



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

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

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE INTENSIDAD DE COLOR ENTRE LAS FIBRAS DE BAMBÚ**  
**Y ALGODÓN”**

**AUTORA:**

**CINTHIA MARISOL GUAJÁN MORALES**

**DIRECTOR:**

**MSC. DARWIN JOSÉ ESPARZA ENCALADA**

**IBARRA, 2019**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

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

<b>DATOS DEL AUTOR</b>	
<b>CEDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004358394
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guaján Morales Cinthia Marisol
<b>DIRECCIÓN:</b>	Carabuela
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:cinthiag201@gmail.com">cinthiag201@gmail.com</a>
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0967033740
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“Evaluación de intensidad de color entre las fibras de bambú y algodón”
<b>AUTOR:</b>	Guaján Morales Cinthia Marisol
<b>FECHA:</b>	13 de Mayo de 2019
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería textil
<b>ASESOR:</b>	<b>Msc. Darwin José Esparza Encalada</b>

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 13 días del mes de mayo de 2019



Guaján Morales Cinthia Marisol

CI:100435839-4



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

**CERTIFICO:**

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Textil con el tema: “EVALUACION DE INTENSIDAD DE COLOR ENTRE LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN” ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Cinthia Marisol Guaján Morales, con cédula de identidad 100435839-4, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Darwin Esparza", is written over a faint, circular stamp.

Mcs. Darwin Esparza

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios, un ser supremo y maravilloso que con amor y paciencia me ha guiado en esta etapa de mi vida, quien me ha dado la sabiduría y fortaleza que he necesitado en los momentos difíciles y siempre me ha mostrado una salida ante cualquier situación.

A mis padres, Rodrigo Guaján y Magdalena Morales, quienes incansablemente lucharon por ver mis metas cumplidas, siempre estuvieron presentes con sus palabras de ánimo en momentos de debilidad llevándome siempre a tener deseos de superación.

A mi amado esposo Leonel Santacruz, quien ha sido muy paciente conmigo y me ha ayudado sin condiciones en todo lo que he necesitado para la culminación de este proyecto.

A mi precioso hijo Snayder Santacruz, quien se ha convertido en el motor de mi vida.

A mis hermanos Javier, Helkin y demás familiares que de alguna u otra manera han aportado para que pueda seguir adelante en este proyecto de vida.

Cinthia Guaján

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por demostrarme su amor en cada paso que doy en mi vida, por cuidarme por no soltarme nunca y por darme siempre un nuevo día.

Agradezco con todo mi corazón a mis papitos, por apoyarme tanto emocional como económicamente, por creer en mí. Por buscar siempre la manera de velar por mis sueños, por tener esa fuerza de separarnos como familia por encontrar la manera de ver nuestros sueños realizados. Gracias mamita por trabajar de sol a sol si es necesario por ver a tus hijos felices, gracias papito por tener siempre las palabras precisas para levantarnos cuando sentimos caer. Dios los bendiga infinitamente y me conceda la dicha de retribuirles todo lo que han hecho por mí,

A mi esposo por estar siempre pendiente de mí y mis proyectos de vida, por ser ese empujón que necesito de vez en cuando para hacer las cosas.

A mis abuelitos José y Luzmila por sus oraciones para que pueda culminar mi proyecto.

A la Universidad Técnica del norte, Ingenieros de la Carrera y compañeros por permitirme disfrutar de sus instalaciones, de sus conocimientos y de sus ocurrencias durante mi paso por esta etapa tan bonita.

Al Ing. Darwin Esparza, por su enorme paciencia, conocimientos y guía como director de este proyecto final.

Cinthia Guaján

**TABLA DE CONTENIDO**

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	II
CERTIFICO: .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
TABLA DE CONTENIDO.....	VII
INDICE DE TABLAS .....	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	2
1.2 PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO .....	3
1.4 JUSTIFICACION.....	4
1.5 ALCANCE .....	5
CAPITULO II .....	7

2.	BAMBÚ Y ALGODÓN.....	7
2.1	ALGODÓN .....	7
2.1.1	Definición.....	7
2.1.2	Características sistemáticas y morfológicas .....	7
2.1.3	Estructura de la fibra .....	8
2.1.4	Propiedades Químicas .....	9
2.1.5	Propiedades Físicas .....	10
2.2	BAMBÚ.....	11
2.2.1	Definición.....	11
2.2.2	Características morfológicas .....	12
2.2.3	Estructura de la fibra .....	12
2.2.4	Propiedades Físicas .....	13
2.2.5	Propiedades Químicas .....	14
CAPITULO III .....		15
3.	COLORANTES .....	15
3.1	PROPIEDADES DE LOS COLORANTES.....	15
3.1.1	Solubilidad .....	16
3.1.2	Porcentaje de Agotamiento .....	16
3.1.3	Porcentaje de fijación .....	16
3.2	TIPOS DE COLORANTES .....	16



3.3	COLORANTES DIRECTOS .....	17
3.3.1	Clasificación de los colorantes directos .....	17
3.3.2	Propiedades de los colorantes directos.....	18
3.3.3	Colorante Everdirect .....	18
3.4	COLORANTES REACTIVOS .....	20
3.4.1	CLASIFICACION DE LOS COLORANTES REACTIVOS.....	20
3.4.2	PROPIEDADES DE LOS COLORANTES REACTIVOS .....	20
3.4.3	COLORANTE EVERZOL .....	20
CAPITULO IV .....		23
4.	PROCESO DE TINTURA .....	23
4.1	INTRODUCCIÓN .....	23
4.2	METODO DE TINTURA.....	23
4.2.1	Por agotamiento.....	23
4.2.2	Etapas de tintura por agotamiento.....	24
4.3	MAQUINA DE TINTURA .....	25
4.4	PARAMETROS QUE INFLUYEN EL PROCESO DE TINTURA.....	25
4.4.1	Autoclave .....	29
4.5	CURVA.....	31
4.6	PROCESOS POSTERIORES.....	31
CAPITULO V .....		33

5.	EQUIPO Y NORMAS .....	33
5.1.1	AATCC Método de prueba 61-2003 .....	33
5.2	EQUIPO.....	35
5.2.1	Espectrofotómetro .....	35
5.3	NORMAS .....	37
5.3.1	Norma ISO 105-A02 .....	37
	PARTE PRACTICA .....	39
	CAPITULO VI.....	39
6.	METODOLOGÍA .....	39
6.1	Métodos de Investigación.....	39
6.2	DISEÑO MUESTRAL.....	42
6.2.1	Recopilación de la Información .....	42
6.2.2	Selección de la muestra.....	42
6.3	METODOLOGÍA DE CAMPO .....	43
6.3.1	Proceso de tintura .....	46
6.3.2	Análisis comparativo de la Intensidad de color mediante el sistema Cielab .....	49
6.3.3	Prueba de solidez al lavado .....	50
6.3.4	Medición de cambio de color y transferencia de color mediante escala de grises en el Espectrofotómetro.....	51
6.4	MÉTODOS Y TECNICAS ESTADISTICAS UTILIZADAS.....	51

6.5 PROCESAMIENTO DE DATOS .....	51
CAPITULO VII .....	53
7. RESULTADO Y EVALUACION DE RESULTADOS.....	53
7.1 RESULTADOS .....	53
7.1.1 Pruebas de tintura con colorantes directos .....	53
7.1.2 Pruebas de tintura con colorantes reactivos .....	56
7.1.3 Medición y evaluación de intensidad de color de las fibras de bambú con respecto a la fibra de algodón.....	58
7.1.4 Pruebas de solidez al lavado.....	61
7.1.5 Medición del grado de cambio de color y la transferencia de color en el Espectrofotómetro mediante la escala de grises. ....	61
7.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	63
7.2.1 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva del cambio y transferencia de color	63
7.2.2 Análisis comparativo del cambio del color de los tejidos tinturada con colorantes directos entre el algodón y bambú. ....	69
7.2.3 Análisis comparativo del cambio del color de los tejidos tinturada con colorantes Reactivos entre el algodón y bambú. ....	71
7.2.4 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de cambio del color en la fibra de algodón. ....	72

7.2.5	Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de cambio del color en la fibra de bambú.....	73
7.2.6	Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de cambio del color en la fibra de algodón.....	74
7.2.7	Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de cambio del color en la fibra de algodón.....	75
CAPITULO VIII .....		77
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
8.1	CONCLUSIONES.....	77
8.2	RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		85
ANEXO 1. EQUIPOS, MATERIALES.....		85
ANEXO 2.PROCESOS.....		86
ANEXO 3. ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO DEL COLOR.....		87
ANEXO 4 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE CAMBIO DE COLOR MEDIANTE LA ESCALA DE GRISES CON COLORANTES DIRECTOS .....		91

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Composición química del algodón.....	9
<b>Tabla 2.</b> Propiedades Químicas del algodón .....	10
<b>Tabla 3.</b> Propiedades físicas de algodón .....	11
<b>Tabla 4.</b> Propiedades físicas de la fibra de bambú .....	13
<b>Tabla 5.</b> Composición química de la fibra de <i>G angustifolia</i> Kunth.....	14
<b>Tabla 6.</b> Propiedades químicas de la fibra de bambú .....	14
<b>Tabla 7. Clasificación de los colorantes</b> .....	16
<b>Tabla 8.</b> Grado de Fijación de los Colorantes .....	17
<b>Tabla 9.</b> Cantidad de sal Neutra .....	19
<b>Tabla 10.</b> Concentración de sal y álcali.....	21
<b>Tabla 11.</b> Condiciones de las pruebas de solidez al lavado .....	34
<b>Tabla 12.</b> Especificaciones Técnicas de x-rite color i5.....	37
<b>Tabla 13.</b> Evaluación en la escala de grises .....	38
<b>Tabla 14.</b> Condiciones de prueba método 2A de solidez al lavado.....	50
<b>Tabla 15.</b> Hoja patrón de tintura de algodón con colorantes directos .....	54
<b>Tabla 16.</b> Hoja patrón de la tintura de bambú con colorantes directos .....	55
<b>Tabla 17.</b> Hoja patrón de la tintura de algodón con colorantes reactivos .....	56
<b>Tabla 18.</b> Hoja patrón de la tintura de bambú con colorantes reactivos .....	57
<b>Tabla 19.</b> Tabla de valores comparativo de análisis de color en el espectrofotómetro de las fibras de bambú con respecto al algodón con colorantes directos .....	58
<b>Tabla 20.</b> % de Fuerza de color del bambú con respecto al algodón con colorantes directos	59

<b>Tabla 21.</b> Tabla de valores comparativo de análisis de color en el espectrofotómetro de las fibras de bambú con respecto al algodón con colorantes reactivos.....	60
<b>Tabla 22.</b> % de fuerza de color del bambú con respecto al algodón con colorantes reactivos	61
<b>Tabla 23.</b> Datos de cambio de color mediante escala de grises .....	62
<b>Tabla 24.</b> Datos de transferencia de color con colorantes directos mediante escala de grises	62
<b>Tabla 25.</b> Datos de transferencia de color con colorantes reactivos mediante escala de grises .....	63
Tabla 26. Media y coeficiente de variación de cambio de color de la fibra de bambú y algodón tinturadas con colorantes directos .....	64
<b>Tabla 27.</b> Media y coeficiente de variación de la medida de cambio de color de las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos .....	66
<b>Tabla 28.</b> Media y coeficiente de variación de la transferencia de color con colorantes directos .....	68
<b>Tabla 29.</b> Media y coeficiente de variación de transferencia de color con colorantes reactivos .....	69
<b>Tabla 30.</b> Grado de cambio de color y % de colorante de la fibra de Co.....	72
<b>Tabla 31.</b> Grado de cambio de color y % de colorante .....	73
<b>Tabla 32.</b> % de colorante y grado de cambio de color .....	74
<b>Tabla 33.</b> % de colorante y grado de cambio de color .....	75

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura física del algodón .....	9
<b>Figura 2.</b> Longitudinal view of the fibres: investigated a) viscose fibre b) "bamboo fibre" from yarn c) "bamboo fibre" from knitted fabric d) " bamboo fibre" from woven fabric (weft) .....	13
<b>Figura 3.</b> Representación grafica de tintura por agotamiento .....	24
<b>Figura 4.</b> Mala Afinidad      Buena Afinidad .....	25
<b>Figura 5.</b> Autoclave de laboratorio, ModeloRHS-24.....	30
<b>Figura 6.</b> Espectrofotómetro Color-i5 x-rite .....	36
<b>Figura 7.</b> Etapas de la Investigación .....	41
<b>Figura 8.</b> Esquema de selección de muestras .....	43
<b>Figura 9.</b> Estructura del proceso de investigación de campo .....	45
<b>Figura 10.</b> Esquema del proceso de tintura y procesos posteriores .....	46
<b>Figura 11.</b> Curva de proceso de tintura con colorante directo .....	47
<b>Figura 12.</b> Curva de tintura con colorantes reactivos.....	48
<b>Figura 13.</b> Vista sistemática Cielab.....	49
<b>Figura 14.</b> Prueba de solidez al lavado .....	50
<b>Figura 15.</b> Muestras de tintura con colorantes directos .....	54
<b>Figura 16.</b> Muestras tinturadas de bambú con colorantes directos .....	55
<b>Figura 17.</b> Muestras de tejido de algodón tinturas con colorantes reactivos .....	57
<b>Figura 18.</b> Muestras de tejido de bambú tinturadas con colorantes reactivos.....	58
<b>Figura 19.</b> Grafico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón mediante la media.....	65

<b>Figura 20.</b> Coeficiente de variación del cambio de color de las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos .....	66
<b>Figura 21.</b> Gráfico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón con colorantes reactivos mediante la media.....	67
<b>Figura 22.</b> Gráfico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón con colorantes reactivos mediante el coeficiente de variación.....	68
<b>Figura 23.</b> Gráfico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón ...	70
<b>Figura 24.</b> Gráfico comparativo de cambio de color entre el bambú y algodón con colorantes reactivos .....	71
<b>Figura 25.</b> Relación %Colorante directo- grado de cambio de color en Co. ....	72
<b>Figura 27.</b> Relación %Colorante directo- grado de cambio de color en Co. ....	73
<b>Figura 28.</b> Relación de % colorante y grado de cambio de color Co Reactivo .....	74
<b>Figura 29.</b> Relación % de colorante -grado de cambio de color bambú reactivo .....	75

### INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. EQUIPOS, MATERIALES.....	85
ANEXO 2.PROCESOS.....	86
ANEXO 3. ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO DEL COLOR.....	87



## RESUMEN

En esta investigación se realiza una evaluación de intensidad de color mediante pruebas de solidez al lavado donde se analiza el cambio de color en el equipo espectrofotómetro del laboratorio textil entre las fibras de bambú y algodón en tejido de punto, tinturadas con colorantes directos y reactivos, tomando como referencia la norma AATCC método de prueba 2A medido los resultados en la escala de grises. El objetivo de esta investigación es determinar cuál de las dos fibras tiene mejor solidez al lavado manteniendo así la intensidad de color de un tejido tinturado. Esta investigación consta de dos partes:

La primera parte que es el marco teórico de la investigación consta de 5 capítulos, donde en el primer capítulo se da una breve introducción sobre el tema, además se determina el problema, la justificación los antecedentes y objetivos. A partir del capítulo II al capítulo V se recopila toda la información necesaria utilizando una variedad de fuentes bibliográficas. Es así como en el capítulo II se empieza por construir la bibliografía sobre las generalidades de las fibras de bambú y algodón. En el capítulo III, se define los colorantes, tipos de colorantes (directos y reactivos) y propiedades de los colorantes. En el capítulo IV se recopila información sobre el proceso de tintura, parámetros, métodos, maquinaria, curva y procesos posteriores.

En la segunda parte de la investigación se realiza la práctica del tema de investigación, desde el capítulo VI en adelante se explica con mayor claridad los objetivos que se desea alcanzar. Es así como en el capítulo VI se determina la metodología a utilizarse para realizar esta investigación, se detalla el proceso de tintura mediante curvas de tintura, se habla de la solidez al lavado a la que fueron sometidos los tejidos tinturados y la medición espectrofotométrica del cambio de color que sufrieron las muestras después de este proceso. También se determina los métodos y técnicas estadísticas utilizadas para el procesamiento de datos. En el capítulo VII se realiza el análisis y evaluación de resultados con los métodos estadísticos seleccionados comparando mediante tablas y gráficos cuál de las dos fibras tiene mejor solidez al lavado manteniendo así la intensidad de color de la muestra. Determinando así que el bambú tiene mejor solidez al lavado y no presenta cambios de color con valoraciones altas.

**Palabras claves:** bambú, algodón, intensidad, cambio, color.

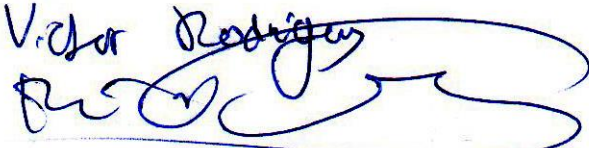
## ABSTRACT

In this research a color intensity evaluation is carried out by washing solidity tests where the color change in the spectrophotometer equipment of the textile laboratory is analyzed between the fibers of bamboo and cotton in knitted fabric, dyed with direct dyes and reagents, taking as reference the standard AATCC test method 2A measured the results in the gray scale. The objective of this investigation is to determine which of the two fibers has better wash fastness and color intensity maintaining a dyed fabric. This research consists of two parts:

The first part is the theoretical framework of the research consists of 5 chapters, which is given in the first chapter provides a brief introduction to the topic, and the problem is determined, the justification the background and objectives. From chapter II to chapter V, all the necessary information is collected using a variety of bibliographic sources. This is how in chapter II we begin by building the bibliography on the generalities of bamboo and cotton fibers. In Chapter III, dyes, types of dyes (direct and reactive) and dye properties are defined. Chapter IV collects information on the dyeing process, parameters, methods, machinery, curve and subsequent processes.

In the second part of the research, the practice of the research topic is carried out, from chapter VI onwards the objectives to be achieved are explained more clearly. This is how in chapter VI the methodology to be used to perform this research is determined, the dyeing process is detailed by dyeing curves, the wash fastness to which the dyed fabrics were subjected and the spectrophotometric measurement of the change of heat that the samples suffered after this process. It also determines the statistical methods and techniques used for data processing. In chapter VII the analysis and evaluation of results is carried out with the statistical methods selected, comparing by tables and graphs which of the two fibers has better washing fastness, thus maintaining the color intensity of the sample. Determining that the bamboo has better washing fastness and does not show color changes with high values.

**Keywords:** bamboo, cotton, intensity, change, color.

Victor Rodriguez  




## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se realiza una evaluación de intensidad de color entre las fibras de bambú y algodón. analizado en el equipo espectrofotómetro, las muestras utilizadas son de tejido de punto en telas descruadas. La afinidad de un colorante hacia un textil en el proceso de tintura hará que la fibra absorba mucho mejor el colorante y las aguas residuales descargadas tendrán menor impacto ambiental.

Mayer, (2017) expresa que “ninguna de las fibras conocidas satisface en forma perfecta todas estas exigencias. Por ende, cada fibra es adecuada solo para la confección de los tejidos que exigen exactamente sus buenas propiedades”.

Este tema de investigación se desarrolló primeramente con la construcción del estado del arte, seguidamente se continuó con la parte práctica que consiste en realizar pruebas de tintura tanto del bambú y el algodón en 4 colores con dos tipos de colorantes que son directos y reactivos a 90°C y 60°C respectivamente en la autoclave de laboratorio.

Las muestras tinturadas se evalúan mediante el análisis en el espectrofotómetro de laboratorio teniendo en cuenta la norma AATCC 61 método de prueba 2A que simula 5 lavados caseros, de esta manera se determinan los cambios de color presentados por cada muestra procesada.

Este trabajo se basa en el método experimental para obtener los resultados y en el método comparativo para hacer una evaluación de la fibra de algodón con respecto a la fibra de bambú, todo este procedimiento se lo realiza en un laboratorio.

## **1.1 ANTECEDENTES**

La industria textil en sus diferentes procesos genera contaminantes para el medio ambiente, pero uno de sus procesos es el mayor contaminante de las aguas por la gran cantidad de químicos utilizados durante su proceso de producción.

El proceso de tintura genera cantidades enormes de aguas residuales que requieren tratamientos especiales para su evacuación por el gran impacto ambiental que causan los productos químicos y colorantes utilizados.

“El teñido es el proceso que puede generar más contaminación debido a que requiere el uso no solamente de colorantes y químicos, sino también de varios productos especiales conocidos como auxiliares de teñido” (Moldovan, 2016)

La afinidad al ser expresada en términos de potencial químico indica la fuerza de atracción existente entre el colorante y la fibra expresada como unidad de trabajo. (Villegas, 2012, p.8)

Por lo tanto, si el colorante es más afín a una fibra textil el agotamiento del color resultara mejor dejando como resultado intensidad de color que duran por un tiempo más largo.

## **1.2 PROBLEMA**

El algodón es de gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir, para su procesamiento es necesario el cultivo manual o mecánico. La generalización de su uso se debe sobre todo a la facilidad con la que la fibra se puede convertir en hilo. La resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se lava y se tiñe también contribuyen a que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados. (Parra, 2010, p.8)

En los actuales momentos el planeta requiere la atención y disminución de la contaminación ambiental, caso contrario, entrara en una etapa de irreversibilidad en donde será imposible que la propia naturaleza pueda sostener tantos materiales peligrosos y la extracción de los recursos

naturales. La industria textil es considerada una de las más contaminadoras, especialmente en los procesos húmedos, entre estos está el proceso de tintura. Disminuir la contaminación de las aguas que proceden de las descargas de tintura es una de las acciones que se deben poner en marcha lo más pronto posible; es así como, la fibra de bambú con su afinidad tintórea que puede ser más elevada en comparación con la afinidad del algodón evaluando su intensidad de color, según indican las empresas que comercializan esta fibra, es una de las opciones que puede tener la industria textil.

Sin embargo, no existe un estudio técnico ni científico debidamente validado que confirme esta afirmación.

Vaz, S., Laborda, E., Fernández, R. Y Troncoso, N. (2010) estiman que las plantaciones de bambú ocupan 14 millones de hectáreas en la superficie terrestre y a su vez Veribona Dola (2010) afirma que se le reconocen alrededor del mundo más de 4000 usos y es procesado en numerosos tipos de manufacturas.

La culminación de este trabajo permitirá confirmar si el bambú tiene o no mejor intensidad de color que el algodón y en qué nivel es su diferencia.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el grado de agotamiento en la tintura de fibras de algodón y bambú por agotamiento con colorantes directos y reactivos (vinil sulfónicos) mediante análisis espectrofotométrico.

#### **1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO**

- Fundamentar una base teórica sobre las fibras de bambú y algodón, procesos de tintura de fibras celulósica y colorantes utilizados en el proceso y desarrollar con esta información la parte experimental de la investigación.

- Realizar las tinturas de los dos tipos de fibras, utilizando diferentes clases de colorantes y a diferentes concentraciones; para determinar cuál de las fibras estudiadas tiene más afinidad tintórea.
- Analizar el color en el espectrofotómetro y evaluar el color de las muestras mediante el sistema cielab
- Someter las muestras a pruebas de solidez al lavado para medir el cambio de color posterior a este proceso
- Evaluar el color obtenido en las pruebas de tintura, mediante el uso del espectrofotómetro, para determinar el nivel de intensidad mediante cambio de color en la escala de grises
- Presentar valores de cambio de color que se obtienen del análisis espectrofotométrico de las tinturas de bambú y algodón para determinar cuál de estas fibras tiene ventajas en relación con calidad de tintura y cambio de color.

#### **1.4 JUSTIFICACION**

En la actualidad todas las industrias buscan ser amigables con el medio ambiente, sustituir los productos contaminantes por unos que sean de menor impacto ambiental es uno de los principales objetivos de todo tipo de empresas.

En la Industria textil el área de tintorería y acabados es uno de los principales contaminantes debido a que desechan gran cantidad de productos químicos nocivos que se utilizan en sus procesos. Por ello este proyecto está enfocado en estudiar particularmente la intensidad de color tanto de la fibra de bambú como de la fibra de algodón, que se determinará mediante pruebas realizadas en el equipo llamado espectrofotómetro lo que nos dará como resultado cuál de ellas es la que tiene mejor calidad de tintura y por ende menor incidencia en el impacto ambiental.

En los últimos tiempos la fibra de bambú ha tomado tendencia en el mundo de la Industria Textil, esto debido a las propiedades favorables de la misma, superando en gran medida las propiedades de la fibra de algodón.

El comportamiento de los colorantes para con la celulosa, viene medida por la denominada afinidad del colorante por la fibra, que es la propiedad que presentan los colorantes de ser absorbidos por la celulosa y su resistencia a la desorción, cuando la fibra teñida se somete a lavados posteriores. Cuanto más fácilmente sea adsorbido un colorante por la celulosa y mayor resistencia tenga la fibra teñida a eliminar parte del colorante adsorbido en la tintura, mediante un lavado posterior, mayor afinidad presentara el colorante por la fibra (José Cegarra Sánchez, 1981)

### **1.5 ALCANCE**

En el presente trabajo sobre la evaluación de intensidad de color entre las fibras de bambú y algodón, se establecerá una base teórica sobre las dos fibras, después de esto el objetivo será proceder con la parte práctica, es decir, realizar la tintura del bambú y el algodón con diferentes tipos de colorante a diferentes concentraciones y posteriormente determinar la intensidad de color de las mismas en el equipo de laboratorio denominado espectrofotómetro Además se evaluara la variación de color de las muestras de fibra de bambú y algodón para tener mayor precisión en los resultados.

