



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

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA TEXTIL

TEMA

“ESTUDIO TÉCNICO DEL NIVEL DE DEGRADACIÓN DEL COLOR A LA LUZ
UV EN LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN”

ELABORADO POR: ZULEMA AMPARO VEGA MANOSALVAS

DIRECTOR: ING. DARWIN ESPARZA

IBARRA - ECUADOR

ENERO – 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual se pone a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR	
CEDULA DE IDENTIDAD	100357581-6
APELLIDOS Y NOMBRES	Vega Manosalvas Zulema Amparo
DIRECCIÓN	Otavaló Cda. Jacinto Collahuazo 3ra etapa
E-MAIL	zuly711zavm@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0990135040
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Estudio técnico del nivel de degradación del color a la luz UV en las fibras de bambú y algodón”
AUTOR	Vega Manosalvas Zulema Amparo
FECHA	Diciembre 2017
PROGRAMA	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera Textil
ASESOR	Ing. Darwin Esparza Msc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2 AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Zulema Amparo Vega Manosalvas, con cédula de identidad Nro. 100357581-6, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la “Universidad Técnica del Norte” la publicación de la obra en el repositorio digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3 CONSTANCIAS

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

Ibarra, 24 de enero 2018

Zulema Amparo Vega Manosalvas
C.I. 100357581-6



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

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Zulema Amparo Vega Manosalvas, con cédula de identidad Nro. 100357581-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“ESTUDIO TECNICO DEL NIVEL DE DEGRADACION DEL COLOR A LA LUZ UV EN LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA TEXTIL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 18 de enero del 2018

Zulema Amparo Vega Manosalvas
C.I. 100357581-6



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

DECLARACIÓN:

Yo, Zulema Amparo Vega Manosalvas, con cédula de identidad N° 100357581-6, declaro bajo juramento que: el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la “Universidad Técnica del Norte”, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 18 de enero del 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Zulema Vega', is written over a horizontal line.

Zulema Amparo Vega Manosalvas
C.I. 100357581-6



**“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: **“ESTUDIO TÉCNICO DEL NIVEL DE DEGRADACIÓN DEL COLOR A LA LUZ UV EN LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN”** ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Zulema Amparo Vega Manosalvas, con cédula de identidad 100357581-6, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

Ing. Darwin Esparza Msc.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado salud, fuerza y sabiduría para culminar una meta más en mi vida.

A mis Padres Enrique Vega y Norma Manosalvas, por haberme brindado sus consejos su apoyo incondicional y su paciencia en todo momento, que me han permitido ser una persona de bien y mostrarme el camino hacia la superación.

A mis Hermanas, Fernanda, Leidy, Gabriela y Richard y a mis sobrinos Polett, Johan y Jamileth quienes son mi inspiración para seguir adelante.

A mi familia en general quienes aportaron con un granito de arena para que este sueño se haga realidad.

Zulema Vega

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque él está presente en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres por apoyarme moral y económicamente ya que ellos han velado por mi educación en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

A Diego por formar parte de mi vida, por comprenderme, tenerme paciencia y por acompañarme en los buenos y malos momentos.

A todos mis compañeros de clase que me ayudaron día a día a terminar mi carrera Universitaria.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a los docentes de la Carrera de Ingeniería Textil, por impartir sus conocimientos y sabiduría que me permitieron finalizar este trabajo.

Al Ing. Darwin Esparza, Director de tesis, por haberme brindado sus conocimientos y a su vez guiarme para la culminación de esta investigación.

Zulema Vega

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
DECLARACIÓN:	v
CERTIFICO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
TABLA DE CONTENIDO.....	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
SUMMARY	xix
PARTE TEÓRICA.....	1
CAPITULO I	1
1 INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4 JUSTIFICACION	4
1.5 ALCANCE.....	4
CAPITULO II.....	5
2.1 ALGODÓN.....	5
2.1.1 Definición	5
2.1.2 Características sistemáticas y morfológicas	5
2.1.2.1 Raíz	5
2.1.2.2 Tallo	5
2.1.2.3 Hojas	5
2.1.2.4 Flores	6
2.1.2.5 Fruto.....	6
2.1.3 Estructura de la fibra.....	6
2.1.3.1 Cutícula.....	7
2.1.3.2 La pared primaria.....	7
2.1.3.3 La pared secundaria	7

2.1.3.4 El lúmen.....	8
2.1.4 Propiedades físicas.....	8
2.1.4.1 Longitud de fibra	8
2.1.4.2 Finura (μ)	8
2.1.4.3 Grado de madurez.....	8
2.1.4.4 Resistencia	9
2.1.4.5 Elongación	9
2.1.4.6 Color	9
2.1.4.7 Higroscopicidad.....	9
2.1.5 Propiedades químicas	10
2.1.5.1 Composición química	10
2.1.5.2 Resistencia a los álcalis.....	10
2.1.5.3 Resistencia a los ácidos.....	10
2.1.5.4 Acción a la luz	10
2.1.5.5 Afinidad por los colorantes.....	11
2.1.5.6 Absorción del colorante	11
2.1.6 Usos y aplicaciones.....	11
2.2 BAMBÚ.....	12
2.2.1 Definición	12
2.2.2 Características morfológicas.....	12
2.2.3 Estructura de la fibra.....	12
2.2.4 Propiedades físicas.....	12
2.2.5 Propiedades químicas	13
2.2.6 Usos y aplicaciones.....	13
CAPITULO III.....	14
3 EL COLOR, DEGRADACION DEL COLOR Y LA LUZ UV.....	14
3.1 EL COLOR.....	14
3.1.1 Definición de color	14
3.1.2 Propiedades del color.....	14
3.1.2.1 Matiz	14
3.1.2.2 La luminosidad	15
3.1.2.3 Saturación	15
3.1.2.4 Brillo	16
3.1.3 Colorimetría.....	16

3.2 DEGRADACION DEL COLOR.....	16
3.3 LUZ UV	16
3.3.1 Definición	16
3.3.2 Protección ultravioleta (UV), en textiles	18
3.3.3 Transmitancia de un tejido.....	18
3.3.4 Parámetros de los que depende el nivel de protección UV de un tejido.....	20
3.3.4.1 Estructura del tejido	20
3.3.4.2 Color	20
3.3.4.3 Fibra o fibras que lo conforman.....	21
3.3.4.4 Aprestos y acabados.....	21
CAPITULO IV.....	22
4 NORMAS Y EQUIPO.....	22
4.1 NORMAS	22
4.1.1 NORMA ISO 105 - B02	22
4.1.2 NORMA ISO 105 – A02	25
4.2 EQUIPO.....	26
4.2.1 Trufade.....	26
4.2.1.1 Esquema general del equipo	26
4.2.1.2 Características técnicas	28
4.2.2 Espectrofotómetro.....	30
4.2.2.1 Definición	30
4.2.2.2 Esquema general del equipo	30
4.2.2.3 Características técnicas	31
CAPITULO V.....	32
5 PROCESO DE TINTURA Y COLORANTES	32
5.1 PROCESO DE TINTURA.....	32
5.1.1 Introducción	32
5.1.2 Definición	32
5.1.3 Factores que influyen en la tintura.....	32
5.1.3.1 Afinidad de colorante fibra	32
5.1.3.2 Relación de baño.....	33
5.1.3.3 pH.....	33
5.1.3.4 Temperatura	34
5.1.3.5 Tiempo	34

5.1.3.6 Auxiliares de tintura.....	34
5.1.4 Curva de tintura	35
5.1.5 Método de tintura por agotamiento.....	35
5.1.6 Máquina de tintura	35
5.1.6.1 Autoclave de laboratorio.....	35
5.2 COLORANTES	37
5.2.1 Colorantes reactivos.....	37
5.2.2 Clasificación de los colorantes reactivos por su reactividad	37
5.2.2.1 Colorantes de alta reactividad.....	38
5.2.2.2 Colorantes de media reactividad.....	38
5.2.2.3 Colorantes de baja reactividad	38
5.2.3 Propiedades de los colorantes reactivos.....	38
5.2.4 Colorantes everzol	39
5.2.5 Colorantes directos	41
5.2.6 Características	41
5.2.7 Colorantes Everdirect	42
PARTE PRÁCTICA	46
CAPITULO VI.....	46
6 METODOLOGÍA.....	46
6.1 Métodos de Investigación	46
6.2 Recopilación de la información	48
6.3 Diseño muestral	49
6.3.1 Selección de las muestras	49
6.4 Metodología de Campo.....	50
6.4.1 Tinturas	52
6.4.2 Medición de degradación del color en el equipo Trufade.	56
6.4.3. Medición de degradación del color mediante la escala de grises en el equipo Espectrofotómetro.....	56
6.5 Métodos y técnicas estadísticas utilizadas	57
6.6 Procesamiento de datos.....	57
CAPITULO VII	58
7 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	58
7.1 Resultados.....	58
7.1.1 Pruebas de tintura con colorantes directos.....	58

7.1.2 Pruebas de tintura con colorantes reactivos	60
7.1.3 Medición de degradación del color frente a la luz UV (Trufade).....	63
7.1.4 Medición del grado de degradación mediante la escala de grises (espectrofotómetro).....	64
7.2 Análisis y evaluación de resultados	65
7.2.1 Normalidad de los datos obtenidos	65
7.2.2 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva	69
7.2.2.1 Resumen estadístico de la medición de degradación del color de algodón y bambú.....	69
7.2.3 Análisis comparativo de la degradación del color (escala de grises) tinturada con colorantes directos entre el algodón y bambú.....	76
7.2.4 Análisis comparativo de la degradación del color (escala de grises) tinturada con colorantes reactivos entre el algodón y bambú.....	77
7.2.4 Análisis comparativo de degradación del color (escala de grises) de tela cruda de algodón y bambú.....	79
7.2.5 Resumen comparativo de degradación del color en tela cruda, tinturada con colorantes directos y reactivos entre las fibras de algodón y bambú.....	79
7.2.5 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de degradación del color en la fibra de algodón.....	81
7.2.6 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de degradación del color en la fibra de bambú.....	82
7.2.7 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de degradación del color en la fibra de algodón.....	83
7.2.8 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de degradación del color en la fibra de bambú.....	84
CAPITULO VIII.....	85
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
8.1 CONCLUSIONES	85
8.2 RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	89
ANEXOS	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud de fibra del algodón.....	8
Tabla 2. Composición química del algodón	10
Tabla 3. Propiedades físicas del bambú	12
Tabla 4. Propiedades químicas del bambú.....	13
Tabla 5. Especificaciones técnicas.....	28
Tabla 6. Requerimientos de instalación	29
Tabla 7. Normas.....	29
Tabla 8. Especificaciones técnicas Color i5 X-Rite.....	31
Tabla 9. Concentraciones de sal y álcali	39
Tabla 10. Cantidad de sal neutra.....	43
Tabla 11. Hoja patrón de pruebas de tintura de Co con colorantes directos.....	58
Tabla 12. Hoja patrón de pruebas de tintura de Bambú con colorantes directos.....	59
Tabla 13. Hoja patrón de pruebas de tintura de Co con colorantes reactivos	61
Tabla 14. Hoja patrón de pruebas de tintura de Bambú con colorantes reactivos.....	62
Tabla 15. Datos de degradación del color en la escala de grises	65
Tabla 16. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color de tinturas con colorantes directos	66
Tabla 17. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda y de tinturas con colorantes reactivos	67
Tabla 18. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú.....	68
Tabla 19. Media y coeficiente de variación, de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos	69
Tabla 20. Media y coeficiente de variación de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos.	70
Tabla 21. Media y coeficiente de variación de la medición de degradación de tela cruda de algodón y bambú.....	70
Tabla 22. Media y coeficiente de variación de medición de degradación del color en tela cruda y en tinturas con colorantes directos y reactivos.....	71
Tabla 23. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en algodón.....	81
Tabla 24. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en bambú.....	82
Tabla 25. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en algodón.....	83
Tabla 26. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en bambú.....	84

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura física de la fibra de algodón	6
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)	12
Figura 3. Matices en el círculo cromático.....	15
Figura 4. Escala de saturación del amarillo	15
Figura 5. Brillos del color rojo.....	16
Figura 6. Espectro de radiación magnética y radiación ultravioleta.....	17
Figura 7. Reflexión, absorción y transmisión de radiación ultravioleta al incidir sobre un tejido	19
Figura 8. Tejido de calada y tejido de punto por trama	20
Figura 9. Rueda cromática de los artistas pigtoricos Azul ultramar – Rojo fuego – Amarillo	20
Figura 10. Flor y planta de algodón.....	21
Figura 11. Escala de grises	25
Figura 12. Calificación en la escala de grises	26
Figura 13. Trufade	27
Figura 14. Espectrofotómetro colorí5	30
Figura 15. Gran afinidad Baja afinidad	33
Figura 16. Máquina Dying modelo RHS-24.....	36
Figura 17. Etapas de la investigación	48
Figura 18. Estructura del proceso de tintura y medición y análisis de degradación del color	51
Figura 19. Proceso de tintura y medición de degradación del color.....	53
Figura 20. Curva de tintura de colorantes directos	54
Figura 21. Curva de tintura de colorantes reactivos	55
Figura 22. Medición de degradación del color en el equipo TRUFADE Y ESPECTROFOTÓMETRO.	56
Figura 23. Muestras de Co tinturadas con colorantes directos	59
Figura 24. Muestras de Bambú tinturadas con colorantes directos	60
Figura 25. Muestras de Co tinturadas con colorantes reactivos	62
Figura 26. Muestras de Bambú tinturadas con colorantes reactivos.....	63
Figura 27. Muestras de tela tinturada colocadas en los moldes.....	64
Figura 28. Muestras listas para la exposición a la luz UV.....	64
Figura 29. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante la media	72
Figura 30. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante el coeficiente de variación.....	73
Figura 31. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante la media.	74
Figura 32. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante el coeficiente de variación.	74
Figura 33. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante la media.	75
Figura 34. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante el coeficiente de variación.	75
Figura 35. Valores comparativos de la degradación del color entre bambú y algodón con colorantes directos	76

Figura 36. Valores comparativos promedios de degradación del color de tinturas con colorantes directos entre el algodón y bambú.....	77
Figura 37. Valores comparativos del grado de degradación del color tinturada con colorantes reactivos entre bambú y algodón	77
Figura 38. Valores comparativos promedios de degradación del color de tinturas con colorantes directos entre el algodón y bambú.....	78
Figura 39. Valores comparativos del grado de degradación del color en tela cruda entre bambú y algodón.....	79
Figura 40.- Análisis comparativo de degradación del color tinturada con colorantes directos, reactivos y en tela cruda entre el algodón y bambú.....	79
Figura 41. Relación entre degradación y % de colorante en el algodón tinturado con colorantes directos.	81
Figura 42. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes directos.	82
Figura 43. Relación entre degradación y % de colorante en el algodón tinturado con colorantes reactivos.....	83
Figura 44. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes reactivos.....	84

INDICE DE ANEXOS

ANEXO B. EQUIPOS Y MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	92
ANEXO C. TINTURA DE FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN.....	93
ANEXO D. DEGRADACION DEL COLOR.....	94
ANEXO E. MEDICION DE DEGRADACIÓN DEL COLOR MEDIANTE ESCALA DE GRISES.....	95
ANEXO F. RESULTADOS DE MEDICION DE DEGRADACION EN LA ESCALA DE GRISES.....	96

RESUMEN

En esta investigación se realiza una comparación del nivel de degradación del color frente a la luz UV en el equipo Trufade, entre las fibras de bambú y algodón, en tejido de punto tanto de tela cruda como tinturada, mediante la Norma NTE INEN ISO 105-B02 medido en la escala de grises. El objetivo es determinar cuál de los dos tipos de fibras tiene mejor resistencia del color a la luz. Esta investigación consta de los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se presenta una breve introducción de esta investigación, también el problema, antecedentes, justificación y objetivos. En el capítulo II, se realiza una construcción bibliográfica acerca de las fibras de bambú y algodón y sus propiedades tanto físicas como químicas. En el capítulo III, se define el color, degradación del color en las fibras textiles, la luz UV y parámetros de los que depende el nivel de protección UV de un tejido. En el capítulo IV, se presenta la norma ISO 105-B02 y por ende el método con el que se realizó esta investigación, también se presenta el equipo utilizado. En el capítulo V, se habla del proceso de tintura, factores que influyen en el proceso de tintura y los tipos de colorantes utilizados para la investigación, es decir, colorantes directos y reactivos. En el capítulo VI, se realiza la parte práctica; la metodología con la que se realizó la investigación, el proceso de tintura de las fibras de algodón y bambú seguidamente la medición de degradación del color en el equipo Trufade y la medición de degradación del color mediante la escala de grises en el equipo Espectrofotómetro; también se seleccionó los métodos y técnicas estadísticas utilizadas. Finalmente, en el capítulo VII, se presentan los resultados; se compara los datos de degradación del color de la fibra de algodón con el bambú mediante la media y el coeficiente de variación, también se realiza una relación entre los datos de la medición de degradación del color con el porcentaje de colorante utilizado en cada color. Se determina también, cuál de los dos tipos de fibras tiene una mejor solidez del color frente a la luz UV. La comparación de la degradación del color de la fibra de algodón con la fibra de bambú, permitió establecer que, la fibra de bambú tinturada con colorantes directos tiene mejor solidez del color que la fibra de algodón; y tinturada con colorantes reactivos las dos fibras son iguales, en el caso de la tela cruda el bambú tiene mejor solidez a la luz que el algodón.

Palabras clave: bambú, algodón, degradación, color, luz Uv.

SUMMARY

In this research, a comparison of level of color degradation against UV light in the Trufade equipment is made, between bamboo and cotton fibers; both raw and dyed knitted fabric, using the NTE INEN ISO I 05-B02 standard measured in the gray scale. The objective is to determine which of the two types of fibers has the best resistance to color light. This research consists of the following chapters: Chapter I, a brief introduction of this research is presented, as well as the problem, background, justification and objectives. In chapter II, a bibliographic construction is made about bamboo and cotton fibers and their physical and chemical properties. In Chapter III, color is defined; color degradation in textile fibers, UV light and parameters on which the UV protection level of a fabric depends. In chapter IV, the ISO 105-B02 standard is presented, and therefore the method which this research was carried out, and also the equipment used is presented. In Chapter V, the dyeing process is discussed; factors that influence the dyeing process and the types of dyes used for research, namely direct and reactive dyes. In chapter VI, the practical part is performed; the methodology which the research was carried out, is presented, the dyeing process of the cotton and bamboo fibers followed by the measurement of color degradation in the Trufade equipment, and the measurement of color degradation using the gray scale in the Spectrophotometer equipment; the statistical methods and techniques used were also selected. Finally, in chapter VII, the results are presented; the color degradation data of the cotton fiber is compared with the bamboo from the arithmetical average and the coefficient of variation; a relation is also made between the data of the measurement of color degradation with the percentage of dye used in each color. It is also determined which of the two types of fibers has a better color fastness compared to UV light. Comparing the color degradation of cotton fiber with bamboo fiber, it was established that bamboo fiber dyed with direct dyes has better color fastness than cotton fiber; and dyed with reactive dyes the two fibers are the same, in the case of raw fabric, bamboo has better light fastness than cotton.

Keywords: bamboo, cotton, degradation, color, light UV.

PARTE TEÓRICA

CAPITULO I

1 INTRODUCCION

La presente investigación se refiere a un estudio comparativo de degradación del color frente a la luz artificial (simulando la luz UV) en las fibras bambú y algodón.

Los materiales textiles al usarlos están expuestos a la luz, esto tiene un gran efecto ya que la luz destruye las materias colorantes por lo que el color se degrada y tiene un aspecto más pálido y apagado.

Por otra parte la fibra de bambú está siendo promocionada como una fibra natural sostenible y ecológica y que puede ser usada en la industria textil, a causa de esto se producirán géneros textiles que aportan al medio ambiente.

Este tema de investigación se desarrolló primeramente con la construcción del material bibliográfico, y seguidamente con la parte práctica mediante la realización de la tintura de las fibras de bambú y algodón con cuatro diferentes colorantes, en colorantes directos a 90°C y en reactivos a 60°C en la máquina autoclave de laboratorio.

Las muestras tinturadas y una muestra de tela cruda se someterán a la máquina Trufade (por el método de arco xenón), acorde a la norma ISO 105-B02 para realizar la medición de degradación del color durante 40 horas.

Con los resultados obtenidos en la máquina de laboratorio Trufade se hace un análisis de resultados, análisis de confiabilidad, análisis de degradación y análisis de comparación entre los dos tipos de fibras.

La metodología utilizada en esta investigación es el método experimental para obtener los resultados y el método comparativo para hacer una evaluación de la fibra de bambú en relación a la fibra de algodón todo esto a nivel de laboratorio.

1.1 ANTECEDENTES

Para realizar un estudio comparativo del nivel de degradación del color a la luz UV en las fibras de bambú y algodón, es conveniente referir la consulta documental de trabajos realizados que guardan relación con los objetivos propuestos en este estudio, en función a ello se menciona a:

Según Añazco M. ,(2013) mediante un análisis realizado nos dice que el bambú es una planta con condiciones únicas de sostenibilidad, rápido crecimiento y gran versatilidad, características que han convertido a esta planta en protagonista del siglo XXI.

Cabe destacar que Castro, (2012) señala que la fibra de bambú tiene una muy buena propiedad la cual es; alta protección contra los rayos UVA, hasta del 95%.

Por lo tanto el bambú al ser una fibra ecológica y obtener esta propiedad importante tiene mayores ventajas competitivas y puede remplazar al algodón.

Por otra parte según la Norma ISO-105-B02, (2014) señala que: Durante su utilización, los textiles suelen estar expuestos a la luz. La luz tiende a destruir las materias colorantes, lo que da lugar al bien conocido efecto de "degradación", por el cual el material teñido cambia de color apareciendo generalmente más pálido y apagado. Los colorantes utilizados en la industria textil se caracterizan por tener unas resistencias a la luz extraordinariamente variables.

Por lo tanto se hace referencia a estas investigaciones antes mencionadas para realizar este proyecto porque lo que se pretende es reemplazar la fibra de bambú por el algodón ya que el bambú es una fibra sostenible y biodegradable y contribuye al ambiente.

1.2 PROBLEMA

Los géneros textiles en su uso son sometidos continuamente y por largos períodos de tiempo a la acción de la luz solar, luz que degrada en mayor o menor grado a los colores de estos textiles. Según Hallett & Johnston, (2010) afirman que la fibra de bambú está siendo promocionada como una fibra natural sostenible y que puede ser usada en la industria textil, incluso con mayores ventajas competitivas que otras fibras textiles, incluso que las fibras naturales.

Es así que FEDIT (Centro Tecnológico de España), (s.f), que confecciona textiles con la fibra de bambú, afirma la buena predisposición de esta fibra a la resistencia a los rayos UV.

Generalmente se dice que la fibra es anti UV; sin embargo, no existen estudios sobre el tema que validen esta afirmación.

Por los antecedentes expuestos, se propone este estudio afín de determinar el grado de resistencia a la luz de la fibra de bambú y para tener una fibra de referencia, sobre la cual hacer el análisis se realizará este estudio en comparación con la fibra de algodón.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico del nivel de degradación del color a la luz UV en las fibras de bambú y algodón.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar material bibliográfico sobre la luz UV y su influencia sobre los géneros textiles, específicamente sobre la degradación a los colores; también, sobre las fibras de bambú y algodón referente a sus procesos de tintura y resistencias a la luz.
- Obtener valores de resistencia a la luz artificial en tejidos de punto de bambú y algodón con diferentes intensidades de colores; mediante el ensayo ISO 105 – B02

realizado en el equipo TRUFADE comparando los colorantes directos y reactivos en los dos tipos de fibras, mediante un análisis estadístico de datos.

- Determinar la resistencia a la Luz UV de los géneros textiles de bambú y algodón y también, hacer análisis comparativo de los valores de resistencia obtenidos; a fin de establecer el nivel de resistencia en las dos clases de fibras.

1.4 JUSTIFICACION

Según Castro, (2012) la fibra de bambú es un tipo de fibra reciclable. Además, es una fibra verde de nuevo tipo en el siglo XXI.

El Bambú es una fibra celulósica cuyo proceso en agricultura se caracteriza por ser muy ecológico, de gran rendimiento y mínimos usos de agua, fertilizantes y pesticidas. Al ser una fibra de origen natural, su proceso de biodegradación es rápido, su periodo de crecimiento es corto y necesita de menos espacio físico que plantas como el algodón (Cobos, 2013, pág. 61).

Por lo tanto la investigación propuesta tiene como antecedente aportar a la industria textil, ya que la fibra de bambú es una fibra ecológica por lo que si se llega a utilizar esta fibra en la industria textil se producirían géneros textiles que serían un gran aporte al ambiente.

1.5 ALCANCE

Este proyecto pretende realizar un estudio técnico del nivel de degradación del color frente a la luz artificial (simulando la luz UV) por el método de arco xenón en el equipo TRUFADE en las fibras de bambú y algodón tanto en tela cruda como tinturada, acorde a la norma ISO 105 - B02. Para el análisis de la tela tinturada, se utilizarán los colorantes reactivos a 60° Everzol rojo ED, Everzol negro ED-R, Everzol azul ED-G y Everzol amarillo EGL 4/C y colorantes directos a 90° Everdirect amarillo PG, Everdirect azul FFRL, Everdirect escarlata 4BS y Everdirect negro 1000%.

CAPITULO II

2.1 ALGODÓN

2.1.1 Definición

El algodón es la fibra textil de mayor uso. La fibra de algodón tiene una combinación de propiedades como durabilidad, bajo costo, facilidad de lavado y comodidad, que lo hacen apropiado para prendas de verano, ropa de trabajo, toallas y sábanas, esta combinación única de propiedades ha hecho del algodón la fibra más popular para grandes masas de la población mundial (Hollen, 1987, pág. 47).

2.1.2 Características sistemáticas y morfológicas

Es una planta dicotiledónea pertenece a la familia de las malváceas y al género *Gossypium*; es un arbusto indígena de muchos países subtropicales que crece a una altura entre 120 y 180cm (Gilabert, 2002, pág. 313).

Villegas (2013) afirma los siguientes conceptos acerca de la raíz, tallo, hojas, flores y fruto:

2.1.2.1 Raíz

La raíz principal es axonomorfa o pivotante. Las raíces secundarias siguen una dirección más o menos horizontal. El algodón textil es una planta con raíces penetrantes de nutrición profunda.

2.1.2.2 Tallo

Esta planta posee un tallo verde que al florecer cambia a rojo de ramificación regular, de altura entre 0.8 y 1.5 metros, dependiendo de la variedad y la región dónde se cultive.

2.1.2.3 Hojas

Las hojas son pecioladas, de un color verde intenso, grandes y con los márgenes lobulados. Están provistas de brácteas.

2.1.2.4 Flores

Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y endulzadas. 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 autógama.

2.1.2.5 Fruto

El fruto es una cápsula en forma ovoide dividida en lóbulos que pueden ser de tres a cinco, cada lóbulo puede llegar a contener de seis a diez a semillas cubiertas completamente de fibras de color blanco o ligeramente amarillento, formando 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).

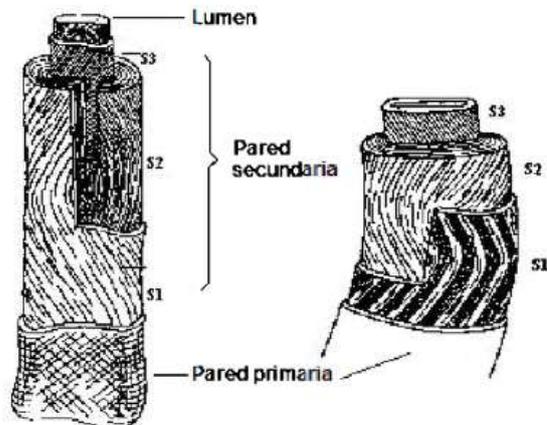


Figura 1. Estructura física de la fibra de algodón

Fuente: (Lockuán, 2013)

La estructura de la fibra de algodón consta de 4 partes:

Gilabert (2002) en su libro Química textil afirma los siguientes conceptos:

2.1.3.1 Cutícula

La cutícula es la parte más externa de la fibra y consiste en una lámina exterior muy delgada de material rígido. Está compuesta de ceras y materias pécticas. Una de sus funciones es proteger la fibra de la acción combinada de la oxidación atmosférica y el componente ultravioleta de la luz del sol.

