S₂O₄ indica una pérdida de un 3% en urdimbre y trama.

- **Análisis de la pérdida porcentual promedio de resistencia a la tracción y elongación**

En la **Figura 18**, se indica que los valores porcentuales de pérdida de resistencia a la tracción y elongación se encuentran en el eje de la “Y” y las variables analizadas se encuentran en el eje de las “X”. La urdimbre y trama están representadas por diferentes colores.

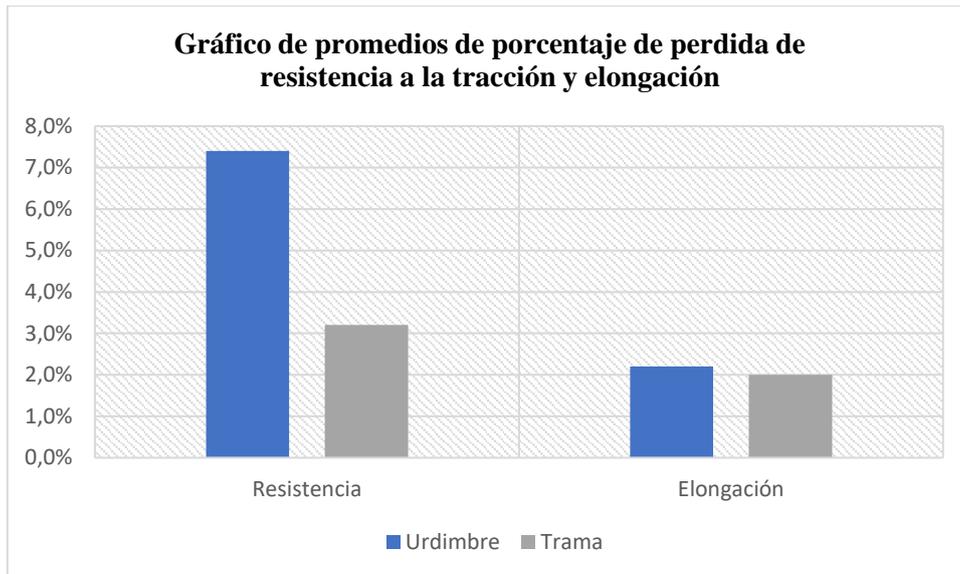


Figura 18. Gráfico de porcentaje promedio de resistencia a la tracción y elongación
Fuente: Propia

Nota: El porcentaje promedio de resistencia a la tracción y elongación se obtuvo de la sumatoria de los porcentajes dividido para el total de datos.

En la **Figura 18**, se observa los promedios de porcentaje de pérdida de resistencia a la tracción y elongación obtenida de las muestras desmontadas. En donde se determina que el porcentaje promedio de resistencia a la tracción es de un 7,4% en urdimbre y 3,2% en trama. Mientras que el porcentaje promedio de elongación es de 2,2% en urdimbre y 2% en trama.

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

En esta investigación se desarrollo el desmontado de colorante directo en tejido plano de algodón 100% con hidrosulfito de sodio, obteniendo valores de resistencia a la tracción y elongación, y se establecen las siguientes conclusiones:

- Por medio de la revisión de fuentes bibliográficas y búsqueda de información sobre el desmontado con hidrosulfito de sodio, se logró determinar conceptos, concentraciones del proceso de desmontado para el desarrollo del tema.
- Mediante el uso del programa estadístico PAST 4 se realizó el análisis del porcentaje de confiabilidad de los datos obtenidos de los diferentes ensayos de las muestras a las que se aplicó procesos textiles, donde, de acuerdo con los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L, Jarque-Bera JB y p (normal) son $P > 0,05$, demostrando que los datos conseguidos en la experimentación tienen una confiabilidad superior al 95%.
- Luego de aplicar el proceso de desmontado en las muestras teñidas se realizó la prueba de cambio de color, donde se obtuvieron los siguientes datos. Inicialmente la muestra tinturada presenta una diferencia de color de 0 DE. Mientras que al aplicar 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ se tiene un valor de 3,79 DE. Al tratar con 4g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una diferencia de color de 7,8 DE. Con una concentración de 5g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presenta un cambio de tonalidad de 8,13 DE. Al aplicar 6g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ indica un valor de 9,51 en DE. Finalmente, al tratar con 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ tiene una diferencia de color de 11,22 DE.
- Las pruebas de resistencia a la tracción de las muestras teñidas y desmontadas se preparan según el procedimiento de la norma ISO 13934-2:2014. Obteniendo los siguientes resultados: inicialmente la muestra tinturada presenta el valor en urdimbre de 199,62 N y en trama 213,97 N. Al emplear 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presenta una pérdida de resistencia de un 3% en urdimbre y 2% en trama. Al 4g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ muestra una pérdida de resistencia a la tracción de un 5% en urdimbre y no existe pérdida en la trama.

