



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE “INGENIERA
TEXTIL”

TEMA: “ANÁLISIS DE LA TONALIDAD DE UN TEJIDO DE PUNTO JERSEY
100% ALGODÓN, TINTURADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO
CON EXTRACTO DE CAFÉ (COFFEA)”.

ELABORADO POR:

TREJO MOROCHO ABIGAIL ESTEFANIA

DIRECTOR DE TESIS:

MSC. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLAREAL

IBARRA – ECUADOR

2023



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

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100457272-1 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Trejo- Morocho Abigail Estefania | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra- Barrio el Empedrado | | |
| EMAIL: | abigail28estefania@gmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | - | TELÉFONO MÓVIL: | 0981418372 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|--|
| TÍTULO: | ANÁLISIS DE LA TONALIDAD DE UN TEJIDO DE PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN, TINTURADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO CON EXTRACTO DE CAFÉ (COFFEA). |
| AUTORA: | Trejo Morocho Abigail Estefania |
| FECHA: | 06/07/2023 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EN EL OPTA: | Ingeniera Textil |
| ASESOR/DIRECTOR: | MSc. Wilson Adrián Herrera Villareal |

CONSTANCIA

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

En la ciudad de Ibarra, los 6 días del mes de julio de 2023

LA AUTORA:



ABIGAIL ESTEFANIA TREJO MOROCHO

C.C: 100457272-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada ABIGAIL ESTEFANIA TREJO MOROCHO, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “ANÁLISIS DE LA TONALIDAD DE UN TEJIDO DE PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN, TINTURADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO CON EXTRACTO DE CAFÉ (COFFEA)”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 06 de julio del 2023


MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

La base de mis logros es el resultado de la ayuda y esfuerzo de las personas que son y han sido parte de mi vida. Por tal motivo, dedico con amor y cariño el presente trabajo. A mis padres y hermanos, quienes me han brindado su apoyo emocional, económico y han confiado incondicionalmente en mí en todas los proyectos y decisiones que he tomado durante mi trayectoria.

Abigail Trejo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien me ha dado la vida y salud para seguir adelante, además me ha dado la oportunidad de conocer a lo largo de mi existencia a personas maravillosas como lo son, mis padres, hermanos, abuelos, tíos, primos, compañeros, profesores, entre otros, mismos que me han apoyado en cada decisión para lograr mis objetivos.

A mis padres Juan Trejo y Alicia Morocho, ellos que con sus enseñanzas me han permitido apreciar y conocer el valor de la vida a través del esfuerzo y trabajo constante, así como también me han inculcado la valía del respeto, responsabilidad, humildad y la importancia del estudio. Un agradecimiento especial debido a que son el motivo por el cual sigo adelante.

A mis hermanos Henry, Robinson, Luis y Alison, quienes me han brindado su ayuda en todo momento, no solo en la parte académica sino en la parte emocional con sus consejos y lecciones de vida, me han dado fuerza para continuar con mi camino.

A mis compañeros de carrera, en especial a Daysi, Gina y Pame con quienes pasé la mayor parte de mi vida académica, ellas con quien superé las adversidades y con las que compartí los mejores momentos de mi vida, mi gratitud por toda la paciencia y por ser un soporte en mi sendero.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles por haberme abierto sus puertas y darme la oportunidad de conocer a personas con un gran profesionalismo, de manera especial al Ing. Wilson Herrera, Ing. Elsa Mora quienes me guiaron y aconsejaron en el transcurso de mi carrera.

Abigail Trejo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT | xvi |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción del tema | 1 |
| 1.2. Antecedentes..... | 1 |
| 1.3. Importancia del estudio..... | 2 |
| 1.4. Objetivo general | 3 |
| 1.5. Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.6. Características del sitio del proyecto | 3 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| 2. ESTADO DEL ARTE..... | 5 |
| 2.1. Estudios previos..... | 5 |
| 2.2. Marco legal | 9 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| 2.2.1. | La Constitución Política del Ecuador..... | 9 |
| 2.3. | Marco conceptual..... | 9 |
| 2.3.1. | Generalidades del café..... | 9 |
| 2.3.2. | Auxiliares | 14 |
| 2.3.3. | Proceso de tintura | 16 |
| 2.3.4. | Equipos de tintura por agotamiento..... | 17 |
| 2.3.5. | Tratamientos previos a la tintura | 20 |
| CAPÍTULO III | | 22 |
| 3. | METODOLOGÍA | 22 |
| 3.1. | Determinación del proceso | 22 |
| 3.3. | Diseño del flujo del proceso | 24 |
| 3.3.1. | Flujograma general..... | 24 |
| 3.4. | Preparación del colorante a base de café..... | 26 |
| 3.5. | Determinación de los parámetros y equipos | 29 |
| 3.6. | Pruebas de tintura | 37 |
| 3.7. | Pruebas de solidez | 38 |
| 3.7.1. | Prueba de solidez al lavado | 38 |
| 3.7.2. | Prueba de solidez al frote | 40 |
| CAPÍTULO IV | | 43 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 43 |
| 4.1. | Resultados..... | 43 |
| 4.1.4. | Tabla de resultados de solidez al lavado | 54 |

| | |
|--|----|
| 4.1.5. Tabla de resultados de solidez al frote | 57 |
| 4.2. Discusión de resultados | 58 |
| CAPÍTULO V | 67 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 67 |
| 5.1. Conclusiones | 67 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 69 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 70 |
| ANEXOS..... | 78 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de la Planta Académica Textil..... | 4 |
| Figura 2. Ciclo fisiológico del cultivo de café | 10 |
| Figura 3. Tipos de mordientes naturales y químicos..... | 15 |
| Figura 4. Proceso de teñido por agotamiento..... | 17 |
| Figura 5. Esquema de autoclave de tintura para tejido | 18 |
| Figura 6. Esquema de autoclave de tintura de hilo | 19 |
| Figura 7. Autoclave de tintura..... | 19 |
| Figura 8. Curva del proceso de descrude y pre-blanqueo | 21 |
| Figura 9. Flujograma general del proceso..... | 24 |
| Figura 10. Flujograma muestral del proceso..... | 26 |
| Figura 11. Proceso general para la obtención de extracto de café | 27 |
| Figura 12. Proceso de molido del café | 27 |
| Figura 13. Curva de tintura | 37 |
| Figura 14. Condiciones de la Norma AATCC 61-2013..... | 38 |
| Figura 15. Curva de solidez al lavado..... | 40 |
| Figura 16. Muestra al 10% de concentración – Solidez al frote | 57 |
| Figura 17. Normalidad de datos pruebas de solidez-transferencia de color Tabla 32 | 63 |
| Figura 18. Normalidad de datos prueba de cambio de color proceso de tintura Tabla 30..... | 64 |
| Figura 19. Normalidad de datos prueba de cambio de color de solidez al lavado Tabla 31 ... | 64 |
| Figura 20. Análisis estadístico de la varianza - prueba transferencia de color Tabla 32. | 65 |
| Figura 21. Prueba de transferencia de color – gráfico de líneas Tabla 32 | 66 |
| Figura 22. Prueba transferencia de color – gráfico Matrix plot | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica del café..... | 11 |
| Tabla 2. Componentes químicos del café arábica | 12 |
| Tabla 3. Receta de descrude | 20 |
| Tabla 4. Dosificación para el extracto de café | 28 |
| Tabla 5. Cantidad inicial y final de extracto de café | 29 |
| Tabla 6. Caracterización del tejido de punto | 29 |
| Tabla 7. Equipos para el proceso de tintura | 30 |
| Tabla 8. Materiales para el proceso de tintura..... | 32 |
| Tabla 9. Equipos para las pruebas de laboratorio..... | 33 |
| Tabla 10. Parámetros del diseño muestral..... | 34 |
| Tabla 11. Auxiliares para el proceso de tintura con café arábigo | 36 |
| Tabla 12. Materiales y parámetros para el método de solidez al lavado..... | 39 |
| Tabla 13. Materiales y equipos para el método de solidez al frote. | 41 |
| Tabla 14. Escala de grises | 42 |
| Tabla 15. Receta para el proceso de tintura empleando diferentes mordientes..... | 43 |
| Tabla 16. Valoración visual de mordientes | 44 |
| Tabla 17. Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 10%..... | 47 |
| Tabla 18. Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 30%..... | 48 |
| Tabla 19. Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 50%..... | 49 |
| Tabla 20. Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 70%..... | 50 |
| Tabla 21. Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 90%..... | 51 |
| Tabla 22. Comparación de las muestras con el Pantone TCX | 52 |
| Tabla 23. Resultados del cambio de color en el espectrofotómetro (AT: antes de la tintura). 54 | |

| | |
|--|----|
| Tabla 24. Resultados del cambio de color en el espectrofotómetro (DT: después de la tintura) | 54 |
| Tabla 25. Resultado del cambio de color en base a la escala de grises (solidez del color al lavado) | 55 |
| Tabla 26. Resultados del cambio de color antes del lavado | 55 |
| Tabla 27. Resultado del cambio de color después del lavado | 56 |
| Tabla 28. Resultados de transferencia de color de solidez al lavado en algodón | 57 |
| Tabla 29. Resultados de la transferencia del color al frote (seco y húmedo) | 58 |
| Tabla 30. Tabla general del cambio de color antes y después de la tintura | 59 |
| Tabla 31. Tabla general del cambio de color antes y después del lavado | 60 |
| Tabla 32. Resumen general de las pruebas (cambio y transferencia de color) | 61 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AATCC: Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas

pH: Medida de acidez o alcalinidad de una disolución

PSL: Prueba de solidez al lavado

PSL: Prueba de solidez al lavado

PSLA: Prueba de solidez al lavado en algodón

PSFS: Prueba de solidez al frote en seco

PSFH: prueba de solidez al frote en húmedo.

AT: Antes de la tintura

DT: Después de la tintura

AL: Antes del lavado

DL: Después del lavado

Da: Diferencia en el eje rojo y verde

Db: Diferencia en el eje amarillo y azul

DC: diferencia de croma

DH: Diferencia de matiz

DE: Valor de diferencia de color total.

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Filtración para la obtención del extracto de café..... | 78 |
| Anexo 2. Preparación de los vasos, para el proceso de tintura en autoclave | 78 |
| Anexo 3. Muestra tinturada..... | 79 |
| Anexo 4. Prueba de solidez al frote | 79 |
| Anexo 5. Prueba de solidez al lavado | 80 |
| Anexo 6. Análisis en el espectrofotómetro | 80 |
| Anexo 7. Resultados de solidez al frote en seco 10% de colorante | 81 |
| Anexo 8. Resultados de solidez al frote en húmedo 30% de colorante | 82 |
| Anexo 9. Resultados de solidez al lavado en algodón 50% de colorante | 83 |
| Anexo 10. Ficha técnica del ácido cítrico | 84 |
| Anexo 11. Ficha técnica del fijador | 85 |
| Anexo 12. Ficha técnica dispersante..... | 86 |
| Anexo 13. Certificado de uso del laboratorio Textil para los análisis pertinentes de la investigación..... | 87 |

RESUMEN

La presente investigación se basa en el desarrollo de una tintura aplicando extracto de café (*Coffea*) como tinte natural en un tejido de punto jersey 100% algodón, con el objetivo de obtener una gama de tonalidades en función de la variación de las concentraciones de colorante.

Para la obtención del extracto de café (*Coffea*), se aplicó el método tradicional en donde se realizó una infusión del café molido y agua desionizada durante una noche entera. Posteriormente, para la aplicación de esta tintura, primero se desarrolló una prueba con diferentes mordientes como: cloruro de sodio, sulfato de aluminio, ácido cítrico y sulfato de cobre, así como también se aplicaron auxiliares como fijador y dispersante. Después se realizó el proceso de tintura con 50% de dosificación y se determinó que el mordiente con un mejor agotamiento, fijación e igualación es el ácido cítrico.

Luego de determinar el mordiente se desarrolló el proceso de tintura mediante el método de agotamiento, aplicando concentraciones de extracto de café de 10%, 30%, 50%, 70% y 90%, también se empleó muestras de 5 gr de tela jersey 100% algodón, se realizó un pre-mordentado y el teñido con ácido cítrico, fijador y dispersante a 90°C durante 30 minutos, obteniendo un total de 15 pruebas para ser analizadas.

Después de culminar el proceso de tintura del sustrato textil, las probetas fueron sometidas a un análisis de solidez del color al lavado según la norma AATCC 61-2013, solidez al frote con la norma AATCC 08-2013, posteriormente, se realizó el análisis empleando la escala de grises para valorar la transferencia y el cambio de color con la implementación del espectrofotómetro. Además, los datos conseguidos en cada ensayo se plasmaron en tablas individuales.