Finalmente se presentará valores de los análisis de intensidad de color. Estos resultados nos permitirán conocer cuál de las dos fibras tiene mayor ventaja en cuanto a su intensidad de color, según lo afirman María Do santos y Martha Maier (2001), “la intensidad de color que presenta una determinada sustancia en una solución es proporcional a la concentración de esa sustancia en la solución”.





## CAPITULO II

### 2. BAMBÚ Y ALGODÓN

#### 2.1 ALGODÓN

##### 2.1.1 Definición

El algodón es la fibra textil de uso comercial reconocida a nivel mundial por sus buenas propiedades y la facilidad de su procesamiento. De gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir, para su procesamiento es necesario el cultivo manual o mecánico.

La generalización de su uso se debe sobre todo a la facilidad con la que la fibra se puede convertir en hilo. La resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se lava y se tiñe también contribuyen a que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados. (Parra, 2010)

##### 2.1.2 Características sistemáticas y morfológicas

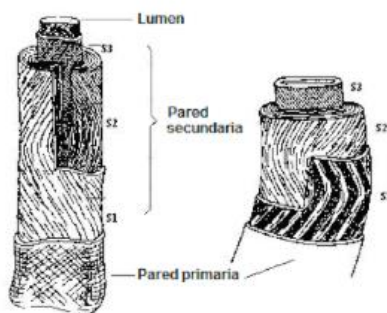
Usach & Bencardini (2005) determinan los siguientes conceptos acerca de las características propias de la planta de algodón:

- **Nombre común:** Algodón.
- **Nombre científico:** *Gossypium herbaceum* (algodón indio), *Gossypium barbadense* (algodón egipcio), *Gossypium hirsutum* (algodón americano).
- **Clase:** Angiospermas
- **Sub Clase:** Dicotiledóneas
- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Malvácea.
- **Género:** *Gossypium*.

- **Raíz:** La raíz principal es axonomorfa o pivotante. Las raíces secundarias siguen una dirección más o menos horizontal. En suelos profundos y de buen drenaje, las raíces pueden llegar hasta los 2 metros de profundidad. En los de poco fondo o mal drenaje apenas alcanzan los 50 cm. El algodón textil es una planta con raíces penetrantes de nutrición profunda.
- **Tallo:** La planta de algodón posee un tallo erecto y con ramificación regular. Existen dos tipos de ramas, las vegetativas y las fructíferas. Los tallos secundarios, que parten del principal, tienen un desarrollo variable.
- **Hojas:** Las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados. Están provistas de brácteas.
- **Flores:** Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas. El cáliz de la flor está protegido por tres brácteas. La corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo. Se trata de una planta autógena. aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas.
- **Fruto:** El fruto es una cápsula en forma ovoide. con tres a cinco carpelos, que tiene seis a diez semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón.

### 2.1.3 Estructura de la fibra

La fibra del algodón está formada por una cutícula, una pared primaria, una pared secundaria y un lumen. La fibra crece casi a su longitud completa como un tubo hueco antes de que se empiece a formar la pared secundaria (Lockuán, 2013, pág. 35)



**Figura 1.** Estructura física del algodón

Fuente: (Lockuán, 2013)

En la fibra de algodón se distinguen dos capas o paredes:

La externa llamada primaria, la cual es una nube exterior fina; esta contiene la mayor cantidad de impurezas naturales (sustancias pépticas, ceras, grasas y otros), otra es la interna llamada secundaria es la principal de la fibra y se compone, fundamentalmente, de la celulosa, además se distingue un canal, en forma de residuo del protoplasma, ahí se encuentran las sustancias nitrogenadas. (Morillo, 2012, pág. 19)

#### 2.1.4 Propiedades Químicas

El Algodón se compone químicamente de la siguiente manera

**Tabla 1** Composición química del algodón

MATERIA	PORCENTAJE
<b>Celulosa</b>	80-90
<b>Agua</b>	6-8
<b>Ceras y grasas</b>	0,5-1
<b>Proteínas</b>	0-1.5
<b>Pectinas</b>	4-6
<b>Cenizas</b>	1-1,8

Fuente: (Lockuán, 2013)

Las propiedades químicas del algodón se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Propiedades Químicas del algodón*

Propiedades	Descripción
<b>Efecto de los ácidos</b>	Sensible
<b>Efecto de los álcalis</b>	Resistente
<b>Olor</b>	Papel quemado
<b>Efectos de los solventes orgánicos</b>	Resistente
<b>Acción a la luz solar</b>	Sensible
<b>Afinidad tintórea</b>	Buena
<b>Absorción de colorante</b>	Buena

Fuente: (Wingate, 1974)

### 2.1.5 Propiedades Físicas

Las propiedades físicas del algodón son muy importantes al momento de seleccionarla como materia prima empezando por su color y demás propiedades.

“Por lo general en cuanto al color del algodón se refiere va desde un blanco hasta un marrón, según la variedad”. (Lockuán, 2013)

La longitud de fibra se determina por aspectos tales como; los factores genéticos, la clase de algodón, procedencia, cultivo y procesos posteriores tales como el exceso de limpieza en el desmote que pueden acortar la fibra.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades físicas del algodón y su determinado valor:

**Tabla 3. Propiedades físicas de algodón**

<b>Propiedades</b>	<b>Descripción</b>
<b>Finura (micronaire)</b>	Muy fino: 4 Fino: 4-5 Grueso: 6-superior
<b>Color</b>	Condicionado por factores climáticos.
<b>Resistencia (gr/den)</b>	3-6
<b>Higroscopicidad (%)</b>	8.5
<b>Peso específico (g/cm)</b>	1,45-1,60
<b>Absorción (%)</b>	7-11
<b>Elongación (%)</b>	3
<b>Alargamiento (ruptura)</b>	Normal: 3 –7 En húmedo: 9,5
<b>Punto de fusión</b>	No se funde
<b>Al acercarse a la flama</b>	No se funde ni se encoge alejándose de la flama
<b>En la flama</b>	Arde
<b>Al retirarla de la flama</b>	Continúa ardiendo con un brillo anaranjado
<b>Cenizas</b>	Gris, muy ligera de bordes suaves

Fuente: Bélgica (2008)

## 2.2 BAMBÚ

### 2.2.1 Definición

El bambú o también conocido como caña guadua es un tipo de fibra natural proveniente de la celulosa, una fibra nueva desarrollada por la Universidad de Pekín.

Es extraída al 100% de la pulpa de la caña de bambú, proviene de cultivos con ciclos renovables cortos por lo que sería una fibra con un alto valor ecológico. Es biodegradable; no necesita la implementación de pesticidas como el algodón ya que posee una sustancia natural denominada kun de bambú que protege la planta de las plagas. También posee la capacidad de mejorar y recuperar

los suelos desgastados o degradados y ayuda a reducir las emisiones de gases que provoca el efecto invernadero. (HALLETT & JOHNSTON, 2010)

### **2.2.2 Características morfológicas**

“El término bambúes corresponde al plural que aglutina a un grupo amplio de géneros y especies gramíneas” (Añazco & Rojas, 2015)

Londoño, (2002) cita que en el mundo existe un total de 90 géneros y 1100 especies de bambues.

Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988 (como se citó en Londoño, 2002) mencionan que:

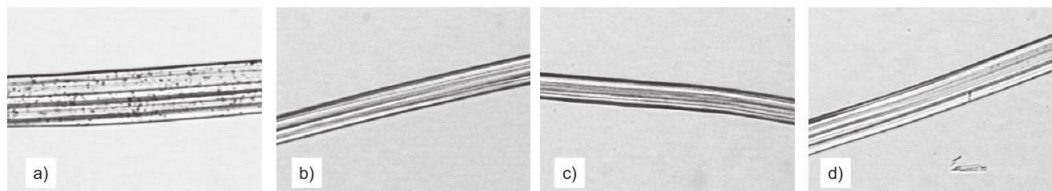
Los bambúes pertenecen a la familia Poaceae y a la subfamilia Bambusoideae, y se han dividido en dos grandes tribus: 1) Olyreae o de los bambúes herbáceos, y 2) Bambusoideae o de los bambúes leñosos La tribu OLYREAE en América reúne un total de 20 géneros y aproximadamente 110 especies de bambúes herbáceos. Se reconocen regiones particularmente ricas en este tipo de bambúes: la región de Bahía, en el oriente del Brasil; la región norte del Brasil (Amapa y las Guyanas); y la región del Choco, en Panamá y Colombia. (p. 2)

### **2.2.3 Estructura de la fibra**

En su trabajo publicado en el 2011 los investigadores Barbara Lipp-Symonowicz, Sławomir Sztajnowski, Dorota Wojciechowska, del departamento de Física de las fibras y metrología textil de la Universidad de Lodz (como se citó en INTI-Textiles, 2013), probaron que:

Las llamadas fibras de bambú son en realidad fibras de rayón-viscosa obtenidas de la celulosa de bambú. Por lo que sus formas y propiedades son similares a las fibras de rayón-viscosa. Descartando de plano sus propiedades antimicrobianas.

Según esta aprobación tenemos el siguiente grafico con las vistas microscópicas de fibras de rayón y bambú haciendo comparación de su estructura física.



**Figura 2.** Longitudinal view of the fibres: investigated a) viscose fibre b) "bamboo fibre" from yarn c) "bamboo fibre" from knitted fabric d) "bamboo fibre" from woven fabric (weft)

Fuente: (INTI-Textiles, 2013)

## 2.2.4 Propiedades Físicas

En la siguiente tabla se describe las propiedades físicas de la fibra de bambú en condiciones de prueba a temperatura de 20°C y humedad relativa de 65%.

**Tabla 4.** Propiedades físicas de la fibra de bambú

Descripción	Datos de Referencia
<b>Resistencia a la tracción (cN/tex)</b>	Seco: 2,33 Húmedo: 1,37
<b>Alargamiento a la rotura seco (%)</b>	23,8
<b>Porcentaje densidad lineal de desviación (%)</b>	-1,8
<b>Porcentaje de desviación longitud (%)</b>	-1,8
<b>Fibra larga (%)</b>	0,2
<b>Fibra cortada (mg/100g)</b>	6,2
<b>Azufre residual (mg/100g)</b>	9,2
<b>Defecto (mg/100g)</b>	6,4
<b>Manchado de aceite de fibra (mg/100g)</b>	0
<b>Coefficiente de variación de la tenacidad en seco (CV%)</b>	13,42
<b>Blancura</b>	69,6
<b>Contenido en aceite</b>	0,17
<b>La recuperación de humedad</b>	13,03
<b>Velocidad</b>	Grado A

Fuente: <http://www.bambrotex.com/>

### 2.2.5 Propiedades Químicas

En la siguiente tabla se describe la composición química de la fibra de bambú (*G angustifolia*), esta analizado de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas (NTC).

**Tabla 5.** *Composición química de la fibra de G angustifolia Kunth*

Componente	% en base húmeda
<b>Humedad (NTC 727)</b>	
<b>Celulosa (NTC 697)</b>	47,06
<b>Lignina (NTC 998)</b>	21,88
<b>Hemicelulosa (por diferencia)</b>	11,82
<b>Extractivos [10]</b>	6.47
<b>Cenizas (NTC 841)</b>	3,80

Fuente: (Alneira & Muñoz, 2009)

Las propiedades químicas de la fibra de bambú son las siguientes:

**Tabla 6.** *Propiedades químicas de la fibra de bambú*

PROPIEDADES	DATOS DE REFERENCIA
<b>Acción a los ácidos</b>	Sensible
<b>Acción al álcali</b>	Resistente
<b>Acción a los solventes orgánicos</b>	Resistente
<b>Antialérgico y antibacteriano</b>	Excelente
<b>Higroscopicidad</b>	60% 4 veces más que el algodón

Fuente: (Ruiz & Vasquez, 2014)



## CAPITULO III

### 3. COLORANTES

“El término colorante abarca todo compuesto que cuando es aplicado sobre un objeto, le confiere color y que mantiene sus propiedades de color por un tiempo prolongado” (Parra, 2010, pág. 31)

En el ámbito textil, se conocen los siguientes tipos de colorantes: colorantes propiamente dichos, o las llamadas anilinas y pigmentos. (Parra, 2010)

El color depende de los grupos cromóforos, que son la parte visible de la molécula coloreada, responsable de la absorción de la luz en un determinado rango de longitud de onda, la afinidad por la fibra es dada por el grupo auxocromo, conformado por un grupo de átomos ligado al cromóforo que modifica la habilidad de este para absorber la luz, y por último la solubilidad en agua está dada por iones. (Villegas, 2012, pág. 6)

#### 3.1 PROPIEDADES DE LOS COLORANTES

Un colorante industrial ha de cumplir una serie de propiedades imprescindibles:

- Fijarse sobre la fibra textil a teñir
- Tener resistencia al lavado y a la luz y
- Cumplir determinadas condiciones de carácter sanitario.
- Estabilidad a la luz (Sanz, s.f.)

Cabe destacar tres propiedades importantes de los colorantes textiles para obtener un teñido uniforme, a continuación, se definirá los mismos:

Es importante destacar tres propiedades importantes de los colorantes para obtener un teñido uniforme además de escoger el colorante idóneo para el fin que esté destinado, a continuación, se definirá estas propiedades:

### 3.1.1 Solubilidad

La solubilidad depende de la temperatura; de ahí que su valor vaya siempre acompañado del de la temperatura de trabajo. En la mayor parte de los casos, la solubilidad aumenta al aumentar la temperatura. Se trata de procesos en los que el sistema absorbe calor para apoyar con una cantidad de energía extra el fenómeno la solvatación. En otros, sin embargo, la disolución va acompañada de una liberación de calor y la solubilidad disminuye al aumentar la temperatura.

### 3.1.2 Porcentaje de Agotamiento

Un valor de Agotamiento alto para un compuesto colorante particular quiere decir que un nivel bajo del colorante consumido permanece en el efluente después de que el proceso de tinción está completo, en tanto que un valor de Agotamiento bajo quiere decir que un alto nivel del colorante consumido permanece en el efluente. (España Patente nº 2 188 546, 2003, pág. 2)

### 3.1.3 Porcentaje de fijación

Una Fijación de 100 % quiere decir que el 100 % del colorante absorbido se une covalentemente al sustrato.

## 3.2 TIPOS DE COLORANTES

La importancia de conocer los tipos de colorantes se debe principalmente a la afinidad de las fibras con los colorantes, se utilizan diferentes clases de colorantes para cada tipo de fibra que va a ser sometida al proceso de tintura, como se indica en la siguiente tabla:

*Tabla 7. Clasificación de los colorantes*

<b>FIBRA</b>	<b>COLORANTE</b>
<b>celulósica (natural y artificial)</b>	Directo, reactivo, a la tina, al azufre, naftol
<b>Poliéster</b>	Disperso, básico
<b>Poliamida</b>	Disperso, ácido, premetalizado
<b>Acetato</b>	Disperso
<b>Lana y seda</b>	Ácido, premetalizado
<b>Acrílico</b>	Disperso, básico

Fuente: (Lockuán, 2012)

Cortazar-Martínez, y otros,(2012) estiman que hasta un 50% de los colorantes utilizados en la industria textil termina en las aguas descargadas por este sector industrial, debido a su bajo grado de fijación en las telas.

En la siguiente tabla se expresan los porcentajes aproximados de fijación de los colorantes en las telas.

**Tabla 8. Grado de Fijación de los Colorantes**

<b>Método de aplicación</b>	<b>Tipo de Fibra</b>	<b>Grado de Fijación (%)</b>	<b>Descarga en efluentes (%)</b>
Acido	Poliamida	85-95	5-15
Básico	Acrílico	95-100	0-5
Directo	Celulosa	70-95	5-30
Disperso	Poliéster	90-100	0-10
Reactivo	Celulosa	50-90	10-50
Sulfuro	Celulosa	60-90	10-40
Tina	Celulosa	80-95	5-20

Fuente: (Miguel, 2015)

### **3.3 COLORANTES DIRECTOS**

Piña, (2007) afirma que: “Su principal uso es para teñir fibras de algodón, celulosa y viscosa entre otras. La ventaja principal de éstos es que son muy estables a la luz y son solubles al agua”

Su costo no es elevado y están disponibles en una gran variedad de tonos.

#### **3.3.1 Clasificación de los colorantes directos**

Según SDC (Society of Dyers and Colourists) (como se citó en Lockuán, 2012) tenemos las siguientes clases:

- **CLASE A:** Colorante auto igualable a causa de una buena migración del colorante a la fibra. No requieren ningún producto para corregir su buena igualación.
- **CLASE B:** Colorantes que no son auto igualables. Tienen escaso poder migratorio y deben ser aplicados con cuidado pues es difícil corregir la mala igualación inicial.

- **CLASE C:** Colorantes de muy escaso poder migratorio. No igualan con adiciones sistemáticas de sal siendo necesario además el control de la temperatura.

### 3.3.2 Propiedades de los colorantes directos

Los procesos de tintura realizados con estos colorantes presentan las siguientes propiedades:

- Fácil aplicación
- Bajos costos de producción
- Colores brillantes
- Alta afinidad tintórea por la fibra
- Amplio rango de solidez
- Baja solidez a los tratamientos húmedos. (Lockuán, 2012, pág. 83)

### 3.3.3 Colorante Everdirect

Los colorantes Everdirect, tienen el carácter de propiedad directa y se usan ampliamente para varias fibras de celulosa. Estos colorantes pueden lograr una solidez a la humedad altamente fiable en el rayón viscosa (Everlight Chemical Industrial Corporation, 2015).

Everlight Chemical Industrial Corporation, (2015) menciona las siguientes características acerca de los colorantes everdirect:

- Costo - efectividad, excelente acumulación
- Alto agotamiento, alta fijación
- Excelentes propiedades de nivelación
- Alto rendimiento de color
- Lavado fácil
- Aplicación versátil

- Excelente compatibilidad
- Reproducibilidad confiable: "La primera vez correcta"
- Respetuoso con el medio ambiente, lo que lleva a menos tratamiento de aguas residuales

Everlight Chemical Industrial Corporation, (2015) expresa lo siguiente

**Los tintes Everdirect se dividen en cuatro grupos de la siguiente manera: -**

- Everdirect tiene una excelente propiedad de solidez a la luz –
- Everdirect supra tiene excelentes especificaciones de solidez a la luz y a la humedad –
- Everdirect luz tiene sombra brillante en comparación con colorantes reactivos -
- Everdirect Cupro necesita un postratamiento con agente de fijación que contiene cobre para lograr excelentes especificaciones de solidez en húmedo.

**Cantidad recomendada de sal neutra**

*Tabla 9. Cantidad de sal Neutra*

tintes	A*	B*	C*
Profundidad de teñido% o.w.f			
Sombra extremadamente pálida (menos de 0.05%)	0 – 1 g/l	0 – 2 g/l	2 – 5 g/l
Sombra pálida (0.05-1.0%)	1 – 3 g/l	2 – 5 g/l	5 – 10 g/l
Tono medio (1.0-4.0%)	3 – 10 g/l	5 – 10 g/l	10 – 20 g/l
Sombra pesada (más de 4.0%)	10 g/l	20 g/l	20 g/l

Fuente: (Everlight Chemical Industrial Corporation, 2015)

La lista de la tabla se basa en la proporción de relación de baño 1: 30.

**Nota:**

A: tintes que no son tan sensibles a la sal

B: tintes que son moderadamente sensibles a la sal.

C: Colorantes que son muy sensibles a la sal.

### **3.4 COLORANTES REACTIVOS**

“El nombre de colorantes REACTIVOS proviene de la capacidad de reaccionar el colorante con la fibra de celulosa, consiguiéndose una fijación de este, mucho más sólida que la de los colorantes” (Solé, 2016).

#### **3.4.1 CLASIFICACION DE LOS COLORANTES REACTIVOS.**

Según su nivel de reactividad:

- Colorante de baja reactividad (aplicados en caliente a 80-98°C para lograr su fijación)
- Colorante de media reactividad (se fijan a 60°C)
- Colorante de alta reactividad (necesitan temperaturas más bajas de 30-50° C para fijarse) (Lockuán, 2012, pág. 84)

#### **3.4.2 PROPIEDADES DE LOS COLORANTES REACTIVOS**

Presentan las siguientes particularidades:

- Colores vivos y brillantes.
- Son susceptibles al daño por cloro.
- Muestran buenas solidez al frote y al lavado.
- En matices claros presentan una pobre solidez a la luz.
- Preparados en soluciones con agua, luego de un tiempo tienden a hidrolizarse.
- Amplio rango temperaturas de aplicación o Precios relativamente bajos o Tiempos prolongados de aplicación o Mayores costos de aplicación respecto a los colorantes directos

#### **3.4.3 COLORANTE EVERZOL**

Everlight Chemical Industrial Corporation, 2015 (como se citó en la tesis de Tirira, 2017) expresa que:

“El departamento de investigación de Everlight Chemical Industrial Corporation ha desarrollado nuevos colorantes reactivos con alta solidez satisfaciendo las necesidades del mercado, en este grupo están los colorantes Everzol, de sulfona de vinilo y vinilsulfona con base de monoclorotriazina” pags. A-31

### Sal y álcali que se requiere para la tintura con colorantes Everzol

*Tabla 10. Concentración de sal y álcali*

Porcentaje de Colorante Utilizado	Sal Glauber or Sal Común (g/l)		Álcali			Tiempo de Fijación (min)
	Algodón sin Mercerizar	Rayón Viscosa de Algodón Mercerizado	Carbonato de Sodio (g/l)	Carbonato de Sodio (g/l) + Sosa Cáustica (38°B'e ml/l)	NaPoO4 (g/l)	
Bajo de 0.5%	20	10	10	5 + 0.5	6	30
0.5% - 1.0%	30	20	15	5 + 0.5	6	45
1.0% - 2.0%	40	30	20	5 + 1.0	8	60
2.0% - 3.0%	50	40	20	5 + 1.0	8	60
3.0% - 4.0%	60	50	20	5 + 1.0	8	60
4.0% - 5.0%	70	60	20	5 + 1.0	10	60
5.0% - 6.0%	80	70	20	5 + 2.0	10	60
Más de 6.0%	80	70	20	5 + 2.0	10	90

Fuente: (Everlight Chemical Industrial Corporation, 2015)

Según Everlight Chemical Industrial C (2015) afirma que:

(1) Cuando se tintura Everzol Azul Turquesa G y Azul R s/p, Azul BRF 150% y Azul LX, solo se recomienda la sal de Glauber. 40

(2) Para tinturar con Everzol Azul R s/p, la cantidad de sal de Glauber no debe superar los 50 g/ L.

(3) Sosa Cáustica Conc. 38°B'e.

Los colorantes Everzol ED proporcionan las siguientes ventajas:

- **Rentable, eficiente**

- Excelente rendimiento de color y alta fijación.
- Se requieren cantidades más pequeñas de colorantes (aprox. 50-60%) que los colorantes convencionales.
- **Amigable con el medio ambiente**
  - Alta fijación y fácil lavado.
  - Teñido caliente y ahorro de energía, excelente rendimiento
- **Excelente rendimiento de teñido**
  - Excelente rendimiento de tintura de escape con procesos versátiles de teñido
  - Excelente compatibilidad dentro de la gama Everzol y Everzol ED completa
  - Excelente reproducibilidad
  - Solidez confiable



## **CAPITULO IV**

### **4. PROCESO DE TINTURA**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El material textil, luego de los procesos de hilandería y/o tejeduría, presenta el color original de las fibras constituyentes (crudo), ocurre entonces que muchas veces este color debe ser cambiado para que los artículos confeccionados se diferencien entre sí. Para el usuario final todo entra por los ojos, es más, muchas veces hace la elección de una prenda sólo debido a su color, para efectos de combinación y moda, por ello es necesario que el material adquiriera un color según las preferencias del cliente (Lockuán, 2012, pág. 88)

#### **4.2 METODO DE TINTURA**

En términos generales se dan dos formas de tinter una fibra: por afinidad entre colorante y fibra (por agotamiento) y por impregnación de la fibra (por impregnación).

##### **4.2.1 Por agotamiento**

Este proceso de tintura se puede utilizar para las diferentes presentaciones del sustrato textil como son: hilo, fibras y tejido.

En este proceso son las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra lo que hace que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él. Las máquinas para este proceso realizan una acción mecánica que actúa sobre el material textil, el baño o sobre ambas a la vez, es decir, la solución en movimiento y el material textil estático. (Peñafiel, 2011)

Estos sistemas y máquinas de tintura se caracterizan por producirse una disminución de la cantidad de colorante del baño de tintura (agotamiento), y a un aumento de la concentración de éste en la materia a teñir (Solé, 2016)

Diremos que, al final de la tintura, cuanto menos colorante quede en el baño, mayor agotamiento tendremos.

