



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERA TEXTIL

TEMA:

**“CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE TINTURA POR AGOTAMIENTO EN
FIBRAS DE COCO UTILIZANDO EL EXTRACTO DEL “*CORIARIA RUSCIFOLIA*”**

(SHANSHI)”



AUTOR: Chávez Lita Liseth Nayeli

DIRECTOR: MSc. Posso Pasquel José Rafael

Ibarra - Ecuador

2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chávez Lita Liseth Nayeli

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Caracterización del proceso de tintura por agotamiento en fibras de coco utilizando el extracto del " <i>Coriaria ruscifolia</i> " (Shanshi).
AUTOR:	Chávez Lita Liseth Nayeli
FECHA:	11 de mayo del 2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Grado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Posso Pasquel José Rafael

2. CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 11 días del mes de mayo de 2026.

Autor (a).

Firma:

Nombre: Chávez Lita Liseth Nayeli

C.I. 1004304240

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 11 días del mes de mayo de 2026.

MSc. Posso Pasquel José Rafael

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.

(f): -----

MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 1002525788

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de Integración Curricular “Caracterización del proceso de tintura por agotamiento en fibras de coco utilizando el extracto del “*Coriaria ruscifolia*” (Shanshi).”, elaborado por Chávez Lita Liseth Nayeli previo a la obtención de título de INGENIERA TEXTIL, aprueba el siguiente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): -----

MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 1002525788

(f): -----

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 1001589017

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado con profundo amor a mis padres María Eugenia Lita y José Alberto Chávez, quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de mi trayecto académico. Su apoyo incondicional, sus constantes sacrificios y su confianza han sido esenciales para seguir adelante en cada etapa de este proceso. Su amor, esfuerzo y ejemplo han sido la mayor inspiración para alcanzar esta meta profesional.

A mis hermanas por motivarme a superarme y creer siempre en mis capacidades.

A mi hermano, su amor ha sido esencial en cada momento; con sus locuras y bromas ha sabido sacarme una sonrisa aun en los momentos más difíciles. A él, una parte esencial de mi vida, la persona que ocupa un lugar irremplazable en mi corazón.

Asimismo, este proyecto está dedicado a mi novio, Manuel Cuesaca, quien a lo largo de estos años ha sido parte fundamental de mi vida y un apoyo constante. Su forma de creer en mí, incluso cuando yo dudaba de mis capacidades, me dio la fuerza necesaria para seguir adelante. Sus palabras de aliento, su presencia y su amor fueron el sostén que me permitió no rendirme.

Liseth Chávez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le doy gracias a Dios por permitirme alcanzar esta meta tan importante en mi vida y por brindarme la fortaleza necesaria para continuar cada día.

A la Universidad Técnica del Norte, por permitirme crecer profesionalmente. De manera especial, agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Textil; gracias por compartir su experiencia en las aulas y por esos valiosos consejos que contribuyeron no solo en mi formación académica, sino también a mi crecimiento personal.

A mi tutor, MSc. José Posso y a mi asesor, MSc. Willam Esparza, por su guía y acompañamiento, por brindarme sus conocimientos y su orientación, los cuales fueron pieza clave para culminar este proyecto.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos, con quienes compartí esta inolvidable etapa universitaria. Gracias por cada momento vivido y por el apoyo mutuo que hizo que este proceso sea más ameno.

Liseth Chávez

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el proceso de tintura por agotamiento en las fibras de coco utilizando el extracto natural de *Coriaria ruscifolia* (shanshi), con el fin de determinar las condiciones adecuadas en términos de saturación para su aplicación en procesos de teñido.

La extracción del colorante del fruto de *Coriaria ruscifolia* se realizó mediante maceración utilizando agua con una relación 1:1, durante tres días. El fruto presentó un contenido de humedad del 78,6 %, dato utilizado para calcular las dosificaciones del extracto. Antes del teñido, las fibras fueron sometidas a un tratamiento de blanqueo y premordentado con alumbre (12 %), cremor tártaro (12 %) y sulfato de cobre (6 %) con el objetivo de mejorar la afinidad del colorante con la fibra. El proceso de tintura se llevó a cabo en el equipo IR Dyer. Inicialmente, se realizaron pruebas preliminares evaluando concentraciones del extracto (5 %, 10 %, 15 %, 30 %, 45 %, 60 % y 75 %) a temperaturas de 60 °C y 80 °C durante 45 minutos con una relación de baño de 1:20. Estas pruebas permitieron elaborar las curvas de saturación mediante el método CIELAB D65/10 y analizar el comportamiento cromático de colorantes sobre la fibra.

Los resultados mostraron que el punto de saturación se alcanza aproximadamente entre 45 % y 60 % estas concentraciones fueron sometidas nuevamente al proceso de tintura. Los resultados obtenidos mostraron una distribución normal de $p > 0,05$. El cremor tártaro mostró una saturación más rápida. No obstante, al presentar un valor de $(\Delta E^* > 1)$ entre estas concentraciones, se seleccionó la concentración de 60 % como la más adecuada. Respecto a la temperatura, a 60 °C se obtienen mayores rendimientos de color con tonalidades más rojizas, mientras que a 80 °C se alcanza una mayor estabilidad cromática.

Palabras clave: fibra de coco, tintura, “*Coriaria Ruscifolia*”, saturación, agotamiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the exhaustion dyeing process in coconut fibers using the natural extract of *Coriaria ruscifolia* (shanshi), in order to determine the appropriate conditions in terms of saturation for its application in dyeing processes.

The dye was extracted from the fruit of *Coriaria ruscifolia* by maceration using water at a 1:1 ratio for three days. The fruit had a moisture content of 78.6%, which was used to calculate the extract dosages. Before dyeing, the fibers were subjected to a bleaching and pre-mordanting treatment with alum (12%), cream of tartar (12%), and copper sulfate (6%) in order to improve the affinity of the dye with the fiber. The dyeing process was carried out using IR Dyer equipment. Initially, preliminary tests were carried out to evaluate extract concentrations (5%, 10%, 15%, 30%, 45%, 60%, and 75%) at temperatures of 60°C and 80°C for 45 minutes with a bath ratio of 1:20. These tests allowed the saturation curves to be drawn up using the CIELAB D65/10 method and the chromatic behavior of dyes on the fiber to be analyzed.

The results showed that saturation point is reached at approximately 45% to 60%. These concentrations were subjected to the dyeing process again. The results obtained showed a normal distribution of $p > 0.05$. Cream of tartar showed faster saturation. However, as there was a value of ($\Delta E^* > 1$) between these concentrations, the 60% concentration was selected as the most suitable. With regard to temperature, at 60°C higher color yields with more reddish tones are obtained, while at 80°C greater color stability is achieved.

Keywords: coconut fiber, dyeing, "*Coriaria Ruscifolia*", saturation, exhaustion.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Formulación del problema de investigación	2
1.3.1 Alcance y delimitación.....	2
1.4 Justificación	3
1.5 Características del sitio del proyecto.	4
CAPÍTULO II	5
2. ESTADO DE ARTE	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Estudios previos	7
2.2.1 Coriaria Ruscifolia (Shanshi).....	7
2.2.2 Teñido de fibras con colorantes naturales	7
2.2.3 Extracción de colorante.....	9
2.3 Marco legal	10

2.3.1	Constitución de la República del Ecuador	10
2.3.2	Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte	11
2.4	Marco conceptual	12
2.4.1	Fibra de coco	12
2.4.2	Coriaria Ruscifolia (Shanshi).....	13
2.4.3	Colorantes naturales	14
2.4.4	Colorantes vegetales	14
2.4.5	Mordientes	15
2.4.6	Proceso de tintura por agotamiento.....	15
2.4.7	Métodos convencionales de extracción	16
CAPÍTULO III	17
METODOLOGÍA	17
3.1	Enfoque de investigación cuantitativa.....	17
1.2	Tipos de investigación aplicados	17
3.2.1	Investigación aplicada.....	17
3.2.2	Investigación descriptiva	17
3.2.3	Investigación experimental	18
3.3	Técnica de investigación	18
3.4	Normas de referencia	18
3.4.1	Determinación del color mediante el espacio de color CIELAB D 65/10.....	18

3.5	Flujogramas	19
3.5.1	Flujograma general	19
3.5.2	Flujograma muestral	20
3.6	Equipos y materiales	21
3.6.1	Equipos	21
3.6.2	Materiales.....	23
3.7	Procedimiento	26
3.7.1	Extracción de colorante mediante el método de maceración.....	26
3.7.2	Preparación de la fibra de coco.....	28
3.7.3	Proceso de pre-tratamiento de la fibra de coco.....	29
3.7.4	Proceso de tintura de fibra de coco.....	30
3.8	Pruebas de laboratorio	34
CAPÍTULO IV		35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		35
4.1	Resultados y análisis de las pruebas preliminares	35
4.1.1	Resultados de las coordenadas CIELAB y ΔE^*	35
4.1.2	Análisis de las coordenadas CIELAB.....	36
4.1.3	Análisis de la diferencia de color (ΔE^*).....	37
4.1.4	Resultados de las curvas de saturación.....	38
4.1.5	Análisis de las curvas de saturación.....	39

4.2	Resultados y análisis de las concentraciones seleccionadas.....	39
4.2.1	Resultados de la medición colorimétrica de las fibras de coco	40
4.2.2	Normalidad de diferencia de color ΔE^*	42
4.2.3	Análisis de varianza	43
4.2.4	Análisis del comportamiento cromático de las coordenadas cielab.....	45
4.2.5	Análisis de comportamiento del cambio de color.....	45
4.2.6	Análisis comparativo mediante ΔE^*	47
CAPÍTULO V.....		49
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1	Conclusiones	49
5.2	Recomendaciones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		52
ANEXOS.....		59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Líneas de investigación científica	11
Tabla 2	Especificaciones del equipo autoclave IR Dyer.....	21
Tabla 3	Características del espectrofotómetro de color i5 X-RITE	22
Tabla 4	Composición de fibra de coco.....	24
Tabla 5	Productos utilizados en el blanqueo de fibras celulósicas	24
Tabla 6	Receta de blanqueo	29
Tabla 7	Receta de pre-mordentado	31
Tabla 8	Receta de tintura con las fibras previamente mordentadas	32
Tabla 9	Resultados obtenidos de la tintura a 60 °C	35
Tabla 10	Resultados obtenidos de la tintura a 80 °C	36
Tabla 11	Coordenadas CIELAB de la tintura a temperatura de 60 °C	40
Tabla 12	Coordenadas CIELAB de la tintura a temperatura de 80 °C	41
Tabla 13	Diferencia de color entre concentraciones de extracto	42
Tabla 14	Pruebas de normalidad de datos	43
Tabla 15	Variabilidad de los resultados de tintura.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación laboratorio CTEX.....	4
Figura 2 Fibra de coco	12
Figura 3 Coriaria Ruscifolia.....	13
Figura 4 Flujograma general de procesos	19
Figura 5 Flujograma muestral de procesos	20
Figura 6 Espectrofotómetro de color i5 X-RITE	23
Figura 7 Proceso de extracción por maceración	28
Figura 8 Condición inicial de las fibras	29
Figura 9 Curva de procesos de blanqueo	30
Figura 10 Curva de proceso de pre-mordentado	31
Figura 11 Curva de proceso de tintura.....	33
Figura 12 Variación de ΔE^* en las banderas de tintura	37
Figura 13 Curva de saturación del color para las banderas de tintura a 60 °C	38
Figura 14 Curva de saturación del color para las banderas de tintura a 80 °C	39
Figura 15 Comparación gráfica de los resultados del cambio de color	46
Figura 16 Diferencia de color entre concentraciones del extracto.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica del alumbre.....	59
Anexo 2 Ficha técnica del cremor tártaro	60
Anexo 3 Ficha técnica del sulfato de cobre	61
Anexo 4 Teñido de la fibra de coco en el laboratorio CTEX	61
Anexo 5 Evaluación del color en el espectrofotómetro	62
Anexo 6 Elaboración de las curvas de saturación.....	62

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

La industria textil enfrenta una gran problemática ambiental, lo que ha impulsado la búsqueda de recursos sostenibles para la elaboración de productos textiles. De acuerdo con Sait et al. (2021), aproximadamente el 60% de los productos textiles fabricados a nivel mundial son de origen sintético, lo que evidencia el alto consumo de estas fibras. Por ende, se busca intervenir en el uso de fibras no convencionales como es la fibra de coco, ya que se trata de una fibra biodegradable.

Por otra parte, existe una limitada exploración de las fibras no convencionales, como es la fibra de coco, sin embargo, cabe recalcar que esta fibra, al no ser investigada a fondo, no se conoce con exactitud el comportamiento de la fibra frente al proceso de tintura, especialmente en la tintura con colorantes naturales. A pesar de que en la actualidad se han realizado investigaciones de diferentes colorantes extraídos de plantas, tallos u hojas, no se encuentran investigaciones documentadas sobre el proceso de tintura de la fibra de coco.

Coriaria ruscifolia (shanshi) es una planta que ha sido escasamente investigada en el teñido de fibras no convencionales; por lo tanto, no existen suficientes estudios sobre la fijación del colorante en la fibra. Ante esto, surge la necesidad de desarrollar una investigación para determinar la factibilidad del uso del extracto natural de “*Coriaria ruscifolia*” como colorante en una fibra de origen vegetal utilizada generalmente por artesanos y microempresarios en la elaboración de diversos productos, aportando así al uso responsable de recursos naturales en la industria textil. Además, teniendo en cuenta que los microempresarios y artesanos no tienen el conocimiento específico sobre la cantidad de los porcentajes de auxiliares y colorante necesario

para obtener un color dado, en términos de saturación por lo cual este estudio ayudará a proporcionar estos datos para el proceso de tintura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Caracterizar el proceso de tintura de fibras de coco mediante el extracto del “*Coriaria ruscifolia*” (Shanshi) por el método de agotamiento.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el proceso de extracción adecuado de colorante de “*Coriaria ruscifolia*”.
- Tinturar las fibras de coco con el extracto de “*Coriaria ruscifolia*” (shanshi), en distintas concentraciones y auxiliares, acorde a la guía de preparación de muestras de tintura de X Rite.
- Caracterizar las variables óptimas del proceso de tintura acorde a la curva de saturación del colorante; mediante el método CIELAB D65/10 en el espectrofotómetro de color X Rite.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos mediante técnicas estadísticas.

1.3 Formulación del problema de investigación

1.3.1 Alcance y delimitación

La presente investigación busca intervenir en los procesos de sustentabilidad, buscando un desarrollo de tintura para la fibra de coco, mediante el extracto de “*Coriaria Ruscifolia*”. Se plantea aplicar el extracto de colorante sobre la fibra de coco, mediante el uso de distintos mordientes, teniendo en cuenta los diferentes parámetros para el teñido mediante el método de agotamiento; con el propósito de realizar un procedimiento de tintura efectivo para el teñido de las fibras no convencionales como la fibra de coco. La investigación se desarrolló mediante el uso

de diferentes auxiliares y la variación de concentraciones del colorante extraído de “*Coriaria ruscifolia*” (shanshi). Para ello se aplicaron tres mordientes a temperaturas controladas de 60 °C y 80 °C, para evaluar su efecto en la saturación del color.

Para asegurar la uniformidad en el teñido, se realizó un tratamiento inicial a la fibra de coco, con el objetivo de eliminar la grasa, los residuos vegetales y otras impurezas que no permiten una adecuada penetración del colorante. Además, antes de realizar el proceso de tintura, se efectuó el proceso de pre-mordentado, para mediante esto mejorar la afinidad del colorante con la fibra textil.

La extracción del colorante se realizó utilizando el método de extracción más adecuado, considerando que el teñido de la fibra de coco tiene como objetivo aportar un valor estético a las artesanías. Posteriormente, para realizar el proceso de teñido, se estableció una serie de muestras con diferentes concentraciones de extracto siguiendo la guía de preparación X Rite, para luego definir la cantidad de concentración de colorante en la fibra mediante el equipo (espectrofotómetro) con el sistema CIELAB D65/10 para establecer el porcentaje adecuado utilizando la metodología cuantitativa para analizar los datos obtenidos.

1.4 Justificación

La investigación se plantea como una contribución sostenible a la ingeniería textil, al combinar una fibra biodegradable como es la fibra de coco con un colorante natural, fomentando el uso de recursos locales en las comunidades que contienen este fruto, así como también promoviendo el desarrollo de productos textiles biodegradables. Además, la búsqueda de utilizar fibras naturales, valorizando los residuos de los frutos, dando así mayor utilidad y reduciendo el uso de fibras sintéticas. Teniendo en cuenta que el uso de los materiales para la investigación no afectará en ningún ámbito.

Por otra parte, se pretende contribuir con el desarrollo de economía circular, dando un valor estético a los productos textiles elaborados con la fibra de coco, mediante el uso de colorantes naturales. Además, mediante esta iniciativa se pretendió intervenir en el entorno turístico de las comunidades, generando la oportunidad de que los habitantes puedan generar economía mediante el desarrollo de artesanías. Asimismo, el presente trabajo tiene como propósito contribuir conocimientos prácticos tanto a estudiantes como a microempresas sobre la tintura de la fibra de coco utilizada en diversos productos.

1.5 Características del sitio del proyecto.

El proyecto de investigación se desarrolló en la Carrera de Textiles (CTEX), donde se encuentra los laboratorios equipados con equipos normalizados para ubicados en las coordenadas 0.3782531210228751, -78.12389737 como se muestra en la **Figura 1**. Estos laboratorios cuentan con las condiciones necesarias para realizar experimentos y desarrollar pruebas técnicas.

Figura 1

Ubicación laboratorio CTEX



Fuente: (Google Maps, 2025)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DE ARTE

2.1 Antecedentes

Obando Portillo (2013), realizó una investigación sobre el uso de “*coriaria ruscifolia*” (shanshi) como colorante para la fibra de lana, utilizando distintos mordientes y un litro de colorante, donde al emplear alumbre junto con cremor tártaro con ácido cítrico como auxiliar y bicarbonato de sodio como fijador se obtuvo una baja solidez al lavado con un valor de 2. No obstante, la solidez a la luz fue excelente, con un valor de 5, logrando también una excelente igualación. En cambio, al utilizar alumbre con sulfato de cobre, los resultados mejoraron en cuanto a la solidez al lavado con valor de 4, manteniendo una excelente solidez a la luz con un valor de 5 y presentando una buena igualación del teñido.

En una investigación se analizó la influencia de la lignina en el proceso de teñido de la fibra de coco mediante tratamientos progresivos de eliminación de lignina y hemicelulosa en donde observaron que la lignina reduce la capacidad de absorción de los colorantes aniónicos como los ácidos y reactivos mientras que en los colorantes catiónicos o básicos aumento la capacidad de absorción; por otra parte, la eliminación de hemicelulosa mejoró la captación de teñido con colorantes básicos (Samanta et al., 2018).

Por ende, para realizar el teñido de las fibras naturales, es necesario realizar un tratamiento previo en donde se eliminan las ceras y residuos vegetales. En este sentido, Basu et al. (2019), realizó un estudio enfocado en el blanqueo de la fibra de coco con peróxido de hidrógeno y con auxiliares esenciales a temperatura elevada como ambiental, donde se observó la pérdida de lignina. Tras realizar las dos pruebas, determinaron que la receta óptima para el blanqueo a temperatura elevada es 14 % peróxido de hidrógeno, 5 % de estabilizador y 2 % de sosa cáustica,

en donde el índice de blancura de la fibra es de 66,4 reduciendo así el índice de amarillez de 55,4. Sin embargo, los autores indicaron que, debido a la alta presencia de lignina, se necesita una dosis mayor de estos productos químicos para obtener un blanqueamiento eficiente.

Los mordientes son esenciales en el proceso de tintura, ya que se encargan de esparcir el color y mejorar las propiedades de solidez. Por lo tanto, para realizar el teñido se ha optado por utilizar distintos mordientes. Algunos ejemplos de mordientes naturales son el alumbre, sulfato de hierro, sulfato de cobre, los cuales actúan como un enlace entre la fibra y el colorante (Benli, 2024).

El uso de colorantes convencionales ha generado gran impacto ambiental a nivel mundial. Esto ha incentivado a la búsqueda de opciones ecológicas usando extractos de diferentes plantas, frutos o tallos, buscando también mejorar las propiedades del textil. En uno de los estudios realizados recientemente sobre el teñido tradicional con el uso de una planta proveniente de Asia "*Diospyros Mollis Griff*" mediante extracción de Soxhlet con etanol, lograron un teñido con gran intensidad, solidez, protección UV y actividad antimicrobiana (Le et al., 2025). Estos hallazgos destacan la capacidad que tienen los colorantes naturales, puesto que además de aportar color a las fibras textiles tiene la capacidad de generar diferentes características.

Por otro lado, la fibra de coco no solo se investiga por sus aplicaciones industriales como en productos para la construcción y materiales aislantes, sino también como colorante sostenible. Adeel et al. (2020) realizó un estudio para explorar una nueva alternativa para el teñido de la lana con el extracto de fibra de coco con el objetivo de obtener un proceso más sostenible haciendo uso de bio-mordientes, en donde se obtuvo un buen rendimiento de color en el teñido y una mejor solidez.

2.2 Estudios previos

2.2.1 *Coriaria Ruscifolia* (Shanshi)

Barragán Condori & Aro Aro (2016) mediante un estudio indica que el shanshi “*coriaria ruscifolia*” presenta pigmentos antociánicos, los cuales presentan grupos funcionales que corresponden a compuestos polifenólicos; entre ellos identificaron que la antocianina mayoritaria es la cianidina, la cual presenta una capacidad antioxidante determinada mediante el método de pH diferencial, lo que abre posibilidades para sus aplicaciones agroindustriales, incluyendo el desarrollo de teñido sostenible. De manera complementaria Hoyos Mallqui (2016) en un estudio aplicado al teñido de fibra de alpaca, señala que los frutos de esta especie presentan flavonoides. Esto indica que el extracto de “*Coriaria Ruscifolia*” (shanshi) presenta un alto potencial como colorante natural en el teñido de las fibras, y su aplicación en fibras de origen natural como la fibra de coco podría ser valiosa en la elaboración de productos artesanales.

Obando Portillo (2013) afirma que colorantes naturales como el shanshi o el motilón contienen antocianinas, las cuales cambian el color según el pH:

- En medios ácidos, la solución adquiere un tono rojo.
- Al subir el pH, el color comienza a desvanecerse.
- Cuando el pH se aproxima o supera el valor de 7, la tonalidad se transforma en azul o verdosa (p.18-19).

2.2.2 Teñido de fibras con colorantes naturales

En el proceso de teñido es fundamental controlar varios parámetros, como son el pH, temperatura y tiempo de agotamiento, puesto que esto influye directamente en la fijación y la intensidad del color.

Tomando en cuenta esto Periyasamy (2022) manifiesta que realizaron el teñido del algodón utilizando proteína de soja como biomordiente con colorante extraído de *Comini syzygium*, en donde evaluaron la temperatura, el pH, la duración de baño en el teñido y la concentración del colorante en el método de teñido sónico y convencional; respecto al tiempo de teñido observaron que a 120 min el método ultrasónico alcanzó su punto de saturación, mientras que el convencional seguía intensificando el color, en la evaluación de la temperatura ambos presentaron mayor absorción de tinte a 90 °C, lo que indica que esta temperatura es óptima. Por ende, la temperatura de 90 °C se toma como valor máximo de temperatura para el teñido de fibras celulósicas, ya que garantiza una buena fijación del color.

Así mismo, determinaron que en los dos métodos la resistencia del color y la capacidad del teñido mejoraron a medida que el pH del baño aumentó de 2-5, aunque valores superiores a 7 disminuyeron la capacidad de teñido, no obstante, un pH ácido puede afectar las propiedades del algodón (Periyasamy, 2022). Esto indica que en los procesos de teñido o acabados es esencial el control riguroso del pH dependiendo del tipo de fibra.

Por otra parte, el uso de mordientes en el proceso de teñido influye significativamente en la variación y fijación del color. Lozano et al., (2024) indica que:

Evaluaron los efectos del mordiente en el proceso de tintura de la fibra de alpaca con flores de colli en donde, identificaron que el uso de mordientes también influye en la variación del diámetro medio de la fibra y finura del hilado, ya que en el teñido sin mordentado con un incremento de 0,44 μm , mordentado con ccollpa 2,78 μm , alumbre 3,31 μm y con sal de limón 3,51 μm .

La tonalidad obtenida en el proceso de teñido depende en gran medida al tipo de fibra empleada, ya que cada fibra posee una afinidad distinta con los colorantes. Asimismo, el tipo de

mordiente, puesto que este actúa como un intermediario entre el colorante y la fibra. Scarano et al. (2024) menciona que:

En una investigación de teñido de lino, algodón y lana con el extracto de hojas y frutos de *Rhus coriaria L*, se emplearon tres condiciones: con jugo de limón, sulfato de aluminio potásico y una muestra sin mordiente; en donde identificaron que las fibras teñidas sin mordiente presentaron colores opacos, mientras que el uso de mordientes permitió obtener tonos más claros (intensos), sin embargo, la intensidad y el color variaron de acuerdo al tipo de fibra logrando mayor intensidad del color en la fibra de lino teñido con el extracto del fruto y en la lana utilizando jugo de limón como mordiente.

Esto evidencia que los mordientes cumplen un rol muy importante en el teñido con colorantes naturales, ya que permite obtener un teñido uniforme y una variedad de colores. El proceso de mordentado se lo puede aplicar tanto antes o después del teñido, sin embargo, diversos estudios han comprobado que realizarlo previamente al teñido permite obtener mejores resultados; generalmente este proceso consiste en sumergir el tejido en un baño junto con el mordiente (Rodas Farfán, 2021).

2.2.3 Extracción de colorante

La extracción del colorante es una etapa esencial en el proceso de teñido, por lo tanto, la selección del método adecuado es un aspecto clave. En este contexto Escandón Mantilla (2024) llevó a cabo una investigación sobre el extracto del bagazo de la zanahoria, mediante el uso de tres métodos diferentes: inmersión con etanol, baño termostático con etanol y la extracción Soxhlet con hexano, determinando que el método de Soxhlet fue el más eficiente, puesto que proporciona mayor cantidad de colorante, seguido por la extracción por baño termostático. Esto indica que, dentro de los métodos convencionales de extracción, el que posee mejor rendimiento

es el método de Soxhlet. Este método permite un proceso de extracción continuo y eficiente, garantizando un mayor aprovechamiento de las propiedades tintóreas.

Por otra parte, el método de maceración es un método tradicional de extracción sólido-líquido que permite obtener colorantes sin la necesidad de equipamientos complejos. Bitwell et al. (2023) menciona que es un método sencillo que implica remojar la materia prima triturada previamente en un solvente durante al menos tres días; posterior a ello se realiza el proceso de filtración. Sin embargo, indica que tiene una baja eficiencia en comparación con otros métodos.

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Como se menciona en los artículos 26 y 348 de la Constitución de la República del Ecuador, donde hace referencia a la sección educativa como un derecho gratuito con inversión estatal, para cualquier tipo de persona.

De acuerdo con la Asamblea Constituyente (2013):

Art. 26.- La educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado. Constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. Las personas, las familias y la sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo.

Art. 348.- La educación pública será gratuita y el Estado la financiará de manera oportuna, regular y suficiente. La distribución de los recursos destinados a la educación se regirá por criterios de equidad social, poblacional y territorial, entre otros.

El Estado financiará la educación especial y podrá apoyar financieramente a la educación fisco misional, artesanal y comunitaria, siempre que cumplan con los principios

de gratuidad, obligatoriedad e igualdad de oportunidades, rindan cuentas de sus resultados educativos y del manejo de los recursos públicos, y estén debidamente calificadas, de acuerdo con la ley. Las instituciones educativas que reciban financiamiento público no tendrán fines de lucro.

La falta de transferencia de recursos en las condiciones señaladas será sancionada con la destitución de la autoridad y de las servidoras y servidores públicos remisos de su obligación. (p.1,6,7)

2.3.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

El presente trabajo de investigación está relacionado con los lineamientos de investigación de la Universidad Técnica del Norte, fortaleciendo el desarrollo económico de la comunidad Universidad Técnica del Norte (UTN, 2022). Los proyectos se vinculan con 10 líneas de investigación, sin embargo la carrera de Ingeniería Textil integra las líneas 1 y 9 como se muestra en la **Tabla 1**, las cuales son fundamentales para el desarrollo de investigaciones, puesto que contribuyen en mejorar la productividad y sostenibilidad. Para el desarrollo del presente proyecto se enmarca la línea uno correspondiente a la Producción Industrial y Tecnología Sostenible.

Tabla 1

Líneas de investigación científica

N°	Líneas de investigación
1	Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
9	Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico.

Fuente: (UTN, 2024)

2.4 Marco conceptual

2.4.1 Fibra de coco

La fibra de coco es una fibra celulósica de origen natural que se obtiene de la cáscara de coco como se muestra en la **Figura 2**, se caracteriza principalmente por ser una de las fibras más gruesas y resistentes en comparación con otras fibras de origen natural, lo cual la convierte en un material ideal para la elaboración de productos duraderos (Hao et al., 2018). Esta fibra actualmente es utilizada en la fabricación de cuerdas, alfombras y productos para la construcción. En la construcción es utilizado generalmente como aislante acústico y térmico. Además, Chamorro et al. (2024) afirma que, mediante la elaboración de no tejidos, puede ser utilizado como refuerzo para estabilizar el suelo, esto debido a sus propiedades mecánicas. Lo cual ha generado una oportunidad para contribuir con el desarrollo económico y ambiental.

Figura 2

Fibra de coco



Fuente: (Carril, 2023)

- Características y propiedades de la fibra de coco

La fibra de coco está compuesta principalmente de celulosa y lignina, lo que confiere una estructura rígida y resistente. Además, al tratarse de una fibra de origen natural también contiene restos de cenizas, ceras y grasas (Mishra & Basu, 2020).

Según Mishra & Basu (2020) la fibra de coco se clasifica como una fibra dura debido a su rigidez y gran diámetro, destacándose por su alta extensibilidad y resistencia a la ruptura, lo cual no es muy común en las fibras lignocelulósicas, por otra parte, la desventaja de este tipo de fibra es que tiene una escasa cohesión entre fibras lo cual dificulta el manejo y el procesamiento en el hilado, ya que su relación de longitud y diámetro es baja y su superficie áspera. Estas características justifican que la fibra sea más adecuada para productos no convencionales y artesanías donde la finura y la cohesión no son determinantes.

2.4.2 Coriaria Ruscifolia (Shanshi)

Es una especie nativa de Ecuador conocida en el idioma quechua como Shanshi (IpiALES Luna, 2021). Es considerada una especie de arbusto o trepadoras leñosas, puesto que sus tallos son ramificados y sus hojas opuestas tal como se puede observar en la **Figura 3**, sus flores son de color rosado con verde presente un poco antes de la madurez del fruto (Obando Portillo, 2013). Esta planta es considerada venenosa para el consumo humano, ya que su ingestión puede provocar efectos graves e incluso la muerte (IpiALES Luna, 2021).

Figura 3

Coriaria Ruscifolia



Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Colorantes naturales

Son sustancias colorantes extraídas de diversos recursos presentes en la naturaleza, tales como plantas, animales y minerales, brindando una variedad de tonalidades, permitiendo conferir colores únicos en diversos materiales. Nambela et al. (2020) indica que los colorantes naturales son materiales que dan color sin necesidad de modificación química, no solo son utilizados en la industria textil, sino también para dar color a los alimentos.

2.4.4 Colorantes vegetales

Estos colorantes se obtienen a través de diversas plantas, desde su raíz, tallo, hojas hasta el fruto. Según Obando Portillo (2013) los colorantes vegetales, en función de su estructura, se establece principalmente en:

- Flavonoides

Los flavonoides son compuestos derivados del latín *Flavus* (amarillo), los cuales dan color a las hojas, tallos y frutos. Existen distintos flavonoides solubles en agua, así como también insolubles, los cuales tienen la capacidad de generar una amplia gama de colores, desde amarillo hasta naranja, rojo e incluso azul (antocianinas).

Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides, se caracterizan por producir una variedad de tonalidades, las mismas que dependen en gran medida del pH del medio, conocido también como halocromismo. En condiciones ácidas, alrededor de pH de 2, las antocianinas con pigmento rojo son demasiado estables, mientras que en medios alcalinos con valores cercanos a 8 o mayores, se desarrollan tonalidades moradas; no obstante, tienden a ser fácilmente degradados por el oxígeno, es decir, el oxígeno provoca la oxidación, alterando su estabilidad y propiedades (Molina et al., 2023).

- Antraquinonas:

Las antraquinonas son compuestos orgánicos de origen natural presentes en diversas plantas, así como también en colorantes animales como el de la cochinilla. Estos compuestos pueden producir una variedad de tonalidades dependiendo del tipo de mordiente (Obando Portillo, 2013).

2.4.5 Mordientes

Es una sustancia fundamental en proceso de tintura con colorantes naturales, puesto que tiene la capacidad de adherirse a la fibra, estableciendo un enlace químico con los colorantes naturales, logrando una variedad de tonalidades. En la industria textil, los más utilizados son las sales metálicas, como sulfato de aluminio, sulfato ferroso, acetato de plomo y el ácido tánico como fijador de color (Calderón Guevara, 2007). Estos mordientes pueden ser de origen natural o sintéticos.

2.4.6 Proceso de tintura por agotamiento

La tintura por el método de agotamiento consiste en disolver el colorante en un baño de tintura con un volumen determinado en función del tipo de máquina, la relación de baño y el peso del material textil a teñir (Solé, 2016). En el proceso de teñido por agotamiento, es necesario controlar diversos parámetros que influyen significativamente en la uniformidad y eficiencia del teñido. Estos parámetros varían en función del tipo de fibra y el colorante. Interviniendo principalmente la temperatura, el pH, la gradiente y el tiempo de agotamiento. El control riguroso de estos parámetros nos proporciona un teñido uniforme.

2.4.7 Métodos convencionales de extracción

- Hidrodestilación

Este proceso consiste en colocar la muestra directamente en contacto con el medio de extracción en este caso es el vapor o agua caliente, mediante el uso del equipo Clevenger; así pues, la hidrodestilación nos permite obtener extractos libres de contaminación a causa de solventes orgánicos, no obstante puede haber una pérdida significativa de pigmento, ya que se trabaja a una temperatura entre 100 °C (Sidique Bahar et al., 2025).

- Baño termostático

Este método requiere un control riguroso de temperatura, con un margen de error mínimo, durante un tiempo prolongado, utilizando un solvente. El control de la temperatura es esencial para evitar la degradación de los compuestos termosensibles presentes en material de estudio.

- Extracción por maceración

Es una técnica de extracción simple, la cual consiste en colocar el material vegetal previamente triturado o cortado en un disolvente; este puede ser agua o alcohol, dejando reposar por un tiempo prolongado a temperatura ambiente con agitación continua (Mathews et al., 2024).

- Extracción Soxhlet

Es una técnica de extracción de materiales sólidos, este método se basa en el uso del equipo Soxhlet y se trabaja generalmente con materiales vegetales secos para la extracción de aceites, esencias o colorantes, ya que el secado previo favorece la obtención de extractos con mayor concentración.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque de investigación cuantitativa

Cely et al. (2023) afirman que la investigación cuantitativa es utilizada generalmente en procesos que son medibles o cuantificables, donde mediante un análisis, los valores numéricos permiten obtener resultados de frecuencia, medición y parámetros.

El uso de este enfoque en la presente investigación es indispensable, puesto que permitió evaluar las variaciones que se producen en el proceso de tintura con “*coriaria ruscifolia*” a través de la utilización de datos numéricos obtenidos en las pruebas de determinación del color mediante el espacio CIELAB D65/10.

3.2 Tipos de investigación aplicados

3.2.1 Investigación aplicada

Esta investigación se basa en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas específicos o mejorar situaciones existentes (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023). En este contexto, se busca implementar un proceso de tintura en las fibras de coco utilizando el extracto de “*coriaria ruscifolia*” con el fin de identificar cuáles son las variables óptimas del proceso, contribuyendo al desarrollo de alternativas sostenibles.

3.2.2 Investigación descriptiva

De acuerdo con Vizcaíno Zúñiga et al. (2023) la investigación descriptiva busca describir varias características esenciales de fenómenos, empleando criterios que permiten establecer el comportamiento de los fenómenos en estudio. En este sentido, este enfoque nos permite analizar las características del proceso de tintura por agotamiento de la fibra de coco, describiendo los resultados obtenidos considerando las variables adecuadas para el proceso de teñido.

3.2.3 Investigación experimental

Esta investigación consiste en aplicar condiciones, estímulos o tratamientos a un objeto o grupo de personas, con el objetivo de analizar las respuestas obtenidas; es válido cuando se demuestra que las variaciones de la variable dependiente están asociadas a la manipulación de la variable independiente (Guevara Alban et al., 2020). En este contexto, este tipo de investigación permitió identificar cuáles son los parámetros más adecuados mediante la evaluación de las variables que intervienen en el proceso de tintura.

3.3 Técnica de investigación

De acuerdo con Medina et al. (2023) la técnica de investigación “es un método sistemático utilizado para recopilar y analizar información, con el fin de responder a una pregunta o resolver un problema específico” (p.12). En este proyecto se aplica la técnica cuantitativa, puesto que está basada en la medición instrumental mediante el uso del espectrofotómetro de color X Rite, cuyos resultados nos permiten determinar la eficiencia del teñido.

3.4 Normas de referencia

3.4.1 Determinación del color mediante el espacio de color CIELAB D 65/10

Este método realiza mediciones de color mediante coordenadas, lo cual nos permite obtener valores en diferentes ejes y realizar la comparación del color con la muestra base, facilitando así la reproducibilidad de color, garantizando uniformidad y estabilidad en procesos de tintura. Según Scarano et al. (2024), el CIELAB D65/10 cuenta con un iluminante estándar D65 y un ángulo de observación de 10°. Además, posee tres coordenadas de coloración, en donde:

1. L* representa el brillo del color, siendo 0 el color negro y 100 el color blanco
2. a* está asociado con el verde (-) a rojo (+)
3. b* está asociado con la transición azul (-) y amarillo (+)

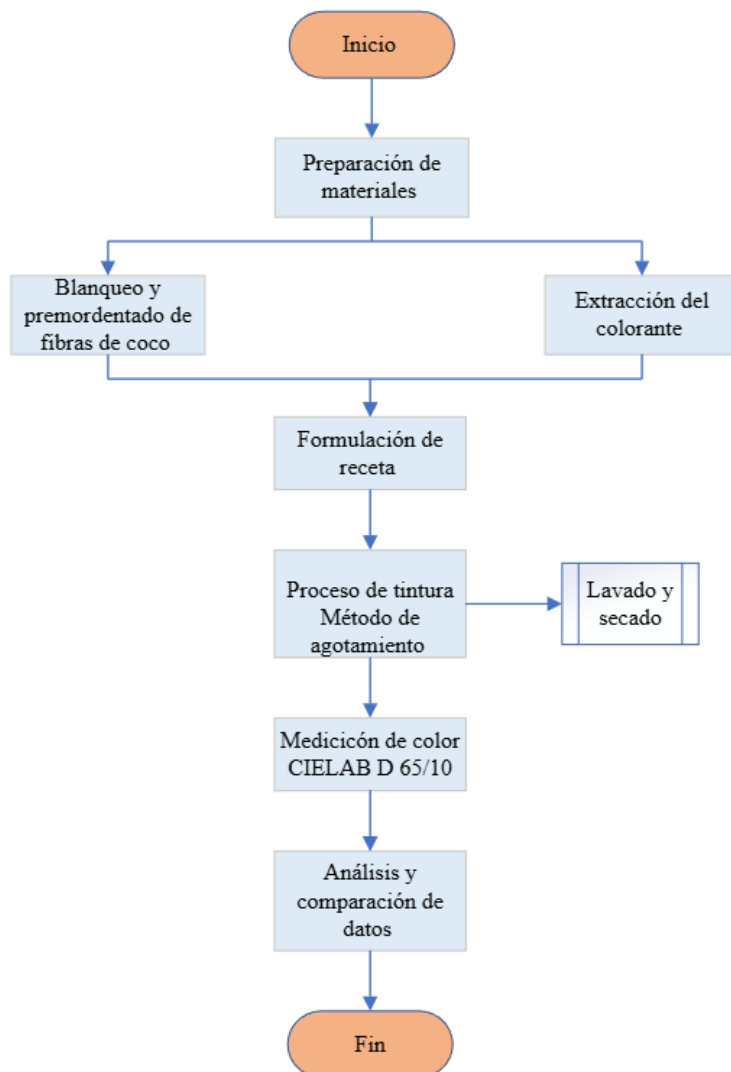
3.5 Flujogramas

3.5.1 Flujograma general

El flujograma general representa los diferentes procesos desarrollados en la presente investigación como se muestra en la **Figura 4**, desde la preparación de la fibra hasta la medición del color. Este esquema permite comprender el procedimiento para el desarrollo del proyecto.

Figura 4

Flujograma general de procesos



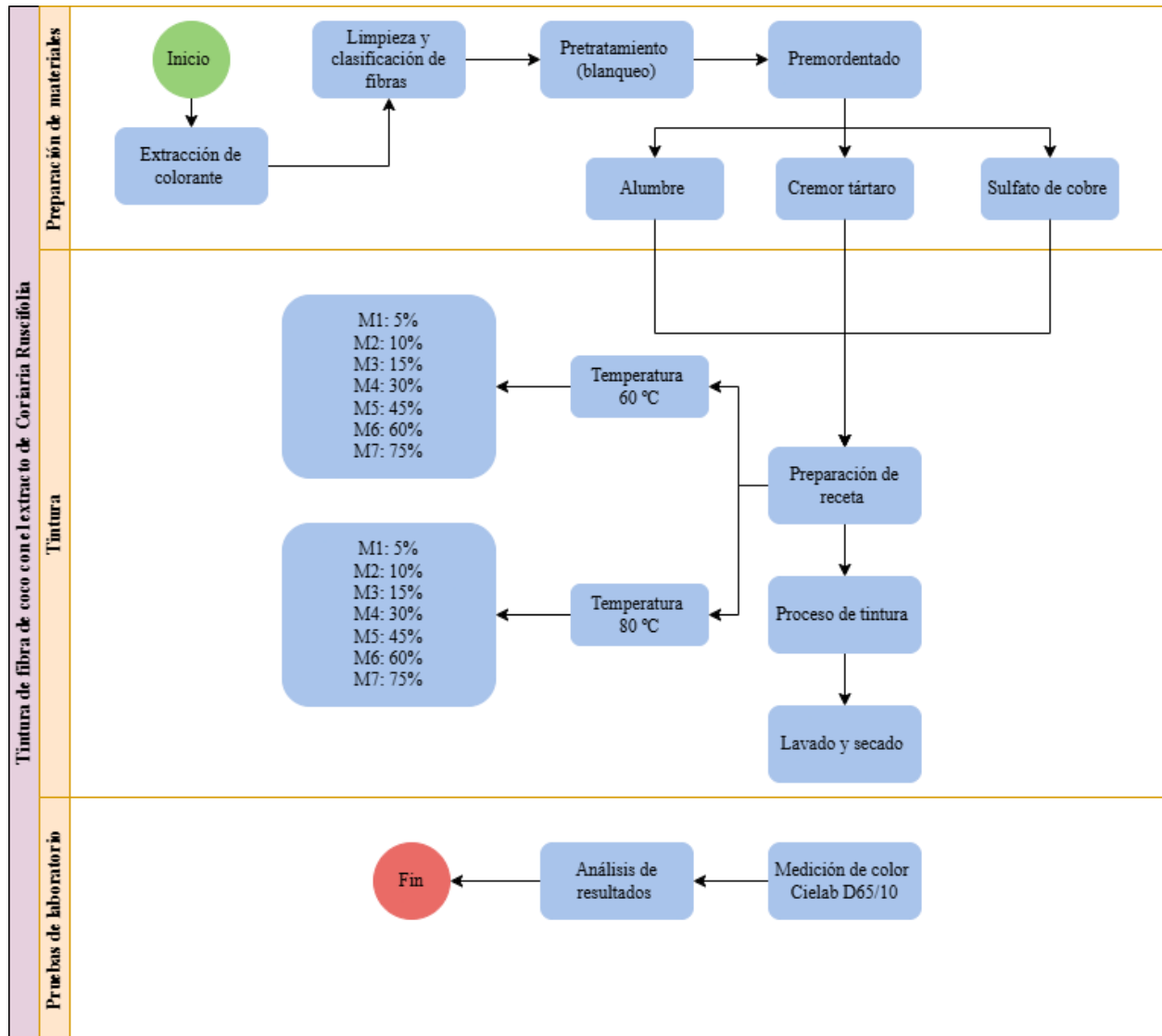
Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Flujograma muestral

A continuación, en la **Figura 5** se detallan los subprocesos indicando las variaciones de auxiliares y concentraciones del extracto de “*Coriaria ruscifolia*” en el proceso de teñido, para la evaluación de las variables adecuadas para el teñido de la fibra de coco.

Figura 5

Flujograma muestral de procesos



Fuente: Elaboración propia

3.6 Equipos y materiales

A continuación, se describen detalladamente los materiales y equipos, los cuales permiten llevar a cabo cada una de las etapas del proceso de tintura de la fibra de coco. Describir las características de estos es fundamental para garantizar la reproducibilidad de ensayos.

3.6.1 Equipos

- **Equipo de tintura IR DYER**

Es un equipo de laboratorio ideal para procesos de teñido y acabados textiles debido a su capacidad de trabajar tanto a bajas como altas temperaturas, facilitando el desarrollo de procesos de tintura en distintos tipos de fibra. Además, tiene gran capacidad de posiciones, como se muestra en la **Tabla 2**. Rapid (2025), indica que cuenta con radiadores infrarrojos (IR) que permiten calentar el porta muestras, los cuales están fabricados de acero inoxidable y son montados sobre un disco giratorio para asegurar una excelente circulación del baño. Además, este equipo cuenta con tecnología avanzada que permite programar las curvas de tintura, manteniendo un control riguroso de temperatura. También posee un sistema de seguridad el cual detiene la máquina automáticamente al detectar inconvenientes para evitar accidentes.

Tabla 2

Especificaciones del equipo autoclave IR Dyer

Especificaciones	Descripción
Posiciones	24
Capacidad de porta muestras	300 ml
Temperatura	20-140 °C
Voltaje	220

Fuente: (Laboratorio CTEX, 2025)

- **Espectrofotómetro de color i5 X-RITE**

Es un equipo de laboratorio utilizado para la medición del color, tanto en aguas residuales como en tejidos y fibras. Sus principales características se detallan en la **Tabla 3**. De acuerdo con García (2018) este equipo emite un haz de luz sobre una muestra para medir la absorbancia o la transmitancia. La absorbancia es la cantidad de luz que una sustancia absorbe, es decir, mide la interacción entre la luz y la capacidad absorción de un material, mientras que la transmitancia es lo opuesto a la absorbancia, es decir, es cuando la luz pasa a través de la muestra (Obeso Diaz, 2024). Por lo cual permite evaluar con precisión y de manera eficiente el color, garantizando la calidad de teñido y reproducibilidad de colores.

Tabla 3

Características del espectrofotómetro de color i5 X-RITE

características	
Iluminación	Xenón pulsada, D65 calibrada
Tiempo de medición	≤ 2.5 segundos (flash y adquisición de datos)
Ciclo de trabajo	Máx. 480 mediciones por hora
Rango espectral	De 360 nm a 750 nm
Intervalo de longitud de onda	10 nm
Escala fotométrica	De 0,0% a 200%
Resolución fotométrica	0,01% reflectancia

Fuente: (X-Rite, 2013).

Considerando estas características, el uso del espectrofotómetro (ver **Figura 6**) se vuelve indispensable para realizar la evaluación del comportamiento del colorante sobre la fibra de coco.

Esto nos permite evaluar las variables adecuadas y la diferencia de tonalidad que posee a distintas concentraciones del extracto.

Figura 6

Espectrofotómetro de color i5 X-RITE



Fuente: Propia

3.6.2 Materiales

3.6.2.1 Materia prima (Fibra de coco)

Para el desarrollo del proyecto de investigación se seleccionó la fibra de coco (cocos nuscifela) debido a que es una fibra biodegradable, ya que está compuesta por gran cantidad de celulosa, lignina y hemicelulosa (Ver **Tabla 4**), lo que la convierte en una alternativa ecológica. Esta fibra se distingue por su resistencia, flexibilidad y dureza debido a su composición, su longitud oscila entre 6-14 cm.

Las fibras de coco utilizadas en este estudio fueron obtenidas en un local comercial dedicado especialmente a la venta de fibras y estopas en la ciudad de Quito. Para el ensayo fueron previamente seleccionadas de forma manual, descartando la presencia de impurezas, para garantizar la uniformidad de las muestras.

Tabla 4*Composición de fibra de coco*

Componente	Porcentaje aproximado (%)
Celulosa	27-45
Hemicelulosa	15-20
Lignina	40-45
Ceniza	1,3

Fuente. Adaptado de (Nissar et al., 2025)

3.6.2.2 Productos químicos para el pre-tratamiento

Para la tintura de la fibra de coco fue necesario realizar el blanqueo mediante la utilización de productos químicos (ver **Tabla 5**), los mismos que poseen funciones específicas para cumplir el objetivo. Mediante el uso de estos productos se busca preparar la fibra para el proceso de teñido, con el objetivo de eliminar impurezas, aceites, ceras y otros residuos. Es importante mencionar que la cantidad de peróxido de hidrógeno en el pretratamiento depende directamente del estado en el que se encuentra la fibra.

Tabla 5*Productos utilizados en el blanqueo de fibras celulósicas*

Material	Función
Hidróxido de sodio 50° Be	Saponificación de grasas y ceras
Peróxido de hidrógeno (30%)	Agente de blanqueo
Marvacol PAL MRN	Agente humectante y detergente, reduce la tensión superficial
Estabilizador WS	Controla la descomposición del agua oxigenada

Fuente: Elaboración propia

2.6.2.3 Materiales para el proceso de tintura

- Extracto de “*coriaria ruscifolia*”

Para la obtención del extracto del fruto de “*Coriaria ruscifolia*” se empleó el método de maceración utilizando agua como solvente. La recolección de este fruto se la realizó en la comunidad de Peribuela, ubicada en el cantón Cotacachi. Este fruto presenta un color negro azulado en su madurez debido a la presencia de antocianinas, además de un porcentaje de humedad de 78,6 %. El extracto obtenido presenta un pH de 5; sin embargo, este parámetro resulta determinante en el comportamiento del colorante, puesto que las antocianinas son sensibles a las variaciones del pH. Como resultado, mínimas modificaciones de este valor provocan grandes cambios de tonalidad. (Tang et al., 2019).

- Mordientes

Para el desarrollo del proceso de tintura se emplearon distintos mordientes, los cuales fueron seleccionados debido a su gran aplicación en la tintura con colorantes naturales. El uso de estos mordientes permite tener una mayor estabilidad de color y en muchos casos, generar variedad de tonalidades.

Alumbre: Es uno de los mordientes más utilizados en el teñido, se presenta en forma de piedras transparentes; en el **Anexo 1** se detallan sus respectivas especificaciones.

Cremor tártaro: Se presenta como un polvo blanco muy fino y no existe un riesgo biológico como tal, puesto que también es utilizado en la industria alimentaria. La información técnica de este compuesto se puede observar en el **Anexo 2**.

Sulfato de cobre: Es una sal inorgánica, se caracteriza por tener un color azulado brillante, lo cual cambia significativamente la tonalidad del color en la tintura. Este producto es utilizado también en la agricultura; sus características técnicas se encuentran especificadas en el **Anexo 3**.

3.7 Procedimiento

3.7.1 Extracción de colorante mediante el método de maceración

Para realizar este proceso se estableció la maceración como método adecuado debido a su alta viabilidad económica y simplicidad frente a otros métodos convencionales. Este proceso orientado a la valorización estética de las fibras de coco en artesanías. A continuación, se describen las diferentes etapas seguidas para la obtención del extracto de colorante (**Figura 7**).

a) Recolección de material

La recolección del fruto de "*Coriaria Ruscifolia*" se realizó en la comunidad de Peribuela. Para este procedimiento se recomienda el uso de guantes, ya que este fruto es considerado tóxico para el consumo humano. La cosecha se debe realizar delicadamente, ya que estos frutos, al estar maduros, son muy sensibles y pueden dañarse.

b) Clasificación y limpieza

Consiste en separar los frutos que se encuentran en mal estado, ya que, pueden estar aplastados o demasiado maduros. Luego se realiza una limpieza para eliminar restos de polvo y vegetales de la misma planta. Una vez completado este proceso, se debe pesar el fruto y dejar reposar.

Antes de iniciar el proceso de maceración, es fundamental pesar el material vegetal que se utilizará, puesto que este dato permite relacionar la cantidad de humedad presente en el fruto con la cantidad de colorante que existe en el extracto. Este paso facilita definir las concentraciones empleadas en la receta de tintura. Para determinar la cantidad de humedad del fruto, se pesaron 5 g de fruto fresco, los mismos que se sometieron a secado a 105 °C durante 30 minutos. Una vez finalizado el secado, se volvió a pesar; con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de humedad, el cual se presenta a continuación.

Peso húmedo: 5g

Peso seco: 1,07

$$\%humedad = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$$

$$\%humedad = \frac{5g - 1,07g}{5g} \times 100$$

$$\%humedad = 78,6 \%$$

c) Maceración:

El proceso de maceración, también conocido como extracción sólido-líquido, consiste en dejar reposar el material vegetal previamente triturado en un solvente por varios días con el fin de favorecer la liberación y obtención de la mayor cantidad de compuestos colorantes. Para este procedimiento se pesaron 500 g de fruto de *Coriaria Ruscifolia* (shanshi), los cuales fueron triturados y colocados en un frasco de vidrio. Posteriormente se colocaron 500 ml de agua y se dejó reposar durante 3 días.

d) Filtrado:

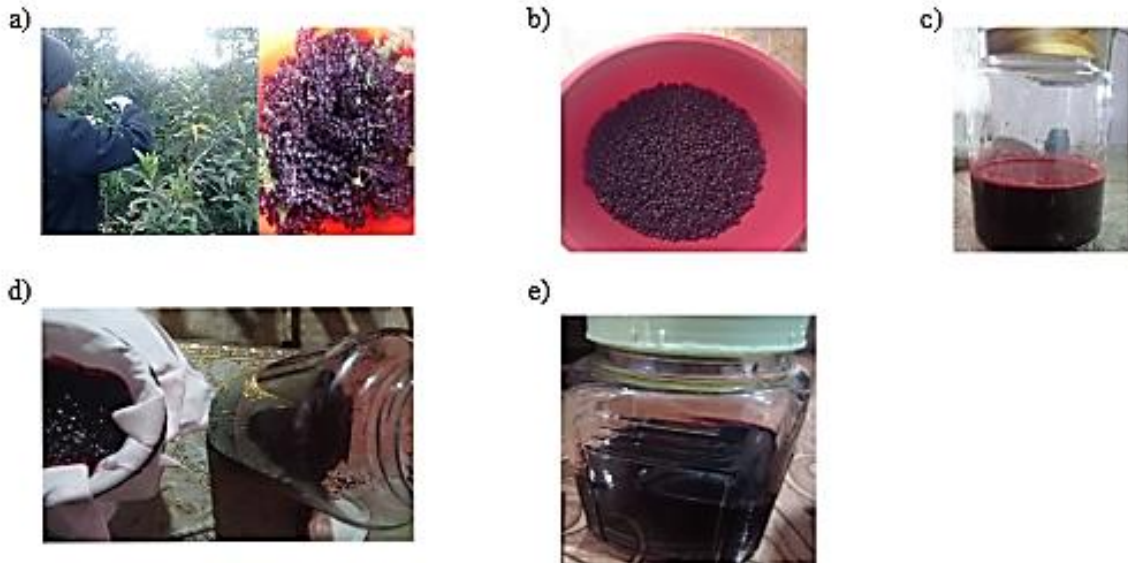
Permite la separación de los sólidos presentes en el extracto, evitando la presencia de residuos vegetales que interfieran en el proceso de tintura, garantizando la calidad del filtrado. Este proceso se lo realizó mediante el uso de un tejido, obteniendo un extracto limpio y homogéneo.

e) Almacenamiento:

El extracto obtenido después del filtrado (825 ml) fue almacenado en un recipiente de vidrio y conservado en refrigeración, con el fin de preservar sus propiedades y que los ensayos no tengan inconsistencias.

Figura 7

Proceso de extracción por maceración



Nota. (a) Recolección de material, (b) clasificación y limpieza, (c) maceración, (d) filtrado, (e) almacenado. Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Preparación de la fibra de coco

Para la preparación de las fibras de coco se realizó la clasificación y limpieza de la fibra, ya que el material presentaba restos de la cáscara de coco y humedad (ver **Figura 8**). En esta etapa, las fibras de coco fueron extendidas en una superficie grande y plana para realizar una inspección visual y extraer restos de cáscara, polvo y fibras gruesas, asegurando la homogeneidad en procesos posteriores. Además, se realizó el secado natural al sol durante un tiempo prolongado de 8 horas, asegurando que las fibras estén bien extendidas para evitar la retención de humedad en zonas determinadas. Este procedimiento resulta fundamental para evitar la degradación de las fibras.

Figura 8

Condición inicial de las fibras



Fuente: Propia

3.7.3 Proceso de pre-tratamiento de la fibra de coco

La fibra de coco es de origen celulósico derivado de la cáscara del coco (Mahmud et al., 2023); por tal motivo, se debe realizar un proceso de descruce y blanqueo para realizar el proceso de teñido. Para ello se empleó el método integrado de blanqueo que consiste en realizar el descruce y el blanqueo, de la fibra en el mismo baño utilizando la siguiente receta (ver **Tabla 6**). Este proceso se lo realizó con una relación de baño 1:40, con un peso de 80 g.

Tabla 6

Receta de blanqueo

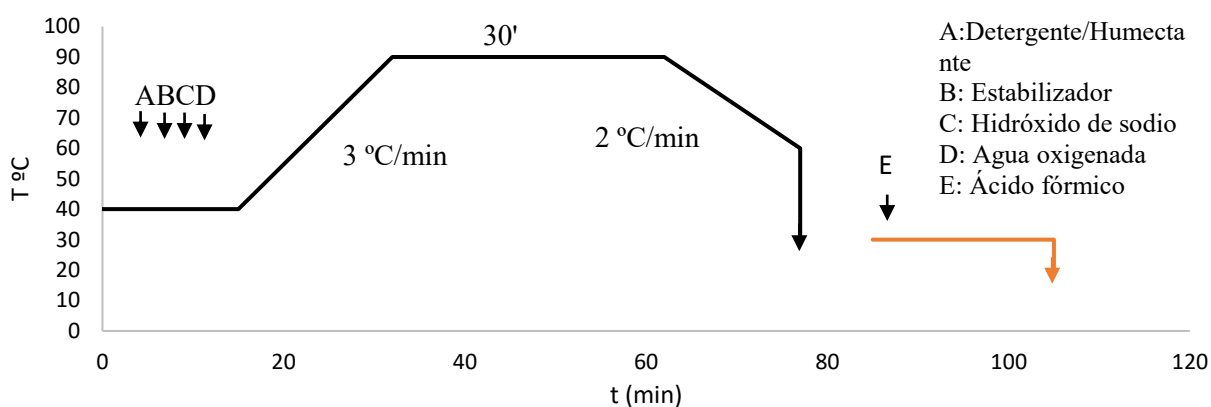
Producto	Dosificación	Cantidad
Marvacol PAL MRN	1 g/L	3,2 g
Estabilizador SIFA	1,5 %	1,2 g
Hidróxido de sodio 50° Be	4 %	3,2 g
Peróxido de hidrógeno 30 %	7 %	5,6 g

Fuente: Adaptado de (Orcón Basilio et al., 2019)

Una vez establecida la receta, se preparan los materiales y productos químicos. Luego iniciamos el tratamiento a una temperatura de 40 °C, incorporando detergente, humectante, estabilizador, hidróxido de sodio y agua oxigenada. En la **Figura 9** se puede observar de forma gráfica la curva de procesos en donde se detallan tiempos, temperaturas y gradientes.

Figura 9

Curva de procesos de blanqueo

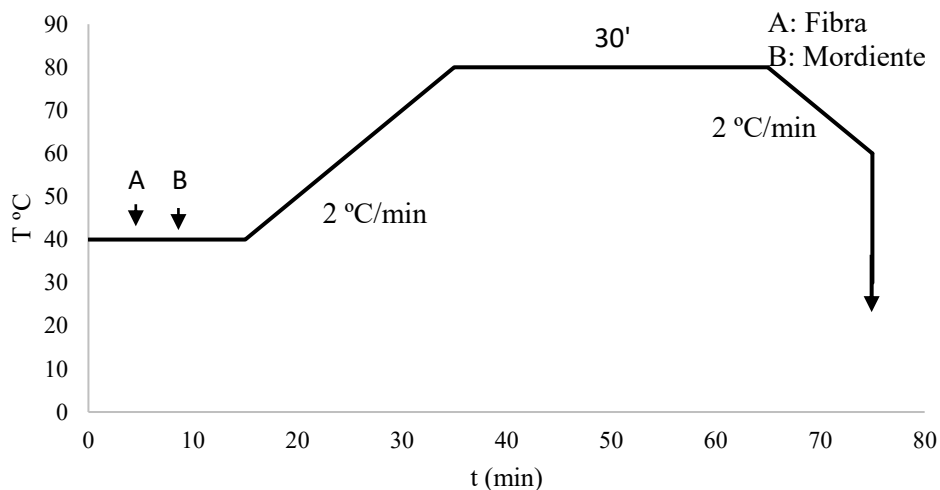


Al finalizar el proceso, es indispensable realizar el neutralizado con el fin de ajustar el pH residual de la fibra. Posteriormente, se realizó un enjuague a temperatura ambiente, asegurando la eliminación de cualquier tipo de residuo, seguido del proceso de secado.

3.7.4 Proceso de tintura de fibra de coco

a) Pre-mordentado

El pre-mordentado es una de las etapas más importantes en la tintura con colorantes naturales, ya que el color, brillo y la fijación del color en el tejido dependen drásticamente de un mordiente. El proceso de pre-mordentado se lo realizó mediante la siguiente curva de procesos (ver **Figura 10**). Con el fin de garantizar la correcta interacción entre la fibra y el mordiente.

Figura 10*Curva de proceso de pre-mordentado*

Fuente: Propia

Con base a la dosificación y la cantidad de mordiente detalladas en la **Tabla 7**, se procedió al pre-mordentado artesanal de las fibras de coco. Tras agotar el baño, las muestras fueron retiradas cuidadosamente, identificando y señalando las fibras para evitar confusiones, procediendo a un secado a temperatura ambiente.

Tabla 7*Receta de pre-mordentado*

Prueba	Mordiente	Dosificación	Relación de baño	Peso de la fibra	Cantidad (g)
1	Alumbre	12%	1/40	26 g	3,12
2	Cremor tártaro	12%	1/40	26 g	3,12
3	Sulfato de cobre	6%	1/40	26g	1,56

Fuente: Adaptado de (Yépez Terán, 2022).

b) Tintura de la fibra de coco por el método de agotamiento

Después de realizar el pre-mordentado se realizó la tintura de la fibra de coco utilizando 1 g de fibra para cada muestra, considerando que las fibras fueron previamente mordentadas con tres tipos de mordientes. En total se trabajó con 78 muestras: 26 pre-mordentadas con alumbre, 26 con cremor tártaro y 26 con sulfato de cobre.

Este procedimiento se realizó variando el porcentaje de concentración del extracto de colorante y la temperatura de proceso, con una relación de baño 1:20. El porcentaje de concentración se determinó en función del peso seco del fruto de *Coriaria ruscifolia* contenido en el volumen de extracto obtenido. De esta manera, se definió la siguiente receta (ver **Tabla 8**), la cual se aplicó a las fibras pre-mordentadas.

Tabla 8

Receta de tintura con las fibras previamente mordentadas

RECETA DE TINTURA A 60°C Y 80°C			
Mordiente	Código	Concentración (%)	Volumen Extracto (ml)
Alumbre	M1A	5	0,38
	M2A	10	0,77
	M3A	15	1,16
	M4A	30	2,31
	M5A	45	3,47
	M6A	60	4,63
	M7A	75	5,78
Cremor tártaro	M1C	5	0,38
	M2C	10	0,77
	M3C	15	1,16
	M4C	30	2,31
	M5C	45	3,47
	M6C	60	4,63
	M7C	75	5,78

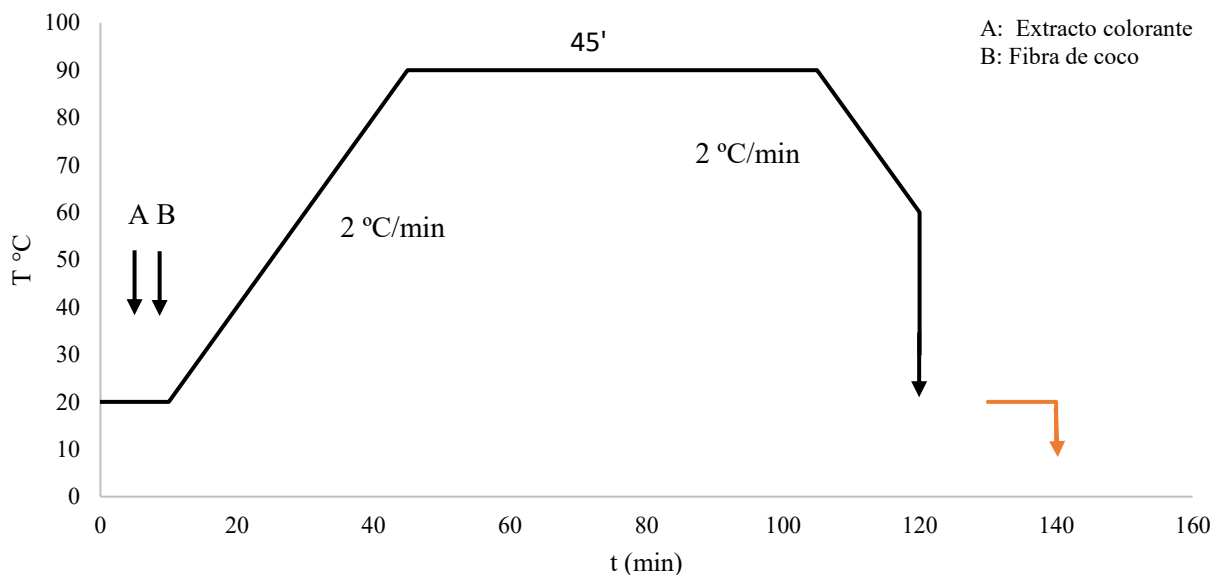
Sulfato de cobre	M1S	5	0,38
	M2S	10	0,77
	M3S	15	1,16
	M4S	30	2,31
	M5S	45	3,47
	M6S	60	4,63
	M7S	75	5,78

Nota. A (alumbre), C (cremor tártaro) y S (sulfato de cobre). Fuente: Elaboración propia

El teñido de fibra de coco con extracto de “*Coriaria Ruscifolia*” se llevó a cabo en el laboratorio de la carrera de textiles (ver **Anexo 4**) utilizando el equipo IR DYER, el cual permite realizar un control preciso del tiempo de agotamiento, temperatura y la gradiente. Para garantizar las condiciones homogéneas en las muestras, se estableció la siguiente curva de tintura (ver **Figura 11**), en donde se pueden observar gráficamente los detalles del proceso, asegurando su reproducibilidad.

Figura 11

Curva de proceso de tintura



Nota. La curva de procesos se la va a utilizar a temperatura de 60 °C – 80 °C. Fuente: Propia

3.8 Pruebas de laboratorio

- Método de medición de color CIELAB D65/10

Tras la obtención de las muestras tinturadas bajo las variables establecidas previamente, se elaboraron banderas de color. Posteriormente, se procedió a la evaluación colorimétrica de las muestras mediante el espectrofotómetro de color X Rite (**Anexo 5**), con el fin de analizar el comportamiento del color obtenido en cada condición de tintura. La medición espectrofotométrica permitió evaluar la saturación del color en relación con la concentración del extracto, así como caracterizar el color de las muestras a través de las coordenadas del espacio de color CIELAB D65/10.

Para la evaluación del color se utilizó el espectrofotómetro de color X Rite utilizando una apertura de medición de 10 mm de diámetro, seleccionada en función del tamaño de las probetas que conforman cada bandera de color. El proceso inició con la calibración del equipo (calibración de blancos y negros); posteriormente, se procedió a la evaluación del color mediante la elaboración de curvas de saturación (Ver **Anexo 6**), para lo cual se midieron como primarios las muestras pre-mordentadas sin tinturar y como secundarios las muestras tinturadas a siete concentraciones para cada mordiente y temperaturas, obteniéndose un total de seis curvas de saturación. Asimismo, para determinar las coordenadas del espacio CIELAB, cada muestra fue medida como estándar y los datos fueron guardados en el computador para su posterior análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio se desarrolló en dos etapas. En la primera se desarrollaron pruebas preliminares con el objetivo de construir las curvas de saturación y analizar el comportamiento cromático. Posteriormente, con base a estos resultados, se seleccionaron dos concentraciones representativas para ejecutar ensayos con réplicas, permitiendo la validación estadística del proceso.

4.1 Resultados y análisis de las pruebas preliminares

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de las pruebas preliminares de tintura empleando siete concentraciones de extracto de *Coriaria ruscifolia*, tres mordientes (alumbre, cremor tártaro, sulfato de cobre) y dos temperaturas (60 °C y 80 °C).

4.1.1 Resultados de las coordenadas CIELAB y ΔE^*

Los datos de las coordenadas CIELAB (L^* , a^* , b^*) y ΔE^* permiten evaluar el comportamiento cromático de cada una de las muestras teñidas, en donde se puede describir de forma cuantitativa la luminosidad, la dirección del tono del color, así como la variación cromática. Como se observa en la **Tabla 9**, a temperatura de 60 °C se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9

Resultados obtenidos de la tintura a 60 °C

Muestra	Alumbre				Cremor tártaro				Sulfato de cobre			
	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
M1	54,6	0,57	16	16,3	54,7	5,68	20,1	8,33	50,5	5,75	24,5	2,41
M2	51,5	-0,9	10,7	22,5	56,3	7,36	17,2	9,62	50,3	3,3	20,8	6,49
M3	51,2	0,04	7,52	25,1	49,9	8,92	13,9	16	47,1	1,81	16,7	11,5
M4	48	5,13	5,81	27,1	46,9	15,7	8	24,1	37	4,06	3,19	27,5
M5	40,6	10,9	3,14	33,5	36,5	19,3	4,12	34,6	34,1	6,27	0,82	31
M6	41,8	16,4	2,85	34,1	34,9	19,5	3,72	36,1	31,9	13,6	1,03	33,09
M7	39,4	20,1	2,92	36,6	39,3	19,6	5,63	31,8	36,4	12,8	2,37	29,4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente **Tabla 10** se muestran los datos obtenidos sobre la medición del color mediante el método CIELAB D65/10 a temperatura de 80 °C; valores que varían de acuerdo con su concentración y tipo de mordiente.

Tabla 10

Resultados obtenidos de la tintura a 80 °C

Muestra	Alumbre				Cremor tártaro				Sulfato de cobre			
	L*	a*	b*	ΔE*	L*	a*	b*	ΔE*	L*	a*	b*	ΔE*
M1	56,8	2,87	21,8	9,16	55,5	6,99	22,2	6,25	51,2	6,8	24,5	2,73
M2	50,5	1,41	14,1	19,3	56,1	8,36	20,3	7,2	50,6	6,88	24,1	3,09
M3	51	0,5	11,8	21,3	51,3	10,5	17,3	13,1	50,5	7,6	22,9	4,46
M4	48,7	7,49	9,54	23,4	51,3	10,4	16,2	13,7	48,9	7,85	20,9	6,74
M5	46,8	12,3	7,88	26,4	43,2	15,3	11,3	24,1	43	10,5	17,2	13,5
M6	39,6	13	9,17	29,9	40,9	16,3	8,93	27,5	46,2	10,7	19,7	10
M7	36,2	16,4	9	33,2	41,8	14,9	10,4	25,5	42,3	11,3	17,6	13,9

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Análisis de las coordenadas CIELAB

En las pruebas preliminares realizadas a 60 °C y 80 °C, se puede evidenciar un comportamiento cromático similar en ambos procesos. En los tres mordientes evaluados (alumbre, cremor tártaro y sulfato de cobre), se puede evidenciar una disminución progresiva de L* a medida que la concentración aumenta, lo que indica un oscurecimiento gradual.

En cuanto a la tonalidad, esta varía en función de la concentración de extracto y del pH (5,5-6,5), lo cual coincide con lo aportado por Tang et al. (2019), quienes indican que el color depende del pH. A concentraciones entre 5 % y 30 %, las fibras tratadas con alumbre presentan valores de a* alrededor de -0,9 a 2,87, evidenciando una escasa tonalidad rojiza; visualmente, predominan tonos ligeramente gris-verdosos más perceptibles a 60 °C. De manera similar, las fibras tratadas con sulfato de cobre a concentraciones de 5 % - 15 % muestran valores positivos bajos de a*; sin embargo, el mayor valor de b* evidencia un predominio del amarillo, aunque

visualmente se percibe una tonalidad un poco verdosa; esto podría atribuirse al color que aporta el sulfato de cobre. Por otra parte, las fibras tratadas con cremor tártaro a concentraciones entre 5 % y 30 % presentan tonalidades amarillentas con un matiz rojizo, teniendo valores mayores en b^* .

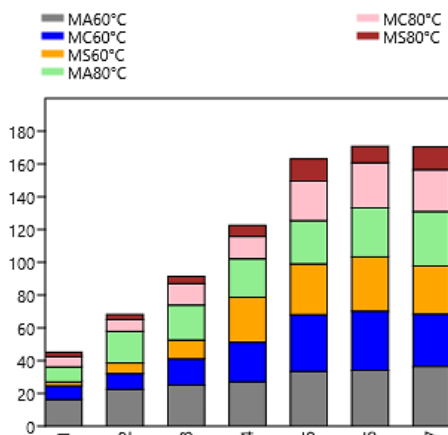
A concentraciones altas de entre 30 % y 75 %, las fibras pre-mordentadas con alumbre y cremor tártaro, tanto a 60 °C como a 80 °C, presentan un incremento notable en los valores de a^* , evidenciando una mayor tendencia hacia el componente rojizo. En el caso del sulfato de cobre, a 60 °C se observa una leve tendencia rojiza con valores inferiores a los registrados con los otros mordientes, generando tonalidades con bajo componente rojizo; en contraste, a 80 °C, el componente amarillo (b^*) aumenta ligeramente conforme aumenta la concentración, produciendo tonalidades donde el matiz amarillo es más perceptible que el rojo.

4.1.3 Análisis de la diferencia de color (ΔE^*)

En la siguiente gráfica se puede evidenciar claramente la diferencia de color que se obtuvo en cada una de las condiciones evaluadas, utilizando un color diferente por temperatura y tipo de mordiente.

Figura 12

Variación de ΔE^ en las banderas de tintura*



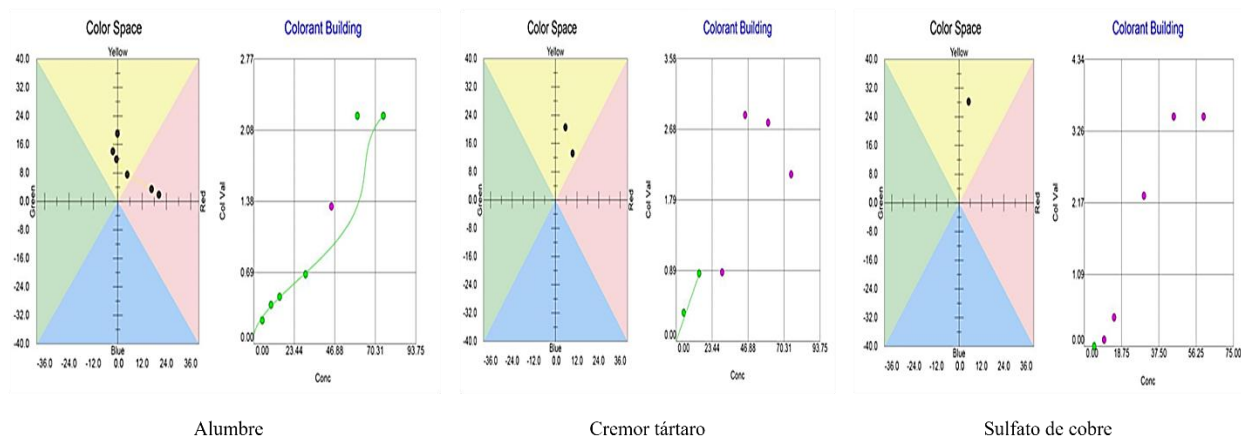
En la **Figura 12**, correspondiente a los valores de ΔE^* (diferencia de color), se observa que ΔE^* aumenta notablemente hasta el 45 % de concentración, para luego estabilizarse. Entre los mordientes evaluados, las fibras pre-mordentadas con sulfato de cobre presentan consistentemente los valores más bajos de ΔE^* en todas las concentraciones, reflejando una menor diferencia cromática. Por su parte, la temperatura influye claramente: Los valores de ΔE^* son sistemáticamente mayores en las muestras teñidas a 60 °C en comparación con las procesadas a 80 °C.

4.1.4 Resultados de las curvas de saturación

La **Figura 13** muestra las curvas de saturación correspondientes a las banderas de tintura, en donde el eje X representa las concentraciones del extracto de colorante, mientras que el eje Y presenta el valor colorimétrico obtenido.

Figura 13

Curva de saturación del color para las banderas de tintura a 60 °C

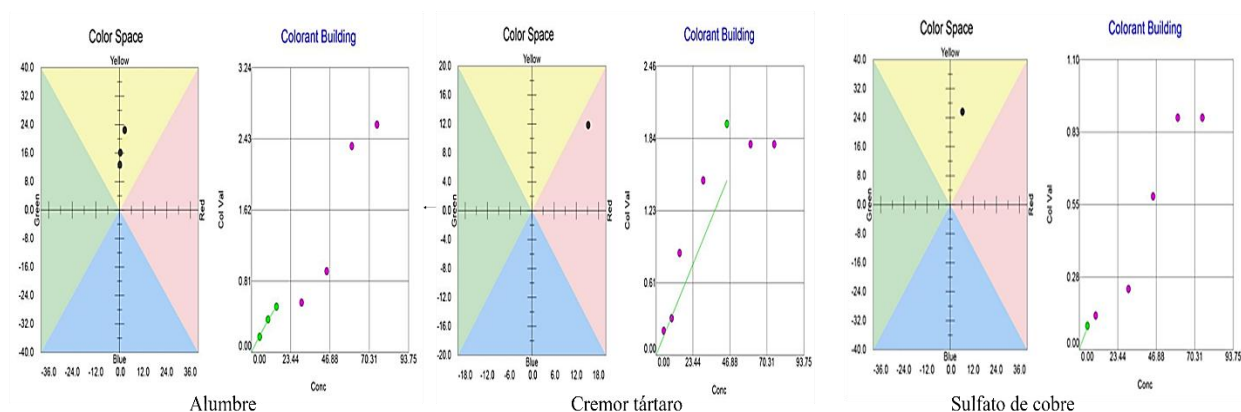


Fuente: Elaboración propia

Las curvas de saturación presentadas en la **Figura 14** muestran el comportamiento cromático del extracto en función de la concentración y el tipo de mordiente empleado, donde se muestra la relación entre la concentración del extracto colorante y el valor colorimétrico.

Figura 14

Curva de saturación del color para las banderas de tintura a 80 °C



Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Análisis de las curvas de saturación

Las curvas de saturación presentadas anteriormente (**Figura 13** y **Figura 14**) muestran un incremento del valor colorimétrico conforme aumenta la concentración, seguido de una tendencia a la estabilización a concentraciones más elevadas, lo que evidencia un comportamiento con tendencia a la saturación. Este comportamiento indica que, el punto próximo de saturación en función de los mordientes y la temperatura se encuentra entre el 45 % y el 60 % de concentración, ya que a estas concentraciones el aumento del color comienza a estabilizarse.

4.2 Resultados y análisis de las concentraciones seleccionadas

Debido al tamaño de las banderas de tintura, no fue viable repetir experimentalmente todas las concentraciones evaluadas anteriormente. En este contexto, y con el fin de asegurar la

confiabilidad y reproducibilidad de los resultados, se seleccionaron dos concentraciones representativas, las mismas que permitieron continuar con el estudio.

4.2.1 Resultados de la medición colorimétrica de las fibras de coco

En la **Tabla 11** se detallan los resultados espectrofotométricos a partir de las tres repeticiones por probeta, obtenidos de las fibras de coco teñidas con extracto de *Coriaria ruscifolia*, a 60 °C utilizando concentraciones de 45 % y 60 % con diferentes tipos de mordientes.

Tabla 11

Coordenadas CIELAB de la tintura a temperatura de 60 °C

Codificación	Dosificación	N. Muestra	L*	a*	b*	ΔE*
M5A	45%	1	38,21	21,91	7,15	30,46
		2	35,74	21,71	5,09	33,25
		3	37,46	21,54	5,17	32,02
		Promedio	37,14	21,72	5,80	31,91
M6A	60%	1	33,15	23,51	6,03	35,24
		2	32,84	24,43	4,20	36,91
		3	32,30	25,07	5,92	36,61
		Promedio	32,76	24,34	5,38	36,25
M5C	45%	1	36,10	25,00	6,32	33,85
		2	38,92	21,15	6,48	30,09
		3	36,85	22,93	5,59	32,79
		Promedio	37,29	23,03	6,13	32,24
M6C	60%	1	34,38	21,89	5,69	33,99
		2	34,76	23,67	5,91	34,37
		3	35,15	23,68	6,05	34,02
		Promedio	34,76	23,08	5,88	34,13
M5S	45%	1	38,17	13,84	9,25	23,92
		2	37,22	12,84	6,98	25,75
		3	39,20	12,91	8,07	23,70
		Promedio	38,20	13,20	8,10	24,46
M6S	60%	1	35,08	17,21	8,67	27,72
		2	35,33	16,79	9,00	27,18
		3	31,99	16,34	7,06	30,56
		Promedio	34,13	16,78	8,24	28,48

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos (ver **Tabla 12**) presentan los valores colorimétricos de las fibras de coco teñidas bajo las mismas condiciones, en donde se registran variaciones en los parámetros de las coordenadas CIELAB en función de la concentración y tipo de mordiente.

Tabla 12

Coordenadas CIELAB de la tintura a temperatura de 80 °C

Codificación	Concentración	Muestra. N°	L*	a*	b*	ΔE*
M5A	45%	1	38,60	21,53	7,81	29,63
		2	39,74	23,60	7,83	29,94
		3	38,02	22,81	6,72	31,27
		Promedio	38,78	22,65	7,45	30,28
M6A	60%	1	35,42	22,26	6,91	32,61
		2	35,18	21,25	7,04	32,26
		3	32,97	25,01	7,88	35,07
		Promedio	34,52	22,84	7,28	33,32
M5C	45%	1	38,95	20,95	7,72	29,23
		2	38,41	21,08	8,92	28,98
		3	37,66	19,55	9,04	28,80
		Promedio	38,34	20,53	8,56	29,004
M6C	60%	1	36,49	20,87	8,34	30,58
		2	35,57	21,70	7,32	32,15
		3	36,08	20,72	8,26	30,86
		Promedio	36,05	21,09	7,97	31,19
M5S	45%	1	44,77	9,52	19,15	11,95
		2	46,27	9,33	19,58	10,45
		3	43,46	10,46	18,20	13,77
		Promedio	44,83	9,77	18,98	12,06
M6S	60%	1	41,32	11,55	16,89	16,50
		2	41,88	10,13	15,98	16,05
		3	41,84	11,68	16,66	16,23
		Promedio	41,68	11,12	16,51	16,26

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 13** presenta los valores de diferencia de color obtenidos entre las concentraciones 45 % y 60 % del extracto de *Coriaria ruscifolia*, para los distintos mordientes y temperaturas de tintura evaluadas. Los datos permiten realizar una comparación directa entre ambas concentraciones.

Tabla 13

Diferencia de color entre concentraciones de extracto

Mordiente	Comparación	ΔE a 60°C	ΔE a 80°C
Alumbre	45 % - 60%	5,114	4,271
Cremer tártaro	45 % - 60%	2,539	2,435
Sulfato de cobre	45 % - 60%	5,420	4,227

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Normalidad de diferencia de color ΔE^*

La normalidad indica el nivel de confianza de los datos obtenidos en los resultados. Pabón Martínez et al. (2025) mencionan que, para garantizar la validez estadística de los resultados, el valor p debe ser mayor a 0,05, lo cual indica un valor de confianza del 95 %. Mediante este antecedente se puede mencionar que el análisis de normalidad es fundamental para validar los resultados. En el presente estudio, para dicho análisis se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, ya que es considerada una de las herramientas más adecuadas para trabajar con grupos de muestras pequeñas.

Tras analizar los datos en el software PAST 4, la prueba de Shapiro-Wilk (**Tabla 14**) indicó una distribución normal ($p > 0,05$) en cada grupo de las probetas realizadas en función del mordiente, la concentración y la temperatura. Esto indica que los datos cumplen con el nivel de confianza del 95 %.

Tabla 14*Pruebas de normalidad de datos*

Tintura a 60 °C			
Codificación	N	Shapiro-Wilk W	p (normal)
M5A	3	0,9956	0,8731
M6A	3	0,8813	0,3282
M5C	3	0,941	0,5314
M6C	3	0,7976	0,1088
M5S	3	0,8282	0,1837
M6S	3	0,8658	0,2836
Tintura a 80 °C			
Codificación	N	Shapiro-Wilk W	p (normal)
M5A	3	0,886	0,3423
M6A	3	0,8409	0,2163
M5C	3	0,9867	0,779
M6C	3	0,8793	0,3224
M5S	3	0,9969	0,8942
M6S	3	0,9892	0,8008

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Análisis de varianza

El análisis de la varianza es una herramienta estadística que permite comparar las medias de tres o más grupos para determinar si existen diferencias significativas entre ellas, evaluando la variabilidad dentro de los grupos (González Sosa & García Carranco, 2023). A continuación, se presentan los resultados de la varianza obtenidos en el PAST 4, correspondientes a los datos de la luminosidad (L^*) bajo diferentes condiciones de temperatura, mordientes y concentración.

Tabla 15*Variabilidad de los resultados de tintura*

Tintura a 60 °C				
Codificación	N	D. Estándar	Varianza	CV
M5A-60°C	3	1,39783	1,953928	4,380399
M6A-60°C	3	0,8924583	0,7964818	2,461857
M5C-60°C	3	1,938831	3,759065	6,013142
M6C-60°C	3	0,2061979	0,042518	0,6042
M5S-60°C	3	1,128863	1,274332	4,616011
M6S-60°C	3	1,81681	3,300797	6,378386
Tintura a 80 °C				
Codificación	N	D. Estándar	Varianza	CV
M5A	3	0,870773	0,7582456	2,875441
M6A	3	1,533043	2,35022	4,601397
M5C	3	0,2168733	0,04703405	0,747719
M6C	3	0,8384935	0,7030714	2,687808
M5S	3	1,665058	2,772419	13,80968
M6S	3	0,2280911	0,052026	1,402695

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentados en la **Tabla 15** reflejan que los datos poseen una alta precisión en el proceso de tintura en la mayoría de las condiciones ensayadas, con valores de coeficiente de variación (CV) inferiores al 5 %, lo que indica una baja dispersión de los datos. No obstante, se observan algunas excepciones como las muestras tinturadas a 60 °C tratadas con cremor tártaro a 45 % de concentración y las tratadas con sulfato de cobre a 60 %, las cuales presentan un valor de CV alrededor del 6 %, lo que refleja mayor dispersión de los datos, obteniendo una buena repetibilidad. Por su parte, en las muestras tinturadas a 80 °C con sulfato de cobre a una concentración de 45 % se obtiene un valor de 13,81 %, lo que evidencia una variabilidad moderada en los resultados, indicando que la tintura no es homogénea.

4.2.4 Análisis del comportamiento cromático de las coordenadas CIELAB

En cuanto a la relación entre la concentración y la luminosidad, se puede identificar que existe una relación directa entre el aumento de concentración del colorante y la disminución de L^* en todas las muestras. Este comportamiento resalta más a temperatura de 60 °C, donde se alcanzan los niveles de oscuridad más altos, evidenciando mayor profundidad de color.

El análisis de las coordenadas cromáticas a^* y b^* permite evaluar la dirección del color en función del mordiente y la temperatura. En las muestras pre-mordentadas con alumbre y cremor tártaro, independientemente de la temperatura los valores de la coordenada a^* se mantienen superiores a los de b^* , evidenciando un predominio del eje positivo rojo sobre el amarillo.

Por su parte, las muestras tratadas con sulfato de cobre presentan un comportamiento diferenciado en función de la temperatura. A 60 °C se mantiene el predominio del eje rojo, con un incremento progresivo de a^* al aumentar la concentración; sin embargo, a 80 °C se produce un cambio en la dirección cromática, donde b^* supera los valores de a^* , lo que indica un desplazamiento hacia tonalidades amarillentas.

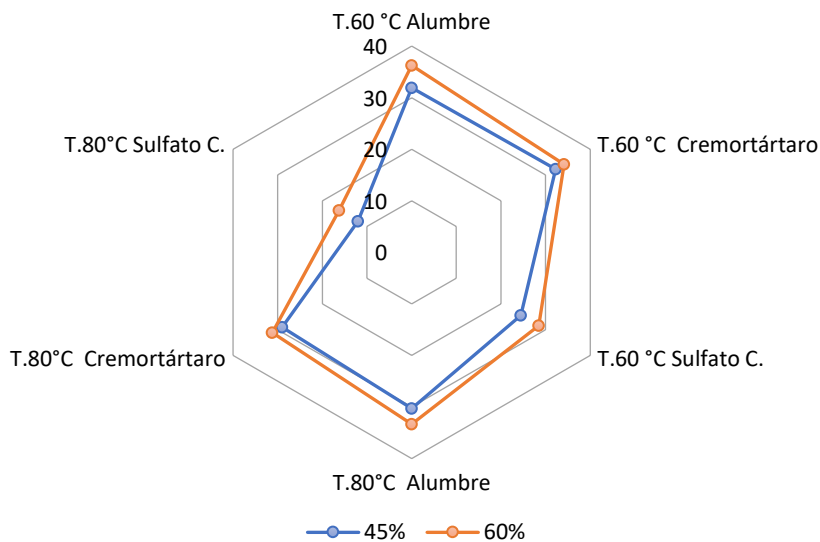
De manera general, los resultados evidencian que el tipo de mordiente tiene una gran influencia en la dirección cromática del color, mientras que la concentración y la temperatura afectan en la luminosidad y el grado de desplazamiento de los ejes cromáticos.

4.2.5 Análisis de comportamiento del cambio de color

En este apartado se presentan los resultados correspondientes a la diferencia de color, los cuales fueron determinados respecto a las muestras estándar, las cuales corresponden a las fibras pre-mordentadas sin tinturar. Los datos se presentan mediante una representación gráfica con el fin de facilitar la interpretación de la influencia de las variables del proceso de teñido.

Figura 15

Comparación gráfica de los resultados del cambio de color



Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 15** se muestran los valores medios de ΔE^* obtenidos de las muestras teñidas en función de la temperatura, mordiente y concentración. Este parámetro sirve para identificar la magnitud de diferencia de color de la tintura en cada una de las muestras. En cuanto a la relación entre la concentración del extracto y el cambio de color, los resultados muestran una relación directa, observándose mayores valores de ΔE^* conforme aumenta la concentración, especialmente a 60 °C. Este comportamiento podría atribuirse a que a 60 °C los compuestos presentes en el extracto de *Coriaria ruscifolia* mantienen una adecuada estabilidad, permitiendo obtener valores más elevados en cuanto al cambio de color. Esto coincide con lo reportado por Sánchez & Castro Vargas (2023), quienes señalan que el incremento de la temperatura puede generar degradación de las antocianinas, afectando al color obtenido.

En el caso del uso del mordiente, se observa que las fibras tratadas con alumbre presentan mayor cambio de color, seguido de las tratadas con cremor tártao. Por su parte, con sulfato de

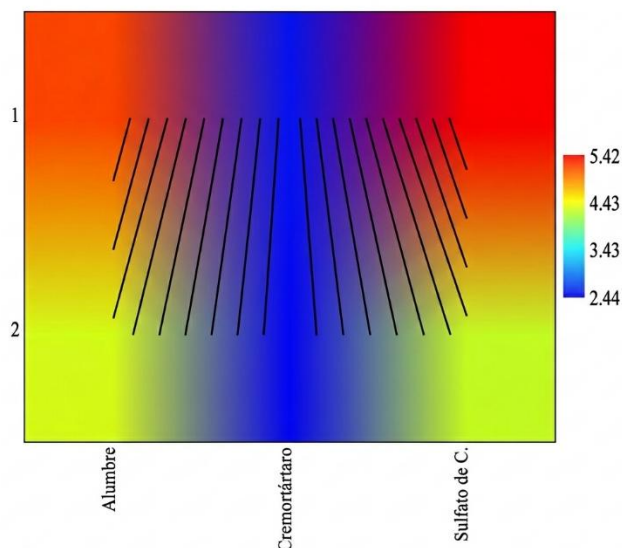
cobre se obtienen menores cambios de color, alcanzando valores máximos de entre 20 a 30 a temperatura de 60 °C. Este comportamiento podría estar relacionado con la naturaleza del mordiente, evidenciando que la respuesta cromática depende del tipo de mordiente empleado.

4.2.6 Análisis comparativo mediante ΔE^*

La **Figura 16** representa la diferencia de color ΔE^* entre las concentraciones evaluadas (45 % y 60 %), representadas mediante una escala cromática que va desde tonos azules, asociados a valores bajos de ΔE^* , hasta rojos, que indican valores más altos. La gráfica compara los tres mordientes empleados en base a la temperatura del proceso de teñido, donde el eje Y representa las dos temperaturas empleadas (1=60 °C y 2=80 °C) y el eje X los mordientes utilizados.

Figura 16

Diferencia de color entre concentraciones del extracto



Tanto en las fibras pre-mordentadas con alumbre como con sulfato de cobre muestran diferencias elevadas de color entre concentraciones, siendo el efecto más pronunciado a 60 °C. Esto evidencia que las fibras todavía tienen la capacidad de absorber mayor cantidad de colorante; por ende, todavía no están próximos a su punto de saturación; esto posiblemente se deba a que

estos mordientes son metálicos. En contraste, las muestras tratadas con cremor tártaro presentan variaciones leves, obteniendo una respuesta más estable al incrementar la concentración del extracto, evidenciando un punto próximo a la saturación. De manera general, a 80 °C los valores de ΔE^* tienden a reducirse, indicando una menor influencia del incremento de concentración sobre el color final a temperaturas elevadas.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante la investigación bibliográfica sobre los métodos convencionales de extracción de colorantes naturales, tales como la hidrodestilación, el baño termostático, el método Soxhlet y la maceración, se determinó que el método Soxhlet presenta mayor eficiencia y permite un mejor aprovechamiento de las propiedades tintóreas del material vegetal; sin embargo, requiere mayor tiempo de ejecución y el uso de un equipo especializado lo que incrementa los costos del proceso. Considerando estas limitaciones se seleccionó la maceración para la obtención del extracto de colorante del fruto de *Coriaria ruscifolia*, debido a que requiere menor tiempo de ejecución y facilita la aplicación en procesos artesanales. Bajo estas condiciones, fue posible trabajar con material fresco, cuyo contenido de humedad fue de 78,6 %, determinado a partir de la relación entre el peso fresco y peso seco, facilitando el cálculo de la concentración del extracto.
- El proceso de teñido de la fibra de coco se estableció con base en las curvas de procesos aplicadas a fibras celulósicas. Sin embargo, en función de la estabilidad térmica de las antocianinas presentes en el extracto, se desarrolló a temperaturas de 60 °C y 80 °C. El pH inicial de las soluciones se mantuvo entre 5,5 y 6,5 en función de la concentración del extracto, evidenciando que este factor influye en los virajes de color debido a la sensibilidad de las antocianinas al pH. Asimismo, la aplicación de los mordientes alumbre, cremor tártaro y sulfato de cobre en concentraciones del extracto de 5 % a 75 %, permitió obtener diferentes tonalidades: a bajas concentraciones, las fibras pre-mordentadas con alumbre presentan matices gris-verdosos; con cremor tártaro muestra tonalidades

ligeramente rojizas y con sulfato de cobre genera matices ligeramente verdosos. A concentraciones altas, las fibras tratadas con alumbre presentan tonalidades rojizas; con cremor tártaro intensifica el matiz rojo y con sulfato de cobre produce tonalidades amarillentas-rojizas.

- Las curvas de saturación, evaluadas con el método CIELAB D65/10, determinaron que el extracto de *Coriaria ruscifolia* se encuentra próximo a su punto de saturación sobre la fibra de coco entre concentraciones del 45 % y 60 % del extracto. La comparación entre mordientes permitió identificar que el cremor tártaro presenta una saturación más rápida del colorante, al registrar menores variaciones en el espacio CIELAB y en la diferencia total de color (ΔE^*), con valores de 2,54 a 60 °C y de 2,44 a 80 °C dentro del rango de concentraciones evaluadas. Aunque a 45 % de concentración la fibra de coco se encuentra próxima a su punto de saturación, aún presenta diferencias perceptibles; por lo tanto, se establece una concentración de 60 % de extracto como la condición más adecuada de tintura. Además, a 80 °C las variaciones de ΔE^* son menores, indicando mayor cercanía al punto de saturación, mientras que a 60 °C representa una condición favorable cuando se priorizan colores más intensos y con mayor componente rojizo.
- El análisis estadístico permitió validar la confiabilidad de los resultados obtenidos de las muestras tinturadas a 60 °C y 80 °C con distintos mordientes, en concentraciones de 45 % y 60 %. La prueba de Shapiro-Wilk evidenció que los datos presentan una distribución normal ($p > 0,05$), lo que confirma un nivel de confianza de 95 %. Asimismo, el análisis de la variabilidad mostró coeficientes de variación inferiores al 5 % en la mayoría de las condiciones, lo que indica baja dispersión y buena repetibilidad del proceso; no obstante, algunas muestras presentaron mayor variabilidad, particularmente aquellas tratadas con

sulfato de cobre a 80 °C y 45 % de concentración, lo que podría estar asociado a la sensibilidad de la fibra teñida frente a variaciones de pH y la acumulación de agua en zonas específicas de la fibra durante el secado, lo que produce el manchado.

5.2 Recomendaciones

- Es fundamental realizar la extracción en recipientes libres de impurezas y bien cerrados. De esta manera, se protege la estabilidad del colorante ante factores externos, evitando que el extracto se deteriore durante tres días de reposo.
- Mediante la variación del pH observada durante el proceso de tintura, se recomienda realizar estudios complementarios que evalúen la modificación controlada del pH del extracto de *Coriaria ruscifolia*, con el fin de analizar la influencia en comportamiento tintóreo.
- Debido a que se observó que el tipo de mordiente influyó en la saturación del color, se recomienda que en futuras investigaciones se evalúe el efecto de la concentración del mordiente.
- Para la repetibilidad y confiabilidad estadística del proceso de teñido, es indispensable mantener un control riguroso del pH en cada una de las etapas del teñido, debido a la sensibilidad de las antocianinas presentes en el extracto, esto permitirá asegurar la reproducibilidad del color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeel, S., Kiran, S., Habib, N., Hassan, A., Kamal, S., Qayyum, M. A., & Tariq, K. (2020). Sustainable ultrasonic dyeing of wool using coconut coir extract. *Textile Research Journal*, 90(7–8), 744–756. <https://doi.org/10.1177/0040517519878795>
- Asamblea Constituyente. (2013, December 19). *Constitución del Ecuador*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/TRANSP-NORMAS_CONSTITUCIONALES.pdf
- Barragán Condori, M., & Aro Aro, J. M. (2016). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio-mio (*Coriaria ruscifolia* L.). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(4), 419–428. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.419>
- Basu, G., Mishra, L., & Samanta, A. K. (2019). Appropriate bleaching technique for coconut fiber. *Journal of Natural Fibers*, 16(3), 442–452. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1423263>
- Benli, H. (2024). Bio-mordants. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14), 20714–20771. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32174-8>
- Bitwell, C., Indra, S. Sen, Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Scientific African*, 19, e01585. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>
- Calderón Guevara, M. R. (2007). *Extracción y caracterización Fisicoquímica del extracto colorante de la corteza de aliso común (Alnus jorullensis Humboldt, Bonpland & Kunth), proveniente de San Lucas Sacatepéquez, Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Carril, P. (2023, October 30). *¿Qué es la fibra de coco? El sustrato de moda para semilleros y huertos urbanos*.
- Cely, N., Palacios, W., & Caicedo, Á. (2023, February). *Conceptos y enfoques de metodología de la investigación*. <https://repositorio.ufps.edu.co/server/api/core/bitstreams/7f7338b9-3422-4473-b4f6-509e7e4745bc/content>
- Chamorro, V. C., Encalada, E. R., & Pasquel, J. P. (2024). *Strength and Elongation Analysis of a Coconut Fiber-Based Nonwoven with Potential Applications for Geotextiles* (pp. 191–202). https://doi.org/10.1007/978-3-031-52258-1_14
- Escandón Mantilla, M. M. (2024). *Extracción, purificación e identificación de carotenos del bagazo de la zanahoria y su aplicación en un producto alimenticio*. Universidad Nacional de Chimborazo .
- García, R. (2018). *Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro*. www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13
- González Sosa, J. V., & García Carranco, S. M. (2023). Analysis of variance in additive manufacturing with 3D printing. *DYNA (Colombia)*, 90(227), 167–175. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V90N227.107364>
- Google Maps. (2025, June). *Carrera de Ingeniería en Textiles - Google Maps*. https://www.google.com/maps/place/Carrera+de+Ingenier%C3%ADa+en+Textiles/@0.3779638,-78.1236011,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b38f9cd91ed:0x961fee2a0b1df71!8m2!3d0.3779638!4d-78.1236011!16s%2Fg%2F11qr6fvl3n?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDYxNS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hao, L. C., Sapuan, S. M., Hassan, M. R., & Sheltami, R. M. (2018). Natural fiber reinforced vinyl polymer composites. In *Natural Fibre Reinforced Vinyl Ester and Vinyl Polymer Composites* (pp. 27–70). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102160-6.00002-0>
- Hoyos Mallqui, M. (2016). *Evaluación de frutos de Mio - Mio (Coriaria ruscifolia) a distintos mordientes y parámetros de teñido en fibra de alpaca (Lama pacos)* [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <https://repositorio.unamba.edu.pe/items/faf481b1-6baa-426e-8560-ab508ed1a3c7>
- Ipiates Luna, V. J. (2021). *Estudio farmacognóstico de las partes aéreas de Coriaria ruscifolia L.* Universidad Central del Ecuador .
- Laboratorio CTEX. (2025). *Especificaciones técnicas del autoclave IR Dyer* .
- Le, D. T. K., Le, T. M., & Bui, H. M. (2025). Natural dyes from Diospyros Mollis: A sustainable alternative for the textile industry. *Sustainable Chemistry One World*, 5, 100049. <https://doi.org/10.1016/j.scowo.2025.100049>
- Lozano, F., Quispe-Quispe, A., & Vilcanqui-Pérez, F. (2024). Efecto de mordientes sobre la variación de diámetro y tono de color en hilos de fibra de alpaca teñidos con flores de colli (Buddleja coriacea). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 35(1), e27379. <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.27379>
- Mahmud, Md. A., Abir, N., Anannya, F. R., Nabi Khan, A., Rahman, A. N. M. M., & Jamine, N. (2023). Coir fiber as thermal insulator and its performance as reinforcing material in

biocomposite production. *Heliyon*, 9(5), e15597.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15597>

- Mathews, A., Arbal, A. V., Kaarunya, A., Jha, P. K., Le-Bail, A., & Rawson, A. (2024). Conventional vs modern extraction techniques in the food industry. In *Extraction Processes in the Food Industry* (pp. 97–146). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819516-1.00013-2>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mishra, L., & Basu, G. (2020). Coconut fibre. In *Handbook of Natural Fibres* (pp. 231–255). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818398-4.00010-4>
- Molina, A. K., Corrêa, R. C. G., Prieto, M. A., Pereira, C., & Barros, L. (2023). Bioactive Natural Pigments' Extraction, Isolation, and Stability in Food Applications. *Molecules*, 28(3), 1200. <https://doi.org/10.3390/molecules28031200>
- Nambela, L., Haule, L. V., & Mgani, Q. (2020). A review on source, chemistry, green synthesis and application of textile colorants. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119036. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119036>
- Nissar, M., N., C. K., Birjerane, Y. A., Patil, S., Shetty, S., & Das, A. (2025). Coconut Coir Fiber Composites for Sustainable Architecture: A Comprehensive Review of Properties, Processing, and Applications. *Journal of Composites Science*, 9(10), 516. <https://doi.org/10.3390/jcs9100516>

- Obando Portillo, R. E. (2013a). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales* [Universidad Técnica del Norte].
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>
- Obeso Diaz, S. (2024, July 31). *OD, Absorbance & Transmittance: Key Concepts in Spectrophotometry*. <https://byonoy.com/journal/understanding-od-absorbance-transmittance-spectrophotometry/>
- Orcón Basilio, B., Giraldo Borja, M., Flores Rúa, E., & Berrospi, A. Y. (2019). Alternativas de pretratamiento textil: Método integrado de descrude-blanqueo y blanqueo químico-enzimático, evaluación y comparación con el método clásico. In *Rev Soc Quím Perú* (Vol. 85, Number 2).
- Pabón Martínez, E. J., Pinzón Castillo, P. J., De Zubiría Sánchez, V., Aroca Ordoñez, M. A., & Rincón Rodríguez, C. J. (2025). Aproximación a la estadística inferencial: intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. *Salud Javeriana*, 2(.).
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.salud2.aeii>
- Periyasamy, A. P. (2022). Natural dyeing of cellulose fibers using syzygium cumini fruit extracts and a bio-mordant: A step toward sustainable dyeing. *Sustainable Materials and Technologies*, 33, e00472. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00472>
- Rapid. (2025). *Rapid Ir Dyer - Sample Dyeing Machines*.
<https://trrapid.com/en/product/view/rapid-ir-dyer-sample-dyeing-machines>
- Rodas Farfán, M. I. (2021). *Ensayos para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas RAÍCES DE PLANTAS*. Universidad del Azuay .
- Sait, S. T. L., Sørensen, L., Kubowicz, S., Vike-Jonas, K., Gonzalez, S. V., Asimakopoulos, A. G., & Booth, A. M. (2021). Microplastic fibres from synthetic textiles: Environmental

- degradation and additive chemical content. *Environmental Pollution*, 268, 115745.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115745>
- Samanta, A. K., Basu, G., & Mishra, L. (2018). Role of major constituents of coconut fibres on absorption of ionic dyes. *Industrial Crops and Products*, 117, 20–27.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.080>
- Sánchez, E. R., & Castro Vargas, D. J. (2023). Extracción y cuantificación de Antocianinas de maíz morado (zea mays l.) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos de extracción. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 5(8), 47–80.
<https://doi.org/10.38186/difcie.58.04>
- Scarano, P., Prigioniero, A., Tartaglia, M., Zuzolo, D., Maisto, M., Ranauda, M. A., Schicchi, R., Geraci, A., Sciarrillo, R., & Guarino, C. (2024). Rhus coriaria L. in tradition and innovation like natural dye. *Scientific Reports*, 14(1), 12068. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62528-8>
- Sidique Bahar, Q., Shahi, N. C., Richa, R., Showkat, S., Gupta, A. K., Naik, B., Rustagi, S., & Kumar, V. (2025). Insights into Extraction methods of pigments from Celosia cristata L. flower: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101599.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101599>
- Solé, A. (2016, April 2). *Procesos de tintura por agotamiento e impregnación*.
- Tang, B., He, Y., Liu, J., Zhang, J., Li, J., Zhou, J., Ye, Y., Wang, J., & Wang, X. (2019). Kinetic investigation into pH-dependent color of anthocyanin and its sensing performance. *Dyes and Pigments*, 170, 107643. <https://doi.org/10.1016/J.DYEPIG.2019.107643>
- Universidad Técnica del Norte. (2022). *Convocatoria Investiga UTN 2022*.
<https://www.utn.edu.ec/investiga2022/>

- UTN. (2024). *Lineas de Investigación*. <https://investigacion.utn.edu.ec/lineas-de-investigacion/>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- X-Rite. (2013). *Espectrofotómetro de sobremesa*. https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals_and_userguides/c/o/color_i5_manual_es.pdf
- Yépez Terán, J. B. (2022). *Aplicación del extracto de ortiga mayor (Urtiga dioica) a escala de laboratorio como tinte natural en tejido de punto jersey 100% algodón*. Universidad Técnica del Norte.

ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica del alumbre

U	FORMATO CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD SULFATO DE ALUMINIO Y POTASIO. ALUMBRE 2	F.206.23
		Revisión 03
		15/6/2017 Pág. 1 de 1

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD

PRODUCTO: SULFATO DE ALUMINIO Y POTASIO. ALUMBRE 2
LOTE: 5541
FECHA DE PRODUCCIÓN: NOVIEMBRE /2024
FECHA DE CADUCIDAD: NOVIEMBRE /2026
PAIS DE PROCEDENCIA: ECUADOR

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO


PARÁMETROS	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS
	5541		
Alumina Soluble Total Expresada como Al ₂ O ₃ %	14.14%	13% Mínimo	INEN 1907
Basicidad Expresada como Al ₂ O ₃ %	0.50%	0,05% Mínimo	INEN 1906
Hierro Soluble Total Expresado como Fe ₂ O ₃ %	0.007%	0,01% Máximo	INEN 1908
Materias Insolubles en Agua %	1.00%	1% Máximo	INEN 1905
POTASIO	14%	10% Mínimo	---
GRANULOMETRIA			
Malla # 10	99.00%	90% Mínimo	


 ANALISTA RESPONSABLE

Planta Tratamiento de aguas Guayaquil

Anexo 2

Ficha técnica del cremor tártaro



FUNDADA EL 1866
FÁBRICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

AVINGUDA DE MADRID, 66
08028 BARCELONA
TELS. 93 656 24 09 - 93 656 23 51
FAX. 93 656 53 09
E-mail: pahi@tartaricchemicals.com
http://www.tartaricchemicals.com

INFLAMABILIDAD 0
SALUD 0
REACTIVIDAD 0
NO EXISTE RIESGO BIOLÓGICO

Batch no. 12447

Ref. N/Fra. no. Ex-128-23,
del 21 Diciembre 2023

Fecha de fabricación: 18 Octubre 2023.
Fecha de caducidad: 18 Octubre 2027.

ANALYTICAL REPORT


We Certify that the **CRÉMOR TÁRTARO / FG** we manufacture shows the following results after analysis:

<u>DETERMINATION</u>	<u>USP 42 / NF 37 SPECIFICATIONS</u>	<u>RESULTS</u>
IDENTIFICATION:	According to Tests A, B & C	Passes Tests
ASSAY:	99 % - 101 %	100.1 %
INSOLUBLE MATTER:	Free according to Test	Passes Test
LIMIT OF AMMONIA:	Free according to Test	Passes Test
HEAVY METALS:	< 10 ppm.	< 10 ppm.

The product fully complies with the specifications laid down by the USP 42 and the AMERICAN NATIONAL FORMULARY 37.

BARCELONA (ESPAÑA) 20 OCTUBRE 2023.

Values of the analytical results have been carried out by an independent laboratory and show the findings of a production line sample within the corresponding Batch. Validation process assures that finished product complies with specifications. Analysis has not been carried out for each batch.



Anexo 3

Ficha técnica del sulfato de cobre


ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.
 PRODUCTOS NO FERROSOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO
 BMOU2728131

SAP 36100

(Valores en % Peso)

LOTE	Fecha de Producción	Fecha de Expiración	Cu	Pb	Cd	Fe	Zn	CuSO ₄ .5H ₂ O	pH 5%
24080981	Jul-2024	Jul-2027	25	0.0004	0.0001	0.0085	0.0295	> 98	4

Preparación de muestras
Tintura en el IR Dyer
Lavado


 ING. JOHNNY TRUJILLO, PH.D.
 CIP Nº 112226
 Jefe de Sd. y Área de Calidad



Av. Néstor Gamba 9053 - Callao - PERÚ - Telef: (511) 613-7500
 e-mail: peru@zinsa.com.pe www.zinsa.com



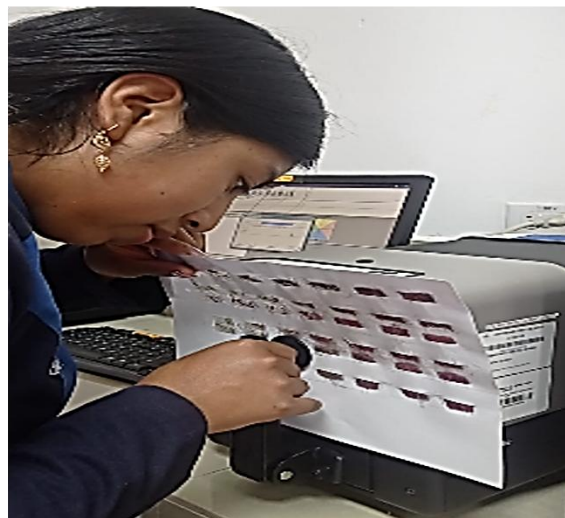
Anexo 4

Teñido de la fibra de coco en el laboratorio CTEX



Anexo 5

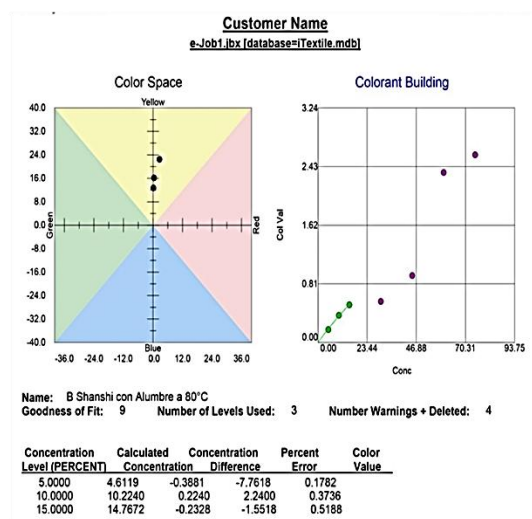
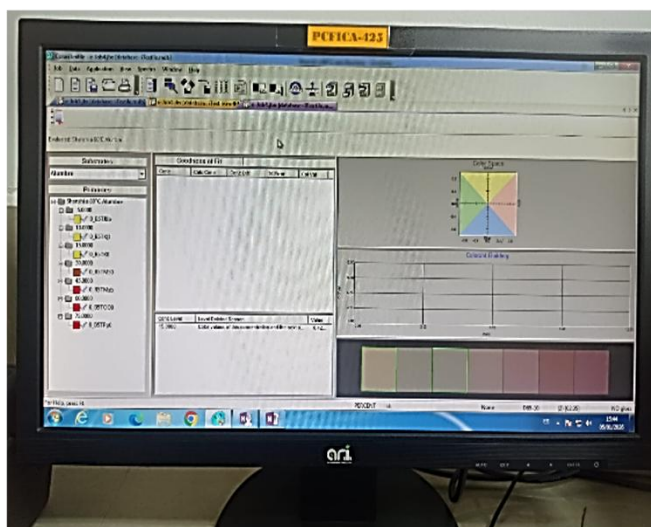
Evaluación del color en el espectrofotómetro



Nota. Se muestra la evaluación del color de cada una de las muestras tinturadas.

Anexo 6

Elaboración de las curvas de saturación



Nota. Se muestra la elaboración de las curvas de saturación mediante el uso del espectrofotómetro de color a partir de las pruebas preliminares.