Los resultados obtenidos de las pruebas de solidez del color al lavado y solidez al frote fueron tabulados y sometidos a un análisis estadístico a través del SOFTWARE PAST 4, mismo que permitió realizar un test de varianza y normalidad de datos, para finalmente conseguir una

confiabilidad del 95%. Concluyendo así, que el extracto de café si puede ser empleado como componente tintóreo en un tejido de algodón 100%, sin embargo, las tonalidades obtenidas no tienen una intensidad de color alta, pero sus características de solidez están dentro de un rango aceptable.

Palabras claves: extracto de café, agotamiento, mordientes, tintura.



Abstract

This research aimed to develop a dye-applying coffee extract (Coffea) as a natural dye in a 100% cotton jersey knitted fabric, in order to obtain a range of shades depending on the variation of the dye concentrations.

A traditional method was applied to obtain the coffee extract (Coffea) where the ground coffee and deionized water were infused overnight. Subsequently, for the application of this dye, first, a test was carried out with different mordants such as: sodium chloride, aluminum sulfate, citric acid, and copper sulfate, as well as auxiliaries such as fixatives and dispersants. Then, the dyeing process was carried out with 50% dosage and it was determined that the mordant with the best exhaustion, fixation, and equalization was citric acid.

After determining the mordant, the dyeing process was developed using the exhaustion method, applying coffee extract concentrations of 10%, 30%, 50%, 50%, 70% and 90%; in addition, samples of 5 gr of 100% cotton jersey fabric were used, a pre-mordant and dyeing with citric acid, fixative, and dispersant at 90°C for 30 minutes was performed, obtaining a total of 15 tests to be analyzed.

After culminating the dyeing process of the textile substrate, the test specimens were subjected to an analysis of color fastness to washing according to the AATCC 61-2013 standard, fastness to rubbing with the AATCC 08-2013 standard; subsequently, the analysis was performed using the grayscale to assess the transfer and color change with the implementation of the spectrophotometer. Moreover, the data obtained from each test were plotted in individual tables.

The results obtained from the color fastness to washing and fastness to rubbing tests were tabulated and subjected to a statistical analysis through SOFTWARE PAST 4, which allowed performing a test of variance and normality of data, to finally achieve a reliability of 95%. In conclusion, coffee extract can be used as a dyeing component in a 100% cotton fabric; however, the shades obtained do not have a high color intensity, but their fastness characteristics are within an acceptable range.

Keywords: coffee extract, exhaustion, mordants, dyeing.

Reviewed by:

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1.Descripción del tema

El presente tema de investigación pretende dar a conocer el proceso de tintura, mediante el método de agotamiento, aplicando extracto de café (coffea) en un tejido jersey 100% algodón.

En el procedimiento se realizaron varias muestras en donde se aplicó distintos porcentajes de café arábigo, manteniendo las cantidades de los auxiliares a implementar, se realizan pruebas que ayuden determinar la receta óptima en aspectos como el agotamiento y la igualación del color.

Además, se detalla las pruebas de laboratorio de solidez al lavado y frote con sus respectivas normas. También, se especifica los resultados obtenidos en las muestras sometidas al espectrofotómetro; el cambio y transferencia de color. Posteriormente, se lleva a cabo el análisis estadístico de los datos empleando el programa PAST 4 para la obtención de gráficos estadísticos y su posterior estudio e interpretación.

1.2.Antecedentes

En la actualidad, debido a los avances científicos y a los cambios sociológicos que se han producido en el planeta, las empresas están buscando alternativas naturales a base de estudios, para la obtención de nuevos productos que se puedan emplear durante el proceso de tintura que se lleva a cabo en la industria textil.

A nivel mundial el café es considerado como uno de los productos con mayor consumo, debido a que este es una de las bebidas más placenteras y apreciadas por el público. Este a lo largo de los años se ha convertido en un estilo de vida debido a que se beben 2.500 millones de tazas de café al día y la producción de este otorga empleos a más de 25 millones de personas

alrededor del mundo, debido a esto, este producto es muy valorado dentro del mercado (Mariel & Noel, 2010).

Según varios estudios este subproducto se puede utilizar en la obtención de un extracto natural con propiedades colorantes (Alfaro & Rodríguez, 1994). Este se ha implementado como una sustancia tintórea, para el teñido de seda a un nivel artesanal y se ha obtenido una gama de tonalidades, dependiendo del tipo de mordiente aplicado (Palomino et al., 2010).

De acuerdo con la información obtenida, se ha podido determinar que al ser un producto con propiedades tintóreas puede ser empleado para dar color, este producto cumplirá con el objetivo de teñir un tejido jersey 100% algodón, con el fin de aprovechar sus propiedades de tintura y así aportar una alternativa para un colorante sintético.

1.3.Importancia del estudio

Con el pasar del tiempo y la constante evolución, se ha dejado atrás las prácticas con colorantes naturales para ser reemplazados por colorantes sintéticos, provocando así que las técnicas ancestrales de teñido artesanal se vayan perdiendo. Sin embargo, se está buscando nuevas alternativas con colorantes naturales que sean amigables con el ambiente y útiles dentro del proceso de tintura. La presente investigación pretende analizar el teñido de un tejido de punto jersey 100% algodón, utilizando como colorante el extracto de café, de esta manera ofrecer una opción diferente para así levantar el interés y que futuras investigaciones puedan hacer uso de los datos e información obtenidos.

De ahí nace la importancia del estudio, en donde se haga uso del extracto de café dentro del proceso de teñido de un tejido de algodón, debido a que al ser un producto directo del Ecuador es una opción de fácil acceso, además es una alternativa natural frente a los colorantes sintéticos. De esta manera, se da a conocer que desde la antigüedad existen productos naturales que ayudan a dar color a una prenda.

1.4. Objetivo general

- Analizar la tonalidad de un tejido de punto jersey 100% algodón, tinturado mediante el método de agotamiento con extracto de café (*coffea*).

1.5. Objetivos específicos

- Investigar las propiedades, características y aplicaciones del café (*coffea*), mediante la búsqueda de información en bases de datos bibliográficos.
- Realizar el proceso de teñido del tejido algodón mediante el método de agotamiento a diferentes concentraciones con extracto de café para obtener diferentes tonalidades.
- Evaluar las muestras mediante las pruebas de solidez al lavado con la norma AATCC 61-2013 y al frote con la norma AATCC 08-2013, para obtener datos comparativos.

1.6. Características del sitio del proyecto

La presente investigación se llevará a cabo, en la Universidad Técnica del Norte en los laboratorios de la Planta Académica de la Carrera de Textiles, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, sector de Azaya, calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago o (0°22'44.5"N 78°07'19.2"W).

La Carrera de Textiles dentro de sus instalaciones, cuenta con un laboratorio de investigación que está equipado con una amplia gama de aparatos de alta tecnología, los cuales permiten realizar varios análisis de pruebas químicas y físicas, por medio de normas y estándares internacionales establecidos para cada ensayo, también cuenta con profesionales que preparan a los estudiantes de la Carrera de Textiles de manera práctica y teórica en el manejo e interpretación de datos. Además, este espacio de trabajo ofrece a empresas privadas y públicas un servicio de control de calidad, para que sus productos cumplan con las normas y estándares establecidos.

Figura 1

Ubicación de la Planta Académica Textil



Nota. La figura muestra la ubicación de la Planta Académica Textil, en donde se encuentra el laboratorio. **Fuente:** Google Maps (2022)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios previos

Los tintes naturales en la actualidad no son una innovación, sino que estos serían el renacimiento de una tradición que se manejaba en la antigüedad. Debido a esto, en este momento existe una demanda en el desarrollo de técnicas que sean adecuadas y eficientes para la extracción de la sustancia tintórea ya sea de plantas o minerales, con el fin de aprovechar al máximo el producto y dar una alternativa para que se use a una mayor escala (Campos, Salvan, & Ayres, 2015).

La implementación de colorantes naturales por parte de los seres humanos se remonta a tiempos prehistóricos, ya que en esta época las personas dependían de los productos encontrados en su entorno, estos pigmentos eran empleados para colorear el cuerpo y la vestimenta y se obtenían de vegetales, minerales y animales (Terrazas, 2012). En la actualidad se puede observar que las técnicas de teñido con productos naturales se han perdido debido a los cambios tecnológicos y sociales que se han producido.

A nivel mundial el café es considerado como uno de los productos con mayor consumo, debido a que este es una de las bebidas más placenteras y apreciadas por el público. Este a lo largo de los años se ha convertido en un estilo de vida debido a que se beben 2.500 millones de tazas de café al día y la producción del mismo otorga empleos a más de 25 millones de personas alrededor del mundo, debido a esto, este producto es muy valorado dentro del mercado (Mariel & Noel, 2010).

Sin embargo, debido a su gran cadena productiva se generan varios tipos de residuos y estos representan un gran problema para la contaminación ambiental. En la actualidad se está fomentando la gestión de estos desechos para que sean utilizados en aplicaciones como

alimentación animal, compost, y también se puede emplear como ingrediente de lácteos, panadería y cosméticos.

Uno de los subproductos del café que se obtiene durante el proceso de producción de la bebida es la broza o borra, nombre que se le atribuye al desperdicio del café que se obtiene después de la extracción de la bebida o que se genera durante el desarrollo de fabricación del producto. Este residuo puede ser implementado dentro de nuestra vida cotidiana como abono orgánico, exfoliante para la piel y dentro de la dieta alimentaria de animales (Villalta, 2016). Según varios estudios este producto también puede ser usado para la obtención de un extracto natural con propiedades colorantes (Alfaro & Rodríguez, 1994). Debido a que estos posos de café contienen cantidades suficientes de pigmentos que se pueden utilizar para teñir textiles.

Otro ejemplo es la aplicación de extracto con propiedades colorantes obtenido de los desperdicios de café en un tejido de lana, aquí se sometió a los residuos a una extracción del colorante y a un proceso de tintura en una máquina de teñido por infrarrojos, se llevó a cabo un post-mordentado a diferentes concentraciones de soluciones acuosas de tanino. Se realizó análisis de las propiedades de color, las capacidades antibacterianas y antioxidantes. Se determinó que la muestra tinturada tenía un aspecto gradualmente marrón, la solidez del color a la luz mejoro tras la aplicación de tanino en el mordentado y también aumento la capacidad antibacteriana y antioxidante del tejido de lana (Hong, 2018).

El estudio se basa en examinar la influencia de tres mordientes (alumbre, sulfato de cobre y sulfato ferroso) en la transferencia y la solidez del color en cinco tipos de tejido (algodón, seda, lino, rayón y poliéster), usando como colorantes, residuos de café para el proceso de teñido. El análisis de las muestras tinturadas revela que la resistencia del color al lavado y el crocking (transferencia de color) cumplen con la norma ASTM y los mordientes con mejor rendimiento según el tipo de fibra es: lino y algodón con sulfato ferroso, seda con alumbre y rayón con sulfato de cobre (Changhyun & Chunhui, 2019).

Los depósitos de café gastado (SCG) actualmente están atrayendo la atención debido a que sus componentes cuentan con propiedades que producen efectos favorables a la salud, como: antitumorales, antioxidantes, antialérgicas, entre otras. Con el objetivo de conferir un efecto funcional y colorante a un tejido de lana, por medio de un proceso de tinturado en una máquina de teñido por infrarrojo. El sustrato obtenido después de la tintura con extracto de SCG exhibió efectos de tonalidad de color marrón oscuro, una excelente capacidad antioxidante y un alto nivel de bloqueo de la luz ultravioleta (Koh & Hong 2019).

Para el desarrollo de un producto textil no solamente se hace uso del desperdicio del café, sino que también se puede emplear las hojas o semillas de este arbusto, como un colorante debido a que estas partes también cuentan con propiedades de teñido. Como ejemplo, se destaca el uso de las semillas de café molidas, para el teñido de seda a un nivel artesanal, en donde se logró obtener una gama de tonalidades, dependiendo del tipo de mordiente aplicado (Palomino et al., 2010).

También se puede desarrollar un extracto con propiedades colorantes a base de las hojas de mora y café para tinturar un tejido de seda, empleando como mordiente el zumo de limón, como resultado se observó una buena tonalidad, adecuada solidez del color al lavado y a la luz (Loum & Drajoru, 2013).

Otro de los problemas que vive la industria textil es la preferencia por el uso de colorantes sintéticos, mismos que están diseñados para ser muy resistentes, incluso frente a la degradación microbiana, lo que dificulta su eliminación dentro de las plantas de tratamiento (Cortazar, Coronel, Escalante, & González, 2014).

Por esta razón existe una creciente preocupación por el aumento de los efectos ambientales provocados por el uso de colorantes sintéticos, fomentando así la implementación de colorantes naturales y que se lleven a cabo varias investigaciones en donde se dé una alternativa de un tinte a base de un producto natural. Como ejemplo tenemos la investigación de un biocolorante

de café molido (SCG) como una fuente de tinte para teñir la fibra de algodón. El estudio se realizó aplicando quitosano de bajo peso molecular (LMWCTS), ácido cítrico y SCG que contiene el pigmento marrón de la melanoidina. La tintura se llevó a cabo a diferentes concentraciones de LMWCTS y en un proceso por agotamiento. En el análisis por espectrometría se determinó que la combinación de quitosano y ácido cítrico proporcionan a los tejidos de algodón una buena tonalidad de marrón. Las muestras efectuadas revelaron un aumento en la solidez del color al lavado y al frote, en comparación con los tejidos tratados solo con alumbre (Mongkholrattanasit, Nakpathom, & Vuthiganond, 2021).

En otro estudio se reveló la aplicación del café como acabado en un tejido de algodón, en donde la materia prima (depósito de café gastado) se recolectó de una máquina de expreso y el extracto de café se obtuvo a través de una solución de metanol al 60%. Para el desarrollo del acabado se realizó un proceso de curado en seco aplicando el colorante extraído. Los análisis efectuados en el sustrato de algodón con el acabado de café mostraron una tonalidad amarillenta muy ligera, también se reveló que pueden inhibir el crecimiento de la bacteria *Staphylococcus aureus*, sin embargo, esta no afectó significativamente en el desarrollo del microorganismo *Klebsiella pneumoniae*. Con estos resultados se concluyó que el café puede ser implementado como un acabado en un tejido de algodón para que actúe como un agente antioxidante y mejore las propiedades antimicrobianas del sustrato textil (Martínez, Hernández, Aguilar, & Rodríguez, 2019).

El café no solo se usa para el desarrollo de la bebida más solicitada a nivel mundial, sino que este tiene una gran variedad de aplicaciones como: tinte natural o un acabado textil. Sin embargo, la empresa Taiwanesa Singtex ha descubierto una nueva forma de emplear los desperdicios de café para la fabricación de un tejido ecológico. El textil se denomina "S. Cafe" y es un tejido suave, ligero y flexible que ofrece características como: control de olores, secado rápido y protección de rayos UV (Jiménez, 2020).

2.2.Marco legal

2.2.1. La Constitución Política del Ecuador

Conforme a la Constitución de la República del Ecuador en donde se mencionan los siguientes artículos referentes al medio ambiente (Asamblea Constituyente de Montecristi, 2008)

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (p. 13)

Art. 83.- Literal 6 define: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

2.3.Marco conceptual

2.3.1. Generalidades del café

El café es considerado muy importante en la economía a nivel mundial, debido a que como producto ya sea en semilla, tostado, molido y en infusión, ayuda a la obtención de la bebida con 0% de alcohol más consumida en la actualidad (Rojo Jiménez, 2014).

Pero cuando se habla del café como grano, este se define como una semilla proveniente del arbusto o árbol del cafeto. Esta planta es originaria de Etiopía, en el África Oriental, específicamente en el territorio de Kaffa, de cuyo nombre se deriva (café) (Echeverri, Buitrago, Montes, Mejía, & González, 2005).

El café o también denominado *coffea*, proviene de un arbusto de la familia de las rubiáceas y se caracteriza por tener unas hojas lustrosas, alargadas y flores similares a las del jazmín.

Después de seis meses de floración, aparecen los racimos de color verde que posteriormente adquieren un tono rojo carmesí (Palomino et al., 2010).

Figura 2

Ciclo fisiológico del cultivo de café



Nota. La figura muestra el ciclo fisiológico del cultivo de café. **Fuente:** Central (2015)

2.3.1.1. Origen

El café encontró sus orígenes en las tierras de Etiopía. Sin embargo, el café como bebida fue descubierto por lo árabes, quienes pudieron ver las virtudes y el potencial económico de este producto, debido a que generaba un efecto, vigorizante, energético y excitante (Pérez-soto, Godínez-montoya, and Ecorfan, s.f.)

2.3.1.2. Taxonomía vegetal del café

La taxonomía vegetal es la rama de la botánica que se ocupa de la clasificación u organización de las plantas, así como de las bases, principios, métodos y reglas que rigen esta clasificación. Las plantas se organizan en diferentes grupos taxonómicos o categorías en función de sus afinidades y características, como se muestra en la **Tabla 1** que indica los rasgos del arbusto del café dentro del reino vegetal.

Tabla 1*Clasificación taxonómica del café*

| Clasificación | Tipo |
|----------------------|----------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Antofita |
| Sub-reino | Angiosperma |
| Clase | Dicotiledoneas |
| Subclase | Simpetalas |
| Orden | Rubiales |
| Familia | Rubiaceae |
| Tribu | Cofeales |
| Genero | Coffea |
| Sección | Eucoffea |
| Subsección | Erythrocoffea |

Nota. Datos recopilados de Torres (2010)

2.3.1.3. Propiedades químicas

El café es un producto muy apreciado por sus características organolépticas como: el color, sabor, textura y el aroma. Esto se debe a que contiene una inmensa variedad de compuestos químicos responsables de la calidad sensorial.

La **Tabla 2** detalla las propiedades químicas del café en semilla, antes de continuar con el procesamiento de la bebida.

Tabla 2*Componentes químicos del café arábigo*

| Componentes químicos | Arábigo % |
|----------------------------------|----------------------|
| Polisacáridos | 50,8 |
| Sacarosa | 8,00 |
| Azúcares reductores | 0,10 |
| Proteínas | 9,80 |
| Aminoácidos | 0,50 |
| Cafeína | 1,20 |
| Trigonelina | 1,00 |
| Lípidos | 16,20 |
| Ácidos alifáticos | 1,10 |
| Ácidos clorogénicos | 6,90 |
| Minerales | 4,20 |
| Compuestos aromáticos | Trazas |

Nota. Información obtenida de Puerta (2011)

Los componentes presentados en la **Tabla 2**, representan los porcentajes de las propiedades químicas del café verde en semilla antes del proceso de tostado, aún no adquiere las características que lo convierten en un producto apto para su consumo.

2.3.1.4. Tipos de café

Las plantas de café se cultivan en diferentes regiones del mundo, esto se debe a que tienen una alta adaptación a las condiciones ecológicas. El género *coffea* tiene dos tipos de especies

principales para la producción del café ya sea en bebida, semilla, o molido. Estas son café arábigo.

- **Café arábigo**

La especie *coffea arábigo* representa el 67% del cultivo en todo el mundo. El Ecuador a pesar de ser un pequeño país productor de café, produce, comercializa y exporta este material. Esta especie puede cultivarse en varias regiones del país, ocupando 193,000 hectáreas aproximadamente (Encalada Córdova, Soto Carreño, and Morales Guevara, 2016). Este tipo de café tiene mayor importancia en el mercado por su calidad.

- **Café *canephora***

La única variedad perteneciente a esta especie es el café robusta, se deduce que aproximadamente ocupa el 2% de los cultivos y su producción es menor al café arábigo. Sus ramas son más grandes, pero sus frutos más pequeños, al tener estas características dificulta el proceso de cosecha (Torres, 2010).

2.3.1.5.Cosecha y procesamiento

La cosecha se realiza manualmente, una vez recolectadas los frutos o cerezas maduras son sometidas a un proceso de secado, aquí se reduce el porcentaje de humedad hasta llegar a 10 – 12 % adecuado para evitar la aparición de moho, olores y sabor indeseable. Posteriormente, los granos de café se separan y se clasifican para pasar a un proceso de tostado en donde se adquiere las características como el color (Duicela et al., 2010).

2.3.1.6.Proceso de tostado del café

En el proceso de tueste ocurren una serie de reacciones químicas que producen cambios físicos y variaciones en la composición química del café verde. Como resultado de esta actividad se obtiene las principales características como es el sabor, aroma y color de este producto. Para el proceso de teñido de un sustrato textil se necesita el café triturado que se obtiene después del proceso de tueste debido a que este contiene el color necesario.

El color característico del café se produce durante el proceso de tueste, aquí se descomponen algunas propiedades y se produce el pigmento. Puerta (2011) afirma: “Más del 99% de los azúcares reductores reaccionan con los aminoácidos en la conocida reacción de Maillard o glicación, de esta manera, se forman las melanoidinas que dan el pigmento marrón a los granos de café” (p.7).

El color amarillo verdoso característico de la semilla del café antes del tueste se transforma en marrón, más o menos oscuro y esto depende del grado de tostado escogido.

2.3.2. Auxiliares

Son productos claves que se emplea durante el proceso de tintura para que este se lleve de mejor manera en cualquier tipo de sustrato textil. Estos auxiliares permiten realizar con mayor eficiencia las operaciones de preparación, tintura o acabado de un tejido. Por tal motivo existe una gran variedad de auxiliares como: mordientes, dispersante, entre otros (Burkinshaw and Salihu, 2019).

2.3.2.1. Dispersante

Producto que favorece el rendimiento colorístico. Este mantiene y garantiza la distribución uniforme del colorante en el baño (Santos, 2013). Es recomendable emplear 1-2 g/L en procesos previos y para tinturas 1-4 g/L, para mantener la estabilidad del baño (Juma, 2013).

2.3.2.2. Fijador

Producto que fija el colorante en el sustrato para evitar que se decolore, mejora la solidez y la absorción de los colorantes. Juma (2013) indica que: “Cuanto más intenso es un teñido mayor es la cantidad de fijador que se debe utilizar, para colores claros se utiliza 2% de fijador y para colores oscuros se utiliza 4% de fijador” (p.115).

2.3.2.3. Mordiente

Cuando se trabaja con tintes naturales se requiere de la implementación de ciertos mordientes o asistentes para el proceso de teñido. Este producto puede ser de origen animal o químico, y

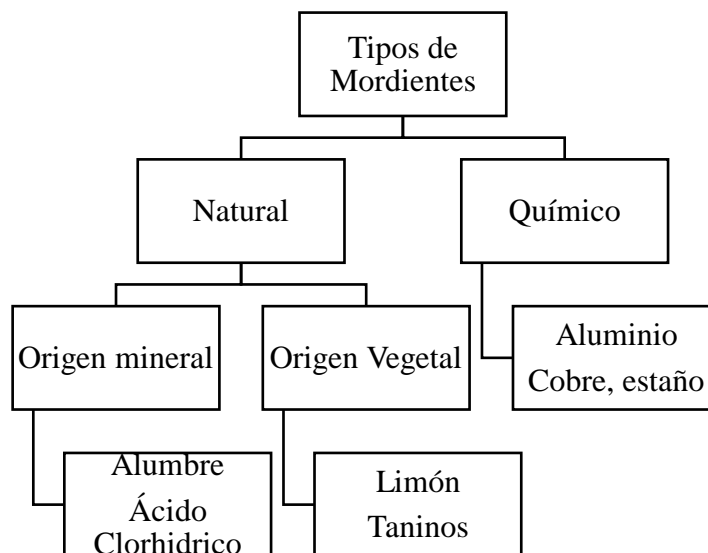
facilita la fijación del colorante a la fibra. La actividad que se lleva a cabo se denomina mordentado y este puede realizarse antes o después de la tintura (PAZOS, 2017).

Los mordientes son sales metálicas que actúan como intermediario entre el colorante y la fibra, para que este se fije en el sustrato textil. También ayuda a mantener los colores o tonos estables en presencia de la luz, estos pueden intensificar o hacer más tenue el color (Cabrera, 2019).

El proceso de mordentado puede hacerse antes o después de la tintura, este generalmente implica agregar el mordiente en el baño junto con la fibra, esta puede o no estar teñida.

Figura 3

Tipos de mordientes naturales y químicos



Nota. La figura muestra la clasificación de los mordientes naturales y químicos. **Fuente:**

(Cumba, 2015)

Mordientes de origen vegetal

Son aquellos que se pueden obtener de las partes de las plantas ya sea de las flores, hojas o frutos, estos son solubles en agua y pueden ser empleados en el baño de tintura.

- Vinagre
- Ácido cítrico

- Taninos
- Tarara
- Lengua de vaca
- Ceniza

Mordientes de origen mineral

Son sales metálicas o minerales, que se emplean para enlazar, intensificar o cambiar el color del baño de tintura, estos son solubles en agua.

- Alumbre
- Sulfato de cobre
- Sulfato de cromo (algodón)
- Ácido clorhídrico
- Sulfato de sodio

2.3.3. Proceso de tintura

Es el proceso por el cual se da color a las fibras textiles, mediante la saturación de estas haciendo uso de una solución de colorante. Existen varios factores que intervienen en el proceso de teñido, sin embargo, los más principales son: las fibras, colorante y el medio por el cual estos dos se ponen en contacto (Lockuán, 2012).

En términos generales existen dos formas de tinturar una fibra:

- Por afinidad generada entre colorante y fibra (agotamiento)
- Por impregnación de la fibra textil.

2.3.3.1. Por Agotamiento

Procedimiento que se puede llevar a cabo en fibras, hilos y tejidos, es un método en donde las fuerzas de afinidad entre el sustrato y el colorante generan que este pase del baño a la fibra hasta saturarla y fijar el tinte en el producto (Guamanquispe, 2011). Durante este proceso, los productos como los auxiliares y el colorante que han sido colocados en el baño de tintura

reaccionan progresivamente con la fibra mientras existe un elevamiento de la temperatura, finalizando esta actividad, el baño se bota y aquí quedan los restos de los materiales adicionados durante el teñido (Esparza, 2016).