#### 4.2.2 Etapas de tintura por agotamiento

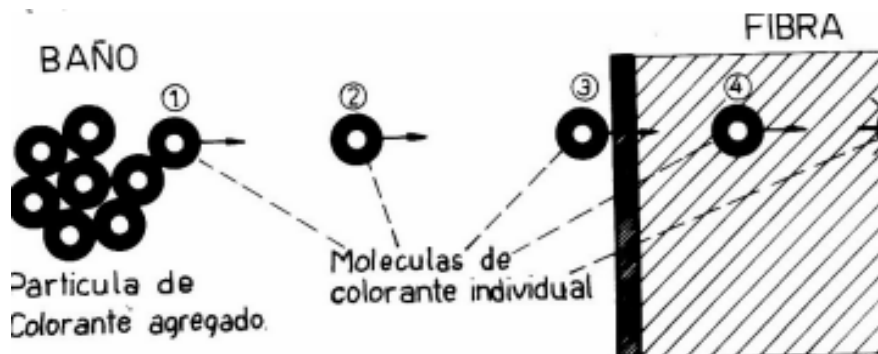
Solé, (2016) distingue las siguientes etapas

- Preparación del baño de tintura.
- Transferencia del colorante desde el baño de tintura hasta la materia textil.
- Fijación química o física del colorante en la fibra.
- Lavado y aclarado.
- Secado.

Las moléculas de colorante pasan por las siguientes etapas en el proceso de tintura:

- **DIFUSIÓN** o movimiento de la molécula de colorante, de la fase líquida hacia la fibra textil.
- **ADSORCIÓN** o paso del colorante del baño a la superficie fibra.
- **FIJACIÓN** o movimiento de la molécula de colorante desde la superficie de la fibra hacia su interior, estableciéndose los enlaces entre fibra y colorante.

Esto se puede representar de la siguiente manera:



*Figura 3. Representación gráfica de tintura por agotamiento*

Fuente: (Solé, 2016)

### 4.3 MAQUINA DE TINTURA

### 4.4 PARAMETROS QUE INFLUYEN EL PROCESO DE TINTURA

#### 4.4.1 Afinidad

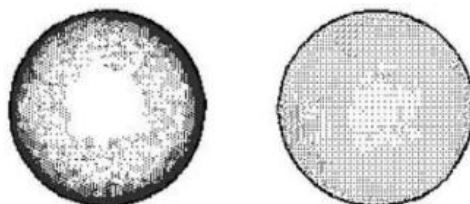
La afinidad al ser expresada en términos de potencial químico indica la fuerza de atracción existente entre el colorante y la fibra expresada como unidad de trabajo (Villegas, 2012, pág. 8).

Generalmente también es directamente proporcional al peso molecular (tamaño molecular) del colorante. La afinidad es por lo tanto una condición estrictamente relacionada con la composición química del colorante y la fibra (Lockuán, 2012, pág. 33)

Raimondo (química textil) define que: “La afinidad de los colorantes disminuye a medida que se eleva la temperatura”

El factor de afinidad es un parámetro de gran complejidad y no es una simple propiedad del colorante, ya que depende de la naturaleza del colorante, de las características del sistema de foulardado, de la estructura del tejido, de las propiedades de la fibra y de las características del sistema de tintura (electrolitos, pH, temperatura, etc.) siendo difícil el calcular su valor debido a la falta de conocimientos fundamentales de las propiedades de los colorantes a las concentraciones usadas en el foulardado (Cegarra, Puente, Pepió, & Azuaga, 1987, pág. 50)

En el siguiente grafico de vista transversal podemos observar la afinidad de la fibra con el colorante:



**Figura 4.** *Mala Afinidad*      *Buena Afinidad*

Fuente: (Lockuán, 2012)

#### **4.4.2 Relación de baño**

Pérez López, (2001) en su tesis magistral expresa que: “Por relación de baño (RB) se entiende la relación existente entre la cantidad de materia a teñir y el baño utilizado” págs. 51

Mientras más grande es la relación de baño menor es la cantidad de colorante que es adsorbido por la fibra antes de añadir el álcali y es mucho más despacio el ingreso del colorante luego de la adición. Aumentar la relación de baño implica disminuir los agotamientos principalmente de los colorantes de baja afinidad como los diclorotriacina, y provoca variaciones de intensidad y de matiz (Villegas, 2012, pág. 18)

#### **4.4.3 Temperatura**

El agotamiento del baño de tintura aumenta cuando se disminuye la Temperatura y la velocidad de la tintura disminuye al disminuir la temperatura. Al elevarse la temperatura el equilibrio sustantivo se desplaza hacia el agua, por lo que solo mediante una adición de sal se logra establecer una proporción favorable (Villegas, 2012)

. En los colorantes el aumento de temperatura de teñido aumenta la fijación. Por lo general la temperatura se irá aumentando de 1 a 1,5 °C por minuto, hasta llegar a la temperatura necesaria (Obando, 2013)

#### **4.4.4 pH**

El pH o potencial de hidrógeno es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.

La acidez o alcalinidad de un baño de tinte afecta de manera determinante el resultado del teñido e incide en su éxito final. Por ello es muy importante controlar el pH que permite clasificar el líquido como ácido, neutral o alcalino. Es importante utilizar una escala del 1 al 14 en la cual del 1 al 6 indica un ácido, el 7 es neutral y del 8 al 14 son alcalinos (Obando, 2013)

#### **4.4.5 Tiempo**

Villegas, (2012) menciona que: “El tiempo de tintura debe adaptarse en función de alcanzar la fijación completa considerando la temperatura de teñido y el tipo de álcali” págs. 20

Reyes, s.f en su artículo de la revista Cromos titulado “Avances en el teñido por agotamiento con colorantes reactivos sobre fibras celulósicas” (como se citó en Villegas, 2012) expresa que:

“El tiempo de tintura está limitado hacia abajo en el sentido de que, si el proceso de montaje y fijación es demasiado rápido, las tinturas fácilmente pueden resultar desiguales. Lo cual deberá evitarse siempre, pues el colorante fijado ya no podrá igualarse y las tinturas deberá ser desmontadas, si se desea corregirlas”

#### **4.4.5 Auxiliares**

Los productos auxiliares aseguran la estabilidad ya sea del sustrato textil o del colorante durante el proceso de tintura (González, Fontalvo, Álvarez, & Restrepo, 2014)

Según *Lockuán, (2012)*: “Los productos auxiliares empleados son”:

- **Humectantes**

Reducen la tensión superficial en la preparación facilitando la saponificación y ayudando a la penetrabilidad del colorante dentro de la fibra. El uso de los humectantes depende del proceso de teñido, de la naturaleza y condición del material a teñir.

- **Emulsionantes**

Ayudan a eliminar aceites y grasas, manteniéndolas lejos del sustrato.

- **Detergentes**

Los detergentes son mezclas de sustancias no iónicas y/o aniónicas que actúan sobre la tensión superficial de los baños de tratamiento con el fin de deshacer y eliminar la suciedad de los sustratos. Una característica adicional de los detergentes es su capacidad de eliminar suciedades de tipo

oleoso. Además de sus propiedades principales, los detergentes también deben vigilar la formación de espuma y sus características humectantes para poder ser usados en las máquinas actuales.

- **Dispersantes**

Con la aplicación de dispersantes es posible mantener el colorante en foulard y baños de tintura en fina dispersión e impedir precipitados molestos.

- **Igualadores**

Los igualadores ayudan a la penetración del baño de tintura en el sustrato, mejoran la uniformidad del agotamiento y evitan las des igualaciones del color.

- **Secuestrantes**

Todas las fibras vegetales, y dependiendo de la procedencia geográfica, contienen más o menos cantidades de metales pesados y alcalinotérreos. Para una preparación sin problemas, estas sustancias deben eliminarse del sustrato con la ayuda de productos secuestrantes y procesos especiales como el desmineralizado y/o la adición de secuestrantes en los procesos de lavado y blanqueo.

- **Antiespumantes**

Los materiales textiles retienen aire por su propia naturaleza y construcción. Este aire debe ser expulsado de las fibras para facilitar la humectación del material y facilitar los tratamientos en húmedo. Además, esta aportación de aire es la responsable de la formación de espuma especialmente en los tratamientos en máquinas de alta velocidad y elevada turbulencia. Con la adición de desaireantes/antiespumantes, la tensión superficial entre el baño de tratamiento y el sustrato se reduce provocando una humectación espontánea del material sin presencia de espuma.

- **Anti-quebres**

Los productos anti-quebres confieren buenas propiedades deslizantes y reducen el efecto mecánico sobre el material en todos los procesos en húmedo necesarios para su tintura. La mejor circulación del material ayuda a evitar las arrugas, marcas de abrasión y otros daños mecánicos indeseables. Las materias primas apropiadas de base son aceites naturales, lecitinas y polímeros de elevado peso molecular.

- **Anti migrantes**

Se usan en los procesos de teñido a la continua, donde el control durante la etapa de secado es crucial. La termo migración del colorante puede causar alteraciones en el matiz final como veteados, diferencias de matiz entre los orillos y el centro del tejido, efecto de cara y baja solidez al frote. Estos productos impiden la migración del colorante a la superficie durante el secado

#### **4.4.1 Autoclave**

En todas estas autoclaves, el baño de tintura se mantiene circulando por medio de bombas centrífugas o helicoidales: estas bombas deben mantener la solución circulando a través del sustrato, de modo que la superficie de la fibra esté saturada con el colorante (Lockuán, 2012, pág. 48)

Solé, (2016) en su documento “Tipos de Maquinaria”, expresa lo siguiente:

Las autoclaves son conocidas como maquinarias de alta temperatura HT. Trabajan en sistema cerrado, sometido a presión. Se utilizan fundamentalmente, en las tinturas de poliéster, que requieren temperaturas del orden de 130°C y sus principales características son las que se describen a continuación:

- Trabajar en circuito cerrado para evitar cavitación de la bomba.
- La bomba debe tener caudal y presiones suficientes para todo tipo de empaquetados.

- Deben poder cambiar el sentido de circulación de baño, sin que se creen golpes de ariete que puedan deformar el empaquetado.
- Deben disponer de un sistema de presión, que asegure una presión estática suficiente.
- Disponer de dispositivos para la toma de muestras y adición de productos, a altas temperaturas.
- Ser capaces de controlar tanto las subidas como las bajadas de temperatura de tintura, que imponga el correspondiente proceso.
- Porta materias perforado adecuadamente, que permita la circulación homogénea del baño de tintura a través del empaquetado.



**Figura 5.** Autoclave de laboratorio, ModeloRHS-24

Fuente: (Vega, 2018)



## 4.5 CURVA

En general, los procesos por agotamiento deben ser ejecutados rigurosamente conforme las instrucciones del técnico de tintorería. Muchas veces estas instrucciones vienen en forma de grafico donde en el eje de las abscisas se indican las unidades de tiempo, y en el de las ordenadas, la temperatura. Una línea continua muestra el proceso que se lleva a cabo (Lockuán, 2012, pág. 40)

Gracias a estos diagramas podemos observar:

- Un punto inicial del proceso (temperatura de inicio y tiempo 0)
- La velocidad de subida o descenso de la temperatura en un tiempo determinado (gradiente de subida o bajada)
- El tiempo de permanencia en una temperatura dada
- La adición de productos
- Procesos complementarios (Lockuán, 2012, págs. 40-41).

## 4.6 PROCESOS POSTERIORES

### 4.6.1 *Solidez al lavado*

Existe un numero variado de solideces a las que se somete un textil tinrurado con el objeto de mejorar la calidad del producto final.

Anonimo, (2017) en su página web denomina que la “Solidez” a la resistencia que presenta el textil teñido a cada uno de los agentes que son capaces de modificar su color original (cambio de color) y/o originar un manchado sobre un testigo blanco (transferencia de color). Los distintos agentes que puede producir alteraciones en el color de los textiles se pueden agrupar desde varios puntos de vista:

- Alteración por agentes que actúan regularmente en el proceso de manufactura (blanqueo con peróxido de hidrogeno, blanqueo enzimático, tratamientos térmicos, acabados funcionales, etc.).
- Alteración por la vida activa del textil durante el uso del textil por el consumidor final (lavado doméstico, frote, sudor, luz, agua de mar, agua clorada, etc.) (Anonimo, 2017)

## CAPITULO V

### 5. EQUIPO Y NORMAS

#### 5.1.1 AATCC Método de prueba 61-2003

#### SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO, HOGAR Y COMERCIAL: ACELERADO

##### *5.1.1.1 Objetivo y alcance*

Estas pruebas de solidez al lavado sirven para evaluar la estabilidad del color de los textiles que deben resistir lavados frecuentes, la pérdida de color del tejido y los cambios en su superficie que generan los detergentes, así como la acción abrasiva que emulan en una prueba de 45 minutos.

Las muestras se prueban bajo condiciones adecuadas de temperatura, solución detergente y acción abrasiva, de modo que el cambio de color simule al que ocurre en el lavado en casa o comercial.

##### *5.1.1.2 Aparatos y Materiales*

- Máquina de lavar (Autowash)
- Recipientes de acero inoxidable para el Autowash de 500 ml.
- Esferas de acero inoxidable de 0.6 cm de diámetro.
- Tejido de prueba multifibra N°10 DW, con bandas de Acetato, Algodón, Nylon, Poliéster, Acrílico y Lana.
- Detergente de Referencia estándar WOB sin agente fluorescente de blanqueo y sin fosfato.
- Agua desionizada.
- Muestra a evaluar.

### 5.1.1.3 Condiciones

*Tabla 11. Condiciones de las pruebas de solidez al lavado*

Prueba	1A	2 <sup>a</sup>	3A
Temperatura °C	40	49	71
Detergente gr/lt	5	2	2
Volumen de solución ml	200	150	50
Número de esferas de acero	10	50	100

Fuente: (American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC), 2006)

### 5.1.1.4 Procedimiento

- Se prepara la muestra de la siguiente manera: se corta un rectángulo de 5 x 15 cm del artículo a evaluar; preparar una muestra de multifibra de 5 cm de ancho, engrapar el tejido de multifibra centrado a lo largo de un canto de 15 cm de la muestra a evaluar; en contacto con la cara de ésta, unir la banda de lana de tal manera que quede en la parte superior de la muestra para evitar la pérdida de fibra.
- Prepare una solución de detergente (detergente sin agente fluorescente de blanqueo ni fosfato), como se indica en la tabla 5.
- Para las pruebas 1A, 2A, 3A, ajuste la máquina de lavar (Autowash) a la temperatura indicada. Y en los vasos de acero inoxidable (uno por cada prueba) adicione la cantidad de la solución de detergente y el número de esferas de acero inoxidable de 0.6 cm de diámetro señalado en la tabla 5, precaliente esta solución por lo menos 2 minutos.
- Para cualquiera de las pruebas una vez precalentados los recipientes introduzca las muestras bien arrugadas y eche a andar la máquina lavadora durante 45 minutos.
- Después de transcurrido el tiempo de prueba, retire los envases de la máquina lavadora y enjuague bien las muestras con agua desionizada, deje secar las muestras al ambiente.

- Prepare las muestras para su evaluación, cortando los bordes deshilachados y retirando las fibras sueltas de la superficie con la parte adhesiva de una cinta de celofán.
- Una vez preparada la muestra se procederá a su evaluación instrumental mediante el Data Color o Espectrofotómetro y la escala de grises. Para evaluar el cambio de color de las fibras de la multifibra se usará la escala de Grises para el Manchado y para evaluar el cambio de color de las telas de prueba se usará la escala de Grises para el cambio de color.

## **5.2 EQUIPO**

### **5.2.1 Espectrofotómetro**

#### **5.2.1.1 Generalidades**

Los espectrofotómetros son dispositivos de medición del color que se usan para capturar y evaluar el color. Como parte de un programa de control del color, los propietarios de marcas y los diseñadores los usan para especificar y comunicar el color, y los fabricantes los usan para supervisar la precisión del color en toda la producción (x-rite/Pantone, s.f.)

A través de esta, podemos cuantificar de manera práctica el color de tal manera que, en vez de informar cualitativamente acerca de las características de este, se va a realizar a través de los números. Para este tipo de tecnología se requiere de un Espectrofotómetro, que será el responsable de la medición del color, y un software que servirá para interpretar la medición y que pueda ser representada a través de números. (Química Suiza Industrial, 2014).

A continuación, se puede observar el esquema general del equipo:



**Figura 6.** *Espectrofotómetro Color-i5 x-rite*

Fuente: (x-rite/Pantone, s.f.)

#### **5.2.1.2 Características del espectrofotómetro color-i5**

Las características mencionadas en el sitio web (Grupo Metrolab Internacional, s.f.) son las siguientes:

- Es la solución de mesa perfecta para medición de una amplia gama de muestras en laboratorios con gran demanda de trabajo.
- El instrumento le ofrece una conectividad perfecta para que pueda trabajar “según la demanda” con cualquier cliente o proveedor, lo que reduce los tiempos de desarrollo y de puesta en marcha de comercialización.
- Ajuste de UV automatizado para medir con facilidad las muestras aclaradas ópticamente. (Blanqueador óptico).
- Orientación horizontal o vertical de las mediciones le ofrece comodidad y mejora la exactitud.
- NetProfiler incorporado un sistema integral que supervisa el rendimiento del instrumento y puede calibrarlo y certificarlo sin la necesidad de servicios adicionales.

### 5.2.1.3 Especificaciones técnicas del espectrofotómetro color-i5

La siguiente tabla contiene las especificaciones técnicas del equipo:

**Tabla 12.** Especificaciones Técnicas de x-rite color i5

<b>DETALLES TÉCNICOS X-RITE COLOR-i5</b>	
Geometría Óptica	d/8°
Repetibilidad	0,03 RMR $\Delta E$ CIELAB
Acuerdo inter-instrumental	0.15 Avg. $\Delta E$ CIELAB**
Iluminación	Xenón Pulsado
Rango Espectral	360 nm a 750nm
Intervalo de longitud de onda	10 nm
Rango Fotométrico	0.0% a 200% reflectancia
Aperturas Medición:	
• Larga (LAV)	25mm
• Mediana (MAV)	10mm
• Pequeña (SAV)	6mm
Resolución Fotométrica	0.01%
Temperatura (operación)	10°C a 35°C
Humedad Relativa	20 a 80% no condensada
Tiempo de Medición	2.5 segundos
Requerimientos eléctricos	117VAC/50-60Hz 230VAC/50-60Hz
NetProfiler	Habilitado
Interfase de Comunicación	USB/RS232
Dimensiones:	
• Alto	25cm (10 pulgadas)
• Ancho	23 cm (9 pulgadas)
• Largo	47 cm (18 pulgadas)

Fuente: (Grupo Metrolab Internacional, s.f.)

## 5.3 NORMAS

### 5.3.1 Norma ISO 105-A02

Escala de Grises para la evaluación del cambio del color.

(Mejia, 2015) expresa lo siguiente sobre esta norma:

#### 5.3.1.1 Objetivo y alcance

La escala de grises sirve para evaluar los cambios que sufre el color en los materiales teñidos (hilo, tela) y pruebas para la firmeza del color.

### 5.3.1.2 Aparatos y Materiales

La escala se compone de 9 pares de fichas color gris

### 5.3.1.3 Condiciones

Las condiciones de evaluación con la escala de grises se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 13.** Evaluación en la escala de grises

Evaluación	Resultado
<b>5</b>	Excelente
<b>4-5</b>	Muy buena
<b>4</b>	Buena
<b>3-4</b>	Regular Buena
<b>3</b>	Regular
<b>2-3</b>	Mediana
<b>2</b>	Baja
<b>2-1</b>	Deficiente Mala
<b>1</b>	Muy mala

Fuente: (Vega, 2018)

### 5.3.1.4 Procedimiento

Cada una tiene una diferencia y un contraste visual. La solidez se califica de la siguiente manera, del 5 al 1:

Grado 5 = no hay cambios apreciados a simple vista (es la mejor calificación)

Grado 1= cambios drásticos apreciados a simple vista (es la peor calificación)



## **PARTE PRACTICA**

### **CAPITULO VI**

#### **6. METODOLOGÍA**

En este capítulo se determina los métodos de investigación utilizados para la evaluación de la intensidad de color y transferencia de color de las fibras de bambú y algodón. La investigación se realizará en tres fases: en la primera se seleccionará y determinará el número de muestras de telas de fibras de algodón y bambú; y también de los colorantes tanto directos como reactivos, una vez seleccionadas las muestras de telas de fibras de bambú y algodón y los cuatro colores de colorantes directos y reactivos se procederá a realizar el proceso de tintura. En la segunda fase se realizó las pruebas de solidez al lavado.

En la tercera fase se procederá a medir la intensidad mediante el sistema cielab y el cambio de color en el Espectrofotómetro (escala de grises) de las telas de fibra de bambú y telas de fibra de algodón tinturadas con colorantes directos y reactivos procedentes de la prueba de solidez al lavado y mediante un análisis comparativo se evaluará los resultados de las dos clases de fibras. Todas estas actividades realizadas en esta investigación se indican en la figura7.

##### **6.1 Métodos de Investigación**

Esta investigación que evaluará la intensidad de color las fibras de algodón y las fibras de bambú en tejido de punto con colorantes directos y reactivos será exploratoria, es decir no está basada en modelos de investigación similares. El motivo por el que no se basó en ningún modelo es debido a que no existen estudios que evalúen comparativamente el comportamiento de las fibras de algodón y bambú frente a la tintura con los colorantes directos y reactivos evaluadondo su color en el espectrofotómetro mediante el sistema Cielab, posteriormente sometidos a pruebas de solidez

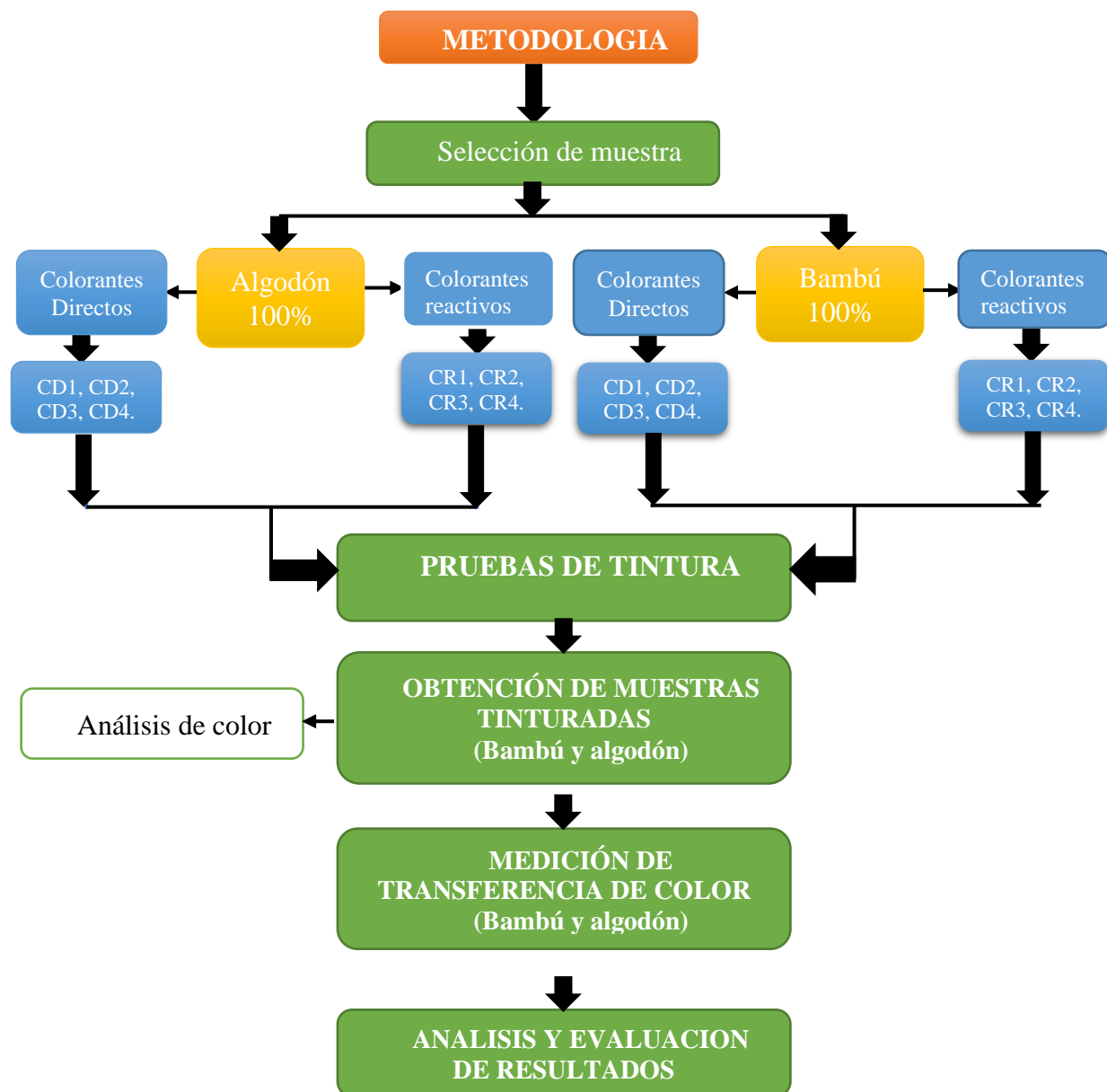
al lavado. Para el desarrollo del tema además del método exploratorio se tomó en consideración los métodos experimental y comparativo.