2.1.3.2 La pared primaria

La pared primaria consiste principalmente de celulosa que se ha ido depositando desde el principio en forma de hilos finos y fibrillas; en la cara exterior de la pared tienen la dirección del eje de la fibra y en la interior son transversales; entre estas dos capas las fibrillas se disponen en forma helicoidal con un ángulo de 70° respecto al eje de la fibra. Esta disposición de las fibrillas dará una fibra con menos resistencia longitudinal que transversal, es decir, la fibra presenta una alta resistencia periférica que impide el hinchamiento lateral. Esta menor resistencia en dirección longitudinal puede ser la causa de la poca resistencia a la tracción de las fibras inmaduras. Además de celulosa, la pared primaria contiene materias pécticas y grasas.

2.1.3.3 La pared secundaria

La pared secundaria se forma en la segunda fase de crecimiento y representa un 90% del peso total. Está compuesta de capas sucesivas de celulosa depositadas sobre la cara interior de la pared primaria sin aumentar el diámetro de la fibra. En las secciones transversales hinchadas se pueden observar estas capas y tienen la forma de anillos concéntricos; cada anillo corresponde a un día de crecimiento y su forma, tamaño y origen demuestran que estos anillos dependen de las variaciones de la luz y temperatura durante el crecimiento; en realidad los anillos de crecimiento no se presentan si la planta crece bajo condiciones constantes de luz y temperatura. El crecimiento de la pared secundaria es importante porque

imparte resistencia a la tracción a las fibras y alcanza el máximo sobre 35 días después de la floración.

2.1.3.4 El lumen

“El lumen es el canal central a través del cual se transportan los nutrientes durante el crecimiento. Cuando la fibra madura, los nutrientes secos en el lumen dan las características áreas oscuras que se pueden ver en el microscopio”. (Hollen, 1987, pág. 49).

2.1.4 Propiedades físicas

2.1.4.1 Longitud de fibra

La longitud del algodón varía de acuerdo a los factores genéticos, la clase de algodón, procedencia y cultivo, la fibra de mejor calidad es la que mayor longitud alcanza, para hilos peinados es más conveniente una fibra de mayor longitud (Juma, 2013, pág. 8).

Tabla 1. Longitud de fibra del algodón

LONGITUD DE FIBRA	LONGITUD (mm)
Fibra muy corta	<19
Fibra corta	20.6 – 23.8
Fibra media	23.8 – 28.6
Fibra larga	28.6 – 35
Fibra extra larga	> 35

Fuente: (Juma, 2013)

2.1.4.2 Finura (μ)

“Difiere según el origen y el tipo. Aproximadamente 20 a 40 μ en el punto de inserción (adherencia) a la semilla, disminuyendo en dirección a la punta” (Erhardt, 1980, pág. 23).

2.1.4.3 Grado de madurez

Es el factor que más influencia en la calidad y se expresa como la relación entre fibras maduras y muertas; fibras maduras son aquellas que adquirieron un desarrollo completo en la pared secundaria por lo que son ricas en celulosa; fibras muertas son las que carecen de pared

secundaria por su escaso desarrollo o por que la pared secundaria esta reseca debido a que se dejó pasar la época de cosecha (Juma, 2013, pág. 19).

2.1.4.4 Resistencia

“Se define como la fuerza requerida para romper una fibra o un mechón de fibras, se expresa en gramos-fuerza/tex” (Juma, 2013, pág. 9).

La resistencia a la tracción se obtiene de un pequeño manejo de fibras, una fibra unitaria de algodón puede sostener un peso muerto de 2 a 8 gramos, tal fibra no es muy fuerte, pero la tela de algodón acabada puede hacerse muy fuerte si se emplean hilos fuertemente torcidos y mercerizados. (Wingate, 1974, pág. 279).

2.1.4.5 Elongación

“El porcentaje de elongación corresponde a la fuerza ejercida hasta la ruptura de la fibra, en promedio la elongación está del 3 al 7%” (Juma, 2013, pág. 10).

2.1.4.6 Color

“En general desde el blanco hasta el pardo. Ej. : Tipo americano (blanco parduzco), tipo de la India (blanco cenizo o blanco amarillento), tipo egipcio (amarillento o pardo)” (Erhardt, 1980, pág. 23).

Egas (2012) afirma: “Mientras más blanco sea su color se podrán conseguir buena tintura y estampación” (pág. 7).

2.1.4.7 Higroscopicidad

Es la propiedad, de absorber agua en mayor o menor cantidad, en condiciones estándar 21°C y 65% de humedad relativa, el algodón absorbe de 7 a 8.5% de humedad” (Juma, 2013, pág. 10).

La humedad higroscópica no es el contenido de agua de la materia prima, sino la humedad (agua) contenida en los poros de la fibra y sobre su superficie, esto no es parte de sus constituyentes químicos, si la humedad del aire es excesiva, el contenido de humedad en el algodón aumenta. (Wingate, 1974, pág. 279).

2.1.5 Propiedades químicas

2.1.5.1 Composición química

EL algodón tiene la siguiente composición química:

Tabla 2. Composición química del algodón

Celulosa	80% – 90%
Agua	6% - 8%
Ceras y grasas	0,5% - 1%
Proteínas	0% - 1,5%
Pectinas	4% - 6%
Cenizas	1% - 1.8%

Fuente: (Lockuán, 2013)

2.1.5.2 Resistencia a los álcalis

“Los álcalis no atacan al algodón, más bien al tratar la fibra con ellos, esta mejora su aspecto físico, ejemplo el mercerizado con sosa cáustica provoca un hinchamiento diametral de la fibra produciéndole brillo y suavidad al material” (Juma, 2013, pág. 12).

Wingate (1974) en su libro “Los géneros textiles y su selección” afirma los siguientes 3 conceptos:

2.1.5.3 Resistencia a los ácidos

Los ácidos fuertes, como el sulfúrico, hidrociorhídrico, hidrofiorhídrico y nítrico, destruyen las fibras de algodón cuando se ponen en contacto con ellas durante unos cuantos minutos. Soluciones diluidas de los ácidos pueden debilitar el género de algodón y destruirlo si se deja secar sin enjuagarlo previamente.

2.1.5.4 Acción a la luz

Si las telas de algodón se exponen continuamente a la luz del sol, pierden resistencia. Este hecho es particularmente cierto en cortinas, que pueden parecer en perfectas condiciones

cuando cuelgan en las ventanas, pero cuando se bajan pueden despedazarse en aquellos puntos alcanzados por la luz solar.

2.1.5.5 Afinidad por los colorantes.

El algodón acepta los colorantes que tienen solidez al lavado y a la luz solar. Para ser una fibra vegetal, el algodón tiene buena afinidad por los colorantes. Los colorantes a la tina como clase son los más sólidos de todos.

2.1.5.6 Absorción del colorante

“Por sus grupos OH libres, pueden absorber agua mediante la recreación molecular y gracias a esa absorción de agua, también presenta gran absorción de colorante” (Egas, 2012, pág. 6).

2.1.6 Usos y aplicaciones

Principalmente en la producción de tejidos lavables, tales como las telas en general y mallas para ropa interna y externa. También para ropa de cama y de mesa, toallas para secarse las manos, enjuagar vasos, etc., paños de limpieza lienzos, tejidos decorativos, capas para muebles, tejidos pesados (como velas de barcos y toldos de automóviles), correas de accionamiento, bandas o esteras transportadoras y cintas para máquinas de escribir. Se utiliza igualmente en líneas de costura, hilos para trabajos manuales, hilos para tejidos, lienzos de todos los tipos. También para artículos de cordonería, cuando tengan que ser muy flexibles, como en las bandas de accionamiento de husillos y rucas para hilos finos. Otro campo de aplicación de las fibras de algodón y los recortes, es el del llenado sintético en las materias plásticas; y en el área quirúrgica, en gasas y vendas. Además, en el fuselaje de aviones y en fumigadores (Erhardt, 1980, pág. 25).

2.2 BAMBÚ

2.2.1 Definición

El bambú es una fibra celulósica extraíble al 100% de la pulpa de la caña de bambú, que posee un elevado valor ecológico puesto que proviene de cultivos con ciclos renovables cortos y sin dañar el patrimonio forestal. Es biodegradable y por tanto cierra el ciclo natural (FEDIT, s.f, pág. 228).

2.2.2 Características morfológicas

“El termino bambúes corresponde al grupo de géneros y familia gramíneas y pertenece a la especie *guadua angustifolia*” (Añazco M. &, 2015).

“Es una de las plantas de más rápido crecimiento, alcanzando su máxima altura en sólo 3 meses y su madurez en 3 a 4 años” (FEDIT, s.f, pág. 228).

2.2.3 Estructura de la fibra.

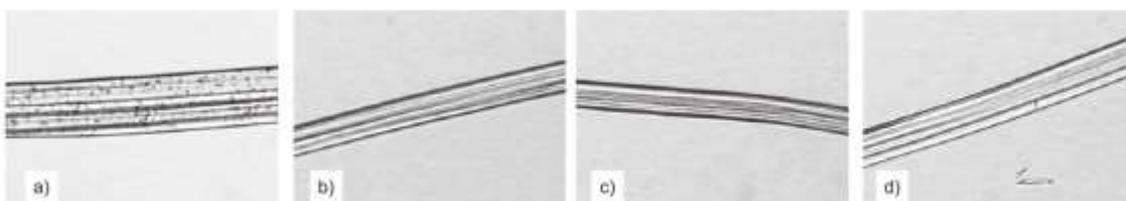


Figura 2. Longitudinal view of the fibres: investigated a) viscose fibre b) "bamboo fibre" from yarn c) "bamboo fibre" from knitted fabric d) " bamboo fibre" from woven fabric (weft)

Fuente: <http://vigtextil.blogspot.com/2013/09/las-nuevas-fibras-de-bambu-estructura-y.html>

2.2.4 Propiedades físicas

Tabla 3. Propiedades físicas del bambú

PROPIEDADES	
Inflamabilidad	Alta
Elongación	23%
Suavidad	Excelente
Brillo	Excelente
Regulación térmica	Excelente

Fuente: (Ruíz, 2014)

2.2.5 Propiedades químicas

Tabla 4. Propiedades químicas del bambú

PROPIEDADES	
Acción a los ácidos	Sensible
Acción a los álcalis	Resistente
Acción a los solventes orgánicos	Resistente
Antialérgica y antibacteriana	Excelente
Higroscopicidad	60% 4 veces más que el algodón

Fuente: (Ruíz, 2014)

Alta protección contra los rayos UVA, hasta del 95%. (Castro, 2012, pág. 22).

2.2.6 Usos y aplicaciones

Este tipo de fibra es usado para un amplio rango de prendas, como: camisetas, vestidos, calcetines y pantalones deportivos, y por sus propiedades antimicrobianas, es ideal para un vestir activo. El bambú también es usado actualmente para fabricar sábanas y almohadones, porque la suavidad de su fibra da una sensación como si fuera satén; las sábanas de bambú se sienten cálidas en invierno y frescas en verano (FEDIT, s.f, pág. 229).

El bambú puede producir tejidos ecológicos, que debido a las propiedades funcionales de alto se puede utilizar médicos, aplicaciones militares, industriales, domésticas, ropa y muebles para el hogar, afirma (Antena, 2012, pág. 12).

CAPITULO III

3 EL COLOR, DEGRADACION DEL COLOR Y LA LUZ UV

3.1 EL COLOR

3.1.1 Definición de color

Podemos definir que, el color se compone de aquellas características de la luz distintas de la de espacio y tiempo; siendo la luz aquel aspecto de la energía radiante que el hombre percibe a través de las sensaciones visuales que se producen por el estímulo de la retina (Ruiz J. , 2003, pág. 314).

En cuanto a otras definiciones del color como sensación y color como elemento pictórico tenemos:

Guzmán (2011) afirma que:

- El color es un atributo de los objetos que lo percibimos cuando hay luz que, a través del sentido de la vista, nos permiten captar las imágenes.
- Sensación productiva por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.
- Los colores definen y portan la identidad de una marca a los ojos del receptor del mensaje visual, y en ello se encuentra su eficacia comunicativa.

3.1.2 Propiedades del color

Con las distintas propiedades del color nosotros podemos definir su aspecto y apariencia final.

3.1.2.1 Matiz

Es la cualidad por la cual diferenciamos y damos su nombre al color. Es el estado puro, sin el blanco o el negro agregados, y es un atributo asociado con la longitud de onda dominante en la mezcla de las ondas luminosas. El matiz nos permite distinguir el rojo del azul, y se

refiere al recorrido que hace un tono hacia uno u otro lado del círculo cromático, por lo que el verde amarillento y el verde azulado serán matices diferentes del verde (De Los Santos, s.f).

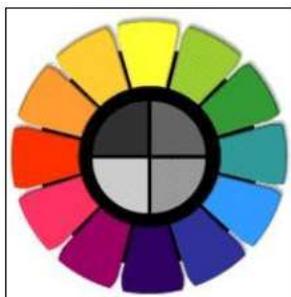


Figura 3. Matices en el círculo cromático

Fuente: (Juma, 2013)

Guzmán (2011) define que:

3.1.2.2 La luminosidad

Es la cantidad de luz que tiene cada color, aspecto que nos permite diferenciar a un color claro de un oscuro, Ej. Verde claro de un azul intenso.

3.1.2.3 Saturación

Representa el grado de pureza de un color, es decir no contiene en su mezcla nada de colores neutros (blanco y negro) o sus complementarios. Cuanto más intenso, más puro y vivo es un color.



Figura 4. Escala de saturación del amarillo

Fuente: (Zelanski, 2001).

3.1.2.4 Brillo

Es un término que se usa para describir que tan claro u oscuro parece un color, y se refiere a la cantidad de luz percibida. El brillo se puede definir como la cantidad de "oscuridad" que tiene un color, es decir, representa lo claro u oscuro que es un color respecto de su color patrón (Hoyos, 2013, pág. 6).



Figura 5. Brillos del color rojo

Fuente: (Hoyos, 2013)

3.1.3 Colorimetría

El objetivo de la colorimetría es caracterizar numéricamente el color de un objeto, bien aislado (colores no relacionados) o formando parte de una escena (colores relacionados). Dicha caracterización debe tener un sentido perceptual, esto es, los números que se asignan a un color deben en última instancia describir el color percibido (Arciniegas, 2002, pág. 15).

3.2 DEGRADACION DEL COLOR.

Durante su utilización, los textiles suelen estar expuestos a la luz. La luz tiende a destruir las materias colorantes, lo que da lugar al bien conocido efecto de "degradación", por el cual el material teñido cambia de color apareciendo generalmente más pálido y apagado (ISO 105-B02, 1994).

3.3 LUZ UV

3.3.1 Definición

Aunque existen diferentes fuentes artificiales que emiten radiación ultravioleta, la fuente más importante de este tipo de radiación es el sol. La luz solar es la energía responsable de la vida en la tierra. Su espectro abarca de 280 a 3000 nm a nivel del mar. La radiación no visible

en el rango de longitud de onda de 100 a 400 nm se conoce como radiación ultravioleta, UVR. De acuerdo con la CIE (Commission International de l'Eclairage) dicha radiación se divide en UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) y UVC (100-280 nm) (Algaba I. , 2004, pág. 7).

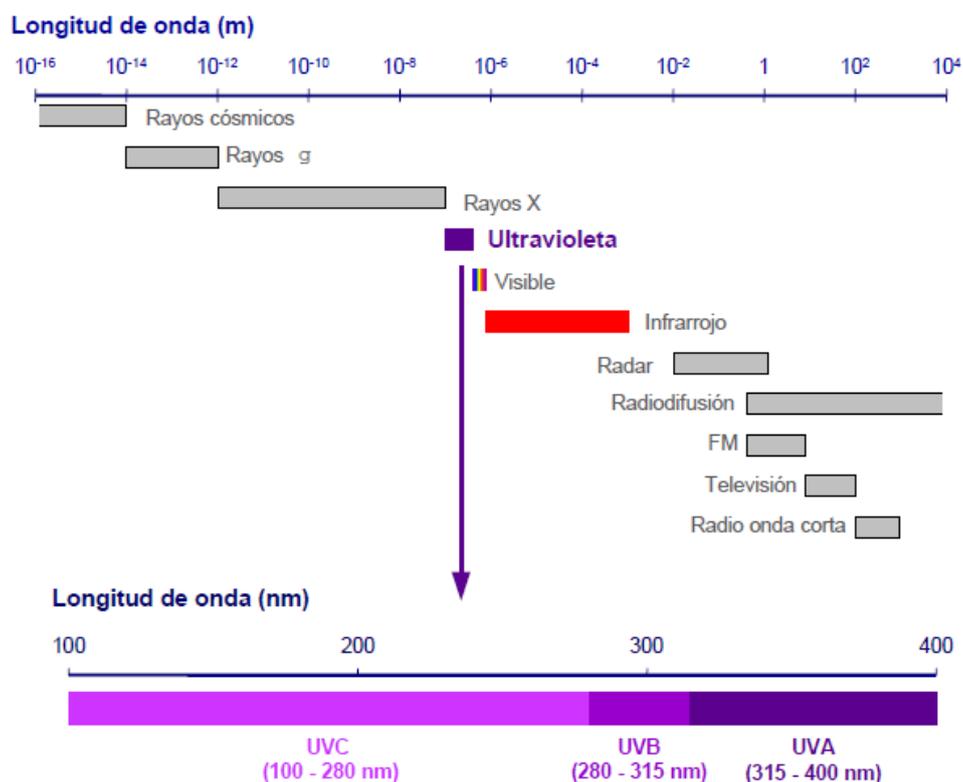


Figura 6. Espectro de radiación magnética y radiación ultravioleta

Fuente: (Algaba I. , 2004)

Según Algaba (2004) define los siguientes conceptos:

La atmósfera terrestre absorbe parte de esta radiación, de forma que la proporción de radiación que llega a la superficie de la Tierra varía según la longitud de onda de la radiación.

- La radiación UVC es completamente absorbida por el oxígeno y el ozono de la atmósfera, por lo que no llega a la superficie terrestre. La radiación por debajo de ~ 175 nm es absorbida por el oxígeno en las capas altas de la atmósfera, por encima de

los 100 Km. La radiación entre 175 y 290 nm es filtrada por la capa de ozono de la estratosfera y por el vapor de agua y dióxido de carbono.

- La radiación UVB es parcialmente absorbida por la capa de ozono, llegando a la superficie terrestre un 5% de la radiación emitida por el sol. Entre 300 y 350 nm la absorción de la radiación por parte del ozono decrece exponencialmente al aumentar la longitud de onda. Por ello se produce un rápido incremento en la radiación solar que llega a la superficie terrestre a medida que aumenta la longitud de onda de la radiación UVB entre 290 y 315 nm.
- La radiación UVA es muy poco absorbida por la capa de ozono, llegando a la superficie terrestre hasta un 95% de la radiación emitida por el sol. La absorción por parte del ozono tiene muy poco impacto en la intensidad de la radiación que llega a la superficie terrestre en el rango de longitudes altas del UVA.

3.3.2 Protección ultravioleta (UV), en textiles

Sabemos bien que largas exposiciones a la radiación ultravioleta (UV), puede provocar importantes problemas en nuestra salud. Ello, agravado por la disminución de la capa de ozono, lo que provoca un aumento de radiación ultravioleta procedente del sol, que llega hasta la tierra (Sóle, s.f, pág. 1).

3.3.3 Transmitancia de un tejido

El primer factor que interviene en la fórmula del UPF (Factor de protección ultravioleta), y el más importante a tener en cuenta desde el punto de vista del tejido, es la transmisión de la radiación ultravioleta a través de los artículos textiles.

Cuando un rayo de luz incide sobre una muestra textil, una parte de la radiación es reflejada, otra parte es absorbida por el material y el resto lo atraviesa y se transmite de forma difusa.

A esta última parte se la conoce como transmitancia espectral difusa y se puede medir directamente mediante un espectrofotómetro adaptado o un equipo analizador de transmitancia ultravioleta especialmente diseñado para este fin.

El espectro de transmitancia siempre refleja el comportamiento de un tejido particular con determinadas características (Algaba I. &., 2002, pág. 56).

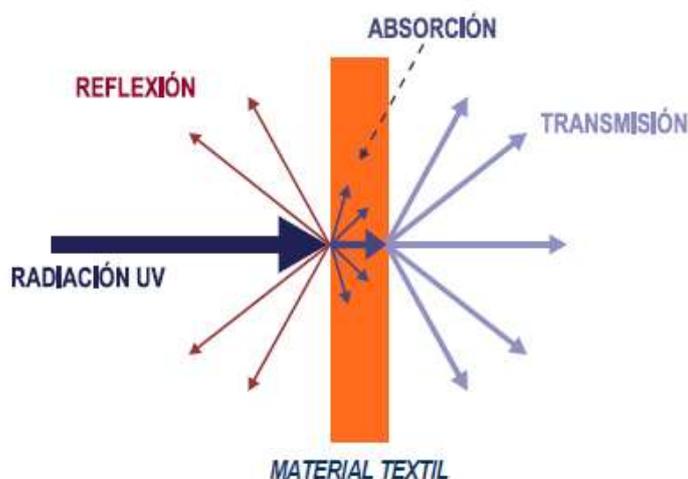


Figura 7. Reflexión, absorción y transmisión de radiación ultravioleta al incidir sobre un tejido

Fuente: (Algaba I. &., 2002)

Según Antonio (s.f) dice que:

Los textiles que ofrecen protección UV garantizan una mínima exposición de la piel a las radiaciones UV procedentes del sol.

Ello es especialmente importante en prendas destinadas a ropa deportiva, bañadores, ropa de trabajo para exteriores, toldos, sombrillas, etc.

Gran número de productos textiles, permite el paso de los rayos UV, en mayor o menor cantidad. Para ello, ha de determinarse el grado de protección ultravioleta de los textiles, también conocido como FPU.

De este modo se relaciona el FPU (factor de protección ultravioleta) con la cantidad de radiación ultra violeta transmitida y absorbida.

- ✓ Tejido con FPU entre 15-24 se considera una buena protección porque transmiten entre un 4,2-6,7 % de radiación UV.
- ✓ ·Tejidos con FPU entre 25-39 se considera una protección muy buena porque transmiten entre 2,6 y 4,1 % de radiación UV.
- ✓ ·Tejidos con FPU = o >40 se considera una protección excelente porque transmiten menos del 2,5 % de la radiación UV.

Protegen mejor de las radiaciones UV, prendas de vestir frescas, ligeras, que cubran la mayor superficie corporal y con FPU mayor de 30.

3.3.4 Parámetros de los que depende el nivel de protección UV de un tejido

3.3.4.1 Estructura del tejido

A mayor grosor, mayor protección UV.

A mayor compacidad o densidad, mayor protección UV (Sóle, s.f, pág. 3).

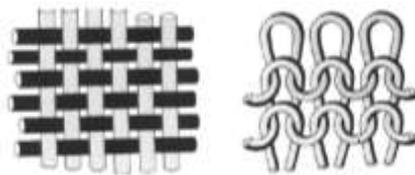


Figura 8. Tejido de calada y tejido de punto por trama

Fuente: (Algaba I. , 2004)

3.3.4.2 Color

Los colorantes textiles, tienen capacidad de absorción de los rayos UV, en mayor o menor grado, aumentando en cierta manera, el factor de protección. La protección será mayor, cuanto más oscuro sea el matiz, en un determinado tejido y colorante. (Sóle, s.f, pág. 4).



Figura 9. Rueda cromática de los artistas pigtoricos Azul ultramar – Rojo fuego – Amarillo

Fuente: (De Los Santos, s.f)

Según De Los Santos (s.f) dice que:

3.3.4.3 Fibra o fibras que lo conforman

Fibras que presentan altos valores de FPU son la lana o poliéster.

En cambio, las de algodón, seda, poliamida o acrílica, sólo una pequeña absorción de los rayos ultravioleta.

3.3.4.4 Aprestos y acabados

Se puede mejorar el FPU de un tejido, en función de los diferentes procesos de acabado que se le pueden aplicar.

- Por ejemplo, un acabado a base de encogimiento compresivo (SANFOR), aparte de proporcionar al tejido mayor estabilidad dimensional, por el hecho de compactarlo, aumentará también su valor FPU.

También se puede mejorar el valor del FPU de los tejidos, mediante la aplicación sobre éstos determinados productos de apresto.

El óxido de titanio es muy utilizado, ya que tiene la capacidad de absorber los rayos ultravioleta de la fracción espectral comprendida entre 280 y 400 nm, reflejando la radiación visible y la infrarroja. Por el elevado efecto de reflexión, impide que los tejidos se calienten en exceso, dando una elevada sensación de confort.

Por otro lado, existen métodos especiales de acabado que aumentan la absorción de los rayos UV de los textiles sin modificar sus propiedades, como aspecto, tacto.



Figura 10. Flor y planta de algodón

Fuente: (Villegas, 2013)

CAPITULO IV

4 NORMAS Y EQUIPO

4.1 NORMAS

4.1.1 NORMA ISO 105 - B02

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN – ISO 105 – B02 (Primera Edición 2014 – 01)
TEXTILES, ENSAYOS DE SOLIDEZ DEL COLOR, PARTE B02: SOLIDEZ DEL
COLOR A LA LUZ ARTIFICIAL; LÁMPARA DE ARCO XENÓN (ISO 105-B02: 1994,
IDT).

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 105 especifica un método de ensayo para determinar la solidez del color en los textiles de cualquier naturaleza y en todos sus estados de transformación a la acción de una luz artificial representativa de la luz natural de día (D65). El método es también aplicable a los textiles blanqueados (química u ópticamente).

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

Una probeta del textil que va a ser sometido a ensayo, se expone a la luz artificial en las condiciones que se prescriben, junto con una Escala de Azules. La solidez del color se evalúa por comparación entre la degradación del color de la probeta con la que se observe en las muestras de la correspondiente escala de azules.

En los textiles blanqueados (química u ópticamente) la solidez se evalúa comparando el cambio en el grado de blanco de las probetas con el que se observe en las muestras de la escala de azules utilizada.

3 PROBETAS

El tamaño de las probetas puede variar en función del número de las mismas a ensayar y de la forma u dimensiones de los portaprobetas de que disponga el aparato.

3.1 Para facilitar la manipulación, la probeta o probetas a ensayar y la escala de azules se pueden montar en una o más cartulinas.

3.2 En los aparatos del tipo refrigerado por agua, los soportes están calculados para probetas de 70 mm x 120 mm aproximadamente. Existe la posibilidad de emplear probetas de tamaños diferentes que se adapten a las características de otros portaprobetas. La escala de azules debe exponerse sobre una cartulina blanca. Las probetas se pueden montar también, si se desea, sobre cartulina blanca.

3.3 Las tapas deben estar en estrecho contacto con la superficie de las zonas no expuestas de las probetas y de la escala de azules, con el fin de asegurar una línea de separación claramente definida entre las diversas zonas expuestas y no expuestas, aunque no deben comprimir innecesariamente la probeta.

3.4 Las probetas a ensayar y las muestras de la escala de azules deben ser del mismo tamaño y forma, con el fin de evitar errores de valoración, debidos a una apreciación demasiado elevada del contraste visual entre las partes expuestas y no expuestas, al comparar muestras de diferente tamaño.

3.5 Cuando se someten a ensayo tejidos con pelo, la escala de azules debe disponerse de tal modo que este a la misma distancia de la fuente de luz que la superficie de las probetas de pelo.

Esto se puede conseguir, por ejemplo, utilizando piezas de cartulina como gruesos. Las cubiertas para las zonas no expuestas no deben comprimir la superficie.

Los tejidos con pelo, tales como moquetas, que tienen fibras susceptibles de cambiar de orientación o de textura deformable, que dificultan la evaluación de pequeñas superficies, deben ser sometidas al ensayo con una superficie mínima expuesta de 50 mm x 40 mm y preferiblemente mayor.

4 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

4.1 Métodos de exposición

Se exponen simultáneamente la probeta (o una serie de probetas) y la escala de azules, en las condiciones deseadas, de tal modo que durante el tiempo necesario se pueda evaluar completamente la solidez a la luz de cada probeta en relación con la escala de azules, cubriendo progresivamente las probetas y la escala de azules durante el ensayo. No se excluye la utilización de otras disposiciones de cobertura distintas de las descritas, como por ejemplo, cubrir las probetas y escalas de azules por los extremos y exponer el tercio o la mitad central.

