



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO Y CANTIDAD DE COLORANTE
EN EL PROCESO DE RETEÑIDO DE DENIM EN LA EMPRESA RADEL
INDUSTRY S.A.”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

GABRIELA FERNANDA MORALES REINOSO

RIOBAMBA – ECUADOR

ABRIL 2014

“Entonces el guerrero de la luz agradece a los compañeros de jornada, respira hondo y sigue adelante, cargado con recuerdos de una jornada inolvidable.” Paulo Coelho

Agradezco a mi Padre Celestial por Su amor infinito, por el plan que trazó para mí mientras mis ojos vieron los suyos en el vientre de mi madre. La fortaleza, sabiduría, y protección que me ha brindado durante mi caminar diario. Por sus formidables obras le alabaré.

A mi madre Enmita, porque me ha enseñado fidelidad a Dios, el autor de la vida, su fe y oraciones me han sustentado, sus consejos han sido conmigo siempre. Gracias porque en ella he visto el modelo a seguir.

A mi padre Rodrigo, por su lucha incansable por verme convertida en una profesional, por formar en mí carácter, y recordarme valores y principios de integridad, por ser mi ejemplo de responsabilidad y entrega. Gracias por creer en mí.

A mis hermanos Paulina, Diego y Santiago, por ser mis confidentes y amigos, compartir tantos momentos de amor, alegría, y sobre todo por tener un mismo sentir. Por su apoyo incondicional, y por mostrarme el vínculo perfecto que es el amor de Dios.

A mis maestros, por los conocimientos impartidos durante estos años en esta reconocida institución de enseñanza superior: la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Al Ingeniero Mario Villacrés, y a la Doctora Jenny Moreno por la excelente asesoría brindada en el desarrollo exitoso del presente Proyecto de Tesis.

De manera especial al Ingeniero Edgar Ramos por darme la oportunidad de realizar la investigación en su empresa RADEL INDUSTRY S.A.

A mis amigos y a todas las personas que forman parte de mi vida, me han mostrado su cariño y apoyo en momentos difíciles. Gracias.

Dedico mi trabajo de Tesis con mucho amor a:

Mi Dios en primer lugar, por ser el todo de mi vida, siempre presentes sus promesas en mi corazón. A Él que es digno de todo honor y toda gloria.

La hermosa familia que Dios me ha dado.

Mis padres, por darme una carrera profesional, por ser mis ángeles al apoyarme y consolarme en todo momento. A ellos por ser mi modelo de superación y entrega.

Mis hermanos, por ser mi inspiración y cómplices de alegrías y logros obtenidos por la gracia de Dios.

A todos los miembros de mi familia, con sus consejos y palabras de aliento han renovado mis fuerzas. Y me han levantado de las caídas. A ellos por su experiencia y gran corazón.

A mis amigos y profesionales que ayudaron en mi formación integral, por el tiempo compartido y la gran complicidad.

A la persona que Dios preparó para mi vida, a Él porque la espera tendrá sus frutos. Mi alma lo sabe bien.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Silvio Álvarez
**DECANO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS**

.....

.....

Ing. Mario Villacrés
**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA QUÍMICA**

.....

.....

Ing. Mario Villacrés
DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Dra. Jenny Moreno
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Tec. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

NOTA DE TESIS

.....

“Yo, GABRIELA FERNANDA MORALES REINOSO, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Gabriela F. Morales R.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Å	Ångström
CaCO ₃	Carbonato de Calcio
°C	Grados Celsius
°C/min	Grados Celsius por minuto
d	Días
<i>D</i>	Coefficiente de difusión molecular
$\frac{dn}{dx}$	Gradiente de concentración
°F	Grados Fahrenheit
<i>g</i>	Gramos
g/l	Gramos por litro
H ₂ O	Agua
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrógeno
Kg	Kilogramos
<i>m</i>	Masa
mg/l	Miligramos por litro
min	Minutos
<i>mL</i>	Mililitros
mm	Milímetros
nm	Nanómetros
NaCl	Cloruro de Sodio
NaCl ₂	Clorito de Sodio

NaOCl	Hipoclorito de Sodio
NaOH	Sosa Caústica
Na ₂ CO ₃	Carbonato de Sodio
Na ₂ S	Sulfuro de Sodio
Na ₂ SO ₄	Sulfato de Sodio
OH	Hidróxilo
O ₂	Oxígeno molecular
ppm	Partes por millón
Na ₂ SiO ₃	Silicato de Sodio
V	Volumen
δ	Densidad
\emptyset	Flujo de partículas, que por unidad de tiempo atraviesan una superficie unidad
%	Porcentaje

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
HOJA DE FIRMAS	IV
HOJA DE RESPONSABILIDAD	V
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	VI
TABLA DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE CUADROS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVIII
RESUMEN	XIX
SUMMARY	XX
INTRODUCCIÓN	XXI
ANTECEDENTES	XXII
JUSTIFICACIÓN	XXIII
OBJETIVOS	XXIV

1	MARCO TEÓRICO	- 1 -
1.1	COLORANTES	- 1 -
1.1.1	GRUPOS CROMÓFOROS	- 1 -
1.1.2	GRUPOS AUXÓCROMOS	- 2 -
	- 3 -
1.2	CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES TEXTILES	- 4 -
1.2.1	Colorantes Ácidos.....	- 4 -
1.2.2	Colorantes Básicos.....	- 5 -
1.2.3	Colorantes Dispersos	- 5 -
1.2.4	Colorantes Sulfurosos	- 5 -
1.2.5	Colorantes Reactivos	- 5 -
1.2.6	Colorantes a la Cuba.....	- 6 -
1.2.7	Colorantes Directos.....	- 6 -
1.2.8	Clasificación de colorantes directos	- 11 -
1.2.9	Propiedades Tintóreas.....	- 12 -
1.2.10	ÍNDIGO	- 12 -
1.3	FIBRAS TEXTILES	- 16 -
1.3.1	Características a analizarse en las fibras textiles	- 17 -
1.3.2	Clasificación	- 17 -
1.3.3	FIBRAS NATURALES.....	- 18 -
1.3.4	FIBRAS ARTIFICIALES.....	- 19 -
1.3.5	FIBRAS SINTÉTICAS.....	- 19 -
1.3.6	MEZCLILLA O DENIM.....	- 20 -
1.3.7	ORÍGENES DE MEZCLILLA.....	- 21 -
1.3.8	PROCESO DE DENIM.....	- 22 -
1.3.9	COMPOSICIÓN DE DENIM	- 22 -
1.4	TINTURA	- 24 -
1.4.1	ETAPAS DE TINTURA	- 25 -

1.4.2	PRINCIPIOS DEL PROCESO TINTÓREO: Ley de Fick.....	- 29 -
1.4.3	TINTURA DE LAS FIBRAS TEXTILES	- 32 -
1.5	AUXILIARES TEXTILES	- 37 -
1.5.1	Función del Cloruro de Sodio.....	- 38 -
1.5.2	Función del carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃).....	- 38 -
1.5.3	Función del fijador de color.....	- 39 -
1.6	PRETRATAMIENTO DE ALGODÓN	- 39 -
1.6.1	PROCESO DE DESCRUDE.....	- 39 -
1.6.2	PROCESO DE PREBLANQUEO DE ALGODÓN.....	- 40 -
1.7	Fundamento Experimental	- 43 -
1.7.1	Preparación previa del textil	- 43 -
1.7.2	Disolviendo el colorante	- 43 -
1.7.3	Método de teñido de colorantes directos	- 43 -
1.7.4	Receta.....	- 44 -
1.7.5	Procedimiento	- 45 -
1.7.6	Referencia	- 45 -
1.7.7	Después de los tratamientos.....	- 46 -
1.8	Aspectos importantes de la tintura con colorantes directos	- 47 -
2	PARTE EXPERIMENTAL.....	- 49 -
2.1	MUESTREO	- 49 -
2.1.1	LOCALIZACIÓN.....	- 49 -
2.1.2	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	- 49 -
2.1.3	PLAN DE TEÑIDO.....	- 49 -
2.1.4	RECURSOS MATERIALES	- 50 -
2.2	METODOLOGÍA	- 51 -
2.2.1	SELECCIÓN DE AUXILIARES TEXTILES	- 51 -
2.2.2	SELECCIÓN Y DISOLUCIÓN DE COLORANTES	- 57 -
2.2.3	PREPARACIÓN DE LA FIBRA	- 58 -

2.2.4	PROCESO DE TINCIÓN.....	- 59 -
CAPÍTULO III.....		- 62 -
3	CÁLCULOS Y RESULTADOS	- 62 -
3.1	CÁLCULOS.....	- 62 -
3.2	RESULTADOS.....	- 65 -
3.2.1	PRUEBA N°1	- 65 -
3.2.2	PRUEBA N°2	- 71 -
3.2.3	PRUEBA N°3	- 77 -
3.2.4	PRUEBA N°4	- 80 -
3.2.5	PRUEBA N°5	- 86 -
3.2.6	PRUEBA N°6	- 88 -
3.3	AGOTAMIENTO DE COLORANTES	- 94 -
3.3.1	PORCENTAJE DE AGOTAMIENTO	- 94 -
3.3.2	CURVAS DE AGOTAMIENTO	- 95 -
	- 98 -
	- 98 -
CAPÍTULO IV		- 101 -
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	- 101 -
CAPÍTULO V.....		- 109 -
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 109 -
5.1	CONCLUSIONES	- 109 -
5.2	RECOMENDACIONES	- 110 -
CAPÍTULO VI		- 111 -
6.1	INTERNET	- 113 -
7	ANEXOS	- 115 -
	ANEXO I.....	- 113 -
	ANEXO II.....	- 114 -
	ANEXO III	- 115 -

ANEXO IV	- 116 -
ANEXO V	- 117 -
ANEXO VI	- 118 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Grupos Cromóforos.....	- 2 -
Figura 1. 2 Grupos Auxócromos.....	- 3 -
Figura 1. 3 Estructura química de “aminas de difenilo”	- 9 -
Figura 1. 4 Estructura química del colorante azoico directo C.I. Anaranjado directo 25..	- 9 -
Figura 1. 5 Estructura química del colorante tiazólico directo C.I. Amarillo directo 59	- 10 -
Figura 1. 6 Molécula de Índigo.....	- 13 -
Figura 1. 7 Tonos de ÍNDIGO	- 15 -
Figura 1. 8 Estructura de la Celulosa.....	- 23 -
Figura 1. 9 Esquema de las Etapas del Proceso de Tintura	- 29 -
Figura 1. 10 Difusión Molecular.....	- 30 -
Figura 1. 11 Cadena Celobiósica de las Fibras Celulósicas	- 35 -
Figura 1. 12 Cadena Proteica de la lana.....	- 36 -
Figura 2. 1 Curva Óptima de Pre blanqueo de Algodón.....	- 59 -
Figura 2. 3 Curva Óptima de Teñido de Algodón	- 61 -
Figura 3. 1 Curva de Agotamiento Prueba N°1-Tricromía 1.....	- 95 -
-	
Figura 3. 2 Curva de Agotamiento Prueba N°1-Tricromía 2	- 95 -
Figura 3. 3 Curva de Agotamiento Prueba N°2-Tricromía 1	- 96 -
Figura 3. 4 Curva de Agotamiento Prueba N°2-Tricromía 2	- 96 -
Figura 3. 5 Curva de Agotamiento Prueba N°3-Tricromía 1	- 97 -
Figura 3. 6 Curva de Agotamiento Prueba N°3-Tricromía 2	- 97 -
Figura 3. 7 Curva de Agotamiento Prueba N°4-Tricromía 1	- 98 -
Figura 3. 8 Curva de Agotamiento Prueba N°4-Tricromía 2	- 98 -
Figura 3. 9 Curva de Agotamiento Prueba N°5-Tricromía 1	- 99 -
Figura 3. 10 Curva de Agotamiento Prueba N°5-Tricromía 2	- 99 -
Figura 3. 11 Curva de Agotamiento Prueba N°6-Tricromía 1	- 100 -
Figura 3. 12 Curva de Agotamiento Prueba N°6-Tricromía 2	- 100 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Pureza del colorante durante el ciclo de añil	- 14 -
Tabla 1. 2 Composición del Algodón	- 23 -
Tabla 1. 3 Cantidad de electrolito y álcali según la concentración de colorante.	- 27 -
Tabla 1. 4 Grado de Dureza del Agua	- 38 -
Tabla 1. 5 Productos para el Proceso de Descrude	- 40 -
Tabla 1. 6 Productos de Preblanqueo.....	- 42 -
Tabla 1. 7 Receta de teñido de Colorantes Directos	- 44 -
Tabla 1. 8 Álcali débil.....	- 44 -
Tabla 1. 9 Baño Neutro.....	- 44 -
Tabla 2. 1 Materia Prima.....	- 50 -
Tabla 2. 2 Equipos y Materiales de Laboratorio.....	- 50 -
Tabla 2. 3 Auxiliares Textiles.....	- 51 -
Tabla 2. 4 Propiedades RADEL DISPERSANTE DX	- 54 -
Tabla 2. 5 Características y Ventajas RADELFIX	- 55 -
Tabla 2. 6 Propiedades RADELFIX	- 56 -
Tabla 2. 7 Productos de preblanqueo de algodón	- 58 -
Tabla 2. 8 Parámetros de preblanqueo de algodón	- 58 -
Tabla 2. 9 Parámetros de preblanqueo de algodón después de ajustar el pH	- 58 -
Tabla 2. 10 Productos y Auxiliares Textiles de Teñido.....	- 60 -

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. 1 Clasificación de los colorantes textiles	- 4 -
Cuadro 1. 2 Clasificación de Fibras Textiles	- 18 -
Cuadro 1. 3 Afinidad de Colorantes según la Fibra Textil	- 32 -
Cuadro 1. 4 Absorción de agua en diferentes fibras celulósicas	- 34 -
Cuadro 1. 5 Mecanismo de Reacción de Activación del H ₂ O ₂	- 41 -
Cuadro 1. 6 Referencia de Colorantes Directos.....	- 45 -
Cuadro 3. 1 Parámetros de colorantes directos al 1%.....	- 62 -
Cuadro 3. 2 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 65 -
Cuadro 3. 3 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 65 -
Cuadro 3. 4 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 66 -
Cuadro 3. 5 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 66 -
Cuadro 3. 6 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%	- 67 -
Cuadro 3. 7 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%	- 67 -
Cuadro 3. 8 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%	- 68 -
Cuadro 3. 9 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%	- 68 -
Cuadro 3. 10 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%	- 69 -
Cuadro 3. 11 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%	- 69 -
Cuadro 3. 12 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%	- 70 -
Cuadro 3. 13 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%	- 70 -
Cuadro 3. 14 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 71 -
Cuadro 3. 15 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 71 -
Cuadro 3. 16 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 72 -
Cuadro 3. 17 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 72 -
Cuadro 3. 18 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%	- 73 -
Cuadro 3. 19 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%	- 73 -
Cuadro 3. 20 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%	- 74 -

Cuadro 3. 21 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%	- 74 -
Cuadro 3. 22 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%	- 75 -
Cuadro 3. 23 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%	- 75 -
Cuadro 3. 24 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%	- 76 -
Cuadro 3. 25 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%	- 76 -
Cuadro 3. 26 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 77 -
Cuadro 3. 27 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 77 -
Cuadro 3. 28 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 78 -
Cuadro 3. 29 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 78 -
Cuadro 3. 30 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%	- 79 -
Cuadro 3. 31 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%	- 79 -
Cuadro 3. 32 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 80 -
Cuadro 3. 33 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 80 -
Cuadro 3. 34 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 81 -
Cuadro 3. 35 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 81 -
Cuadro 3. 36 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%	- 82 -
Cuadro 3. 37 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%	- 82 -
Cuadro 3. 38 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%	- 83 -
Cuadro 3. 39 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%	- 83 -
Cuadro 3. 40 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%	- 84 -
Cuadro 3. 41 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%	- 84 -
Cuadro 3. 42 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%	- 85 -
Cuadro 3. 43 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%	- 85 -
Cuadro 3. 44 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 86 -
Cuadro 3. 45 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 86 -
Cuadro 3. 46 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 87 -
Cuadro 3. 47 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 87 -
Cuadro 3. 48 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%	- 88 -
Cuadro 3. 49 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%	- 88 -
Cuadro 3. 50 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%	- 89 -

Cuadro 3. 51 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%	- 89 -
Cuadro 3. 52 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%	- 90 -
Cuadro 3. 53 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%	- 90 -
Cuadro 3. 54 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%	- 91 -
Cuadro 3. 55 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%	- 91 -
Cuadro 3. 56 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%	- 92 -
Cuadro 3. 57 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%	- 92 -
Cuadro 3. 58 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%	- 93 -
Cuadro 3. 59 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%	- 93 -
Cuadro 3. 60 Agotamiento de Colorantes Directos	- 94 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.....	- 113 -
ANEXO II.....	- 114 -
ANEXO III	- 115 -
ANEXO IV	- 116 -
ANEXO V.....	- 117 -
ANEXO VI.....	- 118 -

RESUMEN

Se determinó el tiempo óptimo y la cantidad de colorante en el proceso de reteñido de denim en la empresa RADEL INDUSTRY S.A. Ambato. Con el fin de reducir el costo al adquirir directamente el colorante y tener opción de realizar mezclas.

El método experimental y la técnica de análisis fueron empleadas en esta investigación mediante pruebas de teñido en el Laboratorio de Análisis de la empresa RADEL INDUSTRY S.A. disponiendo de parámetros estandarizados y aplicados directamente en el proceso de tinción mediante infrarrojo, se toma en cuenta factores determinantes para fijación de color y agotamiento de colorante como: cantidad de colorante, temperatura, tiempo y pH para aplicación de curvas de agotamiento consiguiendo mejorar características fisicoquímicas en la fibra y eficiencia en el proceso.

Los resultados obtenidos en la parte experimental nos permiten determinar cantidades adecuadas de colorantes sintéticos al 1% en peso, aplicados en tricromías a denim. Así tenemos: TRICROMÍA 1: ORANGE 2GL 40%, ORANGE S 19%, ROSE 16%, AZUL BRL 25%, TRICROMÍA 2: ORANGE 2GL 41%, ORANGE S 18%, ROSE 16%, AZUL BRL 25%. A una temperatura de 80°C, tiempo de tinción de 60 minutos, tiempo de fijación de 10 minutos y pH de 4.5.

Se concluye que el aporte de la presente investigación radica en la innovación de color mediante aplicación de auxiliares textiles y un agotamiento óptimo de colorante. Recomendando precisión para cada dosificación de colorante y controlar parámetros determinantes de teñido por agotamiento. Por consiguiente la mejor fijación permite reducir la cantidad de colorante en las aguas residuales y consecuentemente el impacto ambiental.

SUMMARY

It was determined the optimal time and the quantity of colouring in the process of over dyeing of denim in RADEL INDUSTRY S.A. Ambato. Reduce the cost to acquire directly the colouring and to have the option to make mixtures.

The experimental method and the technique of analysis were employed in this research through proves of dyeing in the Analysis Lab of RADEL INDUSTRY S.A. having of standardized parameters and applied directly in the dyeing process through infrared, determinants factors are take in consideration to fixation of the colour and depletion of colouring like: quantity of colouring, temperature, time and pH for application of depletion curves. Getting improve physicochemical characteristics in fiber and efficiency in the process.

The obtained results in the experimental part allow us to determine right quantities of synthetic colourings to 1% in weight, applied in mixtures to the denim. So we have: MIXTURE 1: ORANGE 2GL 40%, ORANGE S 19%, ROSE 16%, BLUE BRL 25%, MIXTURE 2: ORANGE 2GL 41%, ORANGE S 18%, ROSE 16%, BLUE BRL 25%. At a temperature of 80°C, time of dyeing of 60 minutes, time of fixation of 10 minutes and pH of 4.5.

It was concluded that the contribution of present research reside in the innovation of colour through the application of textile auxiliaries and an ideal depletion of colouring. It was recommended precision for each dosage of colouring and control determinant parameters of dyeing for depletion. And the best fixation allows reducing the quantity of colouring in waste waters and therefore the environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Los colorantes son sustancias ampliamente empleadas, capaces de teñir las fibras animales y vegetales, su implementación data desde tiempos remotos donde se extraían de diversas materias procedentes de vegetales, como el índigo natural y la cúrcuma. En algunos casos los colorantes también eran extraídos de distintos minerales.

Actualmente, la química ha incursionado en este sector, donde los colorantes son capaces de absorber la luz a determinadas longitudes de onda del espectro visible. Estos nuevos colorantes son utilizados en diferentes industrias, una de ellas es la industria textil.

Se calcula que alrededor del 60% de los colorantes para la industria textil son colorantes reactivos, es decir, que se caracterizan por crear una unión éter con la fibra, garantizando un color duradero en el tejido. La mayoría de los colorantes textiles utilizados son de origen sintético, poseen alta solubilidad en el agua, además de ser resistentes a la acción de agentes químicos pero poco biodegradables.

La necesidad de obtener la tricromía adecuada está dada por varios parámetros: afinidad del colorante por la fibra, temperatura de teñido, tiempo de tinción, pH. Siendo de vital importancia la propiedad que presentan los colorantes de ser absorbidos por la fibra y su resistencia a la desorción en lavados ulteriores.

El proceso inicia con el tratamiento de preblanqueo o Stone wash aplicado a denim, seguido de la formulación de auxiliares textiles estandarizados y finalmente el proceso de tinción y fijación aplicado mediante tecnología INFRACOLOR. Los resultados obtenidos contribuyen a la optimización de factores de tinción, innovación de tonalidades y mayor competitividad en el mercado.

ANTECEDENTES

RADEL INDUSTRY S.A. es una empresa dedicada al abastecimiento, distribución y soluciones para la industria. Fundado hace más de 16 años, en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua; ha conformado un grupo de trabajo que brinda servicios a todos los sectores productivos de la región, comercializando productos químicos y materias primas para distintos sectores industriales tales como: curtiembre, textil, alimentos, madera, solventes, avicultura, etc.

La presencia y desarrollo de la empresa como proveedor de insumos para la industria fue creciendo cada vez, en un principio el sector más importante era el rubro curtiembre, pero paulatinamente ha participado en otros mercados y sectores de la economía.

RADEL INDUSTRY S.A. se ha convertido en uno de los mayores distribuidores de materias primas básicas y especializadas en la región, aportando calidad, asistencia técnica y logística inteligente. Comercializando en la región materias primas para la fabricación de textiles y sus derivados, las cuales son procesadas en diferentes etapas unitarias.

La industria textil es de gran importancia debido a que la constante demanda de prendas de vestir elaboradas a base de denim y la cada vez mayor competencia existente en esta industria, determina la innovación y actualización en cuanto a colores y diseños con la finalidad de permanecer a la vanguardia de nuevas tendencias. Para lo cual es necesario introducir modificaciones en los procesos realizados tradicionalmente.

JUSTIFICACIÓN

El teñido es un arte muy antiguo, que se practicaba en Egipto, Persia, China y la India hace miles de años, pero en aquellos tiempos no se disponía de la variedad de colores que se cuenta hoy en día. Gracias al amplio desarrollo que ha tenido la industria de los colorantes y las técnicas del teñido a partir del siglo XIX en la actualidad es posible elegir entre distintas gamas, tonos y matices.

El factor innovación es determinante en la competencia del mercado es por ello que se ha desarrollado la presente investigación con el objetivo de obtener tricromías en denim mediante la aplicación de tecnología INFRACOLOUR. Con el fin de obtener mayor fijación y agotamiento de colorante, tomando en cuenta parámetros de tinción: pH, concentración de colorante, temperatura y tiempo.

Una de las formas de conseguirlo es mediante el teñido de mezclilla o denim, con un proceso previo de blanqueo, mediante la preparación de colorantes y uso de auxiliares textiles que permitan obtener distintas tonalidades. Este proceso se logra variando la cantidad de colorante en cada prueba de tinción, determinando así las condiciones óptimas del proceso y fijación del colorante.

Es importante determinar la mejor afinidad del colorante a la fibra de modo que se una fuertemente a la misma, y posteriormente no pierda su color por lavado o por acción de la luz. Recordando que, a menor desteñido (y, por lo tanto a menor concentración de colorante en el agua de lavado) mayor será la eficiencia del proceso. Además del uso óptimo de aditivos o auxiliares textiles que ayudan a fijar el color, dan suavidad y brillo a la fibra.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar el tiempo óptimo y la cantidad de colorante en el proceso de reteñido de denim en la empresa RADEL INDUSTRY S.A. Ambato, y la influencia de auxiliares textiles y parámetros determinantes como pH, temperatura, tiempo en el agotamiento de las mezclas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el tiempo adecuado para el proceso de tinción mediante infrarrojo, para una concentración al 1% en peso de colorante.
- Determinar la concentración óptima de colorantes frente a auxiliares textiles estandarizados que faciliten la obtención de tonalidad del colorante patrón, aplicado en tricromía en la fibra de algodón.
- Fijar valores de pH, temperatura y tiempo de tinción adecuados para una concentración al 1% en peso de colorante.
- Analizar las curvas de agotamiento elaboradas en función del porcentaje de agotamiento de colorante y tiempo de tinción empleados.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 COLORANTES

La tintorería desde el punto de vista científico estudia a los cuerpos coloreados a través de moléculas activas llamadas CROMÓFOROS, cuya propiedad principal es darle el color, transformando al hidrocarburo incoloro en cromógeno, se denomina como generador del color. Pero este cromógeno no es un colorante hasta que se introduce en la molécula, otro grupo de átomos llamado AUXÓCROMOS.

“Los colorantes son sustancias empleadas para dar color a tejidos, cuero, papel, etc. Los colorantes son generalmente compuestos orgánicos que contienen sistemas de dobles enlaces conjugados. El grupo responsable del color se denomina cromóforo; otros grupos no coloreados que intensifican el color son los auxócromos.”¹

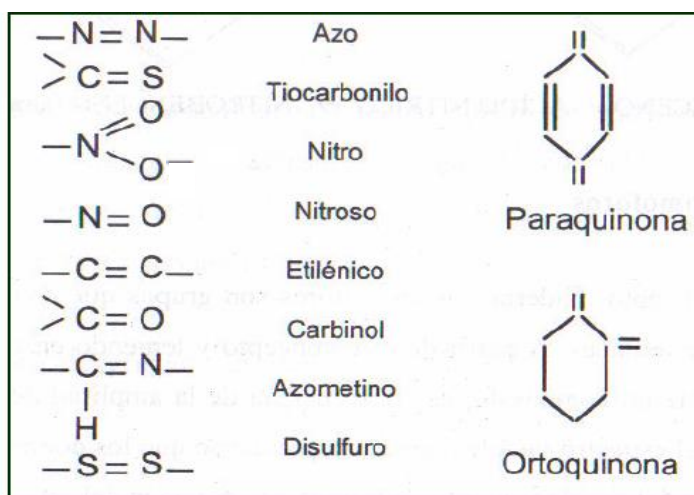
1.1.1 GRUPOS CROMÓFOROS

Son todos aquellos compuestos que tienen electrones resonando a determinada frecuencia, absorben luz y al unirse incrementan la absorción de radiación, pero estas sustancias que se forman aún no son auténticos colorantes. Para ello es necesario que posean en sus moléculas grupos auxócromos.

¹ SÁEZ, R. (1999). Diccionarios Oxford – Complutense Química. Madrid – España. Editorial Complutense. pp: 160.

Toda molécula de colorante lleva el grupo “cromóforo”² que es el portador de color, el mismo que está integrado en el grupo cromógeno, que es la base y generador de los grupos cromóforos.

Los cromóforos son grupos que contienen uno o varios dobles enlaces, a continuación se presentan los grupos más importantes:



Fuente: repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf

Figura 1. 1 Grupos Cromóforos

1.1.2 GRUPOS AUXÓCROMOS

Son grupos característicos encargados de la fijación al sustrato a teñir, son responsables de fijar la molécula del colorante e intensificar la función de los cromóforos. Al reaccionar varían las moléculas, originando propiedades tintóreas.

² Cromóforo viene del griego “cromo” que significa color y “foro” que significa llevar. Por consiguiente Cromóforo significa llevar el color.

Estos grupos son dadores de electrones, de la misma manera son responsables de la formación de sales débiles, con solubilidad alta para su reacción con el material textil y susceptible de transformar la sustancia coloreada en un colorante. Los grupos cloro, bromo e iodo también actúan como “auxócromo”³ transfiriendo solidez a los colorantes.

El sulfónico, carboxílico y el hidroxílico proporcionan carácter aniónico a la molécula del colorante, mientras que el amínico le da un carácter catiónico. Cabe recalcar que existen colorantes que presentan aminas y por lo tanto poseen su parte básica en la molécula, entonces depende a qué pH se los use.

Los grupos auxócromos más importantes son:

— OH	Hidróxilo
— NH ₂	Amino
— COOH	Carboxilo
— N $\begin{matrix} / R \\ \backslash H \end{matrix}$	Amino monosustituido
— N $\begin{matrix} / R \\ \backslash R \end{matrix}$	Amino disustituido
— CO — r	Ácido (r = radical de ácido graso)
— SO ₃ H	Sulfónico
— SR	Sulfuro

Fuente: repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf

Figura 1. 2 Grupos Auxócromos

³ Auxócromo viene del griego “auxo” que significa aumentar y “cromos” que significa color. Por consiguiente Auxócromo significa aumentar e intensificar el color.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES TEXTILES

Los colorantes pueden clasificarse de acuerdo a su estructura química o por su método de aplicación. La clasificación por estructura química es empleada por quienes desarrollan colorantes, pues identifica fácilmente a los colorantes que pertenecen a un grupo con propiedades específicas, similares; tales como los colorantes azoicos (de coloración fuerte), o los colorantes antraquinónicos (de coloración débil).

Cuadro 1. 1 Clasificación de los colorantes textiles

CLASIFICACIÓN QUÍMICA	CLASIFICACIÓN DE USO O TINTÓREA
Azoicos	Ácidos
Antraquinónicos	Básicos
Heterocíclicos	Dispersos
Indigoides	Directos
Derivados de ftalocianina	Reactivos
Polimetánicos	A la cuba
Estibénicos	Sulfurosos
Sulfurosos	Azoicos sobre fibra
Trifenilmetánicos	Pigmentos

Fuente: HUNGER, K., 2003.

1.2.1 Colorantes Ácidos

Son colorantes aniónicos, es decir, poseen carga negativa en solución acuosa. Son aplicados sobre nylon, lana, seda y fibras acrílicas; con menor frecuencia para tinturar artículos de papel y piel; así también en la producción de tintas de impresión, en industrias alimenticias y cosméticos. (9)

1.2.2 Colorantes Básicos

Son colorantes catiónicos, solubles en agua; aplicables sobre papel, poliacrilonitrilo, poliamidas y poliésteres modificados. Inicialmente se empleaban para teñir artículos de lana, seda y algodón con ácido tánico, con la condición que la brillantez del color fuese más influyente en relación a las características de solidez. Algunos de ellos presentan actividad biológica, por lo que son utilizados como antisépticos.

1.2.3 Colorantes Dispersos

Son colorantes no iónicos, insolubles en agua. Se aplican principalmente para teñir poliéster y, en menor proporción, sobre nylon, acetato de celulosa y fibras acrílicas. Además para estampados por termotransferencia y en ciertas aplicaciones fotográficas.

1.2.4 Colorantes Sulfurosos

Son colorantes insolubles en agua, de estructura química desconocida. Se aplican sobre algodón similar a los colorantes a la cuba, es decir, en forma reducida y consecuentemente se reoxidan. En relación numérica, son muy pocos; y no presentan brillantez. Se trata de colorantes de bajo costo pero de poca aplicación debido a implicaciones ambientales, pues se emplea sulfuro de sodio (Na_2S) como agente reductor. (9)

1.2.5 Colorantes Reactivos

Este tipo de colorantes forman un enlace covalente con la fibra, lo cual hace que sus propiedades de solidez al lavado sean muy efectivas. Son aplicados ampliamente sobre algodón y, en menor grado, sobre lana y nylon. Al igual, que los colorantes directos, se trata de colorantes aniónicos, solubles en agua; no obstante, sus bandas de absorción son

más estrechas, sus estructuras químicas relativamente más simples, por lo tanto, se trata de colorantes de mayor brillantez que los directos.

1.2.6 Colorantes a la Cuba

Son colorantes insolubles en agua. Se aplican principalmente sobre algodón en forma de sales solubilizadas por reducción en medio alcalino; este mecanismo se denomina leuco. El mismo que es oxidado seguidamente, para regresarlo a su forma insoluble, una vez que se encuentra dentro de la fibra.

El índigo, que originalmente se extraía de ciertas plantas y es aplicado extensamente en el teñido de la mezclilla, está clasificado en esta categoría y recibe el nombre de Azul a la Cuba 1. (9)

1.2.7 Colorantes Directos

Son colorantes aniónicos, solubles en agua; que tienen sustantividad hacia la celulosa en presencia de electrolitos. Su uso principal es el teñido de algodón y fibras de celulosa regenerada. Se usan también para colorear papel y algunos artículos de piel. Y algunos de ellos para el teñido de nylon. Es necesario aplicar tratamientos posteriores a los teñidos realizados con este tipo de colorantes, para optimizar sus propiedades de solidez al lavado.

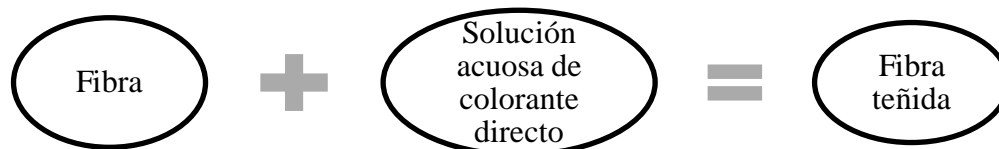
Los colorantes directos o sustantivos son colorantes que tiñen algodón y otras fibras de celulosa sin necesidad de aplicar mordiente, cuando son aplicados desde una solución que contenga electrolitos tales como Cloruro de Sodio o Sulfato de Sodio. Son ampliamente utilizados para teñir fibras celulósicas, porque requieren solo la adición de sal. Son solubles en agua dentro de un rango de 5-200 g/l a ebullición. (1)

Inicialmente, la sustentividad fue atribuida a la formación de enlaces por valencias secundarias entre el colorante y la fibra celulósica, debido al hecho de que las moléculas coplanares presentan mayor sustentividad que aquellas que no lo son. Se consideraba que los colorantes de moléculas más planas estaban en contacto con la molécula lineal de celulosa a lo largo de toda la longitud de ésta. La posible explicación puede ser la formación de enlaces por puente de hidrógeno. Sin embargo, después se estimó poco probable, debido a que tal enlazamiento resultaba improbable por la formación de una capa de agua entre la fibra y el colorante. La explicación más convincente para el fenómeno de la sustentividad es el siguiente: las moléculas de colorante son adsorbidas por las cavidades intermicelares de las fibras celulósicas y dentro de esas cavidades, las moléculas de colorante forman agregados. Debido a su tamaño, estos agregados no pueden ser extraídos completamente por lavado común, pues a temperatura ambiente no se lleva a cabo la solvatación de estos agregados. Por esta razón, el teñido no puede ser llevado a cabo a temperatura ambiente.

Los colorantes directos existen en una gama completa de tonos, pueden ser clasificados en función de su comportamiento tintóreo o de sus propiedades de solidez; las mismas que cubren un rango muy amplio. No obstante, para varios de ellos las solideces en húmedo no son muy efectivas. Por esta razón, se realizan tratamientos posteriores diseñados para atenuar esta deficiencia. Aunque es exacto decir que en conjunto los colorantes directos no presentan los más altos estándares de solidez al lavado, también es necesario destacar que hay varias aplicaciones para las cuales cada colorante individual tiene efectivas propiedades de solidez.

Los colorantes directos tienen semejanzas estructurales con los colorantes ácidos, aunque regularmente los colorantes directos son compuestos de mayor peso molecular y estructuras coplanares más extendidas. Sin embargo, no existe una delimitación específica entre las dos categorías, debido a que ciertos colorantes directos son útiles para teñir lana y poliamidas, mientras que determinados colorantes ácidos pueden teñir algodón perfectamente.

El esquema de tintura es el siguiente:



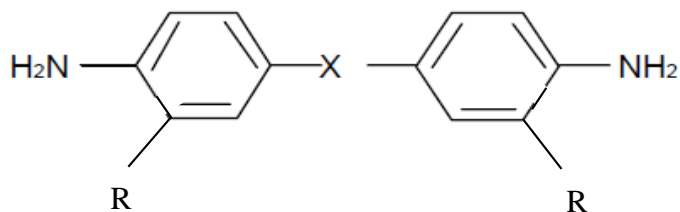
Más del 75% de los colorantes directos son compuestos azoicos no metalizados. Generalmente se trata de estructuras di-azoicas, tri-azoicas y tetra-azoicas. Dentro de estos compuestos se encuentran derivados de complejos metálicos de cobre, de estilbeno y de tiazol; así como también algunos azules derivados de dioxazina y de ftalocianina. En términos generales, los colorantes clasificados dentro de esta categoría presentan moléculas coplanares y cadenas de dobles enlaces conjugados.

Los colorantes directos pertenecen a dos grandes familias químicas:

1.2.7.1 Colorantes azoicos

Se caracterizan por poseer uno o varios grupos "azo", $-N=N-$, y se subdividen en dos grupos:

Derivados de "aminas del difenilo", de estructura química general



En donde X puede ser:

-HN-NH-Arildiaminas
Enlace simple Bencidínicos
-CH=CH-Estilbenicos
-NH-
-O-
-S-
-CONH-
-NH-CO-NH-

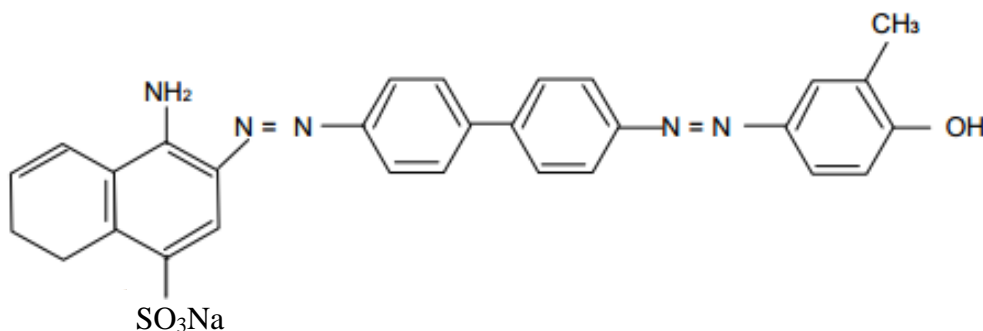
y R puede ser:

-H
-SO₃Na
-Cl
-NO₂
-OH
-CH₃
-OCH₃
-OCH₂-COO Na

Fuente: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/10101/6/17843_6.pdf

Figura 1. 3 Estructura química de “aminas de difenilo”

Como ejemplo de colorante directo del tipo "Aminas del difenilo" podemos citar el C.I. Anaranjado Directo 25, obtenido por diazotación de la bencidina y copulación con ácido naftiónico y o-cresol.

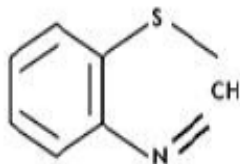


Fuente: CEGARRA, J., PUENTE, P.

Figura 1. 4 Estructura química del colorante azoico directo C.I. Anaranjado directo 25

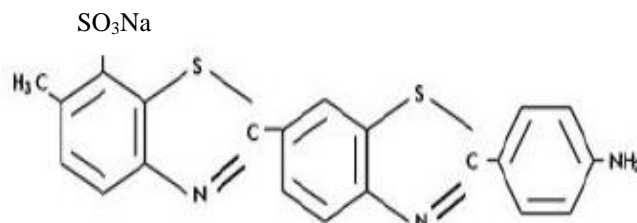
1.2.7.2 Colorantes tiazólicos

Constituyen un grupo de matices que no engloba toda la gama de colores, se nombra principalmente amarillo, anaranjado o pardo. Se caracteriza por poseer el anillo "Tiazólico".



Puede formar compuestos azoicos con grupos amino-NH₂ –

Un ejemplar relevante de los colorantes tiazólicos es la Primulina:
C.I. Amarillo Directo 59



Fuente: CEGARRA, J., PUENTE, P.

Figura 1. 5 Estructura química del colorante tiazólico directo C.I. Amarillo directo 59

1.2.8 Clasificación de colorantes directos

La forma más frecuente de clasificar a los colorantes directos está basada en sus características tintóreas; y esencialmente en la compatibilidad de los colorantes entre sí, bajo ciertas condiciones de teñido.

Existen tres grupos de colorantes directos:

1.2.8.1 Grupo A. Colorantes directos autorregulables

Los colorantes directos que pertenecen a este grupo tienen buenas propiedades de migración y son capaces de teñir uniformemente, aun cuando el electrolito sea agregado al inicio del teñido. Requieren de cantidades de sal relativamente grandes para agotar bien, es decir, para emigrar casi completamente, desde la solución de tintura hacia el material; esto se debe a que tienen baja sustentividad. Son colorantes de peso molecular relativamente bajo, con uno o dos grupos azoicos y varios grupos sulfónicos, lo que hace que su solubilidad en agua sea elevada. El agotamiento máximo se encuentra entre los 60-80°C. Los electrolitos influyen de diferente manera, según sean éstos neutros o alcalinos. (3) (4)

1.2.8.2 Grupo B. Colorantes directos controlables por medio de sal

Estos colorantes tienen propiedades de migración relativamente malas y son sensibles a la presencia de sal en el baño de tintura. Se usan para tinción uniforme por adición controlada de electrolito, generalmente después de que el baño de tintura ha alcanzado la temperatura de agotamiento. Son de mayor peso molecular que los colorantes del grupo A y contienen menor cantidad de grupos sulfónicos. El agotamiento máximo se obtiene a 80 °C y 100°C. Cabe recalcar que cuando la tintura se hace sin sal, el agotamiento es mucho menor.

1.2.8.3 Grupo C. Colorantes directos controlables por medio de sal y temperatura

Estos colorantes poseen bajas propiedades de migración, y su sustentividad asciende con el incremento gradual de la temperatura. La velocidad de tinción se controla mediante el gradiente de temperatura, principalmente en las zonas donde el agotamiento es más rápido, así como también controlando las adiciones de sal. Ciertos colorantes de este grupo requieren muy poca cantidad de sal para lograr un buen agotamiento. Generalmente se trata de colorantes poliazóicos, con pocos grupos sulfonato. Alcanzan su estado de equilibrio a temperaturas superiores a 100°C, llegando a 120-130°C, en las condiciones de tintura indicadas. (3) (4)

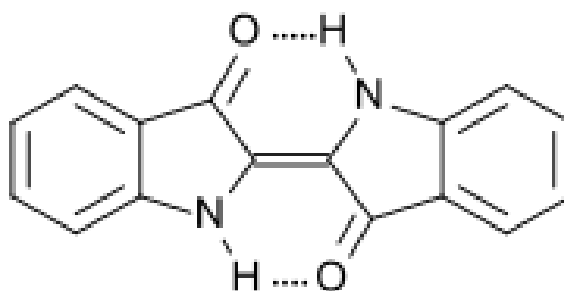
1.2.9 Propiedades Tintóreas

Los colorantes directos son solubles en agua y unos pocos requieren para disolverse la presencia de carbonato de sodio (Na_2CO_3); su solubilidad aumenta con el número de grupos sulfónicos y con incremento de temperatura, y disminuye con el aumento de su peso molecular. Sus soluciones diluidas son moleculares, pero normalmente en frío forman soluciones coloidales. Los electrolitos neutros como el cloruro o sulfato de sodio tienden a flocular la solución colorante, siendo esta característica proporcional a la valencia del catión; los alcalinos favorecen la disolución en función de su pH.

1.2.10 ÍNDIGO

Indigofera tinctoria (índigo verdadero) Índigo: Es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas y es la fuente original de tinte índigo. Está naturalizada en Asia tropical y templada, y partes de África, su hábitat primigenio es Mesoamérica. (13)

Ha sido cultivado en todo el mundo desde muchos siglos. Actualmente la mayoría de tintes son de origen sintético, pero el proveniente naturalmente de *Indigofera tinctoria* aún se consigue como colorante natural. La planta además es un buen cultivo protector del suelo. La tintura se obtiene procesando las hojas: Se humedecen en agua y se hacen fermentar para convertir el glicósido indicano naturalmente en los colorantes azules indigotina e *Indigoferina*. El precipitado de la solución obtenida de hojas fermentadas se mezcla con un álcali fuerte como lejía, prensando, secando, y haciéndolo polvo. Finalmente el polvo se mezcla con varias otras sustancias para dar diferentes grados de tonos azul y púrpura.



Fuente: sintesisyreaccionesindolybenzofurano_11063.pdf

Figura 1. 6 Molécula de Índigo

1.2.10.1 ÍNDIGO NATURAL

Se denomina índigo natural, añil o índigo a una pasta colorante que se emplea para teñir telas, en la fabricación de tintas y como pigmento pictórico. Se elabora macerando en agua los tallos y las hojas de ciertas plantas del género *Indigofera*, como *Indigofera tinctoria* e *Indigofera suffruticosa*; de esto resulta una pasta de color azul oscuro intenso, algo purpúreo. Ésta es la coloración índigo específica, aunque también se le ha llamado: añil y glasto. El color se debe a la indigotina. (5)

Tabla 1. 1 Pureza del colorante durante el ciclo de añil

FASE	TIEMPO(d)	PUREZA DEL COLORANTE
		(g índigo 100g ⁻¹ colorante)
Crecimiento	118	33.10
	122	41.87
	129	43.40
	135	34.33
	150	34.84
Estacionaria	164	28.97
	170	28.59
	178	17.31
	180	17.66

Fuente: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2006/sep-oct/art-4.pdf>

1.2.10.2 ÍNDIGO ARTIFICIAL

Índigo artificial, sintético, e indigotina es la designación de los colorantes industriales que se obtienen a partir de la unión alcalina del ácido anilino acético o del ácido fenilglicina ortocarboxílico.

“El químico alemán Adolf Von Baeyer obtuvo la primera síntesis de índigo artificial en 1880, y la perfeccionó en 1883 tras una larga investigación sobre el benceno, lo que le valió un premio Nobel en 1905, a pesar de que su método no producía un índigo suficientemente barato como para reemplazar al natural. Finalmente, el suizo Karl Heumann, en 1890, logró la síntesis adecuada para uso industrial. Uno de los nombres que recibió por entonces el índigo artificial fue «azul de Prusia».”⁴

⁴ **GALLEGO, R.,** Diccionario Akal del Color., 1.a. Ed., Madrid – España., Editorial Akal., Tomo I., 2001., P.p: 476 - 477



Fuente: <http://books.google.com.ec/books.+Diccionario+Akal+del+color.+Akal>.

Figura 1. 7 Tonos de ÍNDIGO

1.2.10.3 ÍNDIGO COMO COLOR

1.2.10.3.1 En el espectro newtoniano: Sexto color

En Occidente, la interpretación del cromatismo del arco iris manifiesta que éste contiene siete colores, que corresponden a los colores que Newton dividió el espectro de luz visible. Por lo tanto, el índigo es considerado el sexto color, tanto del espectro newtoniano como del arco iris.

La longitud de onda del añil es de 435 nm aproximadamente; las frecuencias más altas que este color se observan como violeta, y las más bajas como azul.

1.3 FIBRAS TEXTILES

Las fibras textiles son unidades de materia, característico del mismo: la longitud es superior a su diámetro y se usan para la fabricación tejidos.

“Se define fibra como cada uno de los filamentos que, dispuestos en haces, entran en la composición de los hilos y tejidos, ya sean minerales, artificiales, vegetales o animales. Fibra textil es la unidad de materia de todo textil. Las características de una fibra textil se centran en su: flexibilidad, finura y gran longitud referida a su tamaño.”⁵

Aunque se han enlistado más de quinientos tipos de fibras, únicamente las que cumplen con las condiciones de: resistencia, elasticidad, longitud, aspecto y finura son óptimas para la industria textil. Los filamentos producidos por el hombre por métodos químicos son continuos, se nombra: los del gusano de seda, y pueden ser cortados para que se empleen de igual forma que las fibras naturales. También se destaca, que, la calidad de filamentos para fibras textiles es independiente de los ciclos de cosechas y de las condiciones climáticas. Las siguientes ventajas: calidad uniforme y volúmenes de producción según la demanda del mercado, facultan que este tipo de fibras incrementen su intervención en el mercado mundial de los textiles.

El consumo mundial porcentual de fibras textiles, es:

- 39% algodón
- 39% sintéticas
- 10% artificiales
- 5% lana
- 7 % otras.

⁵ Edym Multimedia. Las Fibras Textiles. Cap. 3.

1.3.1 Características a analizarse en las fibras textiles

Textura: Aspecto y sensación al tacto. Esta propiedad se establece mediante la estructura microscópica de las fibras, esencialmente la forma.

Resistencia mecánica: Resistencia a la tracción y consecuentemente a la rotura.

Propiedades eléctricas: Las fibras textiles poseen una excelente propiedad aislante.

Resistencia a la humedad: El agua tiende a hinchar las fibras, específicamente las de origen vegetal.

Resistencia química: Particularmente a los álcalis y ácidos. (11)

Resistencia a la luz: El sol tiende a degradar la mayoría de las fibras.

Resistencia al calor: En ciertos casos tiende a carbonizar la fibra, en especial de origen natural

1.3.2 Clasificación

1.3.2.1 Según su longitud

Discontinuas: Su longitud es limitada. Las fibras naturales (excepto la seda) corresponden a este grupo.

Filamentosas: Su longitud es prácticamente ilimitada, depende de las condiciones de industrialización. (11)

1.3.2.2 Según su naturaleza

Cuadro 1. 2 Clasificación de Fibras Textiles

NATURALES	Minerales		Amianto Metálicas (oro, plata, cobre)
	Vegetales	De semillas: Algodón.	
		Del tallo: lino, yute, cáñamo.	
		De la hoja: esparto, pita.	
		Del fruto: coco	
	Animales	Del pelo: lana, mohair, cachemira, alpaca	
		Del filamento: seda, tussur	
De la piel: cuero			
QUÍMICAS	Artificiales	Celulósicas	Rayones (seda artificial)
		Proteínicas	De la caseína de la leche: lanitel
		Algínicas (algas marinas)	De maíz: vícara.
			Rayón alginato
	Sintéticas	Minerales	Fibra de vidrio
		De poliadición	Polivinílicas
			Polietilénicas
			Polipropilénicas
			Poliuretano
		De Policondensación	Poliamidas (nylon)
Poliésteres			

Fuente: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/03/fibras-textiles.pdf>

1.3.3 FIBRAS NATURALES

Algodón: Los tejidos de algodón se caracterizan por ser confortables, inertes, y absorber fácilmente el agua.

Lino: Es muy elástico, posee alta resistencia mecánica. Es excelente conductor térmico, por lo que sus tejidos son frescos. Posee mejor resistencia que el algodón a los álcalis.

Lana: Tiene una resistencia mecánica relativamente baja que compensa con su elasticidad. Si está húmeda es poco resistente. Absorben en gran manera la humedad. Posee textura suave más tiende a desteñirse con la luz

Seda: Es una fibra proteínica y ligera, posee buena resistencia a la tracción en húmedo y en seco, absorbe rápidamente la humedad; cabe recalcar que es resistente a la misma y se descompone con la luz, y el calor.

1.3.4 FIBRAS ARTIFICIALES

Son aquellas fibras elaboradas a partir de artículos naturales. La primera fibra artificial producida fue la seda artificial a finales del siglo XIX, también llamados rayones. (11)

Rayones: Tiene propiedades semejantes a la seda, pero mejor resistencia química, aunque tienden a ser inflamables. La variedad más generalizada es la viscosa.

1.3.5 FIBRAS SINTÉTICAS

Son fibras obtenidas artificialmente a partir de productos que se fabrican mediante síntesis química tanto en laboratorios como a nivel industrial. La primera fibra sintética obtenida fue el nylon en 1938, la misma que se destaca por las siguientes ventajas:

- Buen tiempo de vida útil y excelente resistencia mecánica.
- Precio accesible.

En menor grado las siguientes desventajas:

- Absorben poco la humedad.
- Pueden producir alergias dérmicas.

A pesar de lo nombrado, son las fibras más extendidas.

1.3.5.1 Clasificación

Fibras poliamídicas: Son inertes, la más importante: el nylon. Presenta las siguientes características: Es muy elástica, posee excelente resistencia mecánica. Más se degrada bajo el efecto de la luz, pero es exento al moho y a la humedad.

Fibras de poliéster: Posee larga duración y son de fácil mantenimiento. Son muy resistentes al ataque químico y prácticamente inarrugable, aunque atraen el polvo fácilmente. (11)

Fibras de poliuretano: Son fibras muy elásticas. El nombre proviene de su cadena principal que contiene enlaces uretano.

1.3.6 MEZCLILLA O DENIM

La mezclilla o denim es un tejido utilizado en la confección de ropa de trabajo. Aunque no hay un concepto sobre su origen, varios estudios afirman que surgió en Europa, en la Edad Media.

En el sur de Francia, en los montes entre las localidades de Nimes y Alés (aldea de Mialet) se localiza el Museo del Desierto. En los ajuares de estos campesinos se destacan pantalones, chalecos y chaquetas hechos de «tela de Nimes» conocido como denim, teñida con azul y con glasto (yerba pastel, o "*Isatis tinctoria*"⁶). Nimes se convirtió en un centro industrial textil fundamentado en el algodón, el mismo que lo denominó denim.

Esta tela de lona empezó a tomar popularidad gracias a su resistencia y durabilidad, ya que en sus inicios fue empleada en la fabricación de velas para barcos, toldos, tiendas de campaña y lonas. La mezclilla verdadera es tela de algodón, elaborada con diferentes

⁶ BALFOUR, P. (1998). Índigo. London. British Museum.

colores de hilo, específicamente en la trenza como en la trama. Denominado así, como dril de algodón debido a su fabricación asargada, es decir, tejido en diagonal, obteniendo como resultado un color predominante. El más popular es el azul índigo, al igual que el azul de Vergara. En la actualidad el tejido de denim se mezcla con otro tipo de fibras, en especial con fibras sintéticas como el poliéster y spandex. Es así como se clasifica la mezclilla, según su modificación en la composición.

1.3.7 ORÍGENES DE MEZCLILLA

“En 1853, un comerciante de San Francisco (California), Levi Strauss, pensó en usar las lonas que se utilizaban en la fabricación de tiendas de campaña para hacer ropa de trabajo a los mineros, ropa que resistiera la vida a la intemperie y el peso en los bolsillos del mineral encontrado. Estos pantalones fueron rematados con refuerzos de cobre, y eran todos del mismo color marrón que se usaba en las tiendas de campaña, y sin bolsillos traseros.”⁷

Comerciantes genoveses teñían estas telas con un pigmento de color azul, con las siguientes características: menos caro y en mayor proporción: el índigo extraído de una leguminosa (*Indigofera tinctoria*) originario de Java y de la India, que finalmente fue patentado por Strauss en 1873, con su nombre. En inglés, la «tela de Genoa» (Génova) pasó a llamarse jean.

En 1880 el químico Adolf Von Baeyer elaboró un colorante azul partiendo del ácido antranílico, y desde entonces dejó de usarse pigmentos de origen biológico.

En los años setenta, los jeans se difundieron y cobraron fama, hasta el punto de que la mezclilla azul inició su aplicación en prendas de alta costura. Siendo favorable gracias al empleo de enzimas como catalizadores en el proceso de manufactura, proporcionando

⁷ Orígenes de mezclilla. Consultado el 1 de Septiembre del 2013, de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Mezclilla>

flexibilidad, la misma que no posee el tejido original y que permite su aplicación en varios tipos de accesorios.

1.3.8 PROCESO DE DENIM

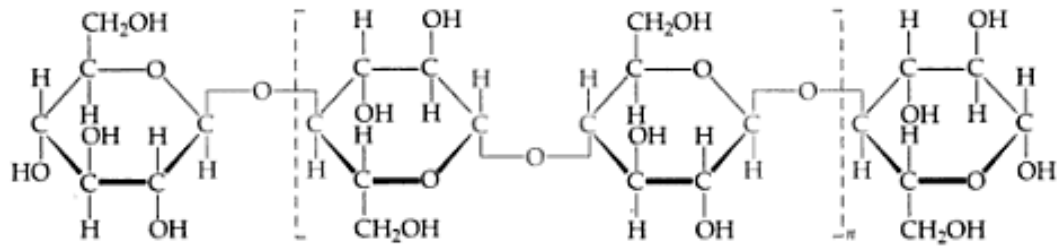
El denim es una tela de algodón asargado de trama blanca y urdimbre teñida de azul índigo. Seguidamente, las máquinas hiladoras transforman el algodón en hilos, una parte de éstos son teñidos con una coloración azulada y después encolados para proporcionar mayor resistencia. Se emplea un urdidor de balas, para después en el telar cruzarlos, por fuente de aire, con otros blancos que serán la trama. Una vez formada la trama, puede ser mezclada con fibras elastoméricas, en proporción del 2%, para establecer tejidos elastizados. Finalmente, se realizan varios tratamientos hasta conseguir el denominado denim en un proceso que tarda 20 días.

1.3.9 COMPOSICIÓN DE DENIM

1.3.9.1 ALGODÓN

El algodón es una fibra vegetal natural de gran importancia económica como materia prima en la manufactura de tejidos y prendas de vestir. Su uso es amplio, debido a la viabilidad con que la fibra se puede trenzar en hilos. Su absorbencia, resistencia, y la gran facilidad con que se lava y se tiñe también contribuyen a que el algodón sea apto para la elaboración de variados géneros textiles. (2)

El algodón es una fibra muy valorada debido a que tan solo el 10% de su peso se elimina durante el proceso de transformación. Esta celulosa es sistematizada en cierta forma que le proporciona al algodón propiedades exclusivas de absorción, durabilidad y resistencia. Cada fibra está formada de 20 a 30 capas de celulosa, enrolladas en una escala de resortes naturales. Cuando la cápsula de las semillas se abre las fibras, se secan enredándose unas con otras, excelente para hacer hilo.



Fuente: BROWN, H. 2004.

Figura 1. 8 Estructura de la Celulosa

La composición del algodón es celulosa casi pura. Característico por su color blanco, amarillo pálido o levemente rojizo. Su fibra es ligeramente sedosa, fuerte en mayor o menor grado, de longitud variable. Según sea su longitud, se divide en algodones de fibra corta y larga. El algodón de fibra corta es de 20 a 39 mm de largo, y el grosor, varía de 6 a 29 centésimas de milímetro por fibra. El algodón de fibra larga se emplea para la fabricación de tejidos finos. Siendo el de fibra corta más complicada de trabajar, empleado para tejidos comunes. Cualidades como: elasticidad, homogeneidad, resistencia y color son las que directamente influyen en la apreciación del algodón. (2) (10)

Tabla 1. 2 Composición del Algodón

COMPONENTE	TOTAL DE FIBRA (%)
Celulosa	88 – 96
Agua	6.0 - 8.0
Sales Minerales	0.7 - 1.6
Proteínas	1.1 - 1.9
Pectinas	0.7 - 1.2
Ceras	0.4 - 1.0
Pigmentos-motas	0.5 - 1.0

Fuente: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/1/capitulo1.pdf>

1.3.9.2 POLIÉSTER

La primera fibra de poliéster fue elaborada en Inglaterra. Se afirma que la forma del filamento es la más versátil en comparación con otras fibras, debido a la facilidad de mezcla con gran variedad de fibras sin destruir las propiedades de la otra fibra.

Las fibras de poliéster son de cuidado simple. Poseen óptima resistencia al arrugamiento y lavados repetitivos. Puede termofijarse para control de deformación. Permite marcación de pliegues permanentes. No experimentan daño por luz solar.

1.3.9.3 SPANDEX

“La sustancia formadora de la fibra es un polímero sintético de cadena larga compuesto de por lo menos un 85% de poliuretano segmentado. Las fibras de spandex son reconocidas por su excelente elongación y recuperación casi instantánea. No son de caucho, pero son superiores a este material en su resistencia a los aceites y a la oxidación.”⁸

1.4 TINTURA

“Un colorante tintóreo es un producto capaz de dar color a la fibra textil y es el proceso en el que un material textil es puesto en contacto con una solución de colorante y lo absorbe de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño y el proceso molecular tintóreo, lo que se conoce como Cinética tintórea.”⁹

⁸ HEERMAN, P. (1999). Tecnología química de los textiles. Barcelona – España.

⁹ Tintura de Fibras Textiles. Consultado el 16 de Diciembre del 2013, de: <http://tinturadefibrastextiles.blogspot.com/>

1.4.1 ETAPAS DE TINTURA

1.4.1.1 ABSORCIÓN

En la etapa inicial de tintura, el colorante no experimenta descomposición, y se da únicamente la difusión hacia el interior de la fibra, es allí donde se impregna sobre las cadenas celulósicas por medio de fuerzas de naturaleza secundaria. Una vez alcanzado el equilibrio, se agrega álcali, dando lugar a la segunda fase.

En la etapa de absorción influyen los siguientes parámetros:

- Naturaleza del colorante
- Relación de baño
- Concentración de electrolito
- pH
- Temperatura
- Tipo de fibra

1.4.1.1.1 Naturaleza del colorante

La razón de la baja afinidad es que no es posible reprimir determinada hidrólisis del colorante en la solución de tintura, el resultado de la misma es que siempre se conserva una parte de colorante hidrolizado sobre la fibra.

En caso de que el colorante sea de alta afinidad, de igual manera el hidrolizado tendría elevada afinidad, por lo cual cuanto mayor sea la afinidad mayor será la cantidad de colorante hidrolizado sobre la fibra, lo cual es más complicado eliminar de la fibra a razón

de la gran fortaleza de los enlaces secundarios con la celulosa. Pero si el colorante posee baja afinidad la cantidad de colorante hidrolizado sobre la fibra será menor, debido a que su equilibrio se encuentra desplazado hacia la fase acuosa. (16)

1.4.1.1.2 Relación de baño

Es uno de los factores más influyentes en el agotamiento de los colorantes. El aumento de la relación de baño contribuye a la reducción del agotamiento, específicamente en colorantes de baja afinidad; mientras que los colorantes de alta afinidad son influenciados en menor grado por la relación de baño.

1.4.1.1.3 Concentración de electrolito

La adición de sal se hace con el objetivo de que una molécula del reactivo reaccione con un OH de la celulosa y no con un OH del medio (hidrólisis), es primordial hacer que las moléculas de soluto se adhieran a la fibra de la celulosa. Es por esta razón que se considera este momento como el inicio de la reacción, es decir la activación del colorante.

La presencia de electrolitos neutros influye mayormente en la absorción de los colorantes, para lo cual es necesario neutralizar el potencial electronegativo de la fibra. Es importante mencionar que las cantidades de sal a usar son dependientes de la concentración del colorante y de la relación de baño, a mayor intensidad de color se requiere mayor concentración de electrolito; y viceversa. (16)

Tabla 1. 3 Cantidad de electrolito y álcali según la concentración de colorante.

COLORANTE (%)	ELECTROLITO (g/l)	ÁLCALI (CARBONATO DE SODIO) (g/l)
≤ 0.5	30	10
0.5 - 1	40	15
1 - 2	50	20
2 - 3	60	20
3 - 4	70	20
4 - 5	90	20

Fuente: PEÑAFIEL, S., 2011.

1.4.1.1.4 pH.

La etapa de absorción de colorante se realiza a pH neutro o poco alcalino, debido a que un valor elevado de pH produce reacción entre el colorante y la fibra o entre el colorante y el agua, en caso de que el colorante no haya sido absorbido en la fibra hasta ese momento se incrementa la hidrólisis. Se ha comprobado que al aumentar el pH, cuando excede de 11, se produce una reducción en cuanto al agotamiento del colorante, a más de ello una mayor hidrólisis.

1.4.1.1.5 Temperatura

De la misma manera que en todos los sistemas de tinción, el incremento de la temperatura disminuye el agotamiento al equilibrio. El medio de reacción debe poseer una temperatura de 80°- 85°C. Cabe mencionar que la hidrólisis es más rápida cuando se excede esta temperatura o se baja baja el pH.

1.4.1.1.6 Fibra

Existen marcadas diferencias en el agotamiento de los colorantes aplicados en distintas fibras celulósicas, así en el algodón mercerizado se produce mayor agotamiento que el algodón sin mercerizar. (8)

1.4.1.2 REACCIÓN

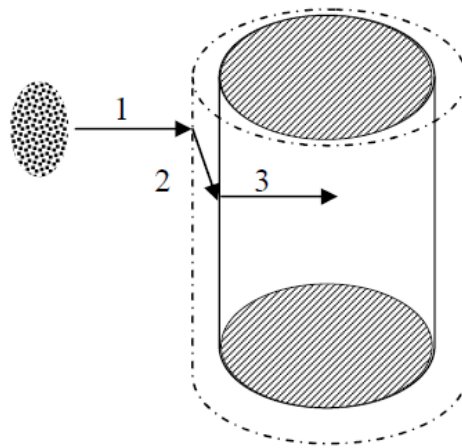
Las etapas continuas en relación a la molécula individual son paralelas a la etapa cinética y terminan cuando la tintura ha alcanzado el equilibrio. Una vez alcanzado el equilibrio a pH neutro, se agrega álcali a la solución, es allí donde se inicia la reacción entre el colorante, la celulosa y con el agua. Es interesante que siendo posible la reacción entre el colorante, la celulosa y el agua y siendo que ésta última se encuentra en mayor proporción, el colorante reaccione preferentemente con la celulosa.

1.4.1.3 ELIMINACIÓN DEL COLORANTE HIDROLIZADO

La etapa final del proceso de tinción consiste en la eliminación del colorante hidrolizado, procurando sea la mínima cantidad, generalmente se produce en mayor o menor proporción. Según la etapa final, el mencionado colorante hidrolizado se destaca en dos situaciones:

- Se encuentra disuelto en la fase acuosa, a través del cual su eliminación se reduce al vertido del baño de tintura.
- Y al lavado con agua para separar la solución intermicelar de la fibra por medio del arrastre del colorante.

La eliminación del colorante hidrolizado se estima como la etapa controlante del proceso, por esta razón su estudio es imprescindible desde el punto de vista físico-químico. La difusión más lenta se da en el interior de la fibra debido a que el colorante deberá vencer las barreras físicas conformadas por las cadenas macromoleculares que constituyen la estructura interna de la fibra. Por lo cual, el fenómeno de difusión podrá realizarse mediante la determinación de la concentración del colorante que exista en el baño de tintura. (15)



Fuente: repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf

Figura 1. 9 Esquema de las Etapas del Proceso de Tintura

1.4.2 PRINCIPIOS DEL PROCESO TINTÓREO: Ley de Fick

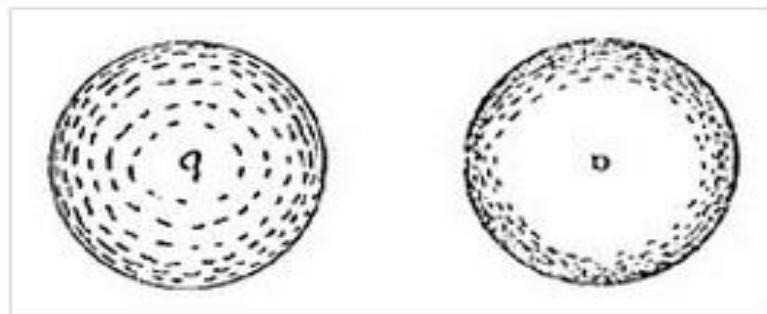
El colorante se reparte en forma anular alrededor de la fibra; lo que produce que en la superficie de esa fibra exista una elevada concentración de colorante y muy escasa o casi nula en su interior. Esa concentración presente en el exterior provoca el flujo de colorante hacia el centro del cuerpo a tintar.

La primera ley de Fick manifiesta que el flujo de moléculas de colorante es directamente proporcional a los factores de difusión, a continuación se describen:

- **Concentración del colorante:** La concentración del colorante en el substrato incrementa el coeficiente de difusión; éste se presenta como aparente y se mide según la curva de agotamiento.
- **Afinidad:** Cuando se considera de una afinidad elevada, la tintura es rápida en el inicio de la penetración en la fibra, pero seguidamente disminuye debido a la concentración del colorante. Las capas exteriores se tintan fuertemente y las interiores muy despacio. Con baja afinidad, es afirmativo que el coeficiente posiblemente no aumente, sin embargo la penetración al interior de la fibra es más uniforme. La siguiente figura representa el fenómeno de afinidad en una sección transversal de una fibra al microscopio. (16)

Gran afinidad

Baja afinidad



Fuente: <http://tinturadefibrastextiles.blogspot.com/>

Figura 1. 10 Difusión Molecular

- Electrolito: La presencia de sal en el baño contribuye en la atracción y repulsión entre la fibra y el colorante. Para la tinción que requiere electrolito, está estandarizado una cantidad óptima de concentración de sal.
- Temperatura: Es proporcional al coeficiente de difusión. Aumentar temperatura quiere decir incrementar energía al baño.
- Substrato: Es determinante en el proceso tintóreo. En determinadas estructuras moleculares el colorante sólo puede ocupar las regiones amorfas de los mismos, sin romper el sistema cristalino de la constitución molecular de esa fibra. (16)

$$\phi = -D \frac{dn}{dx}$$

(Ecuación 1.1)

Donde:

D = Coeficiente de difusión molecular (m^2/s)

$\frac{dn}{dx}$ = Gradiente de concentración ($1/m^4$)

ϕ = Flujo de partículas, que por unidad de tiempo atraviesan una superficie unidad ($1/m^2s$)

El sentido negativo (-) es consecuencia del sentido del gradiente de concentración, que es opuesto al del flujo.

1.4.3 TINTURA DE LAS FIBRAS TEXTILES

1.4.3.1 INFLUENCIA DE TINTURA EN LA ESTRUCTURA FÍSICA

Se puede definir la tintura como aquel tratamiento mediante el cual una materia textil en contacto con una solución o dispersión de colorante, adsorbe el mismo, de modo que el cuerpo teñido adquiera resistencia a retornar el flujo colorante del baño del mismo que lo adsorbió.

Esta propiedad de retornar el colorante es el resultado de la energía de su unión, y se encuentra en función de las relaciones existentes entre las estructuras moleculares de los cuerpos mencionados y del sistema como se lleva a cabo la tintura. Se observado que el colorante penetra en el interior de la fibra y que cuanto más profundo se encuentra, más íntima es la unión y presenta mayor resistencia a ser desvinculado.

Los materiales textiles son elaborados a partir de hilos, fibras y filamentos (tramados y tejidos). A pesar de la forma requiere del material fabricado por las mejores máquinas a escala comercial, la naturaleza de la fibra define el tipo de colorante y el proceso de tinción que se ha de emplear. (12)

Cuadro 1. 3 Afinidad de Colorantes según la Fibra Textil

CELULOSAS	PROTÉICAS
Directos	Ácidos (incluyendo complejos metálicos)
Azufrados	Mordentados
Azoicos	Reactivos
De Tina	
Reactivos	

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/perez_1_oa/capitulo1.pdf

Analizando la estructura de todas las fibras textiles, se deduce una característica común, que sus moléculas están agrupadas constituyendo polímeros lineales. Así, tenemos, la lana y la seda son polipéptidos, las fibras vegetales y el rayón son compuestos de polielobiosa, y el nylon es una poliamida. Por consiguiente los filamentos fibrilares se encuentran ordenados a lo largo del eje de estas macromoléculas, dependiendo de su forma y magnitud, ciertas propiedades físicas, así también su grado de afinidad para la tintura.

Usualmente las tinturas se realizan en medio acuoso y se observa que mientras la fibra textil se sumerge en el agua, ésta tiende a “hincharse”, dependiendo los grupos hidrofílicos de la molécula. Los rayos X nos indican, que los espacios de las cadenas cristalinas en las fibras no experimentan variación mientras que la fibra esté en estado seco o húmedo y que, por consecuencia, es necesario conocer la causa del “hinchamiento” de la fibra, de tal forma que el poro que lo compone, aumenta extraordinariamente de tamaño al estar la fibra en estado húmedo, favoreciendo la difusión de colorante hacia el interior de la fibra.

La valoración del tamaño de los poros en las fibras es de gran dificultad por lo cual se ha establecido valores aproximados. Los cuales se han obtenido a través de medidas de permeabilidad, referido a estado húmedo, sobre el aumento en el tamaño de los poros cuando las fibras se encuentran en estado húmedo. (3)

Cuadro 1. 4 Absorción de agua en diferentes fibras celulósicas

FIBRAS	GRAMOS DE AGUA/100 g DE FIBRA
Rayón viscosa	95
Rayón cupromoniacal	90
Algodón americano mercerizado sin tens	56
Algodón americano mercerizado con tens	46
Lino	46
Algodón americano	42
Ramio	42

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/perez_1_0a/capitulo1.pdf

Estas variaciones, entre las diferentes fibras de naturaleza celulósica, nos muestran una explicación del por qué para el mismo proceso de tinción en el cual se tiñen conjuntamente rayón viscosa, algodón mercerizado y sin mercerizar, la intensidad de color sobre la fibras especificadas está en proporción decreciente respectivamente, siendo muy complicado alcanzar a tintóreos, los mismos que denotan las dificultades de obtener una tintura uniforme en productos que contengan rayón y algodón, y que únicamente con colorantes seleccionados y con una adecuada regulación de la temperatura durante el proceso de tinción, se puede lograr una tinción uniforme.

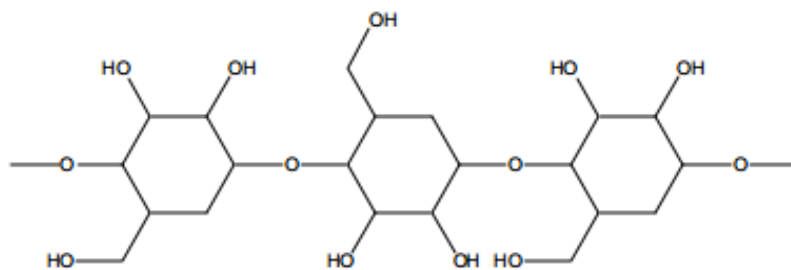
Para las fibras de naturaleza proteínica, la magnitud del diámetro de los canales intermicerales, ha sido medida por Speakman en una forma indirecta mediante el trabajo requerido para estirar la fibra de lana en varios líquidos, concluyendo que el diámetro especificado posee una magnitud de 6Å en estado seco de la fibra, llegando a 41 Å en estado húmedo, posibilitando así la entrada de las moléculas de colorante.

1.4.3.2 INFLUENCIA DE TINTURA EN LA ESTRUCTURA QUÍMICA

El soporte de la estructura química de todas las fibras vegetales es la celulosa, la misma que se combina en diversas proporciones con otros compuestos, obteniendo una serie de fibras que se dispersa desde su forma más simple en el algodón, hasta los compuestos de rayón. Teniendo como intermediarias las denominadas fibras bastas. Toda esta clase de fibras pueden agruparse de acuerdo a su conducta tintórea, las cuales denotan diferencias en su comportamiento, que no alteren de ninguna forma la base de la conducta tintórea del grupo. (12)

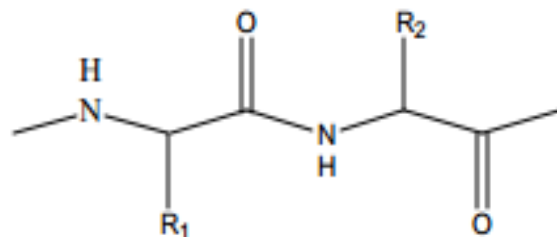
La celulosa está formada por una cadena celobiósica y la lana por cadenas proteicas representadas de la siguiente manera:

Figura 1. 11 Cadena Celobiósica de las Fibras Celulósicas



Fuente: ANSELME, P. 1838

Figura 1. 12 Cadena Proteica de la lana



Fuente: FARROW, G. 1969

Se puede observar que en esta cadena cada grupo posicional, se va repitiendo cada dos unidades. En la estructuración cristalográfica de la celulosa, la separación entre cada dos grupos aislados es de 10^3 \AA , influye sobre la afinidad de los colorantes capaces de teñir la celulosa. De la estructura química de la celulosa puede deducirse que es un compuesto hidrofílico, siendo estas características las más relevantes para establecer el comportamiento de los colorantes directos sobre esta fibra.

El comportamiento de los colorantes directos sobre la celulosa, está dado por la afinidad del colorante sobre la fibra, que es la propiedad que presentan los colorantes de ser adsorbidos por la celulosa y su resistencia a la desorción. Así cuanto más fácilmente sea adsorbido un colorante directo por la celulosa y mayor resistencia posea la fibra teñida a eliminar cierta proporción del colorante adsorbido durante el proceso de tinción, mediante un lavado posterior, mayor afinidad presentará el colorante por la fibra. (12) (10)

1.5 AUXILIARES TEXTILES

Los productos auxiliares se emplean con el objetivo de optimizar la calidad y reproducibilidad de procesos textiles factibles en húmedo, mejorando el rendimiento de los colorantes empleados. Los principales auxiliares para tinción de algodón son:

- **Dispersante - Igualante:** Permite el movimiento constante de las moléculas de colorante, intensifica tanto la penetración como la distribución uniforme del baño de teñido, dando como resultado mejor igualación durante todo el proceso de tinción entre la superficie interior y exterior de la fibra. Además previene la precipitación de sales de agua dura y mejoran la estabilidad del baño.
- **Antiquiebre:** Es un lubricante que se emplea con el propósito de prevenir la formación de quiebres, marcas, arrugas, “patas de gallo” durante los procesos en húmedo de los textiles.
- **Secuestrante:** Son moléculas orgánicas capaces de mantener en solución metales pesados, los mismos que provocan interferencias durante los procesos en húmedo de la fibra. Es característico de un buen secuestrante poder secuestrar iones metálicos y alcalinotérreos que pueden formar compuestos con los colorantes, provocando interferencia durante el proceso, bloqueando así su subida sobre la fibra. Dentro del proceso de tinción un factor determinante es la dureza del agua, la misma que está representada principalmente por la presencia de iones de calcio y magnesio. (15)

Tabla 1. 4 Grado de Dureza del Agua

0 - 75 mg/1 CaCO ₃	agua blanda
75 - 150 mg/1 CaCO ₃	agua semi-dura
150 - 300 mg/1 CaCO ₃	agua dura
más de 300 mg/1 CaCO ₃	agua muy dura

Fuente: repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf

- **Humectante:** Es un producto que al añadirse a una disolución, incrementa el poder de mojado de la misma. En procesos textiles, favorece tanto el mojado como la penetración de los productos textiles por el agua o las disoluciones acuosas.

1.5.1 Función del Cloruro de Sodio

La sal se usa como "mordiente" o fijador del color. La adición a la solución de colorante en proporciones adecuadas garantiza mayor tiempo de vida útil del color en el tejido. Y el exceso produce envejecimiento de la tela.

1.5.2 Función del carbonato de sodio (Na₂CO₃)

“El carbonato de sodio es una sal de sodio de ácido carbónico. Por lo general, se presenta en forma de un polvo cristalino blanco. Se puede extraer de las cenizas de muchas plantas, por lo que también se conoce como ceniza sódica, y se puede producir

sintéticamente en un proceso que implica la salmuera de la sal del agua de mar y de la piedra caliza. El carbonato de sodio se emplea para agotar el colorante en el teñido.”¹⁰

1.5.3 Función del fijador de color

El empleo de fijador de color previene que se destiña durante el lavado, además proporciona un tacto suave y solidez al lavado.

1.6 PRETRATAMIENTO DE ALGODÓN

Un producto textil óptimo depende en gran manera de la eficiencia y calidad dadas en los procesos previos, ya que una pieza mal preparada no puede alcanzar una tintura uniforme, y, particularmente, cuanto mejor y más homogéneo es el proceso de preblanqueo del algodón, más brillantes y uniformes son los matices resultantes, más claros los efectos de contraste, favorable gran parte de los acabados químicos y, finalmente menor posibilidad de presentar defectos posteriores. (14)

1.6.1 PROCESO DE DESCRUDE

Este proceso consiste en tratar la fibra de algodón con una solución caliente de álcali, a fin de garantizar la eliminación completa y uniforme de posibles residuos humectantes Este tratamiento ayuda a liberar los grupos reactivos de la celulosa, e incrementa el grado de blancura de la fibra de algodón.

¹⁰ Función del carbonato de sodio. Consultado el 17 de diciembre del 2013, de: http://www.ehowenespanol.com/del-carbonato-sodio-sobre_141005/

Este proceso consiste en tratar la tela con sosa cáustica (NaOH), dispersante y humectante a ebullición (80-90C°) donde la hemicelulosa, ceras, pectinas, grasas, aceites y proteínas, son degradadas por efecto del álcali y temperatura hasta lograr su solubilidad en agua, para posteriormente eliminarlas en forma definitiva mediante lavado, obteniéndose como resultado una óptima absorción. Es imprescindible en esta fase agregar un buen humectante y dispersante resistente al álcali, con el fin de lograr una mayor y más rápida penetración de la sosa cáustica y mantener en suspensión las sustancias disueltas. Además es recomendable la adición de un agente reductor para proteger la fibra de la formación de oxixelulosa. (14)

Tabla 1. 5 Productos para el Proceso de Descruce

PRODUCTOS	CONCENTRACIÓN(g/l)
Sosa cáustica	40 - 100 al 100%
Detergente humectante	4 – 8
Agente reductor	2 – 4
Secuestrante	2 – 4

Fuente: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/1/capitulo1.pdf>

1.6.2 PROCESO DE PREBLANQUEO DE ALGODÓN

Proceso que se efectúa con el fin de eliminar el color natural del algodón. Para este procedimiento se emplean productos que por reacción química liberen oxígeno. Los productos con mayor aplicación son: peróxido de hidrógeno (H₂O₂), hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorito de sodio (NaCl₂). De los cuales el más utilizado es el peróxido de hidrógeno debido a que presenta el menor poder redox, permitiendo así una aplicación generalizada.

1.6.2.1 Peróxido de Hidrógeno

“El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), es el blanqueador textil más utilizado, por ser menos nocivo para la salud del operador, no contamina el ambiente, fácil manejo y no producen ningún daño a la fibra, también llamado blanqueo en caliente en el cual el género se sumerge en la solución de blanqueo a temperatura ambiente y luego, se calienta aproximadamente de 80 a 90°C durante 20 a 30 minutos.”¹¹

Los mecanismos de reacción son los siguientes:

Cuadro 1. 5 Mecanismo de Reacción de Activación del H_2O_2

H_2O_2	+ OH	→	HO_2	+ H_2O
Peróxido	+álcali liberación del blanqueador en medio alcalino	→	Perhidroxilo	+ Agua
HO_2	→	OH	+ O	
Perhidroxilo	→	Oxidrilo	+ Oxígeno atómico blanqueante	

Fuente: PEÑAFIEL, S., 2011.

Un baño de blanqueo requiere ser estabilizado para controlar la reacción rápida del ión perhidroxilo (HO_2^-) y la descomposición del H_2O_2 en oxígeno molecular (O_2) previniendo la destrucción catalítica y consecuentemente el deterioro químico de la fibra. Entre los estabilizadores más óptimos del peróxido de hidrógeno está el silicato de sodio (SiO_3Na_2) con sales de magnesio, el mismo que previene la intervención de productos catalíticos como sales de metales pesados o sus iones, tiene la característica de actuar como tapón frente al álcali.

¹¹ FOGLER, H. (1992). Elements of Chemical Reaction Engineering , Prentice-Hall International Editions.

Los estabilizadores orgánicos son menos eficaces debido a la inestabilidad de los complejos que forman y presentan inconvenientes como la formación de precipitados por pérdida de agua, la misma que con gran dificultad se elimina por lavado, debido a que forman encostramientos muy duros en las paredes de la máquina y además de ello tacto áspero en la tela.

Tabla 1. 6 Productos de Preblanqueo

PRODUCTOS	CONCENTRACIÓN(g/l)
Peróxido de Hidrógeno al 35%	2 – 4
Estabilizador	1 – 2
Sosa Caústica al 100%	1 – 2
Humectante	1 – 2
Secuestrante	1 – 2

Fuente: PEÑAFIEL, S., 2011.

En el proceso de descruce y preblanqueo los auxiliares textiles como detergente, humectante, secuestrante y estabilizador de agua oxigenada tienen las siguientes funciones:

- Humectación, es decir transporte del baño.
- La disgregación, en lo que se refiere a formación de complejos.

Se especifica además la movilización de los productos de reacción: formación de complejos, emulsionado, dispersado. Y protección de la fibra: reducción y estabilización. Cabe recalcar que, el auxiliar predominante es el agua, la misma que se encarga de eliminar productos de la reacción y los productos químicos aplicados. Se nombra el caso específico que partiendo de 100 Kg. de tejido crudo, se obtendrán después del tratamiento previo unos 80 Kg de tejido apto para la coloración.

1.7 Fundamento Experimental

1.7.1 Preparación previa del textil

Es necesario remover todas las impurezas debido a la fabricación del algodón para garantizar homogeneidad en el teñido, buena penetración del colorante y máximo brillo. Estas características son posibles gracias a la acción de un agente tensoactivo aplicado antes del teñido.

1.7.2 Disolviendo el colorante

La cantidad necesaria de colorante se disuelve en agua fría y a continuación se añade agua hirviendo mezclando para disolver completamente el colorante. Es aconsejable añadir esta solución al baño de tintura a través de un tamiz, de esta manera las partículas no disueltas no formen parte del baño de tintura. (6)

1.7.3 Método de teñido de colorantes directos

Los colorantes directos son aplicados sobre la fibra de algodón a ebullición en baños poco alcalinos o neutros con la adición de sal. Sin embargo, es necesario conocer que los colorantes varían en sus propiedades de nivelación, afinidad por la celulosa a diferentes temperaturas y propiedades de agotamiento. Una buena relación de licor de colorante influye directamente en el nivel de teñido, bajas relaciones para un acelerado agotamiento es una posible consecuencia de un teñido desnivelado. Es aconsejable iniciar el baño de teñido bajo condiciones de moderada tasa de agotamiento, por ejemplo, comenzar a baja temperatura y con bajo contenido de sal, y después gradualmente incrementar.

El baño de teñido es preparado con:

- Proporción adecuada de colorante.
- 0.5 – 2% de sosa de ceniza.
- 10 – 30% de sal común.

El teñido se inicia a temperatura ambiente, la misma que asciende gradualmente y el material es teñido hirviendo hasta 80°C durante 1 hora. (6)

1.7.4 Receta

Tabla 1. 7 Receta de teñido de Colorantes Directos

Colorante	x%
Relación de licor	1:20 – 30

Fuente: DUFF, D.G., 1998.

a. Álcali débil

Tabla 1. 8 Álcali débil

Cenizas de sosa (Na₂CO₃)	1 - 2 %
Cloruro de sodio (NaCl)	10- 30%

Fuente: DUFF, D.G., 1998.

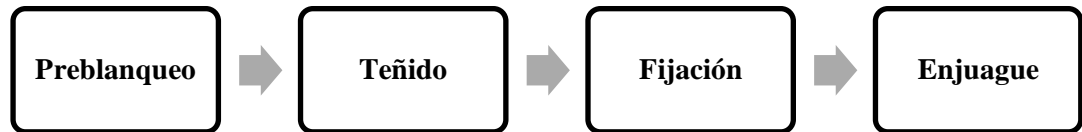
b. Baño neutro

Tabla 1. 9 Baño Neutro

Cloruro de sodio (NaCl)	10- 30%
--------------------------------	----------------

Fuente: DUFF, D.G., 1998.

1.7.5 Procedimiento



1.7.6 Referencia

Colorantes directos- teñido de algodón

Cuadro 1. 6 Referencia de Colorantes Directos

EDTA	0.5 – 2 g/l
pH buffer: (pH 4.5 – 5.5)	2 – 3 g/l
Tonos pálidos	0 – 5 g/l Na ₂ SO ₄
Tonos medios	10 – 15 g/l Na ₂ SO ₄
Tonos fuertes	15 – 20 g/l Na ₂ SO ₄

Fuente: DUFF, D.G., 1998.

1.7.7 Después de los tratamientos

Determinados colorantes directos renuevan sus propiedades de firmeza mediante un adecuado post-tratamiento, así podemos nombrar:

➤ Método I.

El material coloreado es enjuagado y tratado por media hora a 80°C en un baño que contenga:

- 0.5 – 2% de sulfato de cobre
- 0.5 – 2% de ácido acético

El resultado es que la firmeza de la luz es mejorada después de este post-tratamiento. (6)

➤ Método II.

El material teñido es enjuagado y tratado por media hora a 80°C en un baño que contenga:

- 2 – 3% bicromato o cromo aluminio
- 2 – 5% de ácido acético

1.8 Aspectos importantes de la tintura con colorantes directos

Las velocidades a las cuales los colorantes ingresan y salen de las fibras son dependientes de sus estructuras, y explican la velocidad a la cual el baño de tintura se agota, la extensión hasta la cual se agota al equilibrio y la posibilidad de conseguir una tintura homogénea. Una característica determinante en el teñido, es su solubilidad en agua.

“Estas propiedades intrínsecas pueden ser controladas por factores tanto internos como externos, tales como la preparación de los artículos a teñir, la dureza del agua, el tiempo, el gradiente de aumento de la temperatura, la temperatura de agotamiento, la concentración de electrolito usada y en qué momento de la tintura es agregado, la relación de baño (proporción de agua con respecto a la cantidad de material por teñir), la velocidad de circulación de la solución de teñido a través de las fibras, el pH del baño, y los auxiliares textiles empleados.”¹²

Existen varios iones metálicos que aun en muy pequeñas cantidades pueden ser causales en las variaciones de tono en colorantes directos. Específicamente iones calcio, magnesio, hierro y cobre. Los métodos para eliminar estos iones requieren el uso de secuestrantes, tales como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el hexametáfosfato de sodio.

La presencia de iones sodio provoca que el potencial químico de los colorantes directos en solución se eleve. Como resultado, la sustentividad también se eleva, así como el porcentaje de agotamiento al final de la tintura, mientras que la solubilidad descende. Las fuentes más comunes de iones sodio son el cloruro de sodio, el sulfato de sodio anhidro y la sal de Glauber ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). El sulfato de sodio y el cloruro pueden ser usados de

¹² Aspectos Fundamentales de la tintura con colorantes directos. Consultado el 19 de diciembre del 2013, de: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/Tesis%20Colindres.pdf>

manera alterna. Pero el cloruro de sodio, posee mayor tendencia a corroer el acero inoxidable bajo condiciones de presión y alta temperatura. Por ello el sulfato de sodio es más utilizado, a pesar de su precio.

La sensibilidad a la sal es la propiedad de los colorantes que indica qué tanto cambia el comportamiento de tintura, particularmente la velocidad inicial, con la adición de sal. Esta velocidad inicial de teñido se denomina velocidad de strike. Los colorantes muy sensibles a la sal, en especial con relaciones de baño cortas (muy poca agua en relación con el material textil), pueden presentar problemas de irregularidad, debido a que la velocidad inicial es demasiado alta para permitir un teñido homogéneo. La uniformidad también está determinada por una buena circulación del baño de tintura entre las fibras. Los colorantes seleccionados para aplicarse en mezclas (bicromías, tricromías, etc.) deben tener velocidades de strike tan similares como sea posible.

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MUESTREO

2.1.1 LOCALIZACIÓN

La Determinación del tiempo óptimo y cantidad de colorante en el proceso de reteñido de denim se desarrolló en la empresa RADEL INDUSTRY S.A., ubicada en la Calle Seymour 150 y Av. Bolivariana, en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

2.1.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se inició con el análisis de los parámetros que influyen en el proceso de tinción mediante una revisión bibliográfica detallada, el funcionamiento y normas de uso de la máquina de tinción según el manual instructivo para evitar accidentes posteriores. Al igual que la función que cumple cada uno de los aditivos o auxiliares textiles en el proceso de tinción. De esta manera relacionar y determinar la mejor dosificación para un teñido óptimo de denim.

2.1.3 PLAN DE TEÑIDO

Se realizó un cronograma de teñido de muestras en 12 semanas, en cada semana se hizo varias pruebas de teñido con un tratamiento previo de pre blanqueo o Stone wash, seguido del uso de colorantes directos, en una concentración del 1% en peso, en diferentes proporciones de color según la tricromía.

2.1.4 RECURSOS MATERIALES

2.1.4.1 MATERIA PRIMA

Tabla 2. 1 Materia Prima

COLORANTES	FIBRA	SUSTANCIAS
DIRECTOS	ALGODÓN	SAL CARBONATO DE SODIO (Na ₂ CO ₃)

Fuente: Autor

2.1.4.2 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

Tabla 2. 2 Equipos y Materiales de Laboratorio

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	DYEING CONTROLLER DC4F/R-SP
1	BALANZA ANALÍTICA
1	LAPTOP
1	CÁMARA DIGITAL
1	MATRAZ 100 mL
3	PROBETA 100 mL, 500 mL, 1000 mL
1	VASO DE PRECIPITACIÓN 100 mL
1	PIPETA 1 mL
1	PIPETA 2 mL
2	PIPETA 5 mL
2	PIPETA 10 mL
1	PERA DE SUCCIÓN
1	GOTERO
1	PAPEL pH
25	CUCHARAS
100	ENVASES PLÁSTICOS
1	PAPEL ADHESIVO
1	TIJERAS

Fuente: Autor

2.1.4.3 AUXILIARES TEXTILES

Tabla 2. 3 Auxiliares Textiles

RADEL DETREXBOR (DESENGRASANTE-HUMECTANTE)
RADEL SECUESTRANTE HMF
RADEL DISPERSANTE DX
RADELFIX (FIJADOR DE COLOR)

Fuente: Autor

2.1.4.4 FACTORES DE ESTUDIO

Los factores de estudio de la presente investigación para la determinación del tiempo óptimo y cantidad del colorante en el proceso de reteñido de denim son:

- Cantidad de colorante aplicando tricromías en denim.
- Tiempo de teñido de la fibra.
- Curvas de Agotamiento de colorantes directos.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 SELECCIÓN DE AUXILIARES TEXTILES

Las propiedades de los productos auxiliares empleados en el proceso de tinción se describen a continuación:

2.2.1.1 RADEL DETREXBOR (DESENGRASANTE-HUMECTANTE)

Es un agente tensoactivo de tipo no-iónico empleado como agente humectante y de blanqueo de fibras. Específicamente en baños de desengomado alcalino incluye un límite de 6% de soda cáustica. Detrexbor es un agente óptimo de suspensión de colorantes

sulfurosos e índigo. Cuando se emplea en lavados, se logran tonos más brillantes. Además disminuyen manchas sulfurosas. Es un producto 100% biodegradable.

Detrexbor es un agente eficaz y tan sólo pequeñas cantidades son necesarias para lograr resultados humectantes y de blanqueo óptimos. Para usos como agente humectante y de lavado, es recomendable de 0,1 – 0,5%.

Para la limpieza de fibras textiles que han sido sometidas a procedimientos fuertes de lavado a base de “Stone celulosa”, blanqueado al cloro o lavados ácidos neutralizados, las prendas deben lavarse durante cinco minutos a 60 °C, empleando:

- 0,2% Detrexbor
- 0,5% Carbonato de sodio.

2.2.1.2 RADEL SECUESTRANTE HMF

Compuestos como: hexametáfosfato de sodio, pirofosfato ácido y pirofosfato tetrasódico son excelentes secuestrantes, característicos por la propiedad de ligarse con las impurezas de metales contenidos en el agua, tales como calcio, hierro, cobre, magnesio. Es relevante este factor debido a que las impurezas pueden dañar la calidad del teñido, es decir perder homogeneidad y afectar la optimización del proceso.

Los fosfatos son buenos secuestrantes. Debido a que son compuestos que ligan metales pesados como el hierro. Para procesadores que utilizan agua dura, los fosfatos tiene la propiedad de ligar las impurezas y mantenerlas en solución. El Calgón PT da soluciones acuosas, fácilmente solubles en agua pero insolubles en líquidos orgánicos. No poseen límite de solubilidad, y soluciones acuosas muy concentradas hasta 50% pueden ser preparadas de forma sencilla. Esta propiedad es de gran relevancia en operaciones de detergentes debido a que la dureza del agua puede reducir la acción del jabón, detergentes sintetizados y álcalis.

Las ventajas que proporcionan tenemos: mejorar fácilmente en procesos que no contengan secuestrante. Estabilizar las aguas duras para evitar la formación de carbonato de calcio mientras se agregan álcalis. Lo mismo que resulta beneficioso en el ablandamiento parcial de suministros de agua debido a la suma de cal, en el cual después de la precipitación resulta ser un gran inconveniente, y en el tratamiento de aguas con amoníaco: se agrega frecuentemente antes de la desinfección con cloro.

La capacidad de secuestrar iones de calcio permite al Calgón HMF disolver la formación de jabones insolubles y evitar la interferencia directa que tiene la dureza del agua con relación a la efectividad de los detergentes. Por lo cual, posee una aplicación muy amplia en el desempeño del detergente.

2.2.1.3 RADEL DISPERSANTE DX

Es un surfactante polimérico. Denominado como igualante.

Ventajas:

- Protección contra los depósitos de sales de magnesio y calcio.
- Óptimo en el uso de sistemas de blanqueo con peróxido.
- Mejora la solubilidad y disminuye la viscosidad de los lodos o depósitos de silicato de sodio.
- Excelente igualador para uso de colorantes directos aplicado en algodón.
- No provoca efectos negativos sobre el tono de colorantes directos y reactivos.
- Es un agente muy eficaz para la “peluza” del algodón.

Propiedades:

Tabla 2. 4 Propiedades RADEL DISPERSANTE DX

Apariencia:	Polvo de color beige
Carga Iónica:	Aniónica
Densidad:	1.2
pH Producto:	7.5
Solubilidad:	Dispersable en agua a temperatura ambiente.
Compatibilidad:	Con colorantes y auxiliares textiles aniónicos y no iónicos

Fuente: FICHA TÉCNICA RADEL INDUSTRY S.A.

Aplicación:

- Preparación y blanqueo
- Los niveles de aplicación en una relación de baño 1:10 es necesario con un rango de 0.5 – 1 g/l para un blanqueo normal.

Igualador de colorantes directos

El Dispersante DX es un excelente agente dispersante para colorantes directos y reactivos, esta característica puede ser usada para la obtención de tinturas igualadas sobre fibras celulósicas. La proporción indicada debe ser agregada directamente al baño de tintura, previamente disuelto antes de añadir los colorantes.

2.2.1.4 RADELFIX (FIJADOR DE COLOR)

Es un agente reactivo que mejora las solidesces en húmedo. Aplicable por agotamiento.

Aplicación:

Tratamiento posterior de tinción producido con colorantes SOLOPHENYL seleccionados sobre fibras de celulosa y sus mezclas, por el método de agotamiento.

Tabla 2. 5 Características y Ventajas RADELFIX

Características	Ventajas
Buenas propiedades de solidez en mojado.	Las tinturas alcanzan un alto nivel de solidez a la luz en mojado.
Buena estabilidad al vaporizado y al calor seco.	Las solideces no se ven afectadas por un tratamiento térmico posterior.
Alta estabilidad a la hidrólisis ácida.	Las solideces no se ven afectadas por un tratamiento en medio ácido.
Mejora las solideces al frote.	Excelentes solideces al frote.
Baja influencia sobre las propiedades de solidez a la luz.	Las tinturas poseen excelente solidez a la luz.
Influencia pequeña sobre el matiz.	Buena reproductibilidad de las tinturas, facilidad para imitar matices.
Los tejidos tratados poseen un tacto neutro.	El tacto no se endurece.
Buenas propiedades de igualación.	El RADELFIX agota uniformemente y se dispersa de manera homogénea sobre los tejidos.
Alto grado de agotamiento.	La cantidad agregada de RADELFIX se usa por completo, asegurando una nula polución del efluente.

Fuente: FICHA TÉCNICA RADEL INDUSTRY S.A.

Propiedades:

Tabla 2. 6 Propiedades RADELFIX

Composición química:	Preparación acuosa de un derivado de poliamida modificada.
Carácter iónico:	Catiónico.
Forma física:	Líquido de baja viscosidad, transparente, pardo.
pH(solución al 5%)	Aprox. 5
Estabilidad general:	Altamente estable en agua dura y a los ácidos, álcalis y electrolitos.
Estabilidad al almacenamiento:	Estable a 20°C y en envases cerrados durante un año.
Toxicología:	El almacenamiento, manipulación, y aplicación de los productos han de realizarse observando las normas de seguridad usuales en el trabajo con productos químicos. No se debe ingerir los productos.

Fuente: FICHA TÉCNICA RADEL INDUSTRY S.A.

Aplicación:

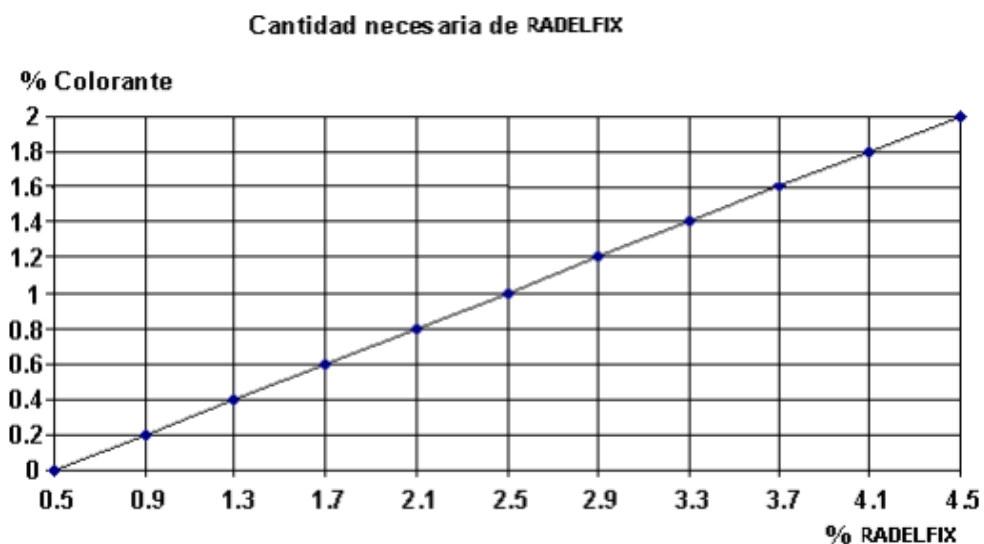
- RADELFIX puede ser mezclado con agua en cualquier proporción.
- Las telas teñidas se tratan con RADELFIX en baño nuevo.
- Los colorantes seleccionados pueden ser clasificados en dos grupos:

Grupo 1: colorantes más aptos

Grupo 2: colorantes suplementarios

La elección del colorante se determina por las características requeridas por el sistema, así se nombran: rendimiento, aptitud para la tintura por tricromía, reproducibilidad, penetración uniforme del colorante, solidez.

La cantidad necesaria de RADELFIX depende de la intensidad de matiz y de los colorantes empleados.



2.2.2 SELECCIÓN Y DISOLUCIÓN DE COLORANTES

Se inicia con la selección y disolución del colorante, así tenemos para algodón el uso de colorantes directos; seguidamente la disolución del mismo al 1% en agua fría y finalmente añadir agua caliente de modo que se disuelva completamente, y no queden partículas de colorante no disueltas.

2.2.3 PREPARACIÓN DE LA FIBRA

- Se debe realizar un tratamiento previo de preblanqueo o Stone wash con el objetivo de degradar el tono o remover el color de la superficie de denim.
- Se divide la tela en pequeñas superficies de peso promedio 10g.
- Se pesa cada tela y se registra para realizar los cálculos correspondientes a la cantidad de colorante que se ha de añadir según el porcentaje.

Tabla 2. 7 Productos de preblanqueo de algodón

Antiquiebre	0,6 – 0,7g
Humectante	0,3 – 0,4g
Metasilicato de Sodio (Na_2SiO_3)	0,2g disuelto en 5mL.
Sosa Caústica al 20%	0,5 mL
Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2)	2 mL
Ácido Acético	3 mL

Fuente: Autor.

Tabla 2. 8 Parámetros de preblanqueo de algodón

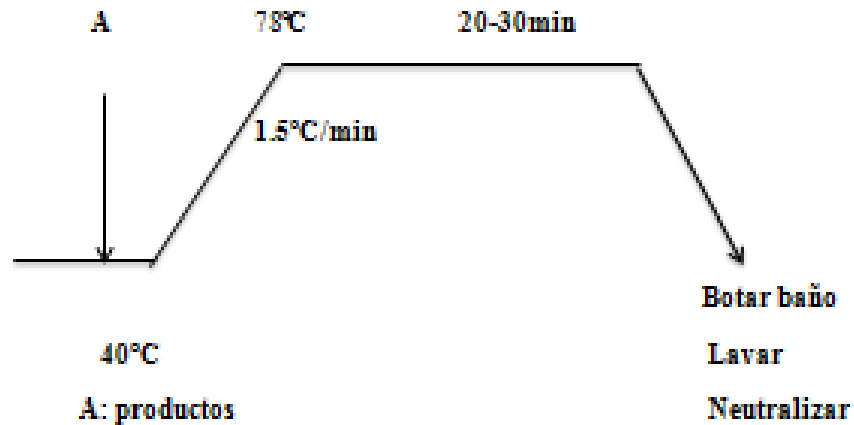
Temperatura(°C)	Tiempo(min)
78	20

Fuente: Autor.

Tabla 2. 9 Parámetros de preblanqueo de algodón después de ajustar el pH

Temperatura(°C)	Tiempo(min)
50	10

Fuente: Autor.



Fuente: Autor.

Figura 2. 1 Curva Óptima de Preblanqueo de Algodón

2.2.4 PROCESO DE TINCIÓN

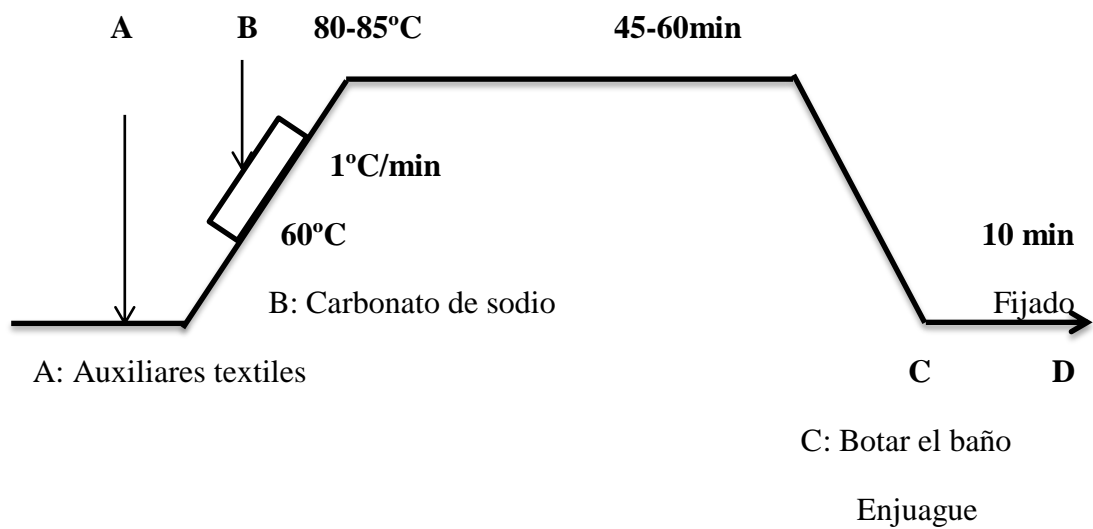
- Realizar una limpieza de los tubos de tinción con detergente líquido con el objetivo de eliminar toda clase de contaminación durante el proceso.
- Numerar cada tela.
- Humedecer cada una de las telas a teñir.
- Pesar los auxiliares textiles (Humectante, secuestrante, dispersante, antiqiebre) y la sal previamente estandarizados.
- Disolver en agua caliente.
- Añadir los auxiliares textiles disueltos en los tubos de tinción tomando en cuenta que deben ocupar con la tela el 70% o 2/3 del tubo.
- Colocar la tela enrollada en forma cilíndrica no forzada según la numeración.
- La relación de baño será de 1:10.
- Apretar los pernos.
- Revisar que no existan fugas a través del empaque.

- Subir la temperatura a 50°C.
- Inyectar el carbonato de sodio (Na₂CO₃) previamente pesado y disuelto.
- Subir la temperatura a 80°C durante 60 min.
- Enfriar a 50°C.
- Fijar el color durante 10 min.
- Eliminar el baño.
- Enjuagar las telas.
- Secar.

Tabla 2. 10 Productos y Auxiliares Textiles de Teñido

NaCl (40g/l)	6,4 g
Agua (1/10)	160 mL
Humectante (1g/l)	0,16 mL
Secuestrante (1g/l)	0,16 mL
Dispersante (2g/l)	0,32 mL
Antiquiebre (1g/l)	0,16 mL
Suavizante (1g/l)	0,16 mL
Na ₂ CO ₃ (1g/l)	0,16 mL
Fixador al 1%	0,10 mL

Fuente: Autor



Fuente: El Autor

Figura 2. 2 Curva Óptima de Teñido de Algodón

CAPÍTULO III

3 CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1 CÁLCULOS

Cuadro 3. 1 Parámetros de colorantes directos al 1%

COLORES	ORANGE 2GL ORANGE S ROSE AZUL BRL AMARILLO RL
CONCENTRACIÓN	1%
TEMPERATURA	80°C
TIEMPO	60 min
FIJACIÓN	10 min
pH	4.5 – 5

Fuente: Autor

- NaCl (40 g/l) Sólido.

$$\frac{40 \text{ g} * 160 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 6.4 \text{ g}$$

- Humectante (1g/l) Líquido.

$$\frac{1 \text{ g} * 160 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0.16 \text{ g}$$

- Secuestrante (1g/l) Líquido.

$$\delta = \frac{m}{V}$$

$$\delta = \frac{29.6 \text{ g}}{30 \text{ mL}} = 0.987 \text{ g/mL}$$

$$V = \frac{0.16 \text{ g}}{0.987 \text{ g/mL}} = 0.16 \text{ mL}$$

- Dispersante-Igualante (1g/l – 2g/l) Líquido.

Estándar: 1g/l

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{0.16 \text{ g}}{0.966 \text{ g/mL}} = 0.16 \text{ mL}$$

Estándar: 2g/l

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{0.32 \text{ g}}{0.966 \text{ g/mL}} = 0.33 \text{ mL}$$

- Na₂CO₃ - Carbonato de Sodio (1g/l) Sólido.

$$\frac{1 \text{ g} * 160 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0.16 \text{ g}$$

$$\frac{0.16 \text{ g} * 100 \text{ mL}}{4 \text{ g}} = 4 \text{ mL}$$

- Fixador al 1% Líquido.

$$\delta = 1.11 \text{ g/mL}$$

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{0.10 \text{ g}}{1.11 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 0.09 \text{ mL}$$

➤ Colorante al 1%

Prueba N°1 - Tricromía N°1

- ORANGE 2GL

$$10.19 \text{ g} * \left(\frac{70}{100} \right) = 7.13 \text{ g}$$

$$\delta = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{7.13 \text{ g}}{0.98 \text{ g/ml}} = 7.27 \text{ ml}$$

- ORANGE S

$$10.19 \text{ g} * \left(\frac{10}{100} \right) = 1.02 \text{ g}$$

$$V = \frac{1.02 \text{ g}}{0.99 \text{ g/ml}} = 1.03 \text{ ml}$$

- ROSE

$$10.19 \text{ g} * \left(\frac{10}{100} \right) = 1.02 \text{ g}$$

$$V = \frac{1.02 \text{ g}}{0.97 \text{ g/ml}} = 1.05 \text{ ml}$$

- AZUL BRL

$$10.19 \text{ g} * \left(\frac{10}{100} \right) = 1.02 \text{ g}$$

$$V = \frac{1.02 \text{ g}}{0.98 \text{ g/ml}} = 1.04 \text{ ml}$$

3.2 RESULTADOS

3.2.1 PRUEBA N°1

Cuadro 3. 2 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,19		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		7,28	70
ORANGE S		1,03	10
ROSE		1,05	10
AZUL BRL		1,04	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 3 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,16		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		6,22	60
ORANGE S		2,05	20
ROSE		1,05	10
AZUL BRL		1,04	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 4 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,24		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		6,27	60
ORANGE S		1,03	10
ROSE		1,06	10
AZUL BRL		1,04	10
ROJO 4BS		1,07	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 5 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,14		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,10	30
ORANGE S		2,05	20
ROSE		1,05	10
AZUL BRL		2,07	20
AMARILLO RL		2,09	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 6 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,02		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE S		6,07	60
ROSE		2,07	20
AZUL BRL		2,04	20
PARDO GL		2,13	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 7 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,93		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		2,03	20
ORANGE S		4,01	40
ROSE		2,05	20
AZUL BRL		2,03	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 8 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,98		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		2,04	20
ORANGE S		4,03	40
ROSE		3,09	30
AZUL BRL		1,02	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 9 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,84		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE S		3,98	40
ROSE		3,04	30
AZUL BRL		1,00	10
AMARILLO RL		2,03	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 10 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,82		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,01	30
ORANGE S		2,98	30
ROSE		2,02	20
AZUL BRL		1,00	10
PARDO GTL		1,04	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 11 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,94		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,04	30
ORANGE S		3,01	30
ROSE		1,02	10
AZUL BRL		1,01	10
PARDO GTL		2,11	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 12 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,99		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,08	40
ORANGE S		2,02	20
ROSE		2,06	20
AZUL BRL		2,04	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 13 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,99		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
PARDO GTL		1,06	100

Fuente: Autor

3.2.2 PRUEBA N°2

Cuadro 3. 14 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,22		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,76	40
ORANGE S		1,86	20
ROSE		1,43	15
AZUL BRL		2,35	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 15 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,98		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,07	40
ORANGE S		1,51	15
ROSE		2,06	20
AZUL BRL		2,55	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 16 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,10		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,12	40
ORANGE S		2,04	20
ROSE		1,77	17
AZUL BRL		2,37	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 17 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,05		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,10	40
ORANGE S		1,73	17
ROSE		2,07	20
AZUL BRL		2,36	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 18 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,10		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,61	35
ORANGE S		2,04	20
ROSE		2,08	20
AZUL BRL		2,58	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 19 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,42		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,33	45
ORANGE S		1,43	15
ROSE		1,94	20
AZUL BRL		1,92	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 20 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,91		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,55	45
ORANGE S		2,00	20
ROSE		1,53	15
AZUL BRL		2,02	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 21 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,04		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,61	45
ORANGE S		1,52	15
ROSE		1,55	15
AZUL BRL		2,56	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 22 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,13		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,65	45
ORANGE S		1,53	15
ROSE		1,88	18
AZUL BRL		2,27	22

Fuente: Autor

Cuadro 3. 23 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,95		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		5,08	50
ORANGE S		1,01	10
ROSE		2,05	20
AZUL BRL		2,03	20

Fuente: Autor

Cuadro 3. 24 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,87		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		5,04	50
ORANGE S		0,99	10
ROSE		1,83	18
AZUL BRL		2,22	22

Fuente: Autor

Cuadro 3. 25 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,03		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,61	50
ORANGE S		1,82	20
ROSE		0,93	10
AZUL BRL		1,84	20

Fuente: Autor

3.2.3 PRUEBA N°3

Cuadro 3. 26 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,18		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,64	35
ORANGE S		2,06	20
ROSE		1,78	17
AZUL BRL		2,60	25
AMARILLO RL		0,31	3

Fuente: Autor

Cuadro 3. 27 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,15		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,63	35
ORANGE S		1,54	15
ROSE		2,09	20
AZUL BRL		2,59	25
AMARILLO RL		0,52	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 28 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,93		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,05	40
ORANGE S		1,50	15
ROSE		1,54	15
AZUL BRL		2,53	25
AMARILLO RL		0,51	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 29 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,05		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
ORANGE 2GL		3,59	35
ORANGE S		1,52	15
ROSE		1,55	15
AZUL BRL		2,56	25
AMARILLO RL		1,04	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 30 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,79		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,50	35
ORANGE S		1,48	15
ROSE		2,02	20
AZUL BRL		2,50	25
AMARILLO RL		0,50	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 31 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,88		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(1g/l)		0,16	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
PARDO RL		10,51	100

Fuente: Autor

3.2.4 PRUEBA N°4

Cuadro 3. 32 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,84		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
ORANGE 2GL		3,51	35
ORANGE S		1,99	20
ROSE		1,72	17
AZUL BRL		2,51	25
AMARILLO RL		0,30	3

Fuente: Autor

Cuadro 3. 33 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,16		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,63	35
ORANGE S		1,54	15
ROSE		2,09	20
AZUL BRL		2,59	25
AMARILLO RL		0,52	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 34 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,88		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,03	40
ORANGE S		1,50	15
ROSE		1,53	15
AZUL BRL		2,52	25
AMARILLO RL		0,51	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 35 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,01		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,58	35
ORANGE S		1,52	15
ROSE		1,55	15
AZUL BRL		2,55	25
AMARILLO RL		1,03	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 36 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,29		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,68	35
ORANGE S		1,56	15
ROSE		2,12	20
AZUL BRL		2,63	25
AMARILLO RL		0,53	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 37 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,22		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,96	38
ORANGE S		2,06	20
ROSE		1,48	14
AZUL BRL		2,61	25
AMARILLO RL		0,32	3

Fuente: Autor

Cuadro 3. 38 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,22		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,96	38
ORANGE S		1,75	17
ROSE		2,11	20
AZUL BRL		2,61	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 39 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,97		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,87	38
ORANGE S		1,51	15
ROSE		1,54	15
AZUL BRL		2,54	25
AMARILLO RL		0,72	7

Fuente: Autor

Cuadro 3. 40 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,05		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,89	38
ORANGE S		1,52	15
ROSE		1,24	12
AZUL BRL		2,56	25
AMARILLO RL		1,04	10

Fuente: Autor

Cuadro 3. 41 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,02		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,88	38
ORANGE S		1,72	17
ROSE		1,55	15
AZUL BRL		2,56	25
AMARILLO RL		0,52	5

Fuente: Autor

Cuadro 3. 42 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,00		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,08	40
ORANGE S		2,22	22
ROSE		1,34	13
AZUL BRL		2,55	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 43 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,20		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
PARDO RL		10,85	100

Fuente: Autor

3.2.5 PRUEBA N°5

Cuadro 3. 44 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,05		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,10	40
ORANGE S		1,93	19
ROSE		1,86	18
AZUL BRL		2,36	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 45 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,18		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na ₂ CO ₃ (1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,16	40
ORANGE S		1,85	18
ROSE		1,99	19
AZUL BRL		2,39	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 46 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,07		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,21	41
ORANGE S		1,83	18
ROSE		1,97	19
AZUL BRL		2,26	22

Fuente: Autor

Cuadro 3. 47 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,74		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
PARDO RL		10,36	100

Fuente: Autor

3.2.6 PRUEBA N°6

Cuadro 3. 48 Tricromía N°1 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,05		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,10	40
ORANGE S		1,93	19
ROSE		1,66	16
AZUL BRL		2,56	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 49 Tricromía N°2 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,21		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,27	41
ORANGE S		1,86	18
ROSE		1,68	16
AZUL BRL		2,60	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 50 Tricromía N°3 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,04		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,20	41
ORANGE S		1,62	16
ROSE		1,97	19
AZUL BRL		2,46	24

Fuente: Autor

Cuadro 3. 51 Tricromía N°4 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,08		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,01	39
ORANGE S		1,73	17
ROSE		2,08	20
AZUL BRL		2,37	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 52 Tricromía N°5 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,94		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		3,96	39
ORANGE S		1,71	17
ROSE		1,95	19
AZUL BRL		2,43	24

Fuente: Autor

Cuadro 3. 53 Tricromía N°6 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,07		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,11	40
ORANGE S		1,83	18
ROSE		1,97	19
AZUL BRL		2,36	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 54 Tricromía N°7 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	9,98		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,07	40
ORANGE S		1,51	15
ROSE		2,16	21
AZUL BRL		2,44	24

Fuente: Autor

Cuadro 3. 55 Tricromía N°8 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,12		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,23	41
ORANGE S		1,53	15
ROSE		2,19	21
AZUL BRL		2,38	23

Fuente: Autor

Cuadro 3. 56 Tricromía N°9 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,04		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,20	41
ORANGE S		1,52	15
ROSE		1,97	19
AZUL BRL		2,56	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 57 Tricromía N°10 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,11		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,23	41
ORANGE S		1,94	19
ROSE		1,56	15
AZUL BRL		2,58	25

Fuente: Autor

Cuadro 3. 58 Tricromía N°11 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,08		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,11	40
ORANGE S		1,63	16
ROSE		2,08	20
AZUL BRL		2,47	24

Fuente: Autor

Cuadro 3. 59 Tricromía N°12 colorantes directos al 1%

COMPONENTES	PESO(g)	VOLUMEN(mL)	%
Tela	10,21		
NaCl(40g/l)	6,4		
Agua(1/10)		160	
Humectante(1g/l)		0,16	
Secuestrante(1g/l)		0,16	
Dispersante(2g/l)		0,32	
Antiquiebre(1g/l)		0,16	
Suavizante(1g/l)		0,16	
Na₂CO₃(1g/l)		4	
Fixador al 1%		0,09	
ORANGE 2GL		4,27	41
ORANGE S		1,86	18
ROSE		1,68	16
AZUL BRL		2,60	25

Fuente: Autor

3.3 AGOTAMIENTO DE COLORANTES

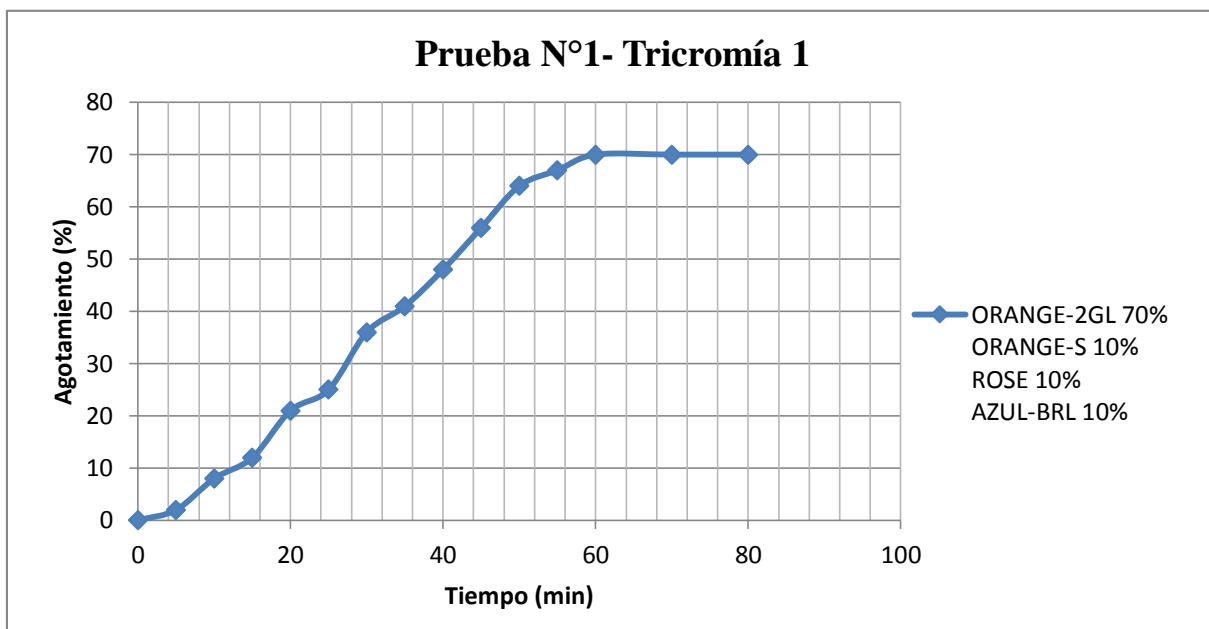
3.3.1 PORCENTAJE DE AGOTAMIENTO

Cuadro 3. 60 Agotamiento de Colorantes Directos

TIPO DE COLORANTES	CONCENTRACIÓN (% en peso)	CONCENTRACIÓN FINAL (% en peso)	TEMPERATURA (°C)	AGOTAMIENTO (%)
DIRECTOS	1	0,30	80	70
DIRECTOS	1	0,25	80	75
DIRECTOS	1	0,20	80	80
DIRECTOS	1	0,16	80	84
DIRECTOS	1	0,14	80	86
DIRECTOS	1	0,11	80	89
DIRECTOS	1	0,09	80	91
DIRECTOS	1	0,10	80	90
DIRECTOS	1	0,07	80	93
DIRECTOS	1	0,05	80	95
DIRECTOS	1	0,04	80	96
DIRECTOS	1	0,03	80	97

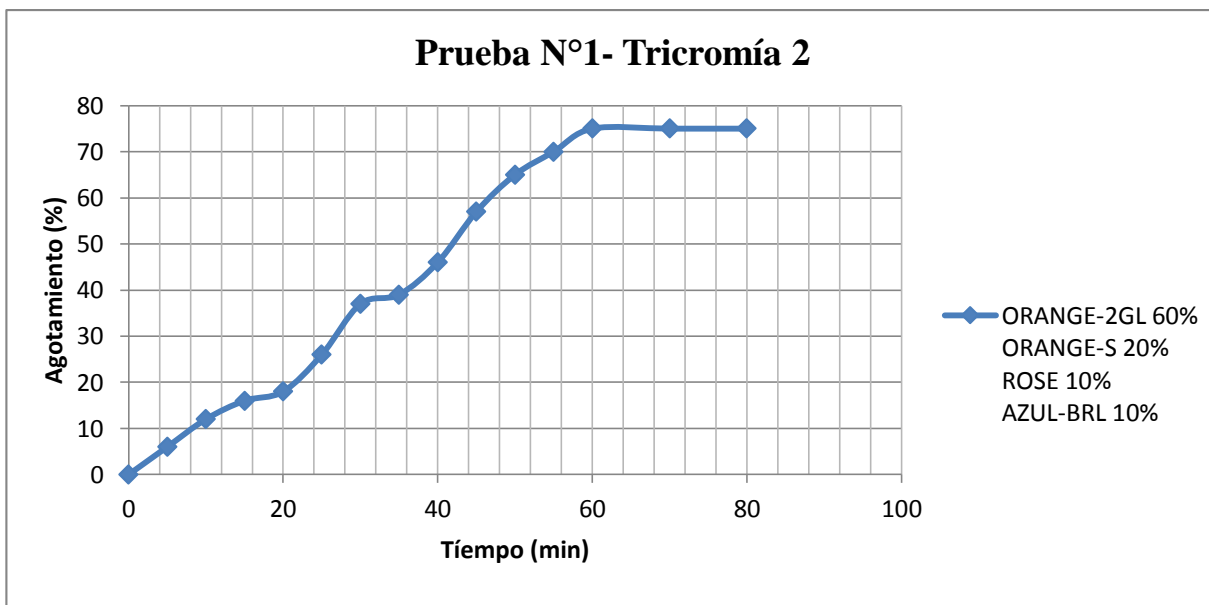
Fuente: Autor

3.3.2 CURVAS DE AGOTAMIENTO



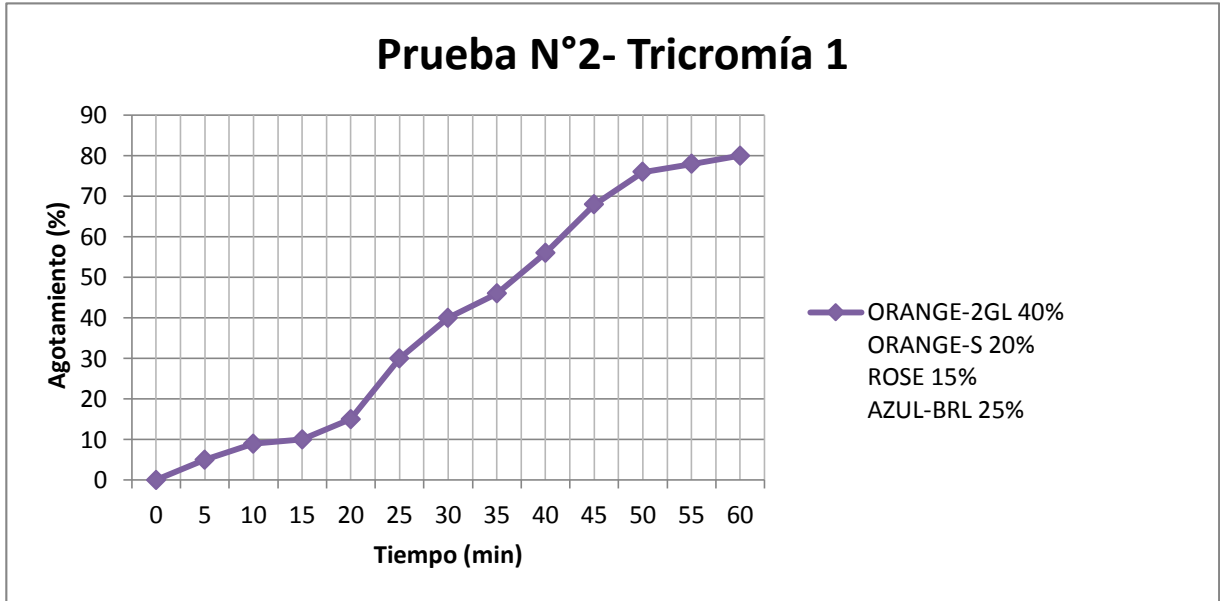
Fuente: Autor

Figura 3. 1 Curva de Agotamiento Prueba N°1-Tricromía 1



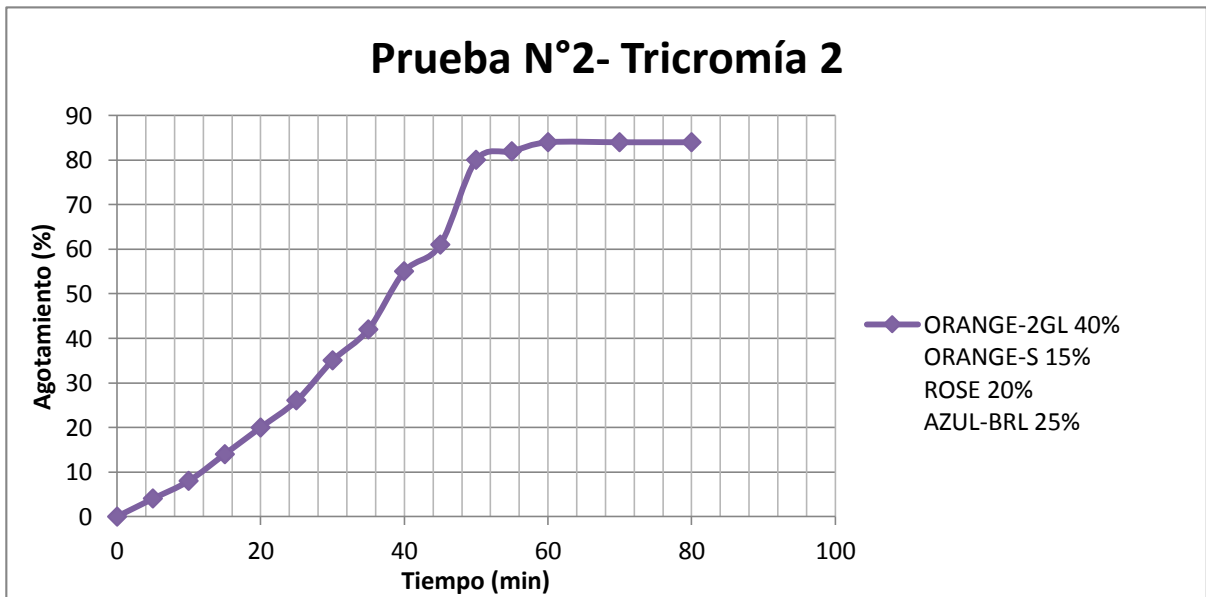
Fuente: Autor

Figura 3. 2 Curva de Agotamiento Prueba N°1-Tricromía 2



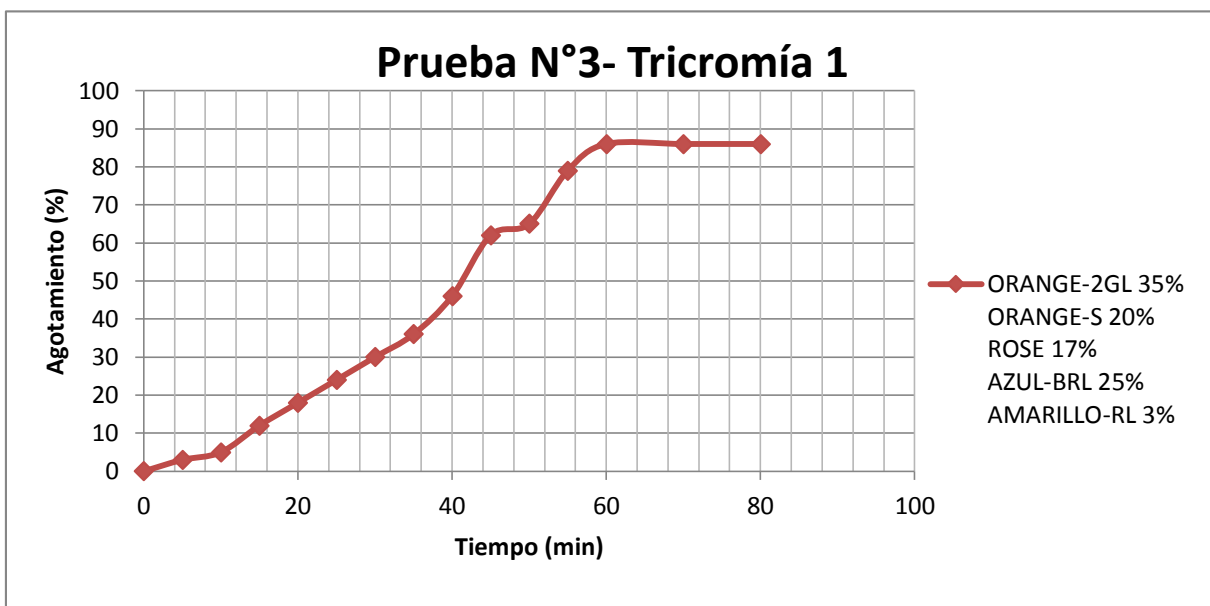
Fuente: Autor

Figura 3. 3 Curva de Agotamiento Prueba N°2-Tricromía 1



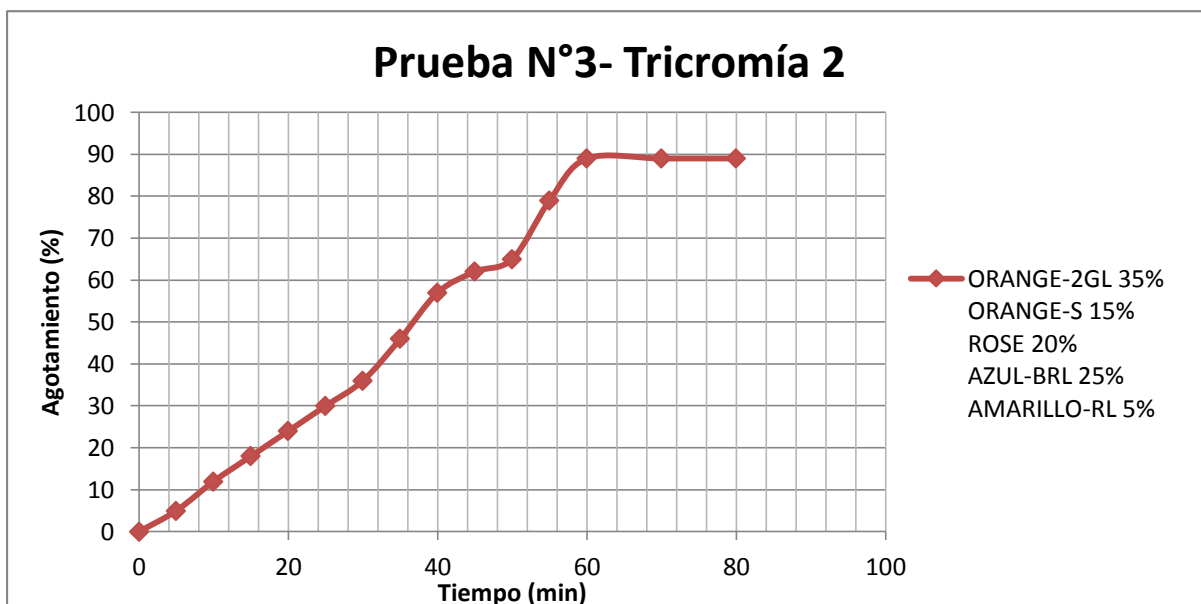
Fuente: Autor

Figura 3. 4 Curva de Agotamiento Prueba N°2-Tricromía 2



Fuente: Autor

Figura 3. 5 Curva de Agotamiento Prueba N°3-Tricromía 1



Fuente: Autor

Figura 3. 6 Curva de Agotamiento Prueba N°3-Tricromía 2

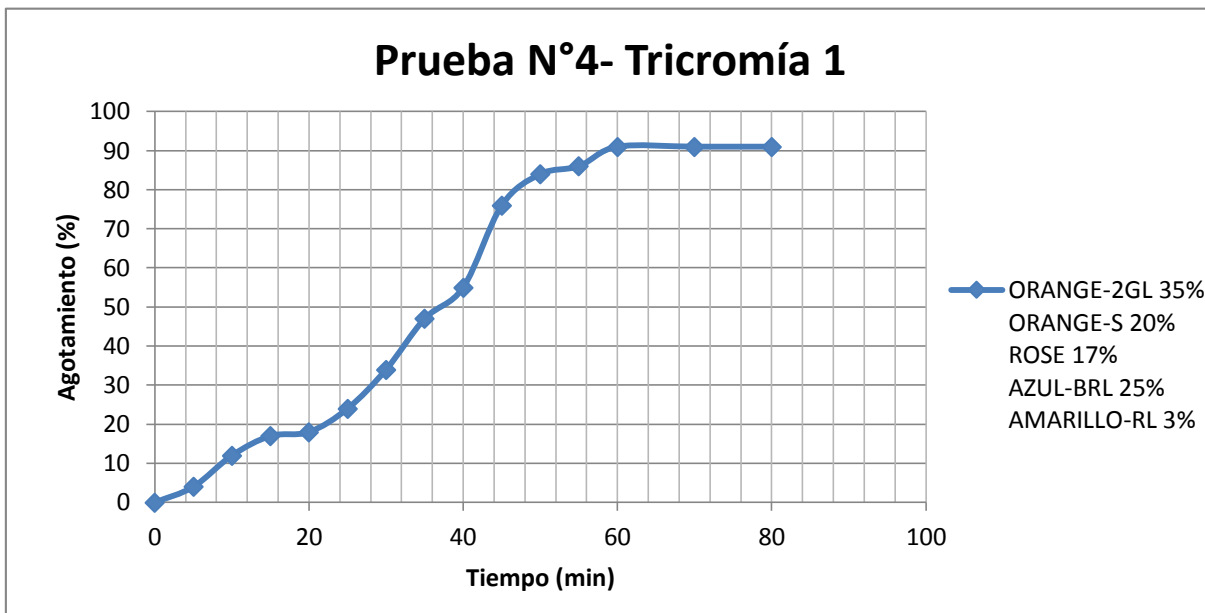


Figura 3. 7 Curva de Agotamiento Prueba N°4-Tricromía 1

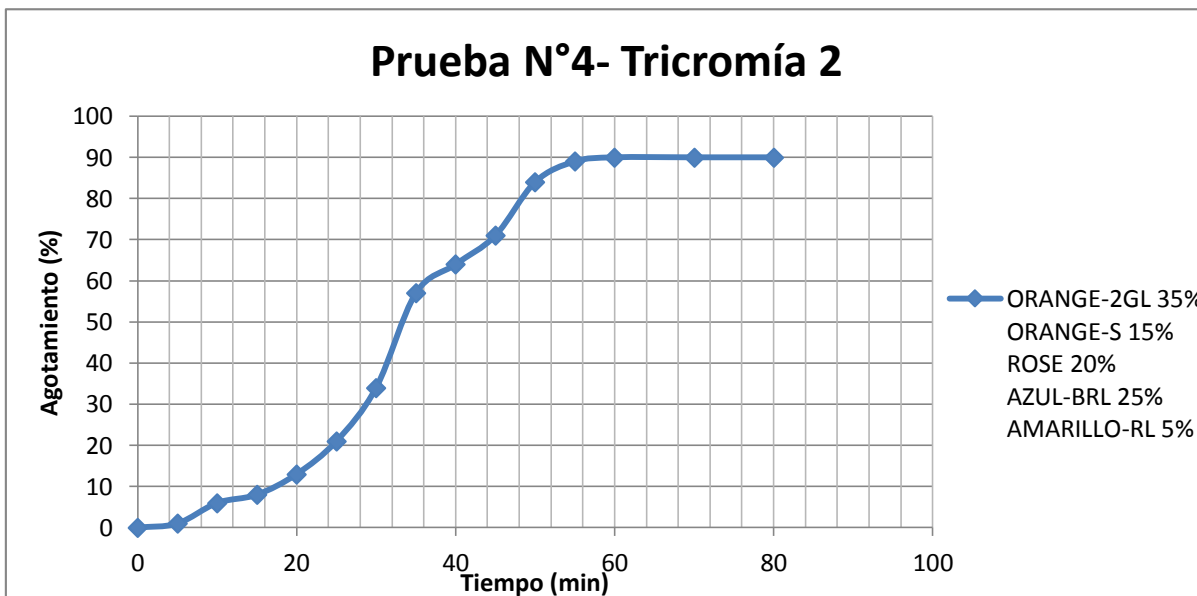
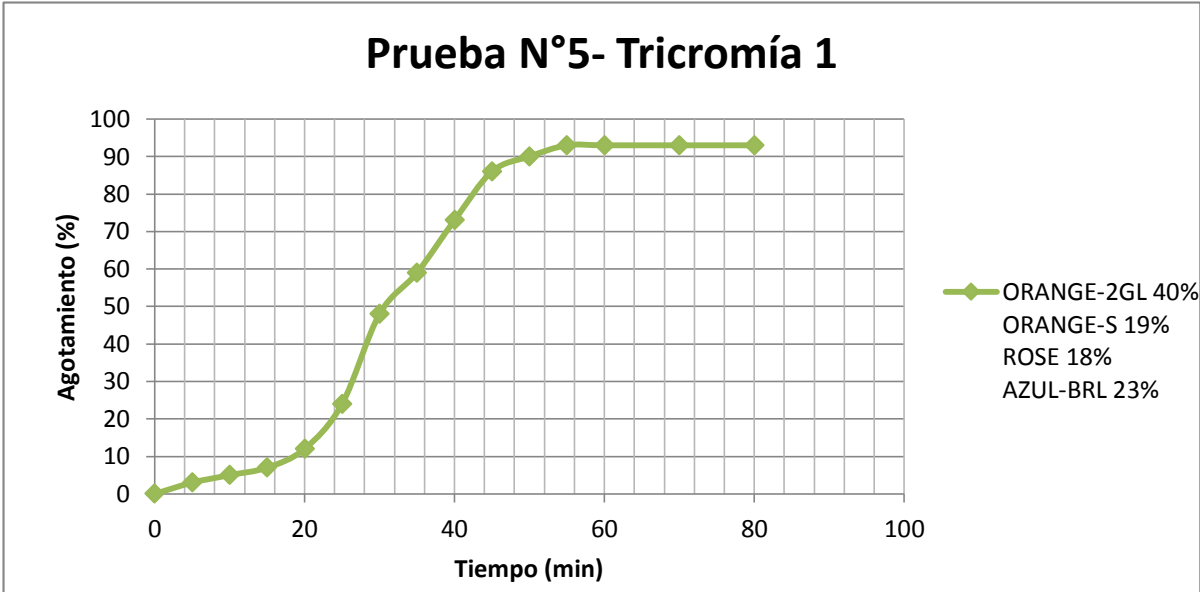
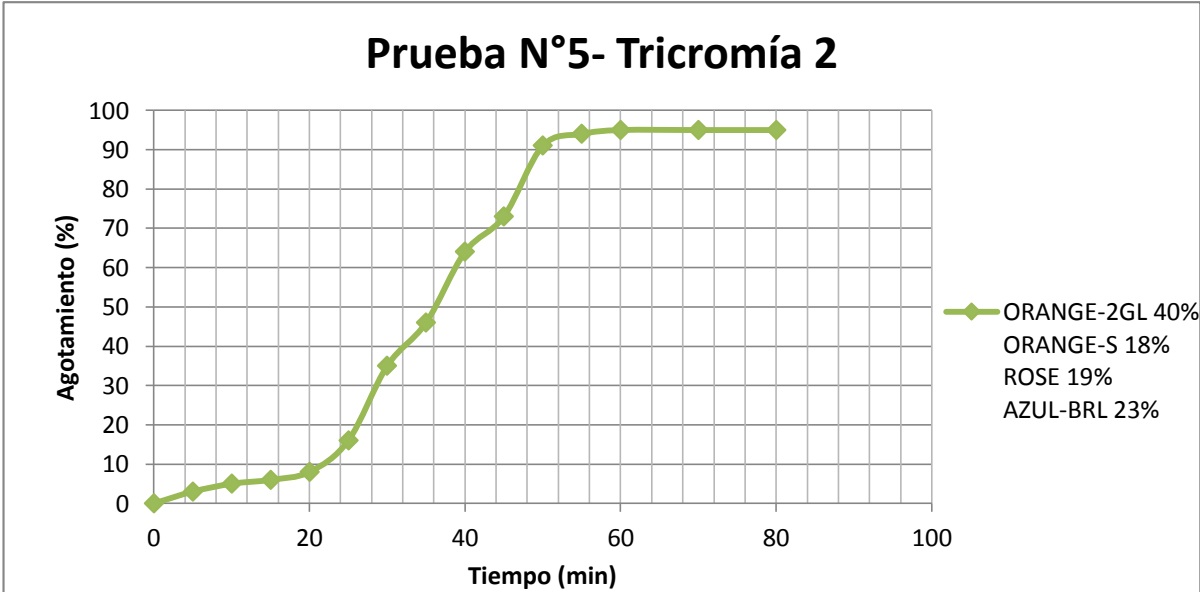


Figura 3. 8 Curva de Agotamiento Prueba N°4-Tricromía 2



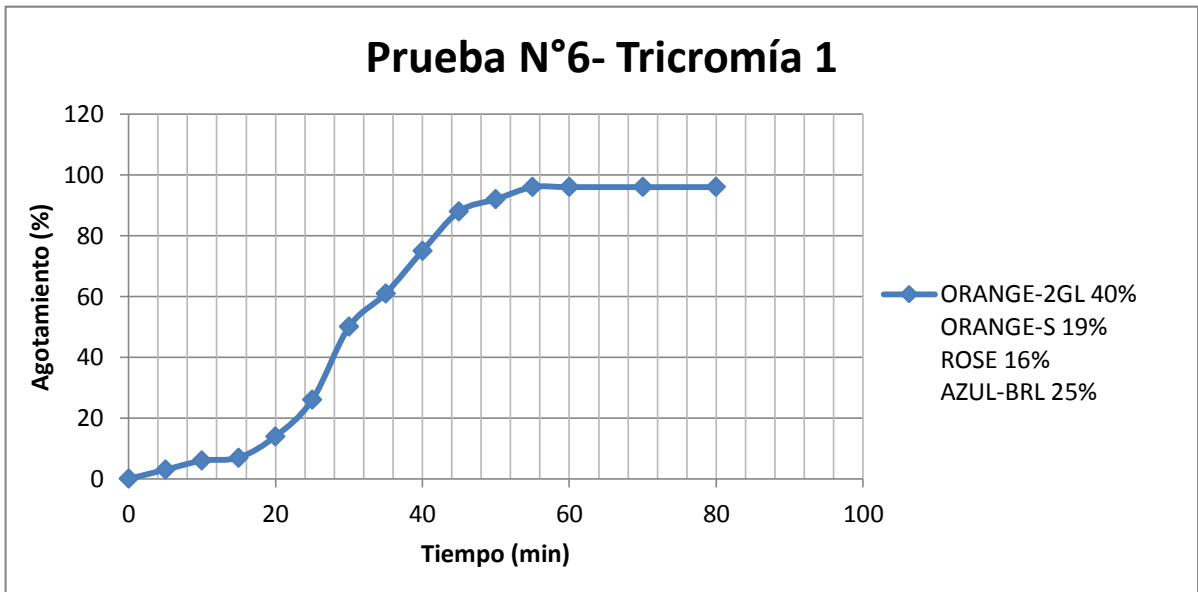
Fuente: Autor

Figura 3. 9 Curva de Agotamiento Prueba N°5-Tricromía 1



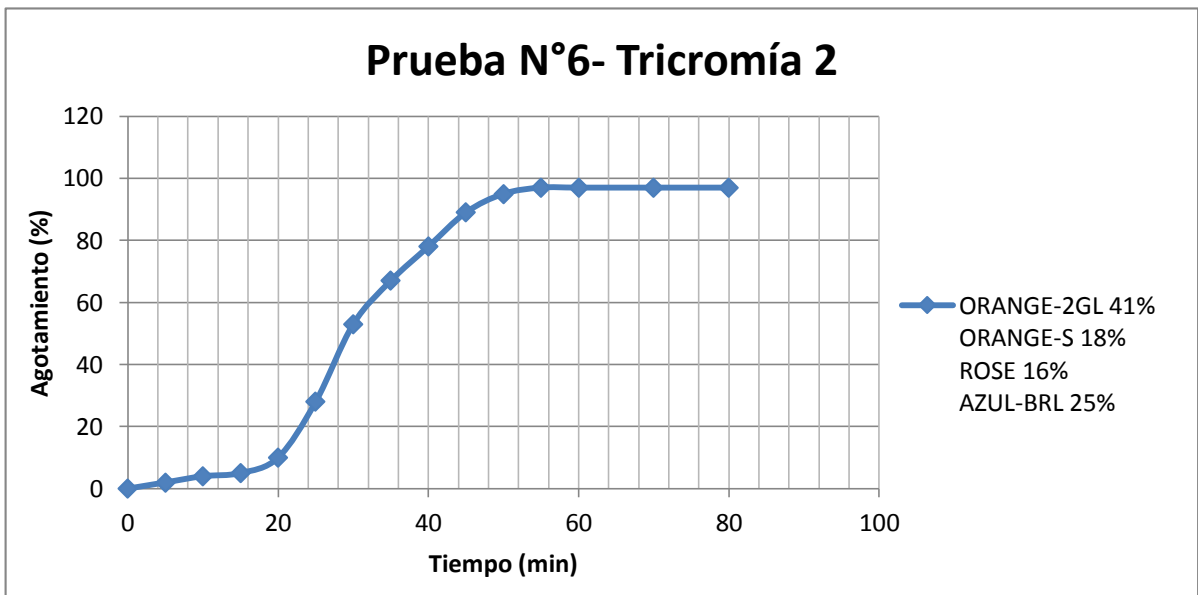
Fuente: Autor

Figura 3. 10 Curva de Agotamiento Prueba N°5-Tricromía 2



Fuente: Autor

Figura 3. 11 Curva de Agotamiento Prueba N°6-Tricromía 1



Fuente: Autor

Figura 3. 12 Curva de Agotamiento Prueba N°6-Tricromía 2

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las pruebas de teñido se iniciaron con un tratamiento previo de Stone wash, aplicando la curva de pre blanqueo en algodón como se indica en la Figura 2. 1 Curva Óptima de Pre blanqueo de Algodón, que consiste en tratar la tela con sosa caústica (NaOH) y Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) facilitando el blanqueo de la fibra, Metasilicato de Sodio (Na_2SiO_3) removiendo grasa, cera, pectina y motas de algodón. Antiquiebre evitando la formación de quiebres. Humectante facilitando la penetración de auxiliares textiles, a ebullición 80 - 90°C todas las impurezas resultan saponificadas o degradadas por la acción del álcali y temperatura hasta hacerse solubles en agua, para un lavado posterior eliminarlas completamente, este tratamiento se realizó durante 20-30 minutos y se ajustó el pH a 4,5 - 5 con la adición de ácido acético. Lográndose como resultado una buena absorbencia. Las cantidades adecuadas se especifican en Tabla 2. 7 Productos de preblanqueo de algodón y los parámetros de este tratamiento previo en la Tabla 2. 8 Parámetros de preblanqueo de algodón. Una vez realizado este tratamiento se procede a la tinción de la fibra.

El proceso de tinción con colorantes directos, a una concentración de 1% en peso, en diferentes proporciones de color según la tricromía se realizó siguiendo la curva de teñido óptima para colorantes directos como se indica en la Figura 2. 3 Curva Óptima de Teñido de Algodón.

Se disolvió NaCl en una relación 40g/l que actúa como mordiente o fijador de color, y asegura un mayor tiempo de vida útil de color en el tejido. La adición de humectante en relación 1g/l ayudó a la penetración de los artículos textiles. Secuestrante en relación 1g/l tiene el poder para secuestrar iones metálicos y alcalinotérreos que pueden formar

compuestos con los colorantes, interfiriendo su aplicación o bloqueando su subida sobre la fibra. Dispersante en relación 2g/l permitió que todas las moléculas de colorante se encuentren en movimiento, incrementando así la penetración y distribución uniforme del baño de teñido, lo cual produce una mejor igualación durante todo el proceso de tintura entre la parte interior y exterior de la tela teñida. Carbonato de sodio (Na_2CO_3) en relación 1g/l se empleó para agotar el colorante durante el teñido. Fijador de color evitó que se destiña en el lavado, proporcionó un tacto suave y solidez al lavado. Las cantidades adecuadas se indican en la Tabla 2. 10 Productos y Auxiliares Textiles de Teñido.

En base a los resultados obtenidos en el Cuadro 3. 60 Agotamiento de Colorantes Directos podemos analizar que a una temperatura constante de 80°C y concentración inicial de 1% en peso de colorante, se obtuvieron los siguientes porcentajes de agotamiento en base a la concentración final. Así: 70% de agotamiento a una concentración final de 0,30 % en peso de colorante, 75% de agotamiento a una concentración final de 0,25% en peso de colorante, 80% de agotamiento a una concentración final de 0,20% en peso de colorante, 84% de agotamiento a una concentración final de 0,16% en peso de colorante, 86% de agotamiento a una concentración final de 0,14% en peso de colorante, 89% de agotamiento a una concentración final de 0,11% en peso de colorante, 91% de agotamiento a una concentración final de 0,09% en peso de colorante, 90% de agotamiento a una concentración final de 0,10% en peso de colorante, 93% de agotamiento a una concentración final de 0,07% en peso de colorante, 95% de agotamiento a una concentración final de 0,05% en peso de colorante, 96% de agotamiento a una concentración final de 0,04% en peso de colorante, 97% de agotamiento a una concentración final de 0,03% en peso de colorante. Siendo los más óptimos los dos últimos porcentajes que corresponden al 96% y 97% en los que se determinó menor cantidad de colorante en el agua residual. Cabe recalcar que se logra este agotamiento añadiendo el doble de dispersante incrementando así la penetración y distribución uniforme del baño de teñido, lo cual produce una mejor igualación durante todo el proceso de tintura entre la parte interior y exterior de la tela teñida. Y una correcta inyección de carbonato de sodio,

que es el responsable directo de agotar el colorante. Es importante además el control de los parámetros determinantes de teñido como: pH que se debe ajustar a 4,5, tiempo de tinción de 60 minutos, temperatura de tinción de 80°C, tiempo de fijación de 10 minutos.

En las curvas de agotamiento se visualiza el porcentaje de agotamiento en función del tiempo (en minutos) mediante las cuales nos permite analizar las 6 pruebas de teñido teniendo como constante el agotamiento máximo de colorante a los 60 minutos, cuya curva asciende desde el minuto 1 hasta lograr su máximo agotamiento. Así: En la Figura 3. 1 Curva de Agotamiento Prueba N°1 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 70%, ORANGE-S 10%, ROSE 10%, AZUL-BRL 10% tenemos un agotamiento de 70% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 21% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 48% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 70% de agotamiento.

En la Figura 3. 2 Curva de Agotamiento Prueba N°1 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 60%, ORANGE-S 20%, ROSE 10%, AZUL-BRL 10% tenemos un agotamiento de 75% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 18% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 46% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 75% de agotamiento.

En la Figura 3. 3 Curva de Agotamiento Prueba N°2 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 40%, ORANGE-S 20%, ROSE 15%, AZUL-BRL 25% tenemos un agotamiento de 80% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 15% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 56% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 80% de agotamiento.

En la Figura 3. 4 Curva de Agotamiento Prueba N°2 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 40%, ORANGE-S 15%, ROSE 20%, AZUL-BRL 25% tenemos un agotamiento de 84% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 20% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 55% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 84% de agotamiento.

En la Figura 3. 5 Curva de Agotamiento Prueba N°3 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 35%, ORANGE-S 20%, ROSE 17%, AZUL-BRL 25%, AMARILLO-RL 3% tenemos un agotamiento de 86% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 18% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 46% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 86% de agotamiento.

En la Figura 3. 6 Curva de Agotamiento Prueba N°3 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 35%, ORANGE-S 15%, ROSE 20%, AZUL-BRL 25%, AMARILLO-RL 5% tenemos un agotamiento de 89% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 24% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 57% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 89% de agotamiento.

En la Figura 3. 7 Curva de Agotamiento Prueba N°4 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 35%, ORANGE-S 20%, ROSE 17%, AZUL-BRL 25%, AMARILLO-RL 3% tenemos un agotamiento de 91% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 18% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 55% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 91% de agotamiento.

En la Figura 3. 8 Curva de Agotamiento Prueba N°4 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 35%, ORANGE-S 15%, ROSE 20%, AZUL-BRL 25%, AMARILLO-RL 5% tenemos un agotamiento de 90% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 13% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 64% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 90% de agotamiento.

En la Figura 3. 9 Curva de Agotamiento Prueba N°5 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 40%, ORANGE-S 19%, ROSE 18%, AZUL-BRL 23% tenemos un agotamiento de 93% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 12% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 73% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 93% de agotamiento.

En la Figura 3. 10 Curva de Agotamiento Prueba N°5 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 40%, ORANGE-S 18%, ROSE 19%, AZUL-BRL 23%, tenemos un agotamiento de 95% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 8% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 64% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 95% de agotamiento.

En la Figura 3. 11 Curva de Agotamiento Prueba N°6 - Tricromía 1 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 40%, ORANGE-S 19%, ROSE 16%, AZUL-BRL 25%, tenemos un agotamiento de 96% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 14% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 75% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 96% de agotamiento.

En la Figura 3. 12 Curva de Agotamiento Prueba N°6 - Tricromía 2 que corresponde a la mezcla: ORANGE-2GL 41%, ORANGE-S 18%, ROSE 16%, AZUL-BRL 25%, tenemos

un agotamiento de 97% de colorante tomando como referencia que a los 20 minutos se logra el 10% de agotamiento, a los 40 minutos se logra el 78% de agotamiento y a los 60 minutos se logra el 97% de agotamiento.

En base a la descripción expuesta anteriormente se debe analizar algunos elementos que justifiquen lo mencionado así: el tipo de colorantes empleados en la tinción son compuestos azoicos, en primer lugar el grupo azo —N=N— sirve de unión entre dos sistemas aromáticos dando lugar a un sistema conjugado extendido. Colores como anaranjados, amarillos y pardos pertenecen al grupo tiazólicos debido a que contienen el anillo tiazólico. Lo que proporciona solubilidad en agua, para ello precisan adición de carbonato de sodio. Además de la gran afinidad que tiene con el algodón, se los aplica directamente sin necesidad de mordiente.

La cantidad de NaCl empleado fue de 40 g/l debido a que es dependiente de la concentración del colorante y de la relación de baño, en este caso la concentración del colorante fue al 1% lo que justifica que a mayor intensidad de color se requiere mayor concentración de electrolito.

El valor de pH es 4.5 debido a que un valor elevado de pH produce reacción entre el colorante y la fibra o entre el colorante y el agua, en caso de que el colorante no haya sido absorbido en la fibra hasta ese momento se incrementa la hidrólisis. Es importante mencionar que al aumentar el pH, cuando excede de 11, se produce una reducción del agotamiento del colorante, además se produce mayor hidrólisis.

El medio de reacción debe poseer una temperatura de 80°- 85°C. Cabe mencionar que la hidrólisis es más rápida cuando se excede esta temperatura o se baja el pH.

Las etapas continuas son simultáneas a la etapa cinética y finalizan cuando la tinción ha alcanzado el equilibrio. Una vez alcanzado el equilibrio, se agrega álcali a la solución, en este caso la base empleada fue sosa caústica (NaOH), es allí donde se inicia la reacción entre el colorante, la celulosa y el agua. Es importante señalar que siendo posible la reacción entre el colorante, la celulosa y el agua y siendo que ésta última se encuentra en mayor proporción, el colorante reaccione preferentemente con la celulosa.

En cuanto al agotamiento de los colorantes empleados en la tinción podemos afirmar según las pruebas efectuadas que los porcentajes obtenidos en cada lapso de tiempo dependen de los siguientes factores: cantidad de dispersante, concentración final de colorante, adición de carbonato de sodio. Así se indica que el primer grupo que corresponde: Prueba 1 a la Prueba 3 se añadió 1g/l de dispersante, existieron fugas de carbonato de sodio en la inyección, estos hechos justifican la variación en cuanto a la concentración final de colorante y consecuentemente su agotamiento. Con este ensayo se corrigió la cantidad empleada de dispersante a 2g/l en: Prueba 4 a Prueba 6, y la correcta inyección de carbonato de sodio, obteniendo así menor cantidad de colorante en el agua residual y un mayor agotamiento. La importancia de la cantidad empleada de dispersante radica en la propiedad de incrementar la penetración y distribución uniforme del baño de teñido, lo cual produce una mejor igualación durante todo el proceso de tintura entre la parte interior y exterior de la tela teñida. Al igual que la inyección correcta de carbonato de sodio permite el agotamiento del colorante. Factores importantes como la relación de baño, temperatura, pH, gradiente de temperatura, cantidad empleada de auxiliares textiles se consideraron constantes debido a su estandarización en investigaciones previas.

Finalmente analizando los resultados obtenidos en el Cuadro 3. 60 Agotamiento de Colorantes Directos podemos decir que a una concentración de 1% en peso de colorante y a una temperatura de tinción de 80°C mediante infrarrojo y tiempo de fijación de 10 minutos, se obtienen porcentajes de agotamiento óptimo en las tricromías 1 y 2 que corresponden a

las mezclas siguientes: TRICROMÍA 1: ORANGE 2GL 40%, ORANGE S 19%, ROSE 16%, AZUL BRL 25% y TRICROMÍA 2: ORANGE 2GL 41%, ORANGE S 18%, ROSE 16%, AZUL BRL 25% obtenidos en la prueba N°6, con un agotamiento de: 96% y 97% respectivamente, como se indica en curvas de agotamiento en la Figura 3.11 y Figura 3.12, se puede observar el ascenso de la curva, es decir el porcentaje de agotamiento de colorante en función del tiempo, especificado en cada gráfico de dispersión, controlando los parámetros determinantes en el proceso de tinción como: pH, tiempo, y concentración de colorante. Además de la inyección correcta de carbonato de sodio y la adición de 2g/l de dispersante.

Con un tiempo de tinción de 60 minutos, con un ascenso de 1,5 °C/min a partir de la temperatura ambiente a una constante de 80°C y fijación de color durante 10 minutos, se logró un agotamiento óptimo mediante la dosificación de mezclas de colorantes, auxiliares textiles e inyección correcta de carbonato de sodio (Na_2CO_3). Tomando en cuenta que el exceso de álcali y sal producen envejecimiento en la tela. Finalmente la modificación de las concentraciones de colorantes aplicados en tricromías permitieron determinar la proporción adecuada de colorante mediante la curva de agotamiento óptima.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las pruebas efectuadas mediante infrarrojo permitieron establecer el tiempo óptimo de tinción de 60 minutos.
- Se determinaron las concentraciones adecuadas de colorante para obtener una muestra similar al colorante patrón así tenemos: TRICROMÍA 1: ORANGE 2GL 40%, ORANGE S 19%, ROSE 16%, AZUL BRL 25%. TRICROMÍA 2: ORANGE 2GL 41%, ORANGE S 18%, ROSE 16%, AZUL BRL 25%.
- Se establecieron los parámetros óptimos de tinción, a escala de laboratorio. Así: pH: 4,5, temperatura: 80°C, tiempo de tinción: 60 minutos y tiempo de fijación de 10 minutos.
- El porcentaje de agotamiento se optimizó en la prueba N°6 en las tricromías 1 y 2 con un valor de 96 y 97%. Analizando la variación de las concentraciones de cada una de las mezclas podemos deducir que el porcentaje de agotamiento está relacionado con la inyección correcta de carbonato de sodio y aplicación de mayor concentración de dispersante.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar una limpieza minuciosa con detergente de los tubos de tinción, y el área de disolución previa de auxiliares textiles, con el fin de evitar contaminación durante el proceso de tinción.
2. Pesar y registrar con precisión los auxiliares textiles a emplear y la fibra a teñir.
3. Añadir con precisión las cantidades de colorantes en cada una de las mezclas, debido a que es un factor importante en el resultado final.
4. Disolver completamente los auxiliares textiles en agua caliente.
5. Humedecer la tela antes del teñido, de este modo se logra una dispersión más rápida del licor del colorante.
6. El volumen de colorante disuelto más auxiliares textiles deben ocupar del 70 al 75% del tubo de tinción, de modo que la fibra se sumerja completamente en la disolución.
7. La adición desproporcionada de carbonato de sodio puede producir el envejecimiento de la fibra por lo cual se debe inyectar la cantidad indicada.
8. Para fijar el color en colorantes directos se recomienda no lavar después del teñido, para lograr una fijación óptima.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

1. **BROADBENT, A.D.**, Basic Principles of Textile Coloration., 2.a. Ed., England., Editorial Thanet Press., 2001., P.p: 287.
2. **BROWN, H.**, Química – La Ciencia Central., 9.a. Ed., México., Editorial Pearson., 2004., P.p: 304.
3. **CEGARRA, P. VALLDEPERAS, J.**, Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materiales Textiles., 1.a. Ed., Madrid – España., Editorial ETSIT Terrassa., 1981., P.p: 136.
4. **CROMPTON & KNOWLES CORPORATION.**, Direct Dyes for Cellulose - Fair Lawn., 2.a. Ed., New Jersey., 1994., P.p: 1-40.

5. **DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.**, Gama de Índigo., 22.a. Ed., Madrid – España., Editorial ESPASA., Tomo II., 2001., P.p: 320.

6. **DUFF, D. SINCLAIR, R.**, Giles Laboratory Course in Dyeing., 4.a. Ed., Escocia., Editorial UNIDOS., 1998., P.p: 1-30.

7. **GALLEGO, R.**, Diccionario Akal del Color., 1.a. Ed., Madrid – España., Editorial Akal., Tomo I., 2001., P.p: 476 – 477

8. **GORDON, J.**, Handbook of Textile Fibres., 2a. Ed., Londres – Inglaterra., Editorial Cambridge., 1984., P.p: 68.

9. **HUNGER, K.**, Industrial Dyes Chemistry Properties Application., 1a. Ed., Frankfurt - Germany., Editorial WILEY., 2003., P.p: 113-226.

10. **KLAGES, F.**, Tratado de Química Orgánica., 3.a. Ed., Zaragoza – España., Editorial Reverté., 1968., P.p: 53.

6.1 INTERNET

11. CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES.

<http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/03/fibras-textiles.pdf>

2013-10-26

12. ESTRUCTURA FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS FIBRAS NATURALES.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meq/perez_l_oa/capitulo1.pdf

2013-11-01

13. ÍNDIGO.

<http://books.google.com.ec/books?id=2S3UJ3HB4QcC&pg=PA476&lpg=PA47>

2013-10-10

14. PRE TRATAMIENTO DE ALGODÓN.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/1/capitulo1.pdf>

2013-11-03

15. TINTURA CON COLORANTES.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf>

2013-12-19

16. TINTURA DE LAS FIBRAS TEXTILES.

<http://tinturadefibrastextiles.blogspot.com/>

2013-12-16

7 ANEXOS

ANEXO I

ILUSTRACIONES - PREPARACIÓN DE COLORANTES DIRECTOS



NOTA:	<p>Categoría de Diagrama</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Para Información</p> <p><input type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>REALIZADO POR: GABRIELA MORALES</p>	<p>ILUSTRACIONES DE LA PREPARACIÓN DE COLORANTES DIRECTOS</p>		
	<p>Lámina</p> <p>1</p>		<p>Escala</p>	<p>Fecha</p> <p>2014/02/18</p>	

ANEXO II

ILUSTRACIONES – AUXILIARES TEXTILES RADEL INDUSTRY S.A.



NOTA:

Categoría de Diagrama

- Certificado
- Por aprobar
- Aprobado
- Para Información
- Por calificar

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 REALIZADO POR: GABRIELA MORALES

ILUSTRACIONES DE AUXILIARES
 TEXTILES RADEL INDUSTRY S.A.

Lámina	Escala	Fecha
2		2014/02/18

ANEXO III

ILUSTRACIONES – PROCESO DE TINCIÓN



NOTA:	<p>Categoría de Diagrama</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por calificar 	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: GABRIELA MORALES</p>	<p>ILUSTRACIONES DEL PROCESO DE TINCIÓN</p>		
			Lámina	Escala	Fecha
			3		2014/02/18

ANEXO IV






ILUSTRACIONES – MUESTRAS DENIM TEÑIDO



NOTA:	Categoría de Diagrama <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Para Información <input type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: GABRIELA MORALES	ILUSTRACIONES DE MUESTRAS DE DENIM TEÑIDO		
			Lámina	Escala	Fecha
			4		2014/02/18

ANEXO V

CÓDIGOS DE COLORANTES DIRECTOS RADEL INDUSTRY S.A. EMPLEADOS EN LA TINCIÓN

ORANGE 2GL 125% (39)	
FAST ORANGE S (26)	
LIGHT ROSE FR (227)	
BLUE BRL 200% (201)	
YELLOW RL (86)	

NOTA:

Categoría de Diagrama

- Certificado
- Por aprobar
- Aprobado
- Para Información
- Por calificar

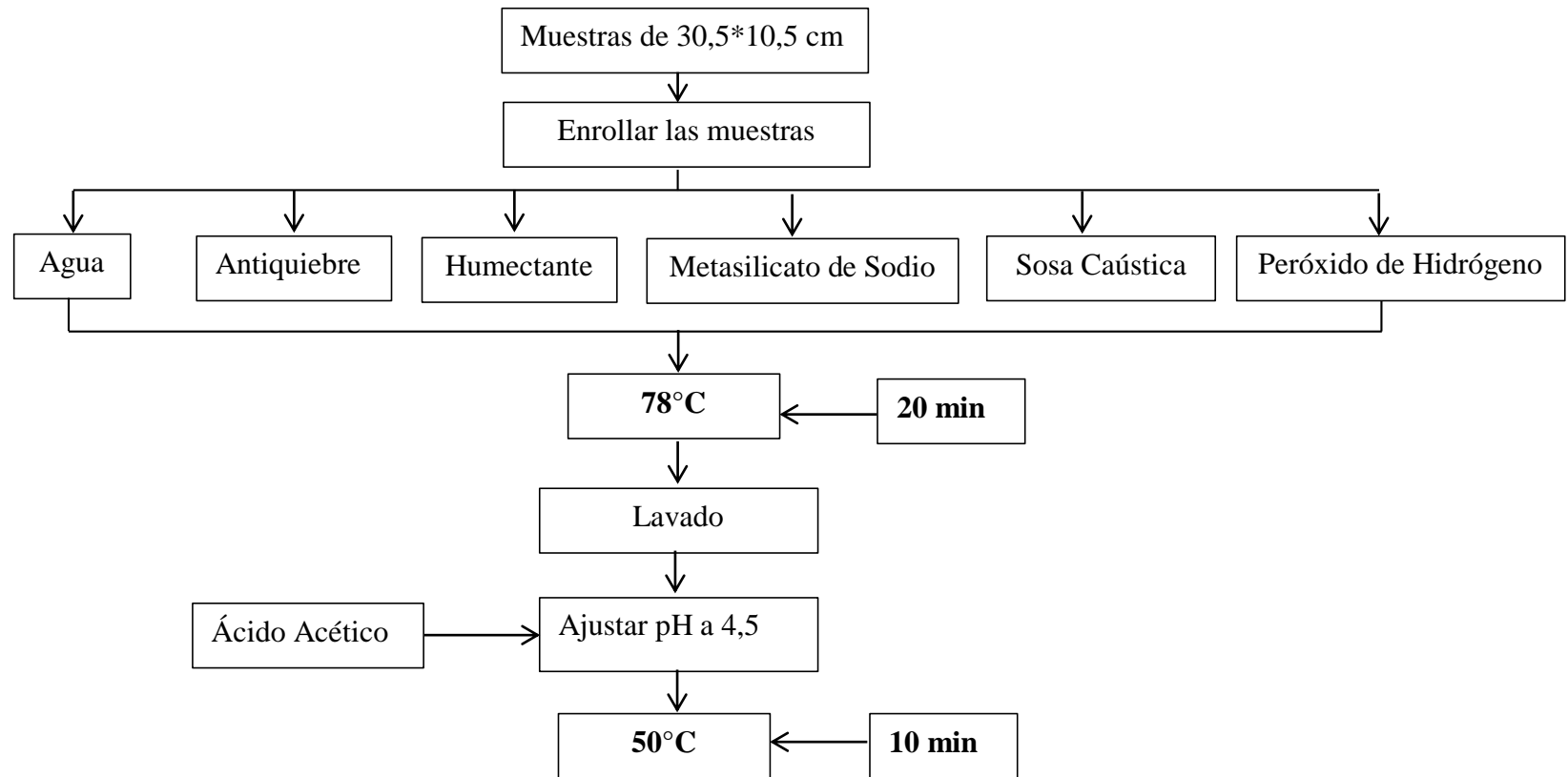
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 REALIZADO POR: GABRIELA MORALES

CÓDIGOS DE COLORANTES DIRECTOS
 EMPLEADOS EN LA TINCIÓN

Lámina	Escala	Fecha
5		2014/02/18

ANEXO VI

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRE BLANQUEO O STONE WASH DE ALGODÓN



NOTA:

Categoría de Diagrama

- Certificado
- Por aprobar
- Aprobado
- Para Información
- Por calificar

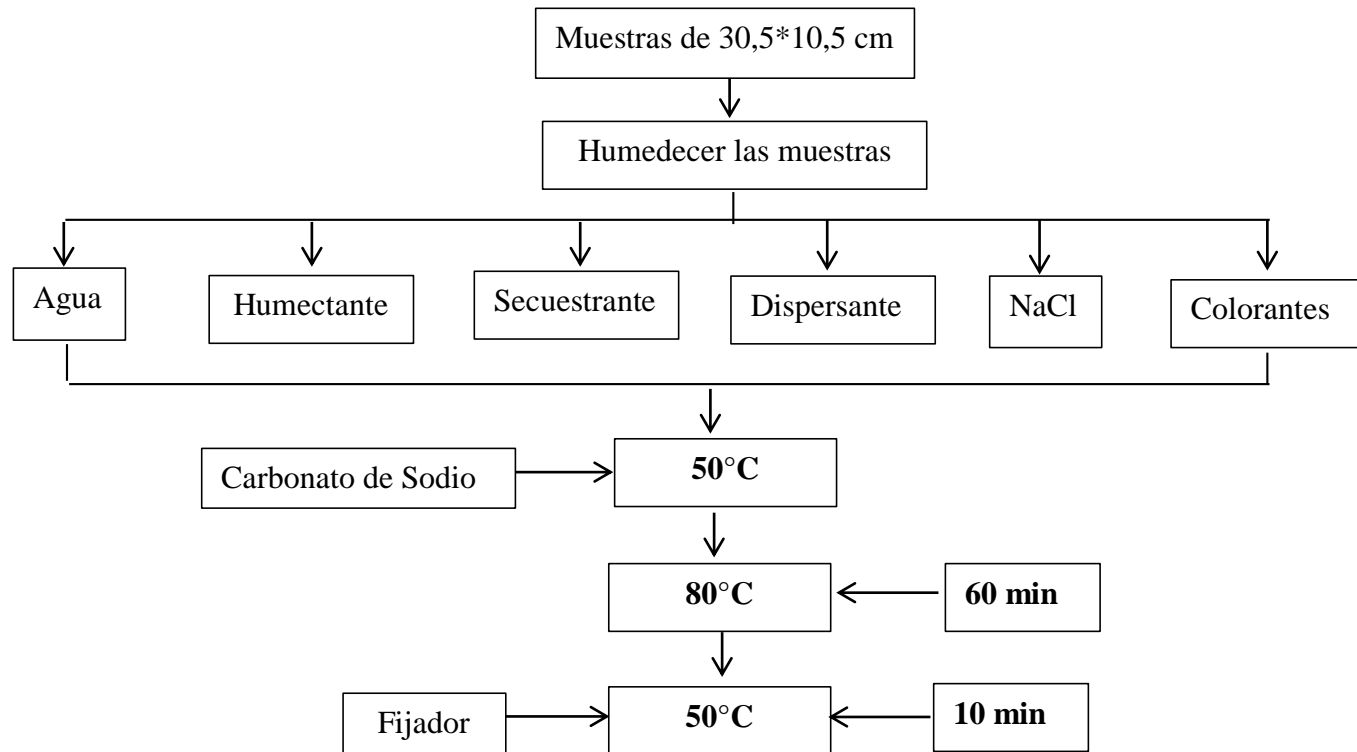
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 REALIZADO POR: GABRIELA MORALES

DIAGRAMA DE FLUJO DE
 PREBLANQUEO DE ALGODÓN

Lámina	Escala	Fecha
6		2014/02/18

ANEXO VII

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE TINCIÓN CON COLORANTES DIRECTOS



NOTA:

Categoría de Diagrama

- Certificado
- Por aprobar
- Aprobado
- Para Información
- Por calificar

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 REALIZADO POR: GABRIELA MORALES

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
 DE TINCIÓN CON COLORANTES
 DIRECTOS

Lámina	Escala	Fecha
7		2014/02/18