2.3.3.2. Por Impregnación

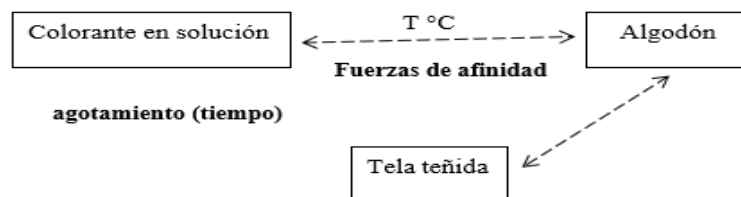
Método por el cual el sustrato textil es impregnado en una solución que contiene colorante o productos para un acabado. Este es sometido a un proceso de exprimido a través de los rodillos del foulard, para posteriormente pasar a un proceso posterior, en donde se desarrolle la reacción química entre sustrato y el colorante (González, 2016).

2.3.4. Equipos de tintura por agotamiento

En este tipo de máquinas, el colorante se encuentra disperso o disuelto en una solución y al someter el material textil a la sustancia este se fija, produciéndose así una transferencia desde la solución hacia la fibra textil (Arriaga, 2005).

Figura 4

Proceso de teñido por agotamiento



Nota. La figura presenta el proceso de tinturado por agotamiento. **Fuente:** Arriaga (2005)

Dentro del área de tintorería existen distintos equipos que se pueden emplear para llevar a cabo el proceso de teñido y estos se clasifican según su acción mecánica y cómo actúan sobre el sustrato textil.

2.3.4.1. Equipos de tipo I

Equipos con el material textil estático y la solución de colorante en movimiento. Este tipo de máquinas se emplea cuando existe la probabilidad de que el producto pueda resultar

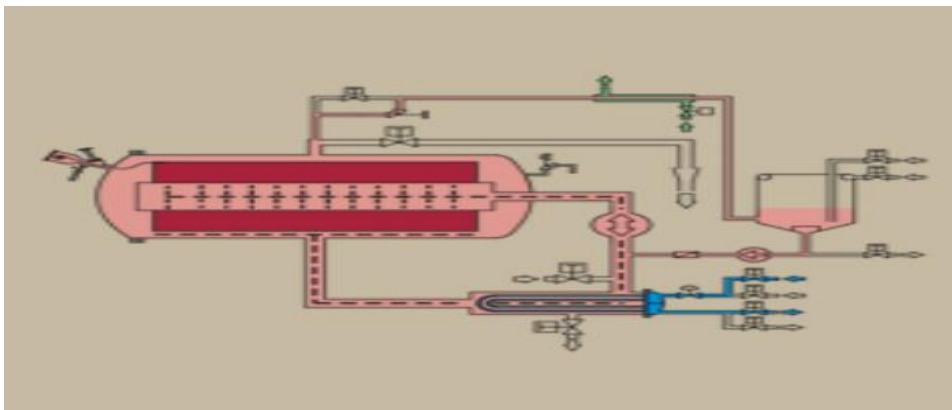
perjudicado con el movimiento y la agitación elevada, por tal motivo se lleva a cabo un teñido en donde el material esté estático y solo exista la circulación de la solución.

- **Autoclave**

Es un equipo hermético generalmente construido a base de acero inoxidable y soporta altas temperaturas, este tipo de máquina se usa para el proceso de teñido de hilos y telas, en especial se emplea para las bobinas de hilo. Fajardo (2016) afirma que: “La característica de las autoclaves es que la tela se encuentra en reposo y el baño en movimiento. Esto es gracias a un sistema conocido como porta materiales, en donde se pliega la tela o los conos de hilo para la tinción” (p. 47).

Figura 5

Esquema de autoclave de tintura para tejido

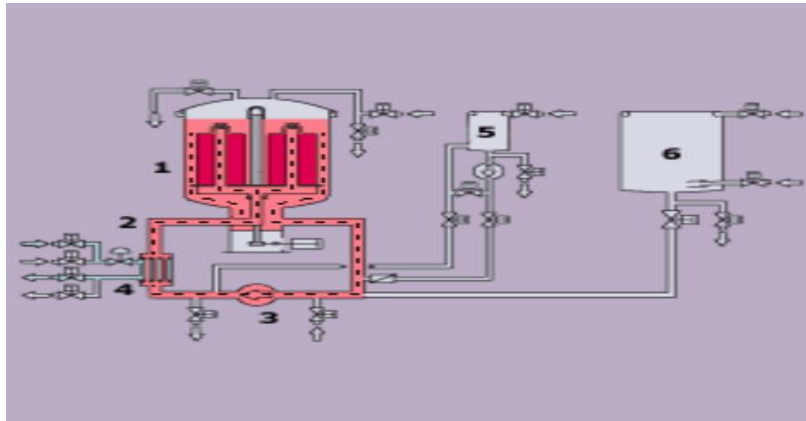


Nota. La figura indica el esquema del autoclave, empleado para la tintura de tejidos a gran escala. **Fuente:** ASC Enginyer Industrial (2014)

El funcionamiento de esta máquina inicia con la introducción de los auxiliares y colorantes en el recipiente de alimentación, posteriormente se prepara el material a tinturar, para que este sea introducido en la cámara de teñido, la cual cuenta con un cierre hermético. El baño del colorante es transportado por una bomba desde el recipiente de alimentación hasta el centro de la máquina en donde se encuentra el material textil.

Figura 6

Esquema de autoclave de tintura de hilo



Nota. Esta figura presenta el esquema de autoclave empleado para la tintura de hilos. **Fuente:**

ASC Enginyer Industrial (2014)

Autoclave de laboratorio

Esta máquina cumple con el mismo objetivo del autoclave empleado de manera industrial dentro de la industria textil, su diferencia radica en su tamaño como lo explica su nombre, esta es una máquina que se emplea más en un ámbito de laboratorio para llevar a cabo tinturas a una escala más pequeña.

Figura 7

Autoclave de tintura



Nota. La figura muestra el equipo de laboratorio Autoclave de tintura. **Fuente:** Propia

2.3.5. Tratamientos previos a la tintura

Para los materiales textiles elaborados a partir de fibras naturales como el algodón, se debe realizar tratamientos previos antes del proceso de tintura, con el fin de eliminar las impurezas. Si estos procesos no se efectúan adecuadamente el tejido no será apto para el teñido debido a que este no podrá alcanzar una tintura uniforme. Mientras más eficiente sea el proceso de descruce y preblanqueo existe una menor posibilidad de que se presentes defectos posteriores.

2.3.5.1. Descruce

Este proceso tiene como misión eliminar las impurezas naturales provenientes en las fibras como el algodón. Saltos (2015) afirma que:

La tela de algodón cruda conservará restos de impurezas vegetales, así como las pectinas y las ceras. La tela deberá entonces lavarse, en agua caliente con álcali, usando detergentes no iónicos y biodegradables que resistan pH elevados. Este tratamiento es conocido como “descruce” y es necesario realizarlo antes del blanqueo químico o de la tintura. (p. 14)

El descruce es importante debido a que los componentes como las ceras y grasas que se encuentran en la fibra impiden el humedecimiento del sustrato, provocando así que este material no sea lo suficientemente hidrofílico para emplearlo en el proceso de tintura.

La **Tabla 3** detalla una receta para realizar el proceso de descruce, empleando detergente y sosa cáustica.

Tabla 3

Receta de descruce

| Productos | Concentración (g/l) |
|----------------------|----------------------------|
| Detergente | 0.8 |
| Sosa cáustica | 2.0 |

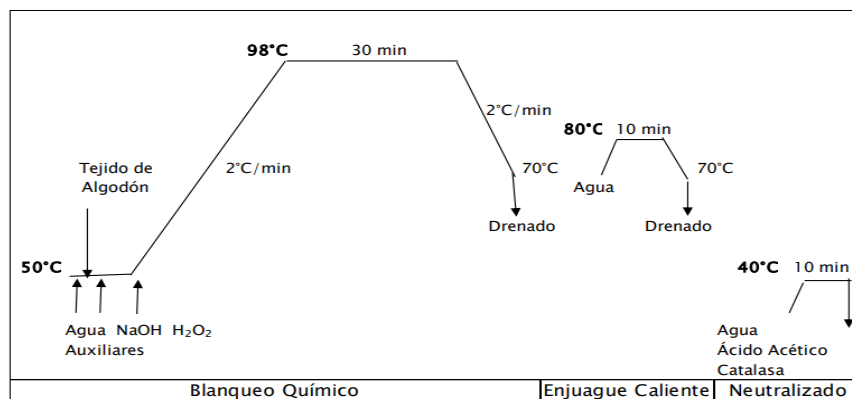
Nota. Datos obtenidos de Espejo y Gómez (2017)

2.3.5.2. Pre-blanqueo

Proceso que se realiza con el fin de eliminar el color natural que tiene el algodón. Para este tratamiento se necesita de productos como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o el hipoclorito de sodio (NaOCl), que ayudan a la destrucción del material colorante, para que este pueda ser removido con mayor facilidad durante el blanqueo del tejido (Orcón Basilio, Giraldo Borja, Flores Rúa, & Berrospi, 2019).

Figura 8

Curva del proceso de descruce y pre-blanqueo



Nota. La figura muestra la curva de descruce y blanqueo. **Fuente:** Valenzuela (2021)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En este capítulo, se especifica la información acerca de los materiales, variables y procedimientos que se emplean para la obtención de las muestras con extracto de café y los métodos que conlleva su desarrollo.

El tipo de investigación es cuantitativa, debido a que se evidencia las generalidades del café, los auxiliares, equipos, tratamientos previos y el proceso de tintura, esto a través de la recopilación de información en fuentes bibliográficas, para posteriormente tabular y analizar los datos obtenidos. El método de investigación es experimental, ya que, se va a manipular diferentes dosificaciones de café para obtener resultados que nos permitan contrastar una hipótesis y definir si la misma cumple con las características que requiere el investigador.

3.1.Determinación del proceso

En el siguiente estudio se realizará el teñido con café como componente de tintura sobre un tejido de punto jersey 100% algodón, a través de la aplicación de una investigación experimental.

Para el proceso experimental con café como colorante aplicado en el tejido, se emplea una variación en las concentraciones a utilizar en cada una de las muestras, estos porcentajes comienzan desde el 10% e irán aumentando progresivamente 20 puntos porcentuales hasta obtener un valor de 90% con respecto al peso de la tela, después se deberá verificar los resultados obtenidos en cada una de las muestras en relación con las proporciones utilizadas en cada ensayo.

Se utiliza el extracto de café (coffea) como colorante natural. Además, a las pruebas tinturadas se realiza un análisis para determinar la solidez al lavado y frote.

3.2. Normativa Aplicada

Para realizar el presente trabajo se toma en cuenta el apartado de las normas de la Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas (AATCC) e Organización Internacional de Normalización (ISO) que se usarán en las pruebas de laboratorio y ayudarán en el análisis de los resultados.

3.2.1. Norma AATCC

La norma de la Asociación Americana de Químicos y Coloristas (AATCC), muestra el procedimiento adecuado para someter una muestra a un análisis textil, dependiendo del tipo de prueba a la cual se desea someter un sustrato. Este manual es una compilación de métodos experimentales, procedimientos de evaluación y artículos que son desarrollados por el comité de investigación de esta corporación (AATCC, 1921).

Cada prueba cuenta con una codificación y con los requisitos para poder ejecutarla y si se habla específicamente de un ensayo se tiene como ejemplo la AATCC Test Method 61-2013 (3A)– Solidez del color al lavado, cuenta

3.2.1.1. Método de prueba para la solidez del color al lavado

El método AATCC 61-2013, cumple con el objetivo de determinar la solidez del color al lavado de un tejido textil, a través de la evaluación de la estabilidad de la tonalidad a la resistencia de lavados frecuentes. Esto se lleva a cabo ejecutando las especificaciones del ensayo en donde se emplea detergente, mismo que genera la pérdida del tono en la superficie del sustrato textil, aquí se emula la prueba en 45 minutos que deben estar bajo las condiciones adecuadas que aparenten un lavado comercial o casero (IHS Markit Standards Store, 2013).

3.2.1.2. Método de solidez del color al frote

El ensayo AATCC 08-2013, permite determinar la cantidad de color que se transfiere de la superficie del sustrato textil teñido a otra superficie, por medio del frotamiento en húmedo y seco. Este análisis se lleva a cabo en un equipo de laboratorio denominado crockmeter, mismo

que ejecuta 10 ciclos en cada análisis. Los resultados se obtienen después de que el testigo es puesto al espectrofotómetro para saber la escala de gris que tiene el ensayo sometido a la prueba de solidez (AATCC Technical Manual, 2015).