En cuanto a la aplicación del método experimental en este trabajo de investigación, se procederá a realizar las pruebas de tintura que posteriormente se someterá a la prueba de solidez al lavado, y con el método comparativo se analizarán los resultados Espectrofotométricos de cambio de color e intensidad de color que está relacionado en el sistema Cielab a la fuerza del color. La evaluación comparativa se desarrollará primeramente de las muestras tinturadas con colorantes directos y reactivos, en el espectrofotómetro mediante el sistema Cielab, en cuanto al análisis de cambio de color de la degradación de lavado se evaluara mediante la escala de grises de los dos tipos de fibra; al final se evaluará comparativamente la intensidad y cambio de color entre la fibra de bambú y la fibra de algodón.

Para realizar las pruebas de lavado, este trabajo de investigación se basó en la norma **AATCC METODO DE PRUEBA 61-2006 SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO, HOGAR Y COMERCIAL: ACELERADO** que en su método de prueba **2A** especifica que esta prueba es para evaluar la resistencia del color al lavado de textiles que se espera que resistan el lavado repetido a baja temperatura en la casa o en la lavandería comercial. Las muestras sometidas a esta prueba deben mostrar un cambio de color similar al producido por cinco lavados comerciales a  $38 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{F}$ ) o por cinco lavados a máquina en casa a temperatura media o cálida en el rango de temperatura de  $38 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{F}$ ).

Las pruebas de tintura se realizaron en el laboratorio de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, para lo cual se utilizará tela de punto 100% algodón y tela de punto 100% bambú, es así que a la materia prima se le tinturará con colorantes directos y reactivos en 4 tonos diferentes seguidamente se procederá a realizar la prueba de solidez al lavado, se hará la

medición de cambio de color y transferencia de color con la escala de grises y finalmente se analizará los resultados obtenidos.



*Figura 7. Etapas de la Investigación*

## **6.2 DISEÑO MUESTRAL**

Esta investigación se centrará en la fase de proceso de tintura, principalmente en la evaluación de intensidad de color mediante el sistema cielab y el cambio de color de las pruebas de solidez al lavado mediante medidad en la escala de grises, que dará como resultado a analizarse el cambio de color las cuales finalmente se someterán a una comparación cuantitativa. Para cada uno de los casos de tintura se seleccionarán cuatro colores diferentes en los dos tipos de colorantes, la selección de colorantes se lo realizo debido a que son los más utilizados en el campo de la Industria textil para la tintura de algodón.

### **6.2.1 Recopilación de la Información**

La información que se obtuvo para el desarrollo de este trabajo fue de fuentes secundarias basadas en estudios realizados sobre la tintura de fibras celulósicas como el algodón la misma información se aplicó a la tintura de fibra de bambú al ser esta también una fibra de origen natural vegetal (celulósica), colorantes reactivos y directos, norma técnica de evaluación de intensidad de color relacionada a pruebas y análisis de solidez al lavado, y demás temas relacionados a la investigación.

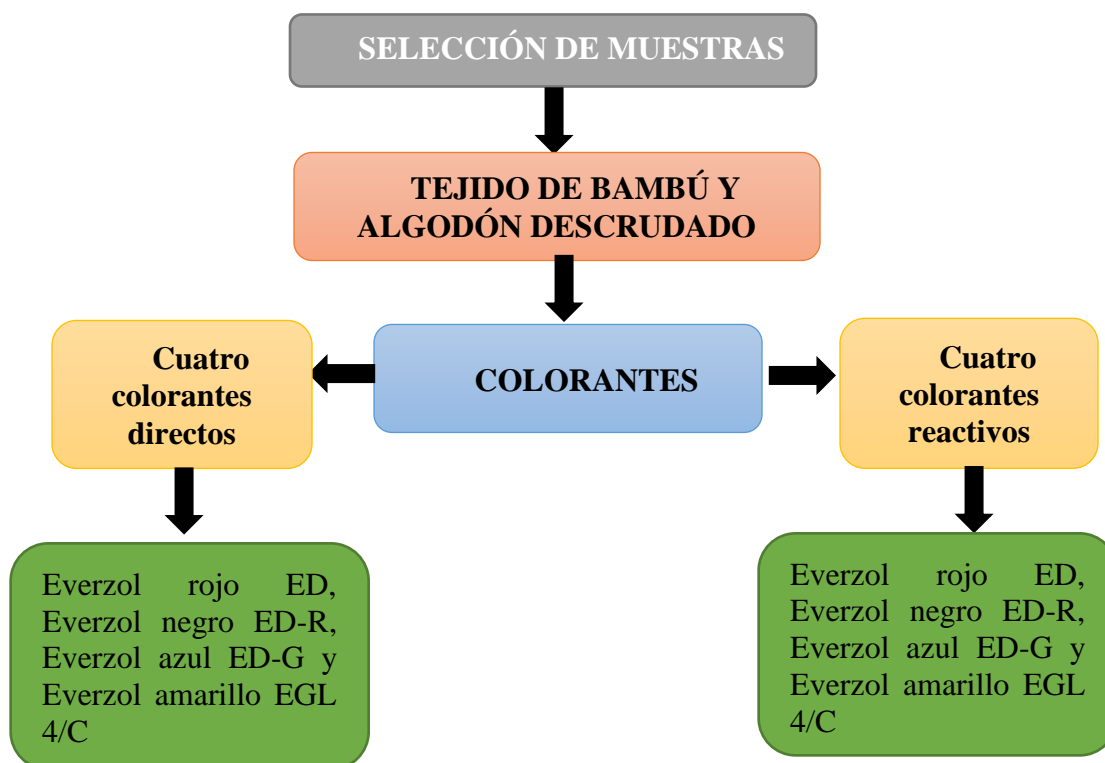
### **6.2.2 Selección de la muestra**

La selección del número de muestras de tintura se realizará en base al número de colorantes a utilizarse para cada tipo de fibra. Para el caso de los colorantes se tomó en consideración los colores primarios como son el rojo, azul, negro y amarillo debido a que existen un sin número de colorantes directos y reactivos ya sea de diferentes casas comerciales, de diferente composición química, entre otras especificaciones y en el caso de los colorantes reactivos existen de diferente reactividad es por lo que se decidió trabajar con los tonos más comunes.

Para el proceso de tintura con colorantes directos se utilizaron los siguientes Everdirect amarillo PG, Everdirect azul FFRL, Everdirect escarlata 4BS y Everdirect negro 1000%, con estos colorantes se puede teñir fácilmente y además tienen una buena afinidad entre el colorante y la fibra.

Por otra parte, para el caso de los colorantes reactivos se utilizaron los siguientes Everzol rojo ED, Everzol negro ED-R, Everzol azul ED-G y Everzol amarillo EGL 4/C, estos colorantes cuentan con una amplia gama de colores y excelentes solidez.

En el siguiente esquema gráfico se puede apreciar la secuencia de selección de muestra:



*Figura 8. Esquema de selección de muestras*

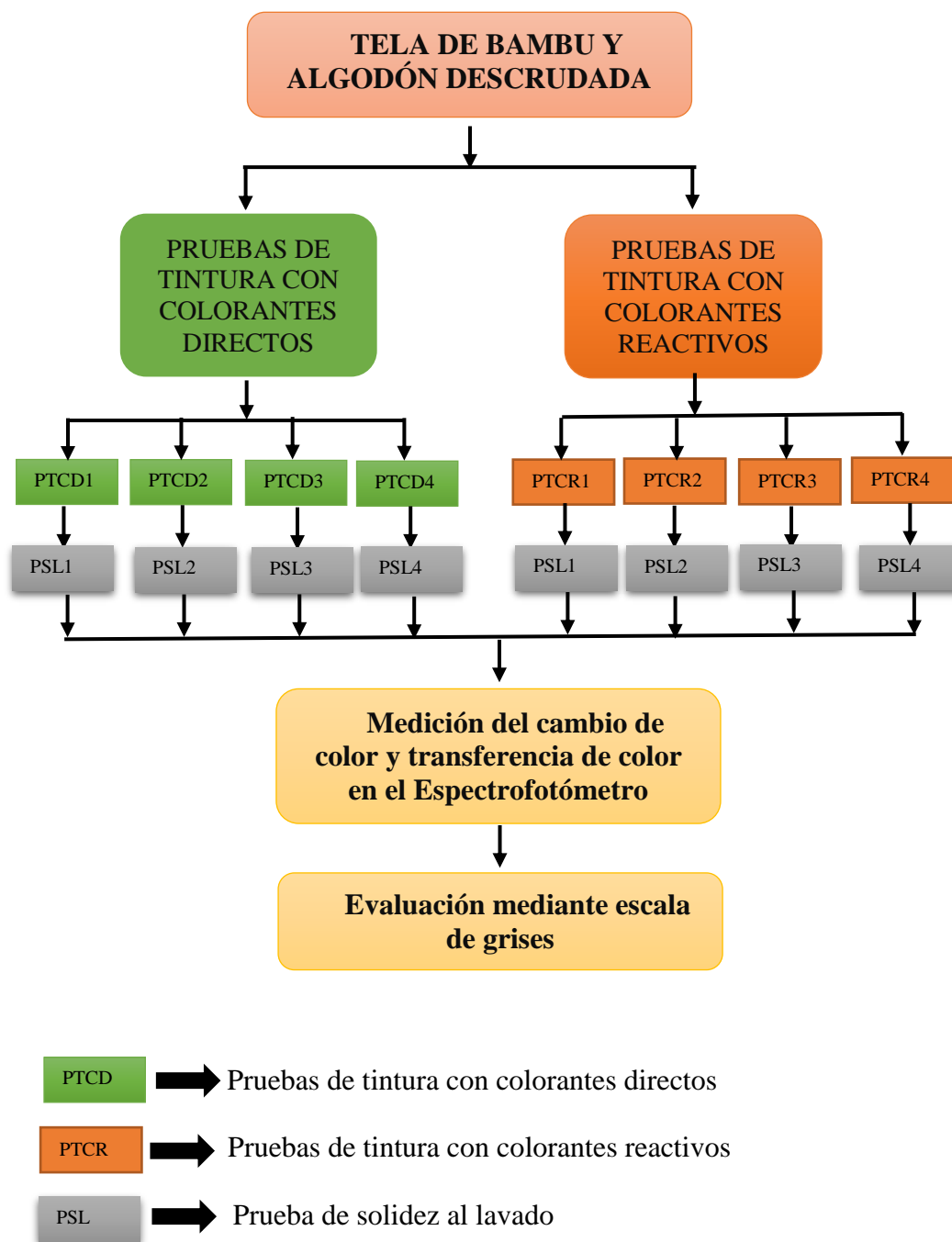
### 6.3 METODOLOGÍA DE CAMPO

A partir de los tejidos de punto de fibra de algodón y fibra de bambú previamente descrudadas, las cuales se utilizarán para las pruebas de tintura, primeramente, los tejidos tanto de fibra de

bambú como los tejidos de fibra de algodón serán teñidos con colorantes directos y colorantes reactivos en cuatro colores, seguidamente se procederá a realizar el análisis espectrofotométrico del color, luego las pruebas de solidez al lavado para cada tipo de fibra. Las muestras derivadas del proceso de solidez al lavado serán analizadas en el espectrofotómetro mediante la escala de grises que medirá el cambio de color de los tejidos de fibra de bambú y fibra de algodón. La evaluación comparativa final de resultados se realizará a las pruebas provenientes del equipo Espectrofotómetro.

En la figura 18 se visualiza el procedimiento seguido de la investigación de campo, se observa que las pruebas de tintura se realizarán con la misma materia prima descrudada tanto de bambú como la de algodón, y en los dos tipos de fibra se realizará cuatro ensayos con colorantes reactivos (amarillo, azul, rojo y negro) y cuatro ensayos con colorantes directos (amarillo, azul, rojo y negro). También se observa que de cada ensayo de tintura se realizará el análisis del color con el sistema Cielab y la medición de cambio del color con la escala de grises

En la fig. 14 se detalla el procedimiento seguido en el avance de la investigación de campo, se demuestra que las pruebas de tintura se hicieron con la misma materia prima, previamente tratada; se realizarán 4 ensayos con colorantes directos y 4 ensayos con colorantes reactivos tanto para tejidos de fibra de algodón como para tejidos de fibra de bambú. También se puede observar que a cada ensayo de tintura se le realizará el proceso de solidez al lavado, las muestras provenientes de este proceso serán analizadas mediante espectrofotómetro arrojando resultados de cambio de color y degradación de color que serán medidos mediante escala de grises.

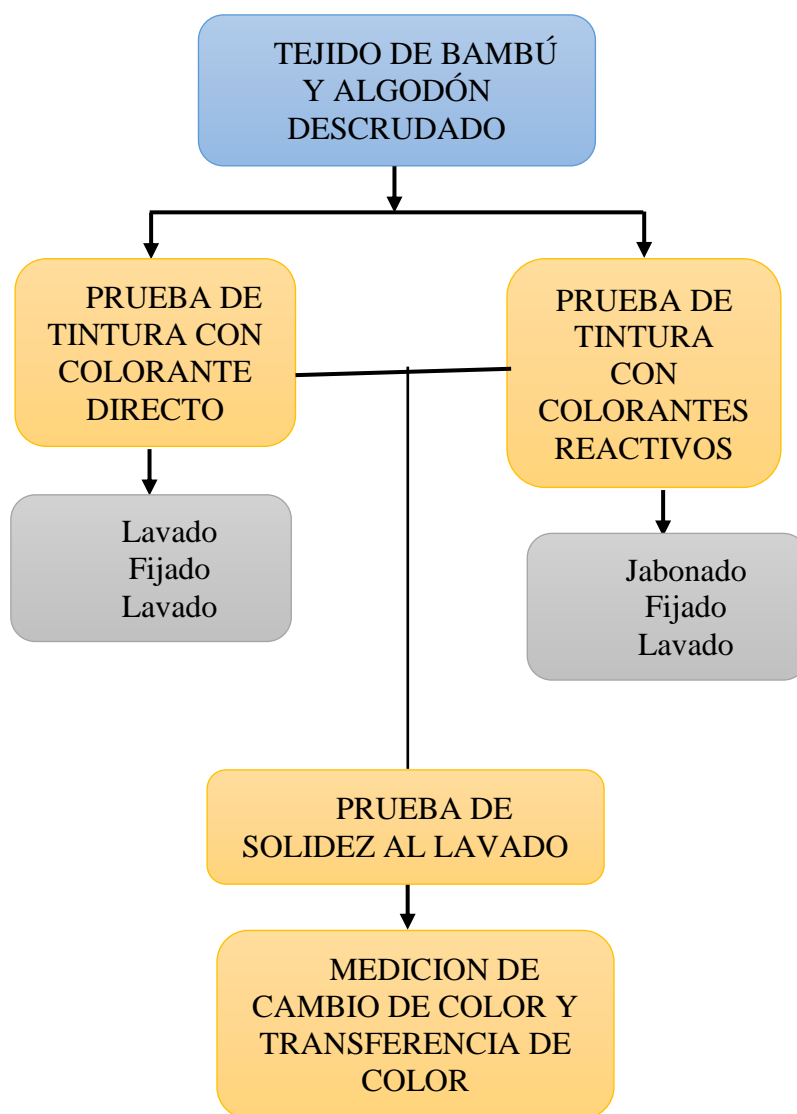


**Figura 9.** Estructura del proceso de investigación de campo

El total de muestras sometidas a ensayos de tinción, solidez al lavado, medición de cambio de color y transferencia de color serán de 16 muestras que arrojarán resultados para análisis posteriores.

### 6.3.1 Proceso de tintura

Las pruebas de tintura de los tejidos de punto de fibra de bambú y fibra de algodón se realizarán en la máquina de laboratorio Autoclave. Para el caso de estudio se realizarán 16 ensayos, 4 con colorantes directos y 4 con colorantes reactivos en los dos tipos de fibra. Los colorantes utilizados en este proceso serán adquiridos de una casa comercial de químicos.



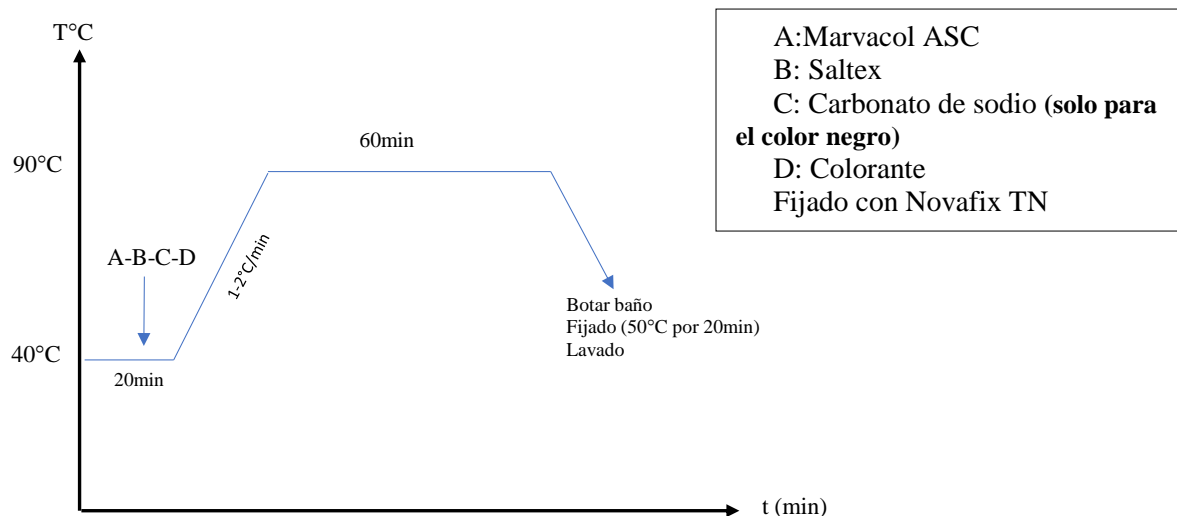
*Figura 10. Esquema del proceso de tintura y procesos posteriores*



El peso total del tejido de algodón que se utilizara es de 80g, peso que será dividido para 8 muestras, es decir cada muestra de algodón será de un peso de 10g. Se utilizará la misma curva de tintura para todas las pruebas al igual que la relación de baño que será de 1:10; es decir, que para este proceso se utilizarán 800ml de agua.

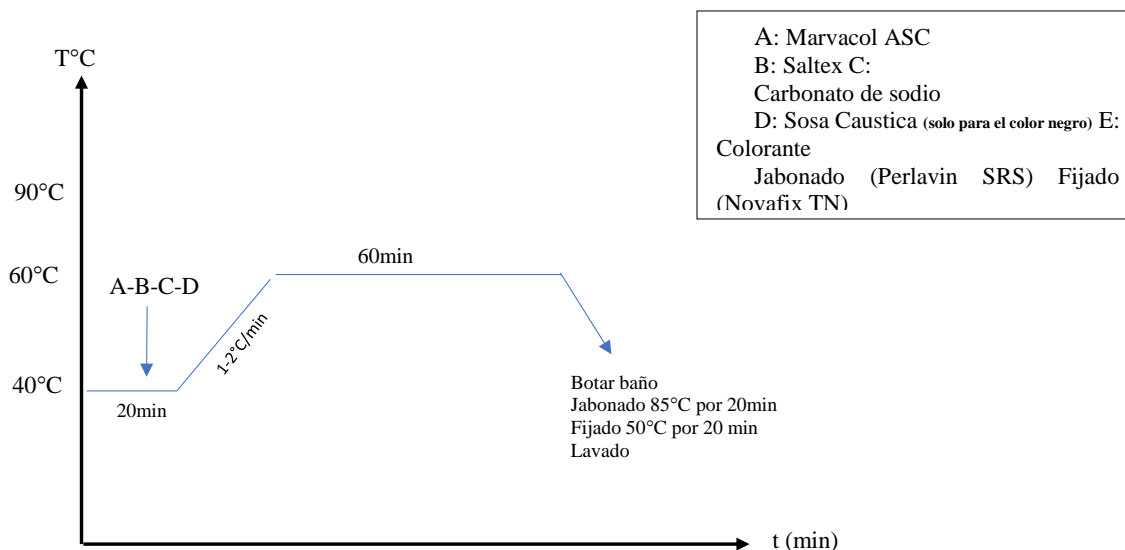
Por otro lado, el peso total de tejido de bambú que se utilizará es de 136gr, distribuida en 8 muestras de 17g cada una. Se utilizará la misma curva de tintura para todas las pruebas al igual que la relación de baño que será de 1:10; es decir, que para este proceso se utilizarán 1360ml de agua. Para los 16 ensayos de tintura se utilizará la misma materia prima previamente procesada (descrudada). En la figura 9 se muestra el proceso de tintura de las fibras.

Para las pruebas de tintura con colorantes directos se utilizará una misma curva tanto para las fibras de bambú como para las de algodón, de igual manera para las pruebas de tintura con colorantes reactivos se utilizará una misma curva de tintura tanto para el tejido de bambú como para el tejido de algodón. Como se puede apreciar en las figuras 10 y 11 respectivamente:



**Figura 11.** Curva de proceso de tintura con colorante directo

Como se puede observar en la curva de tintura tanto auxiliares como colorantes se colocarán al inicio del proceso. Una vez preparada la receta se deberá elevar la temperatura con una gradiente de  $1-2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  durante 20 min hasta llegar a la temperatura de  $90^{\circ}\text{C}$ , donde el proceso se mantendrá por 60 min, luego se botará el baño para proceder con el fijado que se realizará a  $50^{\circ}\text{C}$  por 20 min y para finalizar el proceso se lavará las muestras.



**Figura 12.** Curva de tintura con colorantes reactivos

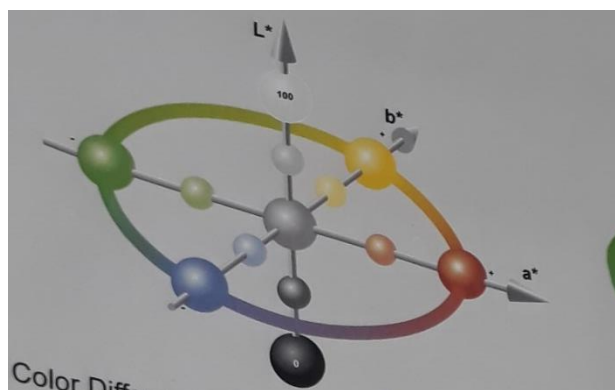
En la curva de tintura con colorantes reactivos se observa lo siguiente: se adicionarán auxiliares y colorantes al principio del proceso. Luego se procederá a subir la temperatura de  $1-2^{\circ}\text{C}$  por 20 min hasta llegar a los  $60^{\circ}\text{C}$  donde se mantendrá por 60 min, una vez cumplido este tiempo se procederá a bajar la temperatura a  $40^{\circ}\text{C}$  en 20 minutos, se botará el baño de tintura. Seguidamente se procederá a realizar el jabonado a  $85^{\circ}\text{C}$  por 20 min, se lavará las muestras, se fijará por 20 min a  $50^{\circ}\text{C}$  finalizando con un lavado.

Las pruebas realizadas tendrán una igualdad de condiciones debido a que la autoclave de laboratorio es digital y automático, donde se permitirá ingresar la curva de tintura siguiendo así un proceso similar para todas las muestras.

### 6.3.2 Análisis comparativo de la Intensidad de color mediante el sistema Cielab

Después de haber tinturado las muestras se somete a las muestras a un análisis espectrofotométrico del color. El análisis se realiza comparando la fibra de bambú con respecto a la fibra de algodón. Posteriormente se detallará los resultados obtenidos de este análisis mediante el sistema Cielab. A continuación, tenemos los valores de  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  y el % STR-SWL que serán los datos tomados en cuenta para la evaluación de resultados.

Un sistema de análisis de color Cielab que está conformado de 4 cuadrantes divididos en colores que son: el rojo, amarillo, verde y azul, siendo los valores positivos pertenecientes al cuadrante de superior y los valores negativos pertenecientes al cuadrante inferior.



*Figura 13. Vista sistemática Cielab*

Donde:

**L**: me determina que tan claro o que tan oscuro es la muestra , los claros se los reconoce con la **L** de light (claro) y los oscuros con la letra **D** de dark (oscuro).

**a\***= matiz de color entre el verde y rojo

**b\***= matiz de color entre el azul y el amarillo.

**c\***= claridad de color.

**%STR-SWL**= es el porcentaje de agotamiento del color.

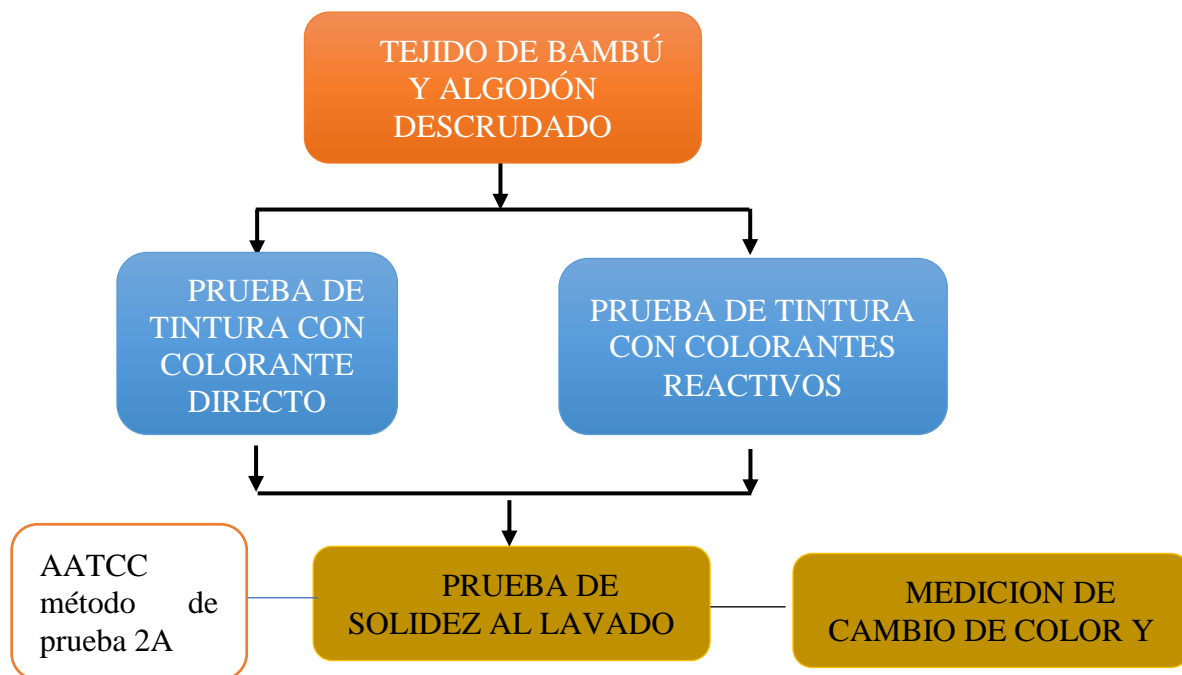
### 6.3.3 Prueba de solidez al lavado

Para realizar la prueba de solidez al lavado de las muestras tinturas tanto de la fibra de bambú como de la fibra de algodón con colorantes directos y reactivos se tomará como referencia la norma **AATCC 61-2003 SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO, HOGAR Y COMERCIAL: ACELERADO-método de prueba 2A** que debe cumplir con condiciones de lavado como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 14. Condiciones de prueba método 2A de solidez al lavado*

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Detergente (%)	Balines (#)	Agua destilada (ml)
49	45	0.15	50	150

Esta prueba se realizará en el equipo de laboratorio Autoclave donde se ingresará los parámetros de lavado y automáticamente la maquina procederá a realizar estas pruebas.



**Figura 14.** Prueba de solidez al lavado

### **6.3.4 Medición de cambio de color y transferencia de color mediante escala de grises en el Espectrofotómetro**

Las pruebas sometidas a medición de cambio y transferencia de color en el Espectrofotómetro serán las provenientes de un proceso anterior de solidez al lavado mismas que serán evaluadas mediante la escala de grises.

La escala de grises tiene un rango de medida del 1 al 5, es una medida estandarizada por normas internacionales. Por lo tanto, las muestras que se analizarán tendrán una transferencia y cambio de color dentro de este rango. Para medir el cambio de color y la transferencia de color primeramente se establecerá una muestra patrón que será la muestra sin someterla a la prueba de solidez al lavado, y seguidamente mediremos la muestra que esta lavada. Al establecer un patrón de medida se podrá comparar mediante valores numéricos que resulte de las evaluaciones de cambio de color y transferencia de color de cada muestra lavada proporcionadas por el espectrofotómetro. Con estos resultados se realizará el análisis comparativo entre los dos tipos de fibras.

## **6.4 MÉTODOS Y TECNICAS ESTADISTICAS UTILIZADAS**

La evaluación de los resultados obtenidos se determinará mediante los métodos comparativo, descriptivo y normativo. Las técnicas que se utilizara son las descriptivas que consistirá en explicar mediante tablas y gráficos estadísticos como la media y el coeficiente de variación el cambio de color y la transferencia de color de una muestra al ser sometida a la prueba de solidez al lavado.

## **6.5 PROCESAMIENTO DE DATOS**

Las herramientas que se utilizará para el procesamiento de datos serán los paquetes informáticos Microsoft office, siendo los más utilizados Word y Excel. Estas herramientas estadísticas nos ayudarán a redactar la información obtenida mediante tablas y gráficos con más claridad y mejorará la presentación de los resultados para un mejor entendimiento.



## CAPITULO VII

### 7. RESULTADO Y EVALUACION DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan detalladamente los resultados obtenidos de las diferentes fases de investigación realizadas para un análisis comparativo y evaluación estadística. Se muestran los resultados de la tintura de los dos tipos de fibra, del cambio de color y transferencia del color de las muestras sometidas a la prueba de solidez al lavado, Posteriormente se evalúa estadísticamente los resultados obtenidos y la comparación de intensidad de color entre las dos fibras.

#### 7.1 RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de las diferentes pruebas experimentales a las que fueron sometidas las muestras. Empezando con los resultados de las pruebas de tintura de bambú y algodón con colorantes directos y reactivos expresadas en una hoja patrón. Luego, se realiza el análisis del color con el espectrofotómetro de las muestras de fibra de bambú y algodón obteniendo datos comparativos teniendo como muestra estándar el de algodón y el sistema de análisis el Cielab. Seguido a este proceso, se realiza las pruebas de solidez al lavado donde sus resultados son evaluadas mediante la escala de grises utilizando el espectrofotómetro para obtener los resultados de cambio de color de cada muestra.

##### 7.1.1 Pruebas de tintura con colorantes directos

Los dos tipos de fibra en estudio fueron tinturados con las mismas cantidades y concentraciones de productos.

###### 7.1.1.1 Tintura de Algodón

En la tabla 14 se muestra la hoja patrón de los parámetros utilizados en las pruebas de tintura de los 4 tejidos con los 4 colores seleccionados anteriormente; además, se indica los resultados obtenidos con cada uno de los colorantes.

*Tabla 15. Hoja patrón de tintura de algodón con colorantes directos*

<b>Peso</b>	10g						
<b>Relación de baño</b>	1:10						
<b>Total, baño</b>	100ml						
<b>Colorantes</b>	<b>pH</b>	<b>Colorante %</b>	<b>Marvacol ASC (1g/l)</b>	<b>saltex g/l</b>	<b>Carbonato de sodio (g/l)</b>	<b>Novafix TN (%)</b>	<b>Color obtenido</b>
<b>Everdirect Negro 1000%</b>	10	4	0,1g	10	2	2	Negro
<b>Everdirect Escarlata 4BS</b>	7	3	0,1g	8	-	2	Rojo
<b>Everdirect azul FFRL</b>	7	2	0,1g	7	-	2	Azul
<b>Everdirect Amarillo PG</b>	7	1,5	0,1g	6	-	2	Amarillo

Los resultados de este proceso con los parámetros antes mencionados se muestran en el siguiente gráfico, obteniendo colores como el amarillo, azul, rojo y negro



*Figura 15. Muestras de tintura con colorantes directos*



### 7.1.1.2 Tintura de Bambú

Para el caso de la tintura de fibra de bambú, tenemos la siguiente hoja patrón:

**Tabla 16.** Hoja patrón de la tintura de bambú con colorantes directos

<b>Peso</b>	10g						
<b>Relación de baño</b>	1:10						
<b>Total, baño</b>	100ml						
<b>Colorantes</b>	<b>pH</b>	<b>Colorante %</b>	<b>Marvacol ASC (1g/l)</b>	<b>saltex g/l</b>	<b>Carbonato de sodio (g/l)</b>	<b>Novafix TN (%)</b>	<b>Color obtenido</b>
<b>Everdirect Negro 1000%</b>	10	4	0,1g	10	2	2	Negro
<b>Everdirect Escarlata 4BS</b>	7	3	0,1g	8	-	2	Rojo
<b>Everdirect azul FFRL</b>	7	2	0,1g	7	-	2	Azul
<b>Everdirect Amarillo PG</b>	7	1,5	0,1g	6	-	2	Amarillo

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, obteniendo colores como el negro, rojo azul y amarillo.



**Figura 16.** Muestras tinturadas de bambú con colorantes directos

### 7.1.2 Pruebas de tintura con colorantes reactivos

Las condiciones con las cuales se realizaron las pruebas de tintura con los colorantes reactivos en la fibra de bambú y de algodón se registran en hoja patrón, siendo una variable común para todos los casos de tintura el pH que es de 11,2.

#### 7.1.2.1 Tintura de Algodón

En la tabla 16 se muestra la hoja patrón de los parámetros utilizados en las pruebas de tintura de los 4 tejidos con los 4 colores seleccionados anteriormente; además, se indica los resultados obtenidos con cada uno de los colorantes.

*Tabla 17. Hoja patrón de la tintura de algodón con colorantes reactivos*

<b>Peso</b>	10g							
<b>Relación de baño</b>	1:10							
<b>Total, baño</b>	100ml							
<b>pH</b>	11,2							
<b>Colorantes</b>	<b>Colorante %</b>	<b>Marvacol ASC (g/l)</b>	<b>saltext g/l</b>	<b>Carbonato de sodio (g/l)</b>	<b>Sosa Caustica</b>	<b>Perlavin SRS (g/l)</b>	<b>Novafix TN (%)</b>	<b>Color obtenido</b>
<b>Everzol Negro ED-R</b>	4	1	80	5	1,2	1	2	Negro
<b>Everzol Rojo ED</b>	3	1	60	20	-	1	2	Rojo
<b>Everzol Azul ED-G</b>	3	1	60	20	-	1	2	Azul
<b>Everzol Amarillo 3GL H/C</b>	3	1	60	20	-	1	2	Amarillo

Los resultados de este proceso con los parámetros antes mencionados se muestran en el siguiente gráfico, obteniendo colores como el amarillo, azul, rojo y negro



*Figura 17. Muestras de tejido de algodón tinturas con colorantes reactivos*

#### 7.1.2.2 Tintura de bambú

Para el caso de la tintura de fibra de bambú, tenemos la siguiente hoja patrón:

*Tabla 18. Hoja patrón de la tintura de bambú con colorantes reactivos*

<b>Peso</b>	17g							
<b>Relación de baño</b>	1:10							
<b>Total, baño</b>	170ml							
<b>pH</b>	11,2							
<b>Colorantes</b>	<b>Colorante %</b>	<b>Marvacol ASC (g/l)</b>	<b>saltex g/l</b>	<b>Carbonato de sodio (g/l)</b>	<b>Sosa Caustica</b>	<b>Perlavin SRS (g/l)</b>	<b>Novafix TN (%)</b>	<b>Color obtenido</b>
<b>Everzol Negro ED-R</b>	4	1	80	5	1,2	1	2	Negro
<b>Everzol Rojo ED</b>	3	1	60	20	-	1	2	Rojo
<b>Everzol Azul ED-G</b>	3	1	60	20	-	1	2	Azul
<b>Everzol Amarillo 3GL H/C</b>	3	1	60	20	-	1	2	Amarillo

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico, obteniendo colores como el negro, rojo azul y amarillo.



**Figura 18.** Muestras de tejido de bambú tinturadas con colorantes reactivos

Una breve aclaración en cuanto a cantidades y porcentajes de producto es que en el color negro se utilizó mayor porcentaje de colorante para obtener un color adecuado.

### 7.1.3 Medición y evaluación de intensidad de color de las fibras de bambú con respecto a la fibra de algodón

En las siguientes tablas se presentan los valores comparativos en porcentajes del análisis en el sistema cielab del espectrofotómetro:

#### Colorantes Directos

**Tabla 19.** Tabla de valores comparativo de análisis de color en el espectrofotómetro de las fibras de bambú con respecto al algodón con colorantes directos

Color	fibras	%STR-SWL	L	a*	b*	C*
Amarillo	Algodón	100	80,41	12,77	87,48	88,41
	Bambú	108,18	-3,45D	-5,73G	-9,13B	-9,24D
Azul	Algodón	100	-44,99	-1,01	-3425	34,25
	Bambú	80,19	-2,51L	0,17R	2,34Y	-2,34D
Rojo	Algodón	100	34,76	49,92	25,43	56,02
	Bambú	123,68	-2,15D	-2,80G	1,49Y	-1,76D
Negro	Algodón	100	15,26	0,61	-0,38	0,72
	Bambú	124,28	-2,17D	0,15R	0,22Y	0,06B

Los datos recopilados en esta tabla corresponden a valores comparativos entre la fibra de bambú y algodón tinturados con colorantes directos estableciendo como muestra estándar el de algodón y muestra a comparar el de bambú.

En donde nos dice que:

- **Amarillo:** el bambú es -3,45 más oscuro que la muestra estándar, está un 5,73 % más verdoso, un 9,13% más azulado y 9,24 % más oscuro.
- **Azul:** es -2,51 más claro que la muestra estándar, está un 0,17 % más rojizo, un 2,34% más amarillento y es -2,34 más oscuro.
- **Rojo:** es -2,15 % más oscuro que la muestra estándar, -2,80% más verdoso, 1,49% más amarillento y -1,76 más intenso
- **Negro:** es -2,17 más oscuro que la muestra estándar, 0,15% más rojizo, 0,22 más amarillento y 0,06% más azulado.

En cuanto a la fuerza de color tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 20.** % de Fuerza de color del bambú con respecto al algodón con colorantes directos

Color	Fibras	%STR-SWL	%colorante absorbida por el bambú
<b>Amarillo</b>	Algodón	100	8,18% más que el Co.
	Bambú	108,18	
<b>Azul</b>	Algodón	100	-19,81 menos que el algodón
	Bambú	80,19	
<b>Rojo</b>	Algodón	100	23,68 más que el Co
	Bambú	123,68	
<b>Negro</b>	Algodón	100	24,28% más que el Co
	Bambú	124,28	

En la tabla 20 podemos apreciar que en el color amarillo con 8,18%, en el rojo con 23,68% y en el negro con el 24,28% el bambú absorbe más porcentaje; mientras que en el color azul podemos notar que el algodón absorbe un 19,81% más que el bambú.

### Colorantes reactivos:

*Tabla 21. Tabla de valores comparativo de análisis de color en el espectrofotómetro de las fibras de bambú con respecto al algodón con colorantes reactivos*

Color	fibras	%STR-SWL	L	a*	b*	C*
<b>Amarillo</b>	Algodón	100	85,01	-3,69	84,83	84,91
	Bambú	160,65	-2,53D	1,00R	2,92Y	2,88B
<b>Azul</b>	Algodón	100	39,38	-6,58	38,33	38,89
	Bambú	102,30	-0,28D	-0,98G	0,46Y	-0,28D
<b>Rojo</b>	Algodón	100	17,13	-0,26	-1,74	-1,76
	Bambú	170,32	-5,12D	0,39R	3,90Y	2,06B
<b>Negro</b>	Algodón	100	17,13	-0,26	-1,74	1,76
	Bambú	129,54	-3,74D	0,88R	1,23Y	-0,95D

Los datos recopilados en esta tabla corresponden a valores comparativos entre la fibra de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos estableciendo como muestra estándar el de algodón y muestra a comparar el de bambú.

En donde nos dice que:

- **Amarillo:** el bambú es -2,53% más oscuro que la muestra estándar, está un 1,00 % más rojizo, un 2,92% más amarillento y 9,24 % más azulado.
- **Azul:** es 0,28% más oscuro que la muestra estándar, está un 0,98 % más verdoso, un 0,46% más amarillento y es -0,28% más oscuro.
- **Rojo:** es -5,12 % más oscuro que la muestra estándar, -0,39% más rojizo, 3,90% más amarillento y 2,06 más azulado.
- **Negro:** es -3,74 más oscuro que la muestra estándar, 0,88% más rojizo, 1,23 más amarillento y -0,95 más intenso.

En cuanto a la fuerza de color tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 22.** % de fuerza de color del bambú con respecto al algodón con colorantes reactivos

<b>Color</b>	<b>Fibras</b>	<b>%STR-SWL</b>	<b>%colorante absorbida por el bambú</b>
<b>Amarillo</b>	Algodón	100	60,65% más que Co
	Bambú	160,65	
<b>Azul</b>	Algodón	100	2,30% más que Co
	Bambú	102,30	
<b>Rojo</b>	Algodón	100	70,32% más que el Co
	Bambú	170,32	
<b>Negro</b>	Algodón	100	29,54% más que Co
	Bambú	129,54	

Mediante la tabla 22 podemos demostrar que el bambú se agotó más que el algodón en todos sus colores. Esto quiere decir que la fibra de bambú tiene afinidad con los colorantes reactivos.

#### **7.1.4 Pruebas de solidez al lavado**

Esta prueba se realizó en los 16 ensayos provenientes del proceso de tintura. Las 8 muestras con colorantes reactivos tanto en fibra de bambú como en la fibra de algodón y las 8 muestras restantes tinturadas con colorante directo en los dos tipos de fibra.

Para la realización de esta prueba se tomó como referencia la norma AATCC método de prueba 61-2A de solidez del color al lavado, hogar y comercial: acelerado.

#### **7.1.5 Medición del grado de cambio de color y la transferencia de color en el Espectrofotómetro mediante la escala de grises.**

Una vez realizadas las pruebas de solidez al lavado en la autoclave de laboratorio con las condiciones que la norma indica, estas muestras pasan al análisis espectrofotométrico mediante escala de grises para evaluar el cambio y transferencia de color de las muestras frente a este proceso. Teniendo como resultado los datos que se distinguen en las tablas 18, 19 y 20.

**Tabla 23.** Datos de cambio de color mediante escala de grises

<b>COLOR</b>	<b>ESCALA ESTANDAR</b>	<b>GRADO DE CAMBIO DE COLOR DEL ALGODÓN</b>	<b>GRADO DEL CAMBIO DE COLOR DEL BAMBÚ</b>
<b>COLORANTES DIRECTOS EVERDIRECT</b>			
Amarillo	5	4	3,5
Azul	5	4	4
Rojo	5	4	4,5
Negro	5	4,5	4,5
<b>COLORANTES REACTIVOS EVERZOL</b>			
Amarillo	5	3	3,5
Azul	5	3,5	4,5
Rojo	5	4	4
Negro	5	4,5	4,5

Para medir el grado de transferencia de color se evalúa tanto la muestra tinturada como la muestra testigo que es una multifibra compuesta de las siguientes fibras en este orden: acetato, algodón, nylon, poliéster, acrílico y lana, en el espectrofotómetro mediante escala de grises.

**Tabla 24.** Datos de transferencia de color con colorantes directos mediante escala de grises

<b>GRADO DE TRANSFERENCIA DE COLOR DEL ALGODÓN Y BAMBÚ CON COLORANTES DIRECTOS</b>												
	<b>Microfibra-muestra testigo de transferencia</b>											
<b>COLOR</b>	<b>ACETATO</b>		<b>ALGODON</b>		<b>NYLON</b>		<b>POLIESTER</b>		<b>ACRILICO</b>		<b>LANA</b>	
	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú
<b>Amarillo</b>	4,5	4,5	1	1	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4
<b>Azul</b>	4,5	4,5	2,5	2	4,5	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3
<b>Rojo</b>	4,5	4,5	1	1	2,5	1,5	4,5	4	4,5	4	4,5	4
<b>Negro</b>	4,5	4,5	3,5	2,5	4	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3



**Tabla 25.** Datos de transferencia de color con colorantes reactivos mediante escala de grises

<b>GRADO DE TRANSFERENCIA DE COLOR DEL ALGODÓN Y BAMBU CON COLORANTES REACTIVOS</b>												
<b>COLOR</b>	<b>Microfibra-muestra testigo de transferencia</b>											
	<b>ACETATO</b>		<b>ALGODON</b>		<b>NYLON</b>		<b>POLIESTER</b>		<b>ACRILICO</b>		<b>LANA</b>	
	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú	Co	Bambú
<b>Amarillo</b>	5	4,5	4,5	3,5	5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	4,5	5
<b>Azul</b>	5	4,5	4,5	2,5	5	4,5	5	4,5	5	4,5	4,5	4,5
<b>Rojo</b>	4	4,5	4	3	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
<b>Negro</b>	4,5	5	4,5	3,5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	4,5	4	4

## 7.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El análisis de los valores obtenidos se realizó utilizando una de las ramas de la estadística, la estadística descriptiva. Con medidas de tendencia central como la media y la medida de dispersión como el coeficiente de variación se evaluó los resultados, a través de un análisis comparativo de intensidad y transferencia de color entre la fibra de bambú y la fibra de algodón.

### 7.2.1 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva del cambio y transferencia de color

En esta parte de la investigación se realiza un análisis comparativo de los niveles de cambio de color entre las muestras de bambú y algodón mediante cálculos estadísticos como la media y el coeficiente de variación y gráficos estadísticos de barras y dispersión para que podamos entender con mayor claridad la comparación de una fibra con la otra. También se realiza un análisis de la relación existente entre el % de colorante y el cambio de color representada con gráficos para su mejor apreciación.

### ***7.2.1.1 Resumen estadístico de la medición de cambio de color de algodón y bambú***

Con los datos obtenidos anteriormente de la medición en la escala de grises de cambio de color y transferencia de color de las muestras tinturadas con colorantes reactivos y colorantes directos, se calculó la media y el coeficiente de variación del cambio de color y transferencia de color en el algodón.

En las tablas que se presentan a continuación se muestran los datos estadísticos de: medición del grado de cambio de color. Se muestran el cálculo de la media y el coeficiente de variación de los dos tipos de fibra. Además, se interpreta gráficamente estos resultados obtenidos.

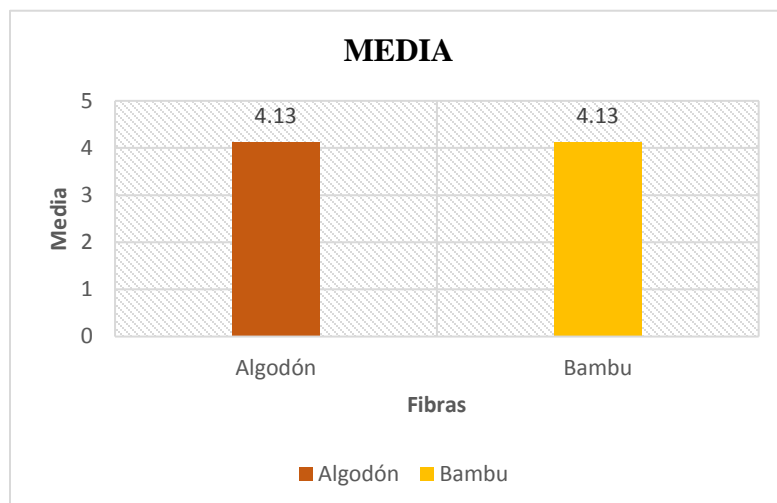
Empezaremos con el análisis de las muestras tinturadas con **colorantes directos**. La tabla 22 nos muestra los resultados de la media y el CV de cambio de color en las dos fibras.

*Tabla 26. Media y coeficiente de variación de cambio de color de la fibra de bambú y algodón tinturadas con colorantes directos*

<b>MEDIDAS ESTADISTICAS</b>	<b>ALGODÓN</b>	<b>BAMBÚ</b>
<b>MEDIA</b>	4,13	4,13
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%)</b>	6,06	11,60

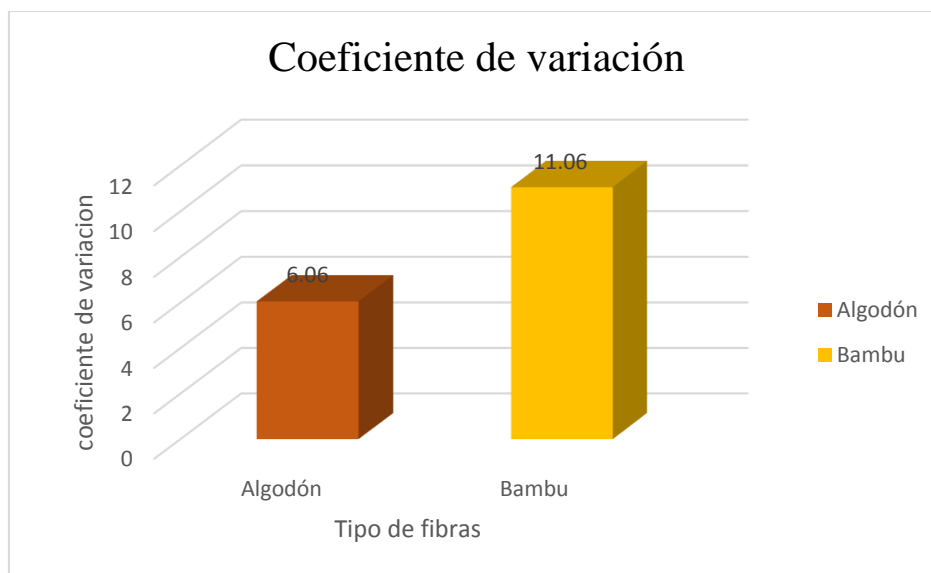
De acuerdo con el coeficiente de variación con respecto a la media de los valores indicados en la tabla 22, se determina que existe una elevada dispersión en el bambú, en cambio en el algodón los valores son más homogéneos y están más cerca de la media.

A continuación, tenemos los gráficos estadísticos de las fibras con respecto a la media y coeficiente de variación de los datos de cambio de color.



**Figura 19.** Grafico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón mediante la media

En la figura 19 se observa que el valor medio del cambio de color del tejido de fibra de algodón es igual al valor medio de cambio de color del tejido de fibra de bambú.



