



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

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

**TEMA:** “ANÁLISIS DE LA TINTURA DE UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN,  
UTILIZANDO EL NEGRO DE HUMO, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”

**ELABORADO POR:**

**CUASCOTA PINANGO KARINA ELIZABETH**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**MSc. GODOY COLLAGUAZO OMAR VINICIO**

**IBARRA – ECUADOR**

**2020-2021**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR

#### DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	172447313-5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cuascota Pinango Karina Elizabeth		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Tabacundo- Barrio 13 de abril		
<b>EMAIL:</b>	karina.cuascota@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2365-360	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0996525855

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ANÁLISIS DE LA TINTURA DE UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, UTILIZANDO EL NEGRO DE HUMO, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO.
<b>AUTORA:</b>	Cuascota Pinango Karina Elizabeth
<b>FECHA:</b>	junio 10 de 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EN EL OPTA:</b>	Ingeniería Textil
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	MSc. Omar Vinicio Godoy Collaguazo

## 2. CONSTANCIAS

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

En la ciudad de Ibarra, junio 10 de 2021

**LA AUTORA:**

*Karina Cuascota.*

KARINA ELIZABETH CUASCOTA PINANGO

C.C: 172447313-5



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

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada KARINA ELIZABETH CUASCOTA PINANGO, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “ANÁLISIS DE LA TINTURA DE UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, UTILIZANDO EL NEGRO DE HUMO, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, junio 10 de 2021



Firmado electrónicamente por:  
**OMAR VINICIO  
GODOY  
COLLAGUAZO**

**MSc. OMAR VINICIO GODOY COLLAGUAZO**

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

Con amor y cariño dedico este trabajo especialmente a mis padres, quienes con su ejemplo, sacrificio y consejos confiaron incondicionalmente en mí y siempre me han apoyado en el trayecto de mi vida.

*Kary Cuascota*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a DIOS sobre todas las cosas, por permitirme vivir este logro junto a las personas que más aprecio, mismas que participaron en este esfuerzo brindando su apoyo, conocimiento, corrigiendo, escuchando y acompañando en los momentos de frustración, por tal motivo con mucho amor quiero agradecer a todas las personas que son parte de mi vida e hicieron partícipe en la realización de este proyecto.

A mis padres extraordinarios que han sabido cuidar de mí, por su comprensión y apoyo incondicional, por haber buscado siempre la manera de darme lo mejor. Ustedes son mi razón y mi motivo para seguir adelante.

Mi más sincero agradecimiento al MSc. Omar Godoy, por su importante aporte, compromiso y paciencia en el desarrollo de esta tesis que fueron esenciales en los maravillosos caminos del aprendizaje, sabiduría y profesionalismo. Al MSc. Darwin Esparza e Ing. Marco Naranjo por cada enseñanza y corrección.

Gratitud a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles, docentes y en especial al MSc. William Esparza quien supo guiarme y aconsejarme en el transcurso de mi carrera universitaria y en especial en las prácticas preprofesionales.

*Kary Cuascota*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del tema.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Importancia del estudio.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos a alcanzar .....	3
1.5. Características del sitio del proyecto .....	3
CAPÍTULO II .....	5
2. Estado del arte.....	5
2.1. Estudios previos.....	5
2.1.1. Negro de humo.....	5
2.1.2. Proceso de tintura.....	6
2.1.3. El negro de humo en textiles.....	7

2.2.	Marco Conceptual.....	7
2.2.1.	Propiedades fisicoquímicas del negro de humo .....	7
2.2.2.	Algodón.....	9
2.2.3.	Auxiliares .....	15
2.2.4.	Proceso de tintura.....	17
2.2.5.	Equipos de tintura por agotamiento .....	17
2.2.6.	Equipos de tintura por impregnación .....	20
CAPÍTULO III.....		22
3.	Metodología.....	22
3.1.	Método.....	22
3.1.1.	Normas utilizadas.....	22
3.2.	Proceso de obtención del negro de humo a nivel de laboratorio .....	23
3.3.	Flujograma general del proceso .....	25
3.3.1.	Descripción del flujograma general .....	25
3.4.	Flujograma muestral del proceso aplicado .....	26
3.5.	Proceso de Agotamiento .....	26
3.5.1.	Tratamientos previos a la tintura.....	26
3.5.2.	Equipos y materiales de laboratorio.....	28
3.5.3.	Variables y parámetros.....	30
3.5.4.	Descripción del proceso de tintura.....	33
3.6.	Pruebas de solidez de los colores.....	33
3.6.1.	Prueba de solidez al lavado .....	33
3.6.2.	Prueba de solidez al sudor.....	35
3.6.3.	Prueba de solidez a la luz .....	36
3.6.4.	Prueba de solidez al frote .....	37



3.6.5. Medición de cambio y transferencia de color mediante la escala de grises ...	38
3.7. Prueba de resistencia al desgarramiento de tela.....	41
CAPÍTULO IV .....	42
4. Resultados y discusión de resultados .....	42
4.1. Resultados .....	42
4.1.1. Ensayos para la selección de mordientes .....	42
4.1.2. Resultados del proceso de tintura.....	46
4.1.3. Resultados de las pruebas de solidez.....	51
4.1.4. Resultados de las pruebas de resistencia al desgarre de tela .....	55
4.2. Discusión de resultados.....	60
4.2.1. Evaluación de solidez al lavado, al sudor, a la luz y al frote. ....	60
4.2.2. Evaluación de resistencia al desgarro de telas investigadas.....	68
CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES .....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXOS.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la Planta Académica Textil.....	4
<b>Figura 2.</b> Negro de humo. ....	7
<b>Figura 3.</b> Sección longitudinal de la fibra de algodón. ....	10
<b>Figura 4.</b> Sección transversal de la fibra de algodón. ....	10
<b>Figura 5.</b> Colores naturales del algodón.....	13
<b>Figura 6.</b> Tipos de mordientes.....	16
<b>Figura 7.</b> Diferentes porta material para el teñido en autoclaves. ....	18
<b>Figura 8.</b> Barca para teñir en cuerda. ....	19
<b>Figura 9.</b> Esquema mecánico de la máquina Jigger. ....	19
<b>Figura 10.</b> Esquema mecánico de un Jet. ....	20
<b>Figura 11.</b> Equipo Foulard. ....	21
<b>Figura 12.</b> Extracción del hollín.....	24
<b>Figura 13.</b> Cargue del hollín. ....	24
<b>Figura 14.</b> Flujograma general del proceso.....	25
<b>Figura 15.</b> Flujograma muestral del proceso.....	26
<b>Figura 16.</b> Curva del proceso de Descrude y Blanqueo Químico.....	27
<b>Figura 17.</b> Curva de tintura. ....	32
<b>Figura 18.</b> Tela multifibra .....	38
<b>Figura 19.</b> Escala de grises para cambio de color. ....	39
<b>Figura 20.</b> Escala de grises para transferencia de color. ....	40
<b>Figura 21.</b> Muestra para corte de la prueba de desgarre. ....	41
<b>Figura 22.</b> Muestra 2 al 10% Tinturada antes y después de la prueba de lavado.....	52
<b>Figura 23.</b> Muestra 3 al 15% tinturada antes y después de la prueba de sudor.....	53
<b>Figura 24.</b> Muestra 4 al 20% tinturada antes y después de la prueba a la luz.....	54

<b>Figura 25.</b> Muestra 5 al 25% tinturada antes y después de la prueba al frote en húmedo .	55
<b>Figura 26.</b> Análisis de varianza datos obtenidos prueba cambio de color .....	62
<b>Figura 27.</b> Análisis de varianza datos obtenidos prueba transferencia de color .....	63
<b>Figura 28.</b> Normalidad de datos prueba cambio de color .....	64
<b>Figura 29.</b> Normalidad de datos prueba transferencia de color .....	64
<b>Figura 30.</b> Gráfico de líneas prueba cambio de color .....	65
<b>Figura 31.</b> Gráfico Matrix plot prueba cambio de color .....	66
<b>Figura 32.</b> Gráfico de líneas prueba transferencia de color .....	67
<b>Figura 33.</b> Gráfico Matrix plot prueba transferencia de color .....	67
<b>Figura 34.</b> Análisis de los resultados de la prueba de resistencia al desgarre. ....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Propiedades Fisicoquímicas del negro de humo .....	8
<b>Tabla 2.</b> Composición del algodón.....	9
<b>Tabla 3.</b> Finura del algodón.....	11
<b>Tabla 4.</b> Longitud del algodón .....	12
<b>Tabla 5.</b> Resistencia del algodón.....	12
<b>Tabla 6.</b> Propiedades químicas del algodón .....	14
<b>Tabla 7.</b> Receta para el tratamiento previo a la tintura.....	27
<b>Tabla 8.</b> Equipos para el proceso de tintura .....	28
<b>Tabla 9.</b> Equipos para las pruebas de laboratorio.....	29
<b>Tabla 10.</b> Materiales.....	29
<b>Tabla 11.</b> Concentraciones del negro de humo .....	31
<b>Tabla 12.</b> Auxiliares para el proceso de tintura con el negro de humo .....	31
<b>Tabla 13.</b> Condiciones de la Norma AATCC 61-2013. ....	34
<b>Tabla 14.</b> Materiales y auxiliares para el método de solidez al lavado. ....	34
<b>Tabla 15.</b> Materiales y auxiliares método de resistencia del color a la sudoración. ....	35
<b>Tabla 16.</b> Materiales y auxiliares para el método de solidez al frote. ....	37
<b>Tabla 17.</b> Receta proceso de tintura utilizando distintos mordientes. ....	42
<b>Tabla 18.</b> Valoración igualación teñido en presencia y ausencia de mordientes. ....	43
<b>Tabla 19.</b> Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 5%.....	46
<b>Tabla 20.</b> Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 10%.....	47
<b>Tabla 21.</b> Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 15%.....	48
<b>Tabla 22.</b> Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 20%.....	49
<b>Tabla 23.</b> Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 25%.....	50
<b>Tabla 24.</b> Resultados de degradación de color de solidez al lavado. ....	51

<b>Tabla 25.</b> Resultados de transferencia de color de solidez al lavado. ....	51
<b>Tabla 26.</b> Resultados de degradación de color de solidez al sudor. ....	52
<b>Tabla 27.</b> Resultados de transferencia de color de solidez al sudor. ....	53
<b>Tabla 28.</b> Resultados de degradación de color a la luz. ....	54
<b>Tabla 29.</b> Resultados de degradación de color de solidez al frote. ....	55
<b>Tabla 30.</b> Ficha informativa evaluación de resistencia al desgarre tela sin tinturar.....	56
<b>Tabla 31.</b> Evaluación resistencia al desgarre tela sin tinturar en sentido de máquina .....	57
<b>Tabla 32.</b> Evaluación resistencia al desgarre tela sin tinturar en sentido transversal.....	57
<b>Tabla 33.</b> Ficha informativa evaluación de resistencia al desgarre tela tinturada.....	58
<b>Tabla 34.</b> Evaluación resistencia desgarre tela sin tinturar en sentido de máquina .....	59
<b>Tabla 35.</b> Evaluación resistencia al desgarre tela tinturada sentido transversal.....	59
<b>Tabla 36.</b> Resumen general de las pruebas de solidez (cambio de color).....	60
<b>Tabla 37.</b> Resumen general de pruebas al lavado y sudor (transferencia de color). ....	61
<b>Tabla 38.</b> Resumen general de las pruebas de resistencia al desgarro .....	68

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**nm:** Nanómetro

**spm:** Sobre el peso del material

**AATCC:** Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**pH:** Medida de acidez o alcalinidad de una disolución

**PSLC:** Prueba de solidez al lavado

**PSS-A:** Prueba de solidez al sudor solución alcalina

**PSS-AC:** Prueba de solidez al sudor solución ácida

**PSL:** Prueba de solidez a la luz

**PSF-S:** Prueba de solidez al frote en seco

**PSF-H:** Prueba de solidez al frote en húmedo.

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Sustrato textil utilizado para el proceso de tintura. ....	80
<b>Anexo 2.</b> Pesaje del negro de humo. ....	80
<b>Anexo 3.</b> Preparación de los vasos para ingresar a la máquina Autoclave. ....	81
<b>Anexo 4.</b> Programa de tintura 1. ....	81
<b>Anexo 5.</b> Programa de tintura 2. ....	82
<b>Anexo 6.</b> Muestras tinturadas. ....	82
<b>Anexo 7.</b> Pruebas de solidez del color. ....	83
<b>Anexo 8.</b> Ficha técnica del ácido cítrico. ....	84
<b>Anexo 9.</b> Ficha técnica del alumbre. ....	85
<b>Anexo 10.</b> Ficha técnica del formafix. ....	86
<b>Anexo 11.</b> Ficha técnica del dispersol. ....	87
<b>Anexo 12.</b> Certificado de asistencia a la empresa PONTE SELVA. ....	88
<b>Anexo 13.</b> Resultados solidez al lavado 5% de colorante. ....	89
<b>Anexo 14.</b> Resultados solidez al lavado en lana 25% de colorante. ....	90
<b>Anexo 15.</b> Resultados solidez al sudor ácida 5% de colorante. ....	91
<b>Anexo 16.</b> Resultados solidez al sudor ácida en acetato 5% de colorante. ....	92
<b>Anexo 17.</b> Resultados solidez al sudor alcalina 5% de colorante. ....	93
<b>Anexo 18.</b> Resultados solidez al sudor alcalina en nylon 10% de colorante. ....	94
<b>Anexo 19.</b> Resultados solidez a la luz 15% de colorante. ....	95
<b>Anexo 20.</b> Resultados solidez al frote en seco 20% de colorante. ....	96
<b>Anexo 21.</b> Resultados solidez al frote en húmedo 25% de colorante. ....	97
<b>Anexo 22.</b> Certificado de asistencia al laboratorio Textil. ....	98

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está basado en el desarrollo de una tintura con el negro de humo en un tejido jersey 100% algodón y su respectivo análisis, con la finalidad de determinar una gama de tonalidades en función de la variación de concentraciones.

Para el desarrollo de este estudio con un tejido 100% algodón, con un previo mordentado con ácido cítrico y fijador, posteriormente se realizó la aplicación del hollín mediante el proceso de agotamiento con concentraciones del 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, con dispersante, esto para su posterior análisis de solidez y resistencia al desgarre, el cual servirá para su respectiva comparación, dando un total de 30 muestras para ser analizadas.

Después de realizar la tintura del sustrato textil, las probetas fueron sometidas a pruebas de solidez del color al lavado tomando en cuenta la norma AATCC 61-2013, solidez al sudor con la norma ISO 105 E04, solidez a la luz haciendo el uso de la norma ISO 105-B02 y solidez al frote norma AATCC 08-2013, en donde fue necesaria la utilización de la escala de grises para evaluar el cambio y la transferencia de color con la ayuda del equipo espectrofotómetro. Además, del uso de la norma ASTM D2261 para el análisis de resistencia al desgarre en la tela sin tintura versus tela tinturada. Posterior a ello, se indican los resultados adquiridos de cada muestra durante las pruebas realizadas.

Los resultados obtenidos en los ensayos de solidez, donde fueron tabulados y sometidos al test de normalidad empleando el programa PAST 4, para el análisis se utiliza la media y el coeficiente de variación de los valores correspondientes a las pruebas de solidez, y finalmente se logró obtener gráficos estadísticos que al ser interpretados permitieron analizar de mejor manera los resultados obtenidos de las pruebas de solidez y resistencia al desgarre. Finalmente se alcanzó que con el negro de humo no se puede dar color al tejido de algodón, con la calidad en intensidad de color y resistencia esperada.

**Palabras claves:** negro de humo, agotamiento, mordientes, solidez del color.





## ABSTRACT

This research work is based on the development of dyeing with carbon black in a 100% cotton jersey fabric and its respective analysis, to determine a range of shades depending on the variation of concentrations.

For the development of this study with a 100% cotton fabric with a previous etching with citric acid and fixative, later the soot was applied through the exhaustion process with concentrations of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25 %, with dispersant, this for subsequent analysis of strength and tear resistance, which will serve for its respective comparison, giving a total of 30 samples to be analyzed.

After dyeing the textile substrate, the specimens were subjected to tests of colorfastness to washing taking into account the AATCC 61-2013 standard, sweat fastness with the ISO 105 E04 standard, fastness to light using the ISO 105-B02 standard, and AATCC 08-2013 standard rub fastness, where it was necessary to use the scale of gray to evaluate the change and transfer of color with the help of the spectrophotometer equipment. In addition, the use of ASTM D2261 for the analysis of tear resistance in undyed fabric versus dyed fabric. After that, the results obtained from each sample are indicated during the tests carried out.

The results in the robustness tests, where they were tabulated and subjected to the normality test using the PAST 4 program, the mean and the coefficient of variation of the values corresponding to the robustness tests were used for the analysis. Finally, statistical graphs allowed to better analyze the results from the strength and tear resistance tests. Finally, it was reached that with carbon black, the cotton fabric cannot be colored, with the expected quality of color intensity and resistance.

Keywords: carbon black, depletion, mordants, colorfastness.

*Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Viteri*

# CAPÍTULO I

## 1. Introducción

### 1.1. Descripción del tema

La presente investigación pretende dar a conocer el proceso de tintura aplicando negro de humo en un tejido jersey 100% algodón, mediante el método de agotamiento.

Se procede a realizar varias muestras con distintos porcentajes de negro de humo y manteniendo las cantidades de los auxiliares a utilizar, debido que se debe obtener una gama de tonalidades. Se realizan pruebas con dos tipos de curvas con diferentes mordientes, determinando la más óptima en aspectos de agotamiento e igualación del color.

Además, se detallan los datos del análisis de las pruebas de solidez obtenidos del espectrofotómetro; el cambio y transferencia de color de las cinco muestras tinturadas. Posteriormente, se lleva a cabo el análisis estadístico en el programa PAST 4 para verificar la confiabilidad de los datos alcanzados y gráficos estadísticos para analizar e interpretar de una mejor manera.

### 1.2. Antecedentes

En la actualidad, diferentes estudios pretenden encontrar alternativas para la obtención de nuevos productos de tintura en la industria textil, lleva a tener en cuenta la consideración de la naturaleza y bienestar de cada individuo, esto conduce a analizar formas de tintura con colorantes naturales, lo cual se toma en cuenta aplicar el negro de humo como componente de tintura, Pigments through the ages, (2012) afirma que:

El negro de carbón se utilizó como pigmento desde tiempos muy remotos. Los negros se obtienen calentado madera u otro material vegetal con un suministro de aire muy restringido. El negro de carbón en 1864 se utilizó en acuarela y hoy en día

en las fotocopiadoras, el polvo resultante era de un grano más fino que otros negros, lo que permitía espaciarse mejor en acuarela (párr. 1).

De acuerdo a la información extraída, se ha llegado a determinar que al ser un producto netamente de tono negro, con un alto porcentaje de carbono es utilizado para dar color desde la antigüedad, este material tendrá el propósito de teñir a una tela 100% algodón con el fin de aprovechar el negro de humo en la industria textil como sustituto de los colorantes sintéticos. Mex Polímeros (2005) afirma que: “El negro de carbón implica proteger la superficie de la radiación, resistencia a la abrasión, proporciona un alto poder tintóreo en ciertos artículos” (párr. 2).

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

A través del tiempo se ha dejado atrás los colorantes naturales para ser reemplazados por los colorantes sintéticos, esto ocasionó dejar de lado las técnicas de teñido artesanal. Sin embargo, en la búsqueda de nuevas alternativas en el proceso de tintura con colorantes amigables con el ambiente, se pretende aprovechar productos de desecho de la quema de madera. La presente indagación pretende analizar la tintura de un tejido jersey 100% algodón, utilizando un colorante natural, de esta manera levantar interés de obtener nuevos resultados que aporten información para futuras investigaciones. Es por esta razón, que se hace necesario el estudio para emplear el negro de humo en procesos de tintura de algodón, que al ser un producto directo de los desechos de la madera quemada es una opción de fácil acceso, que indudablemente proporcionan varios aspectos relevantes frente a los colorantes sintéticos. Además, es importante saber que existen un sin número de productos naturales que pueden dar color a una prenda.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Analizar la tintura de un tejido jersey 100% algodón, utilizando el negro de humo, mediante el método de agotamiento.

### **1.4.2. Objetivos específicos a alcanzar**

- Definir las propiedades, características y aplicaciones del negro de humo, mediante la revisión de fuentes bibliográficas, para establecer si su uso es el apropiado en un proceso de tintura.
- Determinar la gama de tonalidades que se pueden conseguir a través del proceso de tintura con el negro de humo, para obtener un rango de grises, en función de la variación de concentraciones.
- Realizar pruebas de solidez al lavado, sudor, a la luz y frote, en las muestras tinturadas con el negro de humo, mediante el uso de equipos de laboratorio, para determinar los valores de calidad que se pueden obtener tras el proceso de tintura.

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

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



**Figura 1.** Ubicación de la Planta Académica Textil.

Fuente: Google Maps

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

## CAPÍTULO II

### 2. Estado del arte

#### 2.1. Estudios previos

En el presente capítulo se despliega la indagación mediante referencias bibliográficas acerca de información como conceptos, definiciones y términos relevantes que sustenten a la investigación.

##### 2.1.1. Negro de humo

Los previos estudios realizados por Tingting, Yaxing, & Hongling (2018) en donde se afirma que: “Los tintes y pigmentos negros ocupan una posición fundamental con la creciente demanda mundial en las industrias textil, además, se utilizan ampliamente los tintes negros debido a sus características favorables” (p. 1).

Además, de los estudios realizados indica en qué artículos se usa el negro de humo y las principales características del mismo.

Hoy en día sabemos que el negro de humo está formado por partículas extremadamente pequeñas de carbón (entre 10 y 500nm), originadas por la combustión, se utiliza en la fabricación de ciertas clases de cauchos y plásticos, betún para los zapatos, tinta de impregnación como aditivo de caucho para hacerlo más resistente a la abrasión, como agente de revestimientos como conductor eléctrico, como pigmento, en la composición de los fuegos artificiales, como papel de calca, como absorbedor de luz ultravioleta o como agente reforzador de plásticos (Pellón, García, & Basterretxe, 2004, p. 1).

Tomando en cuenta una de las aplicaciones del negro de carbón, indica qué función cumple este tinte en artículos de plástico y el hule.

El negro de humo se ha usado como tinte en artículos de plástico desde los inicios de la industria, la aplicación del negro de humo al plástico, además de impartirle color, lo protege contra la acción degradante de la luz solar, esta acción

protectora del negro de humo ya era conocida en 1865 por Charles Godyear, quien observó que el negro de humo adicionando a un compuesto de hule hacía que este resistiera a los efectos del sol (Camacho Becerra & Solano Urban, 2016, p. 74-75).

### **2.1.2. Proceso de tintura**

De acuerdo a los estudios realizados en los procesos de tintura con tintes naturales (barro), con la fibra de algodón. Farinango (2019) afirma que: “Los mordientes utilizados son afines al material celulósico” (p. 44). Haciendo referencia a los 4 mordientes que han sido empleados: alumbre, cloruro de sodio, vinagre y ácido cítrico. Además, afirma que:

De acuerdo a los análisis obtenidos con la aplicación de cada uno de los mordientes, el resultado más óptimo es la muestra tratada con el ácido cítrico, dando como resultado una muestra tinturada con mayor agotamiento y uniformidad, con respecto a las muestras restantes (p. 46).

En la investigación desarrollada por Esparza (2016) indica que: “La máquina tiene la característica de calentar el baño mediante rayos infrarrojos; además esta máquina dispone de un controlador automático en el que se le programa la curva de proceso de mordentado” (p. 34).

En el estudio acerca de los procesos de tintura con colorantes naturales con algodón: “Para obtener una tintura más uniforme y resistente, el tejido de algodón fue sometido a un proceso de mordentado previo, el mordiente es uno natural, específico para algodón y medioambientalmente aceptado” (Moldovan, 2016, p.32).

Además, en la indagación de tintura de algodón con colorantes naturales vegetales, en el proceso de teñido se utilizó mordientes para fijar a la fibra, sin embargo, este tipo de colorante se impregna con facilidad, lo cual se puede realizar el tinte con o sin mordientes.

Terán (2018) afirma que:

En este proceso de tintura se puede utilizar fijadores o mordientes tales como el Sulfato, Ferroso, Sulfato de Aluminio, Sulfato de Magnesio y Dicromato Potasio,

para variar la tonalidad, en el tejido, además es un colorante natural muy esencial porque no necesita mordiente (fijador) para impregnarse en la fibra textil y aun así el colorante se impregna con mucha facilidad, en la tela e hilos de algodón, de esta forma se puede tinturar de diversas formas tales como, en frío (con o sin mordientes) o por agotamiento (con o sin mordientes) (p. 10).

### **2.1.3. El negro de humo en textiles**

Además, en la investigación acerca del negro de humo aplicado en textiles. (Tingting et al. (2018) indica que: “Al tinturar tejidos de algodón con pigmento catiónico negro de humo con un tamaño nanométrico de 2 nm, mediante el método de agotamiento, tiene una gran absorción y resistencia a la intemperie y solidez al color aceptable” (p. 1).

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Propiedades fisicoquímicas del negro de humo**

#### *2.2.1.1. Definición.*

Negro de humo es un conjunto de pequeñas partículas sólidas, formado por la combustión incompleta de materiales que contengan carbón, como la madera, papel, etc., contiene el 97% de carbón elemental, las partículas varían entre 10 hasta 50 nm que es la milésima parte de un milímetro, se usa principalmente en cauchos, plásticos, mangueras, tinte de impresión y pinturas (Macias, 2015).



**Figura 2.** Negro de humo.

Fuente: (Asociación Internacional de Negro de Carbón, 2016)



### 2.2.1.2. Propiedades Fisicoquímicas.

A continuación, se muestran las propiedades fisicoquímicas del negro de humo a condiciones normales en un laboratorio:

**Tabla 1.**

*Propiedades Fisicoquímicas del negro de humo*

<b>Propiedad</b>	<b>Característica</b>
<b>Nombre Químico</b>	Negro de Carbón
<b>Sinónimos</b>	Negro de humo, negro térmico, negro de gas, negro de horno.
<b>Fórmula Química</b>	C
<b>Peso Molecular</b>	12
<b>Estado Físico</b>	Sólido en polvo o gránulos.
<b>Solubilidad</b>	Insoluble en agua
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2,26
<b>Forma de la partícula</b>	Esférico, irregular, escama.

Nota: Los datos muestran valores a condiciones normales en un laboratorio acerca de las propiedades fisicoquímicas del negro de humo.

Fuente: (Cientisol, 2017)

### 2.2.1.3. Características.

#### ❖ El tamaño de la partícula

Sus partículas varían entre 10 a 500 nanómetros, mientras más fina sea la partícula es mejor su poder tintóreo.

#### ❖ Estructura

Es un componente de forma aproximadamente esférica, compuesto de numerosas partículas fundidas entre sí.

### 2.2.2. Algodón

Es una fibra textil de origen vegetal que crece alrededor de las semillas de la planta del algodón, producida por un grupo familiar de las malváceas del género *Gossypium*, con tallos de color verde, flores amarillentas y el fruto que presenta semillas recubiertas por una pelusa de color blanco, después de pasar por un proceso de transformación es una de las fibras más utilizadas a nivel mundial al ser manejada para la elaboración de hilos. (Pérez & Merino, 2015)

#### 2.2.2.1. Composición del algodón

El algodón se compone de ceras, pectinas, agua, ceras, grasas y de celulosa en alta cantidad. La **Tabla 2** indica la composición de la fibra en rangos de porcentajes.

**Tabla 2.**

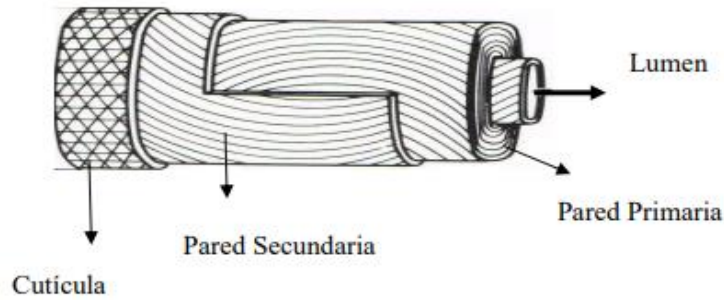
*Composición del algodón*

<b>Materia</b>	<b>Rangos</b>	<b>Porcentaje</b>
Celulosa	80 a 90	%
Agua	6 a 8	%
Ceras y grasas	0,5 a 1	%
Proteínicas	0 a 1,5	%
Pectinas	4 a 6	%
Cenizas	1 a 1,8	%

Fuente: (Lockuán, 2013)

#### 2.2.2.2. Sección longitudinal de la fibra de algodón

La fibra de algodón compuesta por un lumen, una pared primaria, pared secundaria, una cutícula que cubre la pared primaria y secundaria (Lockuán, 2013).

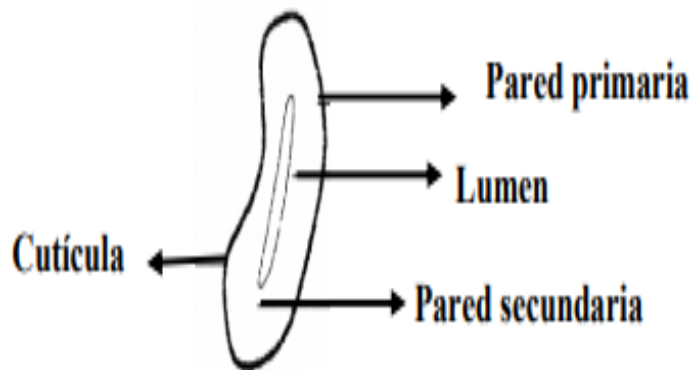


**Figura 3.** Sección longitudinal de la fibra de algodón.

Fuente: (Dochia & Roskwitalski, 2012)

### 2.2.2.3. Sección transversal de la fibra de algodón

La fibra de algodón crece de una forma similar a un árbol de forma de anillos concéntricos, una vez que ha alcanzado su longitud máxima las capas de la celulosa se depositan en el interior de la pared exterior (Lockuán, 2013).



**Figura 4.** Sección transversal de la fibra de algodón.

Fuente: (Molina, 2015)

### 2.2.2.4. Propiedades físicas y químicas del algodón

Son características propias del algodón que hace posible convertirse en fibra textil, para luego pasar a procesos posteriores como: hilos, telas y prendas.

## Propiedades físicas

- **Finura**

“Califica el grosor y finura de una determinada fibra” (Herrera, 2011, p. 16).

Propiedad que determina el diámetro de la fibra, depende de los valores como muestra en la **Tabla 3** acerca de la finura para definir su proceso, los de micronaire alto son utilizados en la elaboración de hilos gruesos, a diferencia de los de micronaire bajos que se emplea para la elaboración de hilos delgados.

**Tabla 3.**

*Finura del algodón*

<b>Micronaire</b>	<b>Descripción</b>
< 3	Extrafina
3 a 3,6	Fina
3,7 a 4,7	Promedio
4,8 a 5,8	Áspera
> 5,5	Muy áspera

Fuente: (Torres, 2011)

- **Longitud**

Torres (2011) afirma: “La longitud de fibras es fundamental para determinar el tipo de hilado (cardado, peinado y open end) y el título de los hilos” (p. 6).

En la **Tabla 4** indica en milímetros las longitudes de las fibras, esto depende de la clase de algodón, procedencia, cultivo.

**Tabla 4.**

*Longitud del algodón*

<b>Longitud en mm</b>	<b>Apreciación</b>
< 21,8	Fibra extra corta
21,8 a 24,9	Fibra corta
25,1 a 28,7	Fibra media
29 a 30	Fibra larga
> 30,5	Fibra extralarga

Fuente: (Torres, 2011)

- **Resistencia**

Es la propiedad expresada en gramos por tex que oponen a las fibras al ser sometidas a una tensión.

Además, va proporcionalmente de acuerdo a la finura, si se fabrica un hilo con fibras largas y finas son más resistentes por la cantidad de fibras por sección, a diferencia de un hilo con fibras cortas y gruesas (Egas, 2012).

La **Tabla 5** muestra la resistencia de las fibras de algodón.

**Tabla 5.**

*Resistencia del algodón*

<b>Resistencia gr/tex</b>	<b>Apreciación</b>
< 21	Muy débil
22 a 24	Débil
25 a 27	Promedio
28 a 30	Resistente
> 31	Muy resistente

Fuente: (Torres, 2011)

- **Color**

“El color del algodón viene determinado por el grado de reflectancia y amarillez” (Herrera, 2011, p. 8). El cual muestra el grado de pigmentación y el brillo de la fibra.

Esta propiedad puede ser afectada por heladas, lluvias, insectos, microorganismos, pero la ventaja de esta fibra es poder reducir posibles contaminantes ambientales a través del proceso de tintura. En la **Figura 5** muestra los diferentes colores naturales del algodón nativo que se produce en el Perú.



**Figura 5.** Colores naturales del algodón.

Fuente: (Vásquez, 2016)

- **Higroscopicidad**

Propiedad que representa la cantidad de agua en porcentaje presente en el algodón al absorber humedad entre 7% a 8,5%, bajo condiciones ambientales controladas a 21°C y 65% de humedad relativa (Herrera, 2011).

- **Limpieza**

Son materiales que se encuentran en el algodón, la presencia de estas partículas extrañas afecta al precio, además, ocasiona revientes de los hilos causando defectos en la apariencia de las telas y afecta el teñido (Torres, 2011).

## Propiedades químicas

En la **Tabla 6** detalla las diferentes situaciones a las que ha sido expuesta la fibra de algodón y las reacciones ante ellas.

**Tabla 6.**

*Propiedades químicas del algodón*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>
pH	Para procesos químicos va desde 7 hasta 11
Resistencia al calor	Una temperatura desde los 60°C en tintura hasta 120°C para la estabilidad dimensional.
Resistencia a álcalis	Resiste a los álcalis, mejorando el aspecto de la fibra en procesos posteriores.
Resistencia a ácidos	Disuelven al algodón, el ácido sulfúrico ayuda a identificar si es algodón 100% o que mezcla contiene en el hilo o tela.

Fuente: (Haro, 2011)

- **Afinidad Tintórea**

Existen ciertas especies de algodón que requieren una proporción mayor de colorantes para producir la misma intensidad de color, además, los grupos OH libres pueden absorber agua y gracias a esa absorción se presenta una gran absorción del colorante (Egas, 2012).

### **2.2.3. Auxiliares**

Son productos que ayudan a que se lleve de mejor manera en los procesos de tintura en cualquier sustrato textil. Obando (2013) indica que: “Dentro de los auxiliares de tintura con colorantes naturales como mordientes y detergentes” (p. 30).

#### *2.2.3.1. Dispersante*

Ayuda en el rendimiento colorístico, aumentando la penetración y distribución del colorante en el sustrato, es recomendable utilizar en procesos previos 1-2 g/l y para tinturas de 1-4g/l, mejorando la estabilidad del baño (Suárez, 2017).

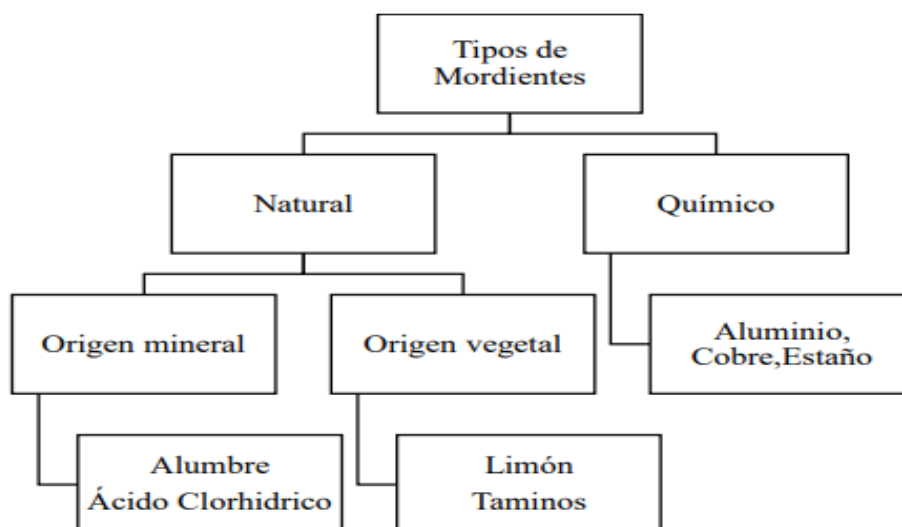
#### *2.2.3.2. Fijador*

El fijador conjunto con el colorante forma un complejo insoluble que mejora la solidez del color que ayuda a la absorción de los colorantes, fija el colorante para evitar que la tela se destiña, se recomienda usar para colores oscuros un 4%, colores medios y bajos 2% con respecto al peso del material (Juma, 2014).

#### *2.2.3.3. Mordiente*

Son sales metálicas que se utilizan en el proceso de tintura, actúa como intermediario entre el colorante y la fibra, este ayuda a fijar el color en el sustrato causando un efecto de resistencia con el paso del tiempo y las condiciones climáticas, obteniendo colores permanentes y más vivos. En el proceso de tintura con colorantes naturales no siempre es necesario utilizar mordientes, depende de tipo de tinte (Obando, 2013).





**Figura 6.** Tipos de mordientes

Fuente: (Farinango, 2019)

### **Mordientes de origen vegetal**

Proviene de las partes de las plantas como: hojas, flores o fruto, son solubles al agua.

- Ácido cítrico
- Vinagre
- Tarara
- Lengua de vaca
- Ceniza
- Taninos

### **Mordientes de origen mineral**

Son sales minerales solubles en agua, que ayudan a intensificar el color en el proceso de tintura.

- Sulfato de cobre
- Sulfato de cromo (algodón)
- Alumbre
- Ácido clorhídrico

- Sulfato de sodio

#### **2.2.4. Proceso de tintura**

Es cuando un sustrato textil entra en contacto con una solución de colorante y este absorbe de manera que da resistencia al tinte.

##### *2.2.4.1. Por Agotamiento*

En este proceso se puede emplear fibras, hilos y tejidos, método el cual el tinte disuelto en el baño es absorbido por el material y teñido solo en su superficie, esto depende del movimiento del sustrato, baño o ambos, después ingresa en la fibra permitiendo una tintura uniforme, en esta fase se ve afectada por la temperatura y el tiempo de tintura.

“Es por afinidad de colorante y fibra donde las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra hacen que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada” (Farinango, 2019, p.19).

##### *2.2.4.2. Por Impregnación*

Proceso por el cual el material textil es sometido a tensiones y es ingresado a cubas que contienen el baño de colorantes (además puede ser una solución para el desarrollo de acabado), para seguidamente pasar por rodillos que eliminan el exceso de líquido (Tecnología Textil, 2016).

#### **2.2.5. Equipos de tintura por agotamiento**

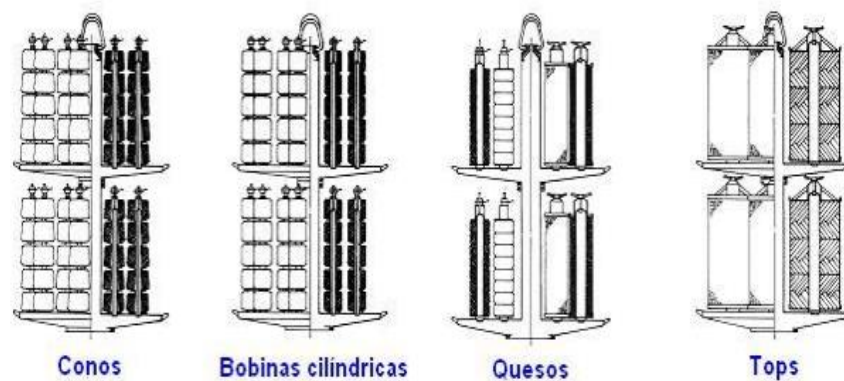
En el área de tintorería y acabados existen distintos equipos que se diferencian por su acción mecánica que actúan sobre el material textil, el baño o ambas.

##### *2.2.5.1. Equipos de tipo I*

Equipos con la fibra a tinturar estática y la solución de colorante en movimiento durante el proceso de teñido.

## Autoclave

Estos equipos se usan para la tintura de fibras, hilos y telas, la más utilizada son las bobinas. Lockuán (2012) afirma que: “El baño de tintura se mantiene circulando por medio de bombas centrífugas o helicoidales: estas bombas deben mantener la solución circulando a través del sustrado, de modo que la superficie de la fibra esté saturada con el colorante”(p. 48).



**Figura 7.** Diferentes porta material para el teñido en autoclaves.

Fuente: (Lockuán, 2012)

### 2.2.5.2. Equipos de tipo II

Equipos con el sustrato en movimiento y la solución fija.

#### Tintura en cuerda o torniquete

En este sistema el tejido alimentado ingresa en forma de cuerda, el baño de tintura da un resultado de un contacto homogéneo de la tela con el baño. Pueden ser abiertas o cerradas, pero no se puede tinturar sustratos a una temperatura mayor a 100°C (Farinango, 2019).

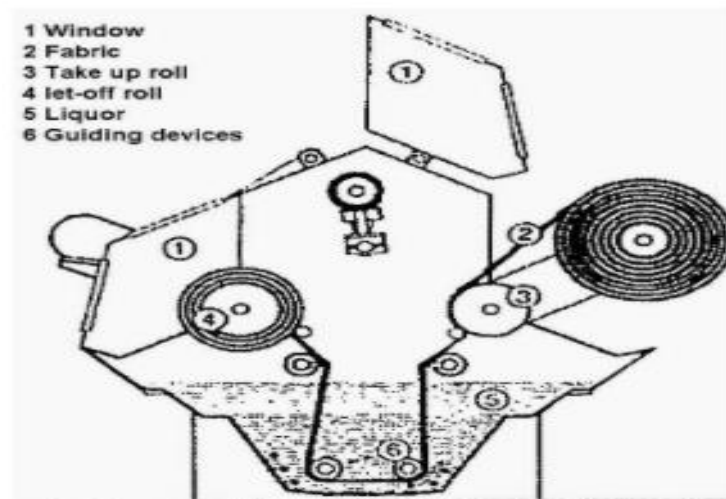


**Figura 8.** Barca para teñir en cuerda.

Fuente: (Mejia, 2015)

### **Tintura en Jigger**

En estas máquinas se desarrollan tratamientos en húmedo, al ingresar el sustrato en la solución este se mantiene estirado evitando cualquier arruga, el tejido absorbe una parte del baño y queda retenido en las fibras, llegando al rodillo que se recoge y vuelve desenrollándose con una cantidad de tinte fijado, y se pone en contacto de nuevo con la solución (Mejia, 2015).



**Figura 9.** Esquema mecánico de la máquina Jigger.

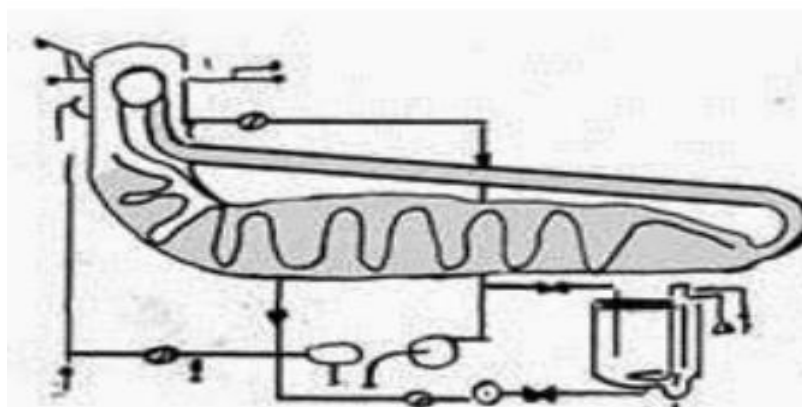
Fuente: (Mejia, 2015)

### 2.2.5.3. Equipos de tipo III

Equipos en las que el sustrato y la solución están en movimiento durante el proceso de tintura.

#### **Tintura en Jet**

Son equipos que se tintura el poliéster sin problemas. Mejia (2015) afirma que: “La tracción del sustrato se efectúa por medio de un rodillo que pasa a través de un tubo por el que circula el baño en el mismo sentido” (párr. 14).



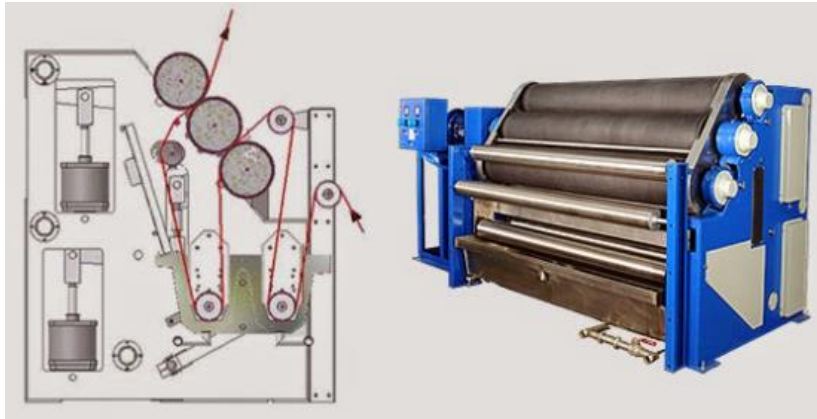
**Figura 10.** Esquema mecánico de un Jet.

Fuente: (Mejia, 2015)

### 2.2.6. Equipos de tintura por impregnación

#### **Tintura en Foulard**

Este equipo posee una serie de rodillos en el cual el sustrato pasa por un baño que este está lleno de algún producto. Consiste en impregnar al tejido de colorante por medio de la presión de rodillos, hasta darle color si es en proceso de tintorería y si es algún otro producto químico es para darle un acabado (Mejia, 2015).