3.3. Diseño del flujo del proceso

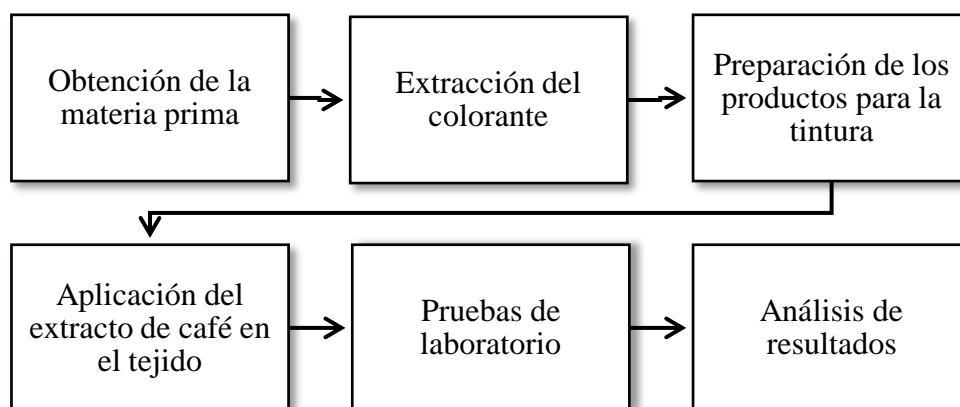
En este apartado se especificará el flujograma general y muestral que detalla los pasos que se van a llevar a cabo en este estudio. La presente investigación se enfocará en el proceso de teñido de un tejido de punto 100% algodón con extracto de café a diferentes concentraciones, para después ser llevado a un ensayo de solidez al lavado y frote. Finalmente obtener valores para su posterior análisis.

3.3.1. Flujograma general

A continuación, en la **Figura 9** se detalla el flujograma general del proceso que va desde la obtención de la materia prima, hasta el análisis de resultados de los valores que se obtendrán durante el estudio.

Figura 9

Flujograma general del proceso



Nota. La figura indica el flujograma general del proceso para la investigación. **Fuente:** Propia

Descripción del flujograma general

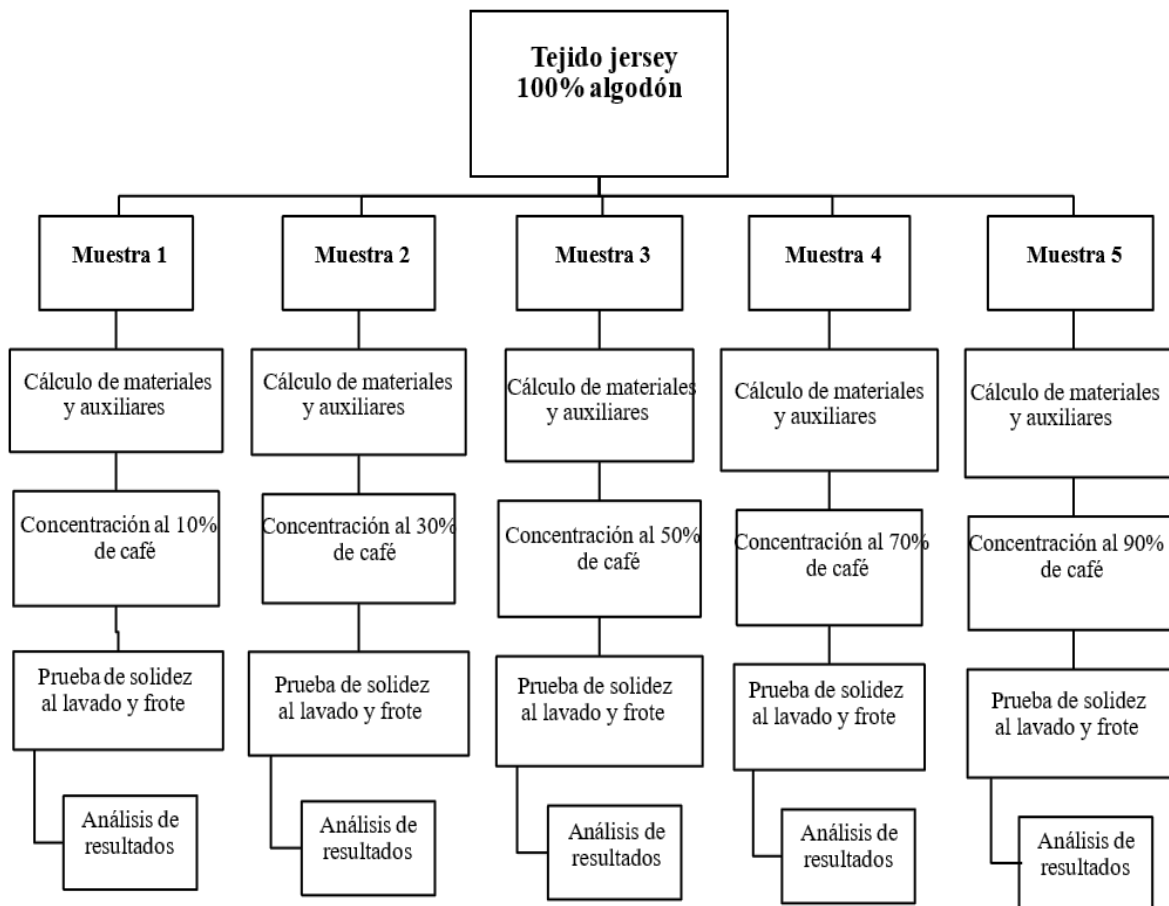
- **Materia Prima:** un tejido textil descrudado APT (Apto para la Tintura) jersey simple 100% algodón, con un rendimiento de 4,01 m/kg
- **Extracción del colorante:** la obtención del colorante se adquirirá de la extracción de las pepas molidas de café arábigo previamente tostadas antes de su adquisición.
- **Preparación de los productos:** según la metodología experimental delineada para la presente investigación se implementará productos como: mordientes (cloruro de sodio, sulfato de aluminio, ácido cítrico, sulfato de cobre), fijador (AV-FIX), dispersante (AV-Disperse) y como colorante el extracto de café. Con estos auxiliares se realizará una solución tomando en cuenta la relación de baño y peso de la muestra para hacer un pre-mordentado y tintura.
- **Aplicación de extracto de café en el tejido:** después de la extracción del café se aplica en el proceso de tintura mismo que se realizará en el equipo autoclave en función de la variación de concentraciones del colorante, para la obtención de una gama de tonalidades.
- **Pruebas de laboratorio:** pasado el proceso de teñido de los sustratos a diferentes concentraciones de extracto de café, se procederá a aplicar las normas y realizar los ensayos de calidad establecidos en la investigación como: solidez de la tintura al lavado y frote.
- **Análisis de resultados:** los datos obtenidos de las muestras sometidas a los ensayos de calidad en el laboratorio serán interpretados y analizados estadísticamente según las normas; para determinar que muestra presenta una mejor calidad de tintura.

3.3.2. Flujograma muestral

En esta sección, se muestra la **Figura 10** que presenta un flujograma más detallado del proceso de experimentación, en donde se puede observar las diferentes dosificaciones de extracto de café.

Figura 10

Flujograma muestral del proceso



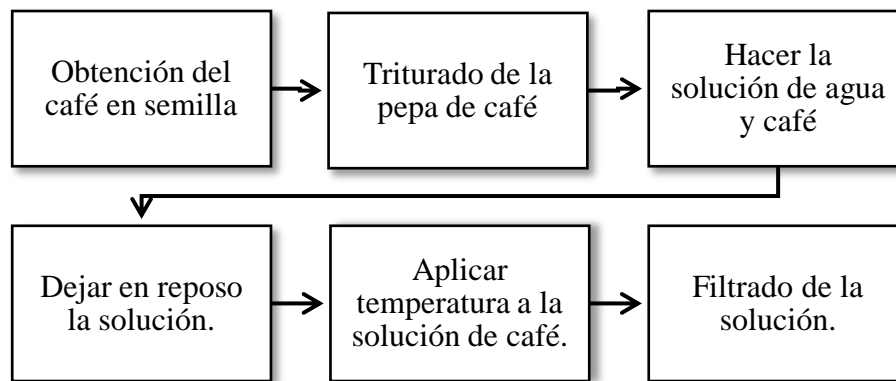
Nota. La figura indica el flujograma muestral del proceso de experimentación. **Fuente:** Propia

3.4.Preparación del colorante a base de café

Para obtener el tinte de café se ha adquirido café arábigo en grano, conseguido en una tienda de alimentación. Es necesario que el café sea en semilla ya que garantiza que esté libre de aditivos e impurezas que contienen los cafés ya molidos o procesados que se comercializan hoy en día.

Figura 11

Proceso general para la obtención de extracto de café



Nota. La figura muestra el proceso para la extracción de café. **Fuente:** Propia

Después de haber adquirido el producto, se procede a moler el café la cantidad de veces posibles, en esta ocasión se trituro 5 veces para pulverizar de mejor manera los granos. En la

Figura 12 se puede apreciar el proceso de molido del café empleado un molino manual.

Figura 12

Proceso de molido del café



Nota. La figura presenta el proceso de molido del café arábigo en un molino manual. **Fuente:** Propia

Los granos de café deben ser molidos o triturados antes de procesar el colorante, esto para asegurar que este producto no pierda ninguna de sus características o propiedades, debido a

que, no se sabe si el factor de oxidación pueda afectar a la calidad de los rasgos pigmentantes del café, por tal motivo, cuanto menos tiempo lleve triturado el producto es mejor (Rarabaya, 2020). A continuación, en la **Tabla 4** se detalla la dosificación de cada producto para la extracción del colorante con café.

Tabla 4

Dosificación para el extracto de café

| Materiales | Cantidad gr – mL |
|-------------------|-------------------------|
| Agua desionizada | 100 mL |
| Café arábigo | 60 gr |

Nota. Receta para la extracción del colorante a base de café determinada en la experimentación.

Tomando en cuenta la receta tradicional, el café arábigo debe exponerse a un remojo durante una noche entera, es decir, entre unas 10 a 12 horas, en las cuales el café triturado debe estar sumergido en agua desionizada (Zuriaga, 2011). Sin embargo, en la presente investigación se prolongó el tiempo de remojo para aumentar las propiedades del color, se mantuvo durante un día entero es decir 24 horas.

Después de que el café reposo en agua durante el tiempo requerido, la solución se somete al fuego para obtener la infusión de café que se empleara como colorante en el proceso de teñido. Esta actividad debe durar aproximadamente 60 min con una temperatura constante de 50°C. Después, el extracto se ha dejado enfriar durante 30 minutos, para posteriormente se filtrado con un papel de filtro para separar el residuo del tinte.

A continuación, en la **Tabla 5** se detalla la cantidad final que se obtuvo de extracto de café después de haber dejado la solución en reposo durante un periodo de tiempo, para posteriormente someterla a una temperatura baja y finalmente filtrar la mezcla para eliminar las impurezas resultantes del café o también denominas borra de café.

Tabla 5*Cantidad inicial y final de extracto de café*

| Productos | Solución | Condiciones | | | Solución Final |
|------------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| | Inicial (mL) | Tiempo | Temperatura | Filtrado | (mL) |
| Agua desionizada | 100 mL | 60 min | 50°C | SI | 90 mL |
| Café molido | | | | | |

Nota. Los parámetros para la extracción del colorante se determinaron en la investigación.

3.5.Determinación de los parámetros y equipos

Cabe recalcar que para iniciar con este proceso los materiales y equipos deben ser tratados con bastante cuidado con el fin de evitar cualquier tipo de resultados erróneos.

A continuación, se detalla las características básicas del tejido de punto jersey simple 100% algodón, en el cual se aplicó extracto de café, con la finalidad de obtener un textil tinturado a base de este producto natural.

Tabla 6*Caracterización del tejido de punto*

| Muestra | Tipo de tejido | Composición | | |
|---|--------------------|------------------------|---------------------|--|
|  | Jersey simple | 100% Co | | |
| | Rendimiento | Gramaje | Peso muestra | |
| | (m/kg) | g/m² | (g) | |
| | 4,01 | 159 | 5 gr | |

Nota. La tabla 6, contiene información acerca del tejido jersey 100% algodón, elaborado en una máquina de punto circular.




3.5.1. Equipos y materiales de laboratorio







En el desarrollo de la presente investigación fue indispensable el uso adecuado de varios equipos de laboratorio y productos, como se muestra en las siguientes tablas. El uso correcto de los auxiliares y dispositivos tienen una influencia directa en la calidad y resultado final de la experimentación.