4.1.1 Método 5. Cuando el ensayo se utiliza para verificar la conformidad con unos niveles de energía radiante previamente acordados, las probetas se pueden exponer solas o junto con la escala de azules. La exposición de las probetas debería proseguirse hasta conseguir la cantidad de energía radiante especificada, seguidamente se retiran, con la escala de azules y se evalúan conforme al apartado 5.1.

5 EVALUACION DE LA SOLIDEZ A LA LUZ

5.1 La evaluación de la solidez a la luz según el método 5 se realiza por comparación con la escala de grises de degradación de acuerdo con la Norma ISO 105-A02, o por comparación del contraste de color de la muestra con la escala de azules.

6 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) El número y fecha de publicación de esta parte de la Norma ISO 105, es decir, Norma ISO 105-B02: 1994;
- b) Todos los detalles necesarios para la identificación de la probeta sometida a ensayo;
- c) Para el método 5:

Se indica el nivel especificado de energía radiante y el índice numérico de la solidez a la luz. El índice se expresa:

1. Con el índice solo (en caso de haberse utilizado la escala de azules de 1 a 8); o
2. Conjuntamente con el prefijo "L" (en caso de haberse utilizado la escala de azules L2 a L9); o
3. Si no se ha empleado escala de azules, con el índice de degradación obtenido por comparación con la escala de grises conforme a la Norma ISO 105-A02 o por la medida del color conforme a la Norma ISO 105-A05.

4.1.2 NORMA ISO 105 – A02

Escala de Grises para la evaluación del cambio del color: ISO 105-A02. 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. La escala se compone de 9 pares de fichas color gris y 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).

La escala numérica tiene 9 posibilidades: 5; 4-5; 4; 3-4; 3; 2-3; 2, 1-2; 1 (Mejia, 2015).



Figura 11. Escala de grises

Fuente: (Mejia, 2015)

Además, es posible medir en la Escala de Grises los cambios de color, de manera instrumental, con el empleo de un espectrofotómetro de acuerdo a los procedimientos de la prueba EN ISO 105-A05.

Existen otros patrones de valoración de la degradación denominados escalas de grises cuyo contraste está definido por cambios de color. A modo informativo se puede utilizar esta descripción para los distintos tipos de grado de solidez (Mejia, 2015).

5	EXCELENTE
4.5	MUY BUENA
4	BUENA
3.4	REGULAR BUENA
3	REGULAR
2.3	MEDIANA
2	BAJA
2.1	DEFICIENTE-MALA
1	MUY MALA

Figura 12. Calificación en la escala de grises

Fuente: (Mejia, 2015)

4.2 EQUIPO

4.2.1 Trufade

4.2.1.1 Esquema general del equipo

Probador de resistencia a la luz de arco de xenón

Trufade ha transformado la prueba de solidez a la luz de laboratorio

Trufade es un instrumento que realmente simplifica las pruebas de solidez a la luz y ofrece resultados precisos y consistentes.

Cada función de Trufade ha sido diseñada y pulida muchas veces para proporcionar a los usuarios una experiencia notable. Sustituir la lámpara de xenón, cambiar los filtros de infrarrojos, cargar los porta-muestras, colocar los especímenes en los porta-muestras o rellenar el depósito de agua; todas estas tareas ofrece el equipo Trufade.

Este instrumento Trufade tiene la facilidad de que si es un usuario nuevo o experimentado dominará rápidamente el software magníficamente intuitivo y los pocos pasos simples para probar sus muestras (Heal, 1872).



Figura 13. Trufade

Fuente: (Heal, 1872)

Según Heal (1872) en su revista Soluciones de prueba extraordinarias afirma que:

Radiómetro de sensores solares

Puede usar trufade en modo de irradiación controlada o en modo de lana azul.

En modo de irradiación, el sensor solar se coloca en el plato giratorio, el sensor solar mide la salida de luz de la lámpara de xenón, manteniéndola constante ajustando continuamente la potencia a la lámpara.

El movimiento del sensor solar está en el plano exacto de los porta-muestras, por lo que se consigue una precisión sin precedentes de la medición.

El sensor solar también mide la temperatura estándar posterior y asegura que el valor objetivo se mantenga continuamente.

Porta-muestras

Los sostenedores triples de la muestra son una característica excepcional de trufade

No sólo es muy fácil cargar y descargar sus especímenes, sino que tiene hasta 1640cm² de espacio de exposición utilizable a su disposición.

Principales beneficios de trufade

- De alto rendimiento, de larga duración, refrigerado por aire lámpara de xenón
- Trabaja en modo de "irradiancia controlada" o "lana azul"
- Radiómetro de energía solar, incorporando un termómetro estándar negro.
- 9 portadores triples de muestras de una zona de exposición masiva de hasta 1640 cm².
- Software refinado que refleja perfectamente las necesidades del operador.
- La fuente de alimentación de alta eficiencia asegura que los costes de funcionamiento permanezcan bajos.
- Cumple con estándares internacionales para textiles, cuero y otros materiales.
- Diseño compacto, elegante y ergonómico.

4.2.1.2 Características técnicas

Tabla 5. Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Lámpara	2200W refrigerado por aire xenón
Área de exposición total	1640 cm ²
Posiciones de prueba	27 máximos
Área de exposición de cada posición de prueba	60.75 cm ² (135 x 45mm)
Sistema de monitoreo de irradiación	Sensor solar (radiómetro)
Irradiación (300-400nm) Rango	40 – 50W/ cm ²
Rango de Humedad de la Cámara de Prueba	Ambiente – 95%RH
Rango de Temperatura de la Cámara de Prueba	Ambiente – 60°C
Rango de temperatura estándar negro	Ambiente – 70°C
Capacidad del depósito de agua	32 litros
Consumo de agua (ISO 105- B02 Normal)	0.9 l/h (máx.)
Pantalla táctil en color	Suministrado como estándar
Ventana de visualización de la cámara	Suministrado como estándar

Fuente: (Heal, 1872)

Tabla 6. Requerimientos de instalación

REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN	
Dimensiones (aprox.)	754 (anchura) x 795 (profundidad) x 1610 (altura) mm
Peso (aprox.)	340kg
Suministro eléctrico	Fase única 230V +- 15% (3.5kW) 50/60Hz
Agua	Puro (ISO 3696 grado 3)
Rango de temperatura ambiente recomendado	16 – 24°C
Rango de Humedad Ambiental Recomendado	30 – 65%RH (Sin condensación)

Fuente: (Heal, 1872)

Tabla 7. Normas

NORMAS
AATCC 16 – Opción 3
ISO 105 – B02
IUF 402
SLF 402

Fuente: (Heal, 1872)

Lámpara de xenón refrigerada por aire

Trufade cuenta con la última lámpara de xenón de 2200W, de larga duración. En combinación con la tecnología de filtro actual, se acerca lo más posible al espectro de la luz solar natural.

Software

Cada fabricación afirma que su software es fácil de usar e intuitivo.

En contraste, el sello distintivo de Trufade es la integración total de extremo a extremo de software y hardware. La interfaz de este software permitirá a los usuarios quedar impresionados por la pantalla táctil en color y los iconos claros y fáciles de entender. El software tiene muchas características únicas, incluyendo el sistema inteligente de monitoreo

de muestras, que le permite rastrear la exposición de cada espécimen y monitorear la vida de la lámpara y los filtros (Heal, 1872).

4.2.2 Espectrofotómetro

4.2.2.1 Definición

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. Los espectrofotómetros pueden medir casi todo, incluidos líquidos, plásticos, papel, metal y telas, y ayudar a garantizar que el color se mantenga constante desde el momento de la concepción hasta la entrega (Pantone, s.f.).

4.2.2.2 Esquema general del equipo



Figura 14. Espectrofotómetro color i5

Fuente: (Pantone, s.f.) <http://www.xrite.com/categories/benchttop-spectrophotometers/color-i5>

De acuerdo a Internacional (s.f.) en su sitio web dice que:

- 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 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.

4.2.2.3 Características técnicas

Tabla 8. Especificaciones técnicas Color i5 X-Rite

ESPECIFICACIONES COLOR i5 X-RITE	
Geometría Óptica	d/8°
Repetibilidad	0.03 RMS ΔE CIELAB
Acuerdo inter-instrumental	0.15 Avg. ΔE CIELAB**
Iluminación	Xenón Pulsado
Rango espectral	360 nm a 750 nm
Intervalo de Longitud de Onda	10 nm
Rango Fotométrico	0.0% a 200% reflectancia
Resolución Fotométrica	0.01%
Tiempo de Medición	2.5 segundos
Aperturas Medición:	
Larga (LAV)	25mm
Mediana (MAV)	10mm
Pequeña (SAV)	6mm
Dimensiones	
Alto	25 cm (10 inches)
Ancho	23 cm (9 inches)
Largo	47 cm (18 inches)
Temperatura (operación)	10°C a 35°C
Humedad Relativa (operación)	20 to 80%, no-condensada
Requerimientos eléctricos	117 VAC/50-60Hz 230 VAC/50-60Hz
NetProfiler	Integrado

Fuente: (Internacional, s.f.) <http://www.grupometrolab.com/x-rite.php>

CAPITULO V

5 PROCESO DE TINTURA Y COLORANTES

5.1 PROCESO DE TINTURA

5.1.1 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 adquiera un color según las preferencias del cliente.

Viendo esto, desde milenios se ha procurado que los textiles adquieran ciertas características cromáticas. Esto se logró empleando tintes que se encontraban en la naturaleza. Posteriormente con el desarrollo de la química, se produjeron los colorantes sintéticos (Lockuán, 2012).

5.1.2 Definición

Lockuán (2012) define el siguiente concepto de tintorería:

“Se entiende como tintorería al conjunto de procesos químicos que permiten al sustrato adquirir un color, de acuerdo al requerimiento final”.

5.1.3 Factores que influyen en la tintura

5.1.3.1 Afinidad de colorante fibra

La afinidad entre el colorante y la fibra es la capacidad de ambos para formar un enlace permanente. Cuanto mayor sea la afinidad, más fuertes y más grandes son los enlaces fibra-colorante y pequeño es el enlace colorante-disolvente (agua). 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).

Cuando se trata de una elevada afinidad, la tintura es rápida en el inicio de la penetración en la fibra, pero enseguida se relentiza por la propia concentración del colorante. Las capas exteriores se tintan mucho y las interiores muy poco y muy despacio. Con baja afinidad, si bien el coeficiente puede que no aumente, sin embargo la penetración al interior es más uniforme. Puede verse el fenómeno en una sección transversal de una fibra al microscopio (Elena, 2009).

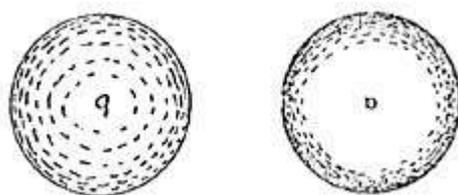


Figura 15. Gran afinidad Baja afinidad

Fuente: (Elena, 2009)

5.1.3.2 Relación de baño

Viene a ser la relación entre el peso del material a procesar y el volumen de baño a usar. De forma práctica puede entenderse como los litros de baño necesarios para procesar un kilogramo de sustrato. Se entiende entonces, que a mayor R/B en una receta, mayor será el volumen de baño requerido (Lockuán, 2012, pág. 38).

5.1.3.3 pH

La acidez o basicidad de una solución se describe en función de la concentración de iones de hidrógeno, aunque se trate de una solución básica. La concentración de H^+ se puede expresar en moles por litro o en unidades de pH.

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 (Ruth, 2013).

5.1.3.4 Temperatura

Es proporcional al coeficiente de difusión. Aumentar temperatura es agregarle energía al baño (Elena, 2009).

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

5.1.3.5 Tiempo

Igual que la temperatura, esta variable 85-90 está relacionada directamente con la fijación del colorante en la fibra (González, 2014, pág. 10).

- Al prolongarse el tiempo de teñido no hay mayor incremento del colorante en la fibra.
- Velocidad de difusión del colorante en la fibra y su velocidad de absorción varía según el tipo de colorante.
- Ideal, completa difusión del colorante en la fibra para obtener buena penetración (Anónimo, 2010).

5.1.3.6 Auxiliares de tintura

Los productos auxiliares aseguran la estabilidad ya sea del sustrato textil o del colorante durante el proceso de tintura (González, 2014, pág. 10).

Los productos auxiliares para la tintura actúan con los colorantes (o con pigmentos) facilitando por un lado la igualación del color en la superficie textil y por otro lado la penetración del colorante, el brillo y las solidez. Pero para cada variable de las mencionadas, caben distintas alternativas dependiendo del tipo de colorante (o fibras) que se trate. Por ejemplo un igualante para la tintura de algodón con colorantes directos, nada tiene que ver con un igualante para la tintura de poliéster a alta temperatura. Son productos

químicamente diferentes, aunque cumpla en cierta forma la misma función en el proceso (Moda, s.f).

5.1.4 Curva de tintura

Esquema °T temperatura vs t tiempo, que grafica la secuencia del proceso de teñido: controles, adiciones de auxiliares y colorante (Valdivia & Saldaña, s.f).

5.1.5 Método de tintura por agotamiento

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 (Elena, 2009).

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 (Antonio, s.f, pág. 1).

5.1.6 Máquina de tintura

5.1.6.1 Autoclave de laboratorio

Los autoclaves tienen la ventaja de poder tintar el género una vez que éste haya sido empaquetado; pero por el hecho de tintar en paquete, la cuestión más importante a tener en cuenta es la igualación de color en toda la masa, que será más problemática cuanto mayor sea la velocidad de fijación del colorante; velocidad controlada mediante la temperatura y electrolitos (Francisco, 2015).

Según Antonio (s.f) en su documento “Máquinas de tintura por agotamiento” afirma que las máquinas autoclaves sirven para tinturar floca, hilo y tejido.

También son conocidos como autoclaves para la tintura a 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 presión 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.
- Portamaterias perforado adecuadamente, que permita la circulación homogénea del baño de tintura a través del empaquetado.



Figura 16. Máquina Dying modelo RHS-24

Fuente: www.fyichina.com.cn

5.2 COLORANTES

“Son las sustancias químicas que tienen la capacidad de absorber y reflejar ciertas longitudes de onda del espectro de luz” (González, 2014, pág. 10).

5.2.1 Colorantes reactivos

Estos tintes son quizá los más utilizados por los artistas/diseñadores, ya que se pueden emplear para colorear una amplia gama de clases de fibra sin necesidad de ninguna maquinaria especializada para su fijación. Los tintes reactivos toman su nombre del hecho de que reaccionan químicamente con las moléculas de la fibra para formar una adhesión covalente con el tinte (Wells, 1998, pág. 28).

- Es la clase más reciente de colorantes para las fibras celulósicas. Molécula que contiene un grupo químico capaz de reaccionar con la celulosa y de unirse a ella de manera casi irreversible.
- Buena solidez al lavado y a la luz.
- Resistencia escasa al cloro (Auge, 1976, pág. 168)

Según Loza (2015) en su tesis dice que:

5.2.2 Clasificación de los colorantes reactivos por su reactividad

Los colorantes reactivos se clasifican en función de su grado de reactividad, que es determinada por el tipo de grupo reactivo presente en la molécula de los mismos. En la industria, se los clasifican vulgarmente como colorantes fríos (40-50°C), colorantes de 60°C y colorantes calientes (80°C), que corresponde a los tipos de alta, media y baja reactividad, respectivamente. Es evidente que la correlación entre la temperatura de aplicación y la reactividad del colorante tienen una correspondencia inversa: a mayor reactividad menor temperatura de aplicación (pág. 39).

5.2.2.1 Colorantes de alta reactividad

Son colorantes que por su alta reactividad necesitan una temperatura de 30 a 50° C para su tintura. A temperaturas mayores de tinturas se degradan ocasionando malas tonalidades y tinturas irregulares. Este grupo incluye a los colorantes que contienen diclorotriazina, flúor-cloro-pirimidina, flúor-cloro-triazina y dicloroquinoxalina entre otros, en sus moléculas (tipos Procion MX, Drimarene K, Cibacrón F y Levafix E respectivamente) (pág. 40).

5.2.2.2 Colorantes de media reactividad

Aquí se ubican los colorantes con un grupo reactivo del tipo vinilsulfona (sulfato-etil-sulfona en el caso de los Remazol), los colorantes del tipo bifuncionales (conteniendo dos grupos reactivos en la molécula: monoclorotriazina y vinilsulfona) y los colorantes multifuncionales (conteniendo más de dos grupos reactivos). Los colorantes bifuncionales (o poli-funcionales), que contienen dos (o más) grupos reactivos iguales o no, ofrecen niveles de fijación muy elevados en la tintura por agotamiento. La temperatura de aplicación por agotamiento en todos los casos es de 60°C (pág. 40).

5.2.2.3 Colorantes de baja reactividad

Estos se absorben débilmente por la fibra y se muestra una baja eficiencia en la fijación, pero se lavan fácilmente, para teñir la fibra los colorantes de baja reactividad se utiliza temperaturas de 80 - 90 °C (Juma, 2013, pág. 48).

5.2.3 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 (Lockuán, 2012, pág. 84)

5.2.4 Colorantes everzol

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 (Everlight Chemical Industrial C. , 2015, págs. A-31).

Sal y álcali que se requiere para la tintura con colorantes everzol.

Tabla 9. Concentraciones 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 C. , 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.

(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.

Según Everlight Chemical Industrial C. (2008) afirma que:

- **Everzol amarillo 3GL**

Conveniente para el partido del color del color brillante

La mejor temperatura de teñido es 80 °C, cuando se combina con Everzol Brill. Turq. GRAMO

No exceda 20 g / l de colorante para CPB. Alkali se recomienda como una mezcla de silicato de sodio y soda cáustica.

- **Everzol ED**

La gama Everzol ED de colorantes reactivos novedosos ha sido diseñada y desarrollada por Everlight para satisfacer los crecientes estándares ecológicos, eficientes y económicos. Se recomiendan para fibras celulósicas, incluidas las mezclas, para su uso en el escape y el teñido continuo.

Los colorantes Everzol ED proporcionan las siguientes ventajas:

● **Costo-efectividad**

- Excelente rendimiento de color y alta fijación
- Se requieren cantidades menores de tintes (alrededor del 50%) que los tintes convencionales

● **Eficiencia del tiempo**

- Se requieren menos tiempos de dosificación y químicos
- El lavado fácil ahorra un tiempo valioso

● **Amigable con el medio**

- Alta fijación deja menos color en el efluente

- El lavado fácil ahorra valiosa agua y energía
- La aplicación de tintura en caliente consume menos energía
- **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
 - **Everzol Black ED-G y ED-R**

Propiedades únicas de solidez

- Alta fijación, fácil lavado
- Amigable con el medio ambiente
- Nivel elevado
- Ejecución correcta por primera vez
- Menos tintes y demanda de sal para el negro muy profundo

5.2.5 Colorantes directos

Estos colorantes, como los colorantes ácidos, son sales ácidas de color. Ellos se aplican directamente a fibras de algodón, lino y rayón sin requerir mordiente. Los tonos producidos son más opacos que teñidos con colorantes básicos, pero pueden recubrirse con colorantes básicos para abrillantarlos. (Wingate, 1974, pág. 244).

Colorantes de tipo ácido, constituidos principalmente por diazóticos, capaces de teñir directamente mediante una solución acuosa las fibras celulósicas hacia las que tiene una gran afinidad (Auge, 1976, pág. 167).

5.2.6 Características

Presentan las siguientes:

- Muy fácil aplicación o 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).

5.2.7 Colorantes Everdirect

Los colorantes Everdirect se aplican a todo tipo de fibras celulósicas, como el algodón, el rayón viscosa y el lino, etc., mientras tanto, estos colorantes pueden lograr una solidez a la humedad altamente fiable en el rayón viscosa (Everlight Chemical Industrial C. , 2015).

Everlight Chemical Industrial C, (2015) afirma 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 pos tratamiento con agente de fijación que contiene cobre para lograr excelentes especificaciones de solidez en húmedo.

Lista de tintes Everdirect:

Everdirect supra amarillo PG

Everdirect supra amarillo RL

Everdirect supra naranja 2GL

Everdirect luz escarlata F2G

Everdirect supra red BWS

Everdirect luz rosa FR

Everdirect supra rubine BL
 Everdirect supra marrón GLT
 Everdirect supra azul FBL
 Everdirect supra blue GRL
 Everdirect supra azul FFRL
 Everdirect supra azul 4BL H / C
 Everdirect supra blue BRL
 Everdirect supra blue BRN
 Everdirect supra gris CGL
 Everdirect cupro negro HRN
 Everdirect fast negro B-160
 Everdirect fast negro VSF 600
 Everdirect negro ANBN H / C
 Everdirect fast negro B-300

Cantidad recomendada de sal neutra

La cantidad necesaria de sal neutra dependerá del sustrato, los tintes, la profundidad de la sombra y la proporción de relación de baño. La cantidad recomendada de sal neutra se muestra a continuación:

Tabla 10. 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 C, 2015)

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

- 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.

Tratamiento de fijación:

El sustrato teñido se sumerge en un baño de fijación bajo las siguientes condiciones:

- Agente de fijación: 0/5 – 2.0 g/l
Relación de baño: 1:20
Temperatura & hora: 60°C x 20-30min.

Corrección del teñido desigual:

Cuando tinturas desiguales se encuentran inmediatamente después del proceso de teñido, que pueden ser corregidos por la migración o extracción parcial de los tintes sobre el sustrato en las siguientes condiciones:

- Carbonato de sodio: 3-5 g/l
Tensioactivo no iónico: 2-3 g/l
Pirofosfato de sodio: 1 g/l
Temperatura y tiempo: 100°C x 30 min

Una relación de baño más alta da un mejor efecto en la corrección

Extracción de colorantes:

- Hidrosulfito de sodio: 3-5 g/l
Sosa cáustica: 2g/l
Temperatura y tiempo: 80-90°C x 30min

Es muy difícil para despojar a los tintes de manera uniforme y a fondo, incluso extracción severa da una influencia no deseada en el toque de manipulación del sustrato teñido, en tales casos, es mejor volver a teñir el sustrato un tono más oscuro después de una extracción por arrastre moderado.

Clasificación de los colorantes Everdirect:

Las condiciones precisas de teñido deben tener en cuenta la capacidad de nivelación de cada tinte directo particular. Cada colorante Everdirect se había colocado en una de las tres clases de acuerdo con la Sociedad de Tintes y Colorantes.

Clasificaciones S.D.C: (Sociedad de tintoreros y colorantes)

Clase A: auto nivelación

Clase B: controlable con sal

Clase C: regulable por temperatura

Clase A: estos colorantes directos tienen buena propiedad de migración y nivelación. Se pueden aplicar sin precaución especial. Sin embargo, las especificaciones de solidez en húmedo fueron bastante malas.

Clase B: estos colorantes directos no son autonivelantes y deben pasar a las fibras de forma nivelada. Cualquier falta de imparcialidad será difícil de corregir. Una adición gradual de sal proporcionará una absorción y una acumulación uniformes de los colorantes.

Clase C: Estos colorantes directos tienen una fuerte afinidad cuyo agotamiento no puede controlarse de manera adecuada mediante la adición de sal sola. Una vez que hay falta de equilibrio, que es muy difícil de corregir, es necesario aumentar la temperatura lentamente mientras se hace una pequeña adición de sal.

PARTE PRÁCTICA

CAPITULO VI

6 METODOLOGÍA

6.1 Métodos de Investigación

La investigación que analizará el nivel de degradación del color a la luz UV entre las fibras de bambú y algodón será exploratoria, por cuanto no se utilizará ningún modelo anterior como base de estudio ya que no existe un estudio que evalúe comparativamente el nivel de degradación del color a la luz UV entre estas dos clases de fibras. En el desarrollo de la investigación se utilizará el método experimental y comparativo.

Mediante el método experimental se procederá a realizar las pruebas de tintura y seguidamente a realizar las pruebas de medición de degradación del color a la luz UV en el equipo [TRUFADE](#) tanto en tela cruda como en tinturada para obtener resultados mediante la escala de grises que se evaluará en el [ESPECTROFOTÓMETRO](#), y con el método comparativo se realizará un análisis de los resultados. El estudio comparativo se desarrollará en base al análisis del grado de degradación del color en tela cruda y tinturada mediante la escala de grises de los dos tipos de fibras. En el primer caso se analizará el grado de degradación del color en tela cruda y tinturada de la fibra de algodón mediante la escala de grises y en el segundo caso se analizará el grado de degradación del color en tela cruda y tinturada de la fibra de bambú mediante la escala de grises; al final se realizará una evaluación comparativa entre la degradación del color de la fibra de bambú con la fibra de algodón.

En esta investigación para realizar la degradación del color tanto en tela cruda como en tinturada se basó en la Norma **ISO 105-B02 TEXTILES, ENSAYOS DE SOLIDEZ DEL COLOR, PARTE BO2: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ ARTIFICIAL; LÁMPARA DE ARCO XENÓN.**

Esta parte de la Norma ISO 105 especifica un método (5) de ensayo para determinar la solidez del color en los textiles de cualquier naturaleza y en todos sus estados de transformación a la acción de una luz artificial representativa de la luz natural de día (D65).

La investigación se realizará en tres fases: en la primera se seleccionará y determinará el número de muestras de tela de fibras de bambú y algodón y de igual manera de los colorantes, tanto de los colorantes reactivos como de los directos; seleccionados los cuatro colorantes reactivos y cuatro colorantes directos y las dos clases de fibras se procederá a realizar las pruebas de tintura, utilizando los cuatro colorantes reactivos y los cuatro colorantes directos. En la segunda fase se realizará la medición de degradación del color a la luz UV tanto en tela cruda como tela tinturada mediante el ensayo de solidez del color a la luz artificial con la lámpara de xenón en el equipo Trufade.

En la tercera fase se procederá a medir el grado de degradación del color por medio de la escala de grises en tela cruda y en tinturada (con colorantes directos y reactivos) procedente de las pruebas de degradación del color que se realizó en el equipo Trufade y mediante un análisis comparativo se evaluará los resultados obtenidos de los dos tipos de fibras. Todas estas actividades realizadas en esta investigación, se indican en la figura 17.

Las pruebas de tintura se realizarán en el laboratorio de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte, para lo cual se utilizará tela de punto cruda y descrudada 100% algodón y tela de punto cruda y descrudada 100% bambú, a esta materia prima descrudada se lo tinturara con cuatro colorantes directos y cuatro colorantes reactivos, y seguidamente se hará la medición de degradación del color en tela tinturada y en tela cruda y con estas muestras se realizará la medición con la escala de grises y finalmente se obtendrá los resultados para ser analizados.

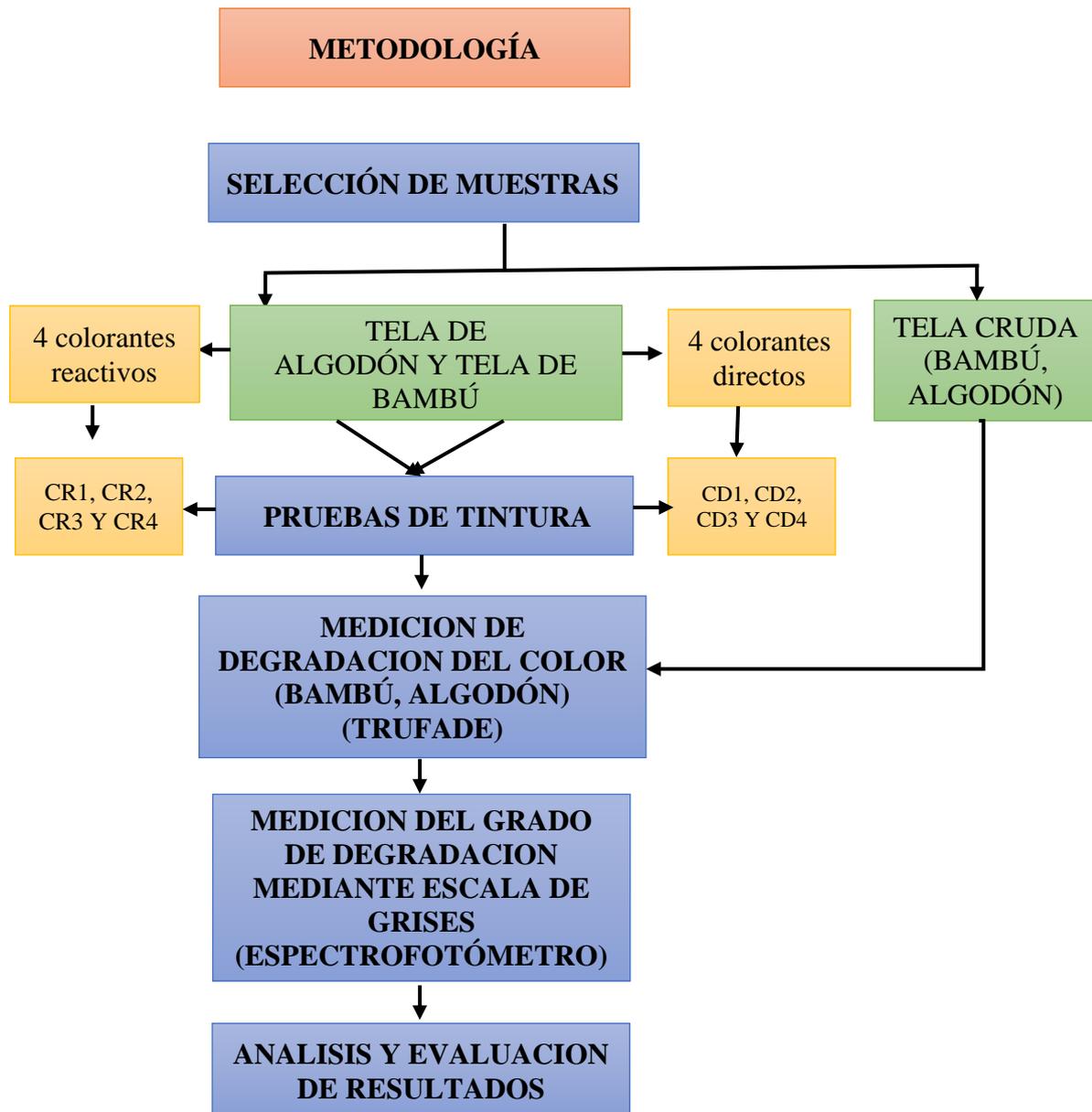


Figura 17. Etapas de la investigación

6.2 Recopilación de la información

La información requerida para el desarrollo de este trabajo se obtuvo de fuentes secundarias a través de estudios realizados sobre el algodón y la sustentabilidad de la fibra de bambú, tinturas de algodón y por lo tanto de bambú ya que es una fibra celulósica, colorantes reactivos y directos, normas técnicas de solidez a la luz y degradación del color y más temas relacionados a la investigación.

6.3 Diseño muestral

La investigación se enfocará a la fase del proceso de teñido y la medición de degradación del color, específicamente al análisis de degradación del color mediante el estudio comparativo de los dos tipos de fibras; degradación del color de las fibras de bambú y degradación del color de las fibras de algodón tanto en tela cruda como en tela tinturada. Para cada tipo de fibra se seleccionó ocho clases de colorantes, cuatro colorantes directos y cuatro colorantes reactivos ya que estos son los colorantes más usados en la industria textil.

6.3.1 Selección de las muestras

La selección del número de muestras de tintura, se realizará en base al número de colorantes utilizados para cada fibra y para la degradación del color se utilizará cuatro muestras más en tela cruda de cada una de las fibras.

Para el caso de la selección de los colorantes directos se considerará a los más utilizados; Everdirect amarillo PG, Everdirect azul FFRL, Everdirect escarlata 4BS y Everdirect negro 1000%, estos colorantes cuentan con una gran afinidad con las fibras celulósicas y es muy fácil de teñir y tienen excelente solidez a la luz.

Por otra parte para el caso de los colorantes reactivos existen algunas marcas y clases, pero se seleccionará a los más utilizados con gran volumen en todo el mundo; Everzol rojo ED, Everzol negro ED-R, Everzol azul ED-G y Everzol amarillo EGL 4/C, estos colorantes cuentan con excelentes propiedades de solidez y brillante gama de colores.

6.4 Metodología de Campo

A partir del algodón y del bambú (tejido de punto) previamente descrudado, se utilizará para las pruebas de tintura y seguidamente para la medición de degradación del color. Este proceso de degradación del color también se lo realizará al tejido de algodón y de bambú en tela cruda; primeramente se procederá a realizar las pruebas de tintura con colorantes reactivos y con colorantes directos, seguidamente se realizará la medición de degradación del color en las pruebas provenientes de la tintura y también en la tela cruda de bambú y algodón. Y a las pruebas provenientes del equipo Trufade se medirá el grado de degradación del color mediante la escala de grises en el Espectrofotómetro. El análisis 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 la medición de degradación del color y adicional a esto se realizará la degradación del color a la tela de punto de fibra de bambú y algodón en crudo.

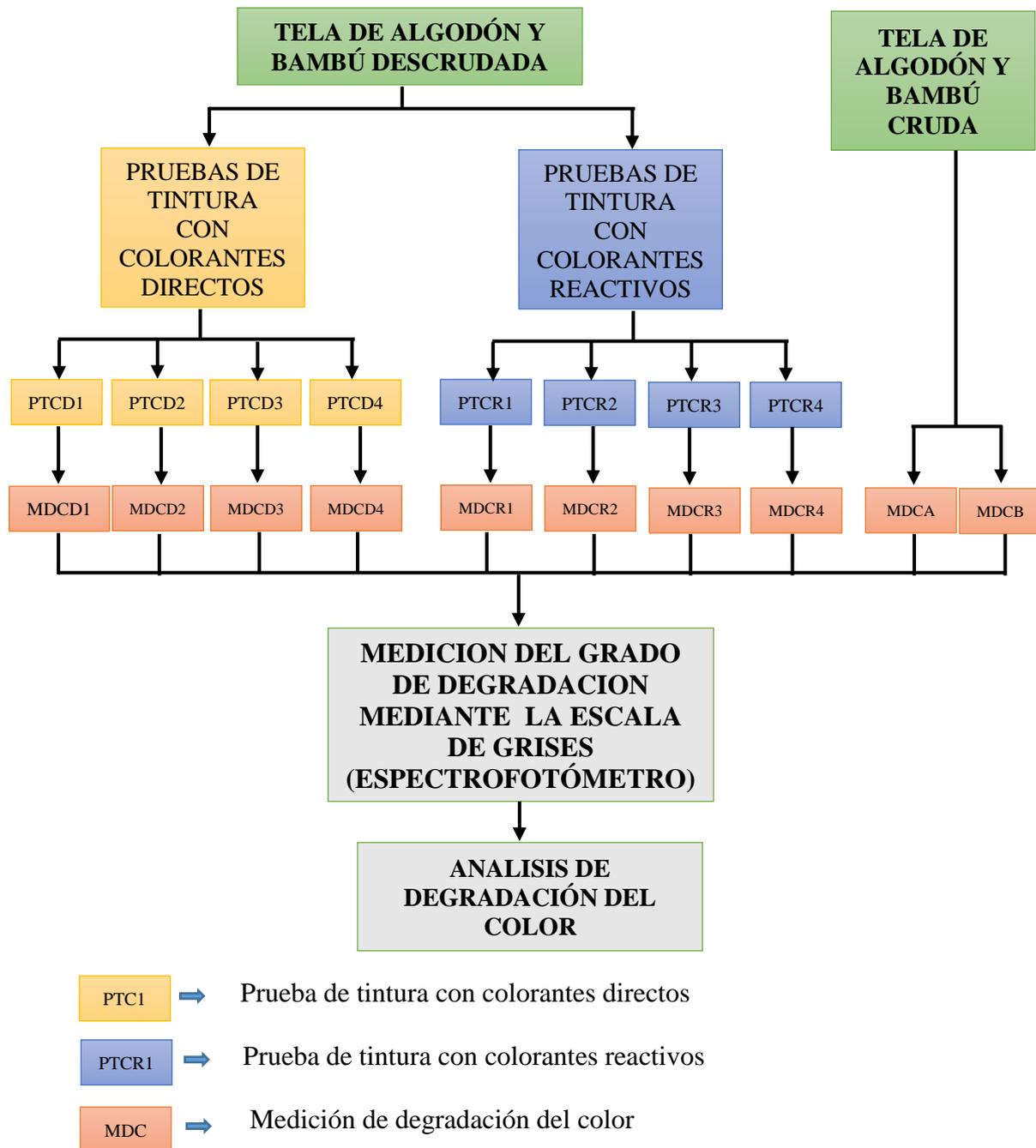


Figura 18. Estructura del proceso de tintura y medición y análisis de degradación del color

En total se realizará 16 pruebas de tintura y 24 mediciones de degradación del color, ya que también se realizará cuatro muestras en tela cruda de bambú y algodón de cuyos procesos se obtendrán datos para el análisis de resultados.

6.4.1 Tinturas

Para las pruebas de tinte se utilizará la tela de punto de algodón y bambú descruada, todas las pruebas se realizarán con la misma materia prima tanto de algodón como de bambú. Las tinturas se realizarán en la maquina [AUTOCLAVE SHR-24](#) de laboratorio. Se realizarán 16 pruebas de tinte, las cuales, cuatro serán con colorantes directos y cuatro con colorantes reactivos los cuales serán procedentes de una casa comercial.

En las pruebas de tinte con algodón se utilizará 80gr, distribuidas en 8 muestras, 10gr cada una. La relación de baño que se utilizará es 1:10, es decir se utilizará 100ml de agua en cada muestra, dando un total de 800ml de agua para las pruebas de tinte con algodón y se utilizará la misma curva de tinte para todas las pruebas.

Por otra parte, en las pruebas de tinte con la fibra de bambú se utilizará 136gr, distribuidas en 8 muestras, de 17gr cada una. La relación de baño que se usará es de 1:10, es decir se utilizará 170ml de agua en cada muestra, dando un total de 1360ml de agua para las pruebas de tinte con bambú y se utilizará la misma curva de tinte para todas las pruebas.

En la figura 19 se indica la secuencia de los procesos seguidos en las pruebas de tinte.

Todas las pruebas de tinte se realizarán con la misma materia prima, previamente descruada de los dos tipos de fibras, con esto se tratará de mantener las mismas condiciones en todas las pruebas realizadas.

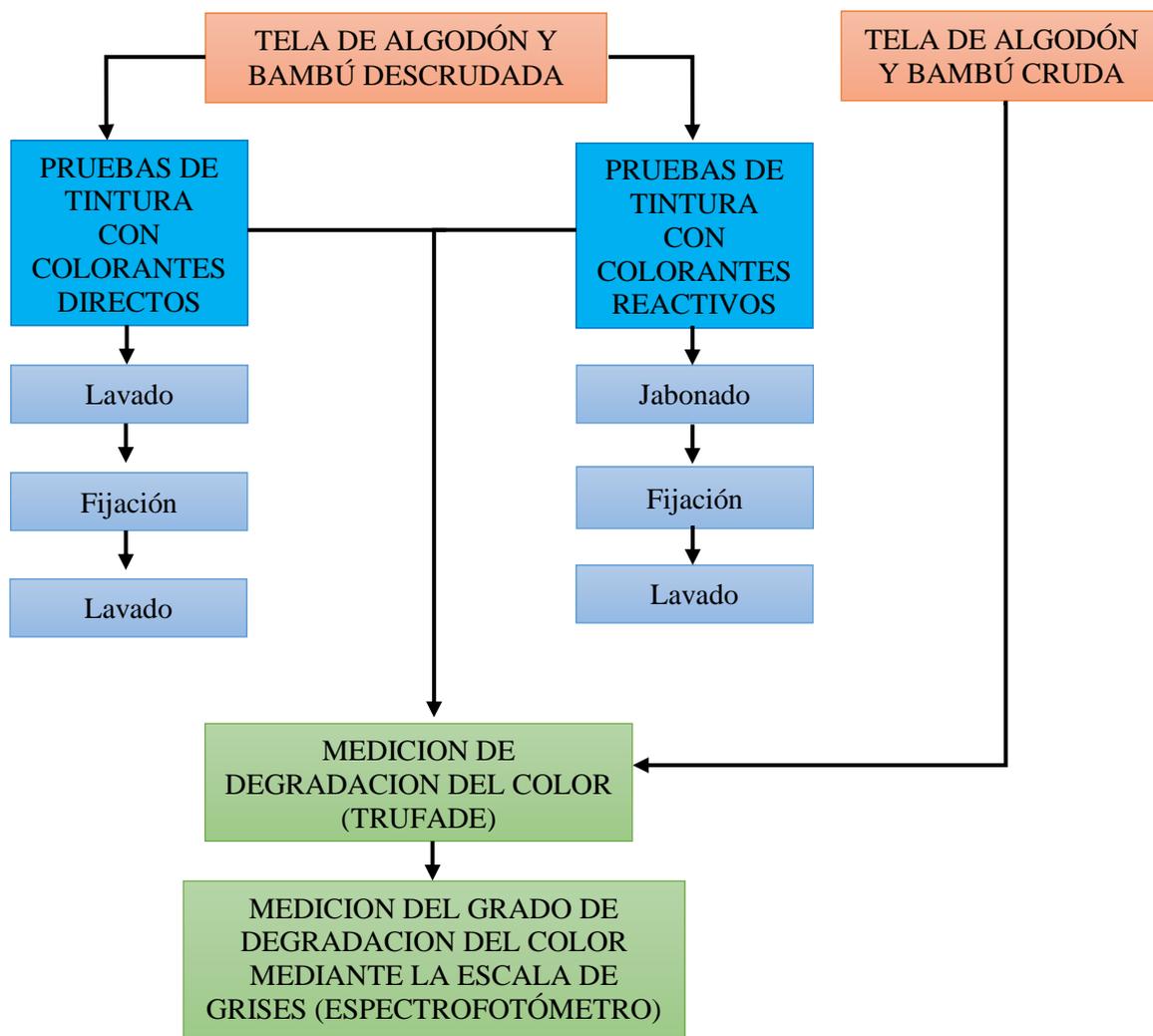


Figura 19. Proceso de tintura y medición de degradación del color

En las 8 pruebas de tintura que se realizarán con colorantes directos en las dos clases de fibras se utilizará la misma curva de tintura que se puede apreciar en la figura 20. Por otra parte en las 8 pruebas de tintura que se realizarán con colorantes reactivos en las dos clases de fibras se utilizará otra curva de tintura que se puede apreciar en la figura 21.

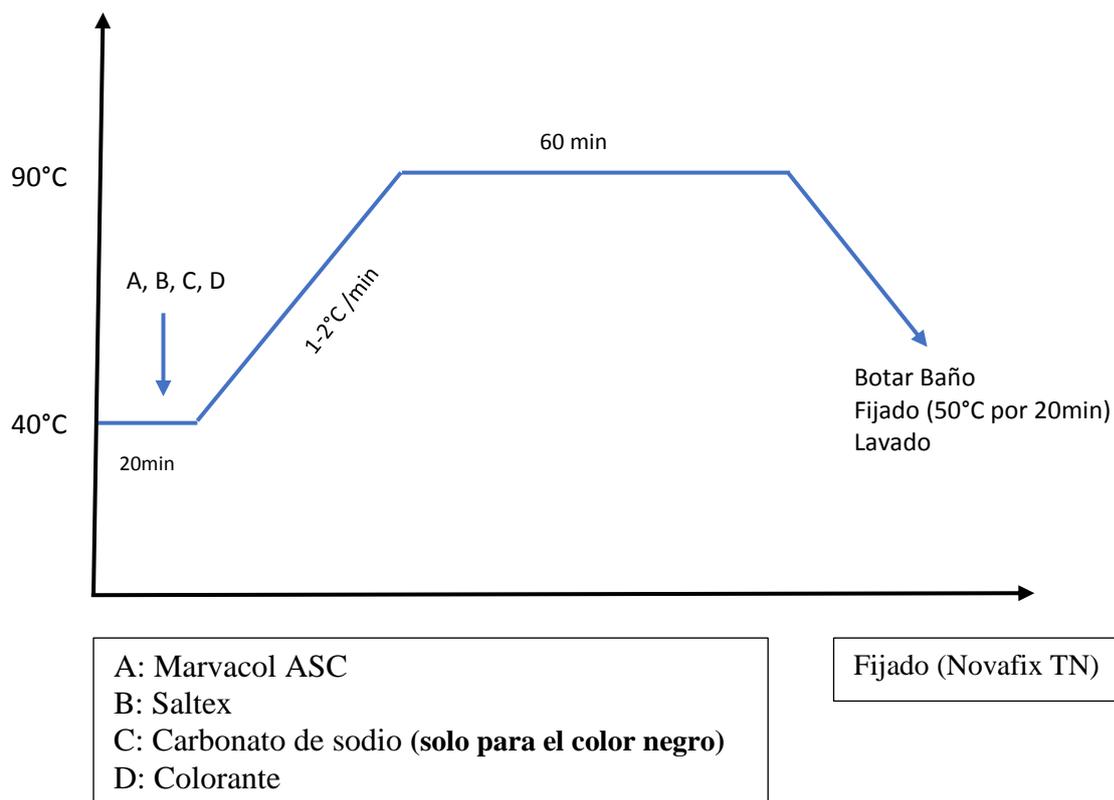


Figura 20. Curva de tinte de colorantes directos

En la curva de tinte se observa que los auxiliares marvacol ASC, saltex, carbonato de sodio (solo para el colorante negro) y el colorante se colocarán al inicio del proceso. Luego se procederá a elevar la temperatura de 1 a 2 °C durante 20 minutos hasta llegar a los 90°C, a esta temperatura se mantendrá durante 60 minutos y luego se bajará la temperatura hasta los 40°C en un lapso de 20 minutos, se botará el baño de tinte, se lavará las muestras y seguidamente se fijará a 50°C por 20 minutos y finalmente se lavará nuevamente las muestras.

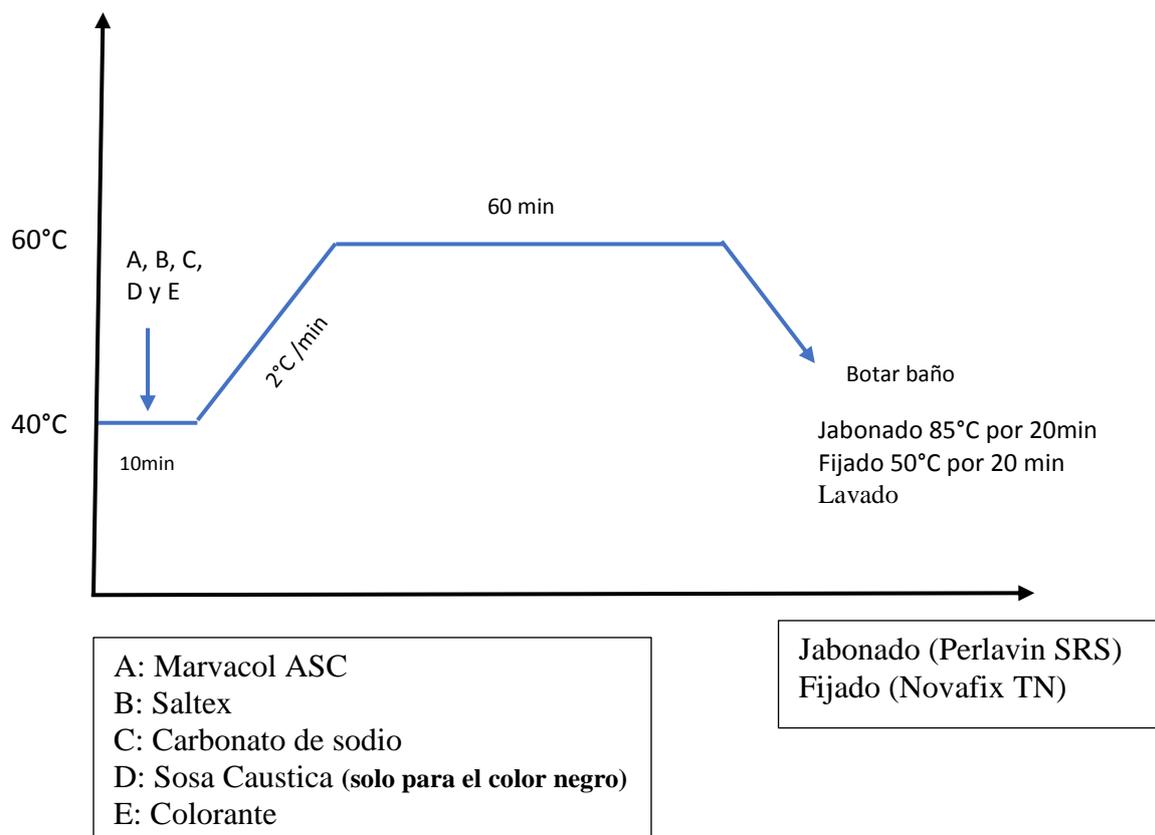


Figura 21. Curva de tinte de colorantes reactivos

En la curva de tinte se observa que el marvacol ASC, saltex, Carbonato de sodio, sosa cáustica (solo para el colorante negro) se colocarán al inicio del proceso. Luego se procederá a elevar la temperatura de 1 a 2 °C durante 20 minutos hasta llegar a los 60°C, a esta temperatura se mantendrá durante 60 minutos y luego se bajará la temperatura hasta los 40°C en un lapso de 20 minutos, se botará el baño de tinte, se realizará un jabonado a 85°C por 20min, se lavará las muestras y seguidamente se fijará a 50°C por 20 minutos y finalmente se lavará nuevamente las muestras.

El equipo que se utilizará al ser digital y automático, permitirá ingresar y seguir los parámetros del proceso conjuntamente con la curva de tinte en condiciones similares para cada una de las pruebas, esto permitirá también asegurar la igualdad de condiciones en todos los ensayos realizados.

6.4.2 Medición de degradación del color en el equipo Trufade.

Para las pruebas de medición de degradación del color se utilizará las pruebas provenientes de la tintura de tela de algodón y bambú con colorantes directos y reactivos y también con tela de bambú y algodón cruda. Las pruebas de degradación del color se realizarán en la maquina Trufade y de acuerdo con la norma ISO 105-B02 con el **método 5** durante 40 horas de exposición a la luz artificial como se indica en la figura 22.

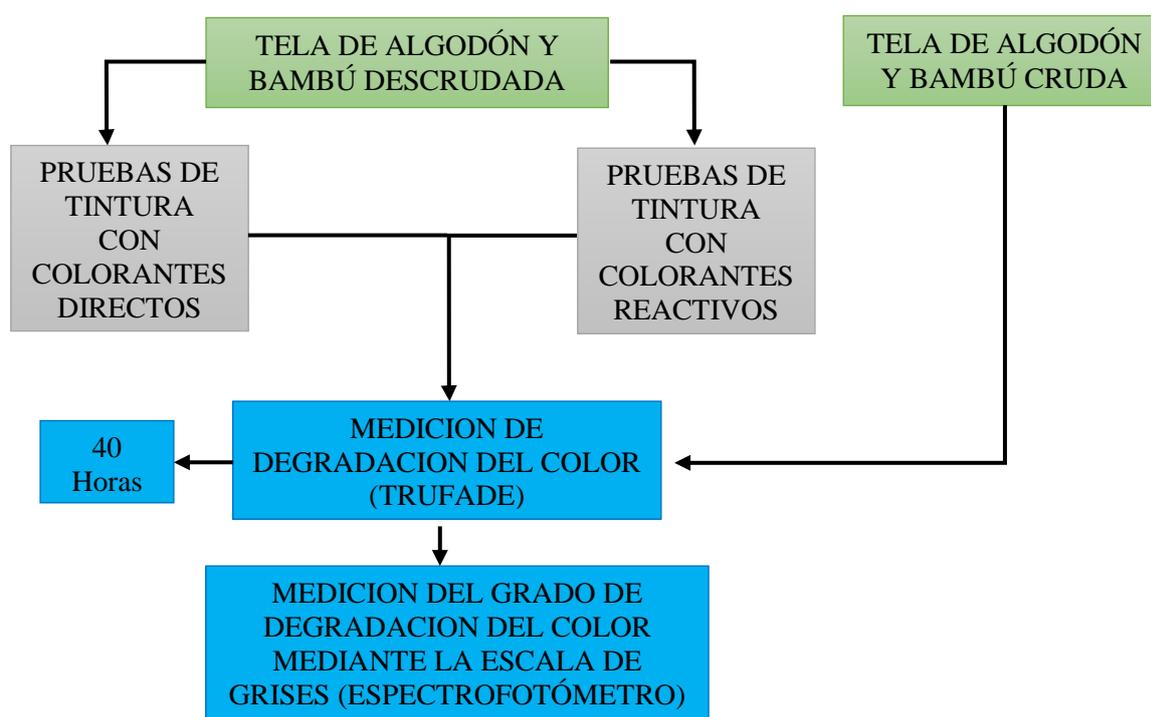


Figura 22. Medición de degradación del color en el equipo TRUFADE Y ESPECTROFOTÓMETRO.

6.4.3. Medición de degradación del color mediante la escala de grises en el equipo Espectrofotómetro.

Para las pruebas de degradación del color mediante la escala de grises se utilizará las pruebas provenientes del equipo Trufade.

A cada muestra se lo realizará la medición de degradación del color por medio del equipo espectrofotómetro mediante la escala de grises. La escala de grises tiene un rango estándar del 1 al 5, es decir, la muestra que vamos a medir tendrá un grado de degradación entre el 1 y el 5. Para medir el grado de degradación primeramente mediremos la muestra que esta sin

degradar el color, esta será nuestra muestra patrón, y seguidamente mediremos la muestra que esta degradada asignándole un código para diferenciar la una de la otra, y por lo tanto el equipo espectrofotómetro nos proporcionará el resultado del grado de degradación en datos numéricos que tiene cada muestra con respecto a la muestra estándar. Con estos resultados realizaremos el análisis comparativo entre los dos tipos de fibras.

6.5 Métodos y técnicas estadísticas utilizadas

La evaluación de los resultados obtenidos se realizará mediante el método comparativo, el descriptivo y normativo.

Con la comparación descriptiva se logrará describir y explicar la diferencia de degradación del color entre el algodón y bambú a través de medidas de posición central como la media; y con medidas de dispersión, para determinar cuan dispersos están los datos, con el coeficiente de variación. Se realizará una comparación también con las medias y coeficiente de variación obtenidas entre el algodón y bambú en tela cruda, con colorantes reactivos y así mismo las medias y coeficiente de variación con colorantes reactivos.

6.6 Procesamiento de datos

La información obtenida se procesará con el paquete informático Microsoft, con los programas Word, Excel y también con el Past 3. Con estas herramientas informáticas se procederá a redactar la información obtenida, se realizarán tablas para registro y cálculo de datos, se sacarán las medidas estadísticas y se realizarán gráficos, con la finalidad de mejorar la visualización y comprensión de los resultados y evaluaciones realizadas.

CAPITULO VII

7 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas de tincura realizadas con colorantes directos y reactivos tanto en bambú como algodón; la medición de degradación del color frente a la luz UV en el equipo Trufade. Posteriormente, se describe el análisis estadístico realizado, la comparación del grado de degradación del color entre las fibras de bambú y algodón.

7.1 Resultados

7.1.1 Pruebas de tincura con colorantes directos

Las condiciones con las cuales se realizaron las pruebas de tincura con los colorantes directos en la fibra de bambú y de algodón se registran en la hoja patrón indicada en la tabla 11 y 12.

Tabla 11. Hoja patrón de pruebas de tincura de Co con colorantes directos.

Material:	100%						
	Co						
Peso:	10g						
Relación de baño:	1/10						
Total baño:	100ml						
Colorantes	pH	Colorante	Marvacol ASC (1g/lt)	Saltex	Carbonato de Sodio	Novafix TN (2%)	Color Obtenido
Everdirect Amarillo PG	7	1.5% (0,15g)	0,1g	6g/lt (0,6g)	-	0,2g	Amarillo
Everdirect Azul FFRL	7	2.0% (0,2g)	0,1g	7g/lt (0,7g)	-	0,2g	Azul
Everdirect Escarlata 4BS	7	3,0% (0,3g)	0,1g	8g/lt (0,8g)	-	0,2g	Rojo
Everdirect Negro 1000%	10	4,0% (0,4g)	0,1g	10g/lt (0,10g)	2g/lt(0,2g)	0,2g	Negro

Se utilizó 4 colorantes directos los más usados en la industria textil con un peso de 10 g en cada una de las muestras de tintura, en una tela de punto 100% Co y el resultado que se obtuvo es el color amarillo, azul, rojo y negro que se muestran en la figura 23.



Figura 23. Muestras de Co tinturadas con colorantes directos

Tabla 12. Hoja patrón de pruebas de tintura de Bambú con colorantes directos

Material:	100%						
	Bambú						
Peso:	17g						
Relación de baño:	1/10						
Total baño:	170ml						
Colorantes	pH	Colorante	Marvacol ASC (1g/lt)	Saltex	Carbonato de Sodio	Novafix TN (2%)	Color obtenido
Everdirect Amarillo PG	7	1.5% (0,25g)	0,17g	6g/lt (1,02g)	-	0,34g	Amarillo
Everdirect Azul FFRL	7	2.0% (0,34g)	0,17g	7g/lt (1,19g)	-	0,34g	Azul
Everdirect Escarlata 4BS	7	3,0% (0,51g)	0,17g	8g/lt (1,36g)	-	0,34g	Rojo
Everdirect Negro 1000%	10	4,0% (0,68g)	0,17g	10g/lt (1,7g)	2g/lt(0,34g)	0,34g	Negro

Se utilizó 4 colorantes directos con un peso de 17 g en cada una de las muestras de tintura, en una tela de punto 100% Bambú y el resultado que se obtuvo es el color amarillo, azul, rojo y negro que se muestran en la figura 24.



Figura 24. Muestras de Bambú tinturadas con colorantes directos

Tanto para el algodón como el bambú se utilizó las mismas concentraciones de productos químicos. Para los cuatro colores se utilizó diferentes % de colorante ya que según estudios realizados depende del tipo de color se utiliza un determinado % de colorante para obtener una buena concentración de color y de igual forma diferentes concentraciones de productos auxiliares.

En el caso del color amarillo, azul y escarlata el pH inicial fue 7 pero en el caso del color negro el pH inicial fue 10, esto es debido al proceso diferente que se realiza en este color, es decir por los productos utilizados y por la reacción que tiene los colorantes con el agua y la fibra.

Para el caso del color negro se utilizó más % de colorante para obtener un color más concentrado y con la ayuda del carbonato de sodio para ayudar a fijar más el colorante.

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 la hoja patrón indicada en la tabla 13 y 14.

Tabla 13. Hoja patrón de pruebas de tintura de Co con colorantes reactivos

Material:	100% Co							
Peso:	10g							
Relación de baño:	1/10							
Total baño:	100ml							
pH	11,2							
Colorantes	Colorante	Marvacol ASC (1g/lt)	Saltex	Carbonato de Sodio	Sosa Cáustica	Perlavin SRS (1g/lt)	Novafix TN (2%)	Color obtenido
Everzol Amarillo 3GL H/C	3% (0,3g)	0,1g	60g/lt (0,6g)	20g/lt (2g)	-	0,1g	0,2g	Amarillo
Everzol Azul ED-G	3% (0,3g)	0,1g	60g/lt (0,6g)	20g/lt (2g)	-	0,1g	0,2g	Azul
Everzol Rojo ED	3% (0,3g)	0,1g	60g/lt (0,6g)	20g/lt (2g)	-	0,1g	0,2g	Rojo
Everzol Negro ED-R	4% (0,4g)	0,1g	80g/lt (0,8g)	5g/lt (0,5g)	1,2g/lt (0,12g)	0,1g	0,2g	Negro

Se utilizó 4 colorantes reactivos los más usados en la industria textil con un peso de 10 g en cada una de las muestras de tintura, en una tela de punto 100% Co y el resultado que se obtuvo es el color amarillo, azul, rojo y negro que se muestran en la figura 25.

El pH inicial en todos los colores fue de 11,2.



Figura 25. Muestras de Co tinturadas con colorantes reactivos

Tabla 14. Hoja patrón de pruebas de tintura de Bambú con colorantes reactivos.

Material:	100% Bambú							
Peso:	17g							
Relación de baño:	1/10							
Total baño:	170ml							
pH	11,2							
Colorantes	Colorante	Marvacol ASC (1g/lt)	Saltex	Carbonato de Sodio	Sosa Cáustica	Perlavin SRS (1g/lt)	Novafix TN (2%)	Color obtenido
Everzol Amarillo 3GL H/C	3% (0,51g)	0,17g	60g/lt (10,2g)	20g/lt (3,4g)	-	0,17g	0,34g	Amarillo
Everzol Azul ED-G	3% (0,51g)	0,17g	60g/lt (10,2g)	20g/lt (3,4g)	-	0,17g	0,34g	Azul
Everzol Rojo ED	3% (0,51g)	0,17g	60g/lt (10,2g)	20g/lt (3,4g)	-	0,17g	0,34g	Rojo
Everzol Negro ED-R	4% (0,68g)	0,17g	80g/lt (13,6g)	5g/lt (0,85g)	1,2g/lt (0,204g)	0,17g	0,34g	Negro

Se utilizó 4 colorantes reactivos y un peso de 10 g en cada una de las muestras de tintura, en una tela de punto 100% Bambú y el resultado que se obtuvo es el color amarillo, azul, rojo y negro que se muestran en la figura 26.

El pH inicial en todos los colores fue de 11,2.



Figura 26. Muestras de Bambú tinturadas con colorantes reactivos

Tanto para el algodón como el bambú se utilizó las mismas concentraciones de productos químicos.

Para el caso del color negro se utilizó más % de colorante para obtener un color más concentrado y con la ayuda de sosa cáustica se ayudó a llegar al pH óptimo de tintura.

7.1.3 Medición de degradación del color frente a la luz UV (Trufade).

Se realizó 8 muestras 8 de tintura con colorantes directos (4 bambú y 4 algodón), 8 muestras con colorantes reactivos (4 bambú y 4 algodón) y adicional a esto cuatro muestras de algodón en tela cruda y cuatro muestras de bambú en tela cruda.



Figura 27. Muestras de tela tinturada colocadas en los moldes

Esta medición se lo hizo en el equipo Trufade con una exposición a la luz UV de 40 horas de acuerdo a la norma ISO 105 B02 a una temperatura de 36°C y una humedad relativa de 46°C.



Figura 28. Muestras listas para la exposición a la luz UV

7.1.4 Medición del grado de degradación mediante la escala de grises (espectrofotómetro)

Con los resultados obtenidos de la exposición a la luz UV durante 40 horas en el equipo Trufade se procedió a medir el grado de degradación del color a las 24 muestras mediante la escala de grises en el Espectrofotómetro y se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 15. Datos de degradación del color en la escala de grises

COLORANTES DIRECTOS	GRADO DE DEGRADACIÓN ALGODÓN	GRADO DE DEGRADACIÓN BAMBÚ
Everdirect Amarillo PG	3	2
Everdirect Azul FFRL	4	3,5
Everdirect Escarlata 4BS	2,5	3,5
Everdirect Negro 1000%	4	5
COLORANTES REACTIVOS		
Everzol Amarillo 3GL H/C	3,5	3,5
Everzol Azul ED-G	3,5	4
Everzol Rojo ED	3,5	3
Everzol Negro ED-R	4	4
Crudo	2,5	3,5
Crudo	2,5	3
Crudo	2,5	3,5
Crudo	3,5	3

7.2 Análisis y evaluación de resultados

El análisis de los valores obtenidos se realizó mediante la estadística descriptiva, con medidas de tendencia central y de dispersión, a través de un análisis comparativo entre los valores de degradación del color frente a la luz UV entre el algodón y bambú

7.2.1 Normalidad de los datos obtenidos

Con la finalidad de establecer si los valores de la medición de degradación del color en la escala de grises en el espectrofotómetro se distribuyen normalmente y si los datos se pueden someter a un análisis estadístico, se someten los datos al test de normalidad. Así, en la tabla 16,17 y 18 se indica los valores de $p(\text{normal})$ obtenidos en las pruebas Shapiro-Wilk W,

Anderson-Darling A y Jarque-Bera JB, a la que fueron sometidos todos los valores obtenidos en la degradación del color.

Tabla 16. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color de tinturas con colorantes directos

	Algodón	Bambú
N	4	4
Shapiro-Wilk W	0,8494	0,9447
p(normal)	0,2242	0,683
Anderson-Darling A	0,3728	0,2839
p(normal)	0,2145	0,4099
p(Monte Carlo)	0,2428	0,5083
Jarque-Bera JB	0,5236	0,1667
p(normal)	0,7696	0,92
p(Monte Carlo)	0,3666	1

Las pruebas muestran que, de conformidad con los datos de degradación del algodón y bambú con colorantes directos, con las pruebas Shapiro-Wilk W y Anderson-Darling A, que son las más exactas, se evidencian que son distribuciones normales que no pueden ser rechazadas, ya que $p(\text{normal})$ es superior a 0,05. Por otra parte en la prueba de Jarque-Bera también es superior a 0,05 por lo tanto, también es una distribución normal. Entonces quiere decir que existe normalidad para todas las pruebas y los datos podrán seguir un procedimiento estadístico. Según esta prueba de referencia el nivel de confianza de todos los parámetros es superior a 0,05%.

Tabla 17. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda y de tinturas con colorantes reactivos

	Algodón	Bambú
N	5	5
Shapiro-Wilk W	0,5522	0,8208
p(normal)	0,000131	0,1185
Anderson-Darling A	1,205	0,4376
p(normal)	0,0007517	0,1636
p(Monte Carlo)	0,0001	0,182
Jarque-Bera JB	1,888	0,638
p(normal)	0,3891	0,7269
p(Monte Carlo)	0,0001	0,3256

Las pruebas muestran que, de conformidad con los datos de degradación del algodón y bambú con colorantes reactivos, con las pruebas Shapiro-Wilk W y Anderson-Darling A, que son las más exactas, indican que las distribuciones no son normales, por lo que deberían ser transformadas para que se ajusten a una distribución normal; sin embargo, con la prueba de Jarque-Bera JB en donde $p(\text{normal})$ es superior a 0,05 los datos tienen una distribución normal. Es decir que si se considera la prueba de Jarque-Bera JB, para todos los parámetros, existe normalidad y los datos no deberían ser rechazados y considerados para algún procedimiento estadístico. Según esta prueba de referencia el nivel de confianza de todos los parámetros es superior a 0,05%.

Según la prueba Jarque-Bera JB, existe una distribución normal en todos los parámetros de los dos tipos de casos; por lo que, se puede continuar con el análisis utilizando todos los datos tabulados.

Tabla 18. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú.

	Algodón	Bambú
N	4	4
Shapiro-Wilk W	0,6298	0,7286
p(normal)	0,001241	0,02386
Anderson-Darling A	0,8268	0,576
p(normal)	0,007061	0,04675
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0444
Jarque-Bera JB	0,963	0,6667
p(normal)	0,6179	0,7165
p(Monte Carlo)	0,0001	0,1565

Las pruebas muestran que, de conformidad con los datos de degradación del algodón y bambú en tela cruda, con las pruebas Shapiro-Wilk W y Anderson-Darling A, que son las más exactas, indican que las distribuciones no son normales, por lo que deberían ser transformadas para que se ajusten a una distribución normal; sin embargo, con la prueba de Jarque-Bera JB en donde $p(\text{normal})$ es superior a 0,05 los datos tienen una distribución normal. Es decir que si se considera la prueba de Jarque-Bera JB, para todos los parámetros, existe normalidad y los datos no deberían ser rechazados y considerados para algún procedimiento estadístico. Según esta prueba de referencia el nivel de confianza de todos los parámetros es superior a 0,05%.

Según la prueba Jarque-Bera JB, existe una distribución normal en todos los parámetros de los dos tipos de casos; por lo que, se puede continuar con el análisis utilizando todos los datos tabulados.

7.2.2 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva

7.1.2.1 Resumen estadístico de la medición de degradación del color de algodón y bambú

La media y el coeficiente de variación, calculados para los datos obtenidos en la medición de degradación del color en la escala de grises en tintura con colorantes directos y reactivos se representan en las dos tablas siguientes.

Cabe recalcar que según Mejia, (2015) la escala se compone de 9 pares de fichas color gris y 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).

La escala numérica tiene 9 posibilidades: 5; 4-5; 4; 3-4; 3; 2-3; 2, 1-2; 1.

En la tabla 19 se muestra los datos estadísticos de: la medición de degradación con colorantes directos, en la tabla 20, de la medición de degradación con colorantes reactivos y en la tabla 21 se muestra la medición de degradación en tela cruda de los dos tipos de fibras.

Tabla 19. Media y coeficiente de variación, de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos

MEDIDA ESTADISTICA	ALGODÓN	BAMBÚ
MEDIA	3,38	3,5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	22,22	34,99

De acuerdo al coeficiente de variación con respecto a la media de los valores indicados en la tabla 19, 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.

Tabla 20. Media y coeficiente de variación de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos.

MEDIDA ESTADISTICA	ALGODÓN	BAMBÚ
MEDIA	3,63	3,63
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	6,90	13,21

En la tabla 20 podemos observar el coeficiente de variación con respecto a la media de la medición de degradación 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.

Tabla 21. Media y coeficiente de variación de la medición de degradación de tela cruda de algodón y bambú.

MEDIDA ESTADISTICA	ALGODÓN	BAMBÚ
MEDIA	2,75	3,25
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	18,18	8,88

En la tabla 21 se puede ver que el algodón tiene una elevada dispersión, en cambio el bambú tiene una dispersión baja con respecto a la media.

Para una mejor distinción entre las medias y coeficientes de variación de degradación del color con colorantes directos, reactivos y en tela cruda en los dos tipos de fibra, en la tabla 22 se registran los valores calculados.

Tabla 22. Media y coeficiente de variación de medición de degradación del color en tela cruda y en tinturas con colorantes directos y reactivos.

MEDIDAS ESTADISTICAS	COLORANTES	ALGODÓN	BAMBÚ
Media	Directos	3,38	3,5
	Reactivos	3,63	3,63
	Cruda	2,75	3,25
Coeficiente de variación (%)	Directos	22,22	34,99
	Reactivos	6,90	13,21
	Cruda	18,18	8,88

De acuerdo a la medición de degradación del color en tinturas con **colorantes directos** tenemos que:

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 de la degradación del color del bambú es mejor en un 3.43%.

El valor del coeficiente de variación en el caso de la fibra de bambú es más disperso que el algodón lo que indica que el bambú es más heterogéneo que el algodón en un 12.77%.

De acuerdo a la medición de degradación del color en tinturas con **colorantes reactivos** tenemos que:

El valor de la media en la fibra de bambú es igual que el valor de la media de la fibra de algodón.

El valor del coeficiente de variación en el caso de la fibra de bambú es más disperso en relación a la media que la fibra de algodón en un 6,31%.

De acuerdo a la medición de degradación del color en **tela cruda** de las dos clases de fibras tenemos que:

El valor de la media en tela cruda en la fibra de bambú es mayor que el valor de la media de la fibra del algodón, lo que indica que el bambú tiene mejor resistencia en un 15.38%.

El valor del coeficiente de variación en tela cruda, el algodón es más disperso que el bambú lo que quiere decir que existe mayor homogeneidad en el bambú en un 9.3%.

En la figura 29 se visualiza de mejor manera la diferencia entre los valores de las medias de la medición de degradación del color en la escala de grises de tintura con colorantes directos entre el bambú y el algodón.

Se observa que el valor medio de la degradación del color con colorantes directos en el bambú (color verde) es mejor en un 3,43% que el valor medio de la degradación del color en el algodón (color azul).

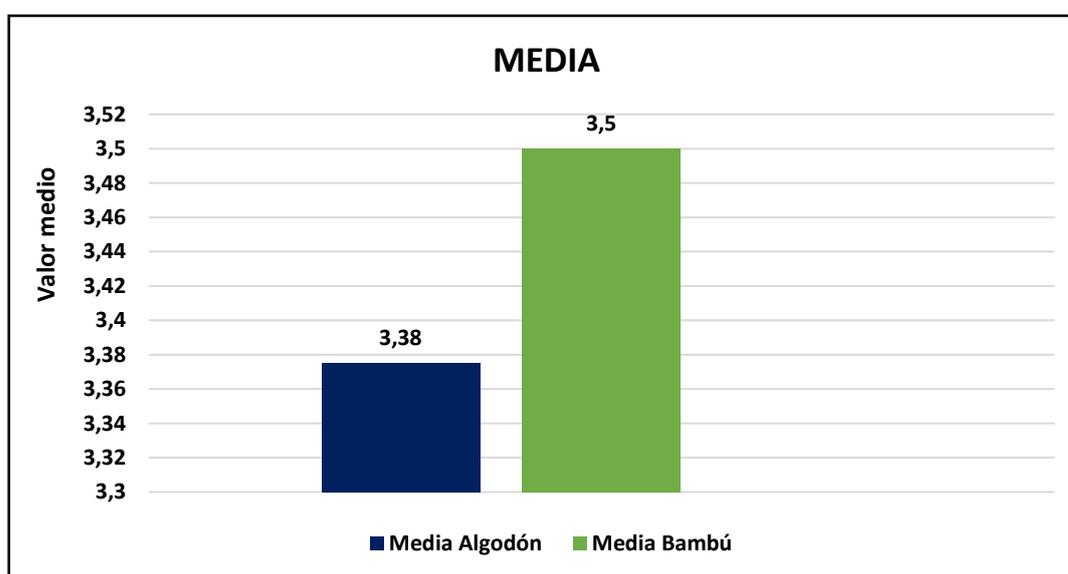


Figura 29. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante la media

En la figura 30, se diferencia fácilmente que los valores del coeficiente de variación en el caso de la degradación del color con colorantes directos en el bambú, son más altos, que el otro tipo de degradación estudiado, lo que demuestra que existe mayor dispersión, por lo tanto mayor heterogeneidad en un 12.77%.

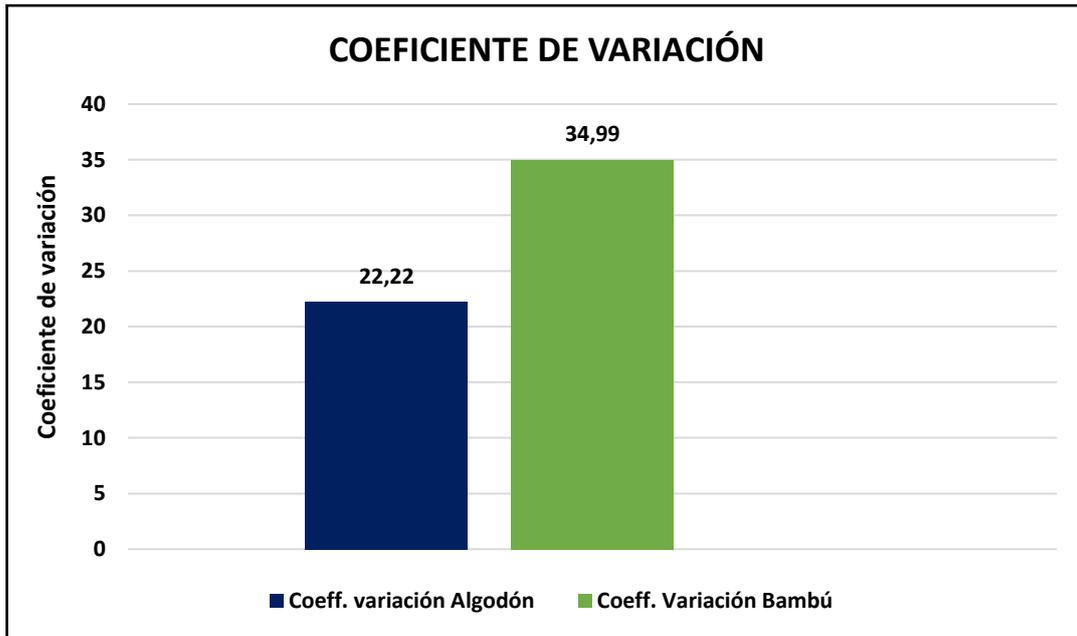


Figura 30. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante el coeficiente de variación.

En la figura 31 se visualiza la diferencia entre los valores de las medias de la medición de degradación del color en la escala de grises de tintura con colorantes reactivos entre el bambú y el algodón.

Se observa que el valor medio de la degradación del color con colorantes reactivos en el bambú (color verde) es igual al valor medio de la degradación del color en el algodón (color azul).

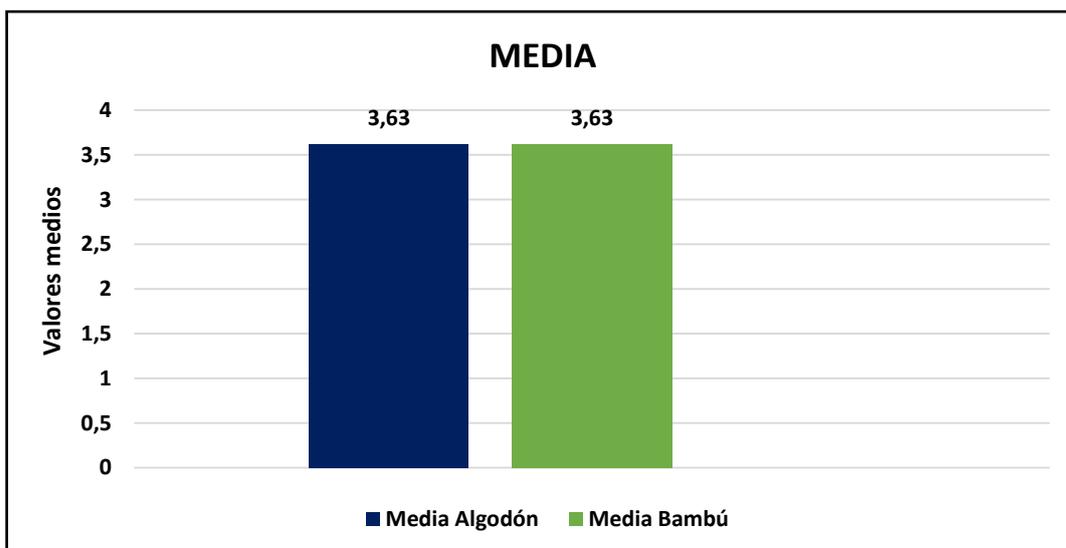


Figura 31. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante la media.

En la figura 32, se diferencia fácilmente que los valores del coeficiente de variación en el caso de la degradación del color con colorantes reactivos en el bambú, son más altos, que el algodón, lo que demuestra que existe mayor dispersión y heterogeneidad en un 6,31% en cambio en el algodón existe homogeneidad de valores y están más cerca de la media.

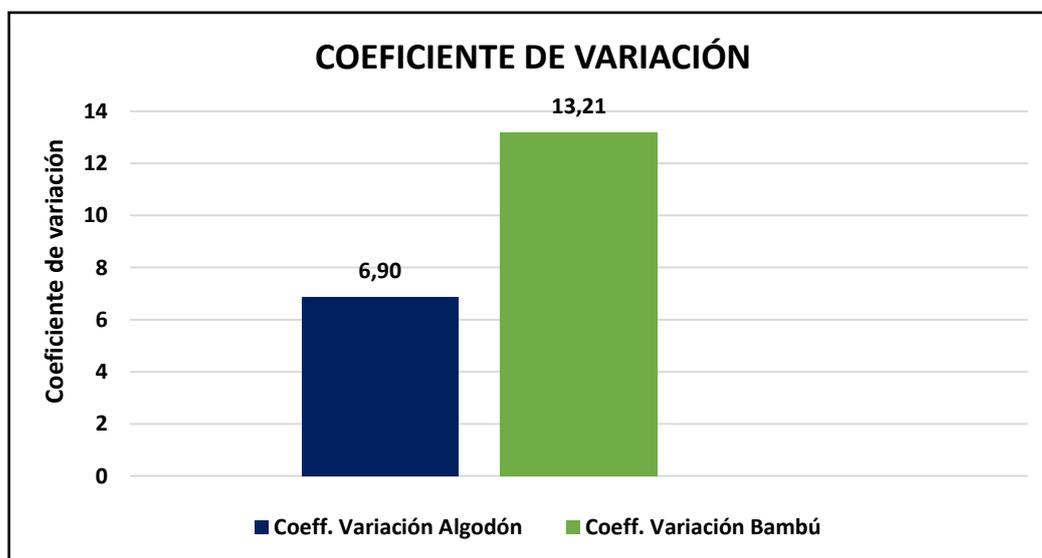


Figura 32. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante el coeficiente de variación.

En la figura 33 se diferencia que el valor medio de la degradación del color en tela cruda en el bambú (color verde) es mayor al valor medio de la degradación del color con colorantes reactivos en el algodón (color azul) lo que quiere decir que es más resistente en un 15,38%.

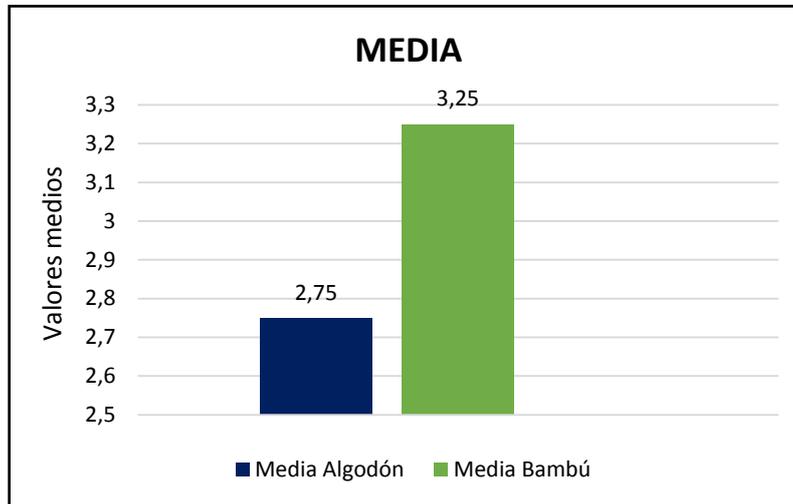


Figura 33. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante la media.

En la figura 34 se observa que el valor del coeficiente de variación de la degradación del color en tela cruda el algodón es más disperso que el bambú en un 9,3%.

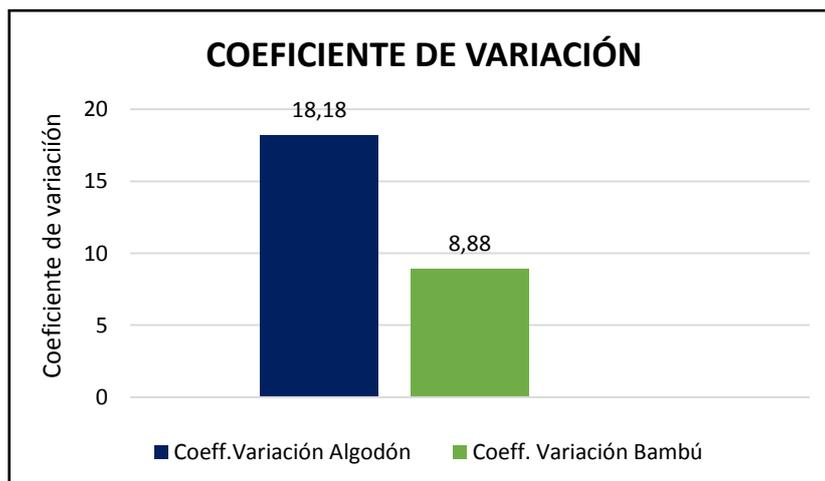


Figura 34. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante el coeficiente de variación.

7.2.3 Análisis comparativo de la degradación del color (escala de grises) tinturada con colorantes directos entre el algodón y bambú.

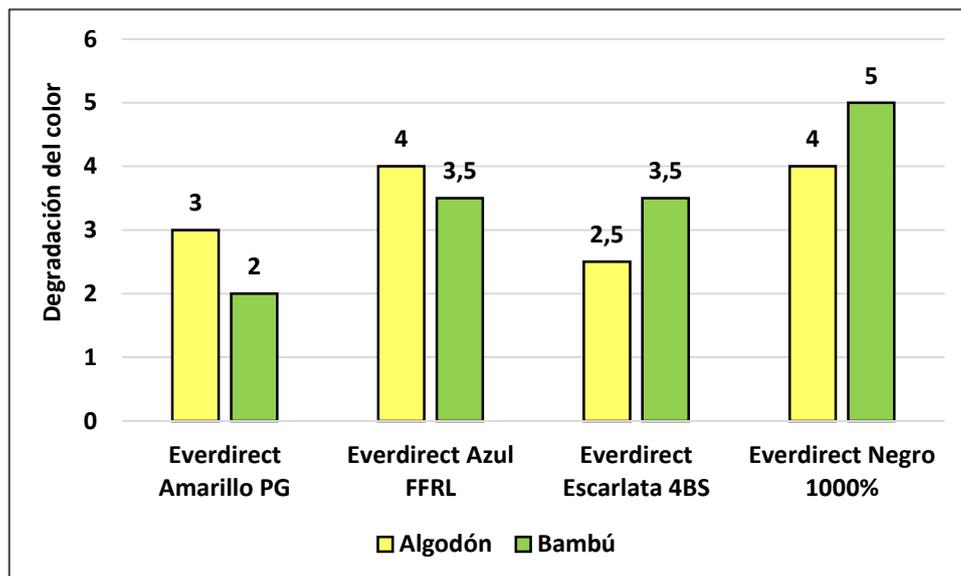


Figura 35. Valores comparativos de la degradación del color entre bambú y algodón con colorantes directos

Con los datos de la tabla 15, en la figura 35 se comparan los valores obtenidos entre algodón y bambú. Se observa que el color negro en el bambú no se degradó nada; lo que supera en un 20% al color negro del algodón, es decir que este color tiene una excelente solidez a la luz. En cuanto al color amarillo podemos decir que el algodón tiene una mejor solidez del color a la luz en un 20% que el bambú; también en el color azul el algodón tiene una mejor solidez del color en un 10%; pero en cuanto al color escarlata en cambio el bambú tiene una mejor solidez del color a la luz en un 20%

Se puede apreciar que existe una elevada dispersión y heterogeneidad en el bambú, su coeficiente de variación en el bambú 34,99% y en el algodón es 22,22%.

En la figura 36 se puede apreciar de una mejor manera la diferencia total promedio de degradación del color a la luz UV entre el algodón y bambú.

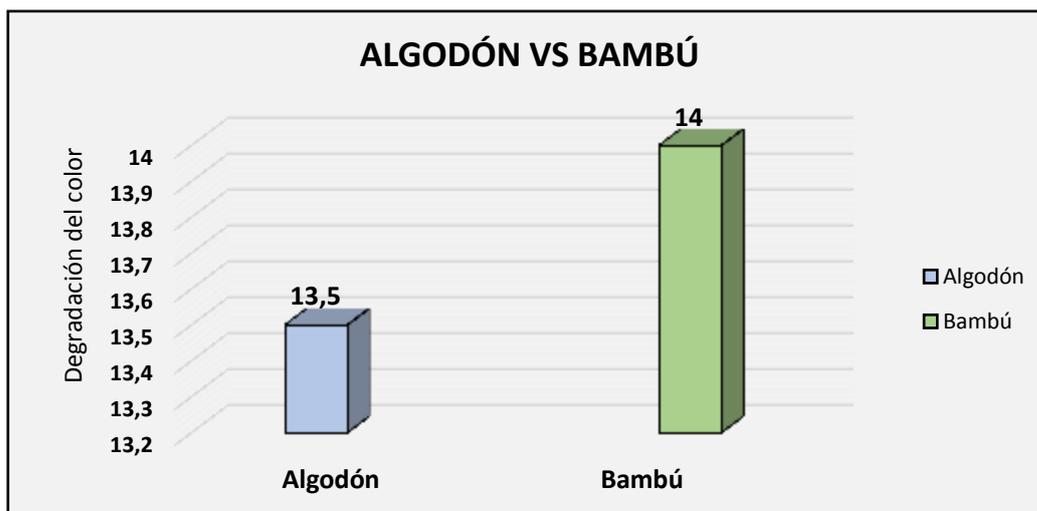


Figura 36. Valores comparativos promedios de degradación del color de tinturas con colorantes directos entre el algodón y bambú.

De acuerdo a los valores obtenidos en el promedio de degradación del color en tinturas con colorantes directos podemos observar que el bambú tiene una mejor solidez del color a la luz UV que el algodón en un 3,57%.

7.2.4 Análisis comparativo de la degradación del color (escala de grises) tinturada con colorantes reactivos entre el algodón y bambú.

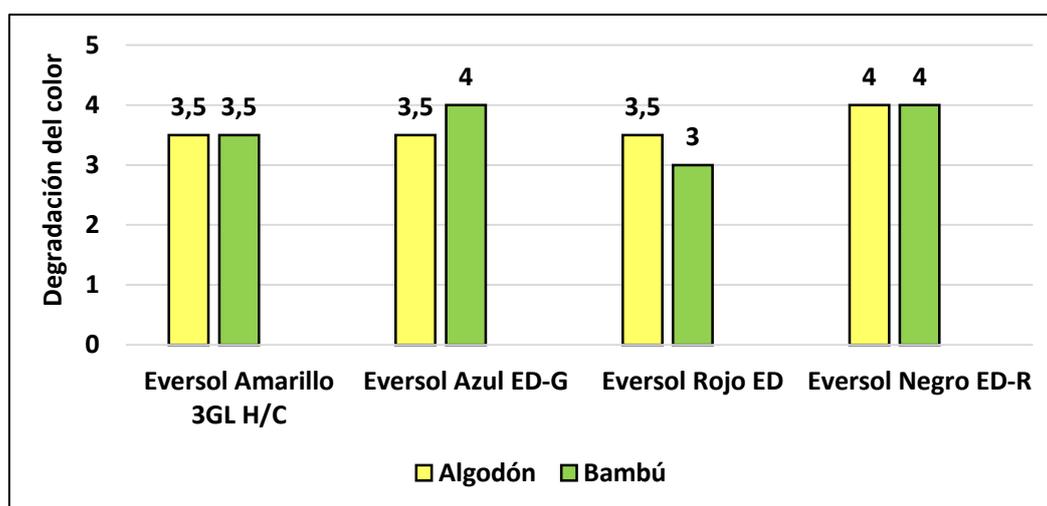


Figura 37. Valores comparativos del grado de degradación del color tinturada con colorantes reactivos entre bambú y algodón

Con los datos de la tabla 15, en la figura 37 se comparan los valores obtenidos entre el algodón y bambú. Se observa que el color negro y amarillo en el algodón y bambú se degrada en el mismo grado, y en cuanto al color azul podemos observar que el bambú tiene una mejor solidez a la luz en un 10% que al algodón. Por otra parte el color rojo en el algodón tiene buena solidez del color a la luz en un 10% que el bambú.

En general se puede apreciar que el coeficiente de variación en la fibra de algodón es 6,90 y en la fibra de bambú es 13,21% lo que indica que existe homogeneidad de valores en la fibra de bambú.

En la figura 38 se puede apreciar de una mejor manera la diferencia total promedio de degradación del color a la luz UV de tintura con colorantes reactivos entre el algodón y bambú.

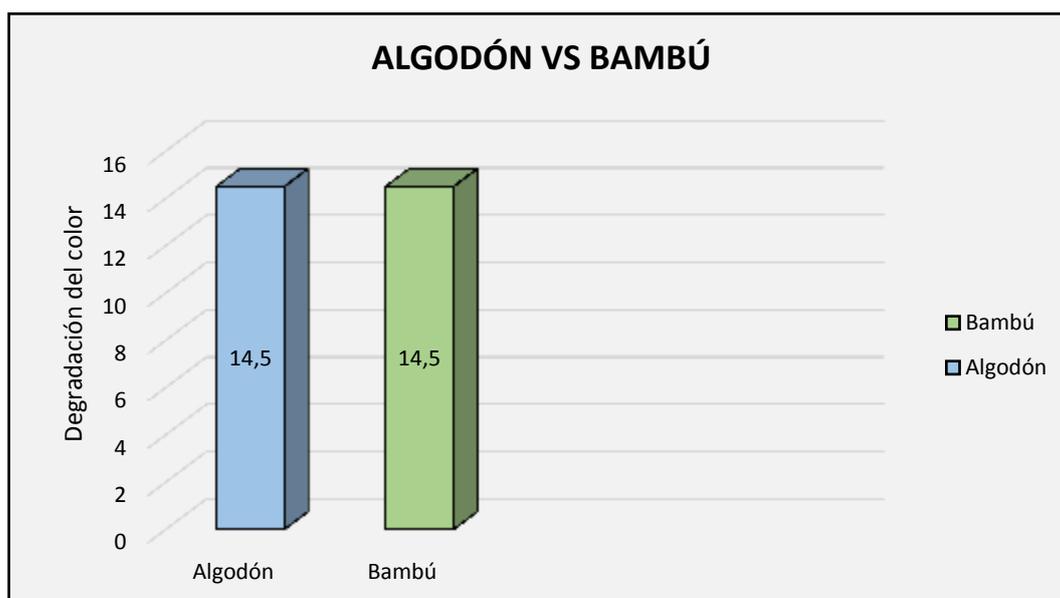


Figura 38. Valores comparativos promedios de degradación del color de tinturas con colorantes directos entre el algodón y bambú.

Analizando la figura 38 podemos observar que el promedio de degradación del color en los cuatro diferentes colores tanto el algodón como el bambú se degradaron en el mismo grado 14,5

7.2.4 Análisis comparativo de degradación del color (escala de grises) de tela cruda de algodón y bambú.

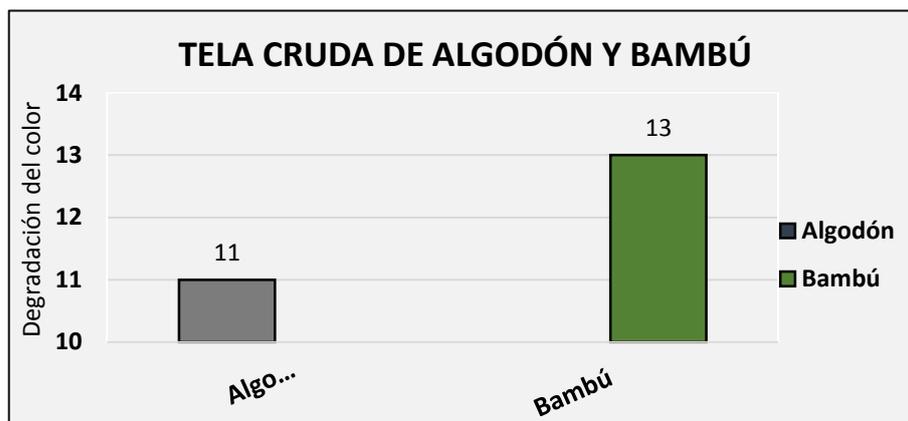


Figura 39. Valores comparativos del grado de degradación del color en tela cruda entre bambú y algodón

Con los datos de la tabla 15, analizando la figura 39 podemos observar que la degradación del color en tela cruda el algodón tiene una mejor solidez del color a la luz UV en un 18,18% que el bambú.

7.2.5 Resumen comparativo de degradación del color en tela cruda, tinturada con colorantes directos y reactivos entre las fibras de algodón y bambú.

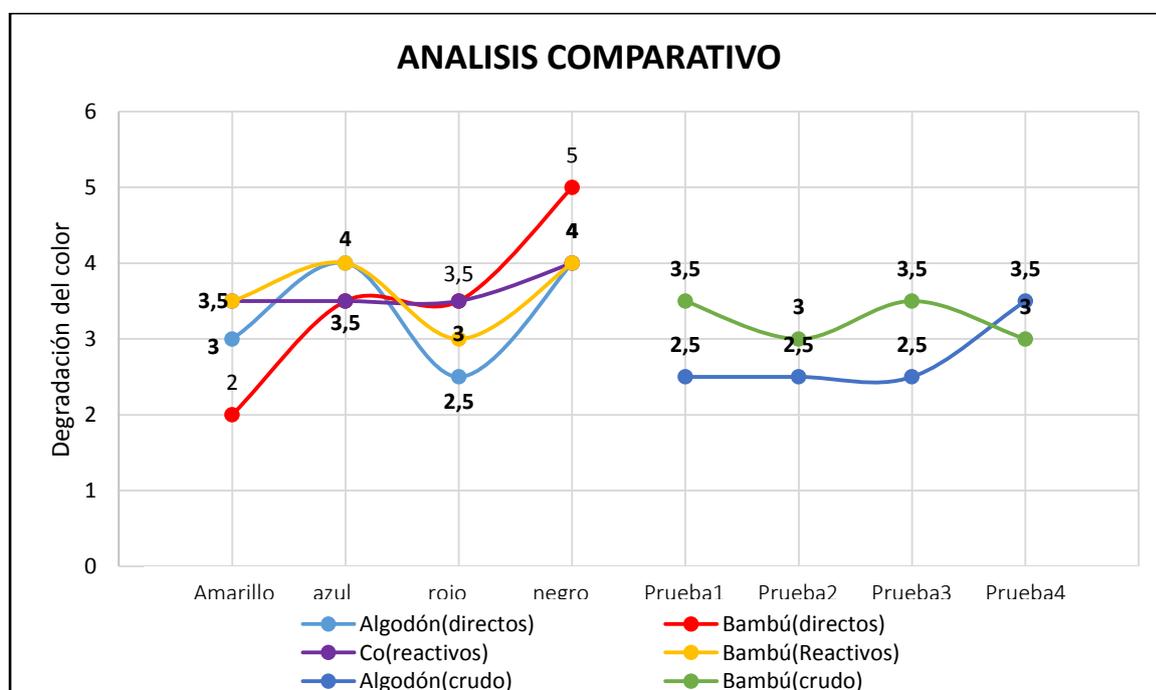


Figura 40.- Análisis comparativo de degradación del color tinturada con colorantes directos, reactivos y en tela cruda entre el algodón y bambú.

De acuerdo con los datos de la [tabla 15](#), en la figura 40 se visualiza de mejor manera el análisis comparativo de degradación del color entre el algodón y bambú tinturado con colorantes directos y reactivos y así mismo en tela cruda.

- Con respecto a la degradación del color en tinturas con colorantes directos en las fibras de algodón y bambú se puede visualizar que de acuerdo al orden de los colorantes como es: amarillo PG, azul FFRL, escarlata 4BS y negro 1000%; las curvas tienen tendencia a aumentar, es decir, el grado de degradación tiende a degradarse menos a excepción del color escarlata 4BS en el algodón este color tiene tendencia a degradarse más.
- Con respecto a la degradación del color en tinturas con colorantes reactivos en las fibras de algodón y bambú se puede visualizar que de acuerdo al orden de los colorantes como es: amarillo 3GLH/C, azul ED-G, rojo ED y negro ED-R; las curvas tienen tendencia a aumentar, es decir, el grado de degradación tiende a degradarse menos a excepción del color rojo ED en el algodón este color tiene tendencia a degradarse más.
- Con respecto a la degradación del color en tela cruda en el caso de la fibra de algodón se puede visualizar que de acuerdo al orden de las pruebas como es: prueba 1, 2, 3 y 4; la curva tiene tendencia a aumentar en las pruebas 1 y 3, es decir, el grado de degradación tiende a degradarse menos, pero en las pruebas 2 y 4 la curva tiene tendencia a degradarse más. Y por otro lado en la fibra de bambú la curva tiende a aumentar, es decir, el grado de degradación tiende a degradarse menos. Por lo tanto se puede afirmar que de acuerdo al diagrama estadístico de tendencia la degradación del color en la fibra de bambú sus datos numéricos afirman que se degrada menos en las pruebas 1, 2 y 3 y en la prueba 4 se degrada más con respecto a la fibra de bambú. Y con respecto a la degradación en la fibra de algodón en las pruebas 1, 2 y 3 los datos numéricos afirman que se degrada más y en la prueba 4 se degrada menos con respecto a la fibra de bambú.

7.2.5 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de degradación del color en la fibra de algodón.

Tabla 23. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en algodón.

COLORES	GRADO DE DEGRADACION ALGODÓN	% COLORANTE DIRECTO
Everdirect Amarillo PG	3	1,5
Everdirect Azul FFRL	4	2
Everdirect Escarlata 4BS	2,5	3
Everdirect Negro 1000%	4	4

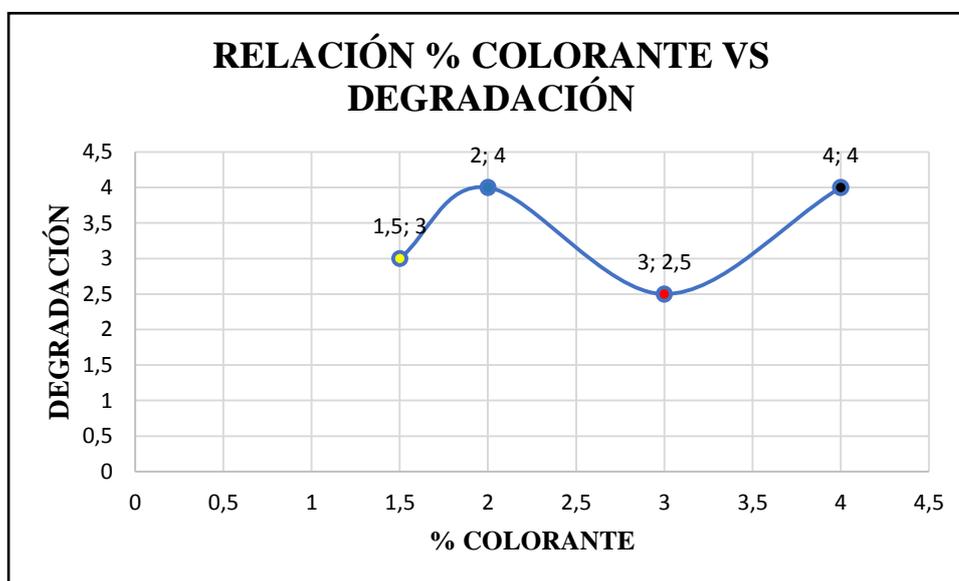


Figura 41. Relación entre degradación y % de colorante en el algodón tinturado con colorantes directos.

Analizando la figura 41 se puede observar que en el color amarillo a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación (recordemos que en la lectura de la escala de grises mientras más alto sea el valor es menor la degradación del color, es decir, un grado 5 la solidez es excelente y un grado 1 la solidez del color es muy mala); en el color azul a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación; en el caso del color rojo escarlata tenemos que, a mayor porcentaje de colorante mayor grado de degradación lo que indica que existe una relación directamente proporcional, y por último en el color negro a mayor

porcentaje de colorante menor grado de degradación. En conclusión podemos decir que a diferencia del color rojo escarlata gen todos los casos existe una relación inversamente proporcional.

7.2.6 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes directos y grado de degradación del color en la fibra de bambú.

Tabla 24. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en bambú.

COLORES	GRADO DE DEGRADACION ALGODÓN	% COLORANTE DIRECTO
Everdirect Amarillo PG	2	1,5
Everdirect Azul FFRL	3,5	2
Everdirect Escarlata 4BS	3,5	3
Everdirect Negro 1000%	5	4

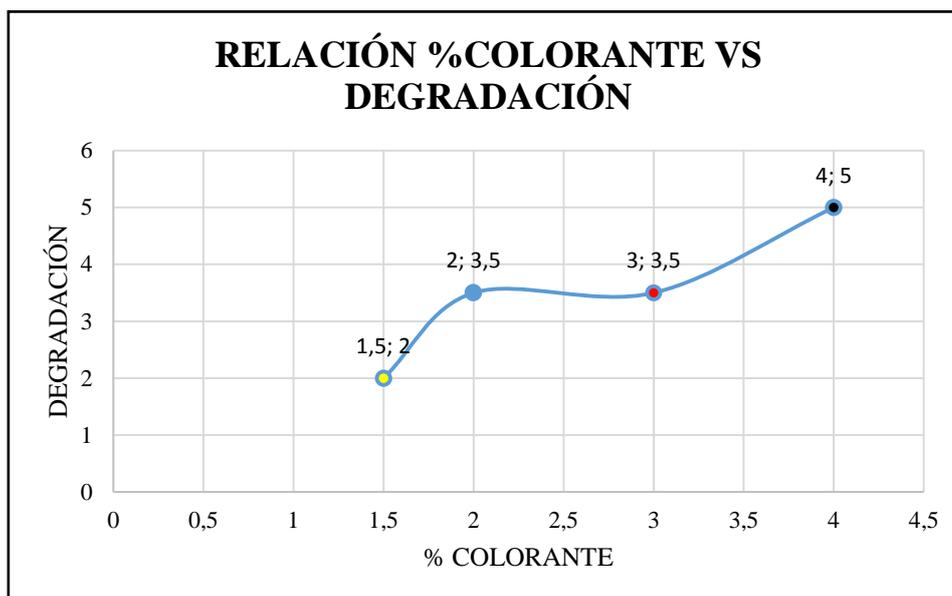


Figura 42. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes directos.

Analizando la figura 42 podemos observar en el color amarillo a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación; en el color azul a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación; en el color rojo a mayor porcentaje de colorante menor grado

de degradación; en cuanto al color negro podemos decir que a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación.

Entonces podemos decir que existe una relación inversamente proporcional. A mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación del color.

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

Tabla 25. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en algodón.

COLORES	GRADO DE DEGRADACION ALGODÓN	% COLORANTE REACTIVO
Eversol Amarillo 3GL H/C	3,5	3
Eversol Azul ED-G	3,5	3
Eversol Rojo ED	3,5	3
Eversol Negro ED-R	4	4

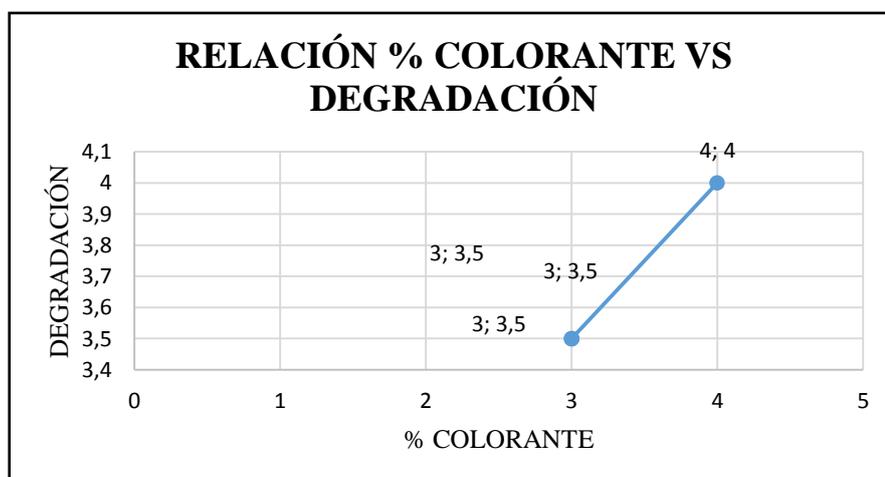


Figura 43. Relación entre degradación y % de colorante en el algodón tinturado con colorantes reactivos.

En la figura 43 podemos observar que en cuanto al color amarillo, azul, rojo y negro a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación, lo que quiere decir que existe una relación inversamente proporcional en todos los colores.

7.2.8 Relación entre el porcentaje de colorante en tinturas con colorantes reactivos y grado de degradación del color en la fibra de bambú.

Tabla 26. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en bambú.

COLORES	GRADO DE DEGRADACION BAMBÚ	% COLORANTE REACTIVO
Eversol Amarillo 3GL H/C	3,5	3
Eversol Azul ED-G	4	3
Eversol Rojo ED	3	3
Eversol Negro ED-R	4	4

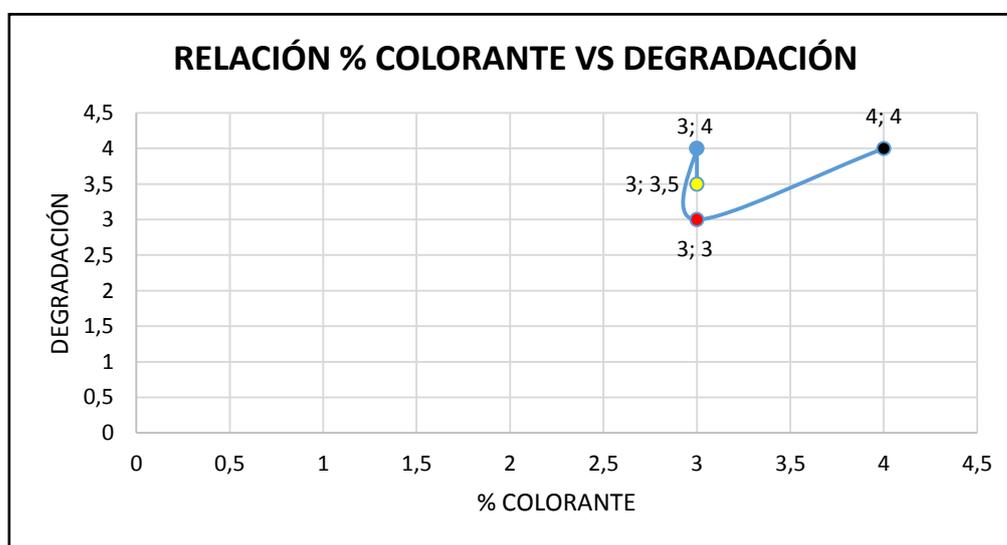


Figura 44. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes reactivos.

En la figura 44 podemos observar que en todos los casos a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación, entonces podemos decir que existe una relación inversamente proporcional.

CAPITULO VIII

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, así como, a los datos obtenidos mediante la medición de degradación del color frente a la luz UV de tela cruda de algodón y bambú y al igual que la tela tinturada con colorantes reactivos y directos, se llegó a establecer las siguientes conclusiones:

- Mediante el desarrollo de este trabajo se logró hacer un análisis comparativo de degradación del color frente a la luz UV entre las fibras de algodón y bambú indicadas en la figura 40 siguiendo estrictamente con la Norma ISO 105- B02 método 5 y la lectura en el espectrofotómetro mediante la escala de grises. Haciendo una comparación entre las dos fibras, los resultados revelaron que la fibra de bambú en tela cruda y tinturada con colorantes directos tiene mejor solidez del color que la fibra de algodón como se observa en la figura 36 y 39. Por otro lado, la fibra de bambú tinturada con colorantes reactivos tiene una solidez del color igual que la fibra de algodón como se indica en la figura 38.
- Con el test de normalidad al que fueron sometidos los datos de degradación del color obtenidos en el análisis en los dos tipos de fibras, tanto en tela cruda como en tela tinturada con colorantes directos y reactivos; se determinó que estos superaron la prueba de Jaque-Bera JB, con valores superiores a 0,05 de p(normal) que se muestra en las tablas 16,17 y 18; por lo que, se estableció que los datos obtenidos en la medición de degradación del color, tienen una confiabilidad aceptable para someterlos a cualquier análisis estadístico.

Considerando el análisis de degradación del color evaluado en la escala de grises con una escala numérica de 9 posibilidades: 5; 4-5; 4; 3-4; 3; 2-3; 2, 1-2; 1. Que relaciona con grado 5 a la elevada solidez y grado 1 a la baja solidez. En base a esta escala se concluye que:

La degradación del color en las fibras de bambú y algodón tinturadas con *colorantes directos* es:

- Con respecto a la media, la fibra de bambú tiene el valor de 3,5 y la fibra de algodón 3,37 como se indica en la tabla 22, lo que significa que la fibra de bambú es más resistente a la degradación en un 3,43%.
- Y con respecto al coeficiente de variación, que expresa la dispersión de los valores obtenidos, es del 34,99% para la fibra de bambú y del 22,22% para la fibra de algodón como se observa en la tabla 22. Estos datos muestran que la dispersión de degradación del color en la fibra de algodón es más homogénea que en la fibra de bambú, en un 12,77%.

La degradación del color en las fibras de bambú y algodón tinturadas con *colorantes reactivos* es:

- Con respecto a la media, la fibra de bambú tiene el valor de 3,62 y la fibra de algodón 3,62, como lo indica la tabla 22, lo que significa que las dos clases de fibras tienen igual solidez del color.
- Y con respecto al coeficiente de variación, que expresa la dispersión de los valores obtenidos, es del 13,21% para la fibra de bambú y del 6,90% para la fibra de algodón como se indica en la tabla 22. Estos datos muestran que la dispersión de degradación del color en la fibra de algodón es más homogénea que en la fibra de bambú, en un 6,31%.

La degradación del color en las fibras de bambú y algodón en *tela cruda* es:

- Con respecto a la media, la fibra de bambú tiene el valor de 3,35 y la fibra de algodón 2,75, como se muestra en la tabla 22, lo que significa que la fibra de bambú es más resistente a la degradación en un 15,38%.
- Y con respecto al coeficiente de variación, que expresa la dispersión de los valores obtenidos, es del 18,18% para la fibra de algodón y del 8,88% para la fibra de bambú como se indica en la tabla 22. Estos datos muestran que la dispersión de degradación del color en la fibra de bambú es más homogénea que en la fibra de algodón, en un 9,3%.

Haciendo una relación del porcentaje de los colorantes directos y reactivos utilizados en las tinturas de las dos fibras con la degradación del color, se establece lo siguiente:

- En las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes directos, la degradación al color es inversamente proporcional; es decir, a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación, con excepción del color rojo, que en la muestra de algodón analizada se obtuvo un valor que indica una relación directamente proporcional que se muestra en la figura 41 y 42.
- En las fibras de bambú y algodón tinturadas con colorantes reactivos, la degradación del color es inversamente proporcional; es decir, a mayor porcentaje de colorante menor grado de degradación como se indica en la figura 43 y 44.

Finalmente se concluye que la fibra de bambú tiene mejor solidez a la luz UV que la fibra de algodón en cuanto a tintura con colorantes directos en un 3,57% y en tela cruda en un 18,18%. Por otro lado, la fibra de bambú y algodón al tinturar con colorantes reactivos tienen igual solidez del color.

8.2 RECOMENDACIONES

- Los resultados de este trabajo generan pautas para realizar otras investigaciones; como por ejemplo, los factores que determinan el grado de degradación del color en la fibra de algodón y bambú tinturada con colorantes directos y reactivos.
- Se sugiere realizar una investigación de la solidez del color con diferentes clases de colorantes en una misma fibra y así, obtener resultados.
- Se recomienda realizar esta investigación con varios tiempos de exposición a la luz UV para analizar así, esos resultados, ya que la investigación está realizada solamente en un tiempo de 40 horas.
- Se sugiere también, hacer una investigación en cuanto a diferentes porcentajes de colorante para cada colorante para así, realizar una relación de porcentaje de colorante con el grado de degradación del color y obtener resultados.
- Para obtener resultados reales en la investigación se recomienda utilizar el mismo rollo de tela cruda tanto en algodón como en bambú para las muestras que se someten a la degradación en el equipo Trufade ya que así podemos obtener resultados verdaderos.
- Para que la investigación sea exacta se recomienda realizar el mismo proceso a los dos tipos de fibras, es decir, el proceso de descruce y la tintura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Algaba, I. &. (2002). Determinación In Vitro del factor de protección UV de los textiles. *Factor de protección UV de los textiles.*
- Algaba, I. (2004). *Pretección ultravioleta proporcionada por los textiles: Estudio de la influencia de las variables mas significativas y aplicación de productos específicos para su mejora.* Tesis Doctoral, Universidad de Politécnica de Catalunya.
- Anónimo. (2010). *Textiles, moda y tecnología.*
- Anonimo. (s.f.). Fibras textiles.
- Antena, T. (2012). Tejidos de bambú respetuosos del medio ambiente. *Sector Textil Innovaciones Tecnológicas Textiles*, 51.
- Antonio, S. (s.f). *Máquinas de tintura por agotamiento.* Obtenido de <https://asolengin.files.wordpress.com/2014/09/mc3a1quinas-de-tintura-por-agotamiento1.pdf>
- Añazco, M. &. (2015). *Estudio de la cadena desde la produccion al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie.* Quito.
- Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (guadua angustifolia) al cambio climatico en la costa del Ecuador y norte del Perú.* Informe , Union Europea- Red Internacional del Bambú y Ratán.
- Arciniegas, J. C. (2002). *Tecnología del color .* Valencia: Maite Simon.
- Auge, R. (1976). *Tecnología cursos profesionales. Tintoreria. Nociones de quimica apresto y tratamientos especiales organizacion del trabajo en la empresa.* Madrid.
- Castro, M. (2012). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativas de desarrollo de las MYPIMES en Costa Rica.* Investigación, Instituto Nacional de Aprendizaje, San José.
- Cobos, G. (2013). *Registro y documentación de fibras sustentables. Vision global y local.* Tesis Pregrado, Universidad del Azuay, Cuenca.
- De Los Santos, A. (s.f). Fundamentos Visuales II. Teoría del Color. *IDAT Diseño Gráfico*, 11.
- Di Genaro, M. (Viernes de 19 de 2008). *Bambú.* Obtenido de <http://bambu-mx.blogspot.com/2008/09/datos-del-bambu.html>
- Egas, A. (2012). *Analisis comparativo de la regularidad e imperfecciones con las estadísticas uster 2001, en hilos 20 tex urdido y 23.5 tex trama en una mezcla 65/35 pes/Co peinado del poliéster Dupont, con respecto a los poliéster reliance, Samsung, Dak Américas.* Tesis de Pregrado, Universidad Tecnica del Norte , Ibarra.

- Elena, L. (Septiembre de 2009). *Tintura de fibras textiles*. Obtenido de <http://tinturadefibrastextiles.blogspot.com/>
- Erhardt, T. B. (1980). *Tecnología Textil básica 2. Fibras Naturales y Artificiales*. Mexico: Trillas.
- Everlight Chemical Industrial, C. (2008). Everzol ED.
- Everlight Chemical Industrial, C. (2015). Everzol.
- FEDIT, (. A. (s.f). *Materias Primas para el Sector Textil / Confección. Opciones de Futuro*. Tesis Pregrado, Fedit. Centros tecnológicos de España, España.
- Francisco, M. (Enero de 2015). *Programa de Textilización - Ciencias Textiles. La maquinaria de tintorería (teñido)*. Obtenido de <http://programadetextilizacion.blogspot.com/2015/02/capitulo-10-la-maquinaria-de-tintoreria.html>
- Gilabert, E. (2002). *Química textil. Tomo I. Materias textiles*. Valencia: U.P.V.
- González, L. F. (2014). *Generalidades de la seda y su proceso de teñido*. Artículo Científico, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n1/v12n1a01.pdf>
- Guzmán, M. (2011). *Teoría y Práctica del Color*. Cuenca .
- Hallett, C., & Johnston, A. (2010). *Telas para moda. Guía de fibras naturales*. Barcelona: BLUME.
- Heal, J. (1872). Soluciones de prueba extraordinarias. *James Heal Folleto Corporativo*, 42.
- Hollen, N. S. (1987). *Introducción a los textiles*. México: Limusa.
- Hoyos, A. (2013). *Teoría del color*. Tesis de Pregrado, Santa Leoni Aviat. Internacional, G. M. (s.f.). Obtenido de <http://www.grupometrolab.com/x-rite.php>
- ISO 105-B02, N. I. (1994). Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte B02: Solidez del color a la luz artificial: Ensayo con lámpara de xenón.
- ISO-105-B02, N. (2014). Textiles. Ensayos de solidez del color. Parte B02: Solidez del color a la luz artificial: Lámpara de arco de xenón. Quito.
- 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 Técnica del Norte, Ibarra.
- Lockuán, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad. V Tintorería*.
- Lockuán, F. (2013). *La Industria textil y su control de calidad. La fibras textiles II*.

- Loza, C. (2015). *Estandarización de parámetros del acabado en rama para tejido Jersey 100% algodón pima, en la empresa Pinto S.A.* Tesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Mejia, F. (Enero de 2015). *Programa de Textilización - Ciencias Textiles*. Obtenido de Una herramienta completa y didáctica para poder entender el complejo mundo de la fabricación textil: <https://programadetextilizacion.blogspot.com/2017/05/capitulo-12a-aseguramiento-de-calidad.html>
- Moda, A. 3. (s.f). *Productos auxiliares textiles*. Obtenido de <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/productos-auxiliares-textiles/>
- Pantone, X. r. (s.f.). *Qué es un espectrofotómetro*. Obtenido de <http://www.xrite.com/learning/other-resources/what-is-a-spectrophotometer>
- Ruíz, D. &. (2014). *Elaboración de una colección femenina para invierno utilizando hilados con mezclas de fibras de lana, alpaca, bambú, acrílico, poliamida y poliéster*. Tesis de Pregrado , Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ruiz, D. V. (2014). *Elaboración de una colección femenina para invierno utilizando hilados con mezclas de fibras de lana, . Ibarra.*
- Ruiz, J. (2003). *Física y Química. Volumen II. Física II*. España: MAD, S.L.
- Ruth, O. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>
- Sóle, A. (s.f). *Protección Ultra Violeta (UV), en textiles. Asociación/ Colegio de Ingenieros Industriales de Catalunya, 8.*
- Valdivia, N., & Saldaña, J. (s.f). *Principios de tontorería*. Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú: Imprenta Grupo IDAT.
- Villegas, G. (13 de Julio de 2013). *Establecimiento de normas de calidad en la fabricación de telas de punto de algodón en tela cruda y terminada en la fábrica Pinto S.A.* Tesis de Pregrado, Ibarra.
- Wells, K. (1998). *Teñido y estampación de tejidos*. Barcelona: ACANTO S.A .
- Wingate, I. (Septiembre de 1974). *Los géneros textiles y su selección*. México: Continental S.A.
- Zelanski, P. &. (2001). *Color*. Londres.

ANEXOS**ANEXO A. EQUIPOS Y MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN**Espectrofotómetro color i5TrufadeAutoclave de laboratorio modelo RHS-24

Balanza electrónica



ANEXO B. TINTURA DE FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN

Solución de colorantes directos



solución de colorantes reactivos



Adición de auxiliares



Medición de pH



Colocación de solución en los tubos de tintura



colocación de muestra en los tubos de tintura



ANEXO C. DEGRADACION DEL COLOR

Muestras de telas tinturadas



Muestras en los moldes



Muestras de algodón colocadas en el Trufade



Muestras de bambú en el Trufade



ANEXO D. MEDICION DE DEGRADACIÓN DEL COLOR MEDIANTE ESCALA DE GRISES

Muestra en el espectrofotómetro

Muestras de tela cruda



Medición de las muestras en la escala de grises



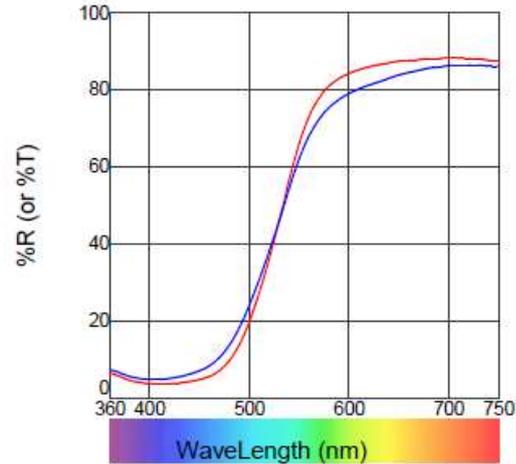
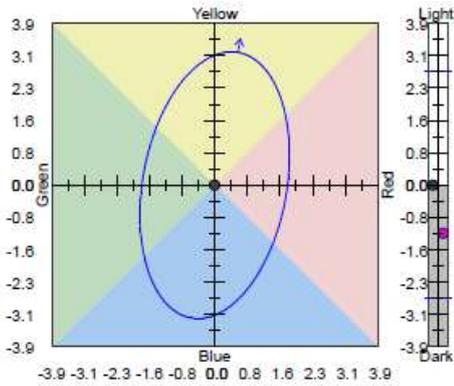
ANEXO E. RESULTADOS DE MEDICION DE DEGRADACION EN LA ESCALA DE GRISES

Customer Name

e-Job16.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Amarillo directo algodón - Amarillo directo algodón P1



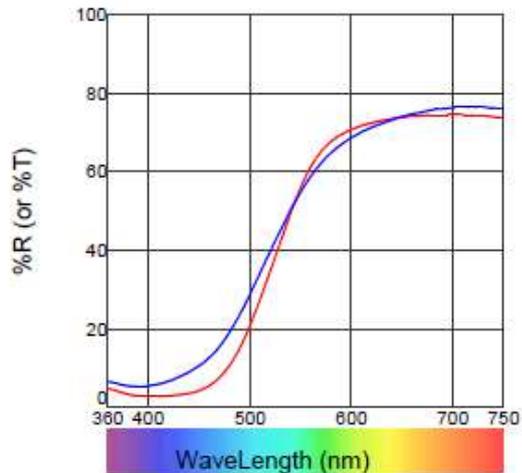
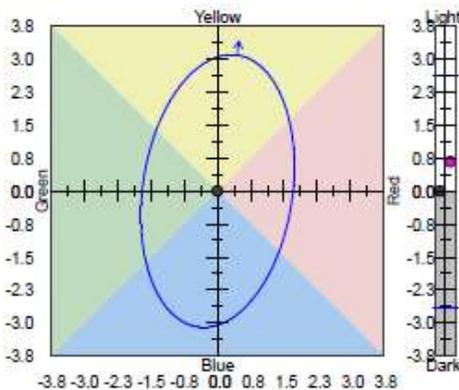
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.40	1.65	2.75	2.90	1.55	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Amarillo directo alg	80.81	15.08	86.86	88.16	80.15			
<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>
Amarillo directo alg	3	-1.16 D	-2.38 G	-11.24 B	-11.48 D	0.45 G	3.57	Fai

Customer Name

e-Job15.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Amarillo directo bambú - Amarillo directo bambú P1



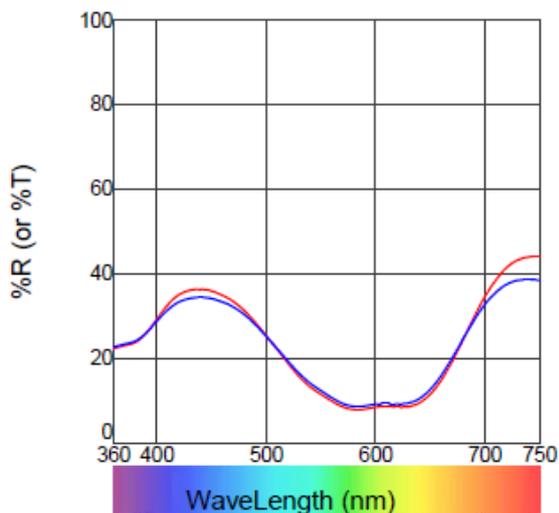
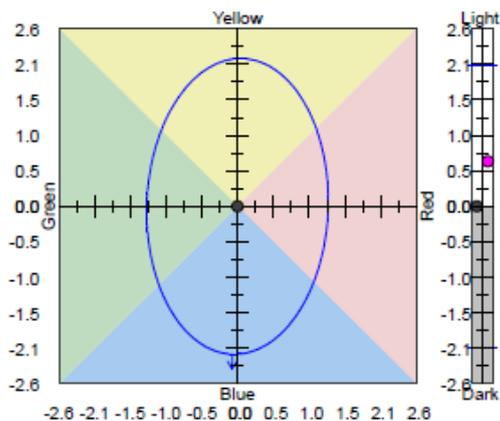
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	2.35	1.60	2.65	2.80	1.50	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Amarillo directo bam	76.21	11.39	79.86	80.67	81.89			
<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>
Amarillo directo bam	2	0.67 L	-3.01 G	-19.58 B	-19.81 D	0.25 G	6.31	Fai

Customer Name

e-Job12.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

-Azul directo algodón -Azul directo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	1.85	1.15	1.90	1.90	1.15	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Azul directo algodón	45.25	-1.13	-34.39	34.41	268.12

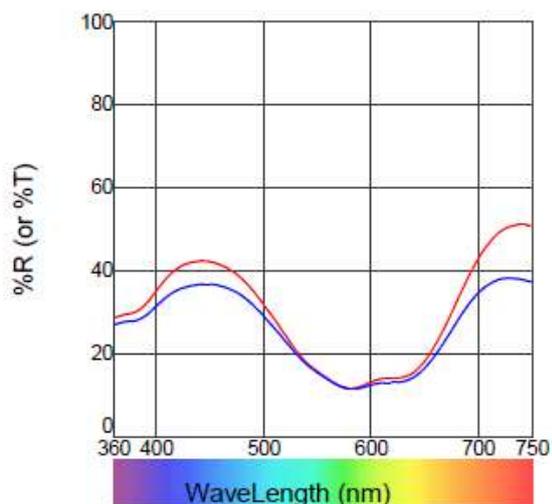
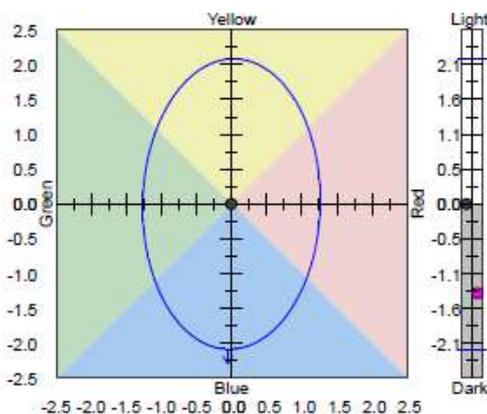
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Azul directo algodón	4	0.65 L	-1.02 G	3.24 Y	-3.18 D	-1.18 G	1.76	Fai

Customer Name

e-Job11.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

-Azul directo bambú -Azul directo bambú P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	1.95	1.10	1.80	1.85	1.10	1.00	0.10	2.00

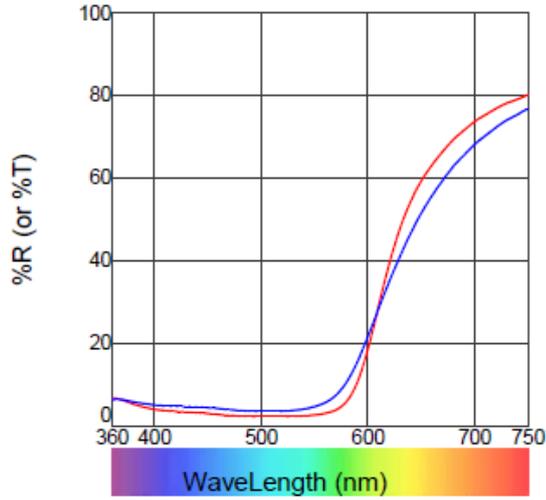
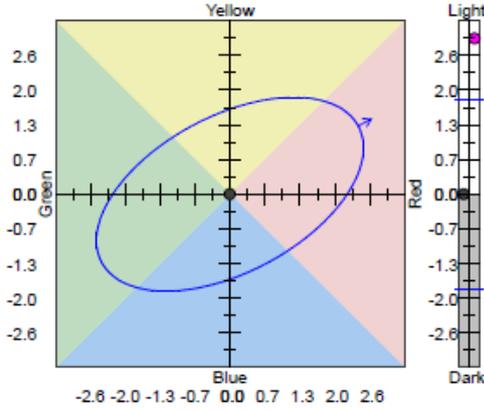
Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Azul directo bambú	51.50	-0.71	-31.56	31.57	268.70

Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Azul directo bambú P	3.5	-1.36 D	-1.95 G	4.00 Y	-3.88 D	-2.18 G	2.64	Fai

Customer Name
e-Job17.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Rojo directo algodón - Rojo directo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	1.60	2.05	1.65	2.40	1.30	1.00	0.10	2.00

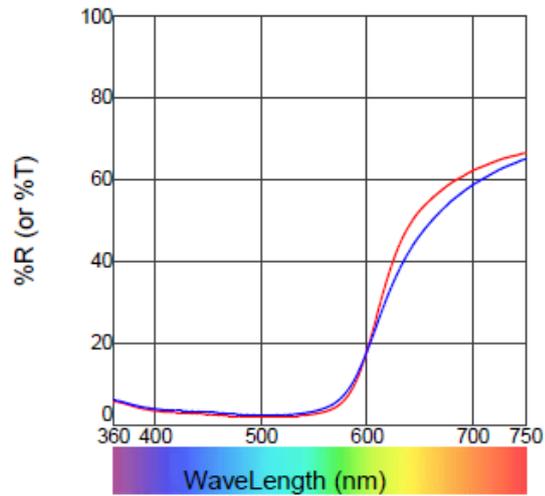
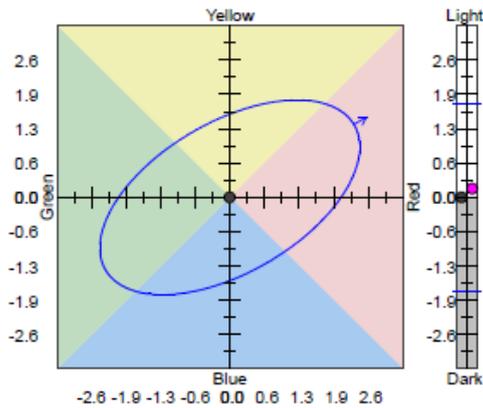
Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Rojo directo algodón	35.63	50.72	27.20	57.55	28.21

Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Rojo directo algodón	2.5	2.94 L	-8.08 G	-3.29 B	-8.67 D	1.00 Y	3.64	Fai

Customer Name
e-Job18.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Rojo directo bambú - Rojo directo bambú P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	1.55	2.00	1.65	2.40	1.25	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Rojo directo bambú	34.80	48.46	28.70	56.32	30.63

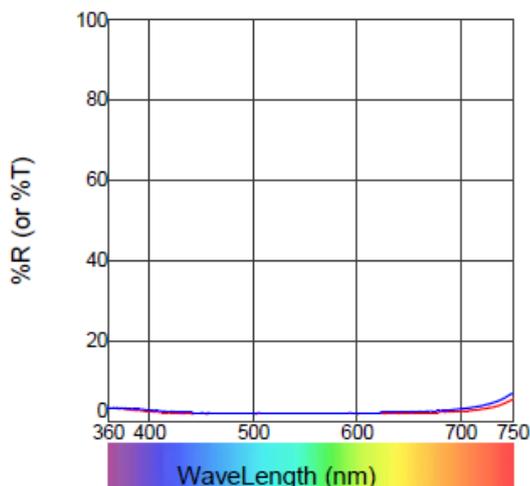
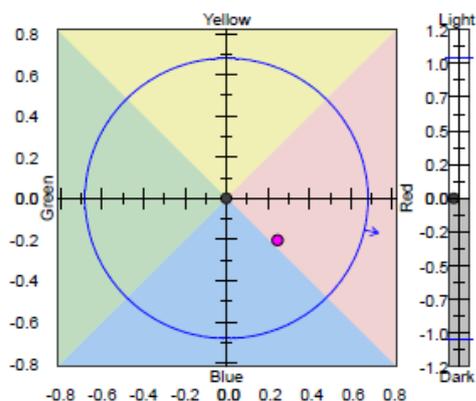
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Rojo directo bambú P	3.5	0.16 L	-4.78 G	-3.69 B	-5.99 D	-0.78 R	2.28	Fai

Customer Name

e-Job13.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Negro directo algodón - Negro directo algodón P1

**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

l:c

2.00

Standard Name:

Negro directo algodón

L*

14.83

a*

0.68

b*

-0.16

C*

0.70

h°

347.12

Trial Name

Negro directo algodón

GS Change

4

DL*

1.51 L

Da*

0.25 R

Db*

-0.20 B

DC*

0.30 B

DH*

-0.12 B

DEcmc

1.55

P/F

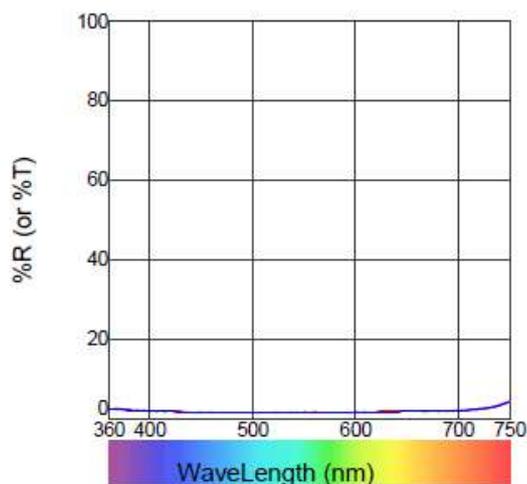
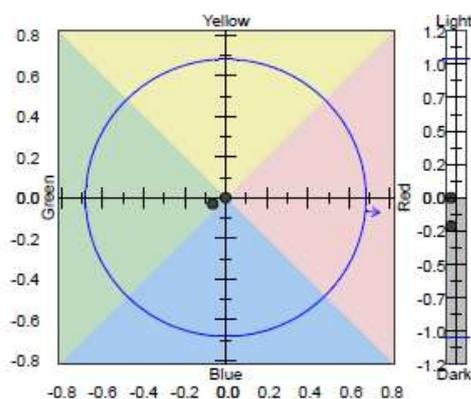
Fai

Customer Name

e-Job14.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Negro directo bambú - Negro directo bambú P1

**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

l:c

2.00

Standard Name:

Negro directo bambú

L*

13.95

a*

0.72

b*

-0.07

C*

0.72

h°

354.52

Trial Name

Negro directo bambú

GS Change

5

DL*

-0.21 D

Da*

-0.06 G

Db*

-0.03 B

DC*

-0.06 D

DH*

-0.04 B

DEcmc

0.23

P/F

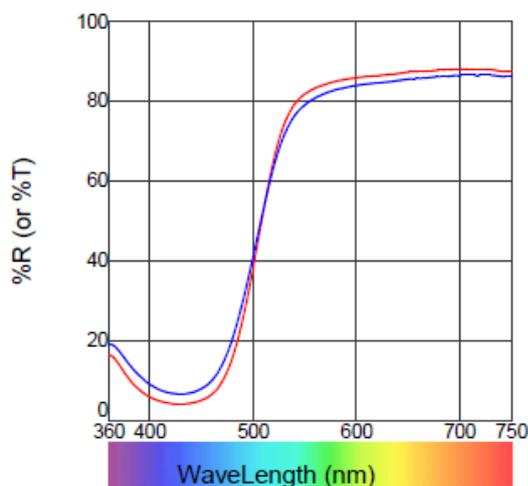
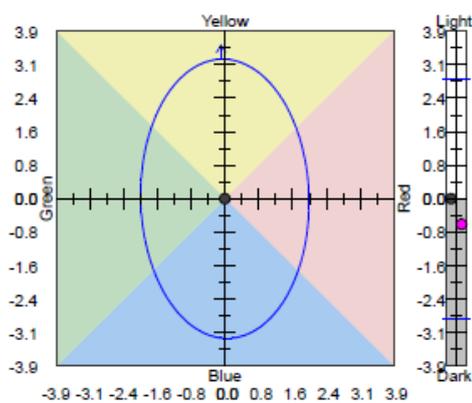
Pas

Customer Name

e-Job8.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Amarillo reactivo algodón - Amarillo reactivo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.50	1.75	2.90	2.90	1.75	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Amarillo reactivo al	87.25	-2.23	89.44	89.47	91.43

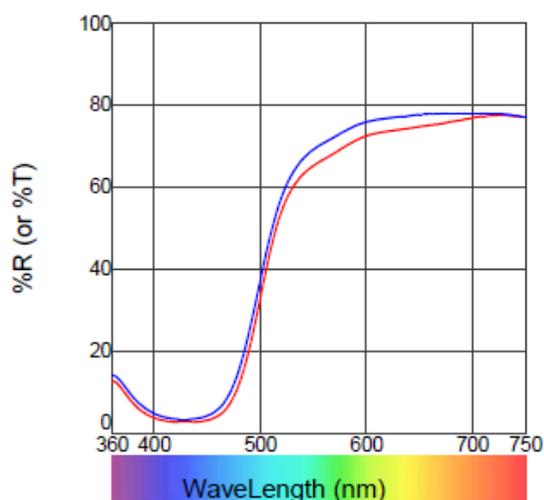
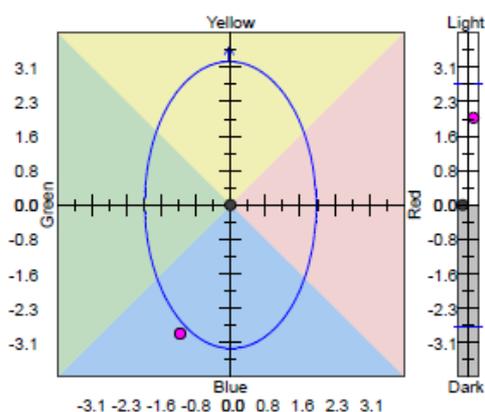
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Amarillo reactivo al	3.5	-0.60 D	0.21 R	-10.66 B	-10.66 D	0.06 G	3.27	Fai

Customer Name

e-Job7.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Amarillo reactivo bambú - Amarillo reactivo bambú P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.40	1.70	2.85	2.85	1.70	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Amarillo reactivo ba	80.69	-0.79	87.24	87.24	90.52

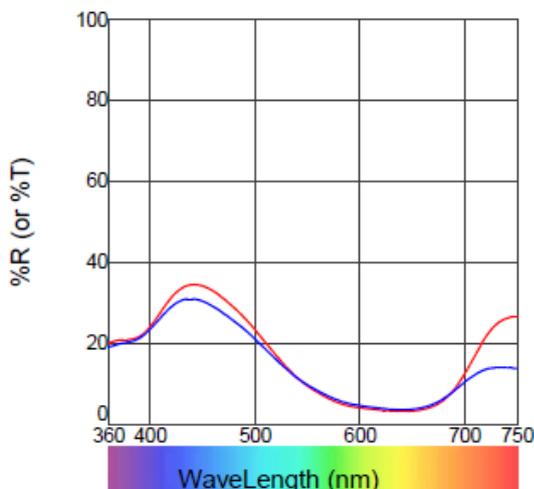
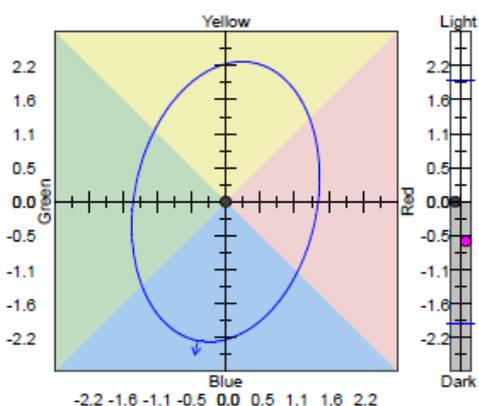
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Amarillo reactivo ba	3.5	1.97 L	-1.12 G	-2.90 B	-2.89 D	1.17 G	1.30	Fai

Customer Name

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

dCIELab: D65-10

-Azul reactivo algodón -Azul reactivo algodón P1



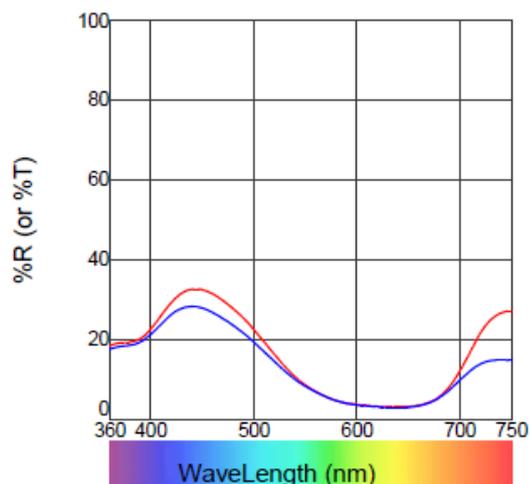
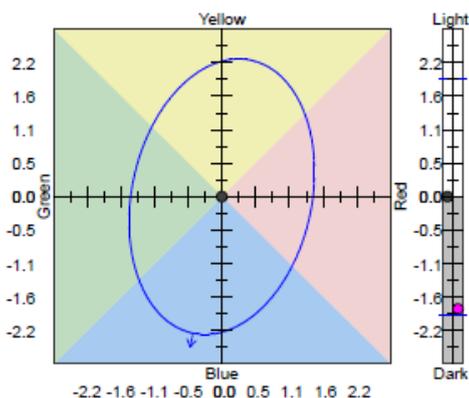
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	1.75	1.40	1.95	2.00	1.30	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Azul reactivo algodó	41.23	-7.56	-38.14	38.88	258.78			
<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>
Azul reactivo algodó	4	-0.64 D	0.48 R	3.79 Y	-3.81 D	-0.28 G	1.71	Fai

Customer Name

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

dCIELab: D65-10

-Azul reactivo bambú -Azul reactivo bambú P1



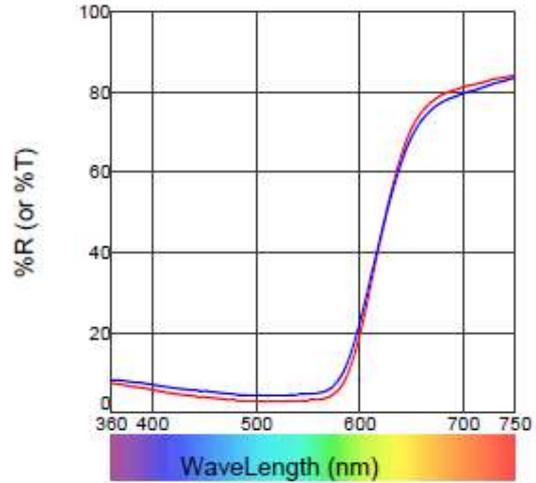
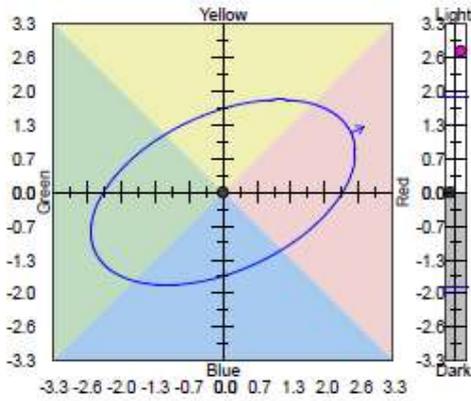
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>I:c</u>
D65-10	1.70	1.40	1.90	2.00	1.30	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Azul reactivo bambú	40.02	-7.91	-37.90	38.72	258.22			
<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>
Azul reactivo bambú	3.5	-1.83 D	0.37 R	3.24 Y	-3.25 D	-0.32 G	1.73	Fai

Customer Name

e-Job9.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Rojo reactivo algodón - Rojo reactivo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	1.65	2.15	1.65	2.45	1.35	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Rojo reactivo algodón	37.81	52.58	24.72	58.10	25.18

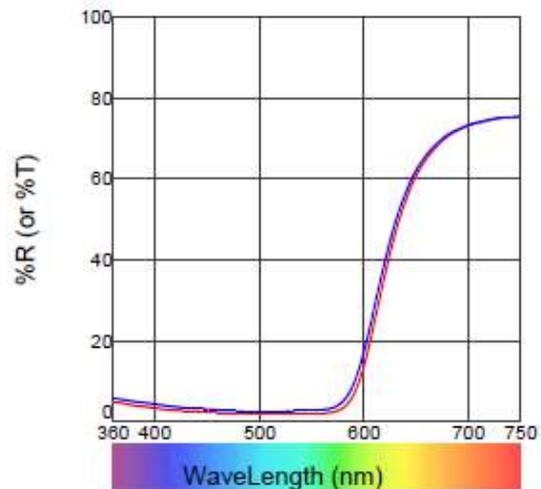
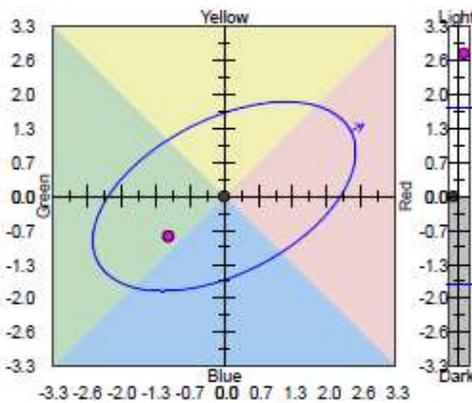
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Rojo reactivo algodón	3	2.76 L	-4.40 G	-2.81 B	-5.17 D	-0.70 R	2.44	Fai

Customer Name

e-Job10.ibx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Rojo reactivo bambú - Rojo reactivo bambú P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	1.50	2.10	1.65	2.45	1.30	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Rojo reactivo bambú	32.97	51.33	26.80	57.91	27.57

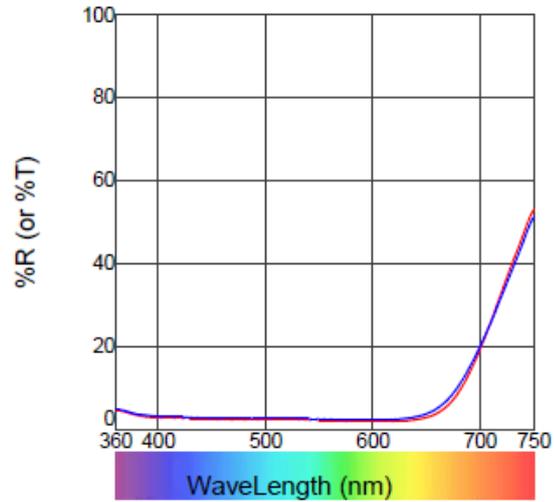
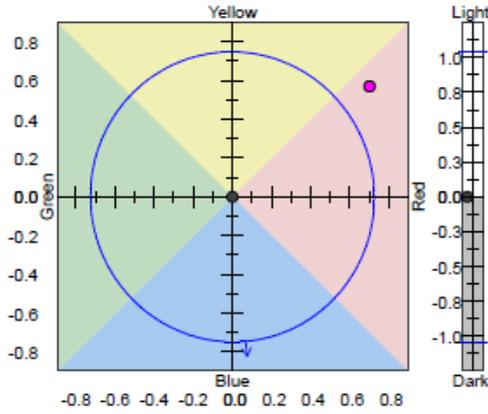
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Rojo reactivo bambú	3.5	2.77 L	-1.08 G	-0.77 B	-1.31 D	-0.19 R	1.69	Fai

Customer Name

e-Job5.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Negro reactivo algodón - Negro reactivo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I: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 reactivo algod	16.80	0.16	-1.76	1.77	275.32

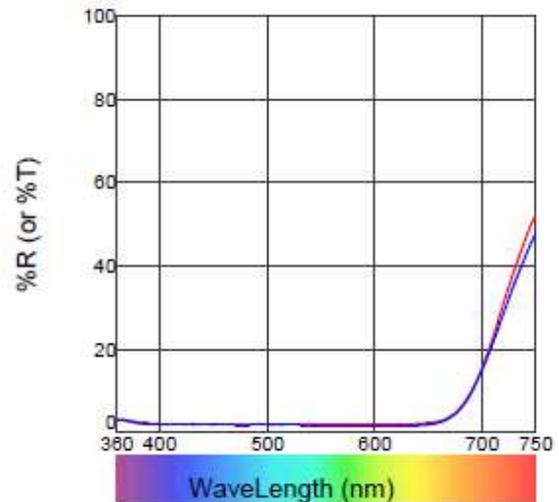
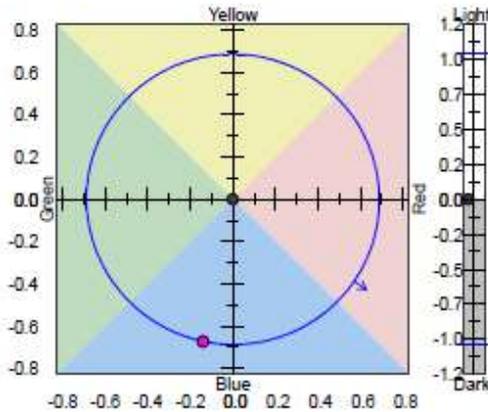
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Negro reactivo algod	4	1.68 L	0.70 R	0.57 Y	-0.30 D	0.85 R	2.01	Fai

Customer Name

e-Job6.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Negro reactivo bambú - Negro reactivo bambú P1



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

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Negro reactivo bambú	15.90	0.67	-0.45	0.80	325.79

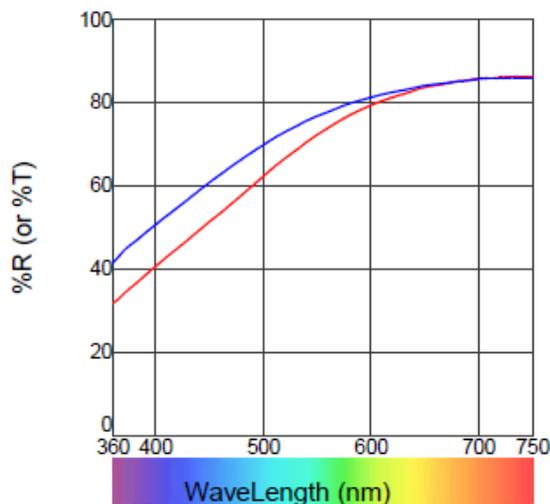
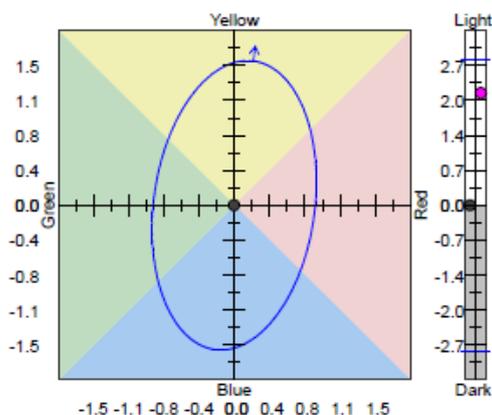
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Negro reactivo bambú	4	-1.94 D	-0.14 G	-0.67 B	0.44 B	-0.53 B	2.15	Fai

Customer Name

e-Job11.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- algodón muestra 1 - algodón m1 40 horas



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.50	0.80	1.35	1.40	0.75	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
algodon muestra 1	87.65	2.36	18.00	18.15	82.52

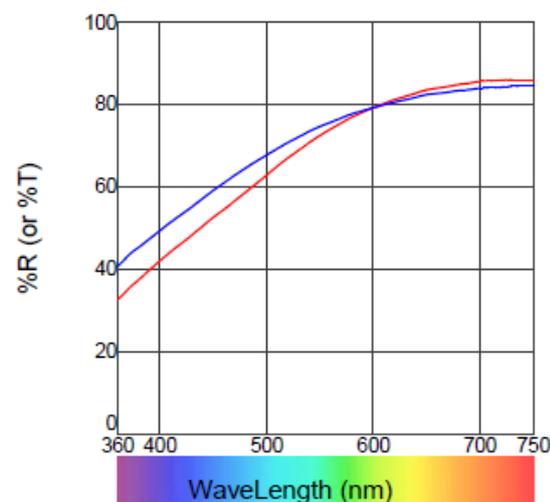
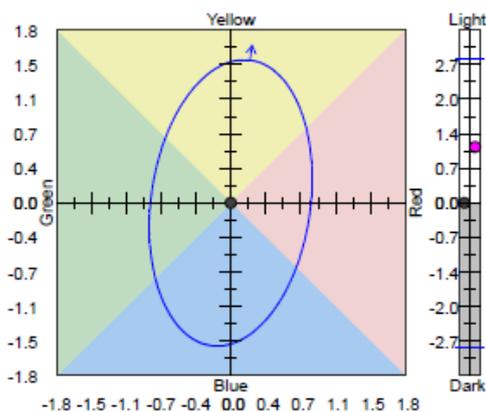
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
algodon m1 40 horas	2.5	2.17 L	-1.55 G	-5.29 B	-5.42 D	1.01 G	3.72	Fai

Customer Name

e-Job12.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- algodón m2 - algodón m2 40 horas



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.50	0.80	1.30	1.35	0.75	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
algodon m2	87.76	2.30	17.06	17.22	82.33

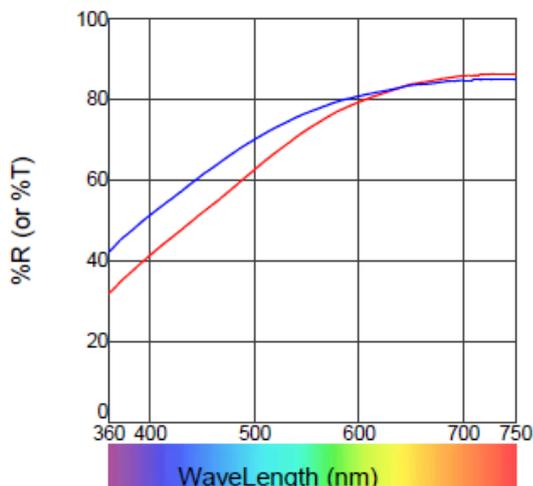
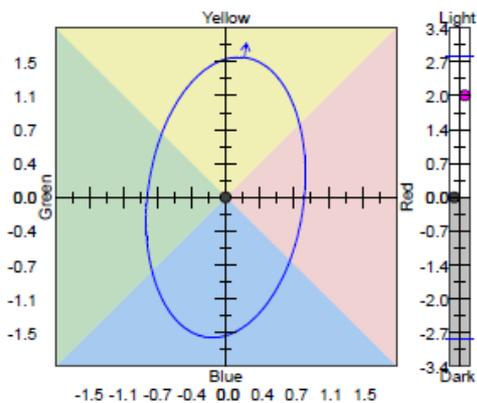
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
algodon m2 40 horas	2.5	1.09 L	-1.25 G	-4.43 B	-4.54 D	0.75 G	3.11	Fai

Customer Name

e-Job13.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- algodon m3 - algodon m3



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.50	0.80	1.35	1.40	0.75	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
algodon m3	87.74	2.34	17.57	17.73	82.42

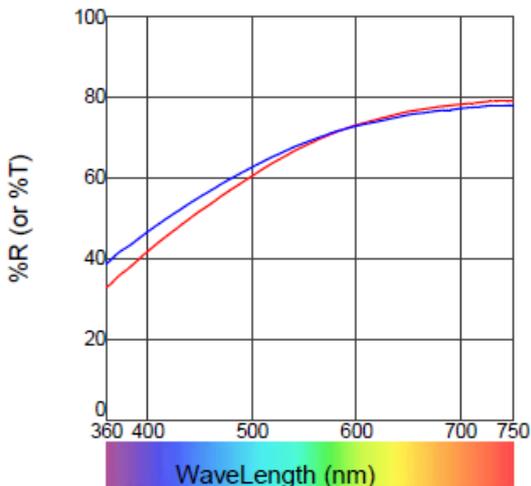
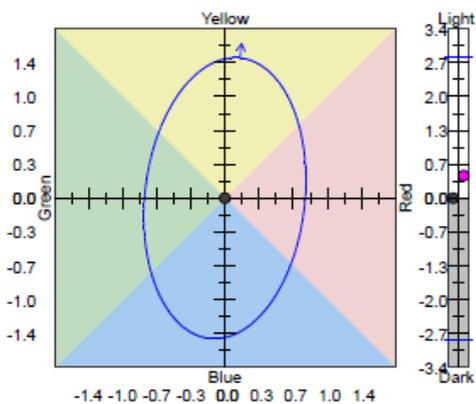
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
algodon m3	2.5	2.03 L	-1.70 G	-5.37 B	-5.51 D	1.18 G	3.87	Fai

Customer Name

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

dCIELab: D65-10

- Crudo algodón - Crudo algodón P1



Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.50	0.75	1.20	1.25	0.70	1.00	0.10	2.00

Standard Name:	L*	a*	b*	C*	h°
Crudo algodón	85.60	1.53	14.22	14.31	83.87

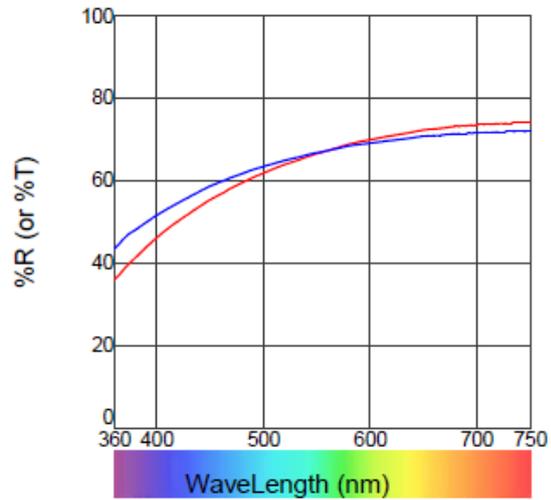
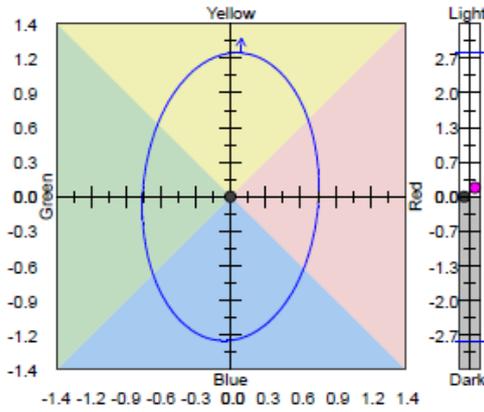
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DEcmc	P/F
Crudo algodón P1	3.5	0.45 L	-0.41 G	-2.72 B	-2.75 D	0.13 G	1.97	Fai

Customer Name

e-Job14.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- bambu m1 - bambu m1



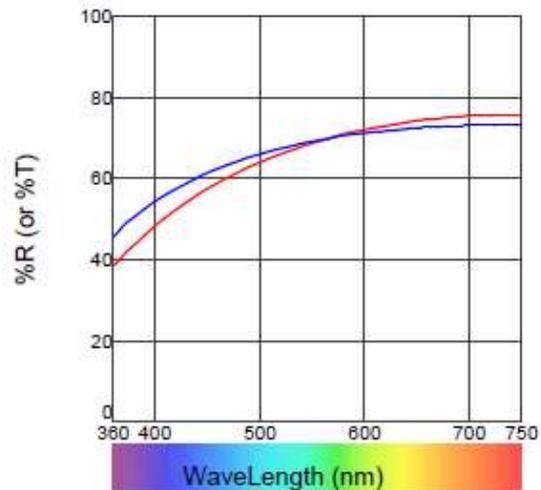
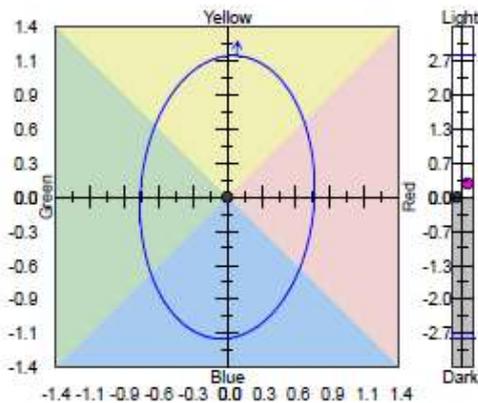
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.45	0.65	1.05	1.05	0.65	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
bambu m1	85.03	0.67	9.89	9.92	86.15			
<u>Trial 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>
bambu m1	3.5	0.17 L	-0.31 G	-2.84 B	-2.85 D	0.15 G	2.39	Fai

Customer Name

e-Job15.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Bambu m2 - bambu m2



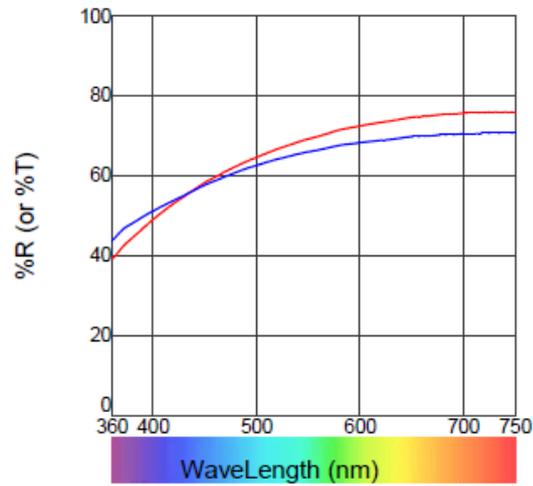
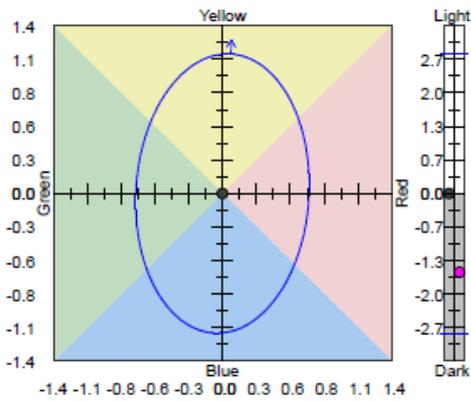
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.50	0.65	1.05	1.05	0.65	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Bambu m2	86.13	0.62	9.65	9.67	86.34			
<u>Trial 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>
bambu m2	3	0.27 L	-0.46 G	-3.12 B	-3.14 D	0.32 G	2.69	Fai

Customer Name

e-Job16.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIELab: D65-10

- Bambu m3 - bambu m3



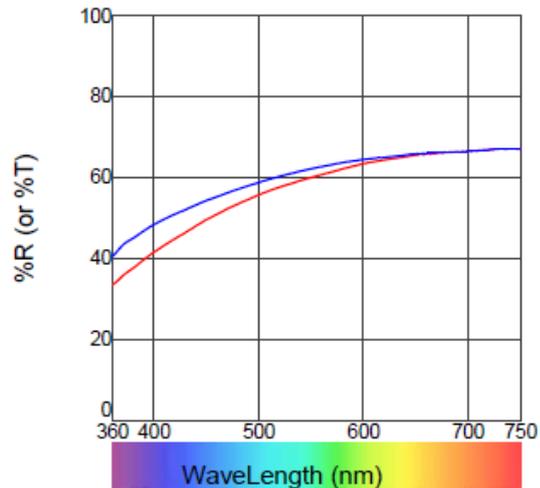
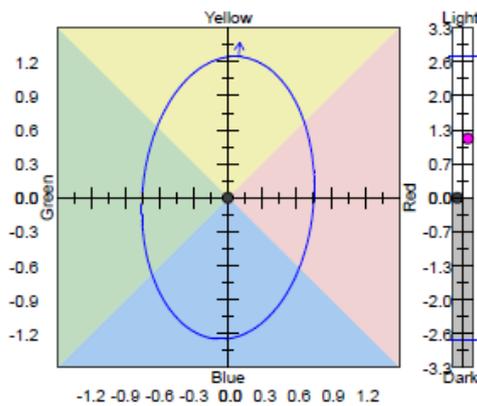
<u>Tolerances:</u>	<u>DL* tol</u>	<u>Da* tol</u>	<u>Db* tol</u>	<u>DC* tol</u>	<u>DH* tol</u>	<u>P/F tol</u>	<u>Margin</u>	<u>l:c</u>
D65-10	2.50	0.65	1.00	1.05	0.65	1.00	0.10	2.00
<u>Standard Name:</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	<u>C*</u>	<u>h°</u>			
Bambu m3	86.36	0.55	9.41	9.42	86.64			
<u>Trial 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>
bambu m3	3.5	-1.58 D	-0.29 G	-2.19 B	-2.20 D	0.18 G	1.97	Fai

Customer Name

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

dCIELab: D65-10

- Crudo Bambú - Crudo bambú P1



<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	0.65	1.05	1.05	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>			
Crudo Bambú	81.63	0.75	9.95	9.98	85.71			
<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>
Crudo bambú P1	3	1.15 L	-0.31 G	-2.87 B	-2.89 D	0.11 G	2.45	Fai

SUMMARY

In this research, a comparison of level of color degradation against UV light in the Trufade equipment, is made, between bamboo and cotton fibers; both raw and dyed knitted fabric, using the NTE INEN ISO 105-B02 standard measured in the gray scale. The objective is to determine which of the two types of fibers has the best resistance to color light. This research consists of the following chapters: Chapter I, a brief introduction of this research is presented, as well as the problem, background, justification and objectives. In chapter II, a bibliographic construction is made about bamboo and cotton fibers and their physical and chemical properties. In Chapter III, color is defined, color degradation in textile fibers, UV light and parameters on which the UV protection level of a fabric depends. In chapter IV, the ISO 105-B02 standard is presented, and therefore the method which this research was carried out, and also the equipment used is presented. In Chapter V, the dyeing process is discussed, factors that influence the dyeing process and the types of dyes used for research, namely direct and reactive dyes. In chapter VI, the practical part is performed; the methodology which the research was carried out, is presented, the dyeing process of the cotton and bamboo fibers followed by the measurement of color degradation in the Trufade equipment, and the measurement of color degradation using the gray scale in the Spectrophotometer equipment; the statistical methods and techniques used were also selected. Finally, in chapter VII, the results are presented; the color degradation data of the cotton fiber is compared with the bamboo from the arithmetical average and the coefficient of variation; a relation is also made between the data of the measurement of color degradation with the percentage of dye used in each color. It is also determined which of the two types of fibers has a better color fastness compared to UV light. Comparing the color degradation of cotton fiber with bamboo fiber, it was established that bamboo fiber dyed with direct dyes has better color fastness than cotton fiber; and dyed with reactive dyes the two fibers are the same, in the case of raw fabric, bamboo has better light fastness than cotton.