**Figura 11.** Equipo Foulard.

Fuente: (Mejia, 2015)

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología

En este capítulo, se detalla información acerca de los procedimientos, materiales y variables relevantes que se utilizan para obtener los ensayos con las características que se plasman a continuación.

#### 3.1. Método

En el siguiente análisis se realiza el teñido con negro de humo como componente de tintura sobre tela 100% algodón, mediante la aplicación de investigación experimental, la cual consiste en manipular las variables de estudio, con el fin de obtener resultados de los objetivos planteados (Murillo, 2019).

Para la estructura experimental con negro de humo aplicado en la tela, se realiza la variación de concentraciones a utilizar en cada muestra, que comienza desde el 5% e irá aumentando progresivamente 5 puntos porcentuales hasta llegar al 25% con respecto al peso de la tela, verificar los resultados obtenidos de cada una de las muestras en relación al porcentaje distribuido en cada ensayo.

Se utiliza el hollín el mismo que no corresponde a ninguna familia de colorantes químicos. Además, se emplean diferentes mordientes los cuales son una variable relevante en esta experimentación, tal como se indica en el capítulo 2.

##### 3.1.1. Normas utilizadas

A continuación, se detalla un apartado de las normas Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas (AATCC) e Organización Internacional de Normalización (ISO) por sus siglas en inglés que se usarán en las pruebas de laboratorio y ayudarán en esta indagación.

#### *3.1.1.1. Método de prueba para la solidez del color al lavado*

Este método AATCC 61, tiene como objetivo evaluar la solidez del color al lavado en sustratos textiles, valorando la estabilidad de color a la resistencia de lavados frecuentes. La solución de los detergentes genera la pérdida de color en la superficie del tejido que se emula en una prueba de 45 minutos, las cuales deben estar bajo condiciones adecuadas que simule un lavado en casa o comercial (Tienda de estándares IHS Markit, 2013).

#### *3.1.1.2. Método de resistencia del color a la sudoración*

Esta prueba ISO 105 E04, se refiere a la capacidad de no mancharse y no desvanecerse al momento de transpirar (ácido y alcalino) en un sustrato textil teñido.

#### *3.1.1.3. Método de solidez del color a la luz artificial*

La norma ISO 105-B02, tiene como objetivo determinar el efecto acerca del color del textil en cualquier naturaleza y en todas sus formas a la acción de una luz artificial que representa a la luz natural de día. (ISO, 2013).

#### *3.1.1.4. Método de solidez del color al frote*

AATCC 08-2013, determina la cantidad de color transferido de la superficie de los materiales textiles coloreados a otras superficies por frotamiento en seco y húmedo.

### **3.2. Proceso de obtención del negro de humo a nivel de laboratorio**

- **Extracción**

Con los desechos de la quema de la madera (carbón) el cual queda impregnado en un cacerola, para la extracción del hollín.

Para este método de extracción se realiza por la técnica de ciclo abierto el cual se constituye de tres ciclos como se muestra a continuación:

#### **Paso 1: Arranque**

Consiste en remover el material con una herramienta manual (espátula), se raspa la cacerola quedando un polvo minúsculo como muestra en la **Figura 12:**





**Figura 12.** Extracción del hollín.

Fuente: (Cuascota, 2020)

## **Paso 2: Cargado**

Se carga el material en un recipiente, tomando en cuenta que no se contamine el producto con otro tipo de sustancia.



**Figura 13.** Cargue del hollín.

Fuente: (Cuascota, 2020)

### Paso 3: Transporte

Se realiza el transporte del hollín que se obtuvo protegiéndolo en un material hermético para evitar su contaminación con materiales extraños.

### 3.3. Flujograma general del proceso



Figura 14. Flujograma general del proceso.

Fuente: (Cuascota, 2020)

#### 3.3.1. Descripción del flujograma general

**Materia Prima:** un textil crudo de tejido jersey simple 100% algodón open end, título de hilos 24/1 Ne, con un rendimiento de 3,71 m/kg.

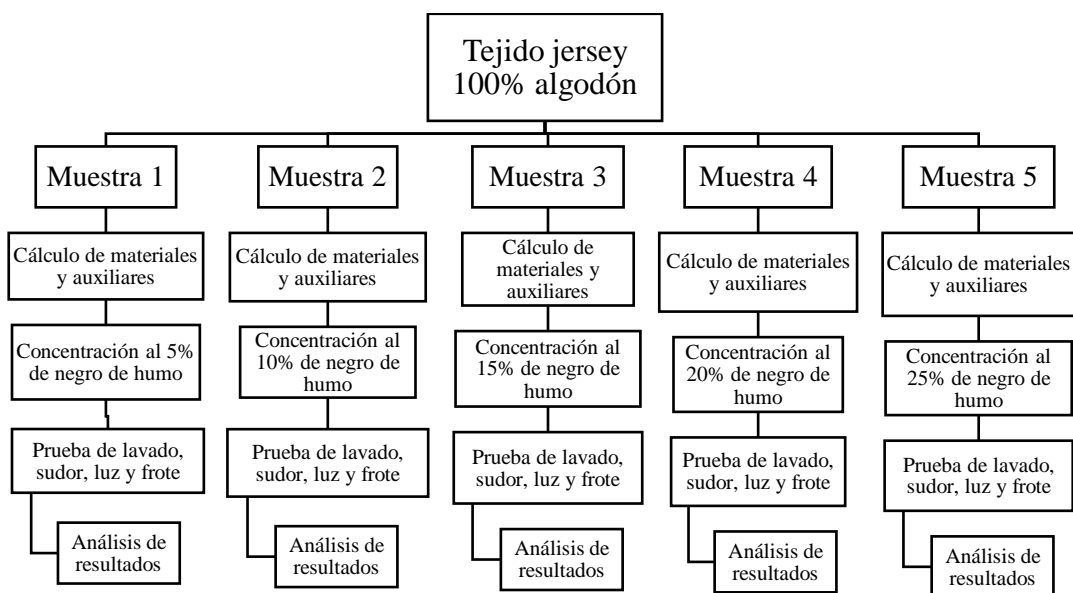
**Preparación y mezcla de productos:** de acuerdo a la metodología experimental diseñada para esta investigación se utilizarán auxiliares como: fijadores (bicarbonato de sodio y formafix), mordientes (alumbre, cloruro de sodio, vinagre y ácido acético), dispersante (dispersol) y el negro de humo; de los cuales se realizará una solución de acuerdo a la relación de baño y peso de la muestra.

**Aplicación del negro de humo en el textil:** en el proceso de tintura se realizará en el equipo autoclave en función de la variación de concentraciones del hollín, para determinar la gama de tonalidades.

**Pruebas de laboratorio:** una vez obtenidas las muestras tinturadas con el negro de humo, se procederá a realizar ensayos de calidad, estableciendo la solidez de la tintura y resistencia posterior a los test de laboratorio.

**Análisis de resultados:** acerca de los datos obtenidos en el laboratorio serán interpretados y analizados estadísticamente según las normas; para conocer con exactitud que muestra tiene mejor calidad de tintura.

### 3.4. Flujograma muestral del proceso aplicado



**Figura 15.** Flujograma muestral del proceso.

Fuente: (Cuascota, 2020)

### 3.5. Proceso de Agotamiento

#### 3.5.1. Tratamientos previos a la tintura

##### 3.5.1.1. Descrude y Blanqueo químico

Los pretratamientos de descrude y blanqueo químico tienen como objetivo eliminar las grasas, impurezas, cáscaras de semilla de algodón adheridas en el sustrato textil. Además, lograr un blanqueo para seguir con el proceso de tintura y lograr homogenizar el teñido (Nuñez, 2011).

Se toma en consideración la receta y la curva de pretratamiento de la casa comercial

Quimicolours. (Ver **Tabla 7**)

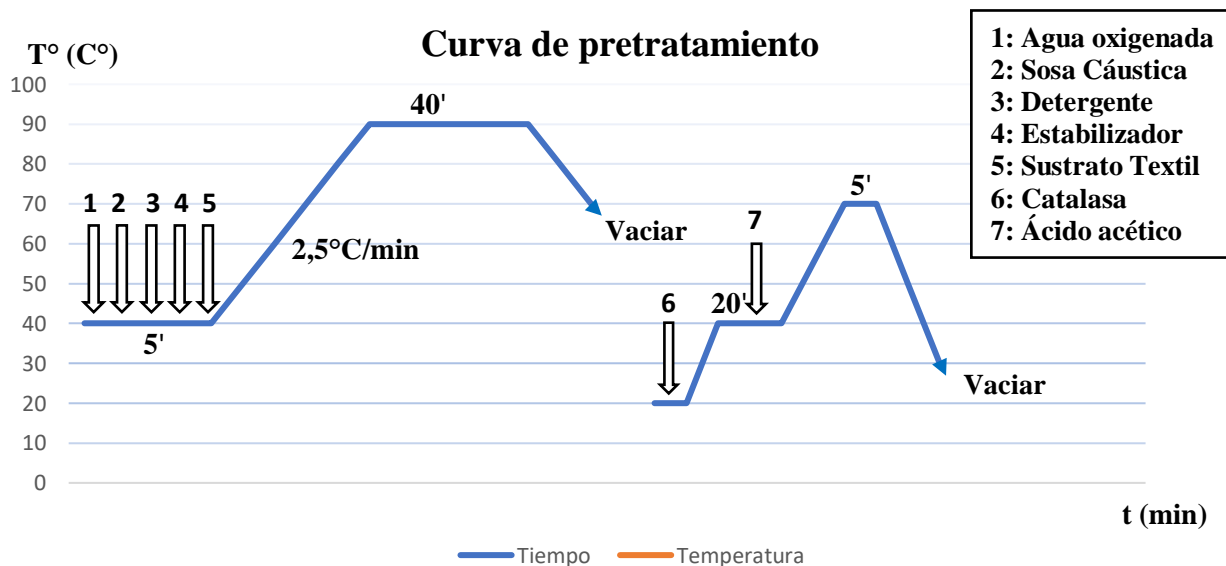
**Tabla 7.**

*Receta para el tratamiento previo a la tintura*

<b>Relación de baño: 1/10</b>	
<b>Material: 100% Algodón</b>	
<b>Productos</b>	<b>g/L</b>
Sosa Cáustica	2
Peróxido de hidrógeno	4
Detergente	1
Estabilizador	1
Catalasa	1
Ácido acético	1

Fuente: (Quimicolours, 2020)

En la **Figura 16** muestra la curva del tratamiento previo:



**Figura 16.** Curva del proceso de Descruce y Blanqueo Químico

Fuente: (Quimicolours, 2020)

### 3.5.2. Equipos y materiales de laboratorio

En la **Tabla 8** se muestran los equipos y materiales necesarios a utilizar para una efectiva práctica en el proceso de tintura y se detallan a continuación:

**Tabla 8.**

*Equipos para el proceso de tintura*

<b>Equipos</b>	<b>Marca</b>	<b>Características</b>
Máquina de tintura (Autoclave)	TANDA COLOR	Equipo metálico que permite trabajar con agua a elevada presión y temperatura, que se usa para realizar pruebas a escala de laboratorio.
Balanza Analítica	RADWAG	Se usa para pesar productos con gran precisión.
Pipetas	VITLAB	Instrumento de vidrio graduado, usado para medir un líquido con mucha precisión en ml.
Vasos de precipitación	DURAN Group	Es un instrumento que se usa para almacenar, disolver, mezclar, calentar sustancias, que no tenga una medida de precisión.
Vidrio reloj	DIAM LABOLAN	Es una lámina compuesta de vidrio de forma circular, se usa para pesar productos sólidos y líquidos.
Agitador	VITLAB	También llamado mezclador, se usa para mezclar o preparar productos químicos.
Probeta	BRAND	Instrumento graduado, se utiliza para contener y medir líquidos.
Cuchara	DELTALAB	Se usa para tomar pequeñas cantidades de productos químicos

Fuente: (Cuascota, 2020)

Equipos utilizados en cada una de las pruebas de laboratorio se definen a continuación:

**Tabla 9.**

*Equipos para las pruebas de laboratorio*

<b>Equipos</b>	<b>Marca</b>	<b>Prueba de solidez</b>
Máquina de tintura (Autoclave)	JAMES HEAL	Lavado
Crockmeter	MESDAN	Frote
Perspirómetro y Estufa	JAMES HEAL	Sudor
Fadeómetro	JAMES HEAL	Luz
Dinamómetro	JAMES HEAL	Resistencia al desgarre

Fuente: (Cuascota, 2020)

Para la aplicación del negro de humo mediante un proceso de tintura se requiere los siguientes materiales:

**Tabla 10.**

*Materiales*

<b>Materiales</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Características</b>
Sustrato textil	TELA JERSEY	100% algodón, open end, título de hilos 24/1 Ne, APT (apto para tintura), con un rendimiento de 3,71m/kg.
Negro de humo	NEGRO DE CARBONO	Da color al sustrato textil.
Mordientes	ÁCIDO CÍTRICO ALUMBRE CLORURO DE SODIO VINAGRE	Mejora la afinidad del colorante en el tejido.
Dispersante	DISPERSOL	Mejora la distribución del colorante en el sustrato.
Fijador	BICARBONATO DE SODIO Y FORMAFIX	Mejora la solidez del color, fija el colorante para evitar que la tela se destiña.

Fuente: (Cuascota, 2020)

### 3.5.3. Variables y parámetros

#### 3.5.3.1. Concentración del negro de humo

Para determinar los límites mínimos y máximos del negro de humo en la tintura del sustrato textil que se basa en la metodología experimental que inicia en 5% y termina en 25%.

Por lo tanto, se realizará el proceso de tintura con 5 distintas concentraciones: 5%, 10%, 15%, 20% y 25%.

De manera que se toma como peso base 20 gramos en las 5 muestras de tejido de punto.

A continuación, se aplica la fórmula mediante la ecuación Lockuán (2012):

$$\text{Formula: } \text{Peso del producto (g)} = \frac{\% \text{spm} \times P}{100} \quad \text{Ecuación 1.}$$

% spm: Valor porcentual

P: Peso del material

#### Cálculo:

- **Negro de Humo**

% spm: 5%

P: 20g

$$\text{Peso del producto (g)} = \frac{5\% \times 20 \text{ g}}{100}$$

$$\text{Peso del producto (g)} = 1 \text{ gramo}$$

A continuación, en la **Tabla 11** muestra el cálculo de las 5 distintas concentraciones que se usarán en el proceso de tintura:

**Tabla 11.**

*Concentraciones del negro de humo*

<b>Nº Muestra</b>	<b>R/B</b>	<b>Concentración del negro humo (%)</b>	<b>Peso (g)</b>
1	1/10	5	1
2	1/10	10	2
3	1/10	15	3
4	1/10	20	4
5	1/10	25	5

Fuente: (Cuascota, 2020)

### 3.5.3.2. Auxiliares

Para la aplicación de negro de humo para el proceso de tintura se requiere los siguientes productos y la cantidad adecuada de cada uno como muestra en la **Tabla 12:**

**Tabla 12.**

*Auxiliares para el proceso de tintura con el negro de humo*

<b>Auxiliares</b>	<b>Nombre Comercial</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>
Fijador	FORMAFIX		4
Dispersante	DISPERSOL	5	
Mordiente	ÁCIDO CÍTRICO		
	ALUMBRE		
	COLORURO DE SODIO	5	
	VINAGRE		

Fuente: (Cuascota, 2020)

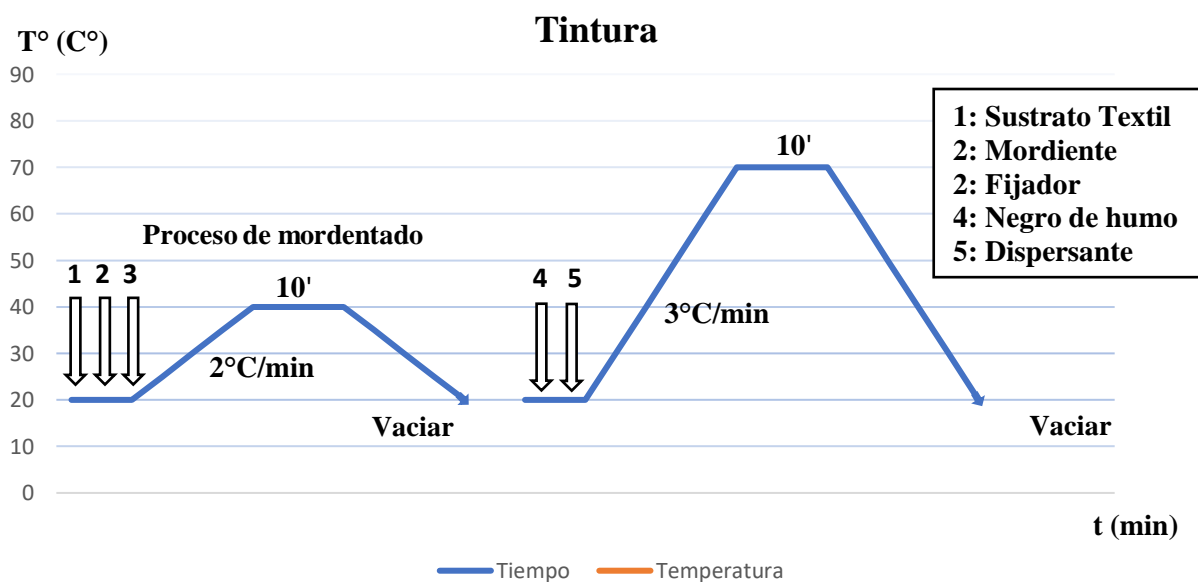


### 3.5.3.3. Número de Muestras

El número de muestras a tomar en cuenta con respecto al primer análisis con mención al tipo de mordiente: son 6, al proceso de tintura con referencia a la variación de concentraciones del negro de humo: 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, aplicando el mordiente más óptimo y los auxiliares para obtener muestras uniformes y con mayor nivel de agotamiento. Además, tomando en consideración las pruebas de laboratorio: solidez al lavado, sudor, a la luz y frote son 36 ensayos.

### 3.5.3.4. Curva de Tintura

Para el desarrollo de la parte práctica se tomó en cuenta el método más óptimo para este proceso de tintura según Esparza (2020), es la que se impartió en la asignatura de Optativa III, tomando en cuenta el material textil a utilizar; el cual se muestra a continuación en la **Figura 17**:



**Figura 17.** Curva de tintura.

Fuente: Adaptado de (Esparza, 2020)

#### 3.5.3.5. *Mordiente*

En este apartado se toman en consideración ensayos para determinar el mordiente (ácido cítrico, alumbre, cloruro de sodio y vinagre) más efectivo.

#### **3.5.4. Descripción del proceso de tintura**

De cada una de las muestras en el laboratorio se procede de la siguiente manera:

- Pesar 20g de muestra de tela jersey en la balanza analítica.
- Preparar la solución en las cápsulas de tintura con una relación de baño 1/10, tomando en consideración el peso del tejido.
- Pesar el mordiente y fijador y agregar los auxiliares en cada una de las cápsulas correspondientes a temperatura ambiente, se toma el pH del baño dando un valor de 5, ingresar los vasos y subir a 40°C y mantenerlo por 10 minutos.
- Vaciar el baño.
- Posteriormente se coloca el negro de humo y dispersante en cada una de las cápsulas subiendo a 70°C dejando agotar por 10 minutos.
- Botar el baño y secar.

### **3.6. Pruebas de solidez de los colores**

#### **3.6.1. Prueba de solidez al lavado**

Para la realización de la prueba de solidez al lavado método AATCC 61-2013, se toma en consideración las 5 muestras con las distintas concentraciones del hollín.

A continuación, se muestra la tabla de condiciones de la Norma AATCC 61-2013, para emplear la prueba de solidez al lavado.

**Tabla 13.***Condiciones de la Norma AATCC 61-2013.*

Test No. °	Temp		Total Liquor Volume (mL)	Percent Powder Detergent of Total Volume	Percent Liquid Detergent of Total Volume	Percent Available Chlorine of Total Volume	No. Steel Balls	No. of Rubber Balls	Time (Min)
	°C (±°2)	°F (±°4)							
<b>1A</b>	40	105	200	0.37	0.56	None	10	0	45
<b>1B</b>	31	88	150	0.37	0.56	None	0	10	20
<b>2A</b>	49	120	150	0.15	0.23	None	50	0	45
<b>3A</b>	71	160	50	0.15	0.23	None	100	0	45
<b>4A</b>	71	160	50	0.15	0.23	0.015	100	0	45
<b>5A</b>	49	120	150	0.15	0.23	0.027	50	0	45

a Refer to Section 9 for objectives for each test method.

b All Tests include an alternate use for 2003 AATCC Standard Liquid Detergent.

c Test 1B provides for the use of White Rubber Balls instead of Stainless-Steel Balls.

Fuente: Adaptado de (American Association of Textile Chemmists and Colorists, 1969)

Se aplica el test 3A de la tabla de condiciones de la norma AATCC 61 en el equipo Autoclave para evaluar la resistencia del color al lavado. Las muestras al ser sometidas a esta prueba deben mostrar un cambio de color similar al producido al de cinco lavados en máquina cacera a  $71\pm 3^{\circ}\text{C}$  ( $160\pm 5^{\circ}\text{F}$ ).

### **Materiales y auxiliares**

**Tabla 14.***Materiales y auxiliares para el método de solidez al lavado.*

<b>Materiales/Auxiliares</b>	<b>Especificaciones</b>
Agua	Destilada
Detergente líquido	SERA WASH CRL
Detergente en polvo	Phosphate reference Detergent (B)
Balines	100 por cada muestra de tejido

Fuente: (American Association of Textile Chemmists and Colorists, 1969)

## Procedimiento de lavado

Según la norma AATCC, método 61-2013

- Escoger 1 muestra de 10 x 5 cm.
- Coser la muestra con la tela multifibra de 10 x 5cm.
- Colocar en las cápsulas el detergente y detergente líquido con el agua y la muestra.
- Ubicar las cápsulas en el autoclave a una temperatura de 60°C por 45 minutos.

(Ver **Anexo 7**)

Posterior a la prueba de solidez al lavado, se da a conocer los resultados del antes y después de los sustratos como se indica en el apartado 4.1.3.1. Prueba de solidez al lavado. A través de las escalas de grises por medio de equipo espectrofotómetro se realizan las mediciones para determinar los cambios y transferencias de los colores de las 5 muestras, como se aprecia en el punto 3.6.5. Medición de cambio y transferencia de color mediante la escala de grises.

### 3.6.2. Prueba de solidez al sudor

Para la realización de la prueba de solidez al sudor método ISO 105 E04, se toma las 5 muestras con las distintas concentraciones del negro de humo.

## Materiales y auxiliares

### Tabla 15.

*Materiales y auxiliares método de resistencia del color a la sudoración.*

<b>Materiales/Auxiliares</b>	<b>Especificaciones</b>
Agua	Destilada
Solución de transpiración alcalina	Cloruro de Sodio Monoclorhidrato L-histidina Ortofosfato de sodio Di hidrogenado
Solución de transpiración ácida	Cloruro de Sodio Monoclorhidrato L-histidina Ortofosfato de sodio hidrogenado

Fuente: (American Association of Textile Chemmists and Colorists, 1969)

### **Procedimiento de resistencia del color a la sudoración**

Según la norma AATCC, método 15-2013

- Cortar 2 muestras de 10 x 4 cm y cocer con la tela multifibra cada una.
- Colocar en dos recipiente de vidrio las dos muestras una para solución alcalina y otra ácida, añadir la solución de sudoración y mantener sumergidas durante 15 minutos.
- Ubicar en la estructura de la muestra del equipo.
- Colocar las placas en el Perspirómetro con las muestras distribuidas de manera homogénea.
- Poner las placas de presión de 5 kg.
- Sacar las muestras y ubicar en la estufa durante 4 horas a 38°C.
- Remover las muestras de prueba y multifibras y acondicionar a temperatura ambiente por 12 horas.

(Ver **Anexo 7**)

Posterior a la prueba de solidez al sudor, se da a conocer los resultados del antes y después de los sustratos como se indica en el apartado 4.1.3.2. Prueba de solidez al sudor. A través de las escalas de grises por medio de equipo espectrofotómetro se realizan las mediciones para determinar los cambios y transferencias de los colores de las 5 muestras, tal como se puede apreciar en el punto 3.6.5. Medición de cambio y transferencia de color mediante la escala de grises.

#### **3.6.3. Prueba de solidez a la luz**

Para la realización de la prueba de solidez a la luz método ISO 105-B02, se toma en consideración las 5 muestras con las distintas concentraciones del negro de humo.

### **Procedimiento de solidez del color a la luz artificial**

Según la norma AATCC, método 16.3-2014

- Cortar una muestra de 5 x 15 cm.

- Cortar un rectángulo de cartulina de 10 x 10 cm con un marco de 4 cm y se dobla en la mitad.
- Ubicar la muestra dentro de la cartulina y grapar el extremo abierto.
- Colocar las muestras en el equipo por 40 horas.

(Ver **Anexo 7**)

Posterior a la prueba de solidez a la luz, se da a conocer los resultados del antes y después de los sustratos como se indica en el apartado 4.1.3.3 Prueba de solidez a la luz. A través de las escalas de grises por medio de equipo espectrofotómetro se realizan las mediciones para determinar los cambios de los colores de las 5 muestras, tal y como se muestran en el título 3.6.5. Medición de cambio y transferencia de color mediante la escala de grises.

#### **3.6.4. Prueba de solidez al frote**

Para la realización de la prueba de solidez al frote método AATCC 08-2013, se toma las 5 muestras con las distintas concentraciones del hollín.

#### **Materiales y auxiliares**

##### **Tabla 16.**

*Materiales y auxiliares para el método de solidez al frote.*

<b>Materiales/Auxiliares</b>	<b>Especificaciones</b>
Agua	Destilada

Fuente: (American Association of Textile Chemmists and Colorists, 1969)

#### **Procedimiento de solidez al frote**

Según la norma AATCC, método 8-2013

- Cortar 2 muestras de 13 x 5 cm.
- Colocar la primera muestra sobre el porta muestras en el equipo Crockmeter para realizar la prueba por 10 segundos.

- Ubicar la segunda muestra en el equipo con la tela mojada sobre la muestra por 10 segundos.
- Secar las dos muestras para proceder a calificarlas en el equipo espectrofotómetro.

(Ver **Anexo 7**)

Posterior a la prueba de solidez al frote, se da a conocer los resultados del antes y después de los sustratos como se indica en el apartado 4.1.3.4 Prueba de solidez al frote. A través de las escalas de grises por medio de equipo espectrofotómetro se realizan las mediciones para determinar los cambios de los colores de las 5 muestras, como se muestra a continuación.

### **3.6.5. Medición de cambio y transferencia de color mediante la escala de grises**

Para la medición de las muestras sometidas a pruebas de solidez de los colores (lavado, sudor, luz y frote), fue necesaria la utilización de la escala de grises para evaluar el cambio y la transferencia de color en el espectrofotómetro.

**Espectrofotómetro:** Es un equipo que sirve para la medición de color en los diferentes artículos textiles. Se trabajó con el programa **Color Textile, con la apertura #6mm.**

**Tela multifibra:** Se utiliza como tejido adyacente (testigo) para pruebas de transferencia de color utilizando la escala de grises.

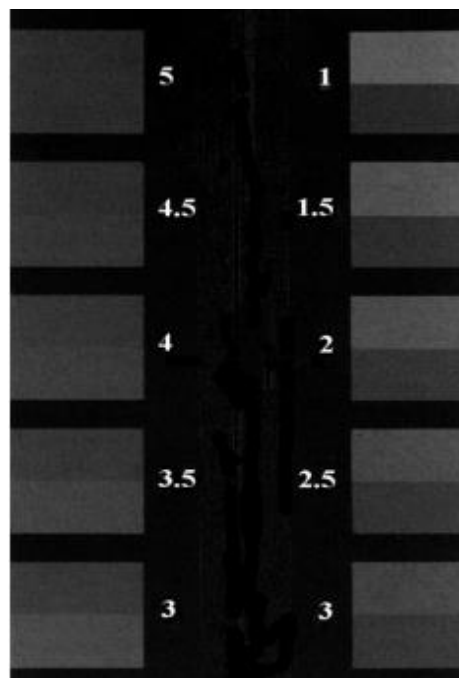


**Figura 18.** Tela multifibra

Fuente: (Lopez, 2015)

Según Datacolor (2017) la escala de grises para el cambio de color muestra la cantidad de alteración del color en exposición ambiental o lavado, para la transferencia de color este indica la cantidad de tinción de color a la multifibra que ocurre en las pruebas realizadas. Ambas escalas se basan en pequeñas diferencias entre un estándar de una probeta y una muestra sometida a dicha prueba de cualquier color en comparación con estas dos escalas de grises (5= sin diferencia; 1= mayor diferencia).

El cambio de color se evalúa en comparación con cinco pares de estándares grises similares, la mitad de cada escala es siempre de croma idéntico al espécimen inicial y la segunda mitad varía desde el croma inicial sin pérdida de color hasta el blanco con pérdida de todo el color. Para medir la cantidad de contraste entre la tela sometida a pruebas y la no sometida está relacionada con uno de los pares estándar, para obtener la calificación de escala de grises que 5 indica que casi no perdió color y 1 muestra que se perdió la mayoría de color (Estacio Chulde, 2020). Como se muestra a continuación:



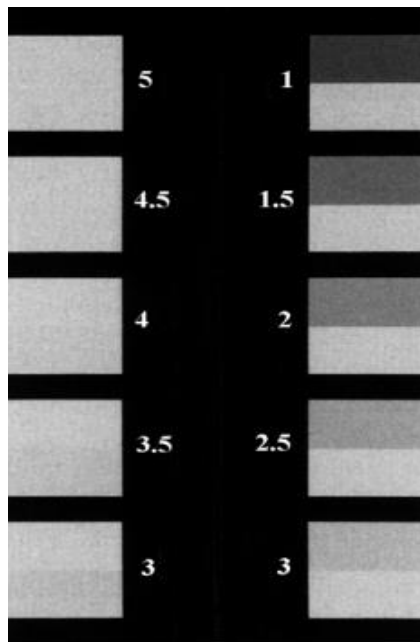
**Figura 19.** Escala de grises para cambio de color.

Fuente: (Datacolor, 2017)



La mitad inferior de cada par muestra el color inicial y a la mitad superior indica el color de la tela sometida a pruebas.

Datacolor (2017) además menciona que según la norma ISO 105-A03: 2016 acerca de la transferencia de color de la muestra de prueba a una muestra sin prueba se evalúa de manera muy similar a la del cambio de color; se usa de igual manera cinco pares estándar, la mitad de cada estándar es blanca y la otra mitad varía de blanco a gris. Un valor de 5 indica ninguna tinción y 1 muestra poca solidez al color.



**Figura 20.** Escala de grises para transferencia de color.

Fuente: (Datacolor, 2017)

La mitad inferior de cada par muestra es el color inicial de la tela adyacente, la mitad superior muestra el color del tejido adyacente tratado. En la transferencia de color la tela multifibras son medidas con patrones de la escala de grises del 1 al 5, donde 5 es la menos cantidad de transferencia de color y 1 es la mayor cantidad de transferencia de color. Con estos resultados se realizará un análisis comparativo entre las 5 muestras con distintas concentraciones del negro de humo.

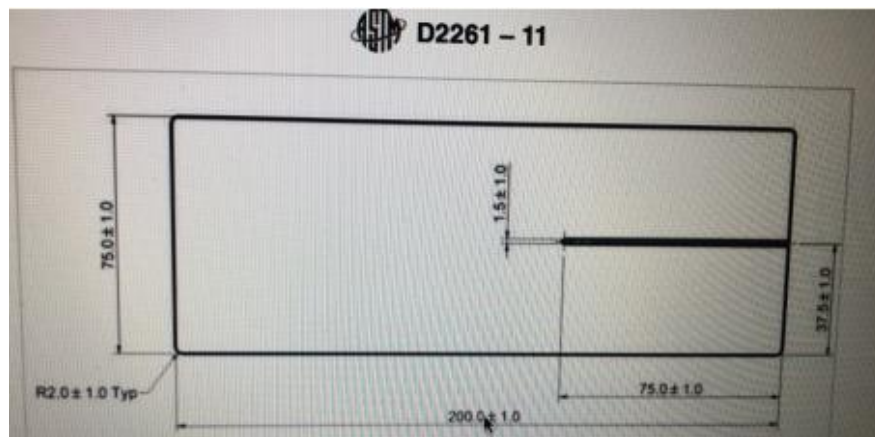
### 3.7. Prueba de resistencia al desgarramiento de tela

Para la realización de la prueba estándar para la resistencia al desgarramiento de las telas mediante el procedimiento de la lengüeta (rasgadura simple), método ASTM-D2261.

#### Procedimiento de desgarro de tela, método de lengüeta

Según la norma ASTM-D2261.

- Cortar cuatro muestras de 20cm x 7,5 cm  $\pm 1$ , de tela sin tinturar, con un corte como muestra **Figura 21**, en sentido de máquina y cinco en sentido transversal.
- Cortar cuatro muestras de 20cm x 7,5 cm  $\pm 1$ , de tela tinturada, con un corte como muestra **Figura 21**, en sentido de máquina y cinco en sentido transversal.



**Figura 21.** Muestra para corte de la prueba de desgarro.

Fuente: (Cuascota, 2021)

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados y discusión de resultados

En este capítulo se indican los resultados adquiridos de cada muestra durante las pruebas realizadas. Además, se detallan los valores del análisis obtenido del espectrofotómetro; el cambio y transferencia de color de las cinco muestras tinturadas con los distintos porcentajes de concentración del colorante. Posteriormente se lleva a cabo el análisis estadístico para verificar la confiabilidad de los datos alcanzados y gráficos, para analizar e interpretar de una mejor manera.

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Ensayos para la selección de mordientes

Los primeros ensayos se realizaron para definir el tipo de mordiente que otorga resultados aceptables, con la concentración más alta del negro de humo (25%).

Según Farinango (2019) indica que los mordientes afines al material celulósico son: ácido cítrico, alumbre, cloruro de sodio y vinagre. Para la curva se va a utilizar la siguiente receta:

**Tabla 17.**

*Receta proceso de tintura utilizando distintos mordientes.*



<b>Relación de baño: 1/10</b>			
<b>Material: 100% Algodón</b>			
	<b>Auxiliares</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>
Mordiente	ALUMBRE		
	COLORURO DE SODIO	5	
	VINAGRE		
	ÁCIDO CÍTRICO		
Fijador	FORMAFIX		4
Dispersante	DISPERSOL	5	

Fuente: (Cuascota, 2020)



Se realizó dos pruebas con cada uno de los mordientes con la receta mostrada en la **Tabla 17** con la curva de tintura de la **Figura 17. Curva de tintura.**: La tabla muestra una valoración visual de los mordientes utilizados según los resultados analizados:

**Tabla 18.**


*Valoración igualación del teñido en presencia y ausencia de mordientes (valoración del autor).*

<b>Mordiente</b>	<b>Fijación</b>	<b>Agotamiento</b>	<b>Igualación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Análisis</b>
<b>Sin mordiente</b>	Bajo	Bajo	Bajo		Rechazada
<b>Alumbre</b>	Medio	Bajo	Bajo		Rechazada

---

<b>Mordiente</b>	<b>Fijación</b>	<b>Agotamiento</b>	<b>Igualación</b>	<b>Resultado</b>	<b>Análisis</b>
<b>Cloruro de sodio</b>	Bajo	Bajo	Bajo		Rechazado
<b>Vinagre</b>	Bajo	Bajo	Medio		Rechazado

---

Mordiente	Fijación	Agotamiento	Igualación	Resultado	Análisis
Ácido cítrico	Medio	Medio	Alto		Acceptado

Fuente: (Cuascota, 2021)

Con los resultados obtenidos tras la utilización de mordientes, se puede decir que el más óptimo es el ensayo de sustrato textil tratado con ácido cítrico como mordiente con un pH 5.

## 4.1.2. Resultados del proceso de tintura


### 4.1.2.1. Análisis de resultados con el mordiente seleccionado

Como se puede apreciar en la **Tabla 19** hasta la **Tabla 23** muestra el costo y la cantidad de los distintos materiales y auxiliares del proceso de tintura con el negro de humo en las cinco muestras de tejido jersey.

A continuación, se detalla la relación de baño, productos, variables y peso de los materiales utilizados en la primera aplicación de teñido.


**Tabla 19.**

*Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 5%.*

<b>MUESTRA 11</b>					
Fecha: 19 enero 2021	Tipo de prueba: Tintura textil			Tiempo: 75 min	
Tipo de tejido: Jersey	Composición: 100% Algodón		Rendimiento: 3,71m/kg.		Equipo: Cerrado
Peso material: 20g	R/B: 1/10	Tipo de proceso: Tintura por agotamiento			
<b>PRODUCTOS</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Costo Producto (kg)</b>	<b>Costo por g en tintura</b>
Ácido cítrico	5		1	1,60	0,0016
Fijador		4	0,8	3,20	0,00256
Negro de humo		5	1	5,20	0,01
Dispersante	4		0,8	3,40	0,00112
Volumen del baño: 200 ml			Costo de la Receta:		0,01
<b>Muestra teñida</b>				<b>Observaciones</b>	
				Color obtenido: <b>“Codificación Pantone; 11-4800 TCX Blanc de Blanc”</b>	

Fuente: (Cuascota, 2021)


**Tabla 20.***Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 10%.*

<b>MUESTRA 12</b>					
Fecha: 19 enero 2021	Tipo de prueba: Tintura textil			Tiempo: 75 min	
Tipo de tejido: Jersey	Composición: 100% Algodón	Rendimiento: 3,71m/kg.		Equipo: Cerrado	
Peso material: 20g	R/B: 1/10	Tipo de proceso: Tintura por agotamiento			
<b>PRODUCTOS</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Costo Producto (kg)</b>	<b>Costo por g en tintura</b>
Ácido cítrico	5		1	1,60	0,0016
Fijador		4	0,8	3,20	0,00256
Negro de humo		10	2	5,20	0,01
Dispersante	4		0,8	3,40	0,00112
Volumen del baño: 200 ml			Costo de la Receta:		0,02
<b>Muestra teñida</b>			<b>Observaciones</b>		
			Color obtenido: <b>“Codificación Pantone; 13-4108 TCX Nimbus Cloud”</b>		

Fuente: (Cuascota, 2021)




**Tabla 21.***Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 15%.*

<b>MUESTRA 13</b>					
Fecha: 19 enero 2021	Tipo de prueba: Tintura textil			Tiempo: 75 min	
Tipo de tejido: Jersey	Composición: 100% Algodón	Rendimiento: 3,71m/kg.		Equipo: Cerrado	
Peso material: 20g	R/B: 1/10	Tipo de proceso: Tintura por agotamiento			
<b>PRODUCTOS</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Costo Producto (kg)</b>	<b>Costo por g en tintura</b>
Ácido cítrico	5		1	1,60	0,0016
Fijador		4	0,8	3,20	0,00256
Negro de humo		15	3	5,20	0,02
Dispersante	4		0,8	3,40	0,00112
Volumen del baño: 200 ml			Costo de la Receta:		0,02
<b>Muestra teñida</b>			<b>Observaciones</b>		
			Color obtenido: <b>“Codificación Pantone; 12-5203 TCX Murmullo”</b>		


Fuente: (Cuascota, 2021)

**Tabla 22.***Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 20%.*

<b>MUESTRA 14</b>					
Fecha: 19 enero 2021	Tipo de prueba: Tintura textil			Tiempo: 75 min	
Tipo de tejido: Jersey	Composición: 100% Algodón	Rendimiento: 3,71m/kg.		Equipo: Cerrado	
Peso material: 20g	R/B: 1/10	Tipo de proceso: Tintura por agotamiento			
<b>PRODUCTOS</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Costo Producto (kg)</b>	<b>Costo por g en tintura</b>
Ácido cítrico	5		1	1,60	0,0016
Fijador		4	0,8	3,20	0,00256
Negro de humo		20	4	5,20	0,02
Dispersante	4		0,8	3,40	0,00112
Volumen del baño: 200 ml			Costo de la Receta:		0,03
<b>Muestra teñida</b>			<b>Observaciones</b>		
			Color obtenido: <b>“Codificación Pantone; 13-4303 TCX Amanecer azul”</b>		

Fuente: (Cuascota, 2021)

**Tabla 23.***Aplicación del proceso de tintura con el negro de humo al 25%.*

<b>MUESTRA 15</b>					
Fecha: 19 enero 2021	Tipo de prueba: Tintura textil			Tiempo: 75 min	
Tipo de tejido: Jersey	Composición: 100% Algodón		Rendimiento: 3,71m/kg.	Equipo: Cerrado	
Peso material: 20g	R/B: 1/10	Tipo de proceso: Tintura por agotamiento			
<b>PRODUCTOS</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Costo Producto (kg)</b>	<b>Costo por g en tintura</b>
Ácido cítrico	5		1	1,60	0,0016
Fijador		4	0,8	3,20	0,00256
Negro de humo		25	5	5,20	0,03
Dispersante	4		0,8	3,40	0,00112
Volumen del baño: 200 ml			Costo de la Receta:		0,03
<b>Muestra teñida</b>			<b>Observaciones</b>		
			<p>Color obtenido: <b>“Codificación Pantone; 14-4502 TCX Mercurio”</b></p>		

Fuente: (Cuascota, 2021)

### 4.1.3. Resultados de las pruebas de solidez

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos tras la evaluación a las diferentes pruebas de calidad, que fueron sometidas las muestras.

#### 4.1.3.1. Prueba de solidez al lavado

Posteriormente se muestran los resultados de las pruebas a ensayos de solidez al lavado según normativa AATCC 61-2013.

**Tabla 24.**

*Resultados de degradación de color de solidez al lavado.*

Concentración	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
	5%	10%	15%	20%	25%
Evaluación	4.5	3.5	4.5	3	4

Fuente: (Cuascota, 2021)

La **Tabla 25** muestra los resultados de las pruebas a ensayos de solidez al lavado de transferencia de color según normativa AATCC 61-2013.

**Tabla 25.**

*Resultados de transferencia de color de solidez al lavado.*

Concentración / Fibra	Prueba 1 5%	Prueba 2 10%	Prueba 3 15%	Prueba 4 20%	Prueba 5 25%
Acetato	5	4.5	4.5	4.5	4.5
Algodón	5	4.5	4.5	3.5	3.5
Nylon	4	5	4.5	4	3.5
Poliéster	4	4.5	4.5	3.5	4.5
Acrílico	4.5	4	4.5	4.5	4
Lana	4	3	3.5	3	2

Fuente: (Cuascota, 2021)



**Figura 22.** Muestra 2 al 10% Tinturada antes y después de la prueba de lavado.

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### 4.1.3.2. Prueba de solidez al sudor

La **Tabla 26** indica los resultados de las pruebas a ensayos de solidez al sudor según normativa ISO 105 E04.

**Tabla 26.**

*Resultados de degradación de color de solidez al sudor.*

<b>Concentración/ Solución</b>	<b>Prueba 1 5%</b>	<b>Prueba 2 10%</b>	<b>Prueba 3 15%</b>	<b>Prueba 4 20%</b>	<b>Prueba 5 25%</b>
Alcalina	5	4	3.5	4	4.5
Ácida	4	3.5	3	3.5	4

Fuente: (Cuascota, 2021)

La **Tabla 27** muestra los resultados de las pruebas a ensayos de solidez al sudor en la transferencia de color según normativa ISO 105 E04.

**Tabla 27.**

*Resultados de transferencia de color de solidez al sudor.*

Solución	Concentración/ Fibra	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
		5%	10%	15%	20%	25%
Alcalina	Acetato	4.5	5	5	5	4.5
	Algodón	5	4.5	4.5	5	5
	Nylon	5	5	4.5	4.5	4.5
	Poliéster	4.5	4	5	5	4.5
	Acrílico	4.5	4.5	4.5	5	5
	Lana	3	4	4.5	4	3.5
Ácida	Acetato	4.5	5	5	4.5	5
	Algodón	4.5	4.5	4.5	4.5	5
	Nylon	5	5	5	5	4.5
	Poliéster	4.5	5	5	5	4.5
	Acrílico	4	5	4.5	4.5	4.5
	Lana	3	4	4	3.5	4.5

Fuente: (Cuascota, 2021)



**Figura 23.** Muestra 3 al 15% tinturada antes y después de la prueba de sudor.

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### 4.1.3.3. Prueba de solidez a la luz

La **Tabla 28** indica los resultados de las pruebas a ensayos de solidez a la luz según normativa ISO 105-B02.

**Tabla 28.**

*Resultados de degradación de color a la luz.*

<b>Concentración</b>	<b>Prueba 1</b> <b>5%</b>	<b>Prueba 2</b> <b>10%</b>	<b>Prueba 3</b> <b>15%</b>	<b>Prueba 4</b> <b>20%</b>	<b>Prueba 5</b> <b>25%</b>
Evaluación	3.5	3	3.5	2.5	3

Fuente: (Cuascota, 2021)



**Figura 24.** Muestra 4 al 20% tinturada antes y después de la prueba a la luz.

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### 4.1.3.4. Prueba de solidez al frote

La **Tabla 29** muestra los resultados de las pruebas a ensayos de solidez al frote según normativa AATCC 08-2013.

**Tabla 29.**

*Resultados de transferencia de color al frote.*

<b>Concentración</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Prueba 5</b>
	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>
Seco	4.5	4.5	4.5	4.5	3
Húmedo	3.5	2.5	3	2	1

Fuente: (Cuascota, 2021)



**Figura 25.** Muestra 5 al 25% tinturada antes y después de la prueba al frote en húmedo

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### **4.1.4. Resultados de las pruebas de resistencia al desgarre de tela**

En las tablas que se presentan a continuación se da a conocer los resultados de la evaluación de resistencia al desgarre en la tela sin tinturar y tinturada, según normativa ASTM-D2261, para luego analizar la información adquirida.

Las tablas de resultados de las pruebas de telas se presentan en el siguiente orden; en primer lugar, se expone la evaluación de la tela sin tinturar, seguidamente se muestran los resultados de ensayos de la tela tinturada.

En la siguiente tabla se aprecia los datos técnicos que se consideran al momento de realizar el ensayo resistencia de la tela.



**Tabla 30.**

*Ficha técnica informativa de la evaluación de resistencia al desgarre en la tela sin tinturar*

FECHA DEL ENSAYO:		2021-05-04	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2021-04-29	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-222 / Karina Cuascota	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles. Método de prueba estándar para la resistencia al desgarramiento de las telas mediante el procedimiento de la lengüeta (rasgadura simple)		
NORMA A EMPLEAR:	ASTM D2261		
<b>MUESTRAS</b>			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
<b>MLAB-222</b>	<b>Muestra: Sin tinturar</b>		<b>1 metro</b>
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
TEMPERATURA INICIAL:	21°C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	54% HR
TEMPERATURA FINAL:	24°C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	52% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	08:00	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	08:00	
<b>EQUIPO:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinamómetro: James Heal. Modelo: Tintan 5.</li> <li>- Celda de carga: 5000 N. (celdas de 5 000 y 120N)</li> </ul>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separación de mordazas: 75mm</li> <li>- Velocidad: 50 mm/min</li> <li>- Pretensión: 0,50 N</li> <li>- Extensión: 150 mm</li> <li>- Estado de las probetas: acondicionadas (acondicionadas o húmedas)</li> <li>- Número de probetas: 4 pares (sentido de máquina y transversal)</li> <li>- Dimensión de probetas: 75 x 200 mm</li> <li>- Corte interno central: 75 mm de la dimensión más larga</li> <li>- Descripción de la prenda: Tela de punto</li> </ul>			

Fuente: (Cuascota, 2021)

En las siguientes tablas se aprecian los datos de la evaluación de la prueba en sentido de máquina y transversal.

**Tabla 31.***Evaluación de la resistencia al desgarre en la tela sin tinturar en sentido de máquina*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>Muestra: MLAB-222 Dirección de máquina</b>				
<b>N°.</b>	<b>Ancho probeta</b>	<b>Separación de mordazas</b>	<b>5 picos más altos</b>	<b>Pico único</b>
	(mm)	(mm)	(N)	(N)
1	75	100	19,37	20,06
2	75	100	19,22	19,65
3	75	100	17,70	18
4	75	100	16,44	16,57
<b>Media aritmética</b>			17,62	18,01
<b>Desviación estándar</b>			1,73	1,87
<b>Coefficiente de variación</b>			±2,14	±2,32

Fuente: (Cuascota, 2021)

**Tabla 32.***Evaluación de la resistencia al desgarre en la tela sin tinturar en sentido transversal*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>Muestra: MLAB-222 Dirección transversal</b>				
<b>N°.</b>	<b>Ancho probeta</b>	<b>Separación de mordazas</b>	<b>5 picos más altos</b>	<b>Pico único</b>
	(mm)	(mm)	(N)	(N)
1	75	100	15,55	15,73
2	75	100	16,94	17,03
3	75	100	16,59	16,93
4	75	100	15,50	16,05
<b>Media aritmética</b>			16,40	16,67
<b>Desviación estándar</b>			0,8479	0,7711
<b>Coefficiente de variación</b>			±1,05	±0,9559

Fuente: (Cuascota, 2021)

En la siguiente tabla se aprecia los datos técnicos que se consideran al momento de realizar el ensayo resistencia de la tela tinturada.

**Tabla 33.**

*Ficha técnica informativa de la evaluación de resistencia al desgarre en la tela tinturada.*

FECHA DEL ENSAYO:		2021-05-04	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2021-04-29	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-222 / Karina Cuascota	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles. Método de prueba estándar para la resistencia al desgarramiento de las telas mediante el procedimiento de la lengüeta (rasgadura simple)		
NORMA A EMPLEAR:	ASTM D2261		
<b>MUESTRAS</b>			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
<b>MLAB-222</b>	<b>Muestra: Tinturada</b>		<b>1 metro</b>
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
TEMPERATURA INICIAL:	21°C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	54% HR
TEMPERATURA FINAL:	24°C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	52% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	08:00	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	08:00	
<b>EQUIPO:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinamómetro: James Heal. Modelo: Tintan 5.</li> <li>- Celda de carga: 5000 N. (celdas de 5 000 y 120N)</li> </ul>			
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separación de mordazas: 75mm</li> <li>- Velocidad: 50 mm/min</li> <li>- Pretensión: 0,50 N</li> <li>- Extensión: 150 mm</li> <li>- Estado de las probetas: acondicionadas (acondicionadas o húmedas)</li> <li>- Número de probetas: 4 pares (sentido de máquina y transversal)</li> <li>- Dimensión de probetas: 75 x 200 mm</li> <li>- Corte interno central: 75 mm de la dimensión más larga</li> <li>- Descripción de la prenda: Tela de punto</li> </ul>			

Fuente: (Cuascota, 2021)

En las siguientes tablas se aprecian los datos de la evaluación de la prueba en sentido de máquina y transversal.

**Tabla 34.**

*Evaluación de la resistencia al desgarre en la tela sin tinturar en sentido de máquina*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>Muestra: MLAB-222 Dirección de máquina</b>				
<b>N°.</b>	<b>Ancho probeta</b>	<b>Separación de mordazas</b>	<b>5 picos más altos</b>	<b>Pico único</b>
	(mm)	(mm)	(N)	(N)
1	75	100	13,54	13,85
2	75	100	11	11,18
3	75	100	12,01	12,11
4	75	100	13,13	13,35
<b>Media aritmética</b>			11,81	11,99
<b>Desviación estándar</b>			1,68	1,76
<b>Coefficiente de variación</b>			±2,09	±2,18

Fuente: (Cuascota, 2021)

**Tabla 35.**

*Evaluación de la resistencia al desgarre en la tela tinturada en sentido transversal*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>Muestra: MLAB-222 Dirección transversal</b>				
<b>N°.</b>	<b>Ancho probeta</b>	<b>Separación de mordazas</b>	<b>5 picos más altos</b>	<b>Pico único</b>
	(mm)	(mm)	(N)	(N)
1	75	100	14,84	15,09
2	75	100	12,74	12,94
3	75	100	15,20	15,45
4	75	100	14,85	15,21
<b>Media aritmética</b>			14,89	15,15
<b>Desviación estándar</b>			1,45	1,47
<b>Coefficiente de variación</b>			±1,80	±1,82

Fuente: (Cuascota, 2021)

## 4.2. Discusión de resultados

Los valores obtenidos en las pruebas de solidez fueron tabulados y analizados estadísticamente, es por esta razón que se presentan de manera general todos los resultados.

Empleando el programa estadístico PAST 4 se analiza la varianza y normalidad para obtener gráficos estadísticos, que al ser interpretados nos permitan asegurar la fiabilidad de los resultados. Además, se compara cada uno de los valores obtenidos de las pruebas de solidez a la lavado, sudor, a la luz, frote; también se analiza la resistencia al desgarre de tela.

### 4.2.1. Evaluación de solidez al lavado, al sudor, a la luz y al frote.

A continuación, se muestran de forma general los datos obtenidos en los ensayos realizados y sometidos al espectrofotómetro.

**Tabla 36.**

*Resumen general de las pruebas de solidez (cambio de color).*

%	P <sub>SLC</sub>	P <sub>SS-A</sub>	P <sub>SS-AC</sub>	P <sub>SL</sub>	P <sub>SF-S</sub>	P <sub>SF-H</sub>
5	4.5	5	4	3.5	4.5	3.5
10	3.5	4	3.5	3	4.5	2.5
15	4.5	3.5	3	3.5	4.5	3
20	3	4	3.5	2.5	4.5	2
25	4	4.5	4	3	3	1

Nota: Siglas propuestas de las pruebas realizadas: **P<sub>SLC</sub>**: Prueba de solidez al lavado, **P<sub>SS-A</sub>**: Prueba de solidez al sudor solución alcalina, **P<sub>SS-AC</sub>**: Prueba de solidez al sudor solución ácida, **P<sub>SL</sub>**: Prueba de solidez a la luz, **P<sub>SF-S</sub>**: Prueba de solidez al frote en seco **P<sub>SF-H</sub>**: Prueba de solidez al frote en húmedo.

Fuente: (Cuascota, 2021)

De acuerdo a los valores que se observan en la tabla, de las concentraciones 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de negro de humo y valores de pruebas de solidez al lavado, P<sub>SLC</sub>; sudor, P<sub>SS</sub>; a la luz, P<sub>SL</sub>; y frote, P<sub>SF</sub>; se determina lo siguiente:

En la prueba de solidez al lavado, los valores al 5% y 15% de concentración de negro de humo tienen resultados satisfactorios, con valores más altos; mientras que, los valores al 10% y 20% de concentración presentan variación de tonalidad.

Los valores de solidez al sudor en solución alcalina al 5% y 25% tienen resultados excelentes obteniendo los valores más altos, mientras que la prueba al 15% presenta variación de tonalidad; en la solución ácida los valores al 5% y 25% se obtienen los valores más altos, sin embargo, la prueba al 15% muestra un cambio de tonalidad.

En la prueba de solidez a la luz indica las muestras al 5% y 15% tienen resultados satisfactorios obteniendo los valores más altos, mientras que la prueba al 20% presentan variación de tonalidad. Además, se muestra que la prueba de solidez al frote en seco la muestra al 25% presenta variación de tonalidad a diferencia de las demás muestras; en húmedo la prueba al 5% obtiene el valor más alto, sin embargo, la prueba al 25% muestra un cambio de tonalidad exagerado.

De acuerdo a los resultados que se observan en la tabla anterior, se determina que la prueba de solidez al frote en seco en concentraciones del 5% al 20% da mejores resultados a diferencia de la prueba de solidez al frote en húmedo en concentraciones del 5% al 25%.

**Tabla 37.**

*Resumen general de pruebas al lavado y sudor (transferencia de color).*

%Fibra	PSL					PSS-A					PSS-AC				
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
<b>Acetato</b>	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5	5	5	4.5	4.5	5	5	4.5	5
<b>Algodón</b>	5	4.5	4.5	3.5	3.5	5	4.5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	5
<b>Nylon</b>	4	5	4.5	4	3.5	5	5	4.5	4.5	4.5	5	5	5	5	4.5
<b>Poliéster</b>	4	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	4	5	5	4.5	4.5	5	5	5	4.5
<b>Acrílico</b>	4.5	4	4.5	4.5	4	4.5	4.5	4.5	5	5	4	5	4.5	4.5	4.5
<b>Lana</b>	4	3	3.5	3	2	3	4	4.5	4	3.5	3	4	4	3.5	4.5

Nota: **PSLC:** Prueba de solidez al lavado, **PSS-A:** Prueba de solidez al sudor solución alcalina, **PSS-AC:** Prueba de solidez al sudor solución ácida.

Fuente: (Cuascota, 2021)

Se aprecia que en la prueba de solidez al lavado en la fibra de lana hay mayor cantidad de transferencia a comparación con las demás.

En la prueba de solidez al sudor en la solución alcalina en la fibra de lana hay mayor cantidad de transferencia a comparación con las demás. Además, en la solución ácida de igual manera la fibra con mayor transferencia de color es la lana.

#### 4.2.1.1. Análisis de la varianza

En el análisis realizado se aprecia cada uno de los valores obtenidos de las pruebas de solidez, en la **Figura 26** y **Figura 27** se dan a conocer algunos datos relevantes como la media de los valores de las muestras, el error estándar que se obtuvo un valor menor a 1 en cada ensayo realizado, la desviación estándar que obtuvo cada distribución muestral; que se llevaron a cabo en el programa **SOFTWARE ESTADÍSTICO PAST 4**.

Posteriormente, se puede observar en la **Figura 26** los coeficientes de variación que se obtiene un valor mayor en el ensayo de solidez al frote en húmedo de 40,07%, dando una dispersión de datos a diferencia del ensayo de solidez al sudor en solución ácida dando un valor menor de 11,62%.

#### Univariate statistics

	PSLC	PSS-A	PSS-AC	PSL	PSF-S	PSF-H
<b>N</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Min</b>	3	3,5	3	2,5	3	1
<b>Max</b>	4,5	5	4	3,5	4,5	3,5
<b>Sum</b>	19,5	21	18	15,5	21	12
<b>Mean</b>	3,9	4,2	3,6	3,1	4,2	2,4
<b>Std. error</b>	0,2915476	0,254951	0,1870829	0,1870829	0,3	0,4301163
<b>Variance</b>	0,425	0,325	0,175	0,175	0,45	0,925
<b>Stand. dev</b>	0,6519202	0,5700877	0,41833	0,41833	0,6708204	0,9617692
<b>Median</b>	4	4	3,5	3	4,5	2,5
<b>25 prcnil</b>	3,25	3,75	3,25	2,75	3,75	1,5
<b>75 prcnil</b>	4,5	4,75	4	3,5	4,5	3,25
<b>Skewness</b>	-0,5413871	0,404796	-0,5122408	-0,5122408	-2,236068	-0,5901287
<b>Kurtosis</b>	-1,487889	-0,1775148	-0,6122449	-0,6122449	5	-0,02191381
<b>Geom. mean</b>	3,854205	4,169405	3,579938	3,076548	4,149486	2,208167
<b>Coeff. var</b>	16,7159	13,57352	11,62028	13,49452	15,97191	40,07372

**Figura 26.** Análisis de varianza datos obtenidos prueba cambio de color **Tabla 36**

Fuente: (Cuascota, 2021)

Además, en la **Figura 27** los coeficientes de variación muestran un valor mayor en el ensayo de solidez al lavado de 25,38% dando una dispersión de datos, a comparación del ensayo de solidez al sudor en solución alcalina en la muestra al 15% y ácida en la muestra al 25% dando un valor menor de 5,53%.

Univariate statistics

	PSLC	PSLC	PSLC	PSLC	PSLC	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC
<b>N</b>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Min</b>	4	3	3,5	3	2	3	4	4,5	4	3,5	3	4	4	3,5	4,5
<b>Max</b>	5	5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Sum</b>	26,5	25,5	26	23	22	26,5	27	28	28,5	27	25,5	28,5	28	27	28
<b>Mean</b>	4,416667	4,25	4,333333	3,833333	3,666667	4,416667	4,5	4,666667	4,75	4,5	4,25	4,75	4,666667	4,5	4,666667
<b>Std. error</b>	0,2006932	0,2813657	0,1666667	0,2472066	0,3800585	0,3004626	0,1825742	0,1054093	0,1707825	0,2236068	0,2813657	0,1707825	0,1666667	0,2236068	0,1054093
<b>Variance</b>	0,2416667	0,475	0,1666667	0,3666667	0,8666667	0,5416667	0,2	0,06666667	0,175	0,3	0,475	0,175	0,1666667	0,3	0,06666667
<b>Stand. dev</b>	0,491596	0,6892024	0,4082483	0,6055301	0,9309493	0,7359801	0,4472136	0,2581989	0,41833	0,5477226	0,6892024	0,41833	0,4082483	0,5477226	0,2581989
<b>Median</b>	4,25	4,5	4,5	3,75	3,75	4,5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	5	4,75	4,5	4,5
<b>25 prcnil</b>	4	3,75	4,25	3,375	3,125	4,125	4	4,5	4,375	4,25	3,75	4,375	4,375	4,25	4,5
<b>75 prcnil</b>	5	4,625	4,5	4,5	4,5	5	5	5	5	5	4,625	5	5	5	5
<b>Skewness</b>	0,4559393	-1,374587	-2,44949	-0,07506571	-1,280744	-1,839515	0	0,9682458	-1,536722	-1,369306	-1,374587	-1,536722	-0,8573214	-1,369306	0,9682458
<b>Kurtosis</b>	-2,390012	2,354571	6	-1,549587	1,852811	3,912426	-1,875	-1,875	1,428571	2,5	2,354571	1,428571	-0,3	2,5	-1,875
<b>Geom. mean</b>	4,39429	4,19725	4,315407	3,792775	3,544937	4,356287	4,481405	4,660849	4,733606	4,469658	4,19725	4,733606	4,651209	4,469658	4,660849
<b>Coeff. var</b>	11,13048	16,21653	9,421114	15,79644	25,38953	16,6637	9,93808	5,532833	8,806948	12,17161	16,21653	8,806948	8,748178	12,17161	5,532833

**Figura 27.** Análisis de varianza datos obtenidos prueba transferencia de color **Tabla 37.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### 4.2.1.2. Análisis de normalidad

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



A continuación, en la **Figura 28** y **Figura 29** muestran el test realizado para conocer la normalidad y la confiabilidad de los datos acerca de las pruebas de solidez, considerando que la mayoría de los valores son mayores a 0,05 dando una confiabilidad del 95%.

Tests for normal distribution

	PSLC	PSS-A	PSS-AC	PSL	PSF-S	PSF-H
<b>N</b>	5	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,902	0,9609	0,881	0,881	0,5522	0,9787
<b>p(normal)</b>	0,4211	0,814	0,314	0,314	0,000131	0,9276
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2886	0,2318	0,3644	0,3644	1,205	0,1661
<b>p(normal)</b>	0,4537	0,6205	0,2732	0,2732	0,0007517	0,8708
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5188	0,7306	0,3091	0,3021	0,0001	0,9454
<b>Lilliefors L</b>	0,2213	0,2371	0,2305	0,2305	0,4726	0,1414
<b>p(normal)</b>	0,585	0,4731	0,5192	0,5192	0,0001	12,95
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5964	0,4771	0,5266	0,5184	0,0001	0,9833
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5021	0,2887	0,3754	0,3754	1,888	0,3412
<b>p(normal)</b>	0,778	0,8656	0,8289	0,8289	0,3891	0,8432
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5353	0,8691	0,7632	0,7608	0,0001	0,8041

**Figura 28.** Normalidad de datos prueba cambio de color **Tabla 36.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

Tests for normal distribution

	PSL	PSL	PSL	PSL	PSL	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-A	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC	PSS-AC
<b>N</b>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,7752	0,8566	0,4961	0,9067	0,8616	0,7511	0,8532	0,6399	0,7013	0,8137	0,8566	0,7013	0,8216	0,8137	0,6399
<b>p(normal)</b>	0,03473	0,1777	2,073E-05	0,415	0,1948	0,02044	0,167	0,001351	0,006373	0,07784	0,1777	0,006373	0,09114	0,07784	0,001351
<b>Anderson-Darling A</b>	0,6248	0,5243	1,599	0,3156	0,421	0,7559	0,4168	1,091	0,9054	0,591	0,5243	0,9054	0,5444	0,591	1,091
<b>p(normal)</b>	0,05331	0,105	7,649E-05	0,4149	0,2088	0,02201	0,2147	0,002301	0,008043	0,06696	0,105	0,008043	0,09171	0,06696	0,002301
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0524	0,113	0,0001	0,4576	0,2358	0,0188	0,2418	0,0019	0,0077	0,0716	0,1084	0,0059	0,0965	0,0692	0,0018
<b>Lilliefors L</b>	0,3017	0,3083	0,4918	0,209	0,2623	0,3784	0,2016	0,4074	0,3916	0,3333	0,3083	0,3916	0,2929	0,3333	0,4074
<b>p(normal)</b>	0,08642	0,07257	0,0001	0,5651	0,2209	0,008613	0,623	0,001407	0,00492	0,036	0,07257	0,00492	0,1082	0,036	0,001407
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,086	0,0767	0,0001	0,5691	0,232	0,0073	0,6279	0,0029	0,0045	0,0352	0,0727	0,0047	0,1094	0,0358	0,0018
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,8136	1,008	3,56	0,4849	0,8871	1,863	0,5625	1,062	1,293	1	1,008	1,293	0,6224	1	1,062
<b>p(normal)</b>	0,6658	0,604	0,1686	0,7847	0,6417	0,3939	0,7548	0,5879	0,5238	0,6065	0,604	0,5238	0,7326	0,6065	0,5879
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2114	0,1106	0,0001	0,6312	0,1606	0,0298	0,5138	0,107	0,074	0,1214	0,1143	0,071	0,4279	0,1159	0,1013

**Figura 29.** Normalidad de datos prueba transferencia de color **Tabla 37.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

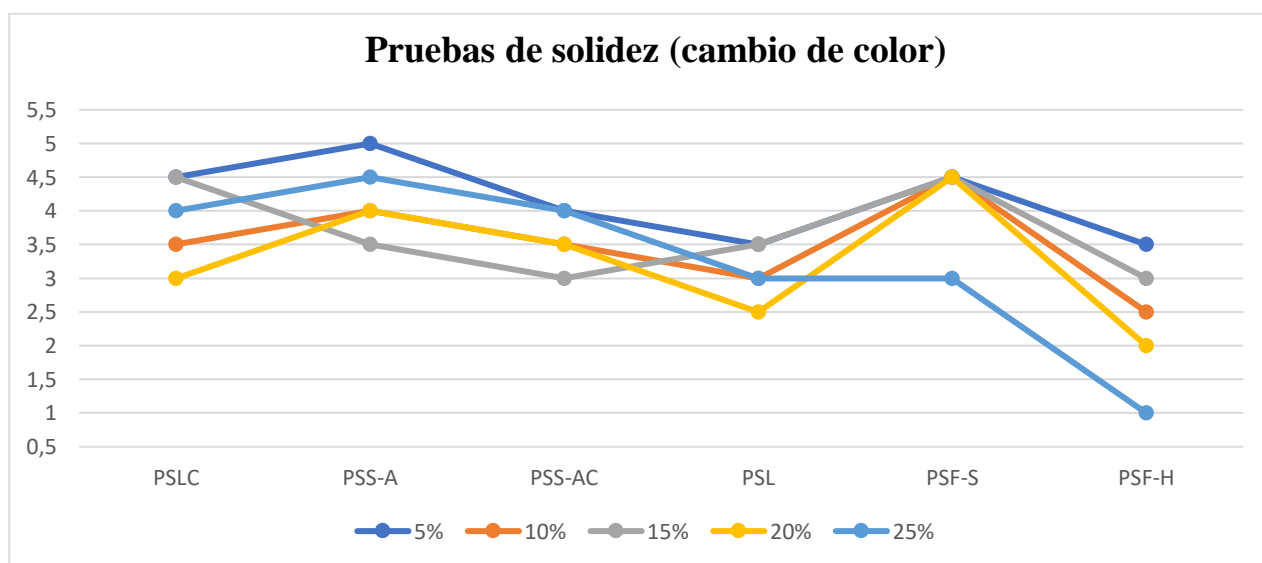
#### 4.2.1.3. Formas de representación estadística

Mediante gráficas estadísticas (Gráfico de líneas y Matrix plot) se muestran las pruebas de laboratorio realizadas para analizar e interpretar de una mejor manera.

Gráfico de líneas y Matrix plot

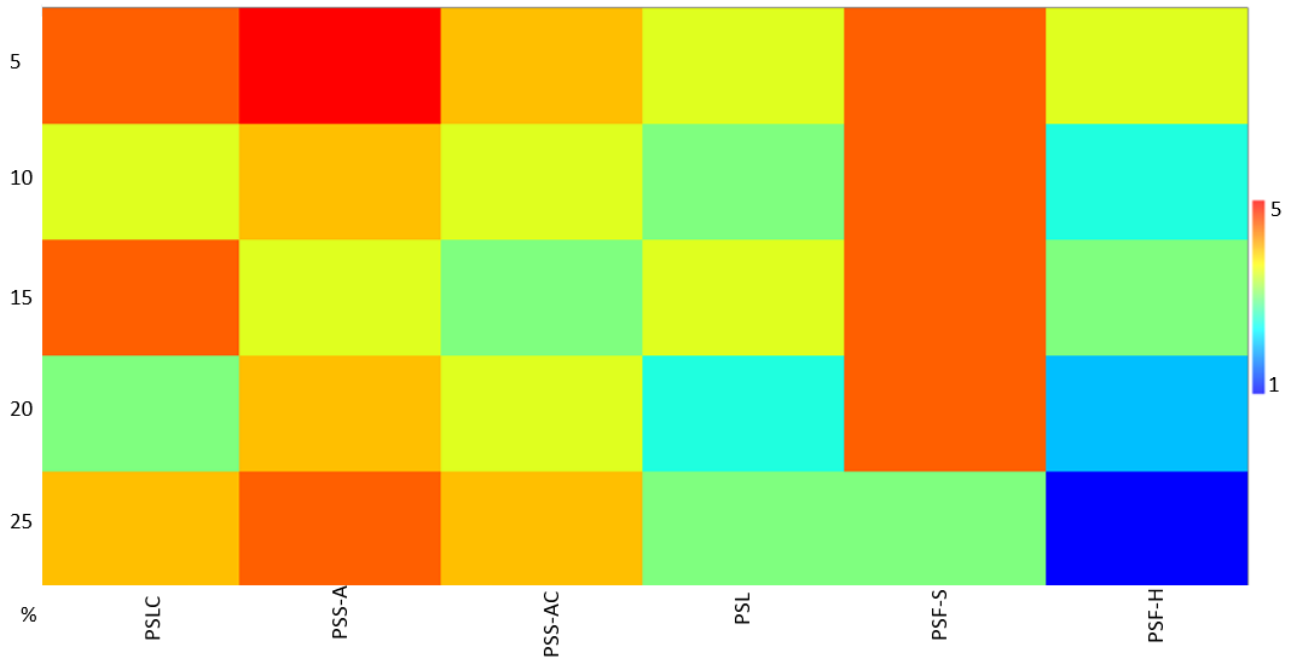
A continuación, la **Figura 30** muestra los datos representados en el gráfico de líneas. Se presentan valores laterales del 1 al 5 representando el rango de la escala de grises; el 5 indica ausencia de cambio de color y 1 indica un cambio de color severo. La **Figura 31** muestra los datos representados según Matrix plot en donde el rojo indica ausencia de cambio de color y el color azul indica de cambio de tonalidad severa.

Se aprecia que no existe mayor variación de cambio de color en las pruebas de solidez al frote en seco dando un valor de 4.5, teniendo buena resistencia a este ensayo. Sin embargo, hay una variación de cambio de color en la prueba en húmedo teniendo valores de 3, 2 y 1 en concentraciones de negro de humo al 15%, 20% y 25% respectivamente; dando como resultado una mala solidez en ese ensayo. Además, las pruebas de solidez a la luz y solidez al sudor en solución ácida presentan variación de tonalidad.



**Figura 30.** Gráfico de líneas prueba cambio de color **Tabla 36.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

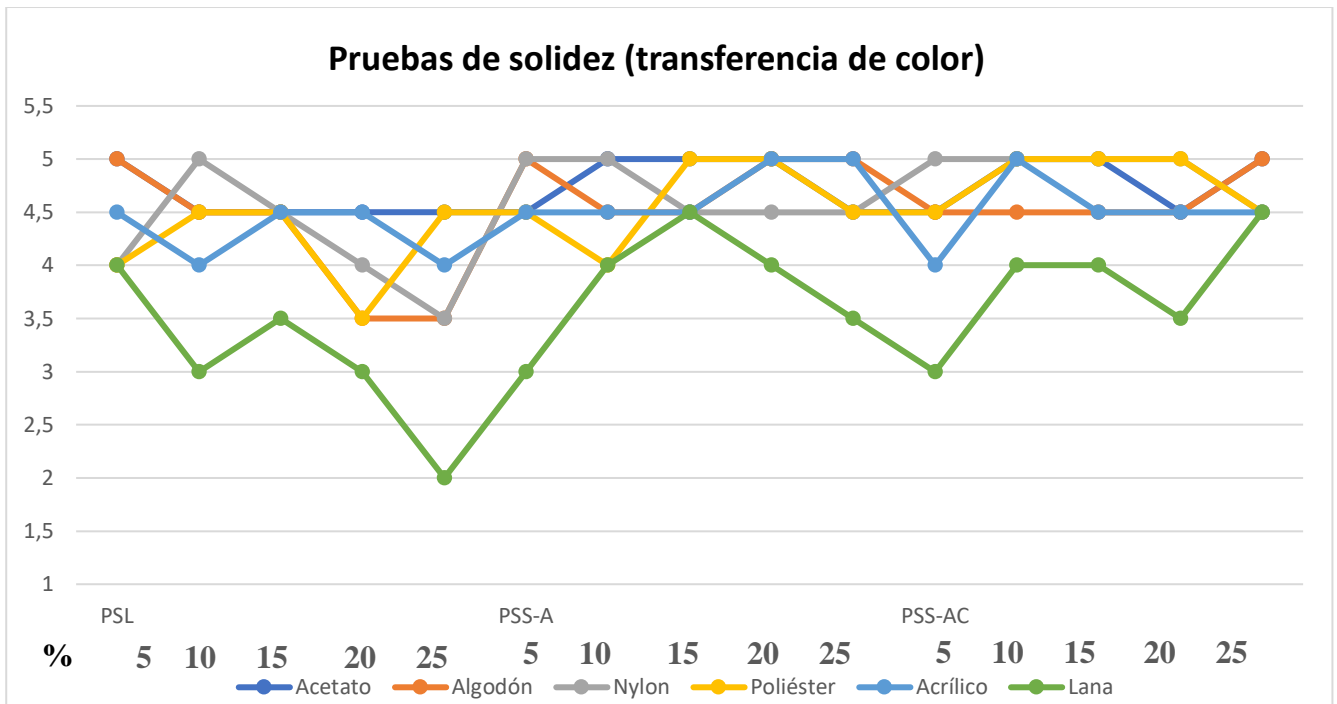


**Figura 31.** Gráfico Matrix plot prueba cambio de color **Tabla 36.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

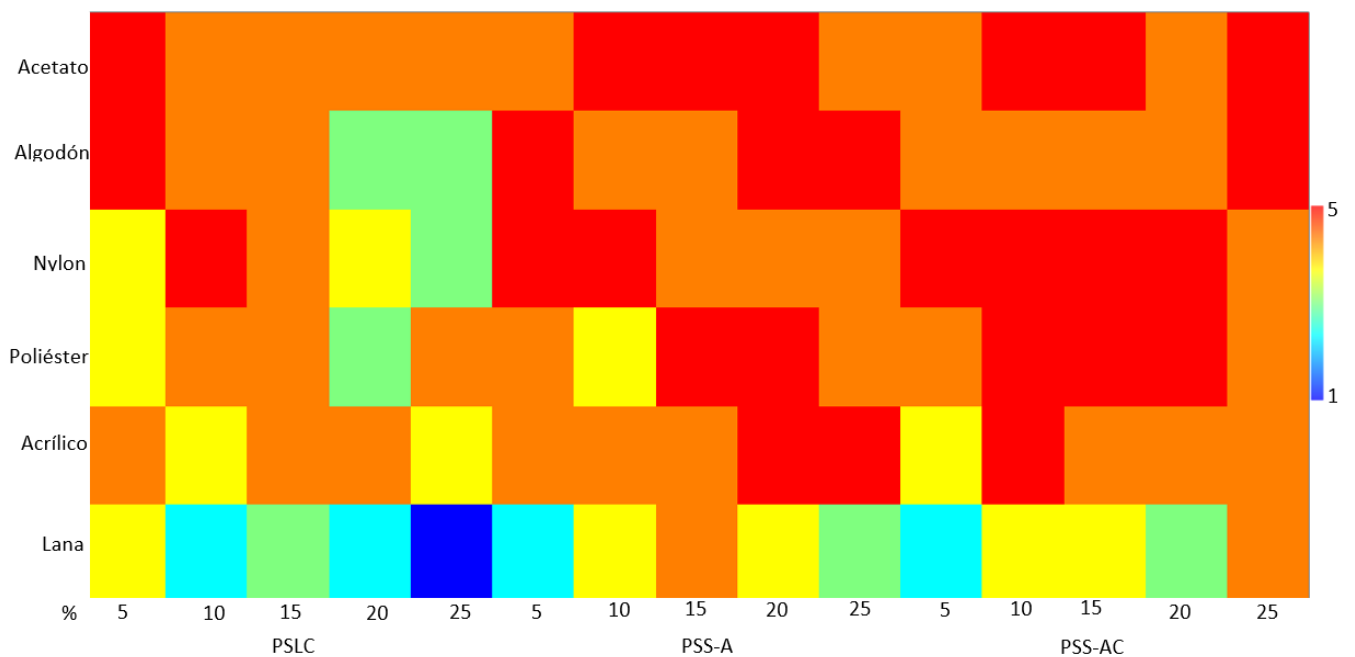
Posterior a ello, la **Figura 32** indica los datos representados en el gráfico de líneas. Se presentan valores laterales del 1 al 5 representando el rango de escala de grises; el 5 indica ausencia de transferencia de color y 1 muestra transferencia de color severo. La **Figura 33** enseña los datos representados según Matrix plot en donde el rojo indica ausencia de transferencia de color y el color azul muestra la transferencia de color severa.

De todas las fibras la que mayor transferencia de color presenta es la lana y por el contrario los mejores resultados se obtienen en la fibra de acetato.



**Figura 32.** Gráfico de líneas prueba transferencia de color **Tabla 37.**

Fuente: (Cuascota, 2021)



**Figura 33.** Gráfico Matrix plot prueba transferencia de color **Tabla 37.**

Fuente: (Cuascota, 2021)

#### 4.2.2. Evaluación de resistencia al desgarro de telas investigadas

Se evalúa continuación los valores de la media aritmética obtenidos de resistencia al desgarro de las muestras de tela sin tintura y con tintura. En la siguiente tabla se presenta los valores a evaluarse:

**Tabla 38.**

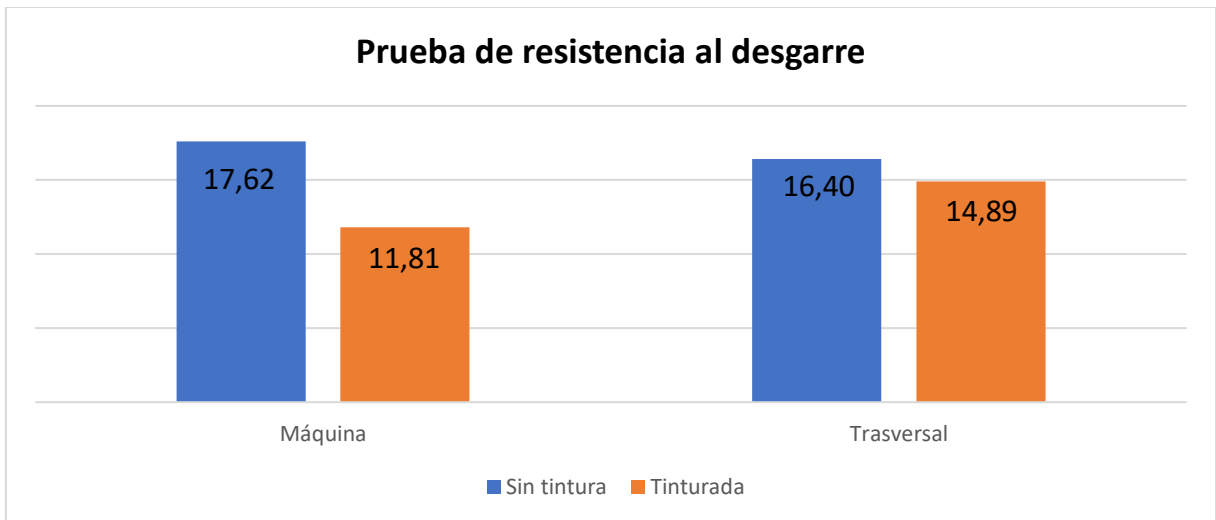
*Resumen general de las pruebas de resistencia al desgarro*

<b>Sentido de tela/ Proceso</b>	<b>Máquina</b>	<b>Trasversal</b>
	<b>Media- Resistencia al desgarre</b>	
<b>Sin tintura</b>	17,62	16,40
<b>Tinturada</b>	11,81	14,89

Fuente: (Cuascota, 2021)

Los valores de la tabla anterior indican que las muestras de tela sin tintura, en sentido de la tela en máquina (sentido de las mallas), versus la tela con tintura afectó drásticamente la resistencia al desgarre de la tela, a diferencia del sentido transversal.

En la figura que se presenta a continuación, se grafica la resistencia al desgarre con la tela sin tintura versus la tela tinturada, en donde indica el sentido de las muestras.



**Figura 34.** Análisis de los resultados de la prueba de resistencia al desgarre.

Fuente: (Cuascota, 2021)

Como se observa los valores en la barra de color azul un 17,62% N es más resistente al desgarre al relación al valor de la barra de color naranja con 11,82% N. De acuerdo a la diferencia de valores de resistencia se establece que el tejido tinturado con el negro de humo ha perdido el 30% de resistencia, lo que con lleva a establecer como conclusión es que a pesar de haber podido, la tela de algodón, ser tinturada; no conviene utilizarse el negro de humo como colorante porque pierde su resistencia 30%, es decir la fibra de algodón se destruye.

## CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación, de acuerdo a las condiciones en las cuales se realizó, se obtuvo las siguientes conclusiones:

Con respecto a la tintura con el negro de humo, se realizó pruebas con los mordientes: vinagre, cloruro de sodio, alumbre y ácido cítrico, consiguiendo una tintura óptima de manera especial en la muestra donde se utilizó ácido cítrico como mordiente a un pH 5.

Mediante el Pantone LLC (2016) se ha clasificado las muestras en diferentes tonalidades con las concentraciones de negro de humo al (5%, 10%, 15%, 20% y 25%), indicando que hay una diferencia de tono, la variación del color es directamente proporcional, en la intensidad de color, a la cantidad de negro de humo aplicado al tejido mediante el método de agotamiento.

En el ensayo de solidez al lavado utilizando el estándar AATCC 61-2013 3A se evaluó el cambio de color mediante la escala de grises, dando como resultado que las muestras tinturadas utilizando el ácido cítrico como mordiente, presenta un mejor desempeño tintóreo, dando los mejores resultados en un rango según la escala de grises de 4.5, en las muestras al 5% y 15% de concentración de negro de humo.

En la prueba de solidez al sudor mediante el método ISO 105 E04 se valoró el cambio de color donde se determinó la variación de tonalidad en un medio ácido y alcalino, dando como resultado un 4.5 y 5 de solidez respectivamente al 5% y 20% de negro de humo, demostrando que este material tintóreo es resistente a la degradación al entrar en contacto con el sudor.

Según normativa ISO 105-B02 prueba de solidez a la luz evaluó el cambio de color mediante la escala de grises; en donde se estableció que el negro de humo a pesar de ser un producto empleado para resistir los efectos del sol en ciertos artículos, se obtuvo una baja solidez a la luz, dando valores de 2.5 al 5% y 3.5 al 20%.

Dentro de la prueba de solidez al frote empleando la norma AATCC 08-2013 en la evaluación del cambio de color, en rangos de la escala de grises, en los ensayos en seco se presentó buenos resultados con valor de 4.5 en las concentraciones del 5% al 20%; a diferencia en húmedo al 5% representando una mala solidez en este ensayo, siendo la prueba que menor estabilidad de color tiene después de una fricción superficial con un valor de 1.

Al hacer una evaluación comparativa de la degradación de la tela sin tinturar y la tela tinturada, con un proceso de mordentado previo con ácido cítrico a un pH igual a 5; se logró determinar que, tinturar con el negro de humo afectó la resistencia de la tela jersey 100% algodón, perdiendo su resistencia en un 30% en relación a la tela sin tinturar; por lo que se establece que con el negro de humo no se debe tinturar los géneros textiles de algodón.



## RECOMENDACIONES

Para profundizar la indagación, se recomienda comparar si el análisis de afinidad tintórea tiene el mismo resultado utilizando nuevos auxiliares y otra estructura de tejido, de esta manera se pueda analizar de mejor manera la utilidad del negro de humo variando los diferentes parámetros y condiciones empleadas en esta investigación.

Los equipos de laboratorio son estandarizados y generan análisis de sustratos textiles, sin embargo, se recomienda realizar la calibración de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante para de esta manera asegurar que los resultados que arrojan dichos ensayos son certeros.

En el desarrollo de esta investigación se utilizó el método de tinción por agotamiento y como una forma de ampliar las propiedades tintóreas del negro de humo, se recomienda realizar una investigación complementaria en donde se utilice el método de tinción por impregnación y de esta manera realizar la comparativa respectiva.

Las propiedades del negro de humo como componente tintóreo aplicado en fibras celulósicas de momento no han sido muy explotadas, la búsqueda de documentos científicos al respecto han sido muy limitadas y por consiguiente los beneficios de este producto aún no han sido explotados dentro de la industria textil, tomando como ejemplo la capacidad que tiene el carbón de absorber rayos ultravioleta y que podrían aportar de buena manera a la salud de las personas, se recomienda por lo tanto ahondar más sobre estos temas.

Se recomienda realizar una investigación para determinar la cantidad de sólidos suspendidos en las aguas residuales tras el proceso de tinción con el negro de humo, evaluando la contaminación a comparación de los colorantes sintéticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of Textile Chemmists and Colorists. (1969). *Normas, American Association of Textile Chemmists and Colorists. Normas de solidez del color al lavado.*
- Asociación Internacional de Negro de Carbón. (2016). *Guía del usuario de Negro de Carbón. Guía del usuario de Negro de Carbón.* Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de International-Carbon-Black-Association-ICBA-User-Guide-Spanish.pdf
- Camacho Becerra, F. A., & Solano Urban, H. A. (3 de Marzo de 2016). *tesis.ipn.mx: Estudio del proceso de obtención de negro de humo en México.* Recuperado el 2020 de Agosto de 2020, de tesis.ipn.mx: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/16432>
- Cano Morales, T. M. (Noviembre de 2008). *digi.usac.edu.g.* Obtenido de digi.usac.edu.g: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2008-081.pdf>
- Cientisol. (2017). *www.cientisol.com: Cientisol.* Recuperado el 17 de Octubre de 2020, de [www.cientisol.com](http://www.cientisol.com): <http://www.cientisol.com/blog/106-carbon-black-negro-de-humo-presente-en-muchos-objetos-cotidianos>
- Cuascota, K. (2020).
- Cumba Cuestas, M. K. (9 de Febrero de 2018). *Obtención de un tinte natural a partir de la liana bauhinia macrostachya (escalera de mono) y aplicación en la fibra de la palma astrocaryum chambira burret (chambira) en la Provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana, Comunidad Miwaguno.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7948/1/04%20IT%20185%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Datacolor. (15 de Diciembre de 2017). *knowledgebase.datacolor.com: Gray Scale for Color Change and Gray Scale for staining.* Recuperado el 15 de Febrero de 2021, de [knowledgebase.datacolor.com](https://knowledgebase.datacolor.com): [https://knowledgebase.datacolor.com/admin/attachments/the\\_gray\\_scale\\_for\\_color\\_change\\_and\\_gray\\_scales\\_for\\_staining\\_.pdf](https://knowledgebase.datacolor.com/admin/attachments/the_gray_scale_for_color_change_and_gray_scales_for_staining_.pdf)

Dochia, M., & Roskwitalski, Z. (2012). *www.sciencedirect.com: Fibra de algodón*. Obtenido de [www.sciencedirect.com: https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cotton-fiber](https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cotton-fiber)

Egas Rueda, Á. C. (Noviembre de 2012). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD E IMPERFECCIONES CON LAS ESTADÍSTICAS USTER 2001, EN HILOS 20 TEX URDIDO Y 23.5 TEX TRAMA EN UNA MEZCLA 65/35 PES/CO PEINADO DEL POLIÉSTER DUPONT (U.S.A), CON RESPECTO A LOS POLIÉSTER RELIANCE (INDIA), SAMSUNG CHINA. Ibarra. Recuperado el 21 de Diciembre de 2018, de [file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/TESIS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/TESIS%20(1).pdf)

Esparza Encalada, D. J. (3 de Agosto de 2016). *repositorio.uisek.edu.ec: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LOS PROCESOS TEXTILES DE TINTURA DE LANA, UTILIZANDO COLORANTES NATURALES Y SINTÉTICOS"*. Obtenido de [repositorio.uisek.edu.ec: https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2441/3/TESIS%20%20D.%20E.%20.pdf](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2441/3/TESIS%20%20D.%20E.%20.pdf)

Esparza Encalada, W. R. (Enero de 2020). *Elaboración de un acabado con negro de humo (Materia de Optativa III)*. Recuperado el 28 de Enero de 2021

Estacio Chulde, A. Y. (2020). *repositorio.utn.edu.ec: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE AFINIDAD TINTÓREA DE COLORANTES DIRECTOS AMARILLO, AZUL Y ROJO EN FIBRAS DE ALGODÓN, BAMBÚ Y ACETATO DE CELULOSA"*. Recuperado el 22 de Febrero de 2021, de [repositorio.utn.edu.ec: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10682/2/04%20IT%20278%20TRABAJO%20GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10682/2/04%20IT%20278%20TRABAJO%20GRADO.pdf)

Farinango Tuquerres, W. G. (28 de Junio de 2019). TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL. *"EL BARRO COMO*

*COMPONENTE DE TINTURA EN UNA PRENDA 100 % ALGODÓN*. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Recuperado el Julio de 2020, de repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9359/2/04%20IT%20245%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Gúzman Romo, X. E. (10 de Julio de 2013). Determinación de tricomías estándar con colorantes de alta reactividad (NOVACRON) sobre jersey Co.100% aplicadas con el sistema de coloración Pantone TC y valoradas por espectrofometría. Recuperado el 25 de Octubre de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1937>

Haro Vaca, H. P. (27 de Julio de 2011). Normalización de parámetros en las variables que inciden en la calidad de la tela jersey, mezcla algodón 30/1 /elastano 40denier, colores oscuros, en el proceso de prefijado y termofijado, en la empresa Asotextil. Recuperado el 25 de Octubre de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/736/1/04%20IT%20095%20TESIS.pdf>

Herrera Villarreal , W. A. (2011). IMPLEMENTACION DE UN LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACION DEL TEJIDO PLANO EN LA EMPRESA PINTEX S.A. Ibarra. Recuperado el 2018 de 12 de 21, de <file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/04%20IT%20097%20TESIS.pdf>

ISO. (Mayo de 2013). *www.iso.org: ISO 105-B02: 2013 Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte B02: Solidez del color a la luz artificial: Ensayo de lámpara de desvanecimiento por arco de xenón*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de [www.iso.org: https://www.iso.org/standard/41372.html](https://www.iso.org/standard/41372.html)

Juma Pambaquishpe, M. V. (19 de Marzo de 2014). Aplicación de la enzima pectato liasa en el proceso de descruce en tejidos de punto de algodón 100% y su influencia en las propiedades de los géneros tinturados con colorantes reactivos. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2657>

- Lockuán Lavado , F. E. (2012). *Industria Textil y su control de calidad HILANDERÍA*. Recuperado el 14 de Enero de 2019, de file:///D:/respaldos2018%20toshiba/user/Documents/Universidad%20UTN/LIBROS/II.%20La%20industria%20textil%20y%20su%20control%20de%20calidad.pdf
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad: Tintorería* (Vol. V).
- Lockuán Lavado, F. E. (2013). *La Industria Textil y su Control de Calidad: Fibras textiles* (Vol. II). Recuperado el 24 de Octubre de 2020
- Lopez, J. (2 de Noviembre de 2015). *www.tapiceriacarrasco.com: Carrasco*. Recuperado el 16 de Febrero de 2021, de [www.tapiceriacarrasco.com](http://www.tapiceriacarrasco.com): <http://www.tapiceriacarrasco.com/2015/10/pruebas-de-calidad-de-los-tejidos-iii.html>
- Macias, E. (20 de Enero de 2015). *https://hdpemacias.wordpress.com: QUE ES EL NEGRO DE HUMO?* Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de <https://hdpemacias.wordpress.com>: <https://hdpemacias.wordpress.com/2015/01/20/que-es-el-negro-de-humo/>
- Mejia, F. (Febrero de 2015). *programadetextilizacion.blogspot.com: Capítulo 10 - La maquinaria de tintorería (teñido)*. Obtenido de [programadetextilizacion.blogspot.com](https://programadetextilizacion.blogspot.com): <https://programadetextilizacion.blogspot.com/2015/02/capitulo-10-la-maquinaria-de-tintoreria.html>
- Mex Polímeros. (2005). *www.mexpolimeros.com: Negro de humo - Carbon black*. Obtenido de [www.mexpolimeros.com](http://www.mexpolimeros.com): <https://www.mexpolimeros.com/negro%20de%20humo.html>
- Moldovan, S. (Septiembre de 2016). *https://riunet.upv.es: MOLDOVAN - COLORANTES NATURALES PARA FIBRAS TEXTILES A PARTIR DE ALGAS*. Recuperado el 24 de Agosto de 2020, de <https://riunet.upv.es>: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20->

%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1

Molina, F. (1 de Agosto de 2015). *es.slideshare.net: Fibras Textiles e Hilatura*. Obtenido de es.slideshare.net: <https://es.slideshare.net/Nicolas1964/fibras-textiles-e-hilatura>

Murillo, J. (2019). *postgradoune.edu.pe: Métodos de investigación en educación especial*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2020, de postgradoune.edu.pe: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

Núñez, J. (9 de Junio de 2011). Estandarización de los procesos previos a la tintura de algodón 100% con colorantes reactivos. Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/637>

Obando Portillo, E. R. (12 de Julio de 2013). Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales. Recuperado el 25 de Octubre de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>

Pantone LLC. (17 de Febrero de 2016). *www.pantone.com: Pantone FHI Cotton TCX*. Obtenido de www.pantone.com: <https://www.pantone.com/color-finder>

Pellón, I., García, L. Á., & Basterretxe, A. (2004). *Dialnet*. Recuperado el 24 de Agosto de 2020, de Dialnet: <file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Dialnet-DeLaTintaChinaAlTonerEvolucionDeUnaTecnicaAncestra-1051081.pdf>

Pérez Porto, J., & Merino, M. (2015). *Definición de algodón: Algodón*. Obtenido de Definición de algodón: <https://definicion.de/algodon/>

Pigments through the ages. (18 de Abril de 2012). *webexhibits.org: Negro carbón*. Recuperado el 16 de Agosto de 2020, de webexhibits.org: <http://www.webexhibits.org/pigments/indiv/overview/carbonblack.html>

Quimicolours. (2020). *www.quimicolours.com.ec: Nuestros Servicios*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2020, de [www.quimicolours.com.ec](http://www.quimicolours.com.ec): [http://www.quimicolours.com.ec/nuestros\\_servicios.htm](http://www.quimicolours.com.ec/nuestros_servicios.htm)

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *www.normalizacion.gob.ec: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 105-A03*. Recuperado el 17 de Febrero de 2021, de [www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec): <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/105-A03-ISO.pdf>

Seyquin CIA LTDA. (9 de Junio de 2014). *seyquiin: Productos*. Recuperado el 22 de Febrero de 2021, de [seyquiin](http://seyquiin.com/): <http://seyquiin.com/>

Suárez Araujo, C. A. (2017). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE PRODUCTOS AUXILIARES QUE INTERVIENEN EN LA REPRODUCIBILIDAD DEL COLOR EN FIBRAS DE POLI ALGODÓN*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13591/1/T-UCE-0017-0079-2017.pdf>

Tecnología Textil. (Abril de 2016). *asolengin.files.wordpress.com*:. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de [asolengin.files.wordpress.com](http://asolengin.files.wordpress.com): <https://asolengin.files.wordpress.com/2016/04/procesos-de-tintura-por-agotamiento-e-impregnacion.pdf>

Terán Terán, J. R. (30 de Enero de 2018). <http://repositorio.utn.edu.ec>: *Tintura de algodón con colorante vegetal del fruto del nogal (Juglans Neotrópica) de forma artesanal*. Recuperado el 24 de Agosto de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec>: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7884/1/04%20IT%20170%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>

Tienda de estándares IHS Markit. (2013). *global.ihs.com: Método de prueba para la solidez del color al lavado*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de [global.ihs.com](http://global.ihs.com): [https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=AATCC%2061&item\\_s\\_key=00255811#abstract-section](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=AATCC%2061&item_s_key=00255811#abstract-section)

- Tingting, M., Yaxing, C., & Hongling, C. (6 de Abril de 2018). Synthesis and characterization of cationic carbon black pigment with quaternary ammonium groups and its dyeing properties for wool fabrics. *Science Direct*, 549. Recuperado el 23 de Agosto de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775718302759>
- Tingting, M., Yaxing, C., & Hongling, C. (20 de Julio de 2018). <https://www.sciencedirect.com>: *Síntesis y caracterización del pigmento catiónico de negro de humo con grupos de amonio cuaternario y sus propiedades tintóreas para tejidos de lana*. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de <https://www.sciencedirect.com>:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775718302759>
- Torres Mayanquer, K. G. (2011). LA ADICION DE DESPERDICIO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL HILO PEINADO. Recuperado el 24 de Octubre de 2020, de [repositorio.utn.edu.ec](http://repositorio.utn.edu.ec):  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1051/1/04%20IT%20101%20tesis%204.pdf>
- Vásquez Núñez. (11 de Agosto de 2016). [leovanu.blogspot.com](http://leovanu.blogspot.com): *EL ALGODÓN NATIVO PERUANO*. Obtenido de [leovanu.blogspot.com](http://leovanu.blogspot.com):  
<http://leovanu.blogspot.com/2016/08/el-algodon-nativo-peruano.html>
- Vela Peón, F. (2019). [mregresion.files.wordpress.com](http://mregresion.files.wordpress.com): *Normalidad de los errores*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de [mregresion.files.wordpress.com](http://mregresion.files.wordpress.com):  
<https://mregresion.files.wordpress.com/2011/10/normalidad.pdf>
- Xicota, E. (6 de Diciembre de 2015). [www.esterxicota.com](http://www.esterxicota.com): *Tintes naturales vs Tintes sintéticos. ¿Qué es más sostenible?* Obtenido de [www.esterxicota.com](http://www.esterxicota.com):  
<https://www.esterxicota.com/tintes-naturales-vs-tintes-sinteticos/#:~:text=2.-,Los%20tintes%20sint%C3%A9ticos,las%20telas%2C%20procesos%20y%20usos.>



## ANEXOS



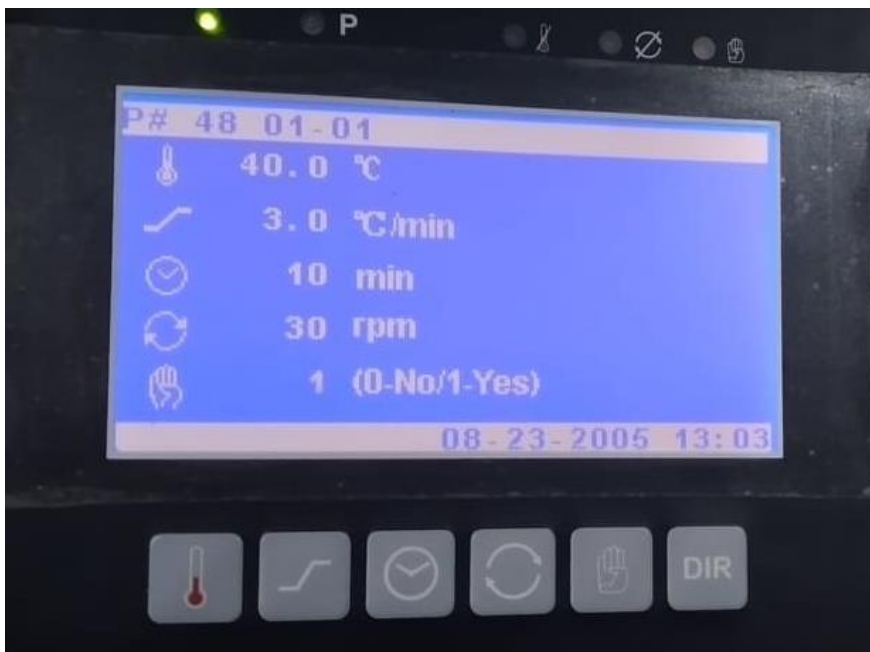
**Anexo 1.** Sustrato textil utilizado para el proceso de tintura.



**Anexo 2.** Pesaje del negro de humo.



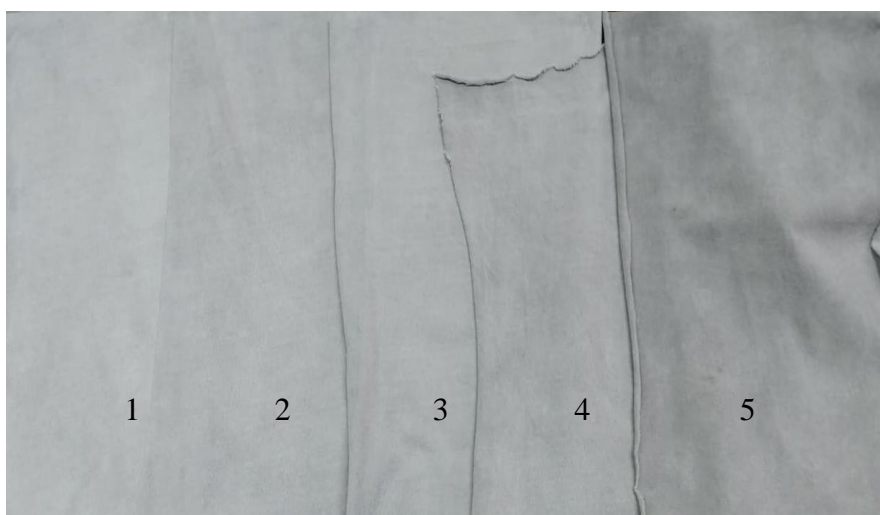
Anexo 3. Preparación de los vasos para ingresar a la máquina Autoclave.



Anexo 4. Programa de tintura 1.



**Anexo 5.** Programa de tintura 2.



**Anexo 6.** Muestras tinturadas.



**Prueba de solidez al lavado**



**Prueba de solidez al sudor**



**Prueba de solidez a la luz**



**Prueba de solidez al frote**

**Anexo 7. Pruebas de solidez del color.**

## ACIDO CITRICO MONOHIDRATADO

### FICHA TECNICA

Cristales o polvo translúcidos, incoloros, inodoro, fuerte sabor ácido Muy soluble en alcohol y agua, soluble en éter, no tóxico.

### PROPIEDADES

<b>Composición:</b>	Acido alfa hidróxido
<b>Carácter:</b>	-----
<b>Apariencia:</b>	Cristales
<b>pH:</b>	En solución al 1% 1.5 +/-0.5
<b>Solubilidad:</b>	Diluidle en agua temperada.
<b>Almacenamiento:</b>	Mantener los envases bien cerrados.

### APLICACIONES

Acidulante, saborizante, regulador de pH en las industrias alimenticias y farmacéuticas

### PRECAUCIONES

El Ácido Cítrico no representa peligro para la salud, siempre y cuando se observen buenas prácticas de manufactura; sin embargo para su manejo en plantas industriales, se recomienda el uso de mascarilla para la nariz y gafas protectoras para cubrir los ojos, para evitar el contacto con producto Extrafino que se pueda generar durante el transporte y manejo.



## SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO TIPO A

Producto obtenido generalmente por la reacción entre el ácido sulfúrico y una fuente rica en aluminio.

**FORMULA:**  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 - 18 \text{H}_2\text{O}$ .

### ESPECIFICACIONES:

$\text{Al}_2\text{O}_3$ mínimo	17.0%
Hierro como $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , máx.	0.75%
Materia insoluble, máx.	0.50%
Basicidad mínimo	0.05%

**GRANULOMETRIA:** Pasa 100% malla 4, Máximo 10 % retiene malla 10, Máximo 10 % pasa malla 100.

**PRESENTACIÓN:** Granulado, en bultos de 25 Kg. y 50 Kg.

**USOS DEL PRODUCTO:** Este producto es utilizado para el tratamiento de aguas potables, piscinas, en la fabricación de detergentes, en la industria petrolera y tratamiento de aguas residuales industriales.

**ALMACENAMIENTO:** Por ser un producto higroscópico es empacado en sacos de polipropileno con laminado interno. Debe ser almacenado en bodegas cerradas sobre estibas plásticas o de madera.

**PRECAUCIONES PARA EL USO Y SEGURIDAD:** Para su manipulación se requiere de equipo de protección: Máscaras para polvos, gafas protectoras y buena ventilación. No es un producto tóxico, pero puede producir leve irritación nasal, por tratarse de una sal ácida.

Anexo 9. Ficha técnica del alumbre.

SYQ 0021

## FORMAFIX L3-SYQ

### INFORMACION TECNICA

Fijador para el post tratamiento catiónico para mejorar la solidez al lavado de los colorantes directos y reactivos sobre la fibra celulósicas.

### PROPIEDADES

<b>Composición:</b>	Polimero Policondensato con nitrógeno
<b>Carácter:</b>	Catión activo
<b>Apariencia:</b>	Líquido amarillento con notable viscosidad.
<b>pH:</b>	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
<b>Solubilidad:</b>	Dilúible en agua fría en cualquier proporción.
<b>Almacenamiento:</b>	Mantener los envases bien cerrados.

### CARACTERISTICAS

- Evita la baja solidez al lavado en el caso de colorantes reactivos, si hay hidrólisis de este colorante.
- Como todos los postratamientos catiónicos tiene una influencia insignificante en el tono del color y en la solidez a la luz.
- Es usado con colorantes que necesitan un postratamiento con sales de cobre el, se puede usar con éxito combinado con sulfato de cobre y ácido acético en el mismo baño.
- Es compatible con productos no-iónicos y catiónicos. Con productos aniónicos hay precipitación.

SYQ 0030

## DISPERSOL-SYQ

### INFORMACION TECNICA

Igualante y dispersante universal para colorantes directos y reactivos, con un buen poder de detergente para la tintura de colorantes iónicos.

### PROPIEDADES

<b>Composición:</b>	Poliglicoléter de alcohol graso.
<b>Carácter:</b>	No iónico
<b>Apariencia:</b>	Líquido amarillento, transparente, de baja viscosidad.
<b>pH:</b>	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
<b>Solubilidad:</b>	Dilúidlo en agua fría en cualquier proporción.
<b>Almacenamiento:</b>	Mantener los envases bien cerrados.

### CARACTERISTICAS

- Este producto forma poca espuma, la cual disminuye en baño hirviendo.
- Igualante y penetrante para la tintura de fibras celulósicas con colorantes sustantivos.
- Igualante retardante para la tintura de algodón con colorantes a la tina.
- Dispersante en los baños de desarrollo de los naftoles.
- Producto para empastar y disolver bases sólidas y sales sólidas.
- Dispersante para blanqueadores ópticos en el procedimiento por agotamiento sobre acetato, triacetato, poliéster, poliamida y poliacrilonitrilo, como también en baños de blanqueo con peróxido y reductivo.
- Producto para el descrude de la seda natural y como igualante para la tintura de la misma.
- Detergente para lavar y desengrasar materiales textiles en baños de tintura ácidos.

Anexo 11. Ficha técnica del dispersol.





Yaruquí, 25 de marzo de 2021

### CERTIFICADO DE ASISTENCIA

Industria Piolera Ponte Selva S.A., certifica que la señorita Karina Elizabeth Cuascota Pinango, con C.I. 172447313-5, estudiante de la Carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte, realizó las pruebas de su tesis en el laboratorio de calidad el 21 y 22 de diciembre del 2020 y posteriormente el 11 y 12 de enero del 2021.

Es todo cuanto puedo certificar

Atentamente,

  
Ing. José Guerini

PONTE SELVA S.A.



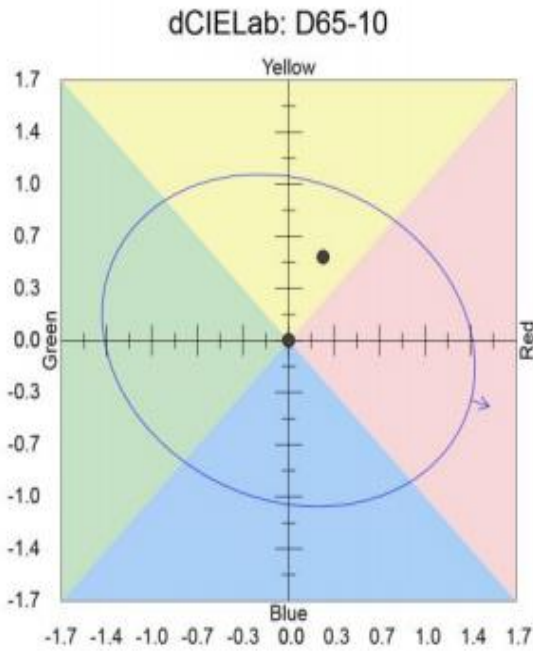
Dirección: Guayas 25-17 y Av. 8 de Octubre Sector El Pinar  
Tel: 025 246 2200 / Fax: 025 246 2208 / 10:00X-17:15 02111  
Punto de venta: Tel: 02 278 6127 / 613

[www.pontselva.com.ec](http://www.pontselva.com.ec)  
E-mail: [info@pontselva.com.ec](mailto:info@pontselva.com.ec)

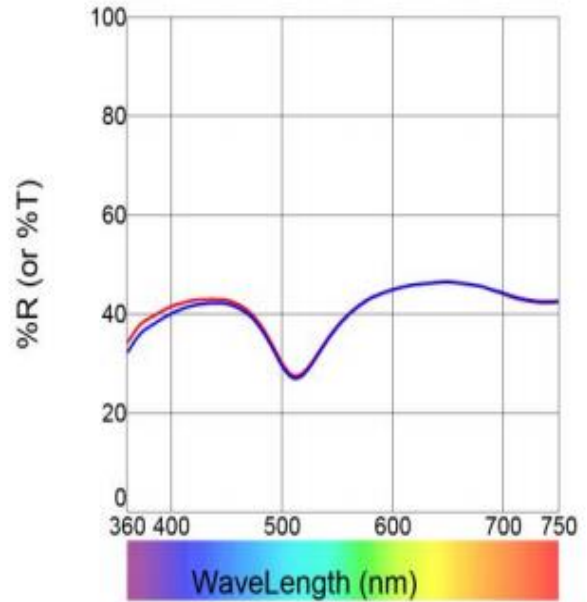


Anexo 12. Certificado de asistencia a la empresa PONTE SELVA

**Customer Name**  
**e-Job24.jbx [database=iTextile.mdb]**



- prueba 1 - prueba 1 cambio de color

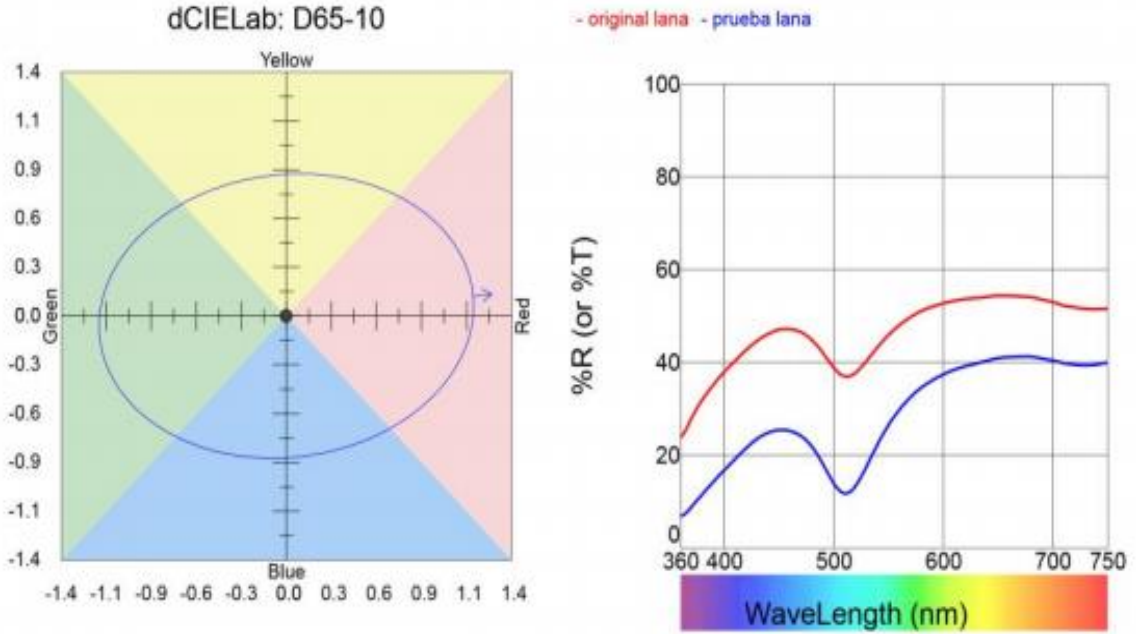


<b><u>Tolerances:</u></b>	<b><u>DL* tol</u></b>	<b><u>Da* tol</u></b>	<b><u>Db* tol</u></b>	<b><u>DC* tol</u></b>	<b><u>DH* tol</u></b>	<b><u>P/F tol</u></b>	<b><u>Margin</u></b>	<b><u>l:c</u></b>
D65-10	2.25	1.20	1.00	1.25	0.95	1.00	0.10	2.00
<b><u>Standard Name:</u></b>	<b><u>L*</u></b>	<b><u>a*</u></b>	<b><u>b*</u></b>	<b><u>C*</u></b>	<b><u>h°</u></b>			
prueba 1	68.10	13.75	-3.92	14.30	344.09			
<b><u>Trial Name</u></b>	<b><u>GS Change</u></b>	<b><u>DL*</u></b>	<b><u>Da*</u></b>	<b><u>Db*</u></b>	<b><u>DC*</u></b>	<b><u>DH*</u></b>	<b><u>DEcmc</u></b>	
prueba 1 cambio de c	4.5	-0.23 D	0.26 R	0.54 Y	0.11 B	0.59 Y	0.58	

Anexo 13. Resultados solidez al lavado 5% de colorante.

**Customer Name**

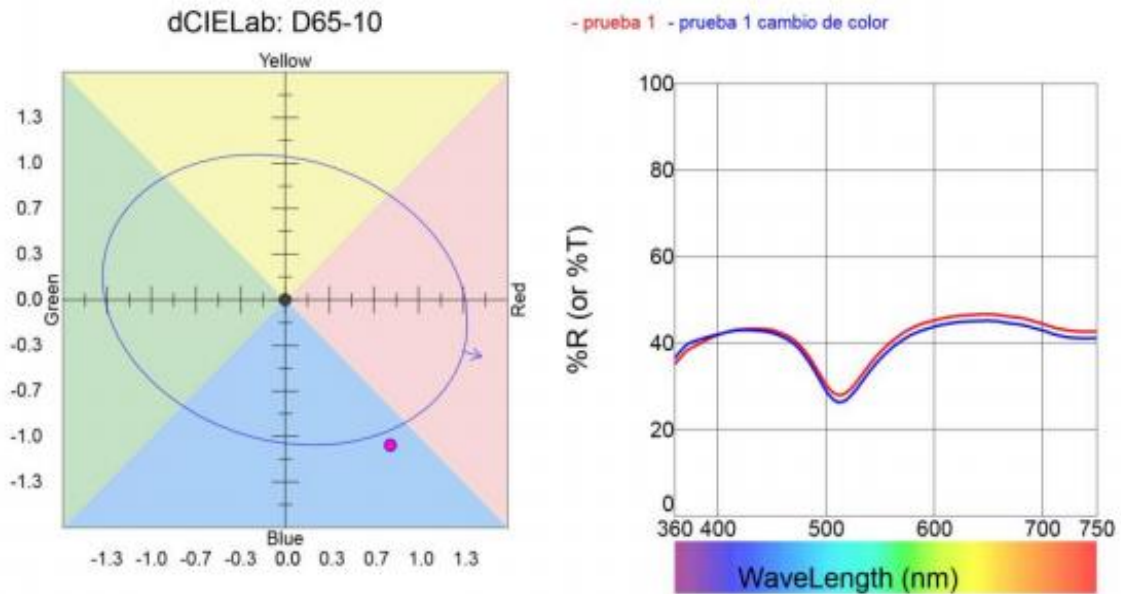
**e-Job42.jbx [database=iTextile.mdb]**



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.35	1.05	0.75	1.05	0.75	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
original lana	73.70	9.58	0.93	9.62	5.56			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Stain</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
prueba lana	2	-15.05 D	11.81 R	4.36 Y	12.41 B	2.12 Y	12.23	

Anexo 14. Resultados solidez al lavado en lana 25% de colorante.

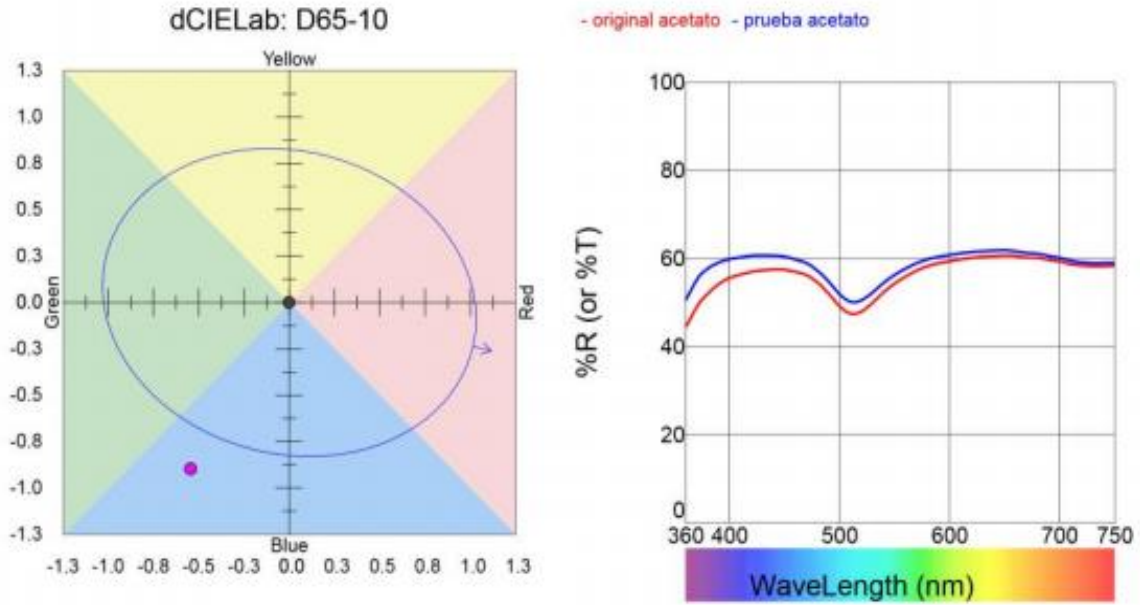
**Customer Name**  
**e-Job22.jbx [database=iTextile.mdb]**



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.25	1.20	1.00	1.25	0.90	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
prueba 1	68.35	13.60	-3.84	14.13	344.26			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
prueba 1 cambio de c	4	-1.10 D	0.80 R	-1.07 B	1.08 B	-0.79 B	1.16	

Anexo 15. Resultados solidez al sudor ácida 5% de colorante.

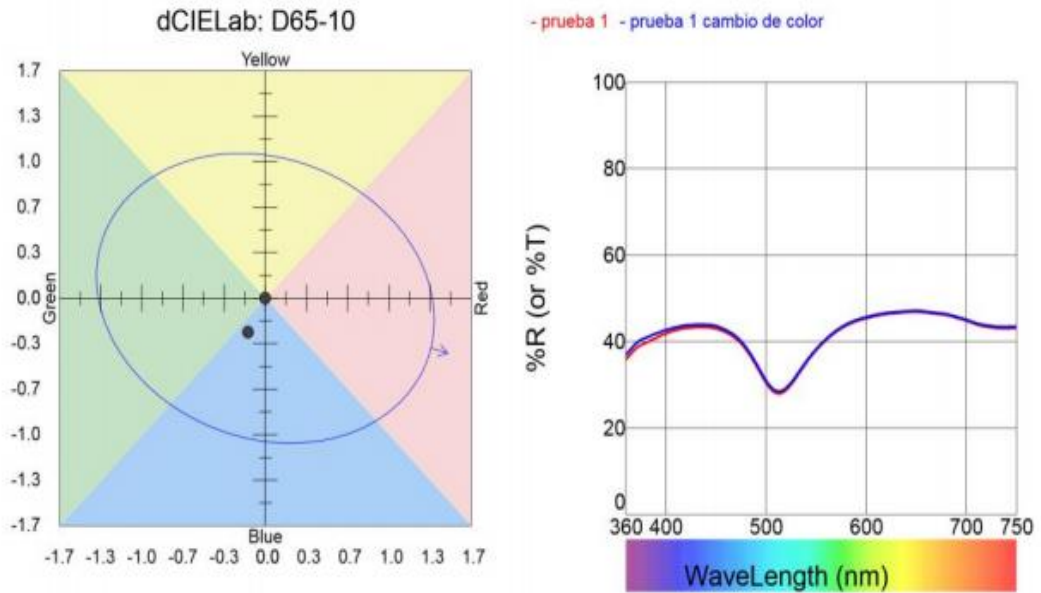
**Customer Name**  
**e-Job31.jbx [database=iTextile.mdb]**



<b><u>Tolerances:</u></b>	<b><u>DL* tol</u></b>	<b><u>Da* tol</u></b>	<b><u>Db* tol</u></b>	<b><u>DC* tol</u></b>	<b><u>DH* tol</u></b>	<b><u>P/F tol</u></b>	<b><u>Margin</u></b>	<b><u>l:c</u></b>
D65-10	2.40	0.95	0.80	0.95	0.75	1.00	0.10	2.00
<b><u>Standard Name:</u></b>	<b><u>L*</u></b>	<b><u>a*</u></b>	<b><u>b*</u></b>	<b><u>C*</u></b>	<b><u>h°</u></b>			
original acetato	78.84	7.47	-1.73	7.67	346.94			
<b><u>Trial Name</u></b>	<b><u>GS Stain</u></b>	<b><u>DL*</u></b>	<b><u>Da*</u></b>	<b><u>Db*</u></b>	<b><u>DC*</u></b>	<b><u>DH*</u></b>	<b><u>DEcmc</u></b>	
prueba acetato	4.5	1.15 L	-0.57 G	-0.93 B	-0.27 D	-1.06 B	1.34	

**Anexo 16.** Resultados solidez al sudor ácida en acetato 5% de colorante.

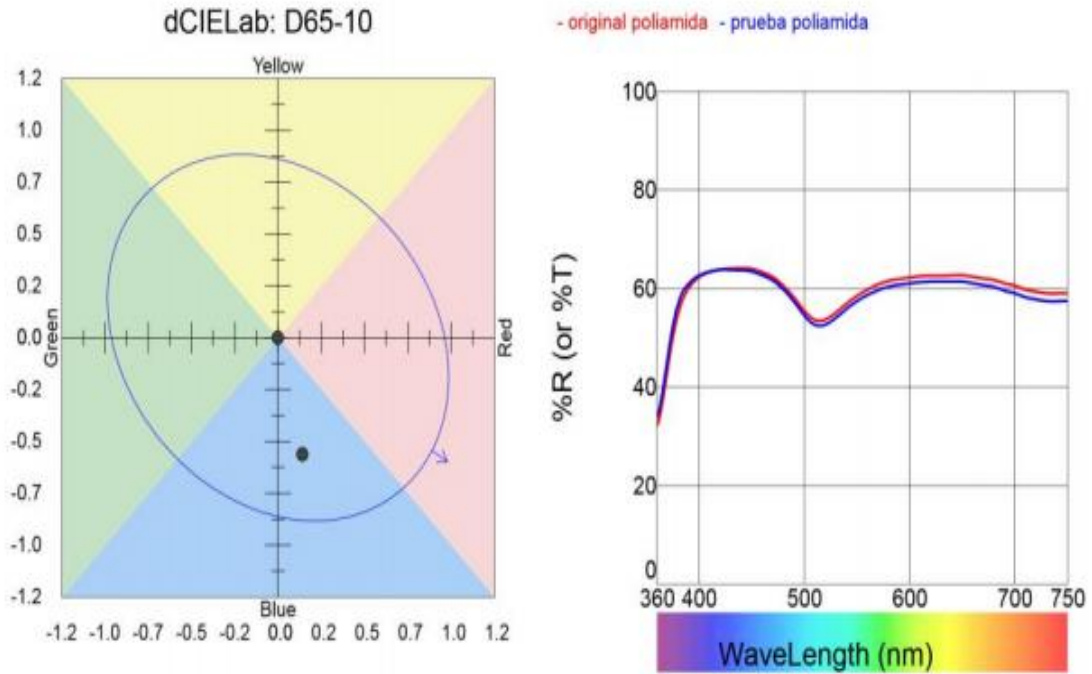
**Customer Name**  
**e-Job19.jbx [database=iTextile.mdb]**



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.25	1.20	1.00	1.25	0.90	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
prueba 1	68.38	13.71	-3.72	14.20	344.83			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
prueba 1 cambio de c	5	0.24 L	-0.14 G	-0.25 B	-0.07 D	-0.28 B	0.29	

**Anexo 17.** Resultados solidez al sudor alcalina 5% de colorante.

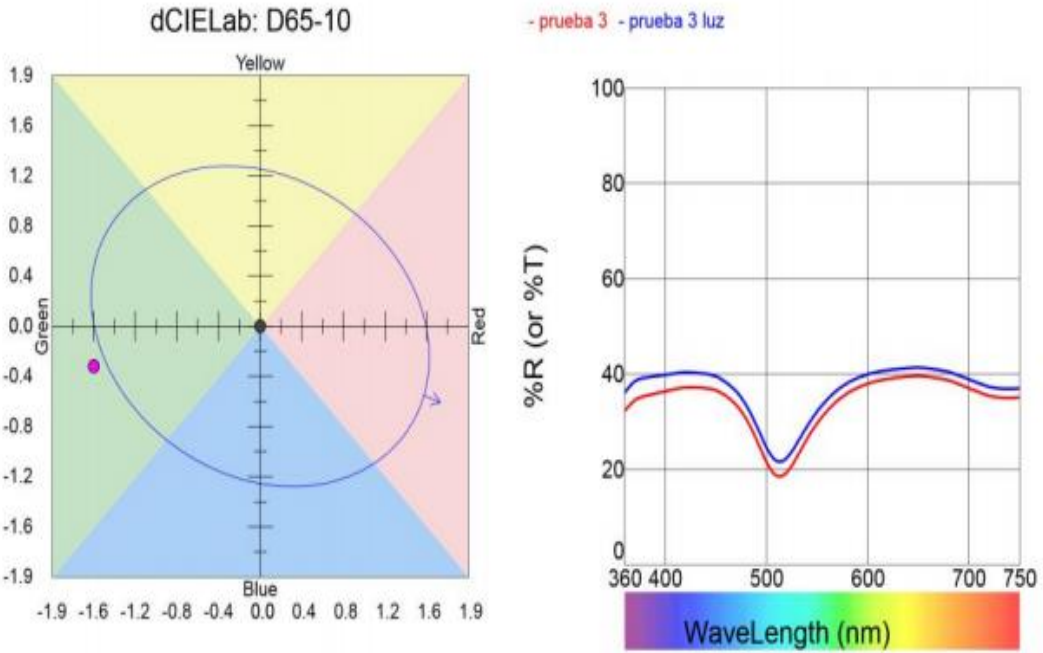
**Customer Name**  
**e-Job71.jbx [database=iTextile.mdb]**



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.40	0.85	0.80	0.90	0.70	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
original poliamida	81.29	5.89	-3.59	6.90	328.63			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Stain</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
prueba poliamida	5	-0.58 D	0.14 R	-0.56 B	0.42 B	-0.40 B	0.67	

**Anexo 18.** Resultados solidez al sudor alcalina en nylon 10% de colorante.

**Customer Name**  
**e-Job4.jbx [database=iTextile.mdb]**

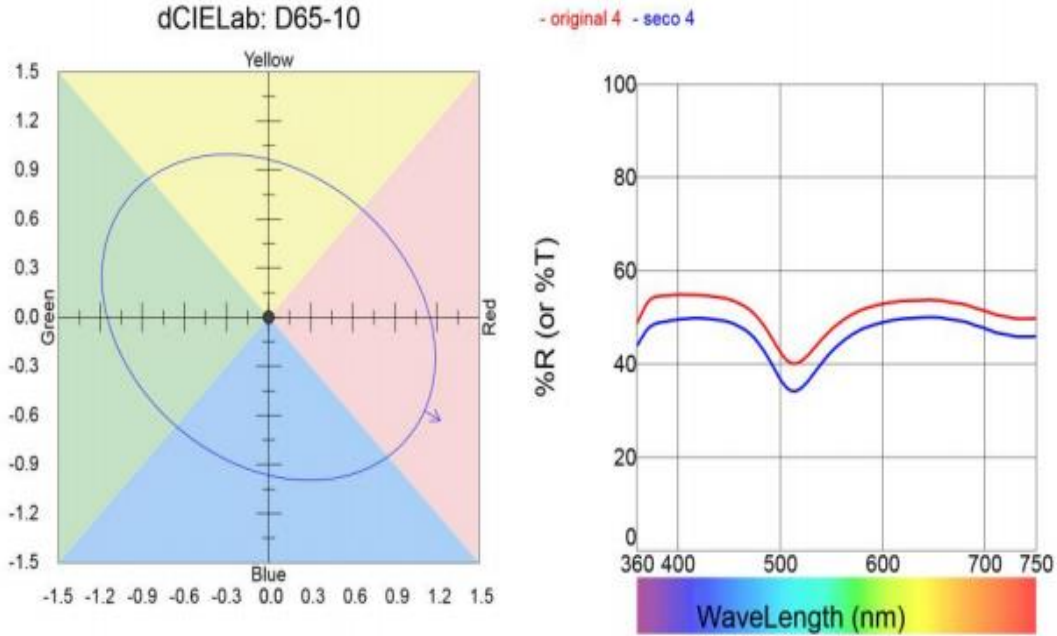


<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.15	1.35	1.15	1.45	1.05	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>GS Change</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>		
prueba 3	5	61.94	18.14	-6.34	19.22	340.73		
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
prueba 3 luz	3.5	2.07 L	-1.55 G	-0.31 B	-1.34 D	-0.83 B	1.38	

Anexo 19. Resultados solidez a la luz 15% de colorante.



**Customer Name**  
**e-Job56.jbx [database=iTextile.mdb]**



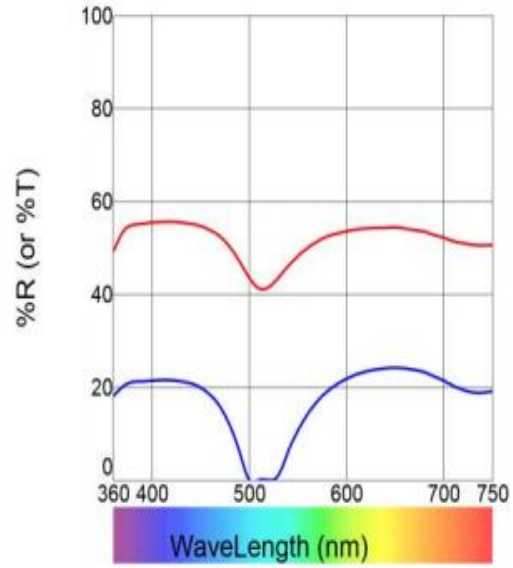
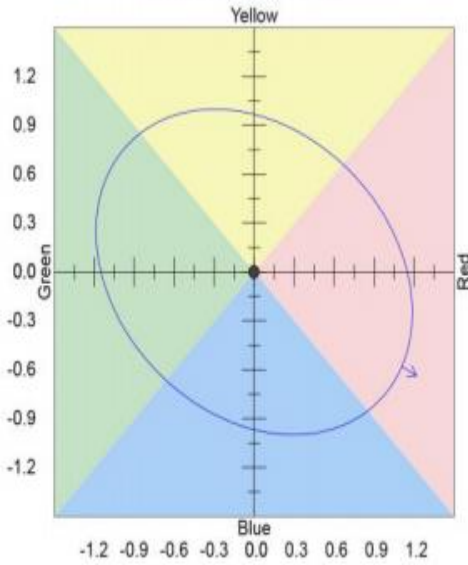
<b><u>Tolerances:</u></b>	<b><u>DL* tol</u></b>	<b><u>Da* tol</u></b>	<b><u>Db* tol</u></b>	<b><u>DC* tol</u></b>	<b><u>DH* tol</u></b>	<b><u>P/F tol</u></b>	<b><u>Margin</u></b>	<b><u>I:c</u></b>
D65-10	2.35	1.00	0.90	1.10	0.80	1.00	0.10	2.00
<b><u>Standard Name:</u></b>	<b><u>L*</u></b>	<b><u>a*</u></b>	<b><u>b*</u></b>	<b><u>C*</u></b>	<b><u>h°</u></b>			
original 4	74.83	9.55	-4.91	10.74	332.81			
<b><u>Trial Name</u></b>	<b><u>GS Stain</u></b>	<b><u>DL*</u></b>	<b><u>Da*</u></b>	<b><u>Db*</u></b>	<b><u>DC*</u></b>	<b><u>DH*</u></b>	<b><u>DEcmc</u></b>	
seco 4	4.5	-3.12 D	1.91 R	-0.08 B	1.77 B	0.74 R	2.02	

**Anexo 20.** Resultados solidez al frote en seco 20% de colorante.

**Customer Name**  
**e-Job59.jbx [database=iTextile.mdb]**


dCIELab: D65-10

- original 5 - humedo 5



<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.35	1.00	0.90	1.10	0.80	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
original 5	75.38	9.26	-4.83	10.45	332.45			
<u>Trial Name</u>	<u>GS Stain</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	
humedo 5	1	-34.07 D	29.56 R	-8.95 B	30.75 B	2.90 R	28.39	

**Anexo 21.** Resultados solidez al frote en húmedo 25% de colorante.

 Ingeniería Textil	<b>LABORATORIO TEXTIL UTN</b>	<b>INFORMACIÓN</b>
---	-------------------------------	--------------------

Ibarra 24 de febrero de 2021

### **CERTIFICADO DE ASISTENCIA**

Presente:

Por medio de la presente certifico que la señorita estudiante de la Carrera de Textiles Karina Elizabeth Cuascota Pinango con cédula de identidad 172447313-5 realizo las pruebas de su tesis en el laboratorio de calidad del 8 al 12 de febrero de 2021.

Esta información va dirigida a quien corresponda;

Atentamente:



Firmado digitalmente por:  
**JOSE RAFAEL  
POSSO PASQUEL**

Ing. José Posso  
Técnico Docente Carrera de Textiles



Ingeniería  
Textil

**Anexo 22.** Certificado de asistencia al laboratorio Textil.