En la **Tabla 7** se detallan los materiales y equipos necesarios para el uso durante el proceso de tintura y se describen a continuación:

Tabla 7

Equipos para el proceso de tintura

| Equipos | Características | Imágenes |
|---|---|---|
| Autoclave de laboratorio (máquina de tintura) | Equipo que permite realizar pruebas a escala de laboratorio en donde se puede emplear agua a una elevada temperatura y presión. |  |
| Balanza Analítica | Dispositivo de laboratorio usado para pesar productos con precisión. |  |
| Vasos de precipitación | Es un recipiente que se emplea a escala de laboratorio para almacenar, medir, mezclar y calentar sustancias. |  |

| Equipos | Características | Imágenes |
|--------------|--|---|
| Termómetro | Utensilio de laboratorio utilizado para medir la temperatura de soluciones con exactitud. |  |
| Pipetas | Instrumento de vidrio volumétrico, empleado para medir líquidos en mL con gran precisión. |  |
| Vidrio reloj | Instrumento como una lámina de vidrio transparente usado para poner y pesar productos sólidos y líquidos. |  |
| Agitador | Utensilio de cristal empleado en el laboratorio para preparar y mezclar sustancias químicas. |  |
| Probeta | Instrumento volumétrico, en forma de cilindro graduado de cristal o plástico, empleado para contener y medir líquidos. |  |
| Cuchara | Utensilio de laboratorio implementado para coger pequeñas cantidades de productos químicos. |  |

Nota. Información obtenida de CIS-LAB (2012)

En la **Tabla 8** se especifican los materiales de tintura que se requieren para llevar a cabo el proceso de teñido con extracto de café.

Tabla 8

Materiales para el proceso de tintura

| Materiales | Nombre Comercial | Características |
|-------------------|-------------------------|--|
| Sustrato textil | TELA JERSEY | Tejido jersey 100% algodón, APT (apto para tintura). |
| Café | CAFÉ ARÁBIGO EN PEPA | Producto que da tonalidad al sustrato textil. |
| Mordientes | CLORURO DE SODIO | Aumenta la afinidad tintórea |
| | SULFATO DE ALUMINIO | del colorante en el sustrato |
| | ÁCIDO CÍTRICO | textil. |
| Dispersante | SULFATO DE COBRE | |
| | AV-DISPERSE | Mejora la distribución del colorante en el proceso de teñido de un tejido. |
| Fijador | AV-FIX | Fija de mejor manera el colorante para evitar que la tela se decolore. |

Nota. La Tabla 8, contiene información acerca de los materiales para el proceso de tintura.

En la **Tabla 9** se detallan los equipos empleados para el desarrollo de las pruebas de solidez al lavado y frote después del proceso de tintura.

Tabla 9*Equipos para las pruebas de laboratorio*

| Equipos | Marca | Prueba de solidez |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|
| Máquina de tintura (Autoclave) | JAMES HEAL | Lavado |
| Crockmeter | MESDAN | Frote |

Nota. La Tabla 9, contiene información acerca de los equipos de laboratorio para llevar a cabo las pruebas de solidez al lavado y frote.

3.5.2. Variables y parámetros

Para el desarrollo del proceso de agotamiento es importante tomar en cuenta algunas variables y parámetros, debido a que estas contribuyen en el desenvolvimiento adecuado para el uso correcto de los productos, así como también, ayudan a mantener bajo control el proceso de tintura con extracto de café.

- **Temperatura**

Esta variable es indispensable dentro de un proceso de teñido, debido a que dentro del desarrollo de la tintura se lleva a cabo la transferencia del color al sustrato textil. La temperatura máxima a la cual se somete los ensayos es de 90°C.

- **Gradiente**

Es el parámetro que se controla dentro del proceso de tintura debido a que determina cuantos grados (°C) subió la temperatura en un minuto. Su relación es de temperatura y tiempo y se representa de la siguiente forma °C/min.

- **Tiempo**

Variable que se determina en las pruebas preliminares de la investigación y que tiene una relación con la temperatura, debido a que en la representación gráfica de la curva de teñido el tiempo se detalla en eje de las abscisas y la temperatura en el eje de las ordenadas.

- **Relación de baño**

Relación que se tiene entre el material textil y la cantidad de agua indispensable para llevar a cabo el proceso de tintura por agotamiento. En el desarrollo de la investigación la relación de baño es de 1/10, que se interpreta como: por cada gramo de tejido se necesita 10 mililitros de agua. La relación de baño se puede definir por la capacidad del equipo de laboratorio (Guandinango, 2022).

Tabla 10

Parámetros del diseño muestral

| Muestras | Peso de la tela (gr) | % del café arábigo | R/B |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|------------|
| M1 | 5 | 10% | 1/10 |
| M2 | 5 | 30% | 1/10 |
| M3 | 5 | 50% | 1/10 |
| M4 | 5 | 70% | 1/10 |
| M5 | 5 | 90% | 1/10 |

Nota. La Tabla 10, contiene información acerca de los parámetros y las muestras.

3.5.2.1. Concentración del café arábigo

Para establecer los valores mínimos y máximos del café molido arábigo dentro del proceso de tintura del tejido de algodón 100% en donde se aplica una metodología experimental, se inicia con un valor de 10% y se culmina en 90%.

Por lo que, se llevara a cabo 5 muestras a diferentes concentraciones, cada una con una elevación del 20% hasta llegar al valor máximo. Se inicia con una muestra de 5gr de tejido jersey 100% algodón, para posteriormente realizar los cálculos correspondientes con 10%, 30%, 50%, 70% y 90% por ciento de colorante. Esto se detalla en **Tabla 10**.

A continuación, se detalla la fórmula para determinar la cantidad en (gr) de extracto de café, para el proceso de tintura.

Formula

$$PM = \frac{\%spm \times PM}{100}$$

PC: Peso del colorante

% spm: Valor porcentual

PM: Peso del material

R/B: Relación de baño

Datos

% spm: 50%

PM: 5gr

R/B: 1/10

Ecuación 1.

Cantidad de extracto de café al 50%

$$PM = \frac{50\% \times 5gr}{100} = 2.5 gr$$

Peso del colorante (PM) = 2.5gr

Ecuación 2.

Cantidad de agua

$$\text{Mililitros de agua} = 5gr \times 10 = 50mL$$

Mililitros de agua = 50mL

3.5.2.2.Auxiliares

Para la implementación del extracto de café en el proceso de teñido se requiere de los siguientes auxiliares que se detallan en la **Tabla 11** en donde se especifica el nombre y la cantidad de cada uno de los productos.

Tabla 11

Auxiliares para el proceso de tintura con café arábigo

| Auxiliares | Nombre Comercial | g/L | % |
|-------------------|-------------------------|------------|----------|
| Fijador | AV-FIX | | 3 |
| Dispersante | AV-Disperse | 3 | |
| | Sulfato de Aluminio | | 10 |
| Mordiente | Cloruro de sodio | | 30 |
| | Ácido cítrico | | 50 |
| | Sulfato de aluminio | | 70 |
| | | | 90 |

Nota. La Tabla 11, contiene información acerca de los auxiliares empleados para el proceso de tintura.

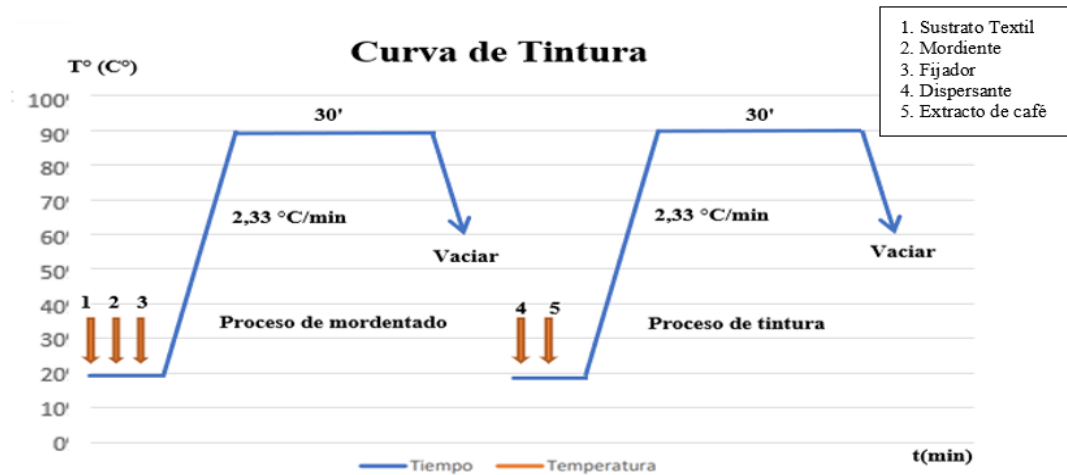
3.5.2.3.Curva de tintura

Más adelante en la **Figura 13** se presenta la curva de procesos de tintura, mediante el proceso de agotamiento. Este método consiste en la transferencia del colorante al sustrato textil que se lleva a cabo durante el teñido. Además, en la ilustración se especifica la temperatura, tiempo, gradiente, colorante, auxiliares y el proceso de mordentado.

Para determinar la curva de tintura se consideró primero el proceso planteado por (Cuascota, 2021), después se editó algunos parámetros como el tiempo, debido a que así con la modificación se cumplía con los resultados esperados dentro del proceso de tintura.

Figura 13

Curva de tintura



Nota. La siguiente figura indica la curva de tintura. **Fuente:** Propia

3.6.Pruebas de tintura

Como se muestra en la **Figura 13** la curva de tintura especifica que se va a llevar a cabo dos baños, en el primero se realiza el mordentado y en el segundo se ejecuta el teñido con extracto de café. Para llevar a cabo este proceso en cada una de las muestras de laboratorio se debe seguir los siguientes pasos:

- Primeramente, se debe pesar en la balanza analítica 5gr del tejido jersey 100% algodón.
- Pesar el volumen de agua, tomando en cuenta la relación de baño 1/10 y el peso de la tela, después colocar el agua en cada cápsula para realizar el proceso de pre-mordentado.
- Pesar los auxiliares como fijador y mordiente, para posteriormente agregarlos en cada cápsula con agua a temperatura ambiente y poder disolverlos.
- Verificar que el pH del baño se encuentre en un valor de 5, colocar el sustrato en cada una de las cápsulas y después ingresar estos elementos a la máquina, subir la temperatura a 90 °C y mantener durante 30 minutos.
- Vaciar el baño.

- Posteriormente se repite el segundo paso en donde se coloca el agua en cada una de las capsulas para después colocar el extracto de café y el dispersante para realizar el proceso de teñido.
- Después se mide el pH y se coloca las capsulas dentro de la máquina para subir la temperatura a 90°C dejando agotar el baño de tintura durante 30 minutos.
- Finalmente, botar el baño y someter las muestras a un secado.

3.7.Pruebas de solidez

3.7.1. Prueba de solidez al lavado

Para llevar a cabo el método de solidez al lavado se debe considerar las especificaciones de la norma AATCC 61-2013, para aplicarlas a las 5 muestras tinturadas a diferentes concentraciones de extracto de café.

A continuación, se visualiza la **Figura 14** en donde se muestran las condiciones de la Norma AATCC 61-2013, para utilizar el método de solidez al lavado.

Figura 14

Condiciones de la Norma AATCC 61-2013

| Test No. ° | Temp | | Total Liquor Volume (mL) | Percent Powder Detergent of Total Volume | Percent Liquid Detergent of Total Volume | Percent Available Chlorine of Total Volume | No. Steel Balls | No. of Rubber Balls | Time (Min) |
|---------------|---------|---------|--------------------------|--|--|--|-----------------|---------------------|------------|
| | °C (±2) | °F (±4) | | | | | | | |
| 1A | 40 | 105 | 200 | 0.37 | 0.56 | None | 10 | 0 | 45 |
| 1B | 31 | 88 | 150 | 0.37 | 0.56 | None | 0 | 10 | 20 |
| 2A | 49 | 120 | 150 | 0.15 | 0.23 | None | 50 | 0 | 45 |
| 3A | 71 | 160 | 50 | 0.15 | 0.23 | None | 100 | 0 | 45 |
| 4A | 71 | 160 | 50 | 0.15 | 0.23 | 0.015 | 100 | 0 | 45 |
| 5A | 49 | 120 | 150 | 0.15 | 0.23 | 0.027 | 50 | 0 | 45 |

a Refer to Section 9 for objectives for each test method.

b All Tests include an alternate use for 2003 AATCC Standard Liquid Detergent.

c Test 1B provides for the use of White Rubber Balls instead of Stainless-Steel Balls.

Fuente: Adaptado de (American Association of Textile Chemmists and Colorists, 1969)

Nota. La siguiente figura detalla las condiciones de la norma AATCC61-2013.

Fuente: AATCC Technical Manual (2015)

En la investigación se utiliza el test 3^a que se detalla en la **Figura 14** mismo que indica las condiciones de la norma de solidez del color al lavado AATCC 61-2013 que se utiliza en el equipo de laboratorio Autoclave. Este método nos permite someter los sustratos tinturados a diferentes concentraciones a un proceso que simula cinco lavados domésticos, para posteriormente determinar si existe un cambio de tonalidad en las muestras. Para ello se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Materiales y parámetros

Los materiales y parámetros que se deben tomar en cuenta según la Norma AATCC 61 se detallan en la siguiente sección.

Tabla 12

Materiales y parámetros para el método de solidez al lavado.

| Materiales/ parámetros | Especificaciones |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Agua | Destilada |
| Detergente líquido | Detergente no iónico |
| Detergente en polvo | Detergente (B) |
| Balines | 100 por cada muestra de tejido |

Nota. Información obtenida de la AATCC Technical Manual (2015)

Procedimiento de solidez lavado

Según la American Association of Textile Chemmists and Colorists (AATCC) se debe seguir los siguientes puntos:

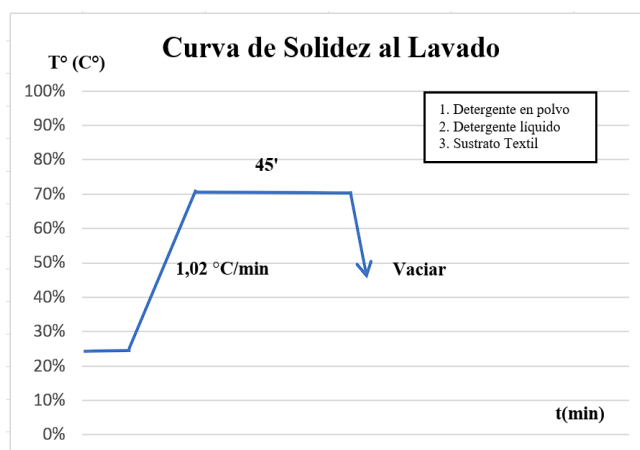
- Recortar una muestra de 15 x 5 cm del tejido a analizar.
- Coser la muestra a analizar con una multifibra o un testigo de algodón 100% de 15 x 5 cm.
- Preparar una solución con los detergentes siguiendo las especificaciones de la **Figura 14** literal 3A.

- Colocar la solución con detergente dentro de las cápsulas, junto a las muestras a analizar y los balines de acero, según especifica la norma.
- Situar las cápsulas dentro del Autoclave a una temperatura de 71°C durante 45 minutos.
- Retirar los vasos de acero inoxidable del equipo de laboratorio, sacar las muestras, enjuagar y secar a temperatura ambiente.
- Analizar las muestras en el espectrofotómetro, empleando la escala de grises.

A continuación, en la **Figura 15** se representa la curva de procesos para llevar a cabo el método de solidez al lavado.

Figura 15

Curva de solidez al lavado



Nota. La figura muestra la curva de proceso según la Norma AATCC 61-2013. **Fuente:**

Propia

3.7.2. Prueba de solidez al frote

Esta prueba se realiza bajo la norma AATCC 08-2013 y se debe tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

Tabla 13

Materiales y equipos para el método de solidez al frote

| Materiales/ equipos | Especificaciones |
|----------------------------|----------------------------------|
| Agua | Destilada |
| Tela testigo | Algodón mercerizado de 5 x 5 cm. |
| Máquina | Crockmeter |

Nota. Datos recopilados de la AATCC Technical Manual (2015)

Para el desarrollo de la prueba de solidez al frote se debe someter dos muestras al análisis, una en seco y la otra en húmedo, aplicando las especificaciones de la **Tabla 13**.

Procedimiento de solidez al frote

Según especifica la norma AATCC 08-2013 se debe considerar los siguientes pasos, para el análisis en seco:

- Recortar dos muestras de 13 x 5 cm del tejido a analizar.
- Colocar una de las muestras sobre la base del equipo de laboratorio Crockmeter y un testigo en el dedo de la máquina para el proceso de frote.
- Encender el equipo y dejar que se lleve a cabo 10 ciclos de frotamiento, posteriormente, retirar la muestra y el testigo en seco.
- Someter las muestras al espectrofotómetro para determinar y analizar la transferencia de color.

Para el análisis de solidez al frote en húmedo se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Humedecer la tela testigo de algodón con una pequeña gota de agua y repetir el mismo procedimiento que se lleva a cabo en el análisis en seco.
- Retirar las muestras y someterlas al espectrofotómetro para evaluar la transferencia de color.

Escala de grises para la transferencia de color



La escala de grises se utiliza para valorar los cambios que puede sufrir el color de un material textil ante cualquier exposición como la fricción o lavado. Esta graduación está compuesta de nueve pares de muestras de color gris con distintos niveles de tonalidad uno respecto a la otra y la diferencia es perceptible a simple vista (Bernad et al., 2017).

Para el análisis de las muestras tinturadas con extracto de café y sometidas a las pruebas de solidez al lavado y frote, fue preciso emplear el espectrofotómetro, debido a que esta permite evaluar la transferencia y el cambio de color que se genera en el tejido, ya que este emplea los mismos fundamentos de una escala de grises.

Según la norma para la evaluación del grado de solidez aceptable en escala de grises se considera en la siguiente graduación, presentada en la **Tabla 14**.

Tabla 14

Escala de grises

| Escala | Rango de calificación |
|--------|---|
| 5 | Excelente |
| 4-5 |  |
| 4 | |
| 3-4 | |
| 3 | Bueno |
| 2-3 |  |
| 2 | |
| 1-2 | |
| 1 | Deficiente |

Nota. Información tomada de Meneses (2020)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos durante el proceso de experimentación. Adicionalmente, se detallan los valores adquiridos de cada muestra sometida al espectrofotómetro, el cual nos indica el cambio y transferencia de color de los sustratos teñidos a diferentes concentraciones. Finalmente se hace un análisis estadístico que nos permita interpretar los datos.

4.1.Resultados

4.1.1. Prueba para la selección del mordiente

Los primeros análisis se realizaron para definir el tipo de mordiente que cumpla con los requisitos de evaluación visual aceptables dentro del proceso de tintura. 0

Tabla 15

Receta para el proceso de tintura empleando diferentes mordientes.

| RECETA DE TINTURA | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------|-----|
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: Co 100% | Relación de baño: 1/10 | |
| Auxiliares | g/L | % | |
| Mordiente | Cloruro de sodio | | |
| | Sulfato de Aluminio | | 25% |
| | Ácido cítrico | | |
| | Sulfato de cobre | | |
| Fijador | AV-FIX | | 3 |
| Dispersante | AV-DISPERSE | 3 | |
| Extracto de café | Café arábigo | | 50% |

Nota. Receta de tintura determinada durante la investigación.



Las pruebas se llevaron a cabo con la concentración de 50% de extracto de café y para este proceso se empleó diferentes tipos de mordientes que tengan afinidad con el material celulósico como: cloruro de sodio, sulfato de aluminio, ácido cítrico y sulfato de cobre.


Se llevo a cabo una prueba con cada tipo de mordiente, empleando la receta mostrada en la **Tabla 15** y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 16

Valoración visual de mordientes

| Mordiente | Fijación | Agotamiento | Igualación | Resultado | Análisis |
|------------------|----------|-------------|------------|---|-----------|
| Sin mordiente | Bajo | Bajo | Bajo |  | Rechazada |
| Cloruro de sodio | Bajo | Bajo | Bajo |  | Rechazada |

| Mordiente | Fijación | Agotamiento | Igualación | Resultado | Análisis |
|---------------------|----------|-------------|------------|--|-----------|
| Sulfato de Aluminio | Medio | Medio | Bajo |  | Rechazada |
| Ácido cítrico | Medio | Medio | Medio |  | Aceptada |

| Mordiente | Fijación | Agotamiento | Igualación | Resultado | Análisis |
|------------------|----------|-------------|------------|---|-----------|
| Sulfato de cobre | Medio | Medio | Bajo |  | Rechazada |

Nota: La evaluación se define por tres parámetros, alto, medio y bajo. Al cumplir con las características de valoración visual y tener dos calificaciones bajas la muestra no es aceptada.


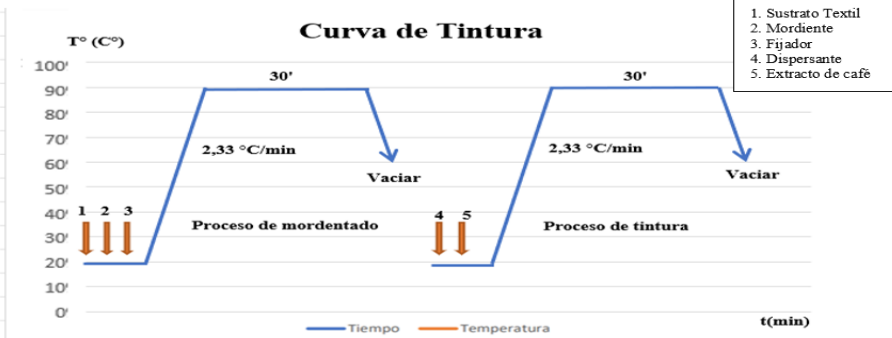
Con los resultados obtenidos tras la implementación de los diferentes mordientes mostrados en la **Tabla 16**, se pudo concluir que el mordiente óptimo es la muestra tratada con ácido cítrico, debido a que los demás sustratos tinturados con los otros mordientes no confieren las características aceptables de teñido.

4.1.2. Resultados del proceso de teñido

En este apartado, se detallan las tablas del proceso de tintura de cada sustrato con las diferentes dosificaciones, aplicando las condiciones y parámetros especificados en la **Tabla 15**, tomando en cuenta como mordiente el ácido cítrico.

Tabla 17

Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 10%


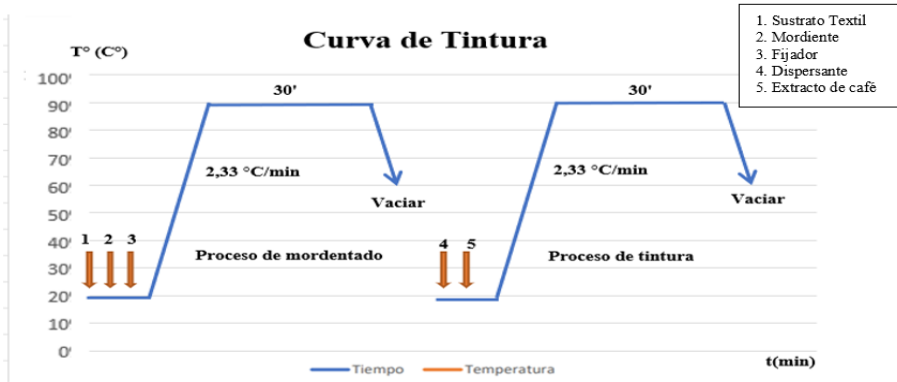
| MUESTRA 1 | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------|---|
| Fecha: | Tipo de prueba: Tintura Textil | | Tiempo: 2 horas |
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: 100% algodón | | Equipo: Autoclave |
| Peso material: 5gr | R/B: 1/10 | Volumen del baño: 50 mL | Tipo de proceso: Tintura por agotamiento |
| PRODUCTOS | g/L | % | Peso (g) |
| Ácido cítrico | | 25 | 1,25 |
| Fijador | | 3 | 0,15 |
| Dispersante | 3 | | 0,15 |
| Café | | 10 | 0.5 |
| MUESTRA TEÑIDA | | | |
|  | | | |
| CURVA DE TINTURA | | | |
|  | | | |

Nota. La receta para la tintura fue determinada durante la experimentación.

La ficha técnica presentada en la **Tabla 17** describe las características del tejido, variables y parámetros que se tomaron en cuenta durante el proceso de tintura. También, presenta la curva de teñido, las dosificaciones de cada auxiliar, colorante y la muestra tinturada con 10% de extracto de café. Las cantidades de los productos se obtienen empleando la formula descrita en el apartado 3.5.2.1.

Tabla 18


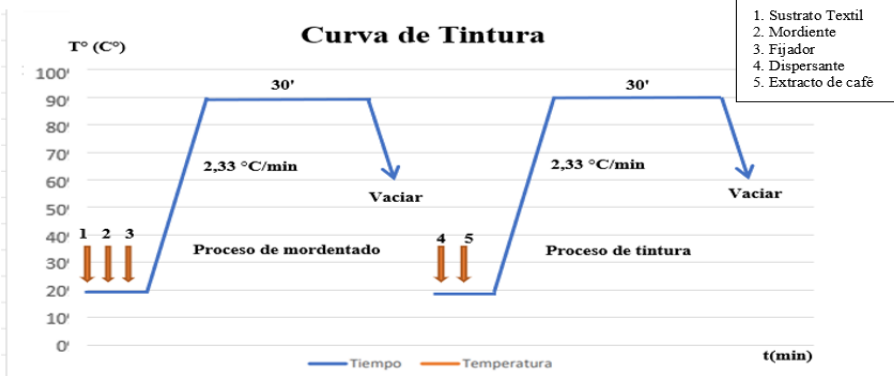
Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 30%

| MUESTRA 2 | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------|---|
| Fecha: | Tipo de prueba: Tintura Textil | | Tiempo: 2 horas |
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: 100% algodón | | Equipo: Autoclave |
| Peso material: 5gr | R/B: 1/10 | Volumen del baño: 50 mL | Tipo de proceso: Tintura por agotamiento |
| PRODUCTOS | g/L | % | Peso (g) |
| Ácido cítrico | | 25 | 1,25 |
| Fijador | | 3 | 0,15 |
| Dispersante | 3 | | 0,15 |
| Café | | 30 | 1.5 |
| MUESTRA TEÑIDA | | | |
|  | | | |
| CURVA DE TINTURA | | | |
|  | | | |

Nota. La receta para la tintura fue determinada durante la experimentación.

La **Tabla 18** detalla las mismas variables y características utilizadas en el proceso de tintura que presenta la **Tabla 17** con la única diferencia de que el porcentaje de extracto de café aumenta a 30%. También se puede observar en la muestra un aumento de tonalidad generado por el incremento de colorante.

Tabla 19*Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 50%*


| MUESTRA 3 | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------|---|
| Fecha: | Tipo de prueba: Tintura Textil | | Tiempo: 2 horas |
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: 100% algodón | | Equipo: Autoclave |
| Peso material: 5gr | R/B: 1/10 | Volumen del baño: 50 mL | Tipo de proceso: Tintura por agotamiento |
| PRODUCTOS | g/L | % | Peso (g) |
| Ácido cítrico | | 25 | 1,25 |
| Fijador | | 3 | 0,15 |
| Dispersante | 3 | | 0,15 |
| Café | | 50 | 2,5 |
| MUESTRA TEÑIDA | | | |
|  | | | |
| CURVA DE TINTURA | | | |
|  | | | |

Nota. La receta para la tintura fue determinada durante la experimentación.

A continuación, en la **Tabla 19** se puede observar que las variables y características son similares a las presentadas en la **Tabla 17**, con la única diferencia de que el porcentaje de extracto de café aumenta a 50%. También se puede observar en la figura el aumento de tonalidad generado por el incremento de colorante.

Tabla 20

Aplicación del proceso de tintura con extracto de café al 70%


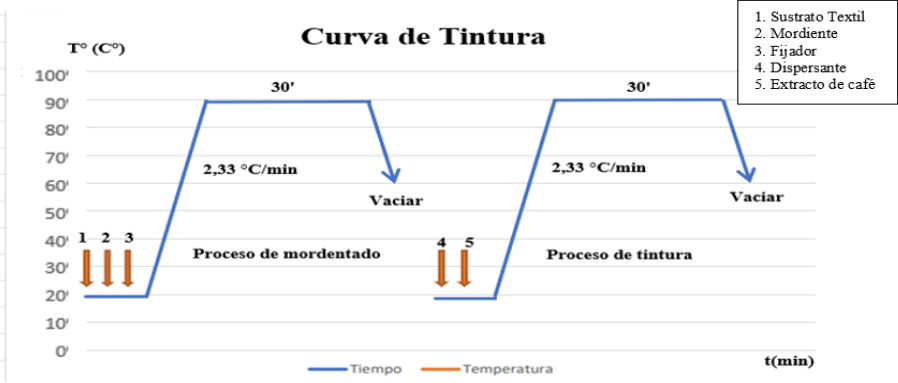
| MUESTRA 4 | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------|---|
| Fecha: | Tipo de prueba: Tintura Textil | | Tiempo: 2 horas |
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: 100% algodón | | Equipo: Autoclave |
| Peso material: 5gr | R/B: 1/10 | Volumen del baño: 50 mL | Tipo de proceso: Tintura por agotamiento |
| PRODUCTOS | g/L | % | Peso (g) |
| Ácido cítrico | | 25 | 1,25 |
| Fijador | | 3 | 0,15 |
| Dispersante | 3 | | 0,15 |
| Café | | 70 | 3.5 |
| MUESTRA TEÑIDA | | | |
|  | | | |
| CURVA DE TINTURA | | | |
| | | | |

Nota. La receta para la tintura fue determinada durante la experimentación.

En la ficha técnica de la **Tabla 20** se detallan las mismas variables y características utilizadas en el proceso de tintura que presenta la **Tabla 17** con la única diferencia de que el porcentaje de extracto de café aumenta a 70%. En la figura se puede observar un aumento en la tonalidad, sin embargo, el tono no tiene una diferencia considerable con la concentración de 50%.

Tabla 21

Aplicación del proceso de tincura con extracto de café al 90%

| MUESTRA 5 | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------|---|
| Fecha: | Tipo de prueba: Tintura Textil | | Tiempo: 2 horas |
| Tipo de tejido: Jersey | Composición: 100% algodón | | Equipo: Autoclave |
| Peso material: 5gr | R/B: 1/10 | Volumen del baño: 50 mL | Tipo de proceso: Tintura por agotamiento |
| PRODUCTOS | g/L | % | Peso (g) |
| Ácido cítrico | | 25 | 1,25 |
| Fijador | | 3 | 0,15 |
| Dispersante | 3 | | 0,15 |
| Café | | 90 | 4.5 |
| MUESTRA TEÑIDA | | | |
|  | | | |
| CURVA DE TINTURA | | | |
|  | | | |

Nota. La receta para la tincura fue determinada durante la experimentación.

A continuación, en la **Tabla 21** se puede observar que las variables y características son similares a las presentadas en la **Tabla 17**, con la única diferencia de que el porcentaje de

extracto de café aumenta a 90%. También se puede observar en la figura el aumento de tonalidad generado por el incremento de colorante.


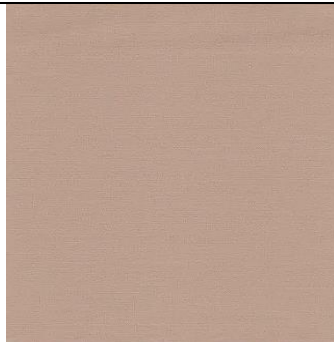


Comparación de las muestras con el Pantone TCX

A continuación, se describe el código de Pantone de color obtenido de las muestras después del proceso de teñido con diferente concentración de café.

Tabla 22

Comparación de las muestras con el Pantone TCX

| Nº | Muestra | Color de tendencia | Condición Pantone |
|----|---|--|--------------------------------|
| 1 |  |  | PANTONE 14-1210 TCX |
| 2 |  |  | PANTONE 15-1213 TCX |
| 3 |  |  | PANTONE 15-1314 TCX |

| Nº | Muestra | Color de tendencia | Condición Pantone |
|----|--|---|--------------------------------------|
| 4 |  |  | PANTONE 16-1317 CTX |
| 5 |  |  | PANTONE 17-1223 TCX |

Nota. La codificación del color de las muestras, está definida por el Pantone TCX.

Para la codificación de las muestras presentadas en la anterior tabla, se tomó en cuenta el Pantone TCX, debido a que esta nomenclatura trabaja con colores que van sobre tejidos de algodón. La asignación para el nombre Pantone se designó desde la primera muestra con 10% de concentración y finalizó con la de 90%.

4.1.3. Tabla de resultados del proceso de teñido

En esta sección, se muestran las tablas con los valores obtenidos en el equipo de laboratorio (espectrofotómetro), después del proceso de tintura. Para determinar si existe un cambio de tonalidad entre las diferentes concentraciones de extracto de café. La **Tabla 24** especifica el DL: diferencia entre más luminoso y más oscuro; DA: contraste entre rojo y verde; DB: contraste entre amarillo y azul; DC: diferencia en la intensidad del color, DH: diferencia en tonalidad, DEcmc: diferencia total del color.

Tabla 23

Resultados del cambio de color en el espectrofotómetro (AT: antes de la tintura)

| Concentración | DL (AT) | Da (AT) | Db (T) | DC (AT) | DH (AT) | Decmc (AT) |
|----------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|
| % | | | | | | |
| 0 | 2,55 | 0,6 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0 |

Nota. Siglas transmitidas por el espectrofotómetro durante el análisis; **AT:** Antes de la tintura, **DL:** diferencia en el valor de claridad y oscuridad, **Da:** Diferencia en el eje rojo y verde, **Db:** Diferencia en el eje amarillo y azul, **DC:** diferencia de croma, **DH:** Diferencia de matiz, **DE:** Valor de diferencia de color total.

La **Tabla 24** detalla los valores obtenidos en el espectrofotómetro después de la tintura.

Tabla 24

Resultados del cambio de color en el espectrofotómetro (DT: después de la tintura)

| Concentración | DL (DT) | Da (DT) | Db (DT) | DC (DT) | DH (DT) | Decmc (DT) |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| % | | | | | | |
| 10 | -14,33 | 3,00 | 10,45 | 10,82 | -1,07 | 16,04 |
| 30 | -20,51 | 3,95 | 11,97 | 12,53 | -1,31 | 19,06 |
| 50 | -21,15 | 3,86 | 12,12 | 12,66 | -1,28 | 19,3 |
| 70 | -22,5 | 4,06 | 12,3 | 12,88 | -1,33 | 19,78 |
| 90 | -24,26 | 4,21 | 12,51 | 13,13 | -1,37 | 20,35 |

Nota. Se presentan los datos del cambio de color del espectrofotómetro con las diferentes concentraciones de colorante, también las siglas de la tabla **Tabla 23** y **DT:** después de la tintura.

4.1.4. Tabla de resultados de solidez al lavado

A continuación, se detalla un resumen de los resultados obtenidos después de la realización de las distintas pruebas de calidad a las que se sometieron las muestras.

En este apartado, se muestra los resultados obtenidos de los ensayos sometidos a las pruebas de solidez al lavado aplicando la norma AATCC 61-2013.

En la **Tabla 25** se detalla el cambio de color de las muestras aplicando la escala de grises.

Tabla 25

Resultado del cambio de color en base a la escala de grises (solidez del color al lavado)

| Colorante | Concentración % | Grado de Cambio de Color |
|------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Extracto de café | 10 | 4 |
| | 30 | 3,5 |
| | 50 | 4 |
| | 70 | 3,5 |
| | 90 | 3 |

Nota. Datos presentados por el espectrofotómetro en escala de grises, en la prueba de solidez del color al lavado.

En la **Tabla 26** se detallan los valores de delta obtenidos en el equipo de laboratorio (espectrofotómetro) antes de someter las muestras a la prueba de solidez al lavado.

Tabla 26

Resultados del cambio de color antes del lavado

| Concentración % | DL (AL) | Da (AL) | Db (AL) | DC (AL) | DH (AL) | Decmc (AL) |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| 10 | 2,25 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,65 | 0 |
| 30 | 2,25 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,65 | 0 |
| 50 | 2,25 | 0,75 | 1,10 | 1,25 | 0,60 | 0 |
| 70 | 2,20 | 0,75 | 1,20 | 1,3 | 0,65 | 0 |
| 90 | 2,20 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,60 | 0 |

Nota. Siglas planteadas en la **Tabla 23** y **AL:** Antes del lavado.

Posteriormente, en la **Tabla 27** se especifican, los valores del espectrofotómetro de cambio de color en las pruebas después del ensayo de solidez al lavado según la norma AATCC 61-2013. Aquí se indican todos los valores de delta dados por espectrofotómetro.

Tabla 27

Resultado del cambio de color después del lavado

| Concentración % | DL (DL) | Da (DL) | Db (DL) | DC (DL) | DH (DL) | Decmc (DL) |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| 10 | -1,43 | -0,75 | -0,38 | -0,54 | 0,64 | 1,17 |
| 30 | 2,61 | -0,02 | -1,15 | -1,11 | -0,3 | 1,36 |
| 50 | 1,67 | -0,33 | -0,57 | -0,64 | 0,15 | 0,83 |
| 70 | 2 | -0,38 | -1,79 | -1,82 | -0,17 | 1,49 |
| 90 | 2,79 | -0,46 | -1 | -1,09 | 0,14 | 1,38 |

Nota. Datos generados por el espectrofotómetro, en las muestras después del lavado. Siglas transmitidas por el espectrofotómetro durante el análisis; **DL:** Después del lavado, **DL:** diferencia en el valor de claridad y oscuridad, **Da:** Diferencia en el eje rojo y verde, **Db:** Diferencia en el eje amarillo y azul, **DC:** diferencia de croma, **DH:** Diferencia de matiz, **DE:** Valor de diferencia de color total.

La **Tabla 28** muestra los resultados de los ensayos sometidos a la prueba de solidez al lavado de transferencia de color según la norma AATCC 61-2013 apartado 6 y 9, en donde detalla que el estudio se puede llevar a cabo en una multifibra o un testigo de algodón blanqueado.

Tabla 28

Resultados de transferencia de color de solidez al lavado en algodón

| Colorante | Concentración % | Tipo de Fibra | Grado de Transferencia |
|------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | 10 | | 3,5 |
| | 30 | | 3 |
| Extracto de café | 50 | Algodón | 4,5 |
| | 70 | | 4 |
| | 90 | | 4 |

Nota. Ensayo de solidez al lavado realizado en un tejido de algodón blanqueado, como testigo.

4.1.5. Tabla de resultados de solidez al frote

La **Tabla 29** