

Estudio Técnico del Nivel de Degradación del Color a la Luz Uv de las fibras Bambú y Algodón.

Autor-Zulema VEGA¹

¹ Carrera de Ingeniería Textil, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de julio, 5-21, y Gral. José María Córdova, Ibarra, Imbabura.

zuly711zavm@gmail.com

Resumen. *El presente trabajo de grado está enfocado en realizar un análisis comparativo del nivel de degradación del color frente a la luz Uv entre las fibras de bambú y algodón tinturadas con cuatro colorantes directos y cuatro colorantes reactivos y en tela cruda, acorde a la norma ISO 105- B02 mediante el método 5 durante 40 horas de exposición a la luz en el equipo Trufade, con la finalidad de determinar cuál de las dos clases de fibras tiene mejor solidez del color.*

Palabras Claves

Bambú, Algodón, Degradación, Color, Luz Uv.

Abstract. *The present work of degree is focused on making a comparative analysis of the level of color degradation against light. Uv between the fibers of bamboo and cotton with four colored colors and four reactive dyes and raw cloth, according to the norm. ISO 105 - B02 by method 5 during 40 hours of exposure to light in the Trufade equipment, in order to determine which of the two classes of fibers has better color fastness.*

Keywords

Bamboo, cotton, degradation, color, light Uv.

1. Introducción

Se 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 tincura 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.

2. Materiales y Métodos

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 evalué 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 tincura 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.

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 B02: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ ARTIFICIAL; LÁMPARA DE ARCO XENÓN

Y de igual forma para la medición del grado de degradación del color en el espectrofotómetro se basó en la NORMA ISO 105 – A02. ESCALA DE GRISES PARA LA EVALUACIÓN DEL CAMBIO DEL COLOR: ISO 105-A02.

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.

La selección del número de muestras de tinte, 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.

a. Tintura

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 las 8 pruebas de tinte que se realizarán con colorantes directos en las dos clases de fibras se utilizará la misma curva de tinte que se puede apreciar en la figura 1.

Por otra



parte en las 8 pruebas de tinte que se realizarán con colorantes reactivos en las dos clases de fibras se utilizará otra curva de tinte que se puede apreciar en la figura 2.

Figura. 1. Curva de tinte de colorantes directos.

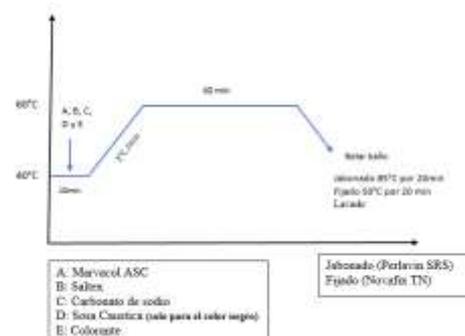


Figura. 2. Curva de tinte de colorantes reactivos.

3. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas de tinte 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.

Material:	100% Co						
Peso:	10g						
Relación de baño:	1/10						
Total baño:	100ml						
pH	11,2						
Colorantes	pH	Colorante	Marrasol ASC (1g/l)	Salix	Carbonato de Sodio	Novafix TN (2%)	Color obtenido
Everdirect Amarillo PG	7	1.5% (0,15g)	0,1g	6g/l (0,6g)	-	0,2g	Amarillo
Everdirect Azul FFRL	7	2.0% (0,2g)	0,1g	7g/l (0,7g)	-	0,2g	Azul
Everdirect Escarlata 4BS	7	3.0% (0,3g)	0,1g	8g/l (0,8g)	-	0,2g	Rojo
Everdirect Negro 1000%	10	4.0% (0,4g)	0,1g	10g/l (0,10g)	2g/l (0,2g)	0,2g	Negro

Tabla. 1. Hoja patrón de pruebas de tinción de Co con colorantes directos.

Material:	100% Bambú						
Peso:	17g						
Relación de baño:	1/10						
Total baño:	170ml						
pH	11,2						
Colorantes	pH	Colorante	Marrasol ASC (1g/l)	Salix	Carbonato de Sodio	Novafix TN (2%)	Color obtenido
Everdirect Amarillo PG	7	1.5% (0,25g)	0,17g	6g/l (1,02g)	-	0,34g	Amarillo
Everdirect Azul FFRL	7	2.0% (0,34g)	0,17g	7g/l (1,19g)	-	0,34g	Azul
Everdirect Escarlata 4BS	7	3.0% (0,51g)	0,17g	8g/l (1,36g)	-	0,34g	Rojo
Everdirect Negro 1000%	10	4.0% (0,68g)	0,17g	10g/l (1,7g)	2g/l (0,34g)	0,34g	Negro

Tabla. 2. Hoja patrón de pruebas de tinción de Bambú con colorantes directos

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

Tabla. 3. Hoja patrón de pruebas de tinción de Co con colorantes reactivos

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

Tabla. 4. Hoja patrón de pruebas de tinción de Bambú con colorantes reactivos

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

Se realizó 8 muestras 8 de tinción 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.

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.

b. 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.

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	3
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

Tabla. 5. Datos de degradación del color en la escala de grises.

3.1 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.

3.1.1 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 6,7 y 8 se indica los valores de p(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.

	Algodón	Bambu
N	4	4
Shapiro-Wilk W	0,8494	0,9417
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

Tabla. 6. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color de tinturas con colorantes directos

	Algodón	Bambu
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	0,1635
p(Monte Carlo)	0,0001	0,182
Jarque-Bera JB	1,888	0,638
p(normal)	0,1881	0,7269
p(Monte Carlo)	0,0001	0,3256

Tabla. 7. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda y de tinturas con

colorantes reactivos

	Algodón	Bambu
N	4	4
Shapiro-Wilk W	0,6298	0,7286
p(normal)	0,001741	0,0386
Anderson-Darling A	0,8268	0,576
p(normal)	0,007061	0,04673
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0444
Jarque-Bera JB	0,983	0,6667
p(normal)	0,6179	0,7153
p(Monte Carlo)	0,0001	0,1565

Tabla. 8. Normalidad de los valores en la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú.

Con la prueba de Jarque-Bera JB en donde p(normal) es superior a 0,05 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. Según esta prueba de referencia el nivel de confianza de todos los parámetros es superior a 0,05%.

3.1.2 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva.

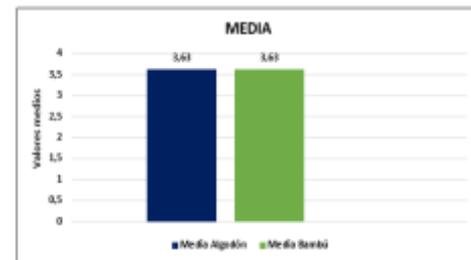
MEDIDAS ESTADISTICAS	COLORANTES	ALGODÓN	BAMBU
Media	Directos	3,38	3,5
	Reactivos	3,63	3,63
	Cruda	2,75	3,25
Coeficiente de variación (%)	Directos	22,22	34,99
	Reactivos	6,90	13,21
	Cruda	18,18	8,88

Tabla. 9. Media y coeficiente de variación de medición de degradación del color en tela cruda y en tinturas con colorantes directos y reactivos.

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%.

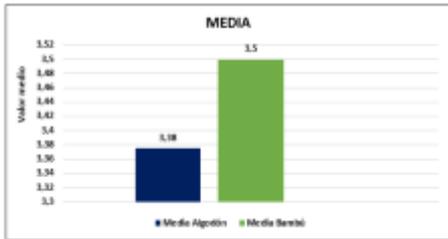


Figura. 3. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante la media



Figura. 4. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes directos, mediante el coeficiente de variación

Figura. 5. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante la media.



Figura. 6. Valores comparativos de la medición de degradación del color de tintura con colorantes reactivos, mediante el coeficiente de variación.

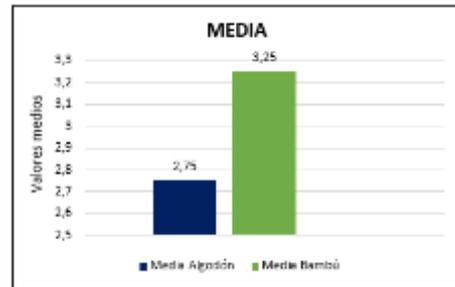


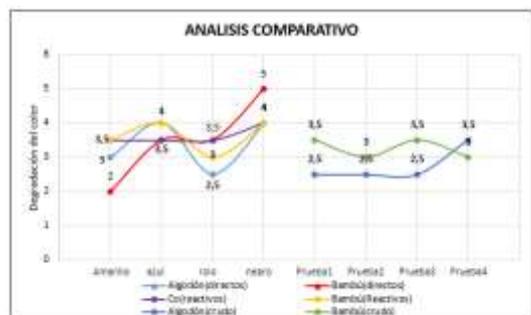
Figura. 7. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante la media.



Figura. 8. Valores comparativos de la medición de degradación del color en tela cruda de algodón y bambú, mediante el coeficiente de variación.

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

De acuerdo con los datos de la tabla 15, en la figura 9 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.

Figura. 9. Análisis comparativo de degradación del color tinturada con colorantes directos, reactivos y en tela cruda entre el algodón y bambú.

3.1.4 Relación entre el porcentaje de colorante con el grado de degradación del color en las dos clases de fibras.

Se realizó un análisis de relación de porcentaje de colorante con el grado de degradación del color con la finalidad de determinar la curva de tendencia de cada una de las fibras con colorantes directos y reactivos.

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

Tabla. 10. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en algodón

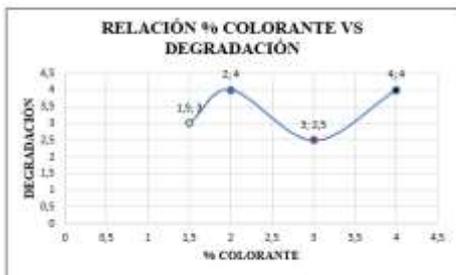


Figura. 10. Relación entre degradación y % de colorante en el algodón tinturado con colorantes directos.

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

Tabla. 11. Datos de degradación del color con colorantes directos y % de colorante en bambú.



Figura. 11. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes directos

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

Tabla. 12. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en algodón.



Figura. 12. Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes directos

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

Tabla. 13. Datos de degradación del color con colorantes reactivos y % de colorante en bambú

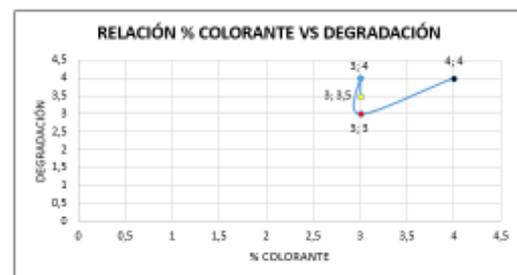


Figura. 13 Relación entre degradación y % de colorante en el bambú tinturado con colorantes reactivos.

4. 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 9 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. Por otro lado, la fibra de bambú tinturada con colorantes reactivos tiene una solidez del color igual que la fibra de algodón.

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 $p(\text{normal})$ que se muestra en las tablas 6,7 y 8; 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 9, 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 9. 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 9, 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 9. 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 9, 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 9. 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 10 y 11.

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 12 y 13.

Finalmente se concluye que la fibra de bambú tiene mejor solidez a la luz UV que la fibra de algodón en cuanto a tinte 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.

Agradecimientos

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.

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.

Referencias Bibliográficas

- [1] Algaba, I. &. (2002). Determinación In Vitro del factor de protección UV de los textiles. *Factor de protección UV de los textiles*.
- [2] Algaba, I. (2004). Protección ultravioleta proporcionada por los textiles: Estudio de la influencia de las variables más significativas y aplicación de productos específicos para su mejora. Tesis Doctoral, Universidad de Politécnica de Catalunya.
- [3] Anónimo. (2010). Textiles, moda y tecnología.
- [4] Anónimo. (s.f.). Fibras textiles.
- [5] Antena, T. (2012). Tejidos de bambú respetuosos del medio ambiente. *Sector Textil Innovaciones Tecnológicas Textiles*, 51.
- [6] Antonio, S. (s.f.). *Máquinas de tinte por agotamiento*. Obtenido de <https://asolengin.files.wordpress.com/2014/09/mc3a1quinas-de-tintura-por-agotamiento1.pdf>
- [7] Añazco, M. &. (2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie. Quito.
- [8] Añazco, M. (2013). Estudio de vulnerabilidad del bambú (*guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú. Informe, Unión Europea- Red Internacional del Bambú y Ratán.
- [9] Arciniegas, J. C. (2002). *Tecnología del color*. Valencia: Maite Simon.
- [10] Auge, R. (1976). Tecnología cursos profesionales. Tintorería. Nociones de química apresto y tratamientos especiales organización del trabajo en la empresa. Madrid.
- [11] 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.
- [12] Cobos, G. (2013). Registro y documentación de fibras sustentables. Visión global y local. Tesis Pregrado, Universidad del Azuay, Cuenca.
- [13] De Los Santos, A. (s.f.). Fundamentos Visuales II. Teoría del Color. *IDAT Diseño Gráfico*, 11.
- [14] Di Genaro, M. (Viernes de 19 de 2008). *Bambú*. Obtenido de <http://bambu-mx.blogspot.com/2008/09/datos-del-bambu.html>
- [15] Egas, A. (2012). Análisis comparativo de la regularidad e imperfecciones con las estadísticas uster 2001, en hilos 20 tex urdido y 23.5 tex trama en una mezcla 65/35 pes/Co peinado del poliéster Dupont, con respecto a los poliéster reliance, Samsung, Dak Américas. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- [16] Elena, L. (Septiembre de 2009). *Tintura de fibras textiles*. Obtenido de <http://tinturadefibrastextiles.blogspot.com/>
- [17] Erhardt, T. B. (1980). *Tecnología Textil básica 2. Fibras Naturales y Artificiales*. México: Trillas.
- [18] Everlight Chemical Industrial, C. (2008). Everzol ED.
- [19] Everlight Chemical Industrial, C. (2015). Everzol.
- [20] FEDIT, (. A. (s.f). *Materias Primas para el Sector Textil / Confección. Opciones de Futuro*. Tesis Pregrado, Fedit. Centros tecnológicos de España, España.
- [21] 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>
- [22] Gilabert, E. (2002). Química textil. Tomo I. Materias textiles. Valencia: U.P.V.
- [23] 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>
- [24] Guzmán, M. (2011). Teoría y Práctica del Color. Cuenca.
- [25] Hallett, C., & Johnston, A. (2010). *Telas para moda. Guía de fibras naturales*. Barcelona: BLUME.
- [26] Heal, J. (1872). Soluciones de prueba extraordinarias. *James Heal Folleto Corporativo*, 42.
- [27] Hollen, N. S. (1987). *Introducción a los textiles*. México: Limusa.
- [28] Hoyos, A. (2013). *Teoría del color*. Tesis de Pregrado, Santa Leoní Aviat.
- [29] Internacional, G. M. (s.f.). Obtenido de <http://www.grupometrolab.com/x-rite.php>
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] Lockuán, F. (2012). La industria textil y su control de calidad. V Tintorería.
- [34] Lockuán, F. (2013). La Industria textil y su control de calidad. La fibras textiles II.
- [35] 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.
- [36] Mejía, 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>
- [37] Moda, A. 3. (s.f). *Productos auxiliares textiles*. Obtenido de <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/productos-auxiliares-textiles/>
- [38] Pantone, X. r. (s.f.). *Qué es un espectrofotómetro*. Obtenido de <http://www.xrите.com/learning/other-resources/what-is-a-spectrophotometer>
- [39] 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.
- [40] Ruiz, D. V. (2014). Elaboración de una colección femenina para invierno utilizando hilados con mezclas de fibras de lana, Ibarra.
- [41] Ruiz, J. (2003). Física y Química. Volumen II. Física II. España: MAD, S.L.



- [42] 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>
- [43] Sóle, A. (s.f). Protección Ultra Violeta (UV), en textiles. *Asociación/ Colegio de Ingenieros Industriales de Catalunya*, 8.
- [44] Valdivia, N., & Saldaña, J. (s.f). *Principios de tinterería*. Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú: Imprenta Grupo IDAT.
- [45] 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.
- [46] Wells, K. (1998). *Teñido y estampacion de tejidos*. Barcelona: ACANTO S.A .
- [47] Wingate, I. (Septiembre de 1974). *Los géneros textiles y su selección*. México: Continental S.A.

[48] Zelanski, P. &. (2001). *Color*. Londres.

Sobre el autor

Autor-Zulema VEGA estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Textil, bachiller en la especialidad de Físico Matemático en la Unidad Educativa “Otavalo” de la ciudad de Otavalo. Autor del tema de investigación y artículo de revisión titulado: “ESTUDIO TÉCNICO DEL NIVEL DE DEGRADACIÓN DEL COLOR A LA LUZ UV EN LAS FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN”