



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN,
MODALIDAD PRESENCIAL**

TEMA

**“ANÁLISIS DE SOLIDEZ AL FROTE Y SUDOR DEL COLOR DE
LA TINTURA POR PROCESO PAD BATCH CON COLORANTES
REACTIVOS DRIMARENE EN TEJIDO PLANO 100% CO”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Textil

Línea de investigación: Producción Industrial y Tecnología Sostenible

Autor: Ayala Arteaga Karen Lizeth

Director: Chugá Chamorro Valeria Verónica

Ibarra-octubre- 2023



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401851647		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ayala Arteaga Karen Lizeth		
DIRECCIÓN:	Imbabura-Ibarra-Alpachaca		
EMAIL:	klayalaa@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2604891	TELÉFONO MÓVIL:	0979795586

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ANÁLISIS DE SOLIDEZ AL FROTE Y SUDOR DEL COLOR DE LA TINTURA POR PROCESO PAD BATCH CON COLORANTES REACTIVOS DRIMARENE EN TEJIDO PLANO 100% CO”.
AUTOR:	Ayala Arteaga Karen Lizeth
FECHA: DD/MM/AAAA	12/10/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

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

Ibarra, a los 12 días del mes de octubre de 2023.

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Ayala Arteaga Karen Lizeth

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra 12 de octubre 2023

Chugá Chamorro Valeria Verónica

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f).....

MSc. Valeria Chugá

APROBACIÓN DE COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Titulación “Análisis de solidez al frote y sudor del color de la tintura por proceso Pad Batch con colorantes Reactivos Drimarene en tejido plano 100% Co” elaborado por Ayala Arteaga Karen Lizeth previo a la obtención del título de Ingeniera Textil aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Firmado electrónicamente por:
VALERIA VERONICA
CHUGA CHAMORRO

(f)

MSc. Valeria Chugá

C.C 0401732250



Firmado electrónicamente por:
WILLAM RICARDO
ESPARZA ENCALADA

(f)

MSc. Willam Esparza

C.C 1001589017

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme la sabiduría y capacidad para la comprensión de cada uno de los conocimientos enseñados durante estos cinco años de carrera.

En el ámbito personal, tengo que agradecer a mis padres, Miryan y Luis y a mi hermano Anthony, la gran exigencia que me han impuesto e imponen día a día para tratar de lograr los objetivos que me propongo, de los resultados obtenidos tanto en los estudios como a nivel personal a lo largo de mi vida.

En el ámbito académico, me resulta imprescindible agradecer a mi tutora de Trabajo Final de Grado MSc. Valeria Chugá, por todo su tiempo y paciencia durante la elaboración de mi investigación. Al MSc. Fausto Gualoto, MSc. Omar Godoy y MSc. Marco Naranjo, por la gran implicación, en el trato académico y los conocimientos que me ha sabido aportar, además de los valores que me ha inculcado a lo largo no solo de este periodo de tiempo, sino desde el primer momento en que tuve contacto con ellos por primera vez como alumna.

Además, quisiera agradecer a todos quienes conforman la carrera de textiles de la universidad Técnica del Norte, en el que he desarrollado el presente trabajo, su gran implicación y dedicación por aportarme la gran cantidad de conocimientos durante estos largos años, ya que sin su apoyo me hubiera resultado más laboriosa la elaboración del presente documento.

Agradecer finalmente a todos mis compañeros con los que he compartido grandes experiencias durante estos años y de los que he recibido apoyo en momentos complicados.

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi mamá Miryan, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre Luis, a pesar de nuestra distancia física, siento que está conmigo siempre apoyándome en todo, aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos. Al MSc. Fauto Gualoto y MSc. Valeria Chugá por estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A Anthony e Itzamara, porque los amo infinitamente hermanitos. A mis compañeros, porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Karen Lizeth Ayala Arteaga

Resumen

Esta investigación está orientada en analizar la solidez del color al frote y sudor de la tintura por proceso Pad Batch, el objetivo es impregnar el color de forma uniforme y duradero en el tejido. Para llevar a cabo el proceso de tintura, se realizó cinco recetas diferentes, con colorantes: Drimarene azul HF-RL al 1%, Drimarene amarillo CL-3G al 1%, Drimarene turquesa CLB al 1%, Drimarene anaranjado KLG al 4%, Drimarene azul marino CL-R al 4% y auxiliares: Álcali y Novapal. Los parámetros controlados en el foulard fueron: velocidad de 1,5 m/min, presión 30 PSI y un pick up variable de acuerdo a las recetas. Posteriormente se realizó un lavado para eliminar residuos de colorante y auxiliares adheridos en la tela y un secado. A continuación, se realizó pruebas de solidez del color al frote de acuerdo a la norma AATCC 08-2013 y solidez al sudor en base a la norma ISO 105 E04, esto se realizó con la finalidad de verificar si existe transferencia y cambio de color. los resultados obtenidos a través del espectrofotómetro colorímetro dieron como resultado una solidez del frote en húmedo-seco de 4-5, mientras que, en las muestras de solidez del color a la sudoración ácida y alcalina se determinaron valores intermedios de 4-5 en escala de grises. Finalmente se realizó un análisis en el software Past 4 para verificar la normalidad de los resultados en el que arrojo valores de ($p > 0,05$) garantizando confiabilidad de los datos obtenidos en el proceso.

Palabras claves: Pad Batch, frote, sudor, Drimarene

Abstract

This research aims to analyze the color fastness to rubbing and sweat of the dyeing process by Pad Batch method. The goal is to evenly and durably impregnate the color into the fabric. To carry out the dyeing process, five different recipes were used with the following dyes: Drimarene blue HF-RL at 1%, Drimarene yellow CL-3G at 1%, Drimarene turquoise CLB at 1%, Drimarene orange KLG at 4%, Drimarene navy blue CL-R at 4%, and auxiliaries: Alkali and Novapal. The controlled parameters in the padding mangle were: a speed of 1.5 m/min, a pressure of 30 PSI, and a variable pick-up according to the recipes. Subsequently, a washing process was conducted to remove residual dyes and auxiliaries adhered to the fabric, followed by drying. Next, color fastness tests were performed according to the AATCC 08-2013 standard for color fastness to rubbing and the ISO 105 E04 standard for color fastness to sweat, aiming to verify if there is any transfer or color change. The results obtained through the colorimeter spectrophotometer showed a wet-dry rubbing fastness of 4-5, while the samples tested for color fastness to acidic and alkaline sweat exhibited intermediate values of 4-5 on a grayscale. Finally, an analysis was performed using Past 4 software to verify the normality of the results, which yielded values of ($p > 0,05$) ensuring the reliability of the data obtained in the process.

Keywords: Batch Padding, Rubbing, Sweating, Drimarene

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema	1
Antecedentes.....	1
Objetivo General	2
Objetivos específicos.....	2
Características del sitio del proyecto	3
Capítulo 1	4
1. Marco Teórico.....	4
1.1. Estudios previos.....	4
1.1.1. Tejido Plano.....	6
1.1.2. Colorantes Reactivos Drimarene	9
1.2. Marco Legal	10
1.2.1. Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte	10
1.2.2. Ley orgánica de salud	11
1.3. Marco conceptual	11
1.3.1. Algodón	11
1.3.2. Generalidades del Algodón	12
1.3.3. Clasificación de colorantes	14
1.3.4. Colorantes de alta reactividad.....	14
1.3.5. Propiedades de los colorantes reactivos Drimarene	17

1.4.	Tintura.....	18
1.4.1.	Impregnación del tejido	18
1.4.2.	Baño de tintura.....	19
1.4.3.	Lavado y Secado.....	20
Capítulo 2	21
2.	Materiales y Métodos	21
2.1.	Métodos	21
2.1.1.	Investigación hipotética.....	21
2.1.2.	Investigación experimental.....	21
2.1.3.	Investigación comparativa.....	21
2.1.4.	Investigación analítica	22
2.2.	Normas Textiles.....	23
2.2.1.	AATCC 08-2013 Solidez del color al frote: Método de crockmeter.....	23
2.2.2.	ISO 105 E04 Solidez del color a la transpiración	23
2.3.	Flujograma del proceso	25
2.3.1.	Flujograma general	25
2.3.2.	Flujograma muestral	26
2.4.	Equipos y materiales.....	28
2.4.1.	Caracterización del tejido	29
2.4.2.	Colorantes reactivos Drimarene	31
2.4.3.	Foulard.....	31
2.4.4.	Crockmeter	32

2.4.5. Multifibra.....	33
2.4.6. Perspirómetro	34
2.4.7. Horno incubador	35
2.4.8. Espectrofotómetro	36
2.5. Pruebas de laboratorio	37
2.5.1. Pruebas de Solidez del color al frote	37
2.5.2. Prueba de resistencia del color a la sudoración	37
Capítulo 3	40
3.Resultados y Discusiones	40
3.1.Resultados de la tintura por impregnación	40
3.2. Análisis de solidez del color al frote	43
3.3. Análisis de solidez al sudor.....	48
3.4. Análisis de normalidad de datos	52
3.5. Análisis e interpretación de resultados	54
Capítulo 4	55
Conclusiones.....	55
Recomendaciones	56
Bibliografía.....	58
Anexo	582

ÍNICE DE TABLAS

Tabla 1 Receta de tintura	5
Tabla 2 Composición del algodón	12
Tabla 3 Álcalis para Pad Batch	15
Tabla 4 Receta de teñido Drimarene.....	17
Tabla 5 Materiales.....	28
Tabla 6 Caracterización del tejido	29
Tabla 7 Dosificaciones ISO 105 E04 para solución alcalina con un pH 4,5	38
Tabla 8 Dosificaciones ISO 105 E04 para solución ácida con un pH 4,5	38
Tabla 9 Calificación en escala de grises	39
Tabla 10 Receta de tintura Drimarene azul HF-RL	41
Tabla 11 Receta de tintura Drimarene amarillo CL-3G.....	41
Tabla 12 Receta de tintura Drimarene turquesa CLB	42
Tabla 13 Receta de tintura Drimarene anaranjado KGL.....	42
Tabla 14 Receta de tintura Drimarene azul marino CL-R	43
Tabla 15 Nomenclatura de los colorantes para las tablas siguientes	44
Tabla 16 Tabla de resultados de transferencia del color según la escala de grises	44
Tabla 17 Resultado de las pruebas de solidez al frote	45
Tabla 18 Tabla de resultados a la degradación del color en escala de grises.....	48
Tabla 19 Tabla de resultados solidez del color al sudor en escala de grises.....	50
Tabla 20 Normalidad de datos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del laboratorio textil-UTN	3
Figura 2 Sistemas ortogonales de fibras	6
Figura 3 Telar	7
Figura 4 Curva de tintura Drimarene al 1%	9
Figura 5 Morfología del algodón.....	13
Figura 6 Reactividad de colorantes	16
Figura 7 Foulard	18
Figura 8 Flujograma general	26
Figura 9 Flujograma muestral	27
Figura 10 Colorantes Drimarene	31
Figura 11 Foulard	32
Figura 12 Crockmeter.....	33
Figura 13 Multifibra	34
Figura 14 Perspirómetro	35
Figura 15 Horno de secado.....	35
Figura 16 Espectrofotómetro colorímetro	36
Figura 17 Gráfico de barras de la transferencia de color al frote	46
Figura 18 Calificación en el espectrofotómetro transferencia de color	47
Figura 19 Resultados de las pruebas de cambio de color de la sudoración.....	49
Figura 20 Resultados de transferencia del color a la multifibra	51
Figura 21 Calificación en el espectrofotómetro cambio de color.....	52
Figura 22 Matrix Plot de solidez del color a la solidez y sudoración.....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de haber realizado las pruebas en laboratorio	64
Anexo 2 Caracterización del tejido 100% Co	65
Anexo 3 Auxiliares y colorante reactivos Drimarene	65
Anexo 4 Tintura por impregnación.....	66
Anexo 5 Pruebas de solidez del color al frote en seco en la máquina crockmeter	67
Anexo 6 Pruebas de solidez al frote en húmedo.....	67
Anexo 7 Pruebas de solidez al sudor Ácido-Alcalino	68
Anexo 8 Pruebas de solidez al sudor en la máquina Perspirómetro	68
Anexo 9 Calificación en el espectrofotómetro	69

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema

La industria textil es una de las más importantes de nuestro país, mismas que buscan mejorar continuamente, estandarizar y buscar la calidad de sus productos mejorando los procesos productivos, principalmente en las operaciones de preparación, tintura y acabado.

La tintura por proceso de Pad Batch en un tejido plano 100 % Co, contribuye a disminuir las grandes descargas de agua y evitar gran contaminación con residuos de colorante que tradicionalmente se realizan en un proceso por agotamiento.

Antecedentes

La industria textil en los procesos húmedos, en especial en tintura y acabado, representa una gran cantidad de consumo y contaminación del agua.

Ante tal situación, la legislación ambiental se ha enfocado acerca de los efluentes y su relación con las áreas del mundo que sufren de escasez, por ello en la industria es necesario revisar, reestructurar y reducir su consumo. (Hussain & Wahab2018)

Juntamente con un proceso ineficaz, que dan lugar a bajos índices de fijación, esto significa que se necesitan eliminar el tinte no fijado, lo que aumenta tanto el consumo de agua como de energía. Asimismo, las aguas residuales producidas por la tintura reactiva contienen altos niveles de sal y colorante, por lo que son difíciles de tratar.” (Maulik et al., 2022, párr.1)

Ante lo mencionado se pretende disminuir la cantidad de agua que contamina al medio ambiente, para esto se realiza el proceso Pad Batch, ya que Riguan (2010) sugiere el método que beneficia a “La tintura por lotes en frío Pad Batch (CPB) es un método

alternativo de tintura reactiva que utiliza menos recursos porque no hay necesidad de aplicar calor durante el proceso, y no se necesitan sales ni humectantes.

Sin embargo, la velocidad de fijación depende de la temperatura ambiente” (párr. 6). Y a su vez comprobar la calidad de la tintura realizando ensayos de solidez del color al frote y al sudor, es fundamental para la obtención de un material de calidad.(Tapia, 2011) Por consiguiente, la presente investigación permite ostentar nuevos métodos con Pad Batch con colorantes reactivos Drimarene en tejido plano 100% algodón con el fin de realizar sus análisis por medio de los ensayos AATCC 08–2013 e ISO 105 E04 y los parámetros establecidos, se podrá aclarar las posibles hipótesis si beneficia o perjudica la aplicación de colorante reactivo mediante el proceso mencionado a la solidez del color al frote determinando la cantidad de color trasferido desde el material textil hacia otra superficie, por otra parte, determinar la solidez del color a la sudoración ácida y alcalina.

La investigación es viable al tener los recursos económicos que cubran los gastos a intervenir, de igual modo es factible la utilización de los equipos del laboratorio de la Carrera de Textiles que se encuentran normalizados, garantizando fidelidad de los resultados, por tal razón puede ser inicio a derivar nuevos estudios enfocados al tema mencionado.

Objetivo General

Analizar la solidez del color al frote y sudor de la tintura por proceso Pad Batch con colorantes reactivos Drimarene en tejido plano 100% Co.

Objetivos específicos

- Investigar en fuentes bibliografías (libros, revistas, artículos, etc.) el proceso Pad Batch con colorantes reactivos drimarene.

Capítulo 1

1. Marco Teórico

1.1. Estudios previos

El presente capítulo da cumplimiento a los objetivos específicos que permite buscar información bibliográfica mediante la utilización de libros, revistas, artículos científicos, tesis, con el cual se busca determinar el proceso apto de tintura mediante la técnica Pad Batch en un tejido plano 100% Co que se impregnará con una solución de colorante reactivo drimarene en presencia de auxiliares.

Khatri et al. (2018) en su investigación menciona que el método Cold Pad Batch (CPB) es relativamente más correcto con el medio ambiente, debido a la alta fijación del colorante y al no requerir de energía térmica. La tasa de producción de tejido teñido es baja, debido al requisito de al menos doce horas de tiempo de dosificación para la fijación del tinte. Obteniendo resultados como “fuerza de color mejorada, fijación de tintes reactivos en el método CPB. El tiempo de dosificación reducido, disminución de un tercio en las concentraciones de sosa cáustica y carbonato de sodio, costo químico reducido y beneficio ambiental” (p. 1).

Según Mazharul (2022) Incluso en Bangladesh se presenta un método en frío en el que la temperatura de teñido es de 20-25 °C y utiliza tintes reactivos de marca fría a media por lotes con almohadilla fría (CPB) y un sistema de refrigeración para enfriar el líquido y el baño de tinte; recomendando la siguiente receta de teñido:

El color y el químico (álcali) se preparan en diferentes recipientes, que evita la hidrólisis de la molécula de tinte. En el momento del almohadillado, tanto el color como el líquido químico se mezclan en el baño de tinte (temperatura alrededor de 20-25°C). La

relación de mezcla es Color: Químico 4: 1. Este proceso de mezcla se realiza mediante una bomba dosificadora. (p. 7)

Por otra parte Texpedi (2022) ofrece una calidad de teñido superior con un menor impacto ambiental que el método actual por agotamiento, aquella técnica es denominada Cold Pad Batch Dyeing que se aplica la siguiente receta de tintura:

Tabla 1

Receta de tintura

Receta de tintura	
Colorante	g/kg
Azul marino	3
Negro	64
Auxiliares	g/kg
Agente nivelador	1
Agente humectante	2
Sosa cáustica	20
Ceniza de soda	20
Sal	0

Nota: Adaptada de Texpedi (2022, p. 14)

En la **Tabla 1** se puede observar que, al aplicar la receta mediante la técnica, genera ventajas al notar que no necesita sal para teñir, es adecuado para tejidos con gran volumen, menos consumo de agua, ahorro de energía y no genera marcas de pliegues.

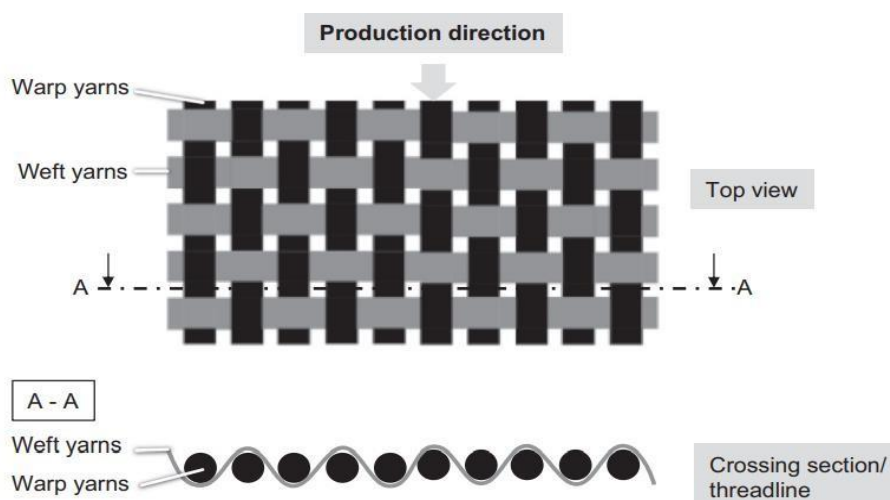
En el proceso húmedo es enfocado en el foulard y lograr una presión lineal uniforme sobre el ancho del tejido, control de tintura, con el fin, de alcanzar una aplicación uniforme del tinte reactivo, productos químicos y agua.(kusters, 2019)

1.1.1. Tejido Plano

Los tejidos textiles son estructuras planas que consisten en uno o más sistemas de hilos dependientes. Schrank et al.(2018) explica que los tejidos constan de dos sistemas ortogonales de fibras “los hilos de urdimbre y los de trama. Los hilos de urdimbre están orientados en el sentido Longitudinal; los hilos de trama en sentido transversal” (p. 227). A continuación, en la **Figura 2** se muestra que, debido al cruce de las fibras, la orientación de los hilos no es completamente recta, sino ondulada.

Figura 2

Sistemas ortogonales de fibras



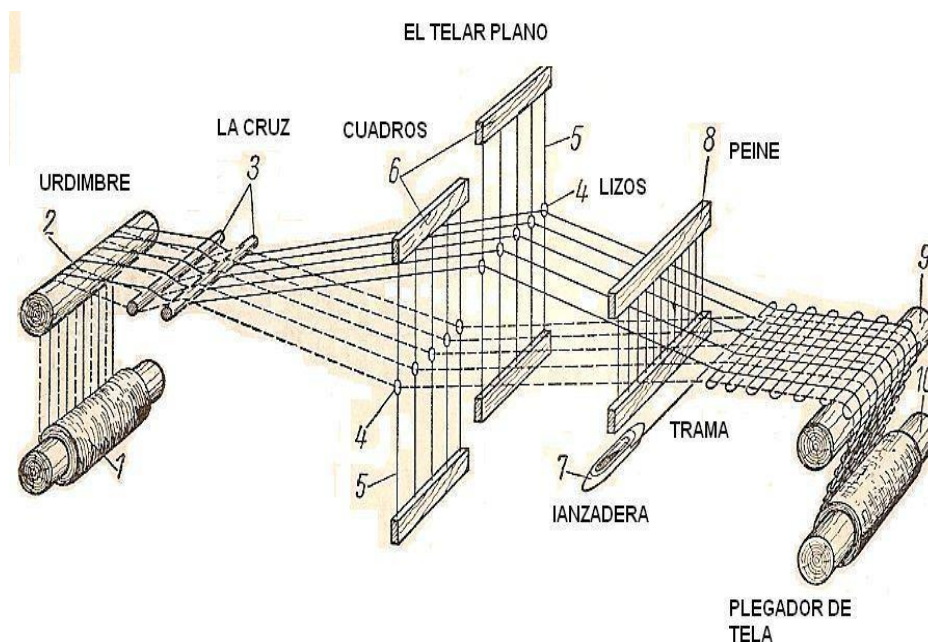
Nota: Tomada de (Schrank et al., 2018). Los hilos “warp yarns” ubicados de forma longitudinales son denominados urdimbres, mientras que los transversales “weft yarns” son tramas.

En la industria textil específicamente en el área de tejeduría existen algunos procedimientos para elaborar un tejido, entre ellos encontramos el tejido plano. El tejido de calada o plano, para ser elaborado se necesita de una máquina denominada “telar”

como se indica en la **Figura 3**. Marks et al. (2022) explica que las estructuras tejidas se producen por calada. Los hilos de urdimbre se mueven alternativamente en posición superior (calada superior) y en posición inferior (calada inferior). Este movimiento depende del patrón predefinido de la estructura. El hilo de trama se inserta con la ayuda de distintos mecanismos de inserción de trama (lanzadera, proyectil, pinza, chorro de aire y de agua). El cruce de los hilos de trama y urdimbre se realiza mediante el cambio de posición (calada superior e inferior) de los hilos de urdimbre. Los hilos de urdimbre se suministran a través de plegadores o filetas. Las filetas se utilizan principalmente en telares estrechos debido al gran espacio que requieren. Los plegadores de urdimbre se fabrican en un proceso de urdido previo. Los hilos de trama se suministran mediante conos.

Figura 3

Telar



Fuente: tomada de (Schrank et al., 2017)

Lord & Mohamed (2021) señala que existen diversos tejidos que se pueden diseñar en el telar, se basa en el ligamento considerando el tomado y dejado; los principales son tafetán (popelina, organdí, shantung, vichy), sarga (demin, gabardina, surá cheviot) y satín (duvetina, raso), que se diferencian en su estructura, aquellas tienen sus derivadas que son interpretados con escalonados y base de evolución.

1.1.1. Tintura por proceso Pad Batch

El proceso Pad batch según Echevarría et al.(2017) es un método de tintura semi-continuo muy interesante tanto desde el punto de vista de las máquinas como de la técnica de aplicación. Las únicas máquinas requeridas son un acolchado y un equipo de enrollado y lavado.

Fernanda & Morales (2020) dice: El tejido plano con colorantes reactivos se realiza en un proceso semi-continuo llamado Pad batch, en el cual la tela pasa por una cubeta y se impregna del baño de tintura compuesto por colorantes y auxiliares de teñido (humectante, carbonato de sodio y sosa caustica) a temperatura ambiente, luego pasa por un foulard para escurrirla un poco y al final se enrolla. El rollo de tela humedecida con el baño se cubre con plástico y se deja en reposo por 12 horas para la reacción y fijación del colorante; durante este reposo el rollo de tela está girando para evitar que el baño se acumule en la parte baja del rollo. Pasado el tiempo de reposo se lleva la tela a la lavadora, donde se elimina el colorante no fijado y los demás productos con agua a 90°C y detergente; allí mismo se neutraliza y se seca. (p. 15)

En las diferentes aplicaciones de tintura por proceso de impregnación utiliza un tejido plano elaborado de algodón 100%, procediendo a mejorar la solidez al frote y sudor del color en el proceso completo de preparación, tintura y acabado, de los tejidos

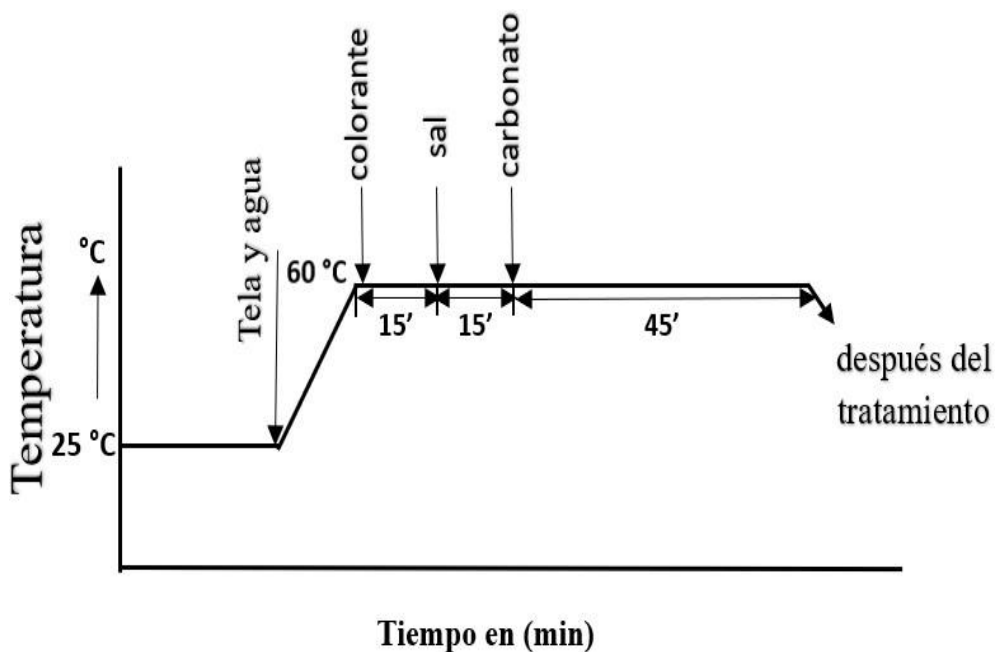
planos (tejido formado por Urdimbre y trama) de algodón por donde el método usado para los procesos húmedos es el Pad-Batch. (Khandaker, 2013)

1.1.2. Colorantes Reactivos Drimarene

Para su proceso tintóreo debe tener las siguientes propiedades: influencia de la alta temperatura en la intensidad del color al tinturar 100% algodón, empleando colorantes reactivos Drimarene, Abu (2014) menciona en su investigación tinturó 9 muestras con un peso de 10 gramos, R:B 1:10, con colorantes Drimarene al 1%, auxiliares: sal glauber (electrolito) 75 g/L, ceniza de sosa (álcali) 7,5 g/L. Para ello aplicó la siguiente curva de tintura.

Figura 4

Curva de tintura Drimarene al 1%



Nota: (Abu, 2014, p. 126). Sugiere un lavado en caliente a 80°C por 10 min, neutralizado 0,5 g/L con ácido acético y lavado con detergente a 95°C por 15 min.

Méndez (2012) menciona que los colorantes drimarene, se encuentran formados por “cromóforo, que es el grupo responsable de la absorbancia de la luz, dándole la propiedad de color a la molécula; los auxocromos, que le da afinidad por la fibra e intensidad el color” (p. 10).

A la hora de disolver los colorantes hay que tener en cuenta que existen diferentes formas comerciales. Existe una diferencia fundamental entre los gránulos (que incluyen la formulación CDG) y el polvo. Algunos productos están especialmente designados como gránulos de disolución en frío.

Echevarría et al. (2017) explica que los gránulos nunca deben pegarse sino rociarse en agua. Para la forma CDG el agua puede estar fría (20-30°C). Para los demás es mejor usar agua a 60-80°C. Esto también es cierto para los productos en polvo. Las mezclas de diferentes formas comerciales deben disolverse siempre a mayor temperatura (>60°C) rociándolas. El tiempo necesario para mezclar el líquido colorante debe adaptarse a la concentración total del colorante y a los colorantes que se utilicen.

Antes de agregar tintes disueltos al tanque de alimentación, el tinte debe pasar a través de un filtro para garantizar que se retenga cualquier tinte o contaminación no disueltos. De esta manera se pueden evitar desniveles o manchas y posibles daños a las bombas. Luego se debe usar agua fría para ajustar el líquido colorante al volumen requerido.(Echevarría et al., 2017b)

1.2. Marco Legal

1.2.1. Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte

En esta investigación se utilizó como base legal la Línea de Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.

1.2.2. Ley orgánica de salud

Para el desarrollo de este estudio se empleó como fundamento legal la constitución de la República del Ecuador, específicamente La Ley Orgánica de la Salud la misma que se plantea en el artículo 23, numeral 20 que:

La Constitución Política de la República, consagra la salud como un derecho humano fundamental y el Estado reconoce y garantiza a las personas el derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental.

El Código de la Salud aprobado en 1971 menciona que Contiene disposiciones desactualizadas en relación con los avances en salud pública, en derechos humanos, en 14 ciencias y tecnología, a la situación de salud y enfermedad de la población, entre otros. (Ley orgánica de salud, 2006, párr. 1,3)

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Algodón

Möller & Popescu (2012) definen al algodón como una fibra natural que tiene “los principales componentes de la cutícula son (valores redondeados en % del peso seco de la fibra) 0,6 ceras, 0,9 pectinas, 1,3 proteínas, dos polisacáridos no celulósicos, cenizas y constituyentes diversos” (p. 273).

Por otra parte, Proto et al. (2000) explica que el algodón recién sacado de la paca tiene mezclado con trozos de hojas muertas y otros restos, como se muestra en la **Tabla 2**. Sin embargo, el algodón recogido a mano es más limpio que el recogido a máquina. Las muestras de diferentes fuentes varían su longitud, para ello se realiza su correspondiente limpieza para que se encuentren aptas para la tintura.

Tabla 2*Composición del algodón*

Constitución	Concentración	Rango
Celulosa	94	88-96
Proteína	1,3	1,1-1,9
Ceniza	1,2	0,7-1,6
Pectinas	1,2	0,7-1,2
Cera	0,6	0,4-1,0
Total, de azúcar	0,3	
Otros	1,4	

Nota: Adaptada de (Proto et al., 2000, p. 176)

Hosseini Ravandi & Valizadeh (2011) define sus características como:

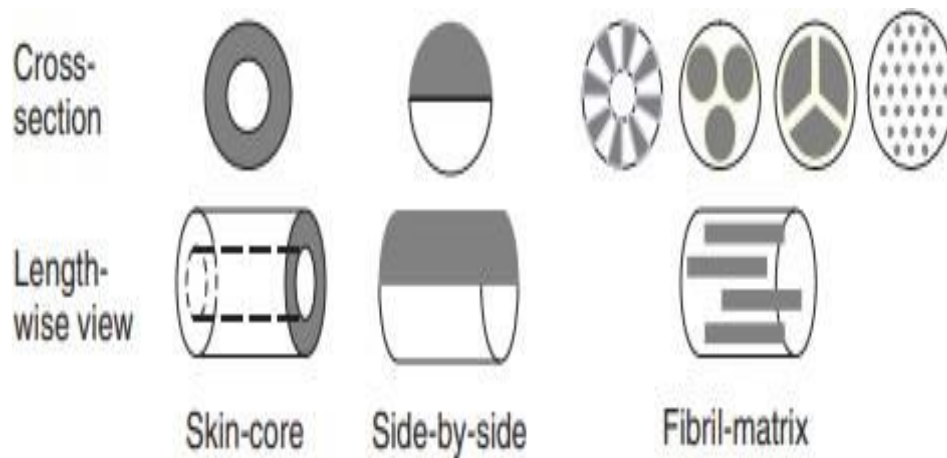
Las fibras de algodón son fibras naturalmente huecas; son fibras suaves y frescas conocidas por ser transpirables y absorbentes. Las fibras de algodón tienen un regain de 8.5%. Son resistentes, absorben el tinte y pueden soportar el desgaste y temperatura alta. (p. 65)

1.3.2. Generalidades del Algodón

Las telas de algodón pueden ser extremadamente duraderas y resistentes a la abrasión. Weigmann (2023) menciona que el algodón acepta muchos tintes, generalmente es lavable y se puede planchar a temperaturas relativamente altas. Es cómodo de llevar porque absorbe y libera la humedad rápidamente.

Figura 5

Morfología del algodón



Nota: (Möller & Popescu, 2012). Las fibras naturales están formadas por una cutícula y un núcleo (estructura piel-núcleo). Según el origen de la fibra, la cutícula, de disposición multicapa.

Para la clasificación de calidades del algodón se basa en los Estándares Universales que refleja la calidad de otro algodón cultivado fuera de los EE. UU. ha sido evaluada organolépticamente por clasificadores. Actualmente mediante equipos de medición del “grado de color del algodón está determinado por el grado de reflectancia (Rd) y la amarillez (+b), que se miden instrumentalmente utilizando un instrumento de alto volumen (HVI)” (Matusiak & Walawska, 2010, párr. 1). Por otra parte, es fundamental la finura debida que contribuye a la resistencia del hilo porque los hilos más fuertes contienen fibras más finas en un volumen determinado, provocando mayor densidad de empaquetamiento y fricción entre fibras, o habrá una mayor cantidad total de fibras de menor densidad lineal en la sección transversal del hilo.

1.3.3. Clasificación de colorantes

Actualmente existe una gran cantidad de colorantes comerciales disponibles en el mercado global. Según Reguera & Yee (2010) afirma “el alto consumo de algodón, la demanda de colores brillantes con alta solidez en húmedo, y más importante, el alto costo unitario relativo de los colorantes reactivos” (p. 21). Los colorantes reactivos tienen amplia gama y con un buen comportamiento tintóreo. Son divididos en tres grupos:

- Se puede controlar por electrolitos con el fin de tener una tintura uniforme, a través de actuar al neutralizar la carga de la fibra y ayuda que el colorante se desplace. Es de consideración si se aumenta la temperatura y penetración, se debe disminuir su cantidad de sal.
- Al tener una reactividad alta es necesario controlar con álcali y a una temperatura de fijación de (40- 60)” C.
- Controlar por medio de temperatura y no es necesario auxiliares, el colorante reacciona con la fibra.

1.3.4. Colorantes de alta reactividad

Al cambiar la estructura molecular del colorante permite determinar su color, por consiguiente, al aumentar genera el efecto batocrómico, es decir, que acrecentar la longitud de onda y eso intensifica su tonalidad. (Marcano, 2018) Pues bien, Asmat (2018) explica el proceso idóneo por agotamiento, se empieza por la temperatura ambiente, para disolver al colorante y ser agregado al baño de tintura, por 15 min, continuando con los auxiliares de cloruro de sodio y trabajar por 30 min, se añade el álcali, por temperatura ambiente por 60 min dependiendo el tono deseado. Este tipo de tintura no debe sobrepasar de 50 °C.

Este tipo de colorantes se caracterizan por ser insolubles en su estado inicial. Mediante una reacción química con reductores, el colorante transforma parte de su estructura y se convierte en un colorante soluble que, en el proceso de tintura, es absorbido por la fibra. Aguilar (2015) argumenta que:

Una vez el colorante se encuentra en el interior de la fibra, se realiza un proceso de oxidación y nuevamente se convierten en insolubles. De esta manera, y tras este último tratamiento, resulta muy difícil extraer el colorante del tejido, por lo que las solidez a los tratamientos en húmedo son muy buenas. (p. 32)

Los colorantes reactivos son solubles que absorben la fibra, para reaccionar mediante enlaces covalentes, garantizando una buena tintura y post- lavado. Para su uso en un proceso Pad Batch es necesario un fijador aplicado de manera uniforme y al finar eliminar el colorante hidrolizado. En la **Tabla 3** se presenta álcalis a utilizar:

Tabla 3

Álcalis para Pad Batch

Álcalis	Fijación 25°C	Estabilidad de baño a 35°C	Fijación
Silicato Sódico, Sosa Caustica	12 – 24 hrs	2 – 3 hrs	Lenta
Silicato sódico, Sosa Caustica	6 – 8 hrs	20 – 30 min	Rápida
Sosa Caustica, Carbonato Sódico	8 – 12 hrs	15 – 20 min	Rápida

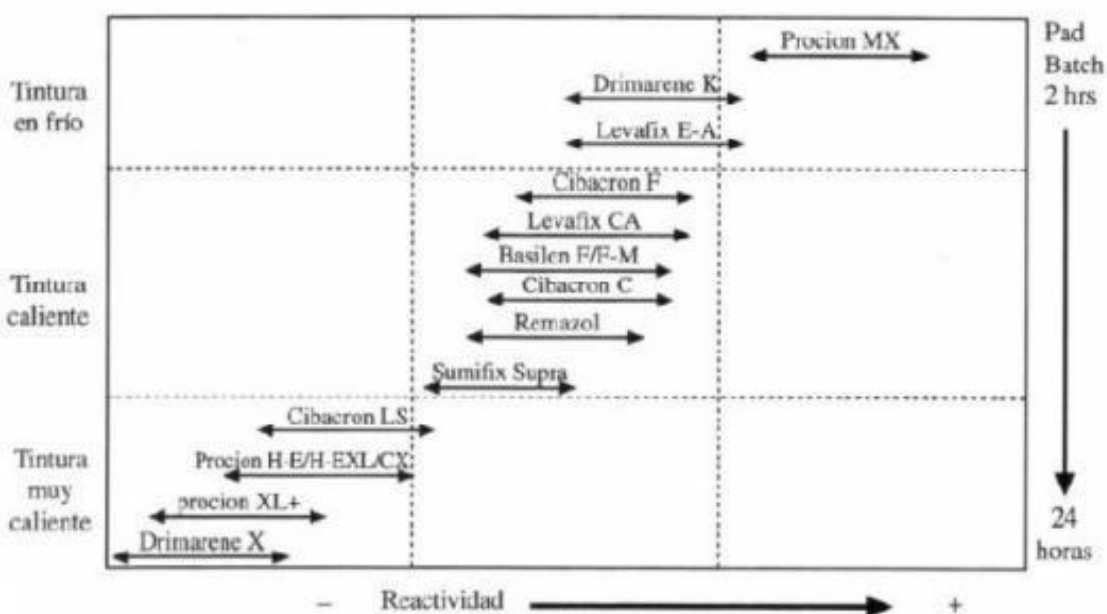
Nota: Adaptada de (Aguilar, 2015, p. 26)

Pues bien, Cabane (2023) en su investigación de tintura de las fibras celulósicas con colorantes reactivos mediante el proceso Pad Batch, se debe considerar en las etapas como impregnación del tejido, mantener en reposos en un tiempo determinado en función a la reactividad del colorante, posterior al lavado, jabonado y finalmente secado. En la

Figura 6. Se observa una gráfica que se aplicará el colorante Drimarene, en tintura en frío, el tiempo puede abarcar un periodo de 2 horas hasta 24 horas. Y se puede interpretar que el colorante Drimarene X tiene menor reactividad que el colorante Drimarene K, por ende, a menor reactividad mayor tiempo y temperatura en tintura.

Figura 6

Reactividad de colorantes



Nota: adaptada de (Cabane, 2023)

Riguan (2019) sugiere el método que beneficia a “La tintura por lotes en frío Pad Batch (CPB) es un método alternativo de tintura reactiva que utiliza menos recursos porque no hay necesidad de aplicar calor durante el proceso, y no se necesitan sales ni humectantes. Sin embargo, la velocidad de fijación depende de la temperatura ambiente” (párr. 6).

Y se aplica los colorantes reactivos que tienden a destacarse por ser tintes sintéticos, además “en escala comercial se debe principalmente a su precio aceptable, el brillo de la sombra, la amplia gama de colores, las propiedades de solidez del color, la

amplia escala de métodos de aplicación y su versatilidad cromática” (Maulik et al., 2022, párr.1).

1.3.5. Propiedades de los colorantes reactivos Drimarene

La principal cualidad de un colorante reactivo es lógicamente su reactividad, dependiente de la influencia activadora del grupo reactivo. Drimarene es más estable en forma seca y líquida que otros colorantes. el rango de temperatura de 30-50°C, tiene buena fuerza de color y buenas propiedades de solidez. (Textiel, 2023)

Tabla 4

Receta de teñido Drimarene

Receta de tintura Drimarene			
Matiz completo:	5% colores	R: B	20:1
Tonos pálidos:	25 g	Electrolitos:	25 - 60 g
Tonos oscuros:	60 g	Ceniza de soda:	10 - 30 g
500 g de Tejido:	25g de tinte	1 kg de Tejido:	50 g de tinte

Nota: (Kraftkolour, 2023, p. 1). La adición de humectante permite obtener un teñido uniforme.

En la **Tabla 4**, se puede observar una receta denominada “Dyebath method” que sugiere utilizar los tintes en agua a temperatura de 40°C. Estos tintes tienen las siguientes características:

- Formación de matiz para teñir tonos combinados de medios a muy profundos.
- Buena solidez a la luz, al blanqueo oxidativo y al lavado doméstico.
- Muy buenas propiedades de lavado.
- Excelente solidez al cloro. (Archroma, 2023)

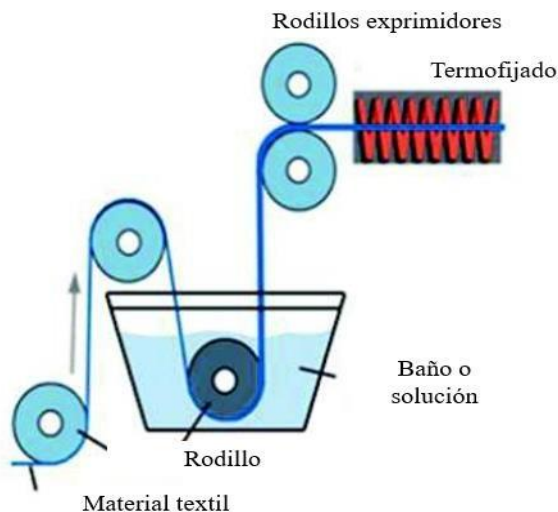
1.4. Tintura

1.4.1. Impregnación del tejido

“El foulard es una máquina que consiste en impregnar un sustrato en una solución química y escurrirlo posteriormente por presión entre cilindros. (Ibujés, 2019) Colocamos la tela y con ayuda de los cilindros exprimidores eliminamos el exceso de agua de la tela” (p. 43).

Figura 7

Foulard



Fuente: (Jaguaco, 2018)

Contiene una batea en la cual se debe colocar el baño de tintura o acabado, tiene unos cilindros exprimidores, el tejido una vez pasado por el foulard la solución no queda fijado en fibra, para ello es necesario realizar otra operación. En el caso de un acabado se realiza la impregnación para eliminar el exceso. Para Ibujés (2019) es primordial controlar varios parámetros:

- La concentración del colorante o acabado, con el fin, del que tejido quede impregnado. Para ello se debe realizar varias pruebas.

- El control del pH considerando si se desea que la solución acida o alcalina.
- Los cilindros exprimidores del foulard deben ser controladas por la presión, para determinada que cantidad de baño será impregnado por el sustrato.
- El pick up se refiere a la capacidad en porcentaje de baño absorbida por el tejido.

1.4.2. Baño de tintura

Menciona Khandaker (2013) su principal proceso es colocar los productos a temperatura ambiente, en solución de tinte con álcali para su fijación y enrollar, posterior a la dosificación el tinte no fijado será eliminado a través del enjuague y enjabonado al hervir, garantizando una solidez en húmedo. De modo que al enfatizar el método aplicar Echevarría et al. (2017) destaca que el método por agotamiento se basa en el peso de colorante usado es proporcional a la cantidad de tela, mientras por impregnación es “usando este método el material ingresa de forma continua, por lo que el parámetro a controlar es el volumen de baño de tintura, el cual debe ser siempre constante” (p. 5); debido a lo cual se controla el pick-up que es referente a la cantidad de baño de tintura retenido en los 100 g de tela.

De igual forma Rodriguez (2019) señala el método de impregnación se basa la introducción del material textil en una cuba que contiene una solución de un baño determinado de tintura por medio de cilindros será exprimido el exceso, y lo restante quedará depositado sobre el sustrato, y para fijarlo es necesario aplicar una serie de operaciones a través de vaporizadores que se puede seleccionar entre dos pociones por fijación calor húmedo o seco, de modo que es fundamental para garantizar un resultado favorable es influenciado por a una correcta absorción de la materia, la cantidad de baño y cantidad de colorante. Se infiere que existe varios métodos para la aplicación de

colorante reactivo, sin embargo, en la presente investigación se enfocará por el proceso de Pad Batch en tejido plano 100% algodón.

1.4.3. Lavado y Secado

Hayavadana (2004) resalta que el lavado es uno de los procesos rutinarios a los que se someten los materiales o tejidos del vestido durante su uso o uso. Las propiedades del tejido cambian tras lavados sucesivos. El proceso de lavado es considerado un paso esencial, para eliminar los residuos restantes, por ello, Rivera (2020) afirma “Casi siempre están conectados a tratamiento clave que están destinados a remover de las materias insolubles, que pueden estar en soluciones o emulsión con otras impurezas” (p. 32). Los fabricantes cada vez más centran más su atención en la reducción del consumo de agua, lo que conduce a la reducción de ahorro de energía agua, así como la reducción de aguas residuales. Lockuán (2012) menciona que la secuencia de las diversas etapas de lavado es la siguiente “Formación de baño con detergente, alcance de la temperatura y humectación, separación de impurezas emulsificación y eliminación del baño del tejido y secado” (p. 35).

El siguiente proceso del secado, se presenta el secado que puede ser en un equipo normalizado o a temperatura ambiente, aunque, (Fourt et al., 1951) explica que “todas las telas se secan a la misma velocidad en estas condiciones (la velocidad se expresa como el peso del agua que se evapora por unidad de área por unidad de tiempo), pero que el tiempo de secado depende de la cantidad de agua retenida originalmente, por lo que algunas telas se secan antes que otras” (párr. 1).

Capítulo 2

2. Materiales y Métodos

2.1. Métodos

2.1.1. Investigación hipotética

Se basa en la presentación de una expectativa o posible predicción que se coloca a prueba mediante una investigación en relación de variables, recolectando información que acote para la formulación de preguntas presentadas. por ende, se designa un proceso de descubrimiento. (Research, 2019)

En esta investigación se presenta una hipótesis en base a los parámetros de impregnación, como el tiempo, la concentración del colorante y el baño de tintura, lo cual influirá significativamente en la uniformidad del color y el lavado del tejido por impregnación.

2.1.2. Investigación experimental

Se presenta variables por medio de experiencias reales basadas en la investigación teórica, puede ser analizada de forma cualitativo o cuantitativa, es necesario realizar la descripción de un proceso, sus criterios de selección, controles de parámetros y los equipos o instrumentos utilizados. (Lee et al., 2019)

Se detalla de manera puntual los procedimientos, materiales y parámetros para la aplicación de la tintura con colorantes Drimarene en colores primarios, por el proceso Pad Batch en el equipo Foulard ubicado en los laboratorios físicos – químicos de la Carrera de Textiles.

2.1.3. Investigación comparativa

Una vez obtenidos los datos de la parte experimental, se requiere efectuar la comparación de los procesos realizados, para una buena comprensión de la teoría puesto

a prueba. Con ello, se genera proporciona nuevas alternativas o soluciones a los problemas propuestos. (Jasmine & Felicia, 2019)

La investigación comparativa se centra en la evaluación de comparar el cambio o degradación del color entre las muestras tinturadas con colorantes reactivos Drimarene, por el método de impregnación en el foulard y los especímenes sometidos a la prueba de solidez del color a la transpiración, tanto alcalina como ácida y a la transferencia o descarga del color a los testigos de algodón blanqueado 100% Co, que fueron sometidos a la prueba de solidez al frote (húmedo - seco) y a la valoración instrumental de la descarga del color a cada tipo de fibra de la multifibra sometida a la prueba de la solidez del color al sudor (alcalino - ácido), con la finalidad de analizar individualmente los datos obtenidos de las muestras a través de la calificación instrumental en la escala de grises en el espectrofotómetro de color.

2.1.4. Investigación analítica

De acuerdo a Jyotshna & Basudev (2017) se analiza diferentes puntos de vistas en una temática particular para la obtención de conclusiones lógicas, a través de la objetividad de un análisis profundo y su clasificación de datos; identificando si la hipótesis es verdadera o es falsa.

La investigación analítica se centra en las pruebas de la solidez del color al frote y sudor, en el caso de la prueba al frote permite determinar el grado de transferencia del color de las probetas al testigo de algodón al estar expuestas a un frote constante durante 10 ciclos completos, mientras que en el ensayo de solidez del color al sudor, se mide la transferencia de color a la multifibra o también conocido como tejido adyacente que se encuentra compuesta de: acetato, algodón, poliamida, poliéster, acrílico y lana, al estar en contacto a tejidos tinturados y sumergida junto a la multifibra en dos disoluciones distintas alcalina

y ácida, se las escurre y se coloca entre dos placas de acrílico bajo una presión determinada, tiempo y temperatura constante, así como también se determinará en este ensayo la degradación del color que se produce al estar en contacto con las dos sustancias, es muy importante realizar el procedimiento de acuerdo a las normas establecidas, debido a que según los resultados obtenidos, se determinará que probetas serán las más idóneas y por otra parte se determinará la cantidad de pérdida de color que muestran los tejidos debido a la transpiración.

2.2. Normas Textiles

2.2.1. AATCC 08-2013 Solidez del color al frote: Método de crockmeter

Esta prueba tiene la finalidad de determinar la cantidad de color que es transferida desde las probetas tinturadas hacia los testigos de algodón blanqueado 100% Co, cuyas dimensiones son de 5cm x 5 cm, el equipo utilizado en este ensayo es el Crockmeter, para la realización del ensayo se coloca la probeta a ensayar en el porta-muestra, se pone el testigo blanqueado 100% algodón estandarizado en seco, se configura el equipo y se procede a realizar la prueba del frote seco durante 10 ciclos completos.

Mientras para la solidez en húmedo es necesario que las telas testigos de algodón blanqueado deben ser humedecidas con agua destilada, el procedimiento del ensayo se realiza de la misma manera que para el frote seco, finalmente se retira el testigo la tela de algodón blanca de prueba, se le acondicione antes de evaluar, para el proceso de evaluación instrumental, se utiliza el espectrofotómetro de color en la escala de grises.

2.2.2. ISO 105 E04 Solidez del color a la transpiración

La solidez del color a la transpiración especifica el método para determinar la resistencia de los colores tinturados en los textiles, frente a la acción del sudor producido por el cuerpo humano. Las muestras de tela tinturada en contacto con los tejidos testigos

multifibra, se tratan en dos soluciones distintas que contienen productos químicos con los cuales obtenemos una solución alcalina y una solución ácida, se someten las muestras junto con la multifibra previamente sumergidas en las soluciones y escurridas entre dos placas de acrílico a una presión determinada, a una temperatura y un tiempo constante determinada por la norma.

Las probetas y los tejidos testigo se secan por separado. La degradación del color de cada probeta y la descarga sobre el(los) tejido(s) testigo se valoran mediante escalas de grises o de manera instrumental. (p. 5)

2.2.3. ISO 105 A02 Escala de grises para evaluar el cambio de color

La norma ISO 105 A02 tiene por objeto indicar el empleo de la escala de grises, enfocada en valorar la solidez del color al frote que provoca la “degradación del color de los textiles provocada por los ensayos de solidez. Se da como referencia permanente una especificación colorimétrica precisa de esta escala. Considerando si los cambios de color ocurren en dos direcciones o más, no sería factible” (ISO, 1993, p. 2). Este ensayo se basa en la evaluación comparativa de un tejido tinturado, con las muestras tinturadas sometidas al ensayo, estas muestras de tejido se deben calificar en el equipo espectrofotómetro a través de la escala de grises, con el fin de determinar el grado de solidez del color en relación con el cambio de color.

2.2.4. ISO 105 A03 Escala de Grises para evaluar la descarga

La norma ISO 105 A03, se basa en la medición en el equipo espectrofotómetro para medir la transferencia del color que determina la descarga en el tejido adyacente

(multifibra), los resultados son especificaciones colorimétricas para la comparación con su contraparte. ISO (2005) detalla el proceso para esta norma:

Para la evaluación de la transferencia del color por la transpiración, se debe colocar una muestra del tejido adyacente original ISO 105-F10 y la probeta que ha sido parte de una muestra de material compuesto en una prueba de solidez (las muestras analizadas) de lado a lado en el mismo plano y se mide la escala de grises de una forma instrumental, para evaluar la transferencia del color. (p. 4).

Para la evaluación de la transferencia del color por el frote, se coloca el tejido testigo de algodón original ISO 105-F09 y la probeta sometida a la prueba de la solidez (muestra analizada) y se mide de una forma instrumental la transferencia del color en el espectrofotómetro.

2.3. Flujograma del proceso

Kiran (2020) define que flujograma de proceso “es uno de los resultados más importantes del diseño y desarrollo del proceso. Se trata de un diagrama...que puede utilizarse para identificar las fuentes de variación (mediante diagramas de causa y efecto) de todo el proceso” (párr. 1). En esta investigación se desarrolla a través de métodos o técnicas la parte teórica con lo práctica; en este caso en base a los colorantes Drimarene, equipos y normas utilizadas en el laboratorio de la Carrera de Textiles. A continuación, se presenta el flujograma general y muestral, que abarca cada proceso realizado:

2.3.1. Flujograma general

En la figura se especifica el orden sistemático de la investigación del análisis de la solidez del color al frote y de la solidez del color al sudor de la tintura por proceso Pad Batch, con colorantes reactivos Drimarene en tejido plano 100% Co. Se menciona

desde la selección del material textil, equipos utilizados, tipo de colorante, materiales, auxiliares, receta de tintura, ensayos estandarizados y normalizados, entre otros.

Figura 8

Flujograma general

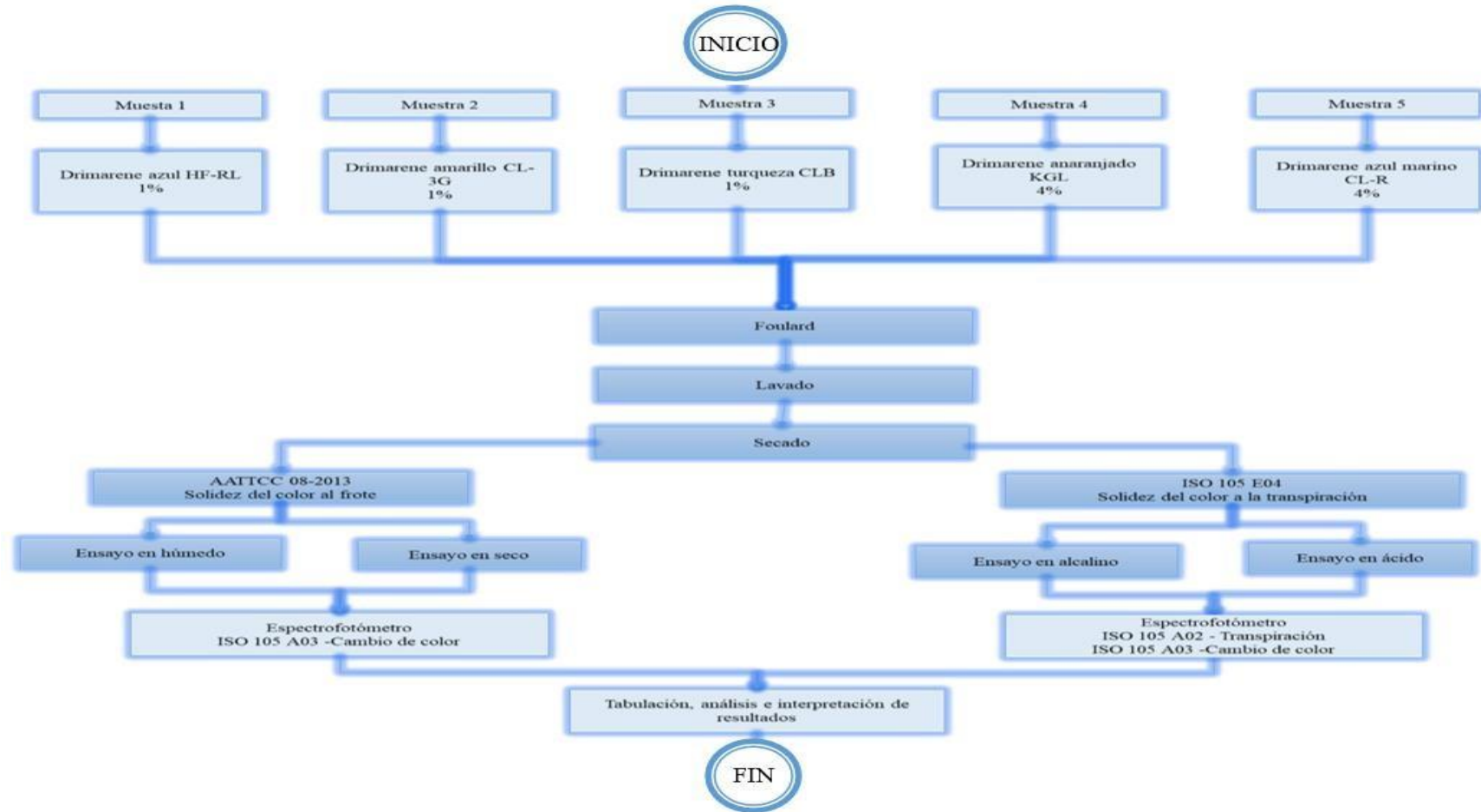


2.3.2. Flujograma muestral

A continuación, se identifica el procedimiento determinado para cada probeta, así como las normas aplicadas con el fin de obtener los datos cuantitativos y cualitativos de las muestras a experimentar.

Figura 9

Flujograma muestral









2.4. Equipos y materiales

Durante la parte práctica, se utilizó diferentes materiales que permitieron la precisión de cada proceso, a continuación, en la **Tabla 5**, se detalla el material, características y figura, para su identificación:

Tabla 5

Materiales

Instrumento /Material	Características	Figura
Matraz aforado	Permite tener mayor precisión en la medición de los líquidos.	
Vaso de precipitación	Permite medir líquidos y gramos de los auxiliares.	
Barra agitadora	Es de material de vidrio que ayuda a la mezcla de soluciones de productos o colorantes.	
Colorantes Drimarene	Producto textil que da color a las probetas.	
Multifibra	Contiene 6 tipos de tejidos sirve para los ensayos de solidez.	

Balanza analítica	Pesar los productos textiles en varias unidades	
--------------------------	---	---

2.4.1. Caracterización del tejido

Para la realización de la presente investigación se utilizó un tejido plano 100% Co con las características que se detalla en la **Tabla 6**, que indican los datos técnicos para todas las muestras mencionadas:

Tabla 6

Caracterización del tejido

Datos técnicos			
Tipo	Tejido Plano	Composición	100% Co
Ligamento	Tafetán	Ancho	1,8 m
Gramaje	$127,88 \frac{g}{m^2}$	Rendimiento	$4,35 \frac{m}{kg}$

Para la obtención de los valores numéricos detallados en la tabla anterior, se inició aplicando la norma ISO 3801 para obtener el gramaje, por ello, mediante la cortadora (gramera) de 100cm² se obtuvo 5 muestras que posterior a ello fueron pesadas individualmente cada probeta, luego se calculó el promedio y se calculó los gramos metros cuadrados; por otra parte, para el cálculo de rendimiento ASTM D 3774-18, se midió el ancho del tejido y con el gramaje, se obtuvo $4,35 \frac{m}{kg}$.

2.4.2. Proceso de tintura

El proceso de tintura por impregnación es una técnica que se utiliza para aplicar color al tejido de manera uniforme.

A) Preparación del tejido

Prepara el tejido plano 100% Co en lo que incluye limpiar, eliminar suciedad, aceites o cualquier otro contaminante que pueda afectar la calidad de la tintura.

B) Preparación del baño de tintura

Se prepara la solución de tintura que contiene el colorante, así como los auxiliares que ayudan a mejorar la solidez del color.

C) Impregnación del tejido

El tejido se sumerge completamente en el baño de tintura. Durante la impregnación, es muy importante agitar el tejido de manera controlada para garantizar que el colorante se distribuya uniformemente en el tejido.

D) Tiempo de inmersión

Los colores que se escogieron son pasteles, medios y oscuros de acuerdo a las especificaciones técnicas y el tiempo adecuado para asegurarse que haya una penetración adecuada del colorante en el tejido.

E) Lavado y fijación

Después de la impregnación, el tejido se somete a un proceso de lavado para eliminar el exceso de tintura y productos químicos y un secado doméstico

2.4.3. Colorantes reactivos Drimarene

El colorante Drimarene, es más estable en forma seca y líquida que otros colorantes. el rango de temperatura de 30-50°C, tiene buena fuerza de color y buenas propiedades de solidez. (Textiel, 2023)

Figura 10

Colorantes Drimarene



Nota: Son colorantes que se disuelven en agua fría

2.4.4. Foulard

Ibujés (2019) define que el foulard “es una máquina que consiste en impregnar un sustrato en una solución química y escurrirlo posteriormente por presión entre cilindros. Colocamos la tela y con ayuda de los cilindros exprimidores eliminamos el exceso de agua de la tela” (p. 43).

Figura 11

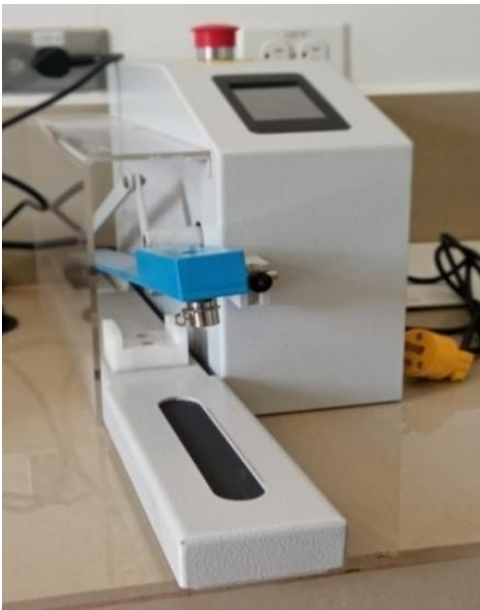
Foulard



Nota: Es fundamental controlar el pick up, la velocidad y la presión constante de 30 PSI para el tejido plano 100% Co.

2.4.5. Crockmeter

Exacolor (2023) lo define como “El crockmeter es un equipo para prueba de frote relativamente simple comúnmente utilizado para determinar la cantidad de color transferido del material textil a otras superficies por frote” (párr. 1).

Figura 12*Crockmeter*

Nota: Es primordial colocar la tapa que sostiene al tejido, además se realiza la prueba de solidez en seco y en húmedo durante 10 ciclos completos de frote.

El proceso se inicia con el ensamblaje manual de la probeta, luego en la parte del soporte se coloca un sustrato de tela bajo la norma ISO 105 F09 de 5 cm x 5 cm de 100% algodón, que es sujetado por unas abrazaderas de metal con la función de antideslizante, debido a que, tendrá 10 ciclos de frote, el proceso mencionado se realiza para cada probeta a ensayar en seco y húmedo.

2.4.6. Multifibra

James Heal (2022) menciona que la “Multifibra es uno de los tipos más comunes de tejidos adyacentes, hecho de hilos de varios tipos genéricos de fibras, cada... de al menos 15 mm de ancho proporcionando un grosor uniforme de tejido” (párr. 4).

Figura 13*Multifibra*

Nota: La multifibra se utilizó 10 muestras de 4 cm para el análisis de solidez al sudor. Para la medición es primordial no manchar ninguna parte, debido a que puede influenciar con el resultado final. La norma utilizada fue la ISO 105 E04 - Solidez del color a la transpiración.

2.4.7. Perspirómetro

James Heal (2023) destaca que “El perspirómetro consta de un bastidor de acero inoxidable con placas superior e inferior y una placa elástica intermedia. Los muelles que actúan sobre esta placa están diseñados para mantener una presión uniforme sobre las muestras” (p. 1).

Figura 14*Perspirómetro*

Las probetas se colocaron en contacto con la multifibra para la transferencia del color, después de ser humedecidas en una solución acuosa, en este caso, en álcali y ácido, las cuales simulan la transpiración, luego se coloca en placas de acrílico, que se someten a una presión constante de 12,9 kPa, para continuar al horno de secado.

2.4.8. Horno incubador

“Los hornos están diseñadas para mantener temperaturas relativamente bajas dentro de las tolerancias especificadas, tienen un ventilador para promover una distribución uniforme de la temperatura en la cámara calentada” (James Heal, 2023, p. 1).

Figura 15*Horno de secado*

Posterior al procedimiento del montaje de las muestras de la solución ácida y alcalinas, fueron colocadas en el horno incubador a una temperatura previamente calentada a 37 °C por un tiempo de 4 horas.

2.4.9. Espectrofotómetro

Sumalla (2023) explica que el espectrofotómetro se encarga de las mediciones múltiples tanto en reflectancia o transmitancia presenta una gran versatilidad en la medición de muestras de tamaños variados y no uniformes. Una de sus funciones es especificar, formular y controlar sus colores.

Figura 16

Espectrofotómetro colorímetro



El equipo espectrofotómetro fue utilizado para la medición a la solidez del color al frote, en la cual se midió las muestras blancas para la transferencia del color, comparando con las probetas originales y las que fueron sometidas al frote. Por otra parte, las muestras después de realizar la solidez del color a la transpiración, se evaluó con el tejido de multifibra comparando con las originales contra las probetas realizadas en el ensayo alcalinas y ácidas, para determinar si se transfiere el color. Aquella calificación para los dos ensayos fue en escala grises del 1 al 5.

2.5. Pruebas de laboratorio

2.5.1. Pruebas de Solidez del color al frote

El ensayo de solidez del color al frote fue realizado en los laboratorios de procesos físicos químicos de la Carrera de Textiles y se refiere a la cantidad de transferencia del color o el desprendimiento del color en condiciones controladas desde la parte superficial del sustrato textil de 50 x 130 mm preferiblemente en la dimensión más larga en sentido de urdido a otro de 50 x 50 mm de color blanco, acondicionadas durante al menos 4 horas mediante el equipo crockmeter.

Se realizó la prueba de solidez del color en seco y en húmedo durante 10 ciclos completos de frote, se retiró las muestras blancas y se las llevó a evaluar en el espectrofotómetro colorímetro para medir la transferencia del color, mediante la comparación de la muestra original con las muestras sometidas al frote. La calificación del ensayo de la transferencia del color a la tela blanca se evalúa en la escala de grises de 1 a 5, siendo 5 la mejor calificación es decir que no ha existido transferencia de color.

2.5.2. Prueba de resistencia del color a la sudoración

El ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia del color de los textiles a la sudoración del cuerpo humano, ya que al tener contacto con el sustrato textil puede ocasionar un degrado de color o producir a las prendas un amarillamiento; por ello, para asemejar lo mencionado se utilizó los productos para soluciones alcalina y ácidas contienen:

Para la disolución alcalina se basó en la **Tabla 7**, se utilizó en un litro de agua destilada 0,5 g de monoclóhidrato de L-histidina monohidratado, 5 g de cloruro de sodio y 2,5 g de hidrógeno ortofosfato disódico dihidratado a un pH de 8.

Tabla 7

Dosificaciones ISO 105 E04 para solución alcalina con un pH 4,5

Materiales/ Auxiliares	Especificaciones	Dosificación
Histidine	Monohydrate 98%	0,5 g/l
Sodium	NaCl	5 g/l
Di-sodium hydrogen orthophosphate dihydrate	NaH ₂ PO ₄ 2H	2,5 g/l
Agua destilada		300 ml

Para la solución ácida se basó en la **Tabla 8**, se utilizó igual en un litro de agua destilada 0,5 g de monoclóhidrato de L-histidina monohidratado, 5 g de cloruro de sodio y 2,2 g de hidrógeno ortofosfato sódico dihidratado, la disolución se ajusta a un pH de 5,5.

Tabla 8

Dosificaciones ISO 105 E04 para solución ácida con un pH 4,5

Materiales/ Auxiliares	Especificaciones	Dosificación
Histidine	Monohydrate 98%	0,5 g/l
Sodium	NaCl	5 g/l
Sodium DI-Hydrogen orthophospha dihydrate	NaH ₂ PO ₄ 2H	2,2 g/l
Agua destilada		300ml

Las probetas tienen las dimensiones de 40 mm x 100 mm y fueron cosidas en uno de los extremos a los tejidos multifibra que contiene: acetato, algodón, nylon, poliéster,

acrílico y lana; las cuales van en contacto con el lado pesado del tejido, luego se colocaron las muestras de tela en un recipiente sumergidas en la solución alcalina y en otro recipiente se colocan las otras probetas de tela en la solución ácida, el procedimiento mencionado tiene como fin empapar con las soluciones durante 30 minutos a temperatura ambiente.

Luego se escurre las muestras de la solución alcalina y se colocan en las placas de acrílico para realizar el montaje de las muestras en el perspirómetro, bajo una presión de 12,9 kPa, de igual manera se realiza el procedimiento del montaje de las muestras de la solución ácida; una vez realizado lo mencionado se colocan en un horno incubador a una temperatura previamente calentada a 37 °C por un tiempo de 4 horas.

Tabla 9

Calificación en escala de grises

Grado de solidez	Diferencia CIELAB	Tolerancias
5	0	±0,2
4	4,3	±0,3
3	8,5	±0,5
2	16,9	±1,0
1	34,1	±2,0

Nota: adaptada de (ISO, 2005)

En la **Tabla 9**, una vez culminada el tiempo mencionado se secaron las muestras al ambiente durante 24 horas, y se procedió a evaluar en el espectrofotómetro colorímetro la transferencia de color; para la calificación se evaluó en la escala de 1 a 5 como se observa en la tabla anterior, siendo 5 la mejor calificación, es decir que no ha existido degradación, ni transferencia de color.

Capítulo 3

3. Resultados y Discusiones


El proceso de tintura por método Pad Batch con colorantes reactivos Drimarene, se basa en someter el tejido plano 100% Co por medio de rodillos donde se controla la presión de estos, además que, las ventajas del proceso se ven reflejadas en el tiempo de entrega, eficiencia de la tintura, descarga de agua y reducción de auxiliares todos estos parámetros en comparación con otras técnicas de tintura.

El ensayo de laboratorio se realizó con la finalidad de determinar la solidez del color al frote y resistencia del color a la sudoración por el método antes mencionado, donde los resultados obtenidos demuestran que el nivel del colorante reactivo Drimarene soporta las condiciones determinadas por la norma AATCC 08-2013 Solidez del color al frote e ISO 105 E04 Solidez del color a la transpirabilidad. Los datos alcanzados durante el análisis en el equipo de laboratorio espectrofotómetro, los colorímetros se encuentran descritos en las tablas de análisis.

3.1. Resultados de la tintura por impregnación


En las siguientes tablas se presenta sus dosificaciones aplicadas para las probetas de algodón 100%, es decir, el tipo de colorante con su determinado porcentaje y de sus auxiliares, además es de consideración que el peso de cada muestra es diferente, pero la cantidad de dosificaciones de los auxiliares es igual para todos:

Tabla 10*Receta de tintura Drimarene azul HF-RL*

Receta 1			
Peso: 42,38			
Solución: 300 ml			
Color: Drimarene azul HF-RL			
Colorante/ Auxiliares			
Drimarene azul HF-RL	1	g/l	Total 0,423 g
Álcali		2	0,6 g/l
Novapal SHA (humectante)		1	0,3 g/l

Nota: El pick up alcanzado para la tintura del colorante Drimarene azul HF-RL por impregnación fue de 79,07%.


Tabla 11*Receta de tintura Drimarene amarillo CL-3G*

Receta 2			
Peso: 43,057 g			
Solución: 300 ml			
Color: Drimarene amarillo CL-3G			
Colorante/ Auxiliares			
Drimarene amarillo CL-3G	1	g/l	Total 0,4305 g
Álcali		2	0,6 g/l
Novapal SHA (humectante)		1	0,3 g/l

Nota: El pick up alcanzado para la tintura del colorante Drimarene amarillo CL-3G por impregnación fue de 77,52%.

Tabla 12


Receta de tintura Drimarene turquesa CLB

Receta 3			
Peso: 44,56 g			
Solución: 300 ml			
Color: Drimarene turquesa CLB			
Colorante/ Auxiliares	%	g/l	Total
Drimarene turquesa	1		0,4456 g
CLB			
Álcali		2	0,6 g/l
Novapal SHA (humectante)		1	0,3 g/l

Nota: El pick up alcanzado para la tintura del colorante Drimarene turquesa CLB por impregnación fue de 78,63%.

Tabla 13

Receta de tintura Drimarene anaranjado KGL

Receta 4			
Peso: 42,653 g			
Solución: 300 ml			
Color: Drimarene anaranjado KLG			
Colorante/ Auxiliares	%	g/l	Total
Drimarene anaranjado	4		1,70 g
KLG			
Álcali		2	0,6 g/l

Novapal SHA (humectante)	1	0,3	g/l
-----------------------------	---	-----	-----

Nota: El pick up alcanzado para la tintura del colorante Drimarene anaranjado KLG por impregnación fue de 75,25%.

Tabla 14

Receta de tintura Drimarene azul marino CL-R

Receta 5

Peso: 43,052 g

Solución: 300 ml

Color: Drimarene azul
marino CL-R

Colorante/ Auxiliares	%	g/l	Total
Drimarene azul marino CL-R	4		1,72 g
Álcali		2	0,6 g/l
Novapal SHA (humectante)		1	0,3 g/l

Nota: El pick up alcanzado para la tintura del colorante Drimarene azul marino CL-R por impregnación fue de 78,62%.

3.2. Análisis de solidez del color al frote

Los ensayos de solidez del color al frote de acuerdo con la norma AATCC 08 2013 Solidez del color al frote, son realizados con el objetivo de calificar la solidez del color en una escala de 1 a 5, donde 1 es cambio total del color y 5 es ningún cambio de color, con colorantes pasteles, medios y oscuros, se tabula los resultados obtenidos en el

proceso de tintura por el método Pad Batch, y para la mejor comprensión del lector se muestra a continuación la nomenclatura de las probetas de laboratorio Tabla 15.

Tabla 15

Nomenclatura de los colorantes para las tablas siguientes

Número de Muestras	Color
M1	Drimarene azul HF-RL
M2	Drimarene amarillo CL-3G
M3	Drimarene turquesa CLB
M4	Drimarene anaranjado KGL
M5	Drimarene azul marino CL-R

Nota: la nomenclatura se utiliza para todas las tablas a continuación.

Tabla 16

Tabla de resultados de transferencia del color según la escala de grises



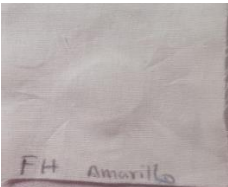
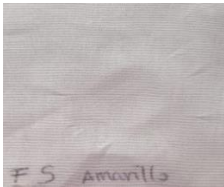
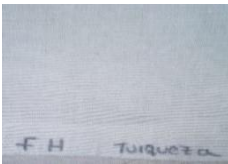
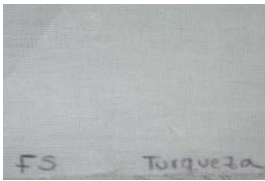

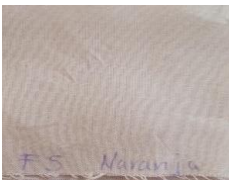
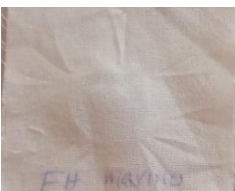

Muestras	Solidez Frote-Húmedo	Solidez Frote-Seco
	Transferencia	Transferencia
M1	5	5
M2	5	4-5
M3	5	5
M4	5	5
M5	4-5	4-5

Nota: En la **Tabla 16** se muestra la solidez del color al frote en húmedo en las pruebas realizadas de transferencia de color, de la muestra M1, M2, M3, M4 que tienen una calificación de 5, mientras que en la muestra M5 se puede observar una leve transferencia

de color ya que está intermedio entre 4-5 esto puede ser porque en el lavado se quedaron residuos de colorantes. Solidez Frote seco en las pruebas realizadas de transferencia de color en la muestra M1, M3, M4 están en un rango de 5, mientras que, en la muestra M2, y M5 tienen una ligera transferencia de color entre 4-5 esto se puede deberse a los tipos de auxiliares utilizados.

Tabla 17

Resultado de las pruebas de solidez al frote del tejido testigo algodón 100%.

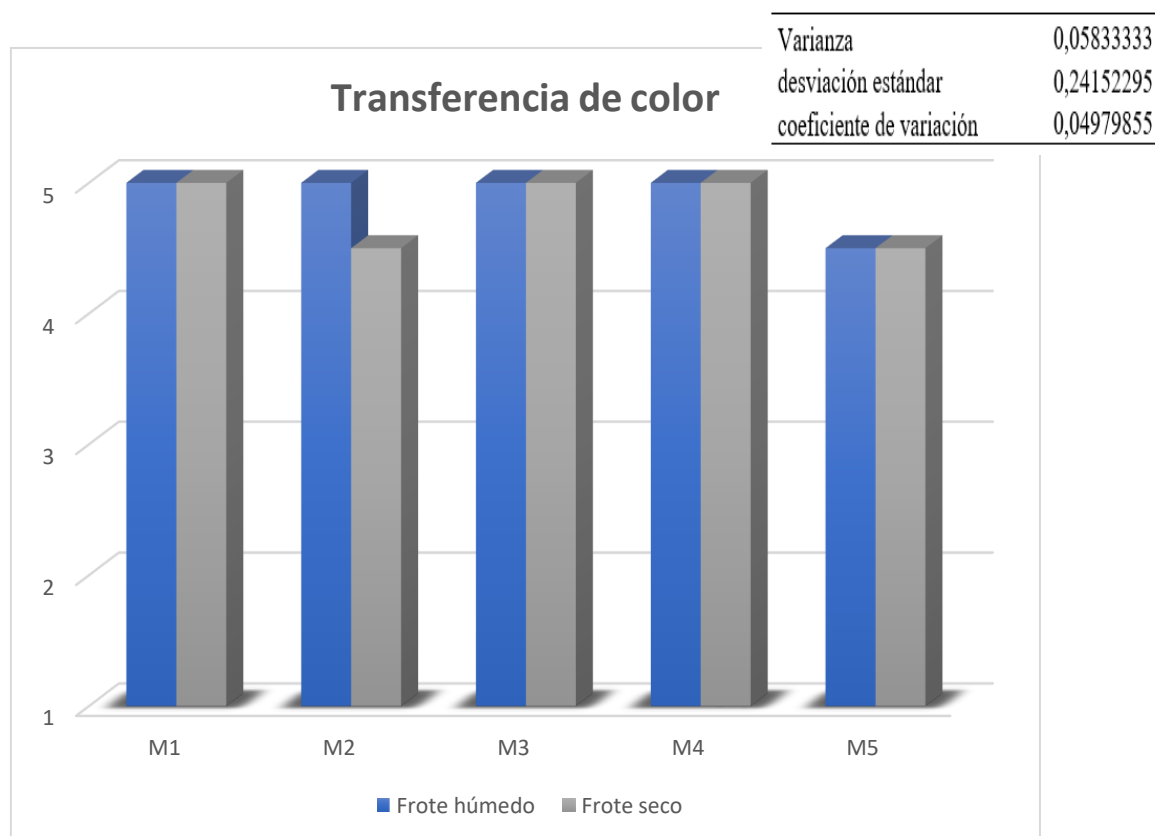
Muestra	Solidez Frote-Húmedo Transferencia	Solidez Frote-Seco Transferencia
M1		
M2		
M3		
M4		
M5		

Nota: En la **Tabla 17** se puede comprobar de mejor manera las muestras de solidez al frote húmedo confirmando que en la muestra M1, M2, M3, M4 no existe transferencia

de color hacia el testigo algodón 100%, y la muestra M5 existe una leve transferencia de color. En la solidez al frote seco en la muestra M1, M3 y M4 no hay transferencia de color, la muestra M2 y M5 tiene una ligera transferencia del color hacia el testigo algodón 100%.

Figura 17

Gráfico de barras de la transferencia de color al frote

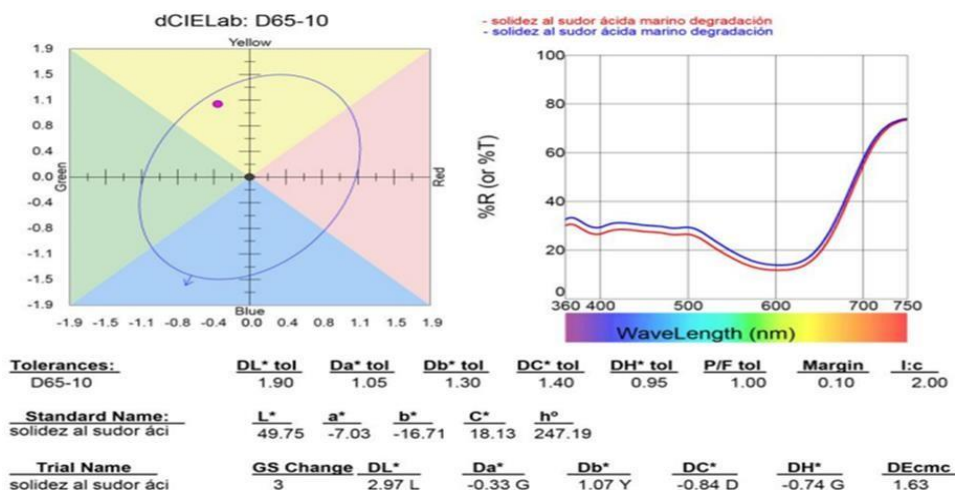


En el diagrama de gráfica de barra las muestras M1, M2, M3, M4 y M5 muestran una calificación de solidez de transferencia de color. La varianza de 0,0583 apunta que los valores de transferencia de color tienen una dispersión relativamente baja, quiere decir que, los valores están bastante cercanos entre sí. La desviación estándar de 0,241 indica que los valores de transferencia de color tienen una dispersión baja. Es decir, los valores individuales están cerca de la media. Los datos proporcionados indican que los valores de transferencia de color están bastante reducidos alrededor de su media, lo que implica

que la variabilidad en la transferencia de color es baja. Esto sugiere que existe una consistencia y estabilidad en los valores de transferencia de color.

Figura 18

Calificación en el espectrofotómetro cambio de color



En la **Figura 18** se pueden observar los resultados del análisis de color, donde se destacan los siguientes valores: DL, Da*, Db*, Dc* y Dh*. Estos valores proporcionan información sobre la luminosidad y las variaciones en los componentes de color.

El valor de DL indica la diferencia en la luminosidad, siendo el resultado más oscuro. Por otro lado, el valor de Da* -0,33 presenta un ligero componente de color verde, el valor de Db* 1,07 muestra una tonalidad amarilla, el valor de Dc* indica una desviación de -0,84.

En cuanto al valor de Dh*, este se encuentra en -0,74 lo que indica una variación hacia el verde. Es importante destacar que se encuentra dentro del rango de -1, lo cual sugiere que no existen variaciones significativas en las combinaciones de todos los parámetros. El DEcmc de 1,63 que es la diferencia de color que existe entre la muestra estándar y la muestra sometida al ensayo, obteniendo como resultado una degradación de color de 3 en escala de grises de acuerdo a la norma ISO 105 A02.

3.3. Análisis de solidez al sudor

Las pruebas se realizaron cumpliendo con la norma ISO 105 E04 Solidez del color a la transpiración, en la que se evalúa la capacidad del material para resistir los efectos y el aspecto mediante un análisis ácido-alcalino. Esto ayuda a garantizar la calidad del material.

Tabla 18

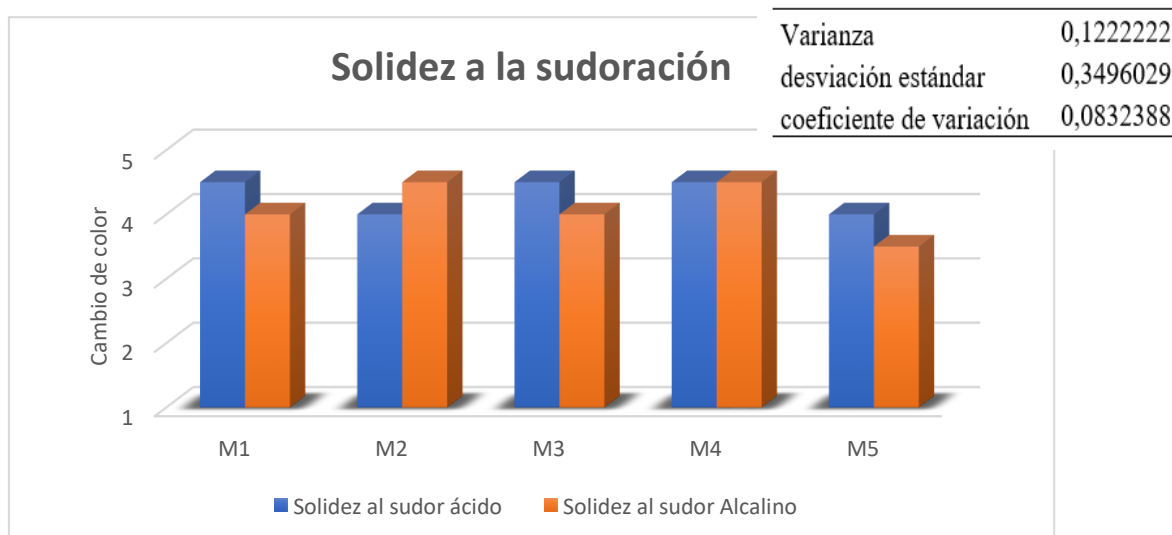
Tabla de resultados a la degradación del color en escala de grises

Muestras	Solidez al sudor ácido Cambio de color	Solidez al sudor Alcalino Cambio de color
M1	4,5	4-5
M2	4-5	4
M3	4-5	4
M4	4-5	4-5
M5	4	3-5

Nota: En la **Tabla 18** se indica las pruebas de cambio de color del sudor ácido en la muestra M1, M2, M3, M4 tiene una leve decoloración del tejido 100% Co con una calificación de 4-5, a diferencia de la muestra M5 que vario con una calificación de 4 puede deberse a que fueron sometidas a temperaturas en el horno incubador. El cambio de color al sudor alcalino en la muestra M1, M4 tiene un cambio ligero de color con una calificación de 4-5, en la muestra M2, M3 tiene un mínimo cambio de color a diferencia de la muestra M5 que altero en un 3-5 y todas estas calificaciones pueden ser porque existió colorantes de residuos en la tela.

Figura 19

Resultados de las pruebas de cambio de color de la sudoración



En la **Figura 19** las barras se pueden entender mejor, las muestras M1, M3 y M4 tienen una solidez al sudor ácido, con una calificación intermedia de 4-5. Esto sugiere que los colorantes son más resistentes al efecto del sudor ácido en comparación con las otras muestras. La Variabilidad se observa que en los valores de solidez al sudor tanto ácido como alcalino, de 0,122 indica que los valores de cambio de color en escala de grises tienen una dispersión moderada. Esto sugiere que hay cierta variabilidad en los valores, lo que implica que algunos colores pueden desviarse más que otros. Por ejemplo, la muestra M5 muestra una solidez al sudor alcalino, con un valor de 3-5, lo que indica una menor resistencia al sudor en comparación con las demás.

Tabla 19

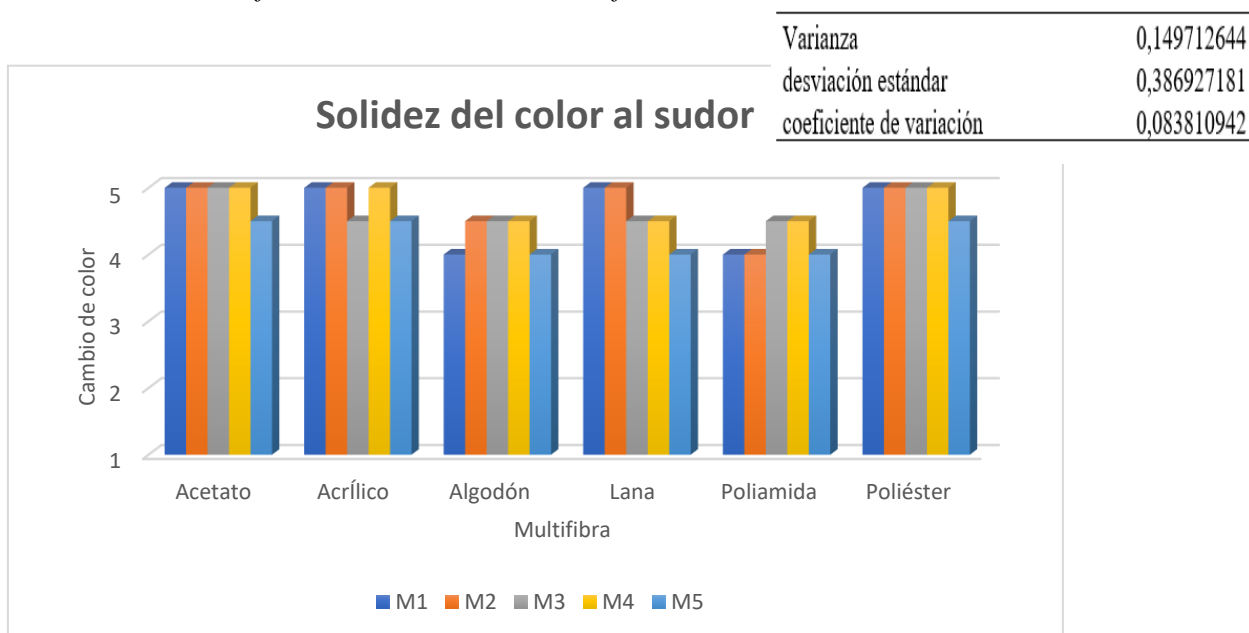
Tabla de resultados solidez del color al sudor en escala de grises

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
Multifibra	Cambio de color	Cambio de color	Cambio de color	Cambio de color	Cambio de color
Acetato	5	5	5	5	4-5
Acrílico	5	5	4,5	5	4-5
Algodón	4	4-5	4-5	4-5	4
Lana	5	5	4-5	4-5	4
Poliamida	4	4	4-5	4-5	4
Poliéster	5	5	5	5	4-5

Nota: En la **Tabla 19** Todas las fibras muestran un cambio de color cuando se someten a pruebas de solidez al sudor. Sin embargo, se indica que todas las muestras experimentaron un cambio de color. Esto sugiere que los colorantes Drimarene tienen un impacto en la solidez del color en diferentes tipos de fibras. Acetato, Acrílico, Algodón, Lana, Poliamida y Poliéster: Estas columnas proporcionan información sobre la solidez al cambio de color. Los valores varían de 4-5, lo que indica diferentes niveles de transferencia al cambio de color. Por ejemplo, el acetato y el acrílico obtienen una calificación de 5, lo que sugiere una alta resistencia al cambio de color, mientras que el algodón y la lana tienen calificaciones intermedias (rango de 4 a 5), lo que indica una resistencia ligeramente menor.

Figura 20

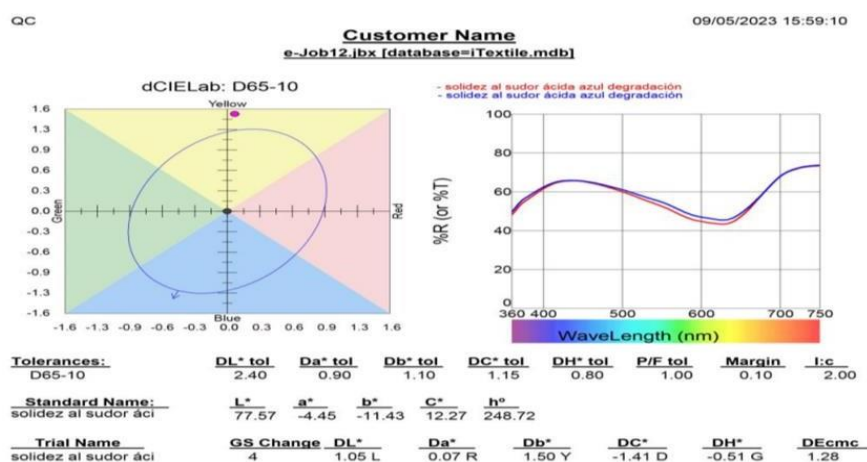
Resultados de transferencia del color a la multifibra



Para analizar mejor el diagrama de barras, la mayoría de las fibras (acetato, acrílico, lana y poliéster) tienen una alta solidez al sudor ácido de 4-5. El algodón y la poliamida tienen una solidez moderada de un rango de 4. Sin embargo, existen algunas variaciones en la solidez al sudor ácido dentro de ciertas muestras, como en el caso del acrílico, lana y poliéster en muestras específicas. Los datos proporcionados indican que los valores de transferencia del color hacia la multifibra en escala de grises son moderados con un coeficiente de variación de 0,083. Esto sugiere que algunos colores pueden desviarse más de la media que otros en el proceso de transferencia de color hacia la multifibra. Estas observaciones pueden ser útiles para seleccionar las fibras adecuadas en función de la solidez al sudor requerida en diferentes aplicaciones textiles.

Figura 21

Calificación en el espectrofotómetro cambio de color



En la **Figura 21** se pueden observar los resultados del análisis de color, donde se destacan los valores DL 1,05 que indica la diferencia en la luminosidad, siendo el resultado más claro, el valor de Da* 0,07 presenta un ligero componente de color rojo, el valor de Db* 1,50 muestra una tonalidad amarilla, el valor de Dc* indica una desviación de -1,41.

En cuanto al valor de Dh*, este se encuentra en -0,74 lo que indica una variación hacia el verde. El DEcmc de 1,28 que es la diferencia de color que existe entre la muestra estándar y la muestra sometida al ensayo, obteniendo como resultado una degradación de color de 4 en escala de grises de acuerdo a la norma ISO 105 A02.

3.4. Análisis de normalidad de datos

Para el análisis de confiabilidad se realizó mediante la normalidad de los datos con el propósito de conocer que tan confiables son los valores obtenidos de cada una de las pruebas de solidez al frote (húmedo seco) y sudor (ácido- alcalino)

Tabla 20*Normalidad de datos*

	Húmedo	Seco	Sudor Ácido	Sudor Alcalino	Ácido Acetato	Alcalino Acetato	Ácido Acrílico	Alcalino Acrílico	Ácido Algodón	Alcalino Algodón	Ácido Poliamida	Alcalino Poliamida	Ácido Poliéster	Alcalino Poliéster	Ácido Lana	Alcalino Lana
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,552	0,684	0,803	0,9076	0,5522	0,345	0,684	0,5522	0,7348	0,7709	0,902	0,684	0,5522	0,777	0,881	0,5522
p(normal)	0,000131	0,00647	0,08569	0,4532	0,000131	0,0067	0,00647	0,000131	0,02138	0,04595	0,4211	0,00647	0,000131	0,0344	0,314	0,000131
Anderson-Darling A	1,205	0,7995	0,4834	0,3438	1,205	1,233	0,7995	1,205	0,6832	0,6028	0,2886	0,7995	1,205	0,4567	0,3644	1,205
p(normal)	0,0007517	0,01293	0,1173	0,3144	0,0007517	0,0022	0,01293	0,0007517	0,02932	0,05166	0,4537	0,01293	0,0007517	0,2456	0,2732	0,0007517
p(Monte Carlo)	0,0001	0,01	0,1324	0,3613	0,0001	0,0223	0,0098	0,0001	0,0256	0,0448	0,5218	0,0089	0,0001	0,0345	0,3201	0,0001
Lilliefors L	0,4726	0,3674	0,2543	0,3	0,4726	0,0233	0,3674	0,4726	0,3303	0,3488	0,2213	0,3674	0,4726	0,2345	0,2305	0,4726
p(normal)	0,0001	0,02718	0,3622	0,1489	0,0001	0,0011	0,02718	0,0001	0,07294	0,04512	0,585	0,02718	0,0001	0,04356	0,5192	0,0001
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0277	0,3596	0,1511	0,0001	0,0455	0,0242	0,0001	0,0718	0,0444	0,5951	0,0245	0,0001	0,1257	0,5196	0,0001
Jarque-Bera JB	0,388	0,2391	0,4902	0,5441	0,388	0,2234	0,3391	0,388	0,125	0,7703	0,5021	0,4391	0,388	0,222	0,3754	0,388
p(normal)	0,3891	0,4573	0,4081	0,7618	0,3891	0,5344	0,6573	0,3891	0,5697	0,6803	0,778	0,6573	0,3891	0,5321	0,8289	0,3891
p(Monte Carlo)	0,0001	0,1293	0,2439	0,4733	0,0001	0,0321	0,127	0,0001	0,0659	0,1639	0,5457	0,1291	0,0001	0,00123	0,7547	0,0001

Nota: En la **Tabla 20** Se verificó la confiabilidad de los datos obtenidos en cada una de las pruebas realizada, según Jarque- Bera JB P(normal) los

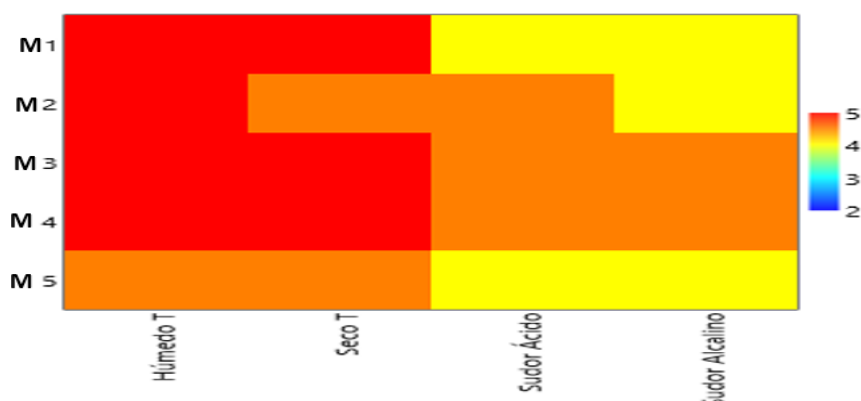
valores ($p > 0.05$) dan una confiabilidad del 95%, indicando que los valores son normales.

3.5. Análisis e interpretación de introducción

Para un correcto análisis de resultados se aplicó la figura extraída del programa estadístico Past 4, las mismas que se muestran, a continuación.

Figura 22

Matrix Plot de solidez del color a la solidez y sudoración



En el gráfico Matrix Plot se indican la calificación del 1 al 5 en escala de grises, donde las muestras (M1, M2, M3, M4, M5) están ubicadas en el eje Y, mientras que los ensayos realizados de solidez al frote y solidez al sudor se encuentran en el eje X, donde se hace una representación visual mediante colores, iniciando que el color azul equivalente es 1 y terminando con el rojo equivalente a 5.

Las muestras M1, M2, M3, M4 y M5 han obtenido una calificación intermedia de 4-5 en términos de solidez al frote en húmedo-seco. Esta calificación se representa mediante el color naranja, mientras que la calificación máxima de 5 se representa con el color rojo, que indica una excelente transferencia de color. Al evaluar la solidez al sudor ácido-alcalino, las muestras han obtenido una calificación de 4, representada por el color amarillo. El color naranja corresponde a una calificación de 4-5, mientras que el color rojo indica una calificación de 5. Es decir, estos resultados demuestran una satisfactoria transferencia de color."

Capítulo 4

Conclusiones

- La tintura por proceso Pad Batch con colorantes reactivos Drimarene, se caracteriza por distribuir uniformemente el colorante al tejido, esto significa que, los colores resultantes de este proceso poseen una alta resistencia al frote y a la sudoración con una calificación promedio 4-5 en escala de grises, es decir una excelente solidez al color, además que la eficiencia, el consumo de agua y la reducción de auxiliares son unas de las ventajas que el proceso contiene.
- El análisis de la varianza utilizando las medidas estadísticas tanto para solidez del color al frote (húmedo – seco) como para solidez del color a la sudoración (ácido-alcalino) los resultados obtenidos se puede deducir que en la solidez al frote tiene una desviación estándar de 0.22, esto hace referencia entre el rango del 4-5 existiendo una baja dispersión de los datos y la consistencia de los valores a comparación de la solidez a la sudoración (ácida – alcalina) que tiene una desviación estándar de 0.935, lo que quiere decir que está en el rango de 3-5 ya que existe mayor dispersión en los valores y una variabilidad más amplia.
- Los resultados del proceso de tintura por el método Pad Batch con colorantes reactivos Drimarene, clasificados en colores pasteles medios y oscuros, estas muestras fueron sometidos al análisis en base a la normativa establecida en laboratorio de procesos físico químico de la Carrera de textiles-UTN, de manera que, los resultados revelan un valor en escala de grises 4-5 que determina una mejor resistencia del color al frote y al sudor por parte de los colores pasteles y medios, sin embargo, los colores oscuros muestran una menor solidez del color

al frote y sudor, teniendo una calificación de 3 en colores oscuros (M5), según lo manifestado en los resultados de las tablas anteriores.

- En el análisis realizado sobre la normalidad de datos de solidez del color al frote y solidez del color a la sudoración en el software Past 4, se pudo apreciar que los datos siguen una distribución normal basándose en la asimetría, el valor p obtenido en la prueba de Jarque-Bera, incluyendo Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors es ($p > 0,05$), ya que según lo manifestado en la tabla 20 se logró evidenciar que las muestras M1, M2, M3, M4 ,M5 tiene un promedio de 0,055, esto quiere decir que están en el rango de 4-5 y tienen una confiabilidad del 95%.

Recomendaciones

- Los colorantes reactivos Drimarene, fueron una elección confiable para lograr una excelente solidez tanto al frote como a la sudoración, se recomienda a las personas involucradas en el campo textil, utilicen estos colorantes los cuales se impregnan uniformemente en el proceso.
- La técnica que se utilizó para aplicar el colorante al tejido 100% algodón es por impregnación en la máquina Foulard, con el fin de obtener una buena tintura y una buena solidez en el tejido, recomendando realizar un control de presión, velocidad y pick up de acuerdo con el tipo de género textil a teñir sea este tejido plano o de punto 100% Co.
- El proceso de tintura por el método Pad Batch tiene como beneficios, mejora la eficiencia en el uso de recursos, recomendando a las empresas textiles apliquen este proceso ya que esto puede ayudar a fortalecer su imagen de marca, mejorar su competitividad y contribuir a la protección ambiente.

- Al evaluar los colores oscuros tinturados mediante el espectrofotómetro colorímetro, se ha observado que obtienen una calificación de 3 en la escala de grises, lo que indica una solidez deficiente. Se recomienda llevar a cabo pruebas o emplear técnicas que puedan mejorar la solidez del color del frote y del sudor.

Bibliografía

- Abu, N. (2014). Effect of dyeing parameters on dyeing of cotton fabrics with fluoro chloro pyrimidine reactive dyes. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 125–128.
https://www.researchgate.net/publication/277130090_EFFECT_OF_DYEING_PARAMETERS_ON_DYEING_OF_COTTON_FABRICS_WITH_FLUORO_CHLORO_PYRIMIDENE_REACTIVE_DYES
- Aguilar, J. (2015). *Análisis de las etapas de preparación del tejido y estudio de la cinética del proceso de tinte con colorantes reactivos por procedimiento “cold pad-batch” sobre textiles celulósicos*. 1–117.
[https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53512/Aguilar Tatay - Analisis de las etapas de preparacion del tejido y estudio de la cinetica del proceso de tinte con colorantes reactivos por procedimiento %22cold pad-batch%22 sobre textiles celulosicos.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53512/Aguilar_Tatay_-_Analisis_de_las_etapas_de_preparacion_del_tejido_y_estudio_de_la_cinetica_del_proceso_de_tinte_con_colorantes_reactivos_por_procedimiento_%22cold_pad-batch%22_sobre_textiles_celulosicos.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Archroma. (2023). DRIMAREN® ULTIMATE HF/HD/ES Reactive dyes Delivering the ultimate in performance and sustainable fashion for cellulose. *Archroma_Drimaren-Ultimate-Brochure-A4-220510*, 1–13.
- Asmat, K. (2018). *Colorantes reactivos*.
https://www.academia.edu/16585545/COLORANTES_REACTIVOS
- Cabane, A. (2023). *TINTURA DE FIBRAS CELULÓSICAS CON COLORANTES REACTIVOS (III)*.
- Ley orgánica de salud*, 1 (2006) (testimony of Constitución de la república del Ecuador).
http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/PDF/EC/ley_organica_de_salud.pdf

- Echevarría, A., Fernández, L., Gonzales, L., Mendoza, E., & Rivera, W. (2017a). Design and Implementation of a Pilot Plant for the Dyeing of Textile Avios. *Escuela Profesional de Ingeniería Textil*.
- Echevarría, A., Fernández, L., Gonzales, L., Mendoza, E., & Rivera, W. (2017b). Design and Implementation of a Pilot Plant for the Dyeing of Textile Avios. *Escuela Profesional de Ingeniería Textil*. <https://acreditacion.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2017/06/Design-and-Implementation-of-a-Pilot-Plant-for-the-Dyeing-of-Textile-Avios.pdf>
- Exacolor. (2023). *Crockmeter 418— Exacolor Laboratories*.
<https://www.exacolor.com.mx/products/crockmeter-418>
- Fernanda, M., & Morales, B. (2020). *Desarrollo en Fabricato S.A. de nuevas telas de protección al fuego espontáneo tejidas con hilos con características ignífugas desde la fibra*.
- Fourt, L., Sookne, A. M., Frishman, D., & Harris, M. (1951). The Rate of Drying of Fabrics. *Http://Dx.Doi.Org/10.1177/004051755102100107*, 21(1), 26–33.
<https://doi.org/10.1177/004051755102100107>
- Hayavadana, J. (2004). *How washing and finishing control fabric handle - A case study*. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/291113436_How_washing_and_finishing_control_fabric_handle_-_A_case_study
- Hosseini Ravandi, S. A., & Valizadeh, M. (2011). Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort. *Improving Comfort in Clothing*, 61–78.
<https://doi.org/10.1533/9780857090645.1.61>
- Ibujés, S. (2019). *Aplicación de un proceso de acabado por recubrimiento cerámico, en un tejido 100 %co, destinado a ropa industrial*. 1–111.

- Iso. (1993). *Is0 105 A02 Grey scale for assessing change in colour*.
- ISO. (2005). Textiles-ensayos de solidez del color-parte a03: escala de grises para evaluar la descarga. *ISO*.
- Jaguaco, E. (2018). Incorporación de Dióxido de Titanio en Telas Para Generar Propiedades Auto-limpiables. *Escuela Politécnica Nacional*.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19189>
- James Heal. (2022). *A simple guide to using Multifibre* .
<https://www.jamesheal.com/essentials-a-simple-guide-to-using-multifibre>
- James Heal. (2023). *Perspirometer and Incubator*.
<https://www.jamesheal.com/sites/default/files/brochures/2021-09/JH-Perspirometer-and-Incubator-Flyer.pdf>
- Jasmine, P., & Felicia, J. (2019). A Comparative Analysis of Student Performance in an Online vs. Face-to-Face Environmental Science Course From 2009 to 2016. *Frontiers in Computer Science*, 1, 7.
<https://doi.org/10.3389/FCOMP.2019.00007/BIBTEX>
- Jyotshna, S., & Basudev, M. (2017). An Analytical Study on the Publication Pattern and Impact of Top Research Papers: A Case Study of Information Processing and Management. *DESIDOC Journal of Library and Information Technology*, 37(4), 264–269. <https://doi.org/10.14429/DJLIT.37.4.10712>
- Khandaker, S. (2013). *Pad Batch and Continuous Dyeing Procedures*.
<https://es.scribd.com/document/118704886/Reactive-Continuous-Dyeing>
- Khatri, Z., Memon, M. H., Khatri, A., & Tanwari, A. (2011). Cold Pad-Batch dyeing method for cotton fabric dyeing with reactive dyes using ultrasonic energy. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(6), 1301–1307.
<https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2011.04.001>

- Kiran, D. R. (2020). Process Flow. *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*, 97–119. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819956-5.00007-8>
- Kraftkolour. (2023). *DRIMARENE K DYEBATH METHOD*. Kraftkolour. https://www.kraftkolour.net.au/assets/files/ins_Drimarene_Extended_Method.pdf
- KUSTERS. (2019). *Cold pad batch, the KUSTERS way - The Textile Magazine*.
- Lee, Y., Sun, D., Ori, A. P. S., Lu, A. T., Seeboth, A., Harris, S. E., Deary, I. J., Marioni, R. E., Soerensen, M., Mengel-From, J., Hjelmberg, J., Christensen, K., Wilson, J. G., Levy, D., Reiner, A. P., Chen, W., Li, S., Harris, J. R., Magnus, P., ... Horvath, S. (2019). Epigenome-wide association study of leukocyte telomere length. *Aging*, 11(16), 5876–5894. <https://doi.org/10.18632/AGING.102230>
- Lockuán, F. (2012). *V. La industria textil y su control de calidad*. https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/v._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad
- Lord, P. R., & Mohamed, M. H. (1982). WOVEN FABRIC DESIGN. In *Weaving*. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845692902.157>
- Marcano, D. (2018). *Introducción a la Química de los Colorantes*. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes_listo_%2Bisbn.pdf
- Marks, R., Robinson, & A.T.C. (1976). *Principles of Weaving* (textile In).
- Matusiak, M., & Walawska, A. (2010). Important aspects of cotton colour measurement. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 80(3), 17–23.
- Maulik, S. R., Bhattacharya, A., Roy, P. P., & Maiti, K. (2022). Reactive Dye and Its Advancements. *Textile Dyes and Pigments*, 17–44. <https://doi.org/10.1002/9781119905332.CH2>
- Mazharul, I. (2022). Cold Pad Batch Dyeing for Woven and Knit Fabric - Textile Learner. *TextileLearner*.

- Méndez, G. (2012). Optimización del proceso de aplicación de los colorantes en la empresa Radel Industry S.A. Ambato. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 1–279.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2026/1/96T00168.pdf>
- Möller, M., & Popescu, C. (2012). Natural Fibers. *Polymer Science: A Comprehensive Reference: Volume 1-10, 1–10*, 267–280. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00266-1>
- Proto, M., Supino, S., & Malandrino, O. (2000). Cotton: A flow cycle to exploit. *Industrial Crops and Products*, 11(2–3), 173–178. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00060-6](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00060-6)
- Reguera, E., & Yee, H. (2010). Tratamiento de residuales líquidos textiles mediante oxidación con ozono. *Instituto Politécnico Nacional*, 1–127.
[https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/11798/1/Tesis Colindres.pdf](https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/11798/1/Tesis%20Colindres.pdf)
- Research. (2019). *A research hypothesis is a statement of expectation or prediction that will be tested by research.* .
https://oakland.edu/Assets/upload/docs/AIS/Syllabi/Tayler_Research_Hypothesis.pdf
- Riguan. (2010). *Cold pad batch (CPB) dyeing method of pure cotton knitted fabric.*
RIGUAN (FUJIAN).
- Rivera, E. (2020). *Desarrollo de un software aplicado al control de procesos en la tintura de tejido jersey en algodón con colorantes reactivos.* 1–117.
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10668/2/04 IT 275 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10668/2/04%20IT%20275%20TRABAJO%20GRADO.pdf)
- Rodríguez, B. (2019). *Ennoblecimiento de géneros Textiles: Tintura, estampado y*

apresto de géneros textiles (Spanish Ed).

https://issuu.com/braulio22/docs/tintorer_a_estampado_y_acabados

Schrank, V., Beer, M., Beckers, M., & Gries, T. (2017). Polymer-optical fibre (POF) integration into textile fabric structures. *Polymer Optical Fibres: Fibre Types, Materials, Fabrication, Characterisation and Applications*, 337–348.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100039-7.00010-5>

Sumalla. (2023). *Spectrophotometer Color i5 - Textile - Spectrophotometer*.

<https://www.interempresas.net/Textile/Companies-Products/Product-Spectrophotometer-Color-i5-22950.html>

Texpedi. (2022). *Exhaust and Cold Pad Batch Dyeing process: A Comparison*.

Textiel. (2023). *Drimarene K Turquoise - Textiellab-040*. <https://www.textiellab-040.nl/en/drimarene-k-turquoise.html>

Weigmann, H. (2023, March 13). *Algodón / Descripción, Historia, Producción, Usos, Nombre Botánico y Hechos / británica*. <https://www.britannica.com/topic/cotton-fibre-and-plant>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de haber realizado las pruebas en laboratorio



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



Ibarra, 16 de junio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, **MSc. Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que la señorita AYALA ARTEAGA KAREN LIZETH, portadora de la cedula de ciudadanía N° 0401851647, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "ANÁLISIS DE SOLIDEZ AL FROTE Y SUDOR DEL COLOR DE LA TINTURA POR PROCESO PAD BATCH CON COLORANTES REACTIVOS DRIMARENE EN TEJIDO PLANO 100% CO", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- Foulard
- Crockmeter - Norma AATCC 08-2013 Solidez del color al frote
- Perspirómetro -Norma ISO 105 E04 Solidez del color a la transpiración
- Horno incubador
- Espectrofotómetro

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

Atentamente:



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

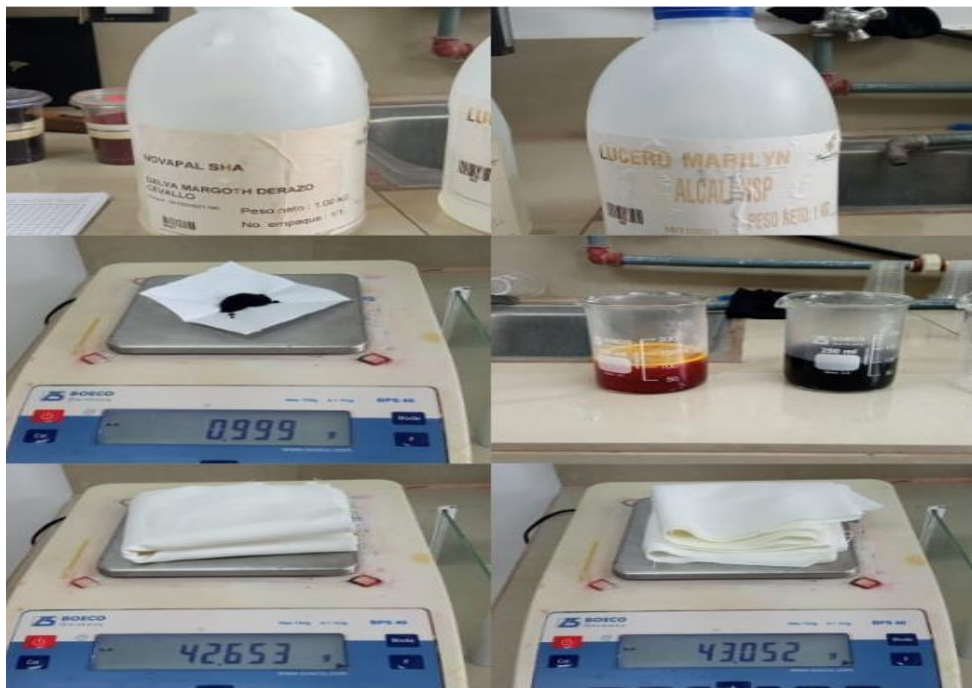
Anexo 2

Caracterización del tejido 100% Co



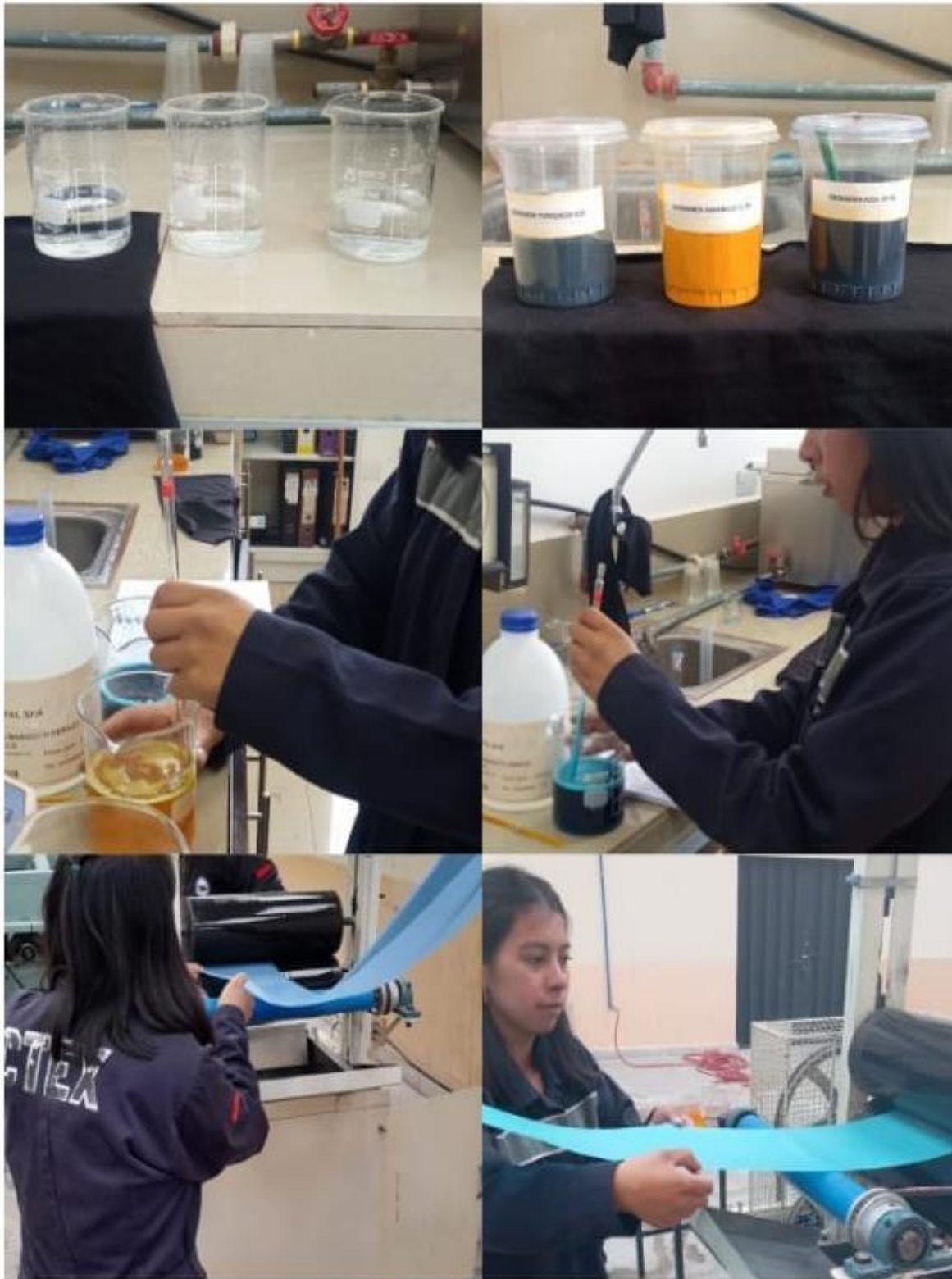
Anexo 3

Auxiliares y colorante reactivos Drimarene



Anexo 4

Tintura por impregnación



Anexo 5

Pruebas de solidez del color al frote en seco en la máquina crockmeter

**Anexo 6**

Pruebas de solidez al frote en húmedo



Anexo 7*Pruebas de solidez al sudor Ácido-Alcalino***Anexo 8***Pruebas de solidez al sudor en la máquina Perspirómetro*

Anexo 9*Calificación en el espectrofotómetro*