**Figura 20.** Coeficiente de variación del cambio de color de las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos

En la figura 20 tenemos la gráfica del coeficiente de variación del cambio de color entre las dos fibras, notando que el bambú tiene un valor mayor al algodón en un 5%, es decir que existe mayor dispersión, por lo tanto, es más heterogéneo. Caso contrario del Algodón que al estar con valores más cercanos a la media es mucho más homogénea.

**Tabla 27.** Media y coeficiente de variación de la medida de cambio de color de las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos

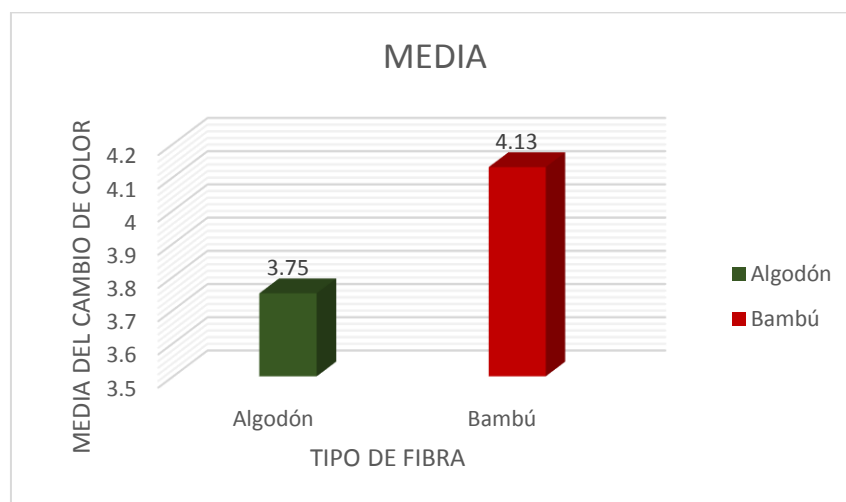
MEDIDAS ESTADISTICAS	ALGODÓN	BAMBÚ
<b>MEDIA</b>	3,75	4,13
<b>COEFICIENTE DE VARIACION (%)</b>	17,21	11,60

En la tabla 27 podemos observar el coeficiente de variación con respecto a la media de la medición de cambio del color con colorantes reactivos, se observa que el bambú tiene una elevada dispersión, en cambio el algodón tiene valores homogéneos y están más cerca de la media.

**Con colorantes reactivos:** El valor de la media, en la fibra de bambú es mayor que el valor de la media de la fibra de algodón, lo que indica que el valor del cambio del color del bambú es mayor.

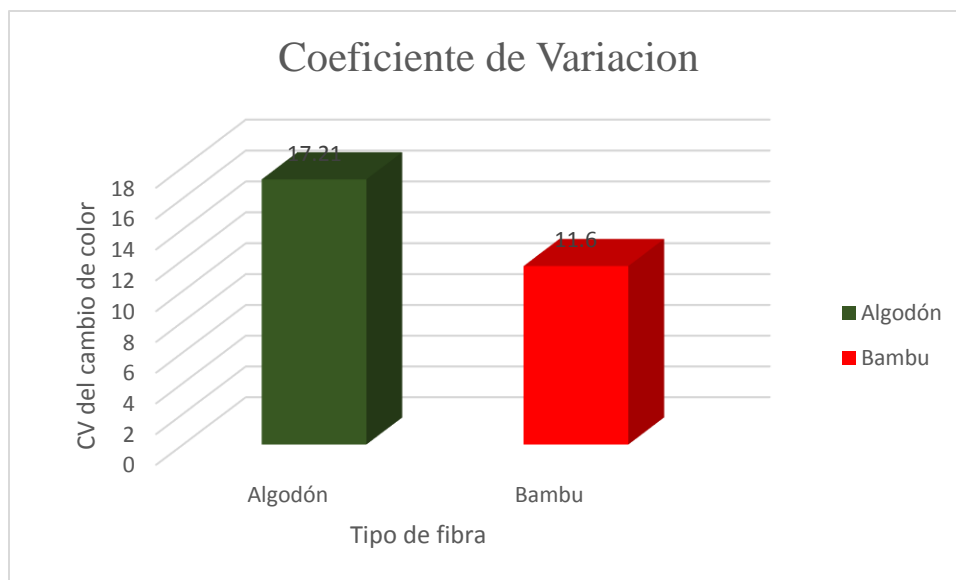
Mientras que el coeficiente de variación del algodón es más disperso en relación con el coeficiente de variación del bambú lo que indica que el algodón es más disperso en un 5,61%.

A continuación, se presentan graficas estadísticas de la comparación de media y coeficiente de variación de cambio de color entre las dos fibras.



**Figura 21.** Gráfico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón con colorantes reactivos mediante la media

En la figura 21 notamos que la media de la fibra de bambú es mayor en comparación con la fibra de algodón, esto quiere decir que, el bambú tiene menor cambio de color, además podemos decir que en porcentajes el bambú tiene mejor media que el algodón en un 9,2%.



**Figura 22.** Gráfico estadístico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón con colorantes reactivos mediante el coeficiente de variación

En la figura 22 se puede observar que el valor del coeficiente de variación del cambio de color con colorantes reactivos del algodón es más alto que el del bambú, por lo tanto, existe mayor dispersión y heterogeneidad en un 5,61%.

#### **7.2.1.2 Resumen estadístico de la transferencia de color de las muestras de bambú y algodón en la multifibra de algodón**

En este apartado se analiza estadísticamente el grado de transferencia del color a la fibra de bambú y algodón mediante cálculos estadísticos de media y coeficiente de variación. Para el primer caso con colorantes directos tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 28.** Media y coeficiente de variación de la transferencia de color con colorantes directos

<b>Transferencia de color con colorantes directos</b>		
<b>Medida Estadística</b>	<b>Algodón</b>	<b>Bambú</b>
<b>Media</b>	2	1,63
<b>Coeficiente de variación %</b>	61,23	46,15

De la tabla 28 podemos expresar que la media del bambú es menor que la del algodón. El CV nos indica que los datos obtenidos del algodón están más dispersos que las medidas del bambú.

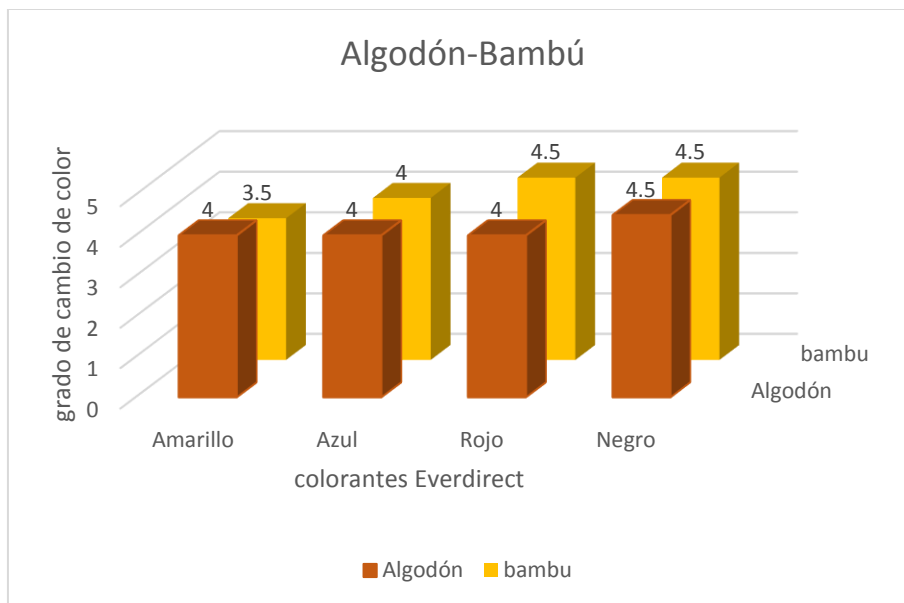
**Tabla 29.** *Media y coeficiente de variación de transferencia de color con colorantes reactivos*

<b>Transferencia de color en el algodón con colorantes reactivos</b>		
<b>Medida estadísticas</b>	Algodón	bambú
<b>Media</b>	4,38	3,13
<b>Coeficiente de variación %</b>	5,7	15,31

En la tabla 29 podemos observar que la media del algodón es mayor que la media del bambú, por lo tanto, tenemos que el coeficiente de variación del algodón es más homogéneo que el coeficiente de variación del bambú.

### **7.2.2 Análisis comparativo del cambio del color de los tejidos tinturada con colorantes directos entre el algodón y bambú.**

Los valores de cambio de color resultantes del espectrofotómetro evaluados mediante una escala de grises se toman como referencia para realizar este análisis gráfico estadístico para comprender de mejor manera, es así como a continuación tenemos la siguiente figura:



**Figura 23.** Gráfico comparativo del cambio de color entre las fibras de bambú y algodón

En la figura 23 se compara mediante gráfico estadístico el cambio de color de las fibras de bambú y algodón tomando como referencia los datos obtenidos de la medición de cambio de color mediante escala de grises.

Sabiendo que la valoración máxima en esta escala es de 5 (la mejor) y la mínima de 1 (la peor) nos indica que:

En el color amarillo el algodón presenta mejor solidez al lavado que el bambú, esto quiere decir que no presenta cambios de color, por ende, la intensidad del color sigue estando como el de la muestra patrón. Cabe señalar que el bambú no está muy por debajo de la valoración del algodón.

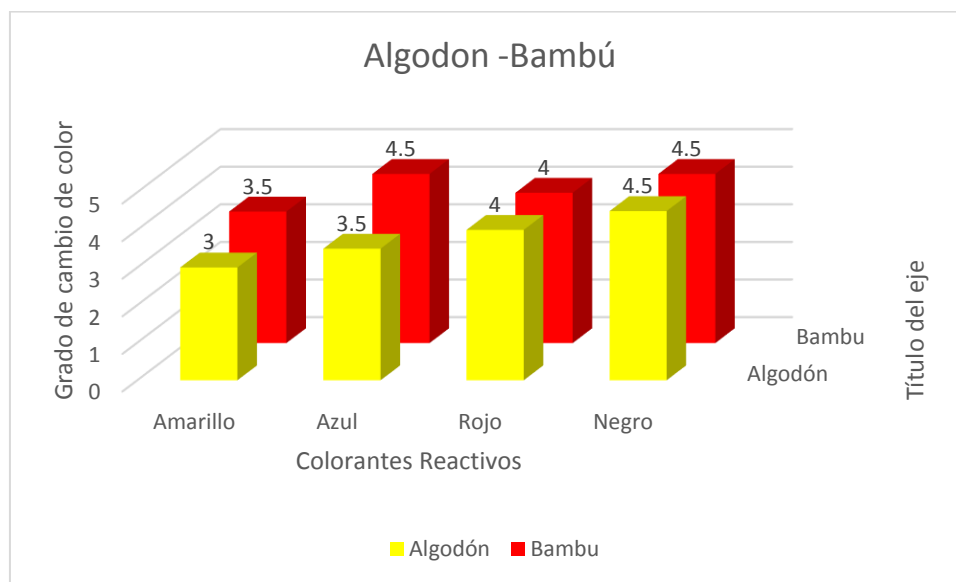
El color azul y el negro tanto en bambú como en algodón no presentan un cambio de color significativo, tienen una valoración similar, esto quiere decir que este color resiste a la prueba de lavado y su intensidad de color no varía mucho porque no sufre cambios de color en porcentajes elevados.



En el color rojo podemos notar que la diferencia de valoración es de un 10% en cuanto a porcentajes se refiere, no existe una diferencia significativa de cambio de color.

En términos generales al realizar el análisis de cambio de color en tejidos tinturados con colorantes directos, las dos fibras resultan tener una muy buena solidez al lavado.

### 7.2.3 Análisis comparativo del cambio del color de los tejidos tinturada con colorantes Reactivos entre el algodón y bambú.



**Figura 24.** Gráfico comparativo de cambio de color entre el bambú y algodón con colorantes reactivos

En la figura 24 podemos apreciar lo siguiente:

El color negro y rojo no tienen diferencia en cuanto al grado de cambio de color, esto quiere decir que, son muy buenos a la solidez al lavado y no pierden su intensidad de color al ser sometida a estas pruebas.

El color amarillo tiene una valoración inferior en comparación con la fibra de bambú en un 20%. El color amarillo en tejido de bambú no tuvo un cambio de color significativo, mientras que el algodón sí, cambiando así la intensidad de color en comparación a la muestra original.

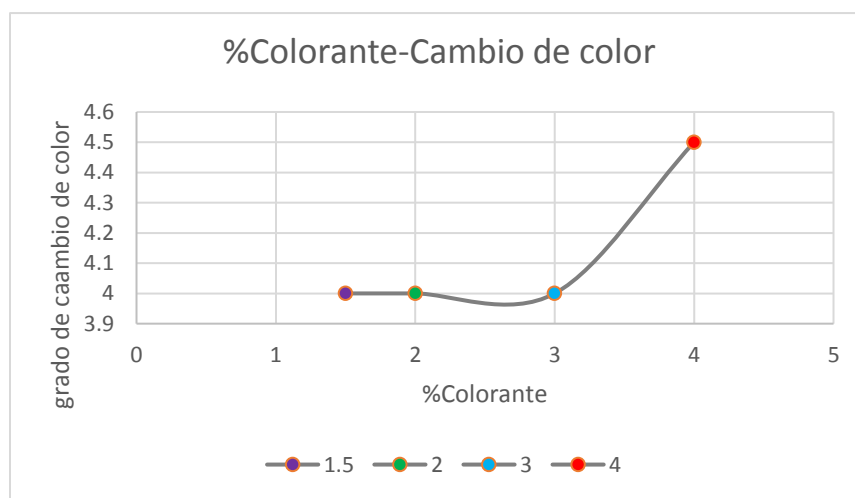
En cuanto al color azul también se puede observar que el bambú tiene mejor solidez al lavado presentando un valor mínimo de cambio de color frente al algodón, su diferenciación en porcentajes es del 20%.

#### 7.2.4 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de cambio del color en la fibra de algodón.

Es importante señalar que la relación %colorante y grado de cambio de color se realiza para tener una idea de en qué relación proporcional incide el % de colorante en el cambio de color.

**Tabla 30.** Grado de cambio de color y % de colorante de la fibra de Co

Color	%colorante	Grado de cambio de color
amarillo	1,5	4
azul	2	4
rojo	3	4
negro	4	4,5



**Figura 25.** Relación %Colorante directo- grado de cambio de color en Co.

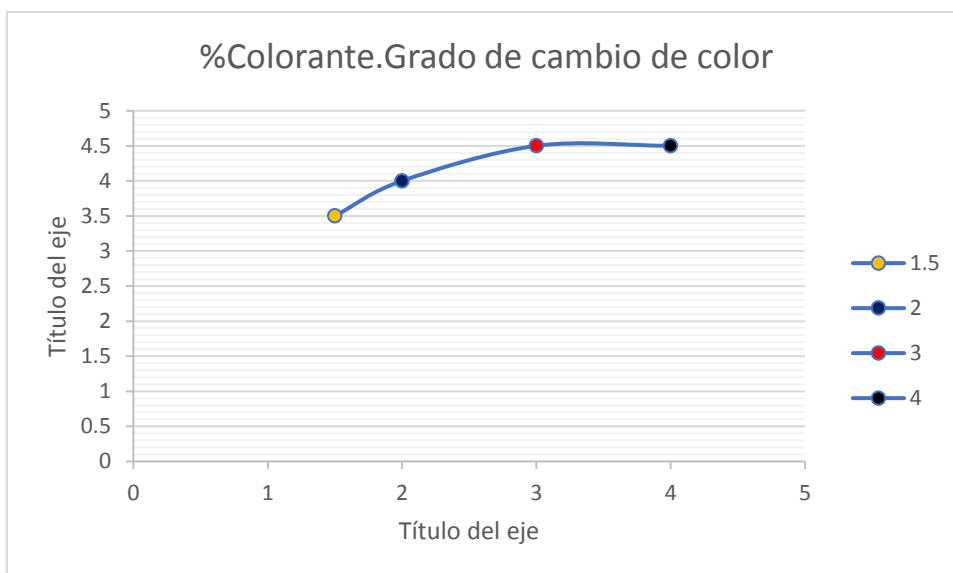
En esta figura podemos ver la relación que existe entre el colorante de la siguiente manera: el color amarillo a mayor % de colorante mayor grado de cambio de color. En cuanto al color azul a

mayor cantidad de colorante, igual grado de cambio de color. Lo mismo sucede con el color rojo y con el negro tenemos a mayor % de colorante menor grado de cambio de color.

### 7.2.5 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de cambio del color en la fibra de bambú.

*Tabla 31. Grado de cambio de color y % de colorante*

Color	%colorante	Grado de cambio de color
amarillo	1,5	3,5
azul	2	4
rojo	3	4,5
negro	4	4,5



*Figura 26. Relación %Colorante directo- grado de cambio de color en Co.*

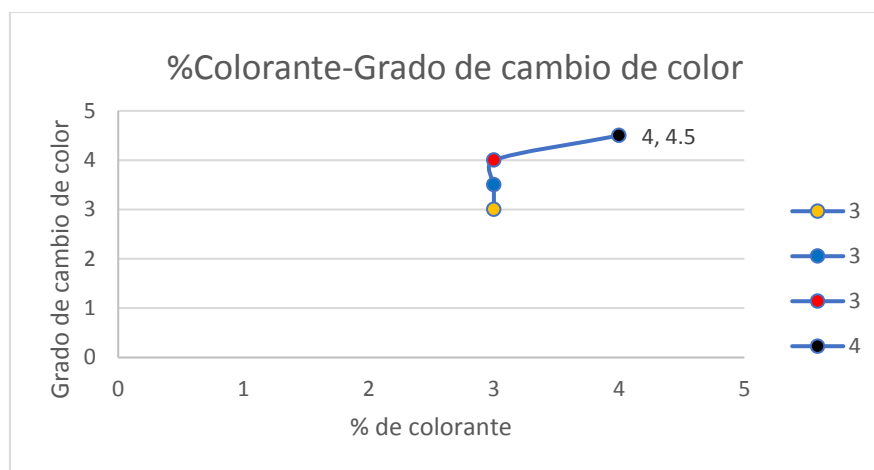
En la figura 27 podemos apreciar la relación de proporcionalidad por colores de la siguiente manera;

El amarillo el azul y el rojo a mayor % de colorante menor cambio de color. Relación inversamente proporcional. En el caso del colorante negro tenemos que a mayor % de colorante mayor cambio de color.

### 7.2.6 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de cambio del color en la fibra de algodón.

**Tabla 32.** % de colorante y grado de cambio de color

Color	%Colorante	Grado de cambio de color
Amarillo	3	3
Azul	3	3,5
Rojo	3	4
Negro	4	4,5



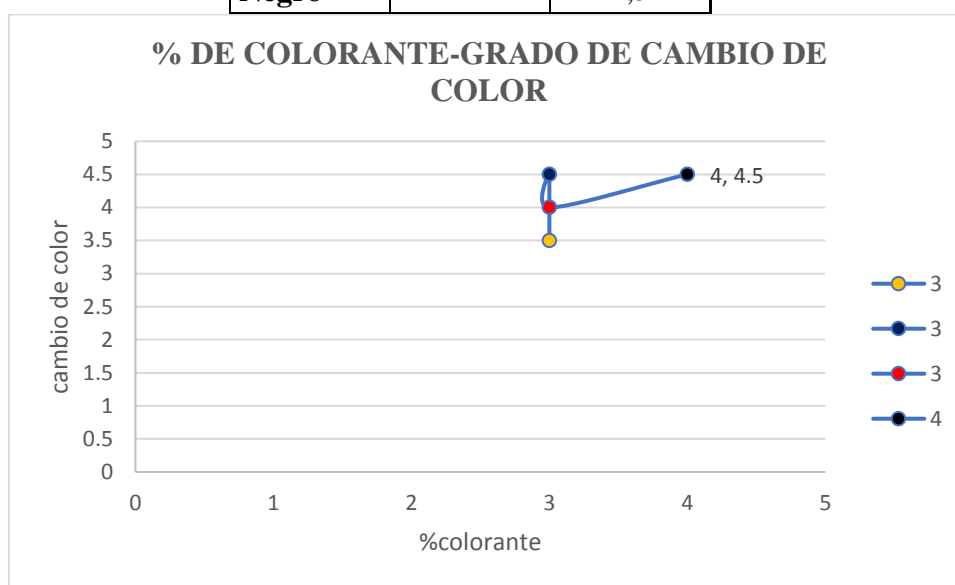
**Figura 27.** Relación de % colorante y grado de cambio de color Co Reactivo

En la figura 26 tenemos que en los colores amarillo, azul y rojo a mayor % de colorante menor cambio de color al igual que en el negro. En todos estos colorantes tenemos una relación inversamente proporcional.

### 7.2.7 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de cambio del color en la fibra de algodón.

**Tabla 33.** % de colorante y grado de cambio de color

Color	%Colorante	Grado de cambio de color
Amarillo	3	3,5
Azul	3	4,5
Rojo	3	4
Negro	4	4,5



**Figura 28.** Relación % de colorante -grado de cambio de color bambú reactivo

En la figura 29 se puede apreciar que tiene una relación inversamente proporcional, es decir a mayor % de colorante menor cambio de color.



## CAPITULO VIII

### 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, así como, los datos obtenidos mediante el análisis espectrofotométrico del color y posterior evaluación en el sistema Cielab de las muestras, tanto de la medición del cambio de color de las muestras sometidas a la prueba de solidez al lavado para evaluar el cambio de color de tejido de bambú y algodón 100%, tinturadas con colorantes directos y reactivos, se llegó a establecer las siguientes conclusiones:

Con el análisis del color mediante el sistema Cielab evaluando la intensidad de color de pruebas de tintura realizadas a los tejidos de bambú y algodón con colorantes directos y reactivos en 4 colores, estableciendo las muestras de algodón como muestras estándar para fines comparativos se llegó a determinar lo siguiente:

Con colorantes directos que, el amarillo en bambú absorbe el 8,18% más que el Co, el azul directo en bambú absorbe menos -19,18% que el Co, el rojo directo absorbe el 23,68% más que el Co, y el negro bambú absorbe el 24,28% más que el Co. Y con colorantes reactivos tenemos que el amarillo absorbe 60,65% más que el Co, el azul absorbe el 2,30% más colorante que el Co, el rojo absorbe 70,32% más colorante que el Co y el negro absorbe el 29,54% mas colorante que el Co. Por lo tanto, podemos afirmar mediante estos datos técnicos que el bambú tinturado con colorantes directos tiene en promedio 9,06 % mayor intensidad de color que el algodón. Y el bambú tinturado con colorantes reactivos tiene en promedio de 40,7% más intensidad de color que el algodón.

Con respecto a la evaluación del cambio de color de las muestras sometida a las pruebas de lavado tenemos valores con  $\pm 0,5$  de diferencia de cambio de color medido en la escala de grises entre la fibra de bambú y algodón evaluadas comparativamente.

En las muestras tinturadas con colorantes directos el promedio del grado de cambio de color resultante es de 4,13 que en términos de porcentaje nos da un 82,6 % para los dos tipos de fibra, lo que significa que los dos tipos de fibra no presentan cambios de color muy altos. En términos de porcentaje si hacemos referencia a la valoración máxima de la escala de grises que es 5 =100% el cambio de color que han tenido estas muestras es del 17,4%.

En las muestras tinturadas con colorantes reactivos el promedio de grado de cambio de color del algodón es del 3,75 equivalente al 75 % , y el bambú de 4,13 equivalente al 82,6% lo que significa que el algodón presenta un 7,6% más cambio de color que la fibra de bambú.

Y con respecto al CV que tenemos en el análisis de las muestras tinturadas con colorantes directos es del 6,06 % para el algodón y 11, 60 % para el bambú, esto quiere decir que los valores de cambio de color del bambú son 5,5 % más homogéneos que en la fibra de algodón. Y con respecto al CV de las tinturas con colorantes reactivos que indica la dispersión de datos obtenidos, tenemos que los valores de cambio de color del algodón que es de 17,21% son más homogéneos que la fibra de bambú que es del 11,60% en un porcentaje del 5,61.

La transferencia de color para las muestras tinturadas con colorantes directos en la fibra de bambú tiene un promedio de 1,63 y del algodón del 2 lo que significa que el bambú transfiere color del 12,6% más que la fibra de algodón. Y con colorantes reactivos tenemos que el algodón tiene



en promedio 4,38 que equivale al 87,6%, y el bambú tiene como promedio de transferencia de color el 3,13% equivalente al 62,6% lo que significa que el algodón transfiere 25% más colorante. Por lo tanto, podemos decir que con colorantes directos la solidez al lavado es mala por que los valores de medición están en la escala de grises en la valoración mínima.

Con respecto al coeficiente de variación de las muestras tinturadas con colorantes directos, tenemos que el bambú con 46,15% es más homogéneo que el algodón que es del 61,23%. Mientras que el C.V con colorantes reactivos en la fibra de bambú es 15,31 más heterogéneos que el algodón en 5,7 %, por lo tanto los valores de la fibra de bambú son mas dispersos que las del algodón.

En términos generales de la relación de % de colorante comparado con el grado de cambio de color se determina que su relación es inversamente proporcional, es decir que a mayor % de colorante menor grado de cambio de color.

Finalmente, la evaluación de los resultados concluye que las muestras con colorante directo no presentan valores de cambio de color diferente, mientras que en las muestras tinturadas con colorantes reactivos se observa una ligera ventaja de la fibra de bambú en cuanto al cambio de color determinada en % del 6,06. Además, tenemos que la intensidad de color es mayor en las fibras de bambú que en las de algodón como se determina mediante los análisis espectrofotométricos % de fuerza de color expuestas anteriormente.

## 8.2 RECOMENDACIONES

- Los resultados de este trabajo generan pautas para realizar otras investigaciones; como, por ejemplo, evaluación de la transferencia de color de algodón y bambú tinturada con colorantes directos y reactivos.
- Se recomienda realizar una investigación de evaluación de color mediante la solidez al lavado con las otras variables de la norma AATCC 61,
- Se sugiere realizar pruebas de tintura con un mismo color a diferentes % de colorante y evaluar la degradación del color frente a una prueba de solidez al lavado.
- Una investigación que se recomienda es realizar tinturas de mezcla de bambú/algodón con colorantes directos y reactivos y analizar el color de la muestra.
- Para realizar una investigación comparativa se recomienda usar las mismas condiciones de proceso, ya sea en tintura o en cualquier otra rama de la ing. Textil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alneira, C., & Muñoz, I. (2009). FIBRA DE GUADUA COMO REFUERZO DE MATRICES. *Scielo*, 6.
- American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC). (2006). AATCC TECHNICAL MANUAL. En *Colorfastness to Laundering, Home and Commercial: Accelerated* (Vol. 81).
- Anonimo. (13 de marzo de 2017). *Blogspot*. Obtenido de <http://visiontextil.blogspot.com/2017/03/control-de-calidad-de-las-solideces.html>
- Añazco, M., & Rojas, S. (2015). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (Guadua angustifolia) en Perú*. RED INTERNACIONAL DE BAMBÚ Y RATÁN, INBA, Quito.
- Cegarra, J., Puente, P., Pepió, M., & Azuaga, J. (1987). El factor de afinidad y su aplicación a la tintura optimizada en foulard. *BOL. INTEXTAR*.
- Cortazar-Martínez, A., González-Ramírez, C., Coronel-Olivares, C., Escalante-Lozada, J., Castro-Rosas, J., & Villagómez-Ibarra, J. (2012). BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA DEGRADACIÓN DE COLORANTES DE LA INDUSTRIA TEXTIL. *Scielo*.
- Everlight Chemical Industrial Corporation. (2015).
- Gonzáles, L., Fontalvo, M., Álvarez, C., & Restrepo, A. (2014). Generalidades de la seda y su proceso de teñido. *Scielo*, 12(1), 7-14.
- Grupo Metrolab Internacional. (s.f.). *Macrolab Instrumentos*. Obtenido de <http://xritemexico.com.mx/colori5.php>
- HALLETT, C., & JOHNSTON, A. (2010). *GUIA DE FIBRAS NATURALES*. Blume.

- INTI-Textiles. (17 de septiembre de 2013). *Blog de Vigilancia Tecnológica Textil*. Obtenido de <http://vigtextil.blogspot.com/2013/09/las-nuevas-fibras-de-bambu-estructura-y.html>
- José Cegarra Sánchez, J. V. (1981). *Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles*. barcelona, España: Barcelona : Universidad Politécnica, D.L. .
- Juma, M. (2013). *Aplicación de la encima 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*. Tesis, Universidad Tecnica del Norte, Ibarra.
- Lewis, M., He, W. D., Iqbal, T., Genain, & Gilles. (2003). *España Patente n° 2 188 546*.
- Lockuán, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad. V Tintoreria*.
- Lockuán, F. (2013). *La industria tetil y su control de calidad II. Fibras textiles*.
- Londoño, i. (2002). *DISTRIBUCION, MORFOLOGIA, TAXONOMIA, ANATOMIA, SILVICULTURA Y USOS DE LOS BAMBUES DEL NUEVO MUNDO*. Catedra de Maestria en construccion, Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- María, D. s., & Marta, M. (s.f.). *QUIMICA Y COLORES EN LOS TEXTILES*. Buenos Aires: Editores Buenos Aires.
- Mario, A. (2013). *ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE BAMBU (Guadua angustifolia) AL CAMBIO CLIMATICO EN LA COSTA DEL ECUADOR Y NORTE DE PERÚ*. Red Internacional de Bambú y Ratán, Quito.
- Mayer, M. S. (2017). Teoria y practica de los textiles . *Los textiles*.
- Mejia, F. (Enero de 2015). *Blogspot*. (F. Mejia, Ed.) Obtenido de <https://programadetextilizacion.blogspot.com/search/label/Autor%3A%20Francisco%20Mej%3%ADa%20Azc%3%A1rate%20-%20Introducci%C3%B3n>

- Miguel, A. (2015). *Descarga en efluentes (%)*. Tesis de Maestría, Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en Electroquímica .
- Moldovan, S. (Septiembre de 2016). *INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE TINTURA SOBRE TEJIDOS DE ALGODÓN CON COLORANTES NATURALES EXTRAIDOS DE MICRO Y MACRO ALGAS: Arthrospira platensis, Synechococcus sp., Ulva sp (Tesis de Maestra)*. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.
- Morillo, S. (2012). *PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L) EN EL PROCESO DE TINTURADO, EN LA*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Obando, R. (2013). *"Tintura alternativa de hilos de lana con colorantes naturales"*. Tesis, Universidad Tecnica del Norte, Ibarra.
- Parra, O. (2010). *Estudio Cinetico del Agotamiento de colorantes reactivos en tricomia en fibras de algodòn*. Tesis, Universidad Nacional de Ingenieria, Lima.
- Peñañiel, S. (2011). *INFLUENCIA DEL SUAVIZADO CON BASES DE ÀCIDOS GRASOS EN EL CAMBIO DE MATIZ EN TEJIDOS ALGODÒN 100% TINTURADOS CON COLORANTES REACTIVOS DE BAJA REACTIVIDAD*. Tesis posgrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Pérez López, O. A. (2001). *Cinética y Extracción de Colorantes Naturales para la Industria Textil*. Tesis Magistral, Universidad de las Américas Puebla, Puebla.
- Piña, S. (2007). *Decoloración biológica del colorante azul directo 2*. Tesis de Maestria, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO , México.
- Ruiz, M., & Vasquez, E. (2014). *ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN FEMENINA PARA INVIERNO*. Tesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Sanz, T. (s.f.). *Química Orgánica Industrial*. Obtenido de <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-11.php>

Segura Reyes, N. (s.f.). Avances en el teñido por agotamiento con colorantes reactivos sobre fibras. *Revista Cromos*(21), 14.

Solé, A. (Junio de 2016). *wordpress*. Obtenido de Wordpress: <https://asolengin.files.wordpress.com/2016/06/tintura-de-fibras-celulc3b3sicas-con-colorantes-reactivos-i.pdf>

Tirira, D. (2017). *INFLUENCIA DE LA ALTA TEMPERATURA EN LA INTENSIDAD DEL COLOR AL TINTURAR 100%*. Tesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Usach, L., & Bencardini, J. (2005). El algodón. *RECITEIA*.

Vaz, s., Laborda, E., Raúl, F., & Nati, T. (2010). El bambú: la planta de los mil y un usos. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=kC4cZ1b1NHU>

Vega, Z. (2018). “*ESTUDIO TÉCNICO DEL NIVEL DE DEGRADACIÓN DEL COLOR A LA LUZ UV EN LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN*”. Ibarra.

Veribona, D. (2010). El Bambú “Alta” expectativa y “rápida” respuesta . Buenos Aires.

Villegas, S. (2012). *OPTIMIZACIÓN DE LA FASE DE JABONADO EN LA TINTURA DE ALGODÓN*. Tesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Wingate, I. (Septiembre 1974). *Los géneros textiles y su selección*. Mexico.

x-rite/Pantone. (s.f.). *x-rite Pantone*. Obtenido de <https://www.xrite.com/learning-color-education/other-resources/what-is-a-spectrophotometer>

Zaruma, P., José, P., Isaías, C., & Salas, H. (2018). Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos de sus Efluentes de agua residual: Una breve revisión. *Facultad de Ciencias Químicas*.

## ANEXOS

### ANEXO 1. EQUIPOS, MATERIALES



BALANZA



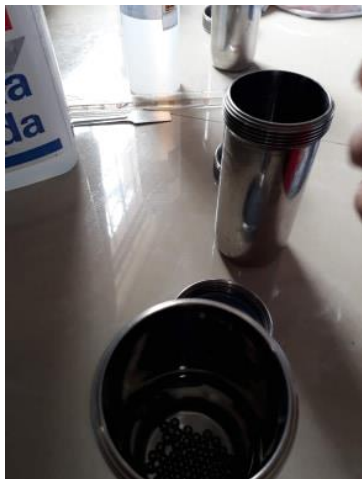
AUTOCLAVE



ESPECTROFOTOMETRO



MUESTRAS PARA LAVADO

**ANEXO 2.PROCESOS**

PREPARACION DE TUBOS DE  
AUTOCLAVE



PESAJE DE AUXILIAR DE LAVADO



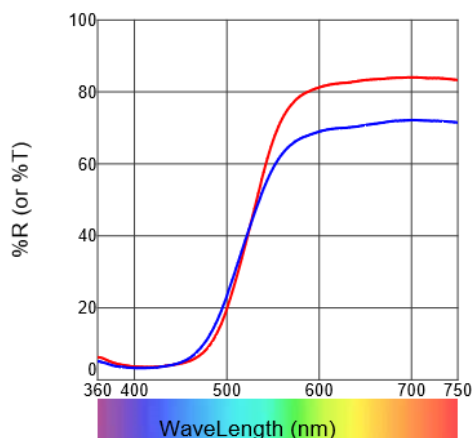
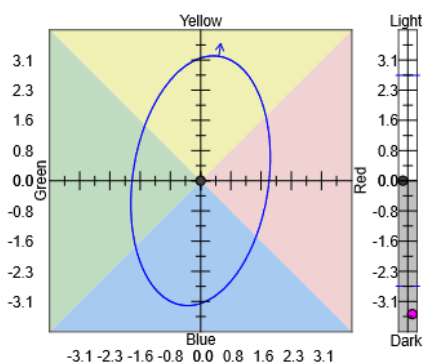
EVALUACIÓN DE MUESTRAS EN EL  
ESPECTROFOTOMETRO



### ANEXO 3. ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO DEL COLOR

dCIELab: D65-10

- AMARILLO ALGODON DIRECTOS - AMARILLO BAMBU DIRECTOS



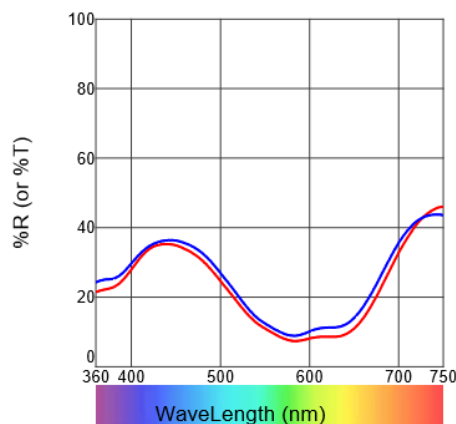
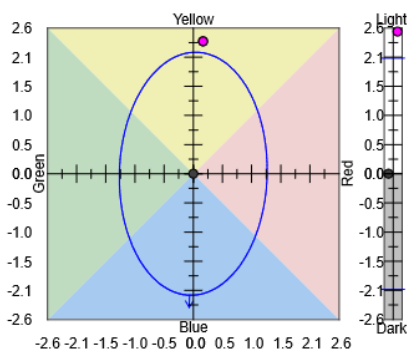
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.40	1.70	2.75	2.90	1.55	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
AMARILLO ALGODON DIR	80.41	12.77	87.48	88.41	81.70

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
AMARILLO BAMBU DIREC	108.18	-3.45 D	-5.73 G	-9.13 B	-9.74 D	4.61 G	4.18	F:

dCIELab: D65-10

- AZUL ALGODON DIRECTOS - AZUL BAMBU DIRECTOS



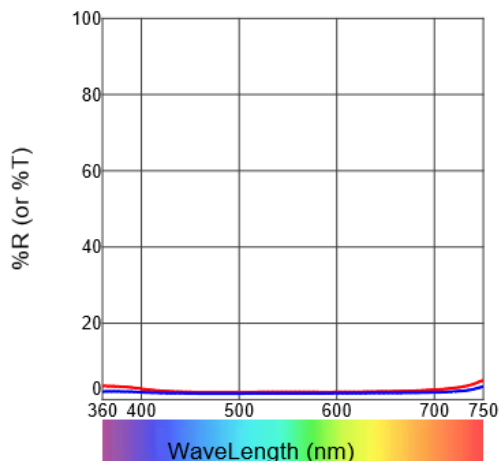
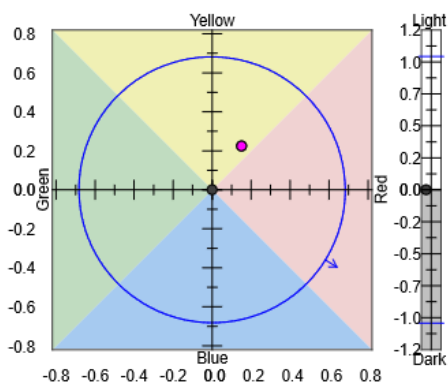
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	1.80	1.15	1.90	1.90	1.15	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
AZUL ALGODON DIRECTO	44.49	-1.01	-34.25	34.26	268.30

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
AZUL BAMBU DIRECTOS	80.19	2.51 L	0.17 R	2.34 Y	-2.34 D	0.11 R	1.65	F:

dCIELab: D65-10

- NEGRO ALGODON DIRECTOS - NEGRO BAMBU DIRECTOS



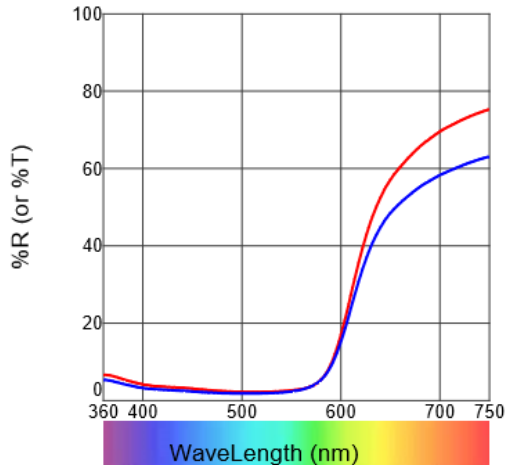
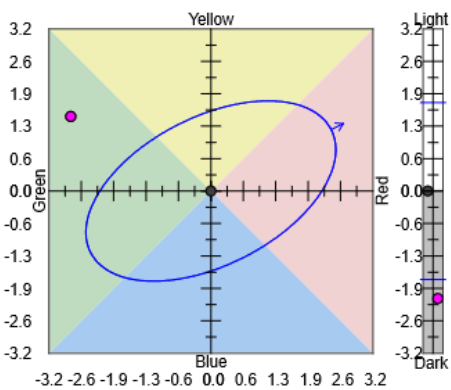
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
NEGRO ALGODON DIRECTO	15.26	0.61	-0.38	0.72	328.31

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
NEGRO BAMBU DIRECTOS	124.28	-2.17 D	0.15 R	0.22 Y	0.06 B	0.26 R	2.16	Fai

dCIELab: D65-10

- ROJO ALGODON DIRECTOS - ROJO BAMBU DIRECTOS



<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	1.55	2.05	1.65	2.40	1.30	1.00	0.10	2.00

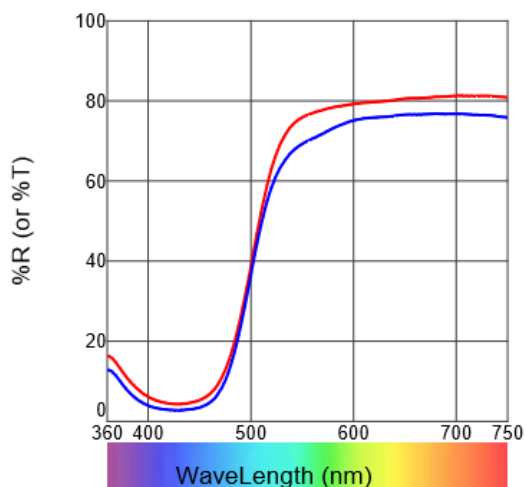
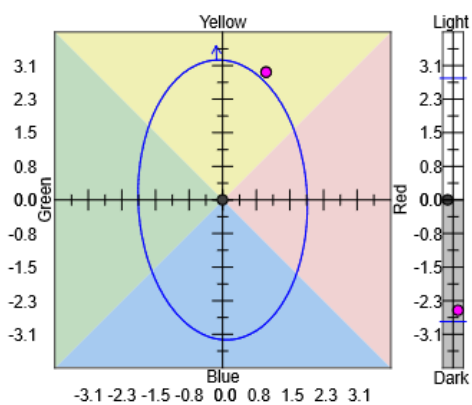
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
ROJO ALGODON DIRECTO	34.76	49.92	25.43	56.02	26.99

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
ROJO BAMBU DIRECTOS	123.68	-2.15 D	-2.80 G	1.49 Y	-1.76 D	2.64 Y	2.26	Fai

**e-Job3.ibx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- AMARILLO ALGODON REACTIVOS  
- AMARILLO BAMBU REACTIVOS



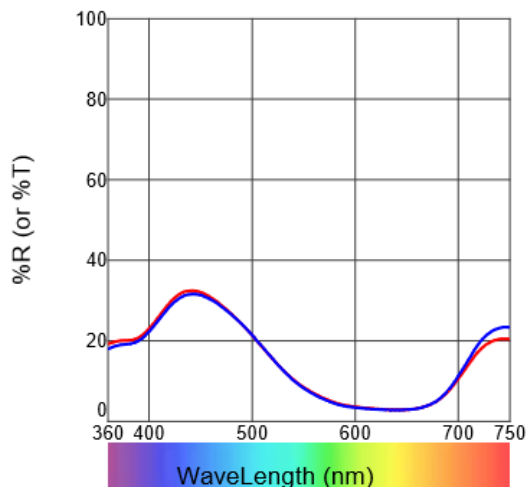
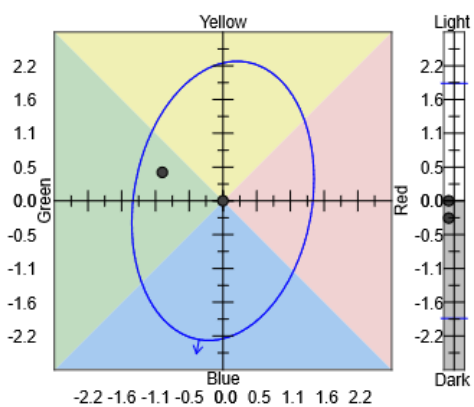
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.45	1.75	2.80	2.85	1.70	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
AMARILLO ALGODON REA	85.01	-3.69	84.83	84.91	92.49

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
AMARILLO BAMBU REACT	160.65	-2.53 D	1.00 R	2.92 Y	2.88 B	-1.10 R	1.40	F:

dCIELab: D65-10

- ALGODON AZUL - BAMBU AZUL



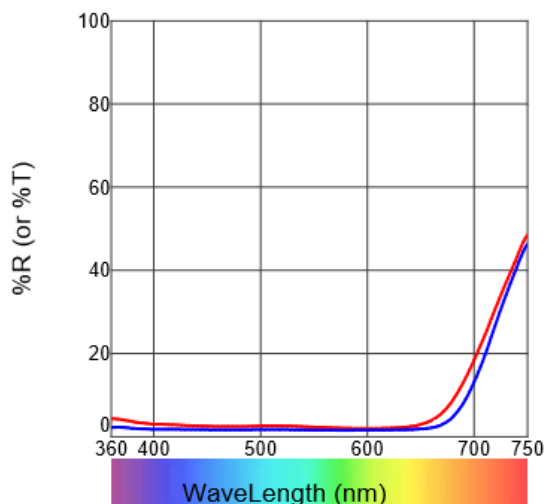
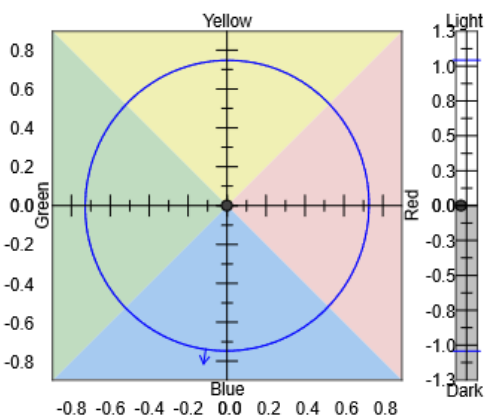
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	1.70	1.35	1.95	2.00	1.30	1.00	0.10	2.00

<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
ALGODON AZUL	39.36	-6.58	-38.33	38.89	260.26

<u>Trial Name</u>	<u>%STR-SWL</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
BAMBU AZUL	102.30	-0.28 D	-0.98 G	0.46 Y	-0.28 D	-1.05 G	0.75	Pa:

dCIELab: D65-10

- NEGRO ALGODON REACTIVOS - NEGRO BAMBU REACTIVOS



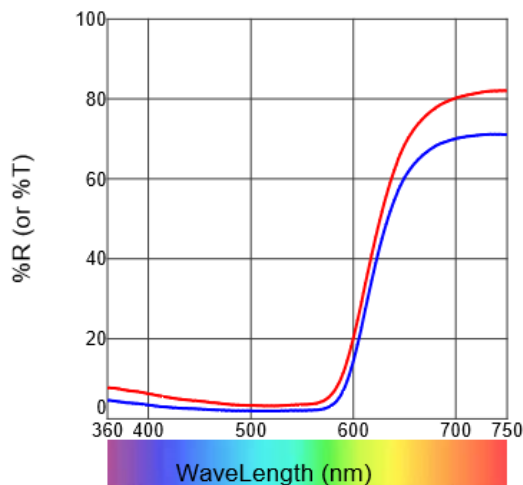
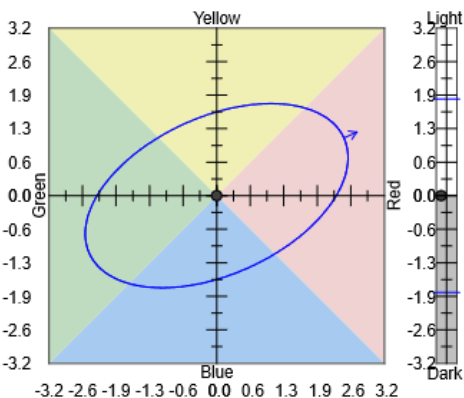
Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	0.95	0.65	0.65	0.65	0.65	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
NEGRO ALGODON REACTI	17.13	-0.26	-1.74	1.76	261.57

Trial Name	%STR-SWL	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
NEGRO BAMBU REACTIVO	129.54	-3.74 D	0.88 R	1.23 Y	-0.95 D	1.18 R	4.04	Fai

dCIELab: D65-10

- ROJO ALGODON REACTIVO - ROJO BAMBU REACTIVO



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	1.65	2.10	1.65	2.40	1.35	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
ROJO ALGODON REACTIV	38.20	51.21	23.23	56.24	24.40

Trial Name	%STR-SWL	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
ROJO BAMBU REACTIVO	170.32	-5.12 D	0.39 R	3.90 Y	2.06 B	3.33 Y	3.59	Fa

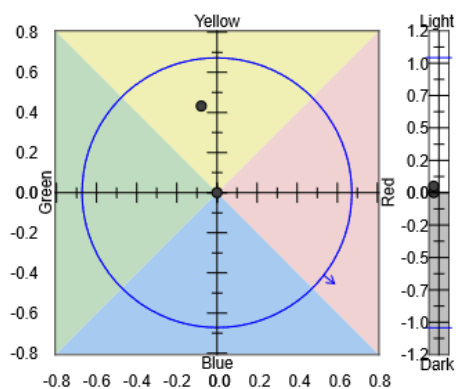
## ANEXO 4 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE CAMBIO DE COLOR MEDIANTE LA ESCALA DE GRISES CON COLORANTES DIRECTOS

QC

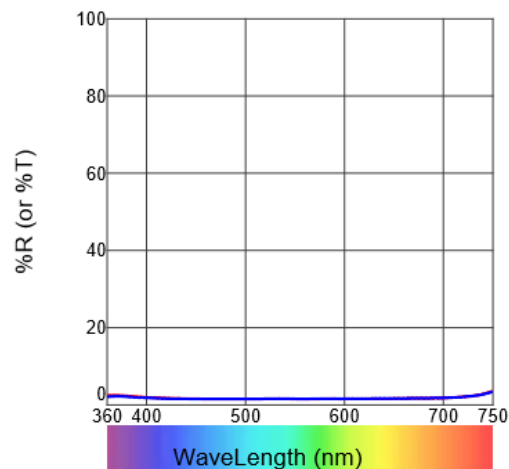
07/03/2019 9:55:11

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

dCIE Lab: D65-10



- Degradación Lavado bambu negro Directo  
- Degradación Lavado bambu negro Directo

**Tolerances:**

D65-10

**DL\* tol**

0.90

**Da\* tol**

0.60

**Db\* tol**

0.60

**DC\* tol**

0.60

**DH\* tol**

0.60

**P/F tol**

1.00

**Margin**

0.10

**I:c**

2.00

**Standard Name:**

Degradación Lavado

**L\***

12.91

**a\***

0.43

**b\***

-0.33

**C\***

0.55

**h°**

322.33

**Trial Name**

Degradación Lavado

**GS Change DL\***

4.5

**Da\***

0.05 L

**Db\***

-0.08 G

**DC\***

0.43 Y

**DH\***

-0.18 D

**DEcmc**

0.40 R

**P/F**

0.66 Pa

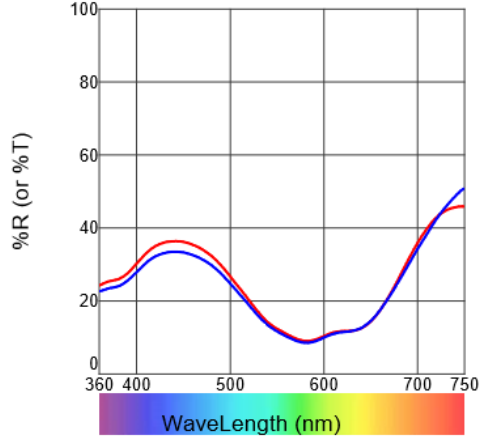
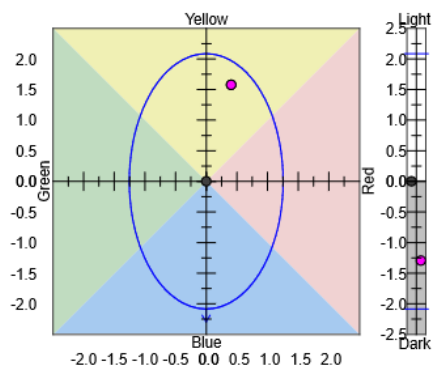
QC

07/03/2019 9:52:26

**Customer Name**  
**e-Job2.ibx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Azul Directo  
 - Degradación Lavado bambu Azul Directo



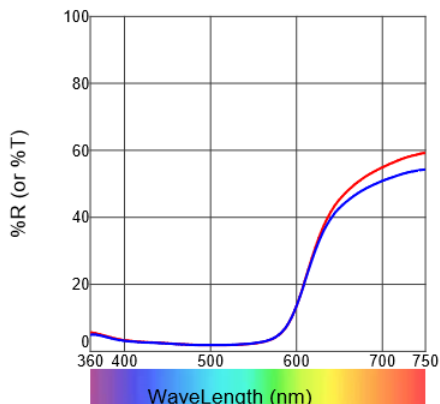
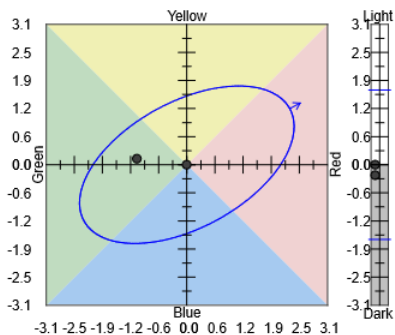
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	1.85	1.10	1.85	1.85	1.10	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Degradación Lavado b	47.02	0.01	-31.82	31.82	270.01			
<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado b	4	-1.31 D	0.41 R	1.57 Y	-1.56 D	0.42 R	1.03	Fa

**Customer Name**

e-Job3.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Rojo Directo  
- Degradación Lavado bambu Rojo Directo



<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>!c</u>
D65-10	1.45	1.95	1.60	2.30	1.25	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>
egradación Lavado	31.47	45.11	24.60	51.38	28.61

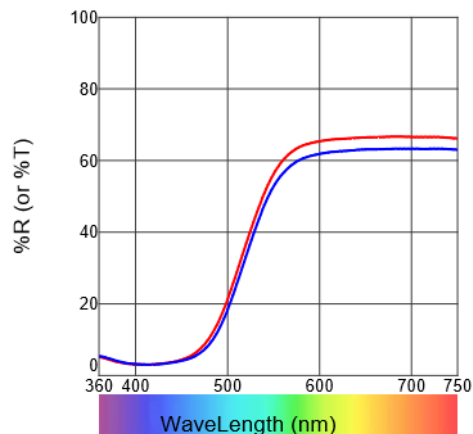
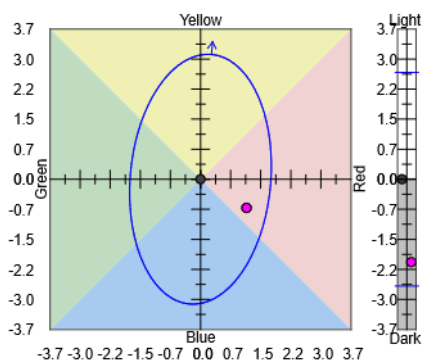
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
egradación Lavado	4.5	-0.23 D	-1.10 G	0.13 Y	-0.90 D	0.65 Y	0.60	Pa

**Customer Name**

e-Job1.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Amarillo Directo  
- Degradación Lavado bambu Amarillo Directo



<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>!c</u>
D65-10	2.35	1.60	2.70	2.75	1.55	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>
Degradación Lavado b	75.36	6.84	78.30	78.60	85.01

<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado b	3.5	-2.06 D	1.14 R	-0.72 B	-0.61 D	-1.21 R	1.06	F.

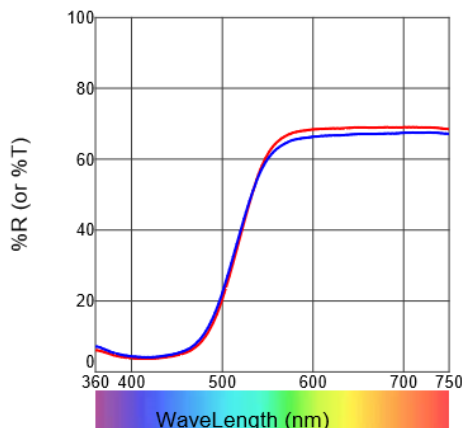
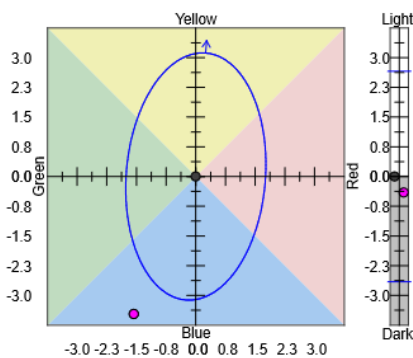
QC

27/02/2019 10:35:10

**Customer Name**  
**e-Job1.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Amarillo Directo  
 - Degradación Lavado CO Amarillo Directo



<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	1.65	2.75	2.80	1.55	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>
Degradación Lavado C	77.10	6.46	80.87	81.12	85.43

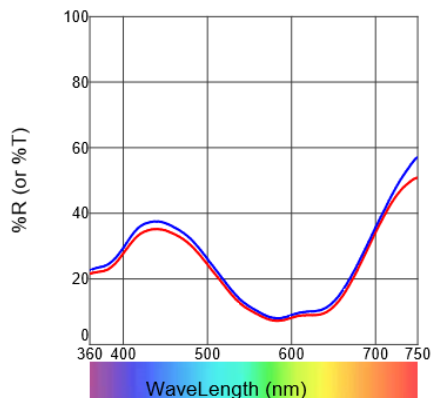
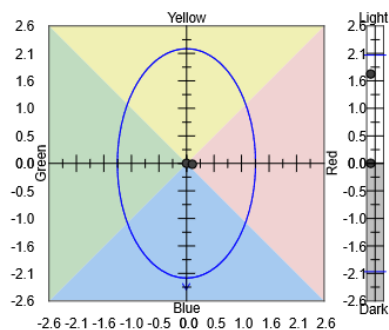
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	4	-0.41 D	-1.58 G	-3.50 B	-3.60 D	1.32 G	1.37	Fa

**Customer Name**

**e-Job2.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Azul Directo  
 - Degradación Lavado CO Azul Directo



<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	1.80	1.15	1.90	1.90	1.15	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>
Degradación Lavado C	44.21	-0.05	-34.54	34.54	269.92

<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	4	1.68 L	0.11 R	-0.02	0.02	0.11 R	0.83	Pa



QC

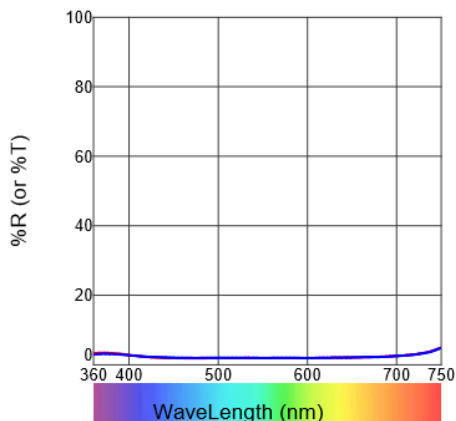
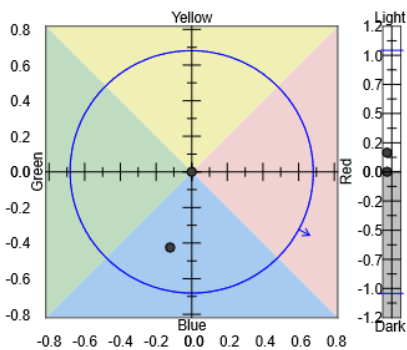
27/02/2019 10:41:40

**Customer Name**

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

dCIE Lab: D65-10

- Degradación Lavado CO Negro Directo  
- Degradación Lavado CO Negro Directo



<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>!c</u>
D65-10	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	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>
Degradación Lavado C	15.17	0.62	-0.33	0.70	331.76

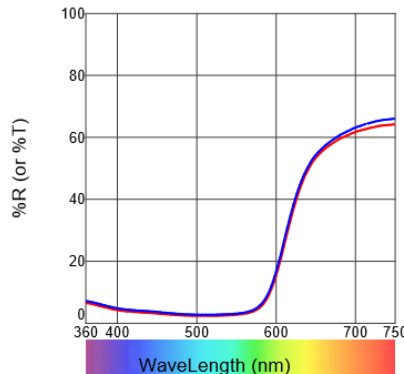
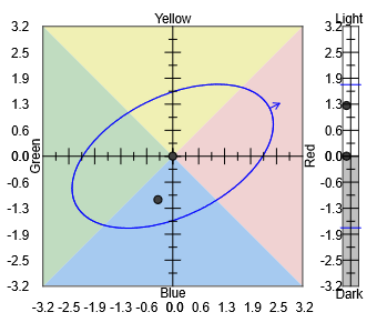
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	4.5	0.16 L	-0.12 G	-0.42 B	0.20 B	-0.39 B	0.67	Pa

**Customer Name**

**e-Job3.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIE Lab: D65-10

- Degradación Lavado CO Rojo Directo  
- Degradación Lavado CO Rojo Directo



<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>!c</u>
D65-10	1.55	2.05	1.60	2.35	1.30	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>
Degradación Lavado C	33.98	47.61	23.48	53.09	26.25

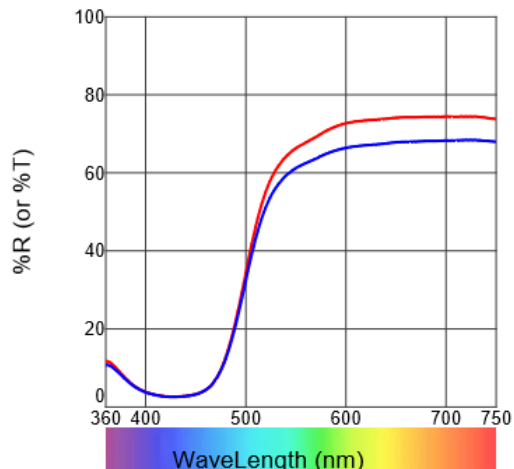
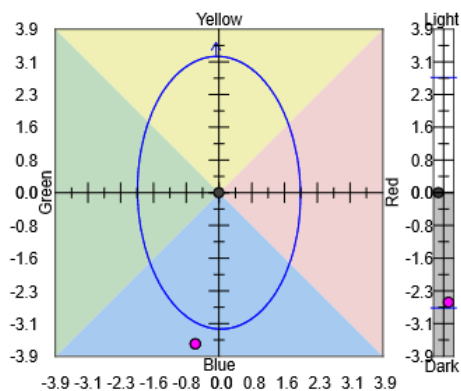
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	4	1.23 L	-0.36 G	-1.06 B	-0.78 D	-0.80 R	0.94	Ma

**Customer Name**

**e-Job47.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Amarillo Reactivo  
 - Degradación Lavado bambu Amarillo Reactivo



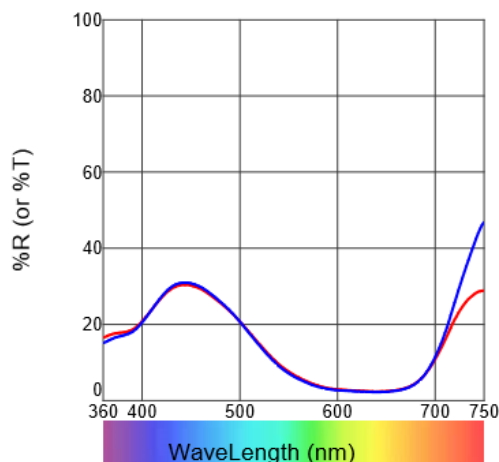
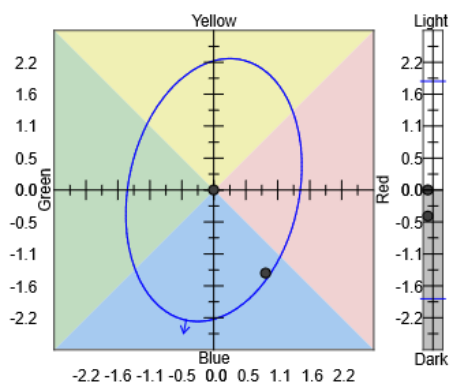
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.40	1.70	2.85	2.85	1.70	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Degradación Lavado b	81.12	-1.84	87.03	87.04	91.21			
<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado b	3.5	-2.60 D	-0.56 G	-3.58 B	-3.57 D	0.65 G	1.50	Fz

**Customer Name**

e-Job48.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Azul Reactivo  
- Degradación Lavado bambu Azul Reactivo



<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	1.65	1.40	1.95	2.00	1.30	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>
Degradación Lavado b	38.01	-8.01	-38.07	38.91	258.11

<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>	<u>P/</u>
Degradación Lavado b	4.5	-0.45 D	0.89 R	-1.42 B	1.23 B	1.14 R	0.98	Λ

QC

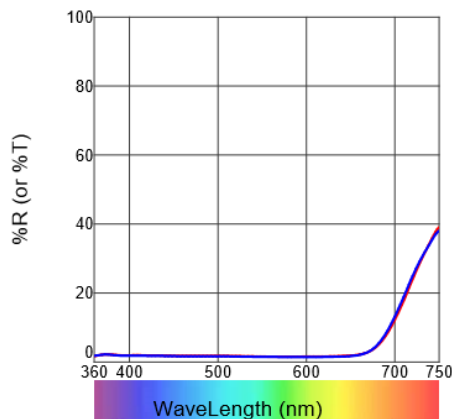
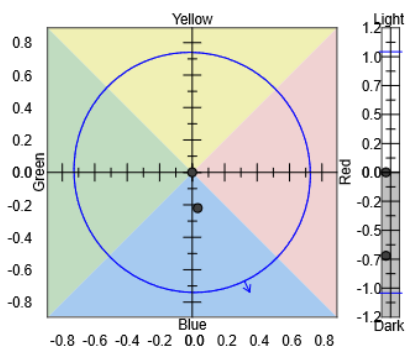
07/03/2019 12:23:45

**Customer Name**

e-Job50.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Negro Reactivo  
- Degradación Lavado bambu Negro Reactivo



<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	0.90	0.65	0.65	0.65	0.65	1.00	0.10	2.00

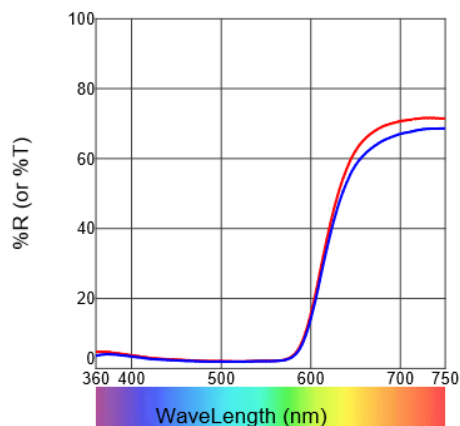
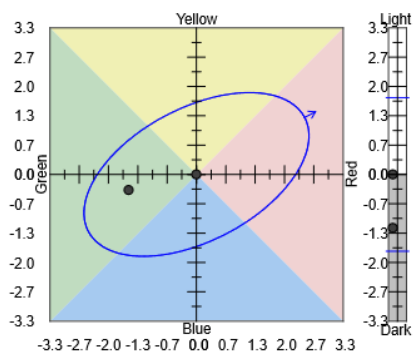
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
Degradación Lavado b	13.45	0.73	-1.52	1.69	295.73

<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>	<u>P/</u>
Degradación Lavado b	4.5	-0.71 D	0.03 R	-0.22 B	0.21 B	-0.06 B	0.75	P:

**Customer Name**

e-Job49.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado bambu Rojo Reactivo  
- Degradación Lavado bambu Rojo Reactivo

<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	1.55	2.10	1.70	2.45	1.35	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>			
Degradación Lavado b	33.99	52.60	27.69	59.44	27.77			
<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado b	4	-1.22 D	-1.54 G	-0.35 B	-1.52 D	0.41 Y	0.93	Ma

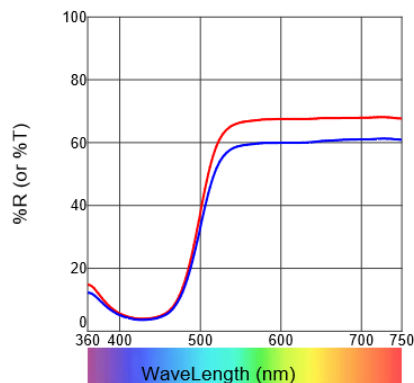
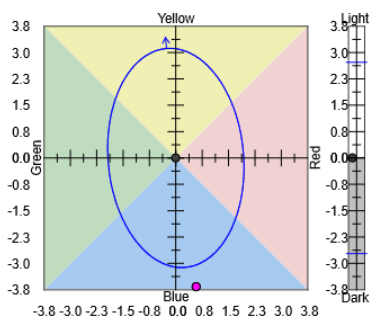
QC

07/03/2019 11:16:25

**Customer Name**

e-Job19.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Amarillo Reactivo  
- Degradación Lavado CO Amarillo Reactivo

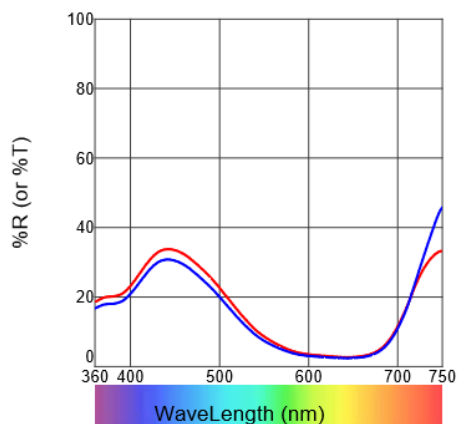
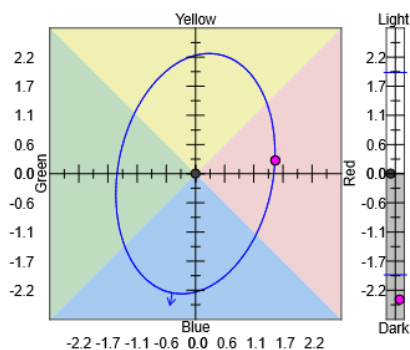
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.40	1.75	2.70	2.75	1.70	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Degradación Lavado C	80.84	-6.83	79.76	80.05	94.89			
<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	3	-3.80 D	0.58 R	-3.67 B	-3.71 D	-0.27 R	1.83	Fa

**Customer Name**

e-Job20.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Azul Reactivo  
- Degradación Lavado CO Azul Reactivo



<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	1.70	1.40	1.95	2.05	1.30	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>
Degradación Lavado C	40.02	-7.55	-39.12	39.84	259.08

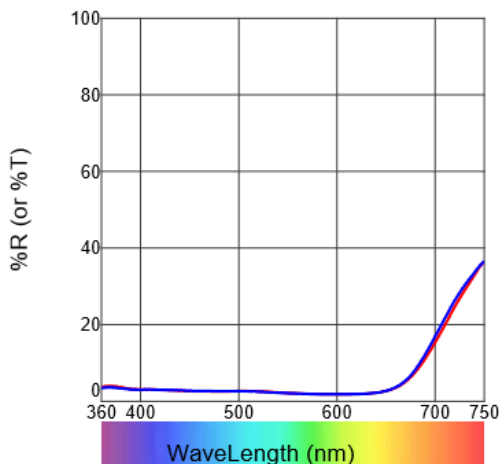
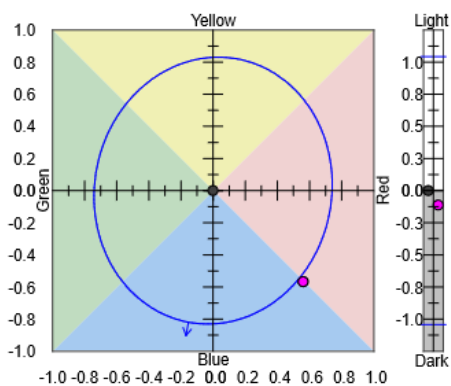
<u>Trial Name</u>	<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	3.5	-2.39 D	1.52 R	0.25 Y	-0.51 D	1.45 R	1.60	Fai

**Customer Name**

e-Job22.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Negro Reactivo  
- Degradación Lavado CO Negro Reactivo



<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	0.95	0.70	0.75	0.75	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>
Degradación Lavado C	16.61	-0.70	-3.75	3.81	259.43

<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>	<u>P/F</u>
Degradación Lavado C	4.5	-0.11 D	0.59 R	-0.59 B	0.53 B	0.64 R	1.04	Fai

QC

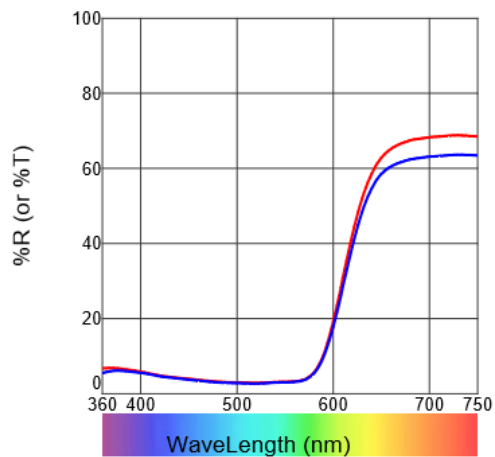
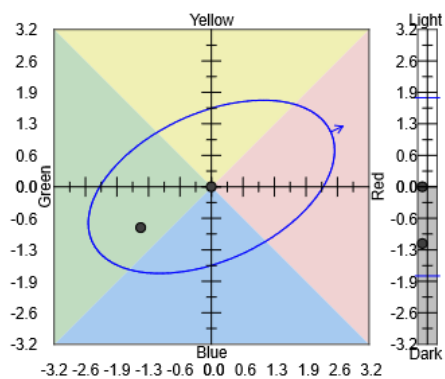
07/03/2019 11:22:31

**Customer Name**

**e-Job21.jbx [database=iTextile.mdb]**

dCIELab: D65-10

- Degradación Lavado CO Rojo Reactivo  
- Degradación Lavado CO Rojo Reactivo



**Tolerances:**

D65-10

<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>
1.60	2.10	1.65	2.40	1.35	1.00	0.10	2.00

**Standard Name:**

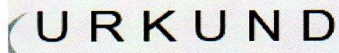
Degradación Lavado C

<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>
36.95	50.93	23.47	56.08	24.74

**Trial Name**

Degradación Lavado C

<u>GS Change</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F</u>
4	-1.17 D	-1.46 G	-0.84 B	-1.67 D	-0.16 R	0.90	Pa



[Urkund] 9% de similitud – patomera22@gmail.com

report@analysis.arkund.com

Responder a todos

18/05/2019

**CINTHIA MARISOL GUAJÁN MORALES**

OTROS CORREOS

Documento(s) entregado(s) por: [patomera22@gmail.com](mailto:patomera22@gmail.com)

Documento(s) recibido(s) el: 17/05/2019 21:45:00

Informe generado el 18/05/2019 10:45:43 por el servicio de análisis documental de **Urkund**.

Mensaje del depositante:

---

Documento : Tesis de intensidad de Color- Cinthia Guaján revision [D1829745979894]

Alrededor de 9% de este documento se compone de texto más o menos similar al contenido de 68 fuente(s) considerada(s) como la(s) más pertinente(s).

La más larga sección comportando similitudes, contiene 366 palabras y tiene un índice de similitud de 35% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento. Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas.

Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.arkund.com/view/18131883913-650409-876730123>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.arkund.com/archive/download/18279788-24373-72765072789>

---