



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

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COLORES OBTENIDOS EN LA TINTURA
DE MICROFIBRA DE POLIÉSTER POR AGOTAMIENTO A 130°C Y CON
CARRIER A EBULLICIÓN CON COLORANTES DISPERSOS”**



AUTOR: Cevallos Santi Elvis Paul
DIRECTOR: MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio
IBARRA-ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100427515-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cevallos Santi Elvis Paul		
DIRECCIÓN:	Calle Juan Montalvo y Sucre		
E-MAIL:	epcevalloss@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-----	TELÉFONO MÓVIL:	0959065059

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis comparativo de los colores obtenidos en la tintura de microfibra de poliéster por agotamiento a 130°C y con Carrier a ebullición con colorantes dispersos”
AUTOR:	Elvis Paul Cevallos Santi
FECHA:	01/08/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Posgrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 01 días del mes agosto de 2024

EL AUTOR:



Nombre: Elvis Paul Cevallos Santi

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

CURRICULAR

Ibarra, 01 de agosto de 2024

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifica:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio
C.C: 100308393-6

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de integración curricular “Análisis comparativo de los colores obtenidos en la tintura de microfibra de poliéster por agotamiento a 130°C y con Carrier a ebullición con colorantes dispersos” elaborado por Elvis Paul Cevallos Santi, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio
C.C: 100308393-6

MSc. Lara Castro Lenin Omar
C.C: 100274812-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por guiarme y permitirme despertar todos los días con el objetivo de culminar mi etapa universitaria y mi formación académica.

A mis padres Rober Cevallos y Rita Santi que con su apoyo moral me han ayudado a no rendirme y continuar con mi recorrido. De igual manera a mi

hermano mayor Roberth Cevallos por ser un objetivo de superación y motivación, a mis hermanos menores Nahomy Cevallos, Jean Pierre Cevallos,

David Cevallos por darme fuerzas en momentos difíciles y por querer demostrarles que no hay que rendirse hasta llegar a la meta final y que todo es posible con esfuerzo y dedicación.

Finalmente, quiero dedicar a todas las personas que, con un granito de arena,

se hicieron presentes y fueron parte de mi formación académica: familia, amigos, docentes y demás, que, con sus buenos deseos, me han hecho creer en mi capacidad de superación para cumplir los objetivos planteados.

Paul Cevallos Santi

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Kelly Gordillo por su amor, su apoyo y comprensión inquebrantable durante todo este trayecto universitario; sin su aliento y motivación constante no habría sido posible.

Agradezco a mis padres y hermanos que con su apoyo y cariño incondicional han estado presentes en cada uno de mis logros.

Expreso mi agradecimiento al MSc. Omar Godoy, cuyas observaciones y asesoramiento con su experiencia y profesionalismo han sido cruciales para la consolidación de este trabajo de grado.

A la UTN y su cuerpo docente por compartir y permitir formarme en sus instalaciones y por el aprendizaje recibido.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de clase por compartir su capacidad académica y amistad durante este trayecto.

Paul Cevallos Santi

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar la comparativa de colores obtenidos en la tintura de microfibras de poliéster por agotamiento a 130°C y con acelerante a ebullición con colorantes dispersos de la familia Cromacrón, por lo cual las probetas tinturadas fueron sometidas a pruebas espectrofotométricas según el espacio CIELAB.

Para respaldar este estudio, se recopiló información de fuentes bibliográficas sobre la tintura de textiles por agotamiento, el uso de colorantes dispersos Cromacrón en la tintura de microfibras de poliéster 100% y auxiliares utilizados en este proceso.

Para llevar a cabo este análisis, se procedió a la preparación de muestras para la tintura y la obtención de banderas por cada color con dosificaciones de 0,01%, 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, proceso llevado a cabo respetando parámetros como: tiempo y de temperatura acorde a la curva de procesos y fibra tratada. Posteriormente, se realizaron pruebas de medición del color con respecto a las coordenadas CIE, para lo cual se utilizó el espectrofotómetro con una placa de medición de 10MM con respecto al tamaño de las muestras, comparando una muestra estándar entre el trial.

Tras haber realizado este análisis, se puede evidenciar una marcada tendencia a obtener diferencias de tonos; pues como promedio un sustrato textil teñido con acelerante es más débil en relación con una muestra teñida a alta temperatura.

Palabras clave: IR Dyer, espectrofotómetro, acelerante, temperatura, tintura.

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the colors obtained from dyeing polyester microfiber by exhaustion at 130°C and with an accelerant at boiling point using Cromacrón dispersed dyes. The dyed samples were subjected to spectrophotometric tests according to the CIELAB color space.

To support this study, information was gathered from bibliographic sources on textile dyeing by exhaustion, the use of Cromacrón dispersed dyes in 100% polyester microfiber dyeing, and the auxiliaries used in this process.

For this analysis, samples were prepared for dyeing and flags were obtained for each color with dosages of 0.01%, 0.1%, 0.25%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%, and 3.5%. The process was carried out respecting parameters such as time and temperature according to the process curve and treated fiber. Subsequently, color measurement tests were conducted using CIE coordinates, utilizing a spectrophotometer with a 10MM measurement plate relative to the sample size, comparing a standard sample among the trials.

After conducting this analysis, there is a marked tendency to obtain tone differences; on average, a textile substrate dyed with an accelerant is weaker compared to a sample dyed at high temperature.

Keywords: IR Dyer, spectrophotometer, accelerator, temperature, dye.

LISTA DE SIGLAS

PES: Poliéster por su abreviatura técnica.

WO: Lana por su abreviatura.

HT: Altas temperaturas.

ANOVA: Analysis of Variance

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes	1
Importancia del estudio	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
Características del sitio del proyecto.....	4
CAPÍTULO I.....	5
1 ESTADO DEL ARTE.	5
1.1 Estudios previos	5
1.1.1 Microfibra	5
1.1.2 Colorantes dispersos	6
1.1.3 Propiedades tintóreas de los “transportadores o Carrier”	6
1.2 Marco legal.....	7
1.2.1 Constitución de la República del Ecuador	7
1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte	8
1.3 Marco conceptual	9
1.3.1 Afinidad tintórea de la Microfibra	9
1.3.2 Propiedades tintóreas de los colorantes dispersos	9
1.3.3 Procesos de tintura para microfibra con acelerante químico a ebullición	10
1.3.4 Procesos de tintura para microfibra a alta temperatura.....	10

CAPÍTULO II	11
2 METODOLOGÍA.....	11
2.1 Enfoque de la investigación	11
2.1.1 Investigación cualitativa	11
2.1.2 Investigación Cuantitativa	11
2.1.3 Investigación bibliográfica.....	11
2.1.4 Investigación comparativa	12
2.2 Tipo de investigación	13
2.2.1 Método inductivo	13
2.2.2 Método deductivo	13
2.3 Técnicas de investigación.....	13
2.3.1 Investigación experimental	14
2.3.2 Investigación de campo.....	14
2.4 Flujogramas.....	14
2.4.1 Flujograma general	14
2.4.2 Flujograma muestral	16
2.5 Norma de referencia	17
2.5.1 Normativa D65/10° (CIELAB Color Space).....	17
2.6 Materiales.....	17
2.6.1 Microfibra	17
2.6.2 Colorante Cromacron.....	18

2.6.3	Acelerante Perigen EC	18
2.6.4	Nivelador de PH.....	19
2.6.5	Dispersante.....	19
2.6.6	Marvacol ASC NEW	20
2.7	Equipos.....	20
2.7.1	Balanza analítica	20
2.7.2	IR Dyer.....	21
2.7.3	Espectrofotómetro.....	22
2.8	Proceso tintóreo.....	24
2.8.1	Receta de tintura	25
2.8.2	Parámetros de tintura	26
2.9	Curva de proceso.....	27
2.9.1	Curva de procesos para la tintura a alta temperatura (HT)	27
2.9.2	Curva de procesos para la tintura a ebullición	28
2.10	Procedimiento.....	28
2.10.1	Desarrollo de probetas (banderas)	28
2.10.2	Preparación de colorantes (soluciones y disoluciones).....	29
2.11	Análisis de calidad	31
2.11.1	Análisis del color en el espectrofotómetro.....	31
CAPÍTULO III.....		33
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	33

3.1	Resultados	33
3.1.1	Color CIELAB (Lab*) y CIELCH (Lch*).....	33
3.1.2	Tablas generales de resultados del análisis del color.....	34
3.1.3	Tabla consolidada de resultados	36
3.2	Análisis de confiabilidad	36
3.2.1	Normalidad	36
3.2.2	Normalidad de resultados obtenidos en laboratorio.....	37
3.2.3	Análisis de varianza	37
3.2.4	Análisis de resultados	38
3.2.5	Análisis de la tabla general de resultados de las tonalidades.....	40
CAPÍTULO IV		42
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		42
4.1	Conclusiones	42
4.2	Recomendaciones.....	43
ANEXOS.....		49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Planta Académica Textil	4
Figura 2 Microfibra.....	5
Figura 3 Acción del carrier en la fibra de poliéster.	7
Figura 4 Difusión del colorante en la microfibra.....	9
Figura 5 Flujograma General.....	15
Figura 6 Flujograma Muestral	16
Figura 7 Color CIELAB bidimensional.....	17
Figura 8 Balanza analítica.....	20
Figura 9 Tinturadora IR Dyer	21
Figura 10 Espectrómetro del laboratorio textil UTN.....	23
Figura 11 Curva de tintura a altas temperaturas	27
Figura 12 Curva de tintura de microfibra a ebullición.....	28
Figura 13 Probetas poliester 100%	29
Figura 14 Soluciones de colorantes Cromacrón	29
Figura 15 Pipeteo de colorantes y auxiliares	30
Figura 16 Carga de máquina para proceso de tintura	30
Figura 17 Mediciones espectrofotométricas	31
Figura 18 Test de normalidad general de resultados	37
Figura 19 Grafico estadistico comparatico ΔE^*	39
Figura 20 Gráfico estadístico comparativo ΔE^*	39
Figura 21 Gráfico estadístico comparativo Escarlata SGS	40
Figura 22 Gráfico consolidado de las tonalidades	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación colorantes dispersos.	6
Tabla 2 Líneas de Investigación.....	8
Tabla 3 Fases de tintura del colorante.....	10
Tabla 4 Caracterización del tejido	18
Tabla 5 Características de los colorantes Cromacrón de mediana energía	18
Tabla 6 Perigen EC	19
Tabla 7 Productos y parámetros para lavado máquina IR Dyer	22
Tabla 8 Características de los Delta L* a* b* y ΔE^*	23
Tabla 9 Características de la escala de valores ΔE	24
Tabla 10 Receta de tintura microfibra a 130° con colorantes cromacrón.....	25
Tabla 11 Receta de tintura de microfibra a ebullición con acelerante PERIGEN EC	26
Tabla 12 Placas de medición según el área de la muestra	32
Tabla 13 Resultados espectrofotométricos Amarillo ERD, HT vs ebullición.	34
Tabla 14 Resultados espectrofotométricos Azul ERD, HT vs ebullición.....	35
Tabla 15 Resultados espectrofotométricos Escarlata SGS, HT vs ebullición.....	35
Tabla 16 Tabla consolidada de resultados Decmc	36
Tabla 17 Análisis de Variabilidad.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado uso de laboratorio.....	49
Anexo 2 Ficha técnica Eco dye PES.....	50
Anexo 3 Ficha técnica PERISOL	52
Anexo 4 Ficha técnica Hidrosulfito de Sodio.....	54
Anexo 5 Ficha técnica Perigen EC	55
Anexo 6 Preparación de Probetas	57
Anexo 7 Proceso de tintura.....	57
Anexo 8 Banderas tinturadas	58

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema.

Mediante una revisión exhaustiva de literatura, se desarrolló un análisis al proceso de teñido por agotamiento con colorantes dispersos Cromacrón SE, se realizará la tintura de un tejido de microfibra PES 100% por agotamiento utilizando diferentes concentraciones. Este tipo de colorantes, específicamente diseñados para la tintura de poliéster, son empleados de manera habitual dentro de la producción textil (M. Ruiz & Salcedo, 2012).

Posterior a ello, se realizó el análisis comparativo de las probetas tinturadas en el espectrofotómetro para obtener resultados de las tonalidades según el espacio del color CIELAB, esencial para garantizar la precisión, confiabilidad y consistencia. De igual manera, proporcionar una base objetiva para tomar decisiones en términos de formulación de colorantes y procesos de tintura, lo que lleva a una reproducción más precisa y satisfactoria de los colores deseados en la industria. En general, este análisis busca contribuir al conocimiento existente sobre la tintura de microfibra con colorantes dispersos a una temperatura que bordea los 100°C mediante la aplicación de Carrier, mismo que se compone de compuestos orgánicos que absorben rápidamente y aceleran la velocidad de tintura, constituyendo los denominados “transportadores”, que permiten efectuar la tintura a presión atmosférica sin llegar a altas temperaturas, es decir, que superen el umbral de los 100°C (Carrión, 1995).

Antecedentes

En la industria textil, la obtención de colores vibrantes y duraderos en las fibras sintéticas ha sido siempre un desafío constante. Entre las diversas técnicas empleadas, el proceso de tintura a alta temperatura por agotamiento y el proceso de tintura con carrier a ebullición son bastante utilizadas dentro de la industria textil. Estos métodos permiten la incorporación de colorantes dispersos. Estos colorantes son prácticamente insolubles en agua, se preparan en suspensión acuosa, mediante la utilización de dispersantes. Estas dispersiones

tienen que ser estables a temperaturas a los 130 °C, los cuales son ampliamente utilizados en la tintura del poliéster, y también en el caso de la microfibrá por su alta solidez al lavado y a la luz (Cabanés, 2017).

Sin embargo, aunque ambos métodos son muy utilizados, es importante comprender y comparar los resultados obtenidos en términos de colores logrados. Este análisis comparativo permitirá identificar las diferencias y similitudes en cuanto a la calidad del color entre los dos métodos de tintura antes mencionados.

Este análisis implicará la selección de colorantes dispersos específicos CROMACRÓN SE, así como la preparación de baños de tintura adecuados para cada método. Se tomará en consideración parámetros de gran importancia como la concentración del colorante, la temperatura de tintura, el tiempo de agotamiento y el tiempo de trabajo a ebullición con carrier. Además, se realizarán análisis espectrofotométricos para evaluar la intensidad del color y se compararán los resultados obtenidos en términos de tonalidad del color en el tejido de microfibrá.

Se espera que este estudio comparativo determine y proporcione información valiosa, sobre las diferencias en los resultados del color obtenidos a partir de los dos métodos de tintura mencionados. Estos hallazgos serán de gran importancia para la industria textil y de esta manera, contribuir a la mejora de los procesos de tintura en fibras de poliéster.

Al finalizar este estudio, se espera obtener un conocimiento más profundo sobre la influencia de los diferentes métodos de tintura en la calidad del color en la microfibrá de poliéster puro. Por lo que esta información podría ayudar a fabricantes y profesionales de la rama textil y afines a mejorar la toma de decisiones al momento de seleccionar el método de tintura más adecuado, para lograr resultados deseados en términos de tonalidad de color.

Importancia del estudio

Los tejidos elaborados a base de microfilamentos son conocidos por sus características únicas como la resistencia y suavidad, es por ello que, se fabrican prendas deportivas las cuales brindan confort al usuario. La microfibras es una fibra sintética que recibe su nombre debido a su diámetro minúsculo, son más resistentes en comparación con otro tipo de fibras, estas presentan mucha durabilidad y un mayor consumo energético al ser tinturadas, ya sea en prenda o en fibra (Antunes & Monge, 2013).

Según la aplicación específica, forma y tamaño de las microfibras pueden ajustarse para productos con diversas propiedades únicas como: suavidad, absorción, repelencia, propiedades ignífugas y filtrantes (Todomicrofibras, 2023). La producción de prendas deportivas con microfibras ha sido una estrategia exitosa en la industria textil, permitiendo mejorar la comodidad y satisfacción de los usuarios por lo que se toma muy en cuenta es la calidad del proceso de tintura.

Debido al pequeño diámetro de las microfibras, presenta algunas dificultades al momento de realizar la tintura de este tipo de fibra, por lo que se requiere realizar en altas temperaturas. Mediante la utilización de maquinaria de alta inversión, así como una considerable cantidad de energía para calentar y mantener el baño de tintura a la temperatura de trabajo adecuada para este proceso (Carrión, 1995).

Con el objetivo de abordar los inconvenientes destacados, como el alto consumo energético, el uso de maquinaria costosa y los efectos indeseados que pueden suscitarse durante el proceso, este proyecto se centrará en el análisis comparativo de las tonalidades resultantes de dos diferentes procesos de tintura.

Objetivo general

- Realizar la comparativa de colores obtenidos en la tintura de microfibras de poliéster por agotamiento a 130°C y con carrier a ebullición con colorantes dispersos.

Objetivos específicos

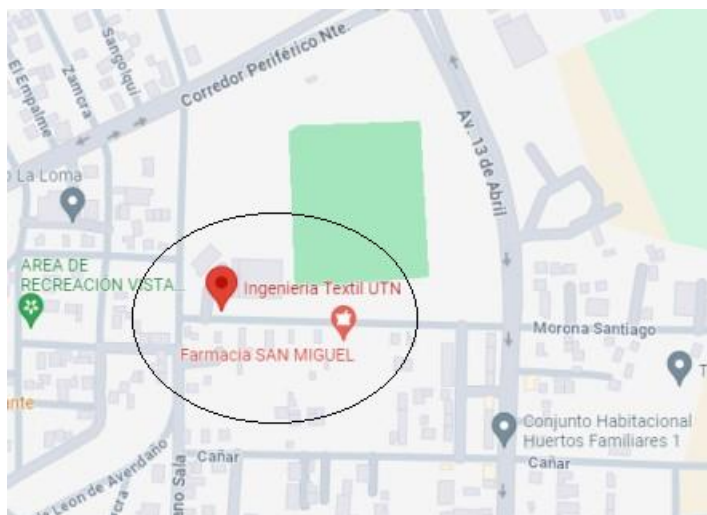
- Desarrollar muestras, tinturadas con colorante disperso Cromacrón a 130°C y a punto de ebullición sobre microfibras de poliéster 100% en colores amarillo, azul y rojo.
- Someter las probetas tinturadas a mediciones de color en el espectrofotómetro textil para el análisis del color en cada componente del espacio CIELAB.
- Evaluar los resultados con la ayuda del software PAST 4 que permitan una comparación de los colores obtenidos por cada proceso de teñido y concentración de colorante sobre el peso de la fibra.

Características del sitio del proyecto

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra sector Miravalle, en los laboratorios de la Planta Textil UTN. Lugar que se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas 0°22'40.7"N 78°07'24.0"W.

Figura 1

Ubicación de la Planta Académica Textil



Fuente: (Google Maps, 2024)

CAPÍTULO I

1 ESTADO DEL ARTE.

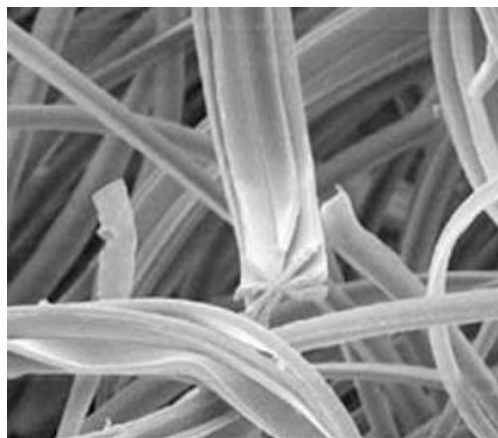
1.1 Estudios previos

1.1.1 *Microfibra*

Los microfilamentos son fibras extremadamente delgadas que se destacan por su tamaño reducido en comparación con otras fibras naturales como la seda, el algodón y el cabello humano. Estas fibras son aproximadamente dos veces más finas que la seda, tres veces más finas que el algodón y hasta cien veces más finas que un cabello humano. Su composición típica consta de un 80% de poliéster y un 20% de poliamida. Los microfilamentos son fibras completamente sintéticas con un diámetro de alrededor de 10 micrómetros o menos, y una hebra que mide menos de 1 denier (Farinango, 2017).

Teñir la microfibra de poliéster presenta desafíos debido a su alta cohesión molecular y orientación cristalina pronunciada, lo que requiere condiciones de tintura que fomenten la relajación de su estructura interna y faciliten la adsorción del colorante (Cristina & Salazar, 2013).

Figura 2
Microfibra



Fuente:(Michelle E, 2013)

1.1.2 Colorantes dispersos

El poliéster es una fibra con excelentes propiedades textiles que le otorgan la capacidad de mezclarse con otras fibras, ya sean sintéticas o naturales. Los colorantes dispersos presentan una baja solubilidad en agua, lo que significa que no se disuelven fácilmente en este medio. Por esta razón, se aplican comúnmente en forma de una fina dispersión acuosa.

Esto ha impulsado enormemente el desarrollo de procesos de tintura. La fibra de poliéster puede ser teñida a altas temperaturas, llegando incluso a los 130°C, o utilizando transportadores para tinturar a la temperatura de ebullición (Antamba, 2017).

Tabla 1
Clasificación colorantes dispersos.

CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES DISPERSOS		
Grupo	Clase	Propiedades
Molécula baja	E	Alta igualación y migración
		Difusión muy alta
		Acelerante muy recomendado
Molécula media	SE	Capacidad de igualación y solidez aceptable en termo migración
		Acelerante recomendado en matices medios
		Solidez en húmedo y medio en termo migración
Molécula alta	S	Acelerante no apropiado

Fuente: (Quimicolours, 2024)

1.1.3 Propiedades tintóreas de los “transportadores o Carrier”

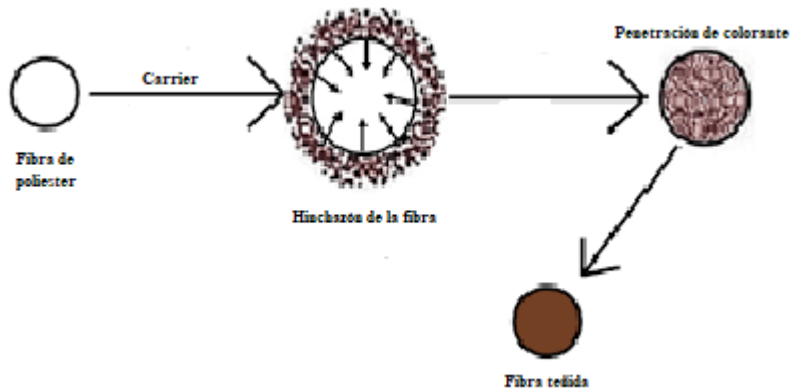
El carrier es un producto que actúa como un agente facilitador, permitiendo que los colorantes se dispersen y se adhieran de manera uniforme en las fibras. Esto es especialmente

importante cuando se trabaja con colorantes dispersos, ya que su baja solubilidad en agua dificulta su dispersión y fijación en los sustratos textiles.

Presentan una combinación de solventes orgánicos, emulsionantes y surfactantes que ayudan a asegurar una tintura uniforme y de calidad en los textiles (Andrade, 2017).

La aplicación de este acelerador de tintura, promueve la expansión o hinchamiento de la fibra por lo que permite, que el colorante disperso ingrese de manera uniforme por todo el sustrato durante el proceso de tintura asegurando una coloración completa y eficiente.

Figura 3
Acción del carrier en la fibra de poliéster.



Fuente:(Mazharul, 2021)

1.2 Marco legal

Establece el marco regulatorio que asegura la conformidad con las leyes y la preservación del medio ambiente durante el proceso de tintura de textiles.

1.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, contiene los siguientes artículos en relación al derecho de libertad y normativa legal vigente en torno al procesamiento textil; en este sentido, la Asamblea Nacional del Ecuador (2008) con edición del 2021, expresa:

Art. 396, capítulo 2 menciona que: “El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.” (p.32).

1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

De acuerdo a la (Universidad Técnica del Norte, 2024) presenta diez líneas de investigación, de las cuales la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, asocia para sus estudios los literales 1 y 9, tal como se muestra a continuación.

Tabla 2
Líneas de Investigación.

Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte	
1	Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
2	Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible.
3	Biotechnología, Energía y Recursos Naturales Renovables.
4	Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable.
5	Salud y Bienestar Integral.
6	Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas.
7	Desarrollo Artístico, Diseño y Publicidad
8	Desarrollo Social y del Comportamiento Humano.
9	Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética) (p.2).

Fuente: (Universidad Técnica del Norte, 2024)

1.3 Marco conceptual

Se presentan, definen y describen los conceptos clave y las teorías relevantes que sustentan la investigación.

1.3.1 Afinidad tintórea de la Microfibra

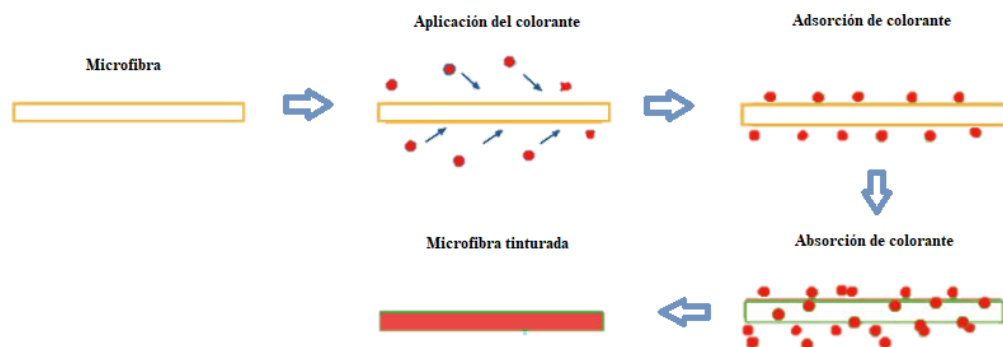
La afinidad de la fibra permite que el proceso de tintura comienza de manera rápida con la penetración en la fibra, pero posteriormente se ralentiza debido a la concentración del colorante. Esto provoca que las capas externas de la fibra se tiñan en mayor medida, mientras que las capas interiores lo hacen de manera más lenta y en menor medida. Por otro lado, cuando existe una baja afinidad, aunque el coeficiente de tintura puede no aumentar, la penetración en el interior de la fibra es más uniforme. Este fenómeno se puede observar al examinar una sección transversal de la fibra bajo un microscopio (Quinteros, 2020).

1.3.2 Propiedades tintóreas de los colorantes dispersos

Los colorantes dispersos son colorantes no iónicos que se pueden aplicar a través de agotamiento en forma de dispersiones finas que se estabilizan añadiendo ciertos tensoactivos.

Estructura química, métodos de obtención, entre otros.

Figura 4
Difusión del colorante en la microfibr



1.3.3 Procesos de tintura para microfibras con acelerante químico a ebullición

Estos auxiliares son productos químicos que se utilizan para optimizar los procesos de tintura, asegurando una distribución uniforme de los colorantes en el sustrato textil. Ayudan a mejorar la afinidad del colorante con la fibra, reducir la formación de manchas o marcas, controlar la temperatura y el tiempo de tintura, entre otros aspectos.

El agregado de un carrier de difusión se hace necesario cuando se observe una mala penetración del colorante dentro de la fibra, especialmente en tonos intensos. En muchas oportunidades los colorantes quedan depositados sobre la superficie de la fibra sin penetrar dentro de la misma, generando posteriormente una mala solidez al frote (Quinteros, 2020).

Antiguamente las industrias utilizaban agentes químicos denominados “CARRIERS”, pero estos al ser altamente nocivos para la salud de operador y del ambiente fueron reemplazados por acelerante, que cumplen la misma función, es decir, hinchan a la fibra químicamente para permitir el ingreso del colorante, pero, con la ventaja de que los remanentes químicos del proceso ya no son peligrosos como los transportadores utilizados en antaño.

1.3.4 Procesos de tintura para microfibras a alta temperatura

Tabla 3

Fases de tintura del colorante

Procedimiento de tintura	Caracterización
Migración	Movimiento de los colorantes hacia el sustrato.
Difusión	Penetración gradual de colorante en fibras textiles durante el teñido.
Absorción	Porcentaje de líquido tintóreo absorbido por el tejido tratado.
Fijación	Unión permanente del colorante al tejido durante la tintura.

Fuente:(Haro Quishpe, 2018).

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA.

En este punto se detalla el enfoque y procedimientos para llevar a cabo la investigación, incluyendo la descripción de los métodos de recolección de datos, así como también las técnicas de análisis empleadas y los criterios de validación aplicados.

2.1 Enfoque de la investigación

Dentro de este capítulo se detalla, información relevante sobre los procesos, recetas, materiales y equipos utilizados durante el procedimiento del desarrollo del tema establecido. Identificando varios métodos de investigación, cada uno con su propósito adaptándose al estudio.

2.1.1 *Investigación cualitativa*

Es una investigación que recopila información que no se puede cuantificar, basándose en observaciones de comportamiento. Sobre la calidad de los hechos o fenómenos de investigación, de esta manera los investigadores se interesan en tener acceso a experiencias e interacciones en su contexto natural (Escudero Sánchez & Cortez Suárez, 2018).

2.1.2 *Investigación Cuantitativa*

Está definida como el estudio de la realidad objetiva estableciendo mediciones y estimaciones numéricas que permitan recoger datos fiables para encontrar explicaciones. Este enfoque cuantitativo se caracteriza porque refleja la necesidad de medir y evaluar la magnitud de los problemas de investigación para el estudio delimitado y específico (Escudero Sánchez & Cortez Suárez, 2018).

2.1.3 *Investigación bibliográfica*

La investigación bibliográfica implica la recopilación y organización de una lista exhaustiva de referencias bibliográficas que engloba todas las fuentes consultadas por el autor

durante su estudio sobre uno o varios temas relacionados con la investigación. Estas fuentes pueden incluir libros, artículos científicos, informes técnicos, publicaciones académicas y otros materiales relevantes. Una bibliografía juega un papel fundamental al proporcionar una base sólida y confiable para respaldar las afirmaciones y argumentos presentados en el texto, además de permitir a los lectores acceder y verificar la información utilizada. Una investigación bibliográfica exhaustiva es esencial para garantizar la integridad y validez del trabajo académico, al mismo tiempo que enriquece el conocimiento del autor y proporciona un contexto integral al tema que se está abordando. Este proceso desempeña un rol fundamental en el ámbito académico y científico, ya que sitúa el estudio en el contexto de investigaciones previas y contribuye al avance del conocimiento en el campo específico (Cecilia, 2007).

2.1.4 Investigación comparativa

La implementación del método comparativo, al igual que cualquier enfoque científico, exige una metodología definida con un punto de partida y una secuencia lógica. A continuación, se describen los pasos fundamentales de manera concisa.

El primer paso al realizar una investigación comparativa es establecer una estructura teórica que sirva de base para formular hipótesis, la cual debe acreditarse en estudios y trabajos previos relacionados con el objeto de estudio. Este marco conceptual debe definir la naturaleza y las características de los casos a comparar y, en su caso, identificar variación y similitud del estudio. Tanto el marco teórico como la definición de las variables resultan esenciales para los procesos posteriores, y son fundamentales para la investigación. Cuanto más robustos y bien estructurados sean los conceptos, mayores serán las posibilidades de generar hipótesis relevantes para el estudio (Gómez Díaz de León & De León de la Garza, 2014).

2.2 Tipo de investigación

Dentro de esta investigación se ha optado por un enfoque mixto que integra tanto el método inductivo como el método deductivo. Esta selección permite abordar el problema de investigación desde una perspectiva integral, combinando la observación y análisis de datos empíricos con los principios generales del estudio.

2.2.1 Método inductivo

(Arbulu et al., (2023) Afirman que este método se conoce como investigación exploratoria o ascendente, ya que nos ayuda a descubrir patrones y secuencias de eventos que a su vez sirvan como insumo para el desarrollo de un modelo operativo del sistema, a veces llamado inductivismo es el enfoque inductivo más utilizado.

2.2.2 Método deductivo

Mediante este método empleado se pasa de un conocimiento general a otro conocimiento de un nivel inferior de generalidad, es decir son puntos de partida para sacar conclusiones mentales y llegar a otras. Específicamente de generalizaciones, principios, leyes o definiciones universales (Rodriguez & Perez, 2017).

2.3 Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación son herramientas fundamentales para recopilar datos relevantes en un estudio. Desde métodos cualitativos hasta cuantitativos, la selección adecuada garantiza la obtención de resultados válidos y confiables, permitiendo a los investigadores construir conclusiones sólidas y fundamentadas. Además, una correcta aplicación de estas facilita la replicabilidad del estudio, lo que es fundamental para la verificación y validación de los hallazgos en futuras investigaciones.

2.3.1 *Investigación experimental*

Tradicionalmente dentro de este tipo de investigación la variable independiente es la causa que da lugar al efecto sobre la variable dependiente; por lo tanto, las diferencias en los niveles de las variables independientes provocan cambios en las variables en las que se desea influenciar durante el transcurso del proceso que se realiza (Ramos-Galarza, 2021).

2.3.2 *Investigación de campo*

Dentro de esta investigación (Escudero Sánchez & Cortez Suárez, 2018) Establecen que es el lugar donde ocurre el proceso de investigación, el tipo de investigación, así como la recopilación de datos y métodos utilizados para la obtención de los resultados que se llevaran a cabo en un lugar determinado.

2.4 *Flujogramas*

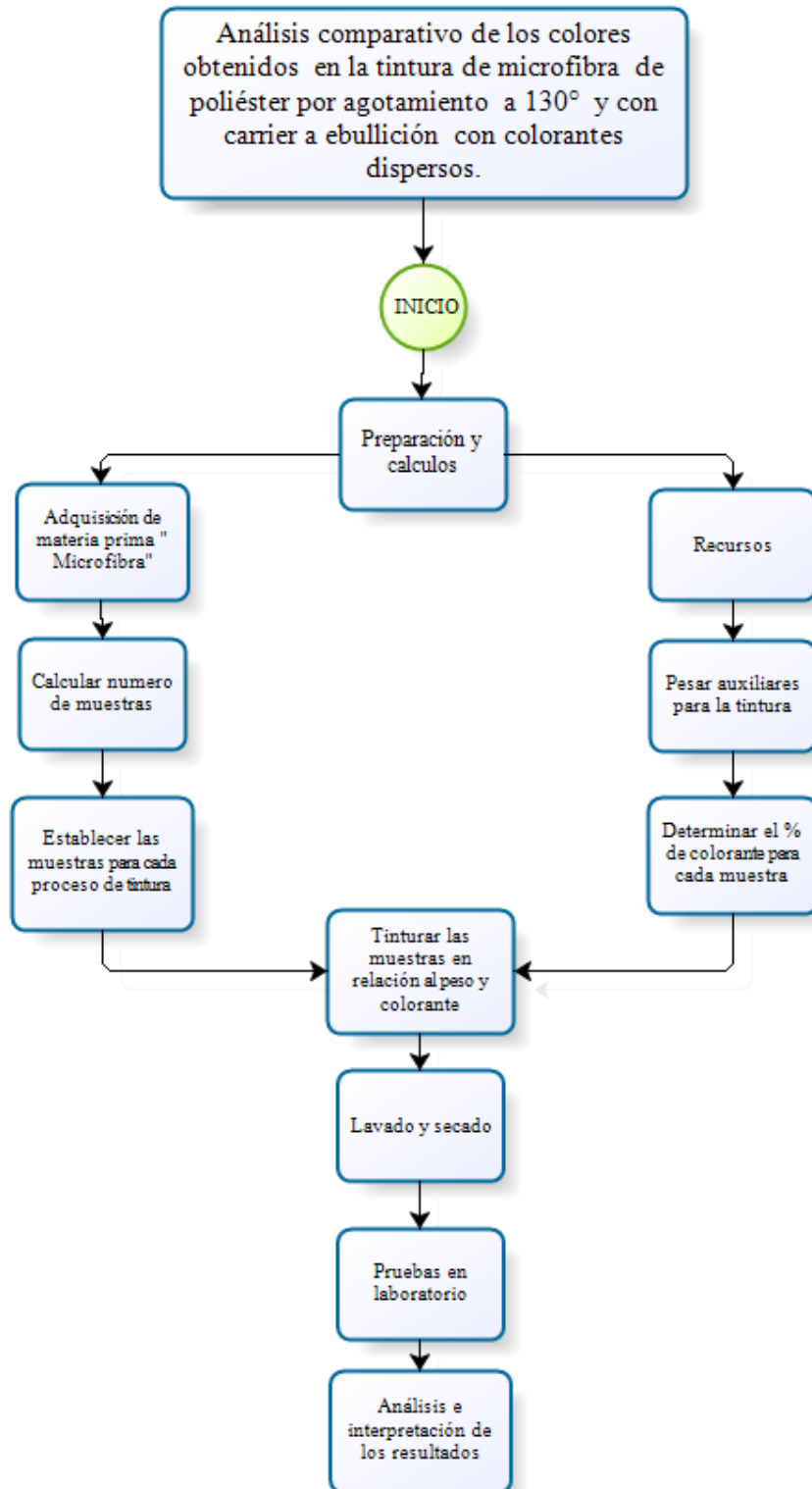
Los flujogramas constituyen una herramienta fundamental esencial en la documentación de procesos, ya que ofrecen una visión global y estructurada de las actividades realizadas durante el estudio. Estos diagramas facilitan la identificación de pasos críticos y cuellos de botella, permitiendo a los investigadores optimizar y mejorar continuamente los procedimientos. Además, proporcionan una comprensión detallada y accesible de la metodología empleada, lo cual es fundamental para la transparencia del estudio. Al detallar cada etapa del proceso de manera visual, los flujogramas fortalecen tanto la validez de los resultados obtenidos como su reproductibilidad, asegurando que otros investigadores puedan replicar el estudio con precisión y verificar los hallazgos de manera independiente.

2.4.1 *Flujograma general*

En la **Figura 5** se presenta de manera detallada y visual los diferentes procesos que se llevaron a cabo desde el inicio hasta la culminación del proyecto de investigación, mediante esta figura facilita la identificación de la secuencia lógica de las actividades y el flujo de trabajo

empleado. Esto es esencial para asegurar que todas las etapas del estudio se realicen de manera coherente y sistemática, contribuyendo así la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 5
Flujograma General

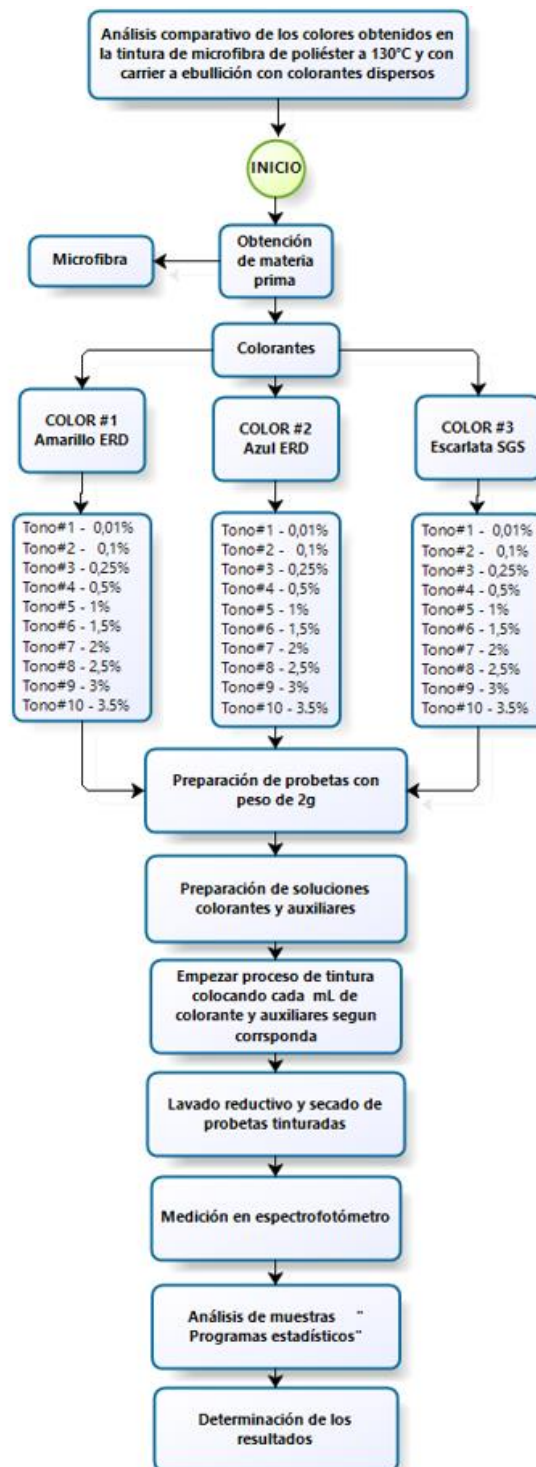


2.4.2 Flujograma muestral

En el siguiente flujograma **Figura 6** se observa de manera específica el desarrollo y obtención de los resultados para su respectivo análisis del proceso de investigación.

Figura 6

Flujograma Muestral

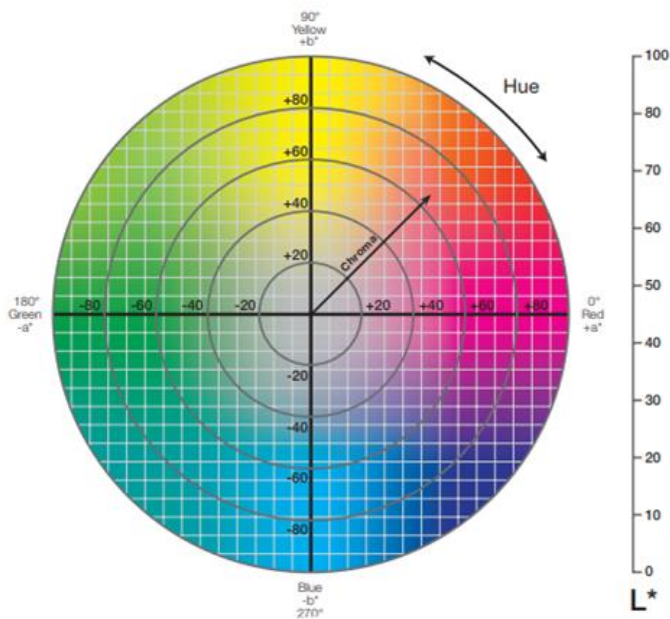


2.5 Norma de referencia

2.5.1 Normativa D65/10° (CIELAB Color Space)

Se refiere a una iluminación estándar utilizada en la evaluación del color. Este estándar especifica la fuente de luz D65, que es una luz diurna simulada con una temperatura de color de 6500 Kelvin, y un ángulo de observación de 10 grados. Es ampliamente utilizada en la industria textil para evaluar y comunicar el color de manera estandarizada, especialmente en área de tintorería de la industria textil

Figura 7
Color CIELAB bidimensional



Fuente: (J. Ruiz, 2020)

2.6 Materiales

2.6.1 Microfibra

Las muestras de microfibra 100% poliéster fueron sujetas a un proceso de tincura con colorantes dispersos Cromacrón a 130° C, y tinturado con acelerante Perigen a ebullición. Posteriormente, los colores obtenidos fueron sometidas a un análisis en el espectrofotómetro.

Tabla 4*Caracterización del tejido*

Características	Detalle
Composición	Poliéster 100%
Gramaje	234,05 g
Ancho tejido	150 cm
tejido	Interlock

Nota: En la presente tabla se muestran propiedades detalladas del tejido

2.6.2 *Colorante Cromacron*

Son colorantes dispersos utilizados en la tintura de fibras de poliéster 100%, así como sus mezclas de Pes/Wo y se dividen en los siguientes grupos según su energía, en la **Tabla 5** Características de los colorantes Cromacrón de mediana energía se detallan sus características.

Tabla 5*Características de los colorantes Cromacrón de mediana energía*

COLORANTE	CARACTERISTICAS
Cromacrón Amarillo ERD	Mediana energía
Cromacrón Escarlata SGS	Matices medios
Cromacrón Azul ERD	Solidez al calor muy buena Acelerante muy recomendado

Fuente: Adaptado de (Quimicolours, 2024)

2.6.3 *Acelerante Perigen EC*

El acelerador de tintura, reconocido por su compromiso ambiental, actúa como un agente promotor del proceso de tintura, mientras que simultáneamente desempeña funciones de dispersión y mejora la penetración. Este componente, esencial en la industria textil, se

distingue por su capacidad para armonizar la distribución del color y mejorar la capacidad de penetración de las tinturas. Es principalmente indicado para la tintura de poliéster y sus combinaciones, ofreciendo una solución versátil y eficaz para alcanzar resultados óptimos en la coloración de tejidos de microfibra. Su naturaleza amigable con el medio ambiente responde a las demandas contemporáneas de la industria textil, priorizando la sostenibilidad y el respeto por el entorno.

Tabla 6
Perigen EC

COLORANTE %	TONO	PERIGEN EC (g/L)
Menor de 0.5	Claro	0.5
0.51 – 1.5	Medio	1.0
Mayor de 1.5	Oscuro	2.0

Fuente:(Quimicolours, 2024)

NOTA: En esta tabla se especifica la cantidad en g/L de acelerante PERIGEN EC que se debe utilizar con respecto al % del colorante.

2.6.4 Nivelador de PH

- **Ácido acético:** Es un agente químico ampliamente utilizado dentro de la industria textil, el cual es fundamental para el control del pH en el baño de tintura. Tiene capacidad para ajustar a 4,5 que es un nivel esencial para la realizar este proceso tintóreo.

2.6.5 Dispersante

Estos agentes muy utilizados en la tintura de poliéster en temperaturas altas, promueven la uniformidad y estabilidad de la dispersión de sustancias insolubles y reducen el riesgo de descomposición de la dispersión del tinte en temperaturas elevadas. La pérdida de dispersión en el no uso de este producto provoca aglomeración o sedimentación del colorante, por lo que el baño no se nivela bien.

2.6.6 *Marvacol ASC NEW*

Auxiliar de tintura con características de protección coloidal, dispersante y Secuestrante de iones de claco en tinturas que involucran diversos tipos de colorantes como: dispersos, tinas, directos, reactivos sulfurosos entre otros. Este asistente puede ser utilizado tanto en procesos de tintura por agotamiento como en procesos continuos (Novacido, 2017)

2.7 Equipos

Durante la investigación se utilizó equipos especializados para llevar a cabo las actividades experimentales y analíticas necesarias. Los cuales desempeñan roles fundamentales en la recopilación de datos reales, el uso de estos equipos se basa en la capacidad de garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados obtenidos.

2.7.1 *Balanza analítica*

Este instrumento desempeño una función fundamental en el proceso de investigación, siendo empleado para la medición precisa de las probetas de microfibra, los auxiliares y colorantes, asegurando así la exactitud en las cantidades requeridas. Esta meticulosa medición aseguro la fiabilidad y consistencia de mis resultados, al tiempo que garantizó la uniformidad en la preparación de las soluciones de los colorantes.

Figura 8
Balanza analítica



Fuente: (CTEX, 2020)

2.7.2 IR Dyer

La máquina IR DYER se destaca como una solución compacta para el teñido en entornos de laboratorio, aprovechando la tecnología infrarroja (IR) para este propósito. Este enfoque no solo proporciona un método de teñido versátil, sino que también se alinea con los principios de sostenibilidad medioambiental. Los radiadores infrarrojos, situados en la parte superior de los tinteros, cumplen un papel crucial en el calentamiento del proceso. Además, el diseño cuidadoso del ángulo de inclinación de los tinteros en relación con el disco giratorio asegura una circulación óptima del licor durante la operación. Como resultado, se logra una consistencia excepcional en el proceso de teñido, junto con una nivelación precisa del color, aspectos cruciales para obtener resultados de alta calidad de manera repetible (Haklari, 2013).

Figura 9
Tinturadora IR Dyer



Fuente: (CTEX, 2020)

- **Lavado máquina IR Dyer**

Realizar el lavado adecuado antes de iniciar el proceso de tintura es crucial para garantizar la calidad y la consistencia de los residuos. Durante este procedimiento se

elimina cualquier residuo de colorante, productos químicos u otras impurezas que pueden estar presentes en la máquina, lo que podría afectar negativamente a la tonalidad, para tener resultados óptimos garantizando la calidad e integridad de los productos textiles.

Tabla 7
Productos y parámetros para lavado máquina IR Dyer

Auxiliares / Parámetros	Temperatura (°C)	Tiempo (t)	Concentración (g/L)
Hidrosulfito de sodio	----	----	4g/L
Hidróxido de sodio	----	----	4g/L
Detergente reductor	----	----	2g/L
Temperatura	130°	----	----
Tiempo	----	30 min	----

2.7.3 Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es un dispositivo diseñado para medir la transmitancia o reflectancia de un objeto. Su principal propósito es comparar la radiación para diferentes longitudes de onda transmitidas por los objetos incidentes.

Según (García, 2018) afirma que, la cantidad de luz absorbida o transmitida a una longitud de onda específica está directamente relacionada con la concentración del material. Este instrumento de medición proporciona datos de color para una amplia gama de muestras, que incluyen líquidos, plásticos, papel y sustratos textiles. Gracias a su gran versatilidad, el espectrofotómetro se convierte en una herramienta esencial en diversas aplicaciones científicas e industriales, permitiendo el análisis y la caracterización del comportamiento de los materiales según su interacción con la luz y la radiación. Su uso resulta invaluable para obtener información precisa y confiable en el estudio de propiedades ópticas y cromáticas de diferentes materiales, lo que impulsa el avance y desarrollo en diversos campos de la ciencia y la industria.

Figura 10

Espectrómetro del laboratorio textil UTN



Fuente:(CTEX, 2020)

- Diferencia del color

La variación del color se describe como la comparación numérica entre la muestra y su estándar. Esta comparación refleja las diferencias en las coordenadas absolutas de color y se denota como Delta (Δ). Los valores de Delta para L^* (ΔL^*), a^* (Δa^*) y b^* (Δb^*) pueden ser tanto positivos (+) como negativos (-). No obstante, la diferencia total del color, representada como Delta E (ΔE^*), es siempre positiva. Estas diferencias se expresan como se presenta en la tabla siguiente (Minolta, 2023).

Tabla 8

Características de los Delta L^ a^* b^* y ΔE^**

Delta	Especificaciones	
ΔL^*	Diferencia en luz y oscuridad	+ = más luminoso, - = más oscuro
Δa^*	Diferencia en rojo y verde	+ = más rojo, - = más verde
Δb^*	Diferencia en amarillo y azul	+ = más amarillo, - = más azul
ΔE^*	Diferencia total del color	

Fuente:(Minolta, 2023)

- **Escala de valor ΔE^***

Los valores que se presentan en la **Tabla 9** nos muestran cuando es aceptable un Delta E, pero en el caso de la industria Textil en el área de tintorería, no se toman todos estos valores como buenos resultados. Para lo cual si se tiene un valor menor o igual a 1 se dice que el color es aceptable para ser reproducible caso contrario no es aceptable.

Tabla 9

Características de la escala de valores ΔE

ΔE	Calidad	Característica
>1 o 1	Excelente	No es perceptible por el ojo humano
1 - 2	Buena	Es perceptible bajo atenta observación
2 - 3	Normal	Es perceptible de un vistazo
3 - 4	Suficiente	Los colores son más parecidos que opuestos
4 - 5	Mala	Los colores son totalmente opuestos

Fuente: (Pereira, 2010)

2.8 Proceso tintóreo.

El proceso tintóreo para la fibra de poliéster implica una serie de pasos fundamentales, teóricamente concebidos, que resultan críticos para alcanzar una coloración óptima y uniforme en el sustrato textil. Estos pasos, compuestos por una secuencia meticulosa de operaciones, constituyen la base esencial para el buen desarrollo del proceso y la obtención de resultados consistentes en términos de tintura y calidad del tejido.

En primer lugar, se produce la difusión y dispersión del colorante superficialmente en la fibra, garantizando una pigmentación homogénea. En segundo lugar, se lleva a cabo la absorción del colorante por la superficie donde se adhiere físicamente mediante fuerzas de atracción. Finalmente, se produce la difusión del colorante hacia el interior del sustrato, donde el colorante comienza a moverse hacia el interior de la fibra, para obtener una tonalidad completa y duradera en el tejido.

2.8.1 Receta de tintura

En este espacio se especifican los porcentajes exactos y los mililitros a pipetear para cada probeta en relación al porcentaje del colorante, el peso del material para garantizar la precisión y reproductibilidad de este proceso de tintura.

Tabla 10
Receta de tintura microfibra a 130° con colorantes cromacrón

RECETA DE TINTURA A 130°C

Peso del material: 2g										
R/B: 1:10										
Composición: Poliéster 100%										
Volumen: 20 ml										
Colorantes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Amarillo ERD	0,01% 0,02mL	0,1% 0,2mL	0,25% 0,5mL	0,5% 1mL	1% 2mL	1,5% 3mL	2% 4mL	2,5% 5mL	3% 6mL	3,5% 7mL
Azul ERD	0,01% 0,02mL	0,1% 0,2mL	0,25% 0,5mL	0,5% 1mL	1% 2mL	1,5% 3mL	2% 4mL	2,5% 5mL	3% 6mL	3,5% 7mL
Escarlata SGS	0,01% 0,02mL	0,1% 0,2mL	0,25% 0,5mL	0,5% 1mL	1% 2mL	1,5% 3mL	2% 4mL	2,5% 5mL	3% 6mL	3,5% 7mL
Auxiliares										
Ácido Acético	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL	0,3g/L 0,06mL
Ecodye Pes	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL	1,5g/L 0,3mL

Tabla 11*Receta de tintura de microfibra a ebullición con acelerante PERIGEN EC*

RECETA DE TINTURA A EBULLICIÓN CON ACELERANTE PERIGEN EC										
Peso del material: 2g					Composición: Poliéster 100%					
R/B: 1:10										
Volumen: 20 ml										
Colorantes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Amarillo	0,01%	0,1%	0,25%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%	3,5%
ERD	0,02mL	0,2mL	0,5mL	1mL	2mL	3mL	4mL	5mL	6mL	7mL
Azul ERD	0,01%	0,1%	0,25%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%	3,5%
ERD	0,02mL	0,2mL	0,5mL	1mL	2mL	3mL	4mL	5mL	6mL	7mL
Escarlata	0,01%	0,1%	0,25%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%	3,5%
SGS	0,02mL	0,2mL	0,5mL	1mL	2mL	3mL	4mL	5mL	6mL	7mL
Auxiliares										
Ácido	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L	0,3g/L
Acético	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL	0,06mL
Ecodye	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L	1,5g/L
Pes	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L	0,3m/L
Perigen	0,5g/L	0,5g/L	0,5g/L	0,5g/L	1g/L	1g/L	2g/L	2g/L	2g/L	2g/L
EC	0,1mL	0,1mL	0,1mL	0,1mL	0,2mL	0,2mL	0,4mL	0,4mL	0,4mL	0,4mL

Nota: La dosificación del auxiliar Perigen EC varía de acuerdo al porcentaje del colorante detallado en la **Tabla 6**.

2.8.2 *Parámetros de tintura*

Los parámetros considerados en este estudio resultaron fundamentales para evitar posibles desviaciones que pudieran afectar los procesos de tintura. Específicamente, la temperatura y el tiempo fueron los principales factores controlados meticulosamente a través del empleo de una máquina de tintura de tipo abierto. Estos parámetros críticos aseguran la

coherencia y calidad del proceso de tintura, lo que a su vez garantiza la obtención de resultados precisos y reproducibles en la muestra teñida. Su correcta regulación contribuye a optimizar la eficiencia y eficacia de las tinturas, manteniendo la estabilidad y uniformidad en los resultados obtenidos a lo largo de los diferentes ensayos, lo que facilita la obtención de conclusiones confiables dentro del contexto de la investigación.

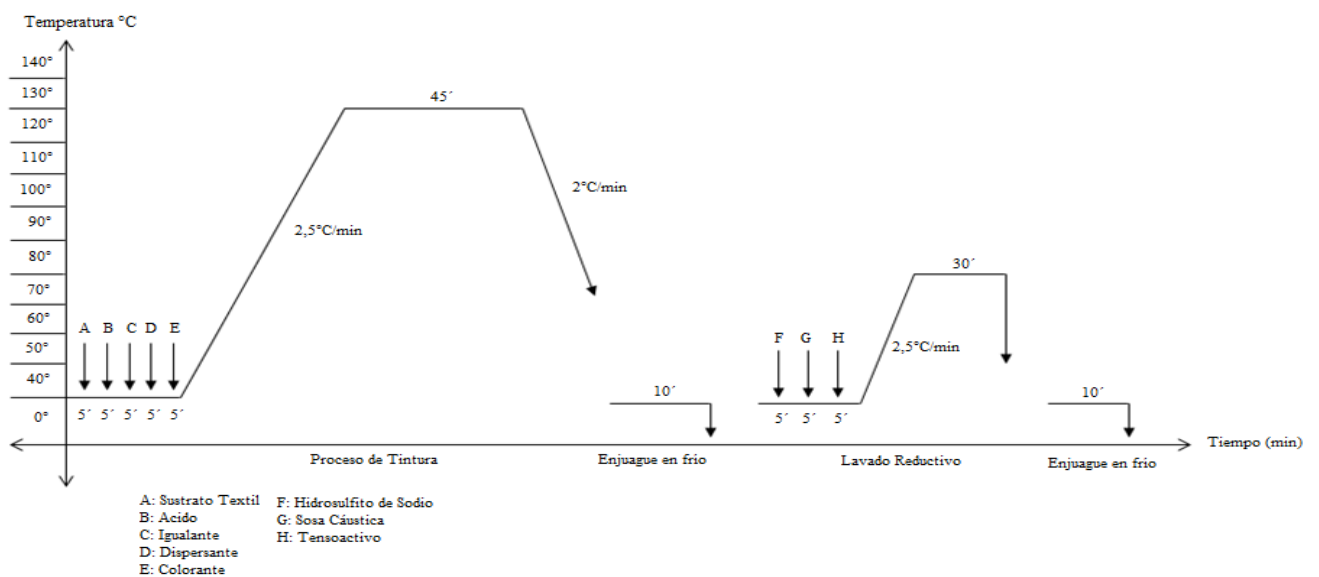
2.9 Curva de proceso

La curva de proceso de tintura para la microfibras representa gráficamente las etapas y los parámetros críticos involucrados en el proceso de tintura específico para este tipo de fibra sintética. Este es un recurso esencial que proporciona una visión detallada y sistemática de cómo se desarrolla el proceso de tintura, desde la preparación de la solución de los colorantes hasta la etapa final que es la fijación del color en la microfibras.

2.9.1 Curva de procesos para la tintura a alta temperatura (HT)

En la **Figura 11**, se presenta detalladamente la curva de tintura que se emplea durante el proceso del tejido de microfibras poliéster 100% en altas temperaturas.

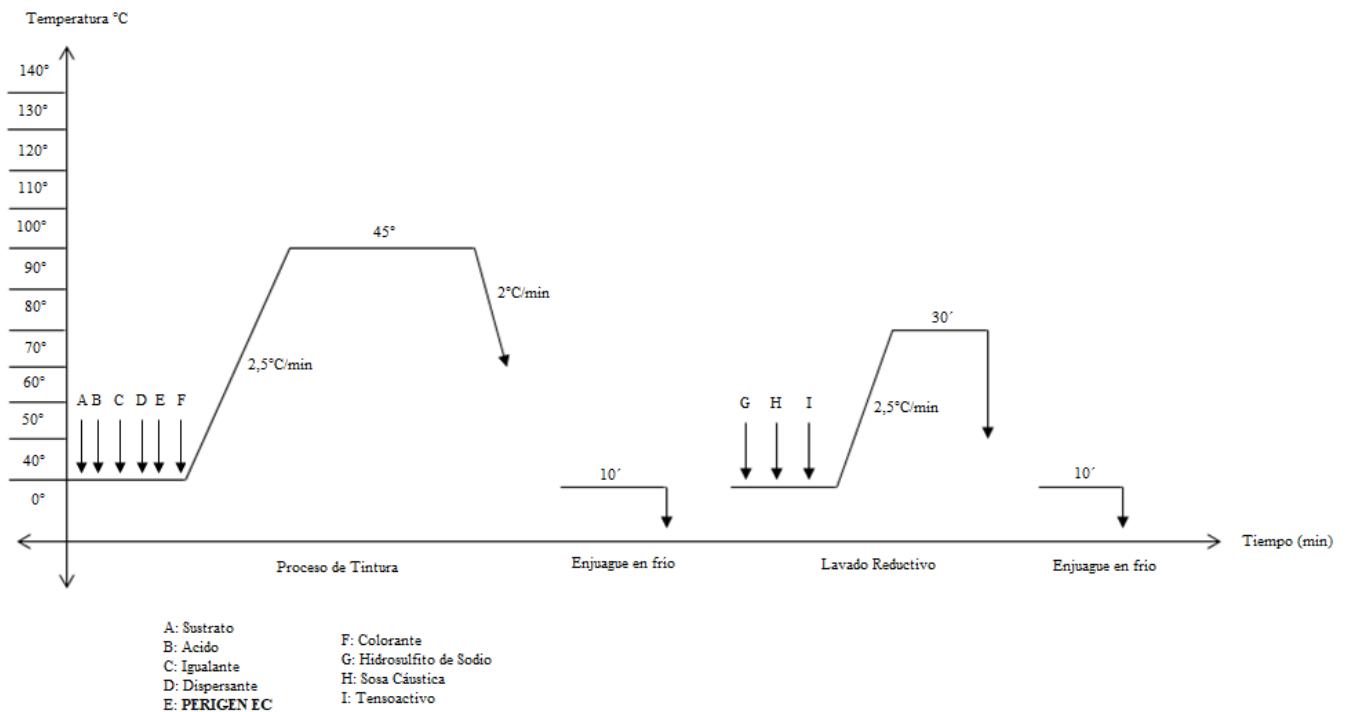
Figura 11
Curva de tintura a altas temperaturas



2.9.2 Curva de procesos para la tintura a ebullición

En la **Figura 12** se detalla la curva de tintura que será empleada para la tintura e ebullición, aplicando acelerante en un tejido de microfibra de poliéster 100%.

Figura 12
Curva de tintura de microfibra a ebullición



Nota: En la presente curva de tintura se visualiza un lavado reductivo, el cual se propuso para los porcentajes de colorante del 1% hasta el 7% de colorante sin tomar en cuenta los valores mínimos para este proceso.

2.10 Procedimiento

A continuación, se describe el proceso que se realizó en la obtención de las muestras de microfibra de poliéster 100% tinturadas por agotamiento con colorantes cromacrón SE, a altas temperaturas y a ebullición mediante la aplicación de acelerante Perigen EC.

2.10.1 Desarrollo de probetas (banderas)

En este punto se describe el procedimiento para preparar el sustrato textil destinado al análisis, abordando aspectos como el peso y tamaño de las muestras.

Se inicia con el corte de muestras de microfibra Pes 100%, cada una con un peso de 2 gramos de tejido, cantidad idónea para su tratamiento en la máquina IR Dyer para el proceso de tintura. Este meticuloso proceso asegura la uniformidad y consistencias necesarias para la correcta ejecución de los análisis subsiguientes.

Figura 13

Probetas poliéster 100%



Nota: En la imagen se puede observar las probetas de 2g, preparadas para el proceso de tintura.

2.10.2 Preparación de colorantes (soluciones y disoluciones)

La preparación de las soluciones para la tintura constituye un proceso fundamental para el desarrollo de la investigación. Este proceso se lleva a cabo mediante la mezcla de un soluto y un solvente, siendo en el colorante al 1% es decir (1g de colorante en 100mL de agua tibia) y auxiliares al 10% es decir (10g de auxiliar en 100 mL de agua).

Figura 14

Soluciones de colorantes Cromacrón



- Se prepara el baño de tintura tomando en cuenta las dosificaciones de los auxiliares tanto para la tintura en altas temperaturas y la otra a ebullición, obteniendo de esta manera 20 muestras de cada color para su respectivo análisis.

2.10.3 Proceso de tintura

Para este proceso de tintura, se utilizaron probetas cortadas junto con soluciones de colorantes y auxiliares. En primer lugar, cada producto se añadió de acuerdo con la receta específica del proceso de tintura, asegurando las proporciones correctas y la secuencia adecuada. Una vez que todos los productos fueron cuidadosamente incorporados en el frasco del equipo IR Dyer, se procedió a colocar el sustrato de microfibra.

Figura 15

Pipeteo de colorantes y auxiliares



- Una vez colocados los productos en los frascos, se procede a colocar en la maquina IR Dyer y configuración de la misma para dar inicio a este proceso tintóreo.

Figura 16

Carga de máquina para proceso de tintura



2.11 Análisis de calidad

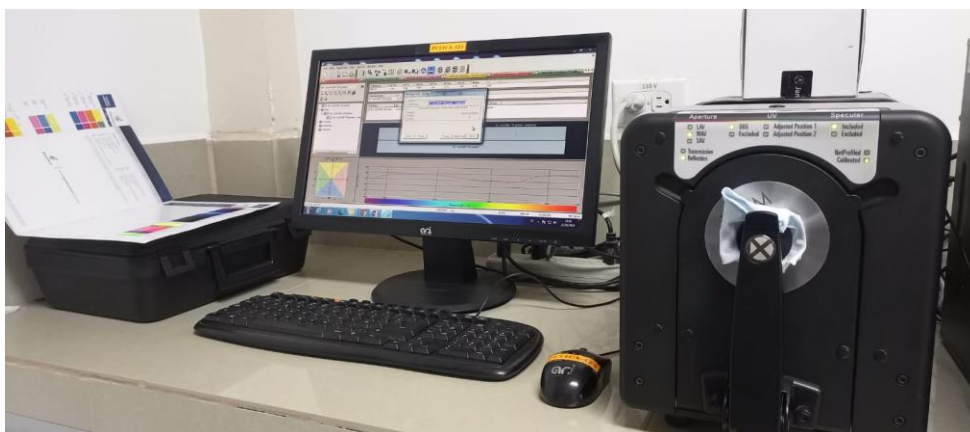
En este punto se detalla el análisis exhaustivo del proceso de tintura realizado en un tejido microfibra 100% poliéster, centrado en la evaluación de la tonalidad del color entre los dos procesos antes mencionados.

2.11.1 Análisis del color en el espectrofotómetro

Durante el desarrollo del estudio y tras obtener las muestras tinturadas, se procedió a realizar un análisis mediante espectrofotometría en el laboratorio universitario.

Figura 17

Mediciones espectrofotométricas


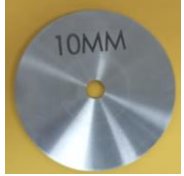



Nota: Las muestras tinturadas fueron medidas entre un estándar entre trial para realizar la comparativa respectiva de las dos tinturas.

Este análisis tenía como objetivo determinar las posibles variaciones y diferencias de tonalidad en función de las variables aplicadas durante el proceso de tintura. El espectrofotómetro fue empleado como una herramienta precisa y confiable para medir la transmitancia o reflectancia de las muestras en distintas longitudes de onda, lo que permitió obtener datos de color y evaluar de manera cuantitativa los efectos de las variables en la tonalidad de las muestras teñidas, con una placa de medición de 10MM. La cual generalmente

fue elegida por el tamaño de las probetas tinturadas a medir siendo las placas de medición de 6MM, 10MM y 25MM como se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 12
Placas de medición según el área de la muestra

Placa	Características	Gráfico
6MM	Alta precisión para detalles pequeños y patrones específicos	
10MM	Medición representativa de tamaño mediano con precisión adecuada	
25MM	Cobertura amplia y representativa de grandes áreas textiles	

Gracias a este análisis, se logró una caracterización objetiva y detallada de los resultados, lo que aportó información valiosa para comprender y optimizar el proceso de tintura en el contexto de la investigación.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se expresan los resultados obtenidos mediante el análisis en el espectrofotómetro de las muestras de microfibra poliéster 100%, las cuales fueron tinturadas en altas temperaturas y con acelerante a ebullición con colorantes Cromacrón, Amarillo ERD, Azul ERD y Escarlata SGS.

3.1 Resultados

Tras tinturar las muestras en el equipo IR Dyer, se realizaron mediciones espectrofotométricas obteniendo los siguientes resultados.

3.1.1 Color CIELAB (L^*) y CIELCH (Lch^*)

Este modelo de color Lab^* conocido también como valores cartesianos donde L^* indica la luminosidad o claridad del color, teniendo valores desde 0 (negro absoluto) hasta 100 (blanco puro), describiendo cuán claro u oscuro es. Mientras que a^* mide la posición del color en escala rojo-verde, valores positivos de a^* indican tendencia hacia el rojo y valores negativos tendencia hacia el verde. De igual manera b^* define la posición del color en una escala amarillo-azul. De manera similar siendo positivos de b^* corresponde a tonos más amarillos y los valores negativos hacia tonos más azules.

El modelo de color Lch^* es una representación polar del color derivada del CIELAB. Donde L^* define la claridad o luminosidad, similar a la definición en el espacio Lab^* , el componente C^* especifica el croma que se refiere a la intensidad o pureza del color, donde valores altos de C^* indican colores vivos y saturados, mientras que valores bajos indican colores más apagados o no saturados. El H^* conocido como el ángulo de tono denota una medida angular que describe la posición del color en el círculo cromático. Se puede decir que con 0° es rojo puro, 90° amarillo puro, 180° verde puro y 270° azul puro. Siendo este Angulo

una proporción intuitiva de entender el matiz del color en nombre comunes como rojo, verde, azul, entre otros (X-rite, 2011).

3.1.2 Tablas generales de resultados del análisis del color

Los resultados obtenidos son medidos mediante la norma CIELAB que nos indica la diferencia del color, la cual está explicada en la **Tabla 8**, que consiste en obtener un resultado conocido como el Decmc, que si se obtiene un valor menor a 1 el tono en comparación es aprobada, si el valor es mayor a 1 se tiene diferencia de tonalidad y no es aprobada.

- **Resultados colorante Cromacrón Amarillo ERD**

En la **Tabla 13** se muestra los resultados obtenidos después de realizar la comparativa de tonalidad del colorante Amarillo ERD.

Tabla 13
Resultados espectrofotométricos Amarillo ERD, HT vs ebullición.

Muestras	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	P/F
0,01%	0,09L	-0,23G	-2,19B	-2,04D	0,84G	1,76	Failed
0,1%	1,26L	-1,64G	2,62Y	2,92B	1,02G	1,68	Failed
0,25%	1,67L	-1,5G	3,58Y	3,78B	0,89G	1,81	Failed
0,50%	2,89L	-0,73G	0,23Y	0,29B	0,71G	1,13	Failed
1%	2,71L	-1,23G	2,36Y	2,41B	1,13G	1,46	Failed
2%	3,1L	-0,83G	3,81Y	3,82B	0,8G	1,79	Failed
3%	3,83L	-0,97G	4,26Y	4,24B	1,05G	2,09	Failed
4%	1,39L	2,01R	2,6Y	2,68B	-1,91R	1,51	Failed
5%	3,08L	-0,08G	3,43Y	3,42B	0,28G	1,6	Failed
7%	2,54L	0,13R	3,64Y	3,64B	0,12G	1,52	Failed

Resultados colorante Cromacrón Azul ERD

En la **Tabla 14** se muestran los resultados obtenidos después de realizar la comparativa de la tonalidad del colorante Azul ERD.

Tabla 14*Resultados espectrofotométricos Azul ERD, HT vs ebullición.*

Muestras	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	P/F
0,01%	-0,97D	-0,11G	-0,75B	0,69B	0,32B	0,79	Passed
0,10%	0,37L	0,95R	-3,52B	3,18B	1,78R	2,51	Failed
0,25%	3,06L	0,60R	-0,29B	0,19B	0,64R	1,36	Failed
0,50%	2,52L	0,35R	-1,26B	1,20B	0,50R	1,30	Failed
1%	2,90 L	0,27R	-1,56B	1,53B	0,38R	1,58	Failed
2%	1,22L	1,04R	-2,05B	2,02B	1,10R	1,38	Failed
3%	3,27L	0,10R	-0,97B	0,97B	0,08R	1,83	Failed
4%	2,74L	-0,23G	-0,57B	0,55B	-0,26G	1,58	Failed
5%	2,53L	0,27R	-1,54B	1,55B	0,16R	1,62	Failed
7%	0,75L	1,27R	-1,91B	2,01B	1,10R	1,30	Failed

- **Resultados colorante Cromacrón Escarlata SGS**

La **Tabla 15** muestra los resultados obtenidos de tonalidad del colorante Escarlata SGS

Tabla 15*Resultados espectrofotométricos Escarlata SGS, HT vs ebullición.*

Muestras	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	P/F
0,01%	1,30L	-1,84G	-1,13B	-2,04D	-0,71B	1,56	Failed
0,1%	0,96L	0,04R	-0,17B	-0,01	-0,18B	0,39	Passed
0,25%	3,17L	-1,86G	-0,95B	-2,07D	-0,27B	1,54	Failed
0,50%	3,57L	-2,23G	-1,37B	-2,58D	-0,44B	1,81	Failed
1%	4,45L	-1,00G	-3,38B	-2,28D	-2,68R	2,75	Failed
2%	4,46L	-0,17G	-2,92B	-1,42D	-2,56R	2,67	Failed
3%	4,63L	0,15R	-3,29B	-1,37D	-2,99R	2,97	Failed
4%	2,68L	3,18R	-0,38B	2,64B	-1,81R	1,98	Failed
5%	3,87L	0,55R	-3,77B	-1,32D	-3,57R	3,04	Failed
7%	4,53L	0,47R	-4,23B	-1,65D	-3,92R	3,48	Failed

3.1.3 *Tabla consolidada de resultados*

La **Tabla 16** se detalla los resultados consolidados ΔE^* de los tres colores obtenidos, después de haber sometido las probetas a un análisis en el espectrofotómetro.

Tabla 16
Tabla consolidada de resultados Decmc

Decmc			
# Muestra	Amarillo ERD	Azul ERD	Escarlata SGS
M1	1,76	0,79	1,56
M2	1,68	2,51	0,39
M3	1,81	1,36	1,54
M4	1,13	1,3	1,81
M5	1,46	1,58	2,75
M6	1,79	1,38	2,67
M7	2,09	1,83	2,97
M8	1,51	1,58	1,98
M9	1,6	1,62	3,04
M10	1,52	1,3	3,48

Nota: Cuando en el análisis dentro del espectrofotómetro arroja valores mayores a uno el color se rechaza y si son menores a 1 es aceptable.

3.2 **Análisis de confiabilidad**

Este análisis es crucial en la investigación, ya que permite validar los datos obtenidos durante los ensayos espectrofotométricos ya realizados. Este proceso asegura la autenticidad de los resultados; si el p valor es mayor a 0.05 se puede afirmar que existe un 95% de confiabilidad con respecto a la precisión de los hallazgos obtenidos.

3.2.1 *Normalidad*

La normalidad en estadística se refiere a la suposición de que los datos siguen una distribución normal, una premisa crucial para muchos análisis estadísticos. Esta suposición es


esencial para determinar si los datos deben ser aceptados o rechazados, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados del estudio. Una distribución normal implica que los datos se distribuyen simétricamente alrededor de la media, lo cual es fundamental para la correcta aplicación de diversas pruebas estadísticas y para interpretación precisa de los resultados obtenidos (Porras Cerron, 2016).

3.2.2 Normalidad de resultados obtenidos en laboratorio

En la **Figura 18**, se presentan los datos de normalidad de las diez probetas analizadas, todo esto para validar los resultados de cada uno de los colores obtenidos en la tintura. Estos datos sugieren que las mediciones realizadas tienen una confiabilidad superior al 95%.

Figura 18

Test de normalidad general de resultados

 Testes for normal distribution

	Amarillo ERD	Azul ERD	Escarlata SGS
N	10	10	10
Shapiro-Wilk W	0,9671	0,9047	0,9452
p(normal)	0,8628	0,2468	0,6126
Anderson-Darling A	0,2476	0,5258	0,2949
p(normal)	0,6719	0,1339	0,5256
p(Monte Carlo)	0,7176	0,1368	0,5637
Lilliefors L	0,1481	0,2151	0,1862
p(normal)	0,7677	0,2068	0,4126
p(Monte Carlo)	0,7692	0,2188	0,4157
Jarque-Bera JB	0,09037	1,349	0,5628
p(normal)	0,9558	0,5093	0,7547
p(Monte Carlo)	0,9662	0,1365	0,6235

3.2.3 Análisis de varianza

Dentro del software Past 4, el análisis de varianza o también conocido como ANOVA, permite evaluar el impacto de una o más variables categóricas sobre un conjunto de datos. Este análisis puede incluir múltiples observaciones por cada tratamiento o una sola observación por

tratamiento, proporcionando una herramienta eficaz para determinar si las diferencias observadas entre grupos son estadísticamente significativas (Fallas, 2014).

La varianza que se obtuvo con los resultados de la medición de las tinturas de los colorantes cromacron se presenta en la **Tabla 17**, que se presenta a continuación.

Tabla 17
Análisis de Variabilidad

	Amarillo ERD	Azul ERD	Escarlata SGS
N	10	10	10
Min	1,13	0,79	0,39
Max	2,09	2,51	3,48
Sum	16,35	15,25	22,19
Variance	0,06611667	0,19645	0,8642767
Median	1,64	1,48	2,325
Coeff. var	15,7267	29,06405	41,89567

3.2.4 *Análisis de resultados*

Las siguientes graficas muestran los datos de las tablas previamente mencionadas. Para analizar los resultados, se utilizó un gráfico de barras, el cual permite visualizar la tonalidad en relación con el Decmc obtenido del equipo espectrofotómetro tras haber realizado la comparación de tonalidades de las muestras teñidas con cada uno de los colorantes.

En la siguiente figura, se puede observar que en el eje de la “x” presenta el número de muestras evaluadas, mientras que el eje “y” indica las variables en términos Delta E*, medidos en el espacio del color CIELAB. Este grafico proporciona una visión clara de cómo cada muestra se distribuye con la variación de la tonalidad medida del color.

- Amarillo ERD

Figura 19

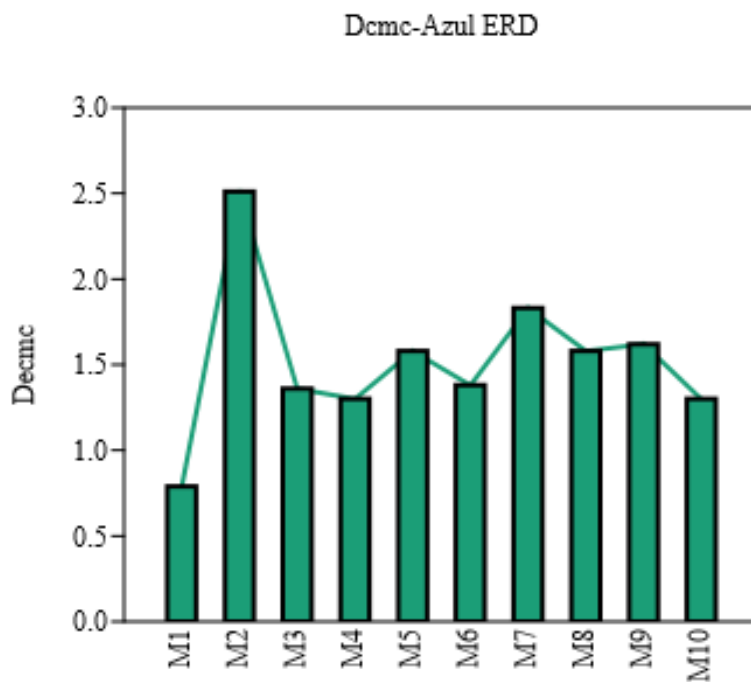
*Grafico estadístico comparativo ΔE^**



- AZUL ERD

Figura 20

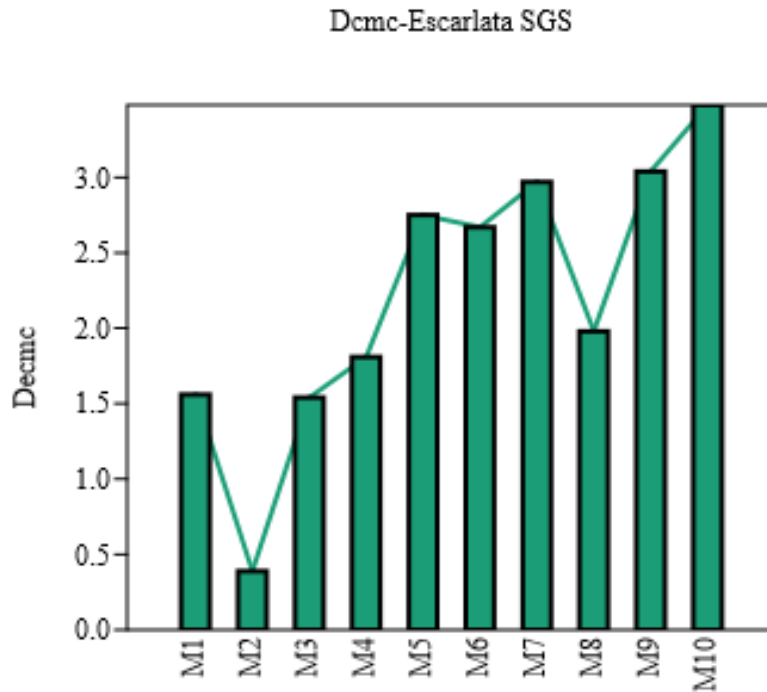
*Gráfico estadístico comparativo ΔE^**



- Escarlata SGS

Figura 21

Gráfico estadístico comparativo Escarlata SGS

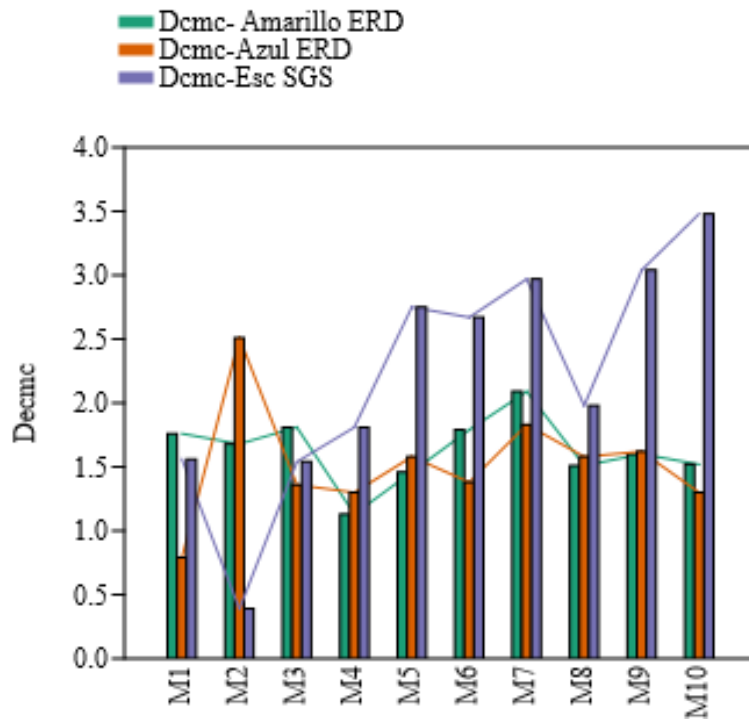


3.2.5 Análisis de la tabla general de resultados de las tonalidades

En la imagen se presenta un gráfico de barras que compara los valores de Dcmc para diferentes muestras (M_1 a M_{10}) en tres condiciones distintas que vienen a ser los colores: “Amarillo ERD” (línea verde), “Azul ERD” (línea naranja), y “Escarlata SGS” (línea morada). El eje “x” muestra las diferentes probetas, mientras que el eje “y” indica los valores Dcmc obtenidos. Este gráfico permite observar la variabilidad y las diferencias en tonalidades medidas por el espectrofotómetro para cada una de las muestras tinturadas con colorantes dispersos cromacrón, siendo como punto de aceptabilidad valores o resultados menores a 1 y los valores que sobrepasan 1 son rechazados tal y como se muestra en el apartado 3.1.2 Tablas generales de resultados del análisis del color.

Figura 22

Gráfico consolidado de las tonalidades



Nota: En la gráfica se explican los rangos del ΔE^* obtenido de las dos tinturas de cada color.

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo del proceso investigativo tanto teórico como práctico, se han recolectado datos valiosos significativos los mismos que constituyen una base robusta para las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 Conclusiones

- El objetivo de este estudio fue desarrollar muestras tinturadas en un tejido de microfibra de poliéster 100%, utilizando colorantes dispersos Cromacrón bajo 2 situaciones controladas; la primera a 130°C y la segunda, a punto de ebullición con acelerante, cada una con una gradiente de temperatura de 2,5°C/min; los colorantes seleccionados pertenecen a la familia CROMACRÓN ERD en tonos amarillo, azul y rojo escarlata SGS; para tal fin, se prepararon diez muestras por cada colorante, utilizando como auxiliares; ácido acético (pH 4,5), ECODYE PES como igualante y PERISOL NUS como agente dispersante, siguiendo las dosificaciones sugeridas por el fabricante y plasmadas en la ficha técnica. Cada uno de los elementos de la receta fue seleccionado en función de la compatibilidad entre los propios auxiliares, los colorantes, el sustrato seleccionado y el proceso de teñido, para la confiable reproducibilidad de procesos en teñidos similares de la microfibra de poliéster en futuras investigaciones o aplicaciones industriales.
- Las mediciones de color utilizando el espectrofotómetro XRITE y el software Color iTextil en las probetas teñidas, han proporcionado datos precisos sobre las variaciones del color en cada uno de los ejes que compone el espacio CIELAB. Este análisis ha permitido evaluar cuantitativamente la tonalidad entre las gamas cromáticas (Banderas); en este sentido, al comparar la tintura a ebullición versus alta temperatura, se obtuvieron valores $\Delta E > 1$ en todas las probetas del color amarillo cromacrón ERD,

pudiendo afirmar que los dos procesos de teñido; si bien es cierto, permiten tinturar la microfibrilla de poliéster, el resultado de intensidad de color obtenido no es semejante.

Al respecto del color azul cromacrón ERD y escarlata cromacrón SGS, nueve probetas obtienen una calificación $\Delta E > 1$ y solo las probetas al 0,01% de azul y 0,1% de escarlata presentan similitud en el teñido, tanto a ebullición como en alta temperatura; permitiendo afirmar que, teñir microfibrilla con acelerante a ebullición y a alta temperatura, no garantizan un tono semejante en los colores mencionados.

- La evaluación de los resultados utilizando el software PAST 4 ha permitido una comparación detallada de los tonos de color, tinturados en los dos procesos de teñido y las distintas concentraciones, para tal fin, los test de normalidad arrojan resultados de p valor $> 0,05$ siendo el reflejo de ensayos bajo situaciones controladas con resultados normales; esto en síntesis, permite afirmar que el teñido de la microfibrilla de poliéster 100% con acelerante, arroja una tendencia de color más débil en relación con las tonalidades obtenidas bajo el proceso a alta temperatura.

4.2 Recomendaciones

- Las preparaciones de todas las soluciones de tintura deben ser uniformes y precisas para garantizar resultados consistentes y de alta calidad. Este proceso implica prestar especial atención a la concentración exacta de los colorantes utilizados, asegurando que se mantenga dentro de los parámetros establecidos para evitar variaciones en el color final. Además, es crucial dosificar correctamente los auxiliares específicos, tales como agentes dispersantes, estabilizadores, y acelerante, que juegan un papel vital en el proceso de tintura.
- Debe ser fundamental capacitarse adecuadamente en el manejo y funcionamiento de los equipos utilizados durante el trabajo de investigación. Esta formación previa garantiza que los procedimientos se realicen correctamente, minimizando errores y

asegurando la precisión en los resultados obtenidos. De igual manera, un conocimiento profundo del equipamiento permite un uso más eficiente y seguro, lo que contribuye significativamente a la calidad y confiabilidad dentro de la investigación.

- Es crucial mantener un control riguroso sobre las condiciones de tintura, como la temperatura y el tiempo de exposición, para garantizar la calidad y consistencia del proceso. La temperatura debe ser monitorizada y mantenida de manera precisa, ya que variaciones incluso pequeñas pueden afectar significativamente la absorción del colorante y la uniformidad del teñido. Del mismo modo, el tiempo de exposición debe ser estrictamente controlado para asegurar que cada muestra reciba el mismo tratamiento, evitando diferencias en la intensidad y tonalidad del color. Este control riguroso se realizó utilizando un equipo cerrado IR Dyer, que permite un monitoreo y regulación precisa de estos parámetros, asegurando así condiciones óptimas y reproducibles en el proceso de tintura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, N. (2017). *Desarrollo e implementación de un patrón de tintura de botones de poliéster con colorantes dispersos*.
- Antamba, J. (2017). Pre-blanqueo y tintura de poly-algodón en colores pasteles utilizando el sistema a la inversa. *Universidad Técnica Del Norte*, 150.
- Antunes, B., & Monge, C. (2013). *Diagnostico de la cadena de fibras sinteticas - ropa deportiva en el salvador*. 92.
https://repository.eclac.org/bitstream/handle/11362/27183/M20130031_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arbulu, C., Nacional, U., & Antonio, S. (2023). *Definición de método de investigación inductivo*. *October*, 2–3. <https://doi.org/10.1002/9781119453635.W>.
- Cabanes, A. S. (2017). *Consideraciones sobre la tintura de poliéster por agotamiento*. <https://asociaciontit.org/magazines/NEGOTEC2017v2.pdf#page=10>
- Carrion, F. J. (1995). Proceso de tintura del poliester a bajas temperaturas : Cinetica de tintura con colorantes dispersos. *Textile Research Journal*, 65(6), 362–368.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6397/Article01a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cecilia, M. (2007). La Investigación Bibliográfica Investigación Bibliográfica. *Máster En Educación a Distancia*, 1–3.
- Cristina, V., & Salazar, V. (2013). *Aplicación De Producción Más Limpia En La Empresa Textil Delltex S.a Para Reducir Costos De Energía Y Materia Prima En El Área De Tintorería*. 38. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6554/1/CD-5005.pdf>
- CTEX. (2020). Breve Descripción De Los Equipos Disponibles En Los Laboratorios De La

- Carrera De Textiles. *Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas*, 9.
<https://textiles.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2020/11/3.-ANEXO-ESPECIFICACIONES-DE-LOS-EQUIPOS-DE-LABORATORIO.pdf>
- Daniel García Roberto. (2018). Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. *Avances En Química* , 13(3), 79–82.
www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13
- Escudero Sánchez, C. L., & Cortez Suárez, L. A. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. In *Redes* 2017.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>
- Fallas, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(4), 306–310.
http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf
- Farinango, E. (2017). Estudio comparativo de las propiedades obtenidas en camisetas deportivas, calcetería, prendas de bebé y productos para la limpieza, elaborados con microfilamentos de poliéster y algodón. *Universidad Técnica Del Norte*.
- Gómez Díaz de León, C., & De León de la Garza, E. A. (2014). Capítulo 11. Método comparativo. *Métodos y Técnicas Cualitativas y Cuantitativas Aplicables a La Investigación En Ciencias Sociales*, 223–251.
- Google Maps. (2024). *Planta Academica Textil* (pp. 23–25).
- Haklari, T. (2013). *Rapid IR DYER Laboratory Infra Red Type Dyeing Machine*.
http://trrapid.com/ProductDetail/en-US/2053/iR_DYER_Laboratory_infra_Red_Type_Dyeing_Machine.aspx

- Haro Quishpe, A. (2018). *Obtención De Tricromías Estándar Con Colorantes Dispersos En Poliéster 100%. Universidad Central del Ecuador*, 117.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17142/1/T-UCE-0017-IQU-022.pdf>
- Mazharul, K. (2021). *Portadores de teñido*. <https://textilelearner.net/mechanism-of-dyeing-carriers/>
- Michelle E. (2013). *Microfibras*.
<https://todosobrelasfibrassinteticas.blogspot.com/2013/05/microfibras.html>
- Minolta, K. (2023). *Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B**.
<https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Novacido. (2017). *Tintura de Poliamida. Tintura de Poliamida*, 12.
<http://www.colorquimica.com.co/wp-content/uploads/2017/06/F-V-012-NOVACIDO-CQ.pdf>
- Pereira, J. (2010). *Calculo de delta e, diferencia entre colores en perfiles de color ICC*.
<http://www.jpereira.net/rough-profiler/validar-perfil-color-icc-delta-e>
- Porras Cerron, J. C. (2016). Comparación De Pruebas De Normalidad Multivariada. *Anales Científicos*, 77(2), 141. <https://doi.org/10.21704/ac.v77i2.483>
- Quimicolours. (2024). *Clasificación colorantes dispersos*.
- Quinteros, D. (2020). Sistema de gestión de calidad basado en normas ISO 9001-2008, para estandarizar el procedimiento de tinturación de tela acanalada y jersey en la empresa M&B textiles. *Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato*, 153.
- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

- Rodriguez, A., & Perez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 175–195.
<https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>
- Ruiz, J. (2020). *Espacio CIELAB* (p. 60).
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/15783/1/RuizJohn_2020_ImplementacionColorimetroEstandar.pdf
- Ruiz, M., & Salcedo, C. (2012). *Evaluación ambiental y plan de manejo de una industria textil: Caso de estudio Andelas Cía. Ltda.* 150.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/14623/1/CD-6793.pdf>
- Todomicrofibra. (2023). *Todomicrofibra.com - Guía para el uso de la microfibrá en el hogar y el cuidado personal*. <https://todomicrofibra.com/>
- Universidad Técnica del Norte. (2024). *Lineas de Investigación – Investigación*.
<https://investigacion.utn.edu.ec/lineas-de-investigacion/>
- X-rite. (2011). Una guía para entender el color. *Entrepreneur Mexico*, 19(6), 74–151.

ANEXOS

Anexo 1

Certificado uso de laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE
TEXTILES



Ibarra, 29 de julio del 2024

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, **MSc. Valeria Chugá**, en calidad de responsable de calidad del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que el señor **Elvis Paúl Cevallos Santi**, portador de la cédula de ciudadanía N° 100427515-0, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COLORES OBTENIDOS EN LA TINTURA DE MICROFIBRA DE POLIÉSTER POR AGOTAMIENTO A 130°C Y CON CARRIER A EBULLICIÓN CON COLORANTES DISPERSOS**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **IR DYER**: Proceso de tintura del género textil.
- **ESPECTROFOTÓMETRO (X-rite)**- Medición de la diferencia de color.

Además, se le ayudó con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



VALERIA VERONICA
CHUGA CRAMER

MSc. Valeria Chugá

**RESPONSABLE DE CALIDAD LABORATORIO DE PROCESOS
TEXTILES – CTEX**

Anexo 2

Ficha técnica Eco dye PES



technical data sheet Version 2017

ECODYE PES

Highly efficient levelling agent for the dyeing of Polyester with strongly reduced heating phase

Composition

Linear polycondensate

Ionic character

anionic

Fields of application

Ecodye PES is a highly efficient levelling for the fast-dyeing process of Polyester with disperse dyestuffs.

Ecodye PES slows down the absorption of the dyestuff on the fibre in the heating phase and therefore assists the synchronous dyeing of the fabric. So it is possible to heat up with up to 5° C/min and thereby shorten the heat-up phase, as well as reduce the time on dyeing temperature, so that time and energy can be saved. Due to the excellent levelling properties of **Ecodye PES** the levelness of the fabric is not influenced negatively.

The good dispersing properties of the product assist the fine dispersion of the disperse dyestuffs, so that optimal results can be achieved also in package dyeing.

Ecodye PES supports the migration/penetration of the dyestuff into the fibre, but is free of solvents and fibre swelling substances. The good water-solubility of **Ecodye PES** ensures a residual free washing-out of the product.

Properties

- yellow, clear to slightly turbid liquid
- pH-value approx. 5.5
- density approx. 1.05 g/cm³
- dilutable with water in any ratio
- outstanding levelling capacity
- good dispersing capacity
- ensures an extreme high heating-up rate and a short dyeing time
- free of solvents and fibre swelling substances
- resistant to acids and alkalis in the usually applied concentrations
- resistant to water hardness salts

Application

INSTRUCTIONS FOR DISSOLVING

Ecodye PES can be diluted with water at any ratio.

APPLICATION AMOUNTS

Ecodye PES is added to the dyeing liquor before the dyestuff is added. Thereby application amounts of about

1.0 – 3.0 g/l **Ecodye PES**

are recommended.

Storage

With appropriate storage in closed original containers the shelf life of this product is at least 6 months. Prolonged exposure to temperatures below 0 °C can cause the product to solidify. After warming and careful stirring the product becomes usable again without restrictions.

For more information regarding safe handling please refer to safety data sheet!

The here expressed written and spoken recommendations and statements regarding our products are based on extensive research and correspond with our current experiences from textile finishing practice. These guidelines are without obligation - also regarding protective rights of third parties and foreign laws - and they do not relieve the user from carrying out his/her own tests with the products and processes regarding the suitability for his/her applications. We especially assume no liability for application purposes which have not been explicitly specified in writing. We reserve the right for technical changes in the course of new product developments. In case of damage we refer to our General Conditions of Sale and Delivery, paragraph 7.

Sevelen, 19.06.2017 ULM/ml



DR. PETRY
TEXTILE AUXILIARIES

PERISOL NUS

Dispersing agent and saponification accelerator for oligomers

Textilchemie Dr. Petry GmbH
Ferdinand-Lassalle-Straße 57
72770 Reutlingen
Germany
Telefon +49 7121 9589-0
Telefax +49 7121 9589-33
E-Mail office@drpetry.de
Internet www.drpetry.de

Chemical type	Fatty alcohol ethoxylates and quaternary ammonium compound
Characteristics	Form: liquid Colour: yellowish, clear Odour: mild Solubility: readily dilutable with cold water Ionic character: cationic pH value: 7.0 – 9.0 (not diluted)
Special properties	<p>PERISOL NUS is used in combination with caustic soda and hydrosulphite to reduce deposits of oligomers not only in reductive clearing of disperse dyeings but also for the cleaning of machines.</p> <p>When applying PERISOL NUS the saponification of oligomers with caustic soda is accelerated significantly. By the addition of hydrosulphite or other reduction agents residues of dyestuff can also be removed. The dispersing properties intensify the removal of oligomers.</p>
Compatibility	PERISOL NUS is compatible with cationic and nonionic products. Anionic products may cause precipitations. Pretrials are recommended.
Stability	PERISOL NUS is resistant to acids, alkali, electrolytes and water hardness in common concentrations.
Mode of action	In alkaline medium deposits of oligomers are effectively saponified and kept in dispersion by PERISOL NUS. Unfixed dyestuff residues are removed by adding suitable reduction agents like hydrosulphite or PERISTAL RCV. This way the fastness properties of dyeings are improved.
Scope	PERISOL NUS is a dispersing agent and saponification accelerator for oligomers for the reductive clearing of disperse dyes. The product is also used for cleaning of dyeing machines.
Application	During reductive clearing and cleaning of dyeing machines PERISOL NUS is added to the liquor prior to the caustic soda.

Quantity used	<p>Reductive clearing:</p> <p>1 – 3 g/l PERISOL NUS 3 – 4 ml/l NaOH 50 % 2 g/l hydrosulphite or 2 – 4 g/l PERISTAL RCV</p> <p>treat 20 minutes at 80 °C rinse thoroughly and neutralise</p> <p>In case of light nuances the addition of a reduction agent is not absolutely necessary.</p> <p>Cleaning of dyeing machines:</p> <p>3 – 5 g/l PERISOL NUS 2 – 4 ml/l NaOH 50 % 3 – 5 g/l hydrosulphite</p> <p>treat 30 minutes at 98 – 130 °C rinse thoroughly in overflow</p>
Safety advice	<p>Spray applications of PERISOL NUS must be avoided. Aerosols of PERISOL NUS must not be inhaled. Spray application is only possible when using adequate respiratory protection as well as sufficient ventilation equipment. Please observe the safety indications in the safety data sheet.</p>
Storage	<p>We recommend to protect the product from direct sunlight and to store it in a dry area at temperatures of 10 – 35 °C. PERISOL NUS is not sensitive to frost.</p> <p>The storage stability of the product is 24 months in the original closed packing.</p>
Packing	<p>Polyethylene drums, containers</p>
General note	<p>The above indications are based on the latest state of our knowledge. Due to different operational conditions and requirements these are guidelines only. A legally binding assurance cannot be drawn from our indications. Our technical staff is always at your disposal to support you in testing our auxiliaries and to answer further technical questions. Information on product hazards and toxicity as well as on safety measures are written in the safety data sheet.</p>

Anexo 4

Ficha técnica Hidrosulfito de Sodio



"Líderes en Calidad Cumplimiento y Servicio"

DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A

www.dqisa.com

FICHA TÉCNICA HIDROSULFITO DE SODIO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Hidrosulfito de Sodio
Formula Molecular	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
Peso molecular	174.11 g/mol
Sinónimos	Ditionito de sodio Sulfoxilato de Sodio, Acido ditionoso

2. DESCRIPCIÓN

El Hidrosulfito de sodio es un material blanco uniformemente cristalino de flujo libre, es un químico muy activo, con olor ligeramente característico a azufre. Se puede descomponer cuando se expone al aire y a la humedad, con una evolución de suficiente calor para causar auto combustión. El Hidrosulfito de sodio seco es muy estable cuando es empacado en tambores sellados. Soluble en agua, insoluble en alcohol.

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Pureza % p/p	88 ± 2 min
Insolubles en agua %p/p	0.09 max

4. PROPIEDADES

Estado físico	Sólido
Apariencia	Blanco cristalino
pH (Sin al 5% en agua)	7.0—9.0
Temperatura de ebullición	Se descompone
Densidad	2.19 gr/cm ³
Solubilidad	22 gr/100 ml de H ₂ O
Densidad de bulk	0.9 g/cm ³

Anexo 5

Ficha técnica Perigen EC



DR. PETRY
TEXTILE AUXILIARIES

PERIGEN EC

Acelerador de tintura inofensivo para el medio ambiente para teñir poliéster, triacetato y sus mezclas con lana y algodón.

Tipo químico	Ésteres aromáticos y poliglicol éter de alcoholes grasos
Características	Forma: líquido Color: blanco Olor: leve Solubilidad: fácilmente diluible con agua fría Carácter iónico: iónico Valor de pH: 6.5 - 8.5 (100 g/l de agua destilada)
Propiedades especiales	<p>PERIGEN EC es un acelerador de tintura biodegradable y un agente nivelador y migratorio altamente efectivo para tintes dispersos. PERIGEN EC mejora la migración de colorantes dispersos y, por lo tanto, aumenta el rendimiento de color. El producto no es volátil al vapor y, a diferencia de los aceleradores de tintura convencionales, no produce manchas de agua.</p> <p>El producto no altera la solidez a la luz de los tintes. Tiene poca espuma y solo tiene un olor débil.</p>
Compatibilidad	PERIGEN EC es compatible con productos aniónicos, no iónicos y catiónicos.
Estabilidad	PERIGEN EC es resistente a ácidos, álcalis, electrolitos hasta 80 g / ly dureza del agua.
Modo de acción	Las excelentes propiedades niveladoras y migratorias de PERIGEN EC se basan en su influencia de hinchamiento sobre la fibra de poliéster que aumenta la difusión de los colorantes dispersos.
Alcance	PERIGEN EC se aplica para teñir poliéster, mezclas de poliéster / lana, poliéster / algodón, triacetato y sus mezclas con fibras celulósicas.
Aplicación	<p>Antes de añadir PERIGEN EC al baño de tintura se debe emulsionar en agua a 60 ° C aproximadamente.</p> <p>El valor de pH del licor de teñido debe ajustarse a 4.5 - 5.5, luego se agregan el PERIGEN EC emulsionado y los colorantes. Eleve la temperatura al rango necesario y trate durante 30 a 90 minutos más, según los tonos deseados. La adición de sombreado se puede agregar a 80 ° C.</p>

Después de teñir enfriar a 70 ° C y enjuagar por rebosamiento. Con poliéster puro, el aclarado reductor se puede realizar como de costumbre.

Cantidad usada	<p>La cantidad a aplicar depende de la temperatura de teñido, la profundidad del color, la proporción de licor y el material a teñir:</p> <p>Condiciones atmosféricas:</p> <p>2-5% PERIGEN EC (relacionado con el peso del material)</p> <p>Condiciones HT (130 ° C):</p> <p>1-3% PERIGEN EC relacionado con el peso del material)</p>
Almacenamiento	<p>Recomendamos proteger el producto de la luz solar directa y almacenarlo en un lugar seco a temperaturas de 10 - 35 ° C. PERIGEN EC es muy sensible a las heladas. A temperaturas inferiores a 0 ° C se producen cambios que perjudican de forma duradera la calidad del producto.</p> <p>El producto puede mostrar una ligera crema durante largos periodos de almacenamiento. Se puede utilizar después de agitar bien.</p> <p>La estabilidad de almacenamiento del producto es de 6 meses en la unidad de embalaje original cerrada.</p>
Embalaje	<p>Bidones, contenedores de polietileno</p>
Nota general	<p>Las indicaciones anteriores se basan en el último estado de nuestro conocimiento. Debido a las diferentes condiciones y requisitos operativos, estas son solo pautas. No se puede extraer una garantía legalmente vinculante de nuestras indicaciones. Nuestro personal técnico estará siempre a su disposición para ayudarlo a probar nuestros auxiliares y responder a otras preguntas técnicas. La información sobre los peligros y la toxicidad del producto, así como sobre las medidas de seguridad, se incluyen en la ficha de datos de seguridad.</p>

Anexo 6
Preparación de Probetas



Anexo 7
Proceso de tintura



Anexo 8
Banderas tinturadas