Mientras que al 5g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ existe una pérdida de resistencia de un 8% en urdimbre y no presenta disminución en la trama. Al tratar con 6g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ indica una pérdida de resistencia de 10% U y 4% T. Finalmente se observa que al 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ tiene una pérdida de resistencia a la tracción del 11% en urdimbre y 6% en trama. Por lo tanto, mediante el análisis de resistencia se establece que a mayor cantidad de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, existe una mayor pérdida de resistencia a la tracción. Presentando una pérdida porcentual promedio de resistencia a la tracción de un 7,4% en urdimbre y 3,2% en trama.

- En los resultados del porcentaje de elongación del tejido plano 100% algodón se determina que al aplicar 3g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, tiene una pérdida de elongación del 1% en urdimbre y trama. Al dosificar 4g/L y 5g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ pierde una elongación de un 2% en urdimbre y trama. A la cantidad de 6g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ presenta una pérdida de elongación de un 3% urdimbre y 2% trama. Al 7g/L de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ indica una pérdida de elongación de un 3% en urdimbre y trama. Determinando así una pérdida de elongación porcentual promedio de 2,2% en urdimbre y 2% en trama.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda, tomar en cuenta en la pérdida de resistencia a la tracción y elongación del tejido al realizar el proceso de desmontado con hidrosulfito de sodio.
- Considerar la compatibilidad de los productos químicos para evitar que se origine reacciones negativas y perjudique el proceso textil.
- Antes de la realización del proceso de desmontado de colorante se recomienda utilizar los implementos de seguridad, con el fin de prevenir accidentes.
- Mantener los parámetros indicados en el proceso de desmontado de cada muestra para evitar obtener datos erróneos en la prueba de resistencia a la tracción y elongación que se lleva a cabo en el dinamómetro.
- Colocar correctamente las probetas en las mordazas del dinamómetro, caso contrario se obtendrá resultados incorrectos de la prueba de resistencia a la tracción y elongación del tejido que se está analizando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arteaga, G. (16 de Septiembre de 2022). testsiteforme. Recuperado el 10 de Febrero de 2023, de <https://www.testsiteforme.com/que-es-el-analisis-de-varianza-anova/>
- Castillo, C. (2019). Propuesta de mejora en el proceso de tintura de fibras textiles en poliamida. Bogota. Recuperado el 25 de Octubre de 2022, de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7589/1/6141214-2019-2-IQ.pdf>
- Clariant. (s/f). Drimaren K HF/CL reactive dyes. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022
- Colindres, P. (2013). Tratamiento de residuales líquidos textiles mediante oxidación con ozono. México, D.F. Recuperado el 19 de Enero de 2022, de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/11798/1/Tesis%20Colindres.pdf>
- Constitución de la republica del Ecuador. (Agosto de 2021). Constitución de la republica del Ecuador. Quito. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cruz, A., & Molina, G. (2018). “Evaluación de la acción de diferentes insumos textiles sobre el desmontado de colorante reactivo α -bromoacrilamida en fibra de alpaca teñida determinando temperaturas, tiempos y concentraciones”. Tesis de ingeniería, Arequipa. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6746/IQcrpaaj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estacio, A. (4 de Mayo de 2020). “Análisis comparativo de afinidad tintórea de colorantes directos amarillo, azul y rojo en fibras de algodón, bambú y acetato de celulosa”. Ibarra. Recuperado el 19 de Enero de 2022, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10682/2/04%20IT%20278%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Everlight Chemical Industrial Corporation. (2014). Everdirect. Taiwan. Recuperado el 8 de Febrero de 2022, de <https://www.triconor.com/data/upload/documents/Everdirect%20dyes.pdf>
- Fagron. (22 de Octubre de 2019). Recuperado el 27 de Enero de 2022, de https://fagron.com/sites/default/files/document/msds_coa/1310-73-2_%28ES%29.pdf

Fan page Ctex. (2021). Ingeniería en textiles CTEX-UTN. Obtenido de <https://www.facebook.com/ctex.utn/>

Google maps. (2022). Google maps. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Estadio+UTN,+Ibarra/@0.3789184,-78.1243559,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4f62b37d23:0xea99ad1313c1286b!8m2!3d0.3790498!4d-78.1220554>

Hernandez, G. (2017). Método Analítico. Hidalgo. Recuperado el 8 de Septiembre de 2022, de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf

Iqbal, M. (2008). Textile Dyes. Recuperado el 31 de Enero de 2022, de <https://epdf.pub/textile-dyes.html>

Islam, M. (16 de Febrero de 2012). Textile Learner. Recuperado el 19 de Enero de 2022, de <https://textilelearner.net/direct-dye-classification/>

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. República de Colombia. (2021). Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas. Bogota. Recuperado el 29 de Enero de 2022, de https://www1.upme.gov.co/siame/Guiasambientales/Gestion_ambiental_de_25_sustancias_quimicas.pdf

Morales, G. (2014). “Determinación del tiempo óptimo y cantidad de colorante en el proceso de reteñido de denim en la empresa radel industry s.a.”. Riobamba. Recuperado el 20 de Enero de 2022, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3416/1/96T00250.pdf>

Normalización. (2014). INEN. Quito. Recuperado el 4 de Febrero de 2022, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_13934-2.pdf

Platas, V. (2021). Contrastes de normalidad. España. Recuperado el 11 de Febrero de 2023, de https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/28978/Platas_Garc%C3%ADa_V%C3%ADctor.pdf?sequence=1

pochteca. (30 de Noviembre de 2015). Recuperado el 28 de Enero de 2022, de <https://mexico.pochteca.net/hidrosulfito-de-sodio/#:~:text=El%20hidrosulfito%20de%20sodio%20es,blanco%20amarillento%20de%20olor%20azufroso.>

Química. (Diciembre de 2016). Química. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2016/12/2hsnaoh.pdf>

- Quiminet. (25 de Abril de 2008). Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <https://www.quiminet.com/articulos/las-propiedades-del-hidroxido-de-sodio-2788210.htm>
- Rodríguez, B. (15 de Diciembre de 2018). ISSUU. Recuperado el 5 de Febrero de 2022, de https://issuu.com/braulio22/docs/tintorer_a__estampado_y_acabados
- Rodríguez, L. (2019). “Caracterización experimental de las propiedades mecánicas del tejido múltiple de totora (*schoenoplectus californicus*)”. Tesis de ingeniería, Ibarra. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9384/2/04%20MEC%20266%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Sulliva, E. (18 de Abril de 1975). Beverly Patente n° 3962030. Recuperado el 29 de Enero de 2022, de <https://patents.justia.com/patent/3962030>
- Ticona Apaza, L., & Humpiri Flores, M. (2020). Aprendizaje de la resistencia a la tracción de hilos industriales en estudiantes de Ingeniería Textil. Juliaca. Recuperado el 20 de Octubre de 2022, de <http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/137/126-327-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Udin, M. G., Islam, M. M., & Islam, M. R. (24 de Junio de 2015). Effects of reductive stripping of reactive dyes on the quality of cotton fabric. *Moda y textiles*. doi:10.1186/s40691
- Universidad Agraria del Ecuador. (2016). Guía metodológica para trabajos de titulación. Tesis, Guayaquil. Recuperado el 20 de Octubre de 2022, de http://www.uagraria.edu.ec/documentos/trabajos_titulacion/2016/GUIA-METODOLOGICA-INVESTIGACION-EXPERIMENTAL.pdf
- Universidad Técnica del Norte. (s.f.). Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.utn.edu.ec/cuicyt/#1638195159181-36625c2c-87c5>
- Vega, Z. (2018). “estudio técnico del nivel de degradación del color a la luz uv en las fibras de bambú y algodón”. Ibarra. Recuperado el 15 de Noviembre de 2022, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7912/1/04%20IT%20222%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Velarde, R. (2013). Implementación de mejoras en el proceso de teñido disperso sobre fibra poliéster. Lima. Recuperado el 2 de Febrero de 2022, de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/12791/Velarde_Santos_Rina_Esther_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

王玉英. (2013). "Color stripping method of cotton dyed by reactive dye and wool and silk dyed by acid dye". (China Patente n° CN104420371A). Recuperado el 1 de Febrero de 2022, de <https://patents.google.com/patent/CN104420371A/en>

ANEXOS.

Anexo 1. Ficha técnica del hidrosulfito de sodio.

FICHA TÉCNICA HIDROSULFITO DE SODIO										
1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO										
Nombre Químico	Hidrosulfito de Sodio									
Formula Molecular	Na ₂ S ₂ 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									
<hr/> <table border="1"><thead><tr><th>FECHA REALIZACION</th><th>REALIZO</th><th>ACTUALIZO</th><th>I.Q. Iván Dario Ospina</th></tr></thead><tbody><tr><td>2010/05/03</td><td>I.Q. Iván Dario Ospina</td><td></td><td>Mayo 05- 2020</td></tr></tbody></table> <hr/> <p>Carrera 50C No. 10 Sur – 18 PBX: 361 07 11 Ext 109 iospina@dqisa.com Medellín Colombia</p>			FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO	I.Q. Iván Dario Ospina	2010/05/03	I.Q. Iván Dario Ospina		Mayo 05- 2020
FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO	I.Q. Iván Dario Ospina							
2010/05/03	I.Q. Iván Dario Ospina		Mayo 05- 2020							
5. APLICACIONES										
El Hidrosulfito de sodio es un excelente agente reductor para el blanqueo del nylon, lana y sus mezclas. Se recomienda también el lavado reductor del poliéster teñido con colorantes dispersos. Es también un medio limpiador altamente efectivo en equipos de tintorería. Blanqueador de pulpas de celulosa, tanto para procesos de una etapa como de dos. En polímeros sintéticos es útil como un limpiador de oxígeno y agente activante en la fabricación de polímeros adicionales y elastómeros. Blanqueando arcilla reduce impurezas metálicas a un mínimo. En la industria de curtiembres es una ayuda para desprender pelo de las pieles. Es usado durante el procedimiento de regeneración corriente para remover impurezas de hierro y por lo tanto extiende la capacidad de los lechos de resina de intercambio de iones. Proporciona una acción reductora fuerte para el blanqueo del jabón, aceites minerales y caucho sintético.										
Información Adicional										
Los datos proporcionados en esta hoja, son tomados de fuentes confiables y representan la mejor información conocida actualmente sobre la materia, este documento debe utilizarse solo como guía para la manipulación del producto con la precaución adecuada, DISTRIBUIDORA DE QUIMICOS INDUSTRIALES no asume responsabilidad alguna por reclamos, pérdidas o daños que resulten del uso inapropiado de la mercancía y/o de un uso distinto para el que fue concebida. El usuario debe hacer sus propias investigaciones para determinar la aplicabilidad de la información consignada en la presente hoja según sus propósitos particulares										

Anexo 2. Certificado de uso de laboratorio



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



Ibarra, 8 de febrero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que la señorita **FLORES TIXICURO MYRIAM LORENA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100418190-3, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado **“EVALUACIÓN DEL DESMONTADO DE COLORANTE DIRECTO EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN Y EL ANÁLISIS DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN”**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **TROQUELADORA**
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410-** Determinación de la resistencia a la tracción y elongación para tejidos de calada ISO 13934-2:2014
- **BALANZA ELECTRÓNICA**
- **MÁQUINA DE TINTURA**
- **MÁQUINA DE PRELAVADOS**
- **ESPECTROFOTÓMETRO**

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

Atentamente:



ING. GUALOTO FAUSTO M.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX

Anexo 3. Listado de productos utilizados en los procesos de descruce y tintura

Ítem	Producto	Característica	Enlace
1	Sosa caustica	Hidróxido de sodio	Fichas técnicas
2	AV-PON FL	Detergente	Fichas técnicas
3	AV-HUMECT MP	Humectante	Fichas técnicas
4	AV-QUEST TA	Secuestrante	Fichas técnicas
5	AV-COL JNF	Igualante	Fichas técnicas
6	AV-FIX PF 20	Fijador	Fichas técnicas
7	Ácido fórmico	Ácido fórmico	Fichas técnicas

Anexo 4. Listado de fichas de seguridad de productos utilizados en el proceso de desmontado

Ítem	Producto	Enlace
1	Hidrosulfito de sodio	https://qca.com.co/wp-content/uploads/2019/12/FDS.-HIDROSULFITO-DE-SODIO-QCA.pdf
2	Hidróxido de sodio	HOJA DE SEGURIDAD HIDROXIDO DE SODIO. Soda Cáustica.pdf

Anexo 5. Composición y caracterización



Anexo 6. Descruce y tinturado



Anexo 7. Desmontado



Anexo 8. Prueba de resistencia a la tracción y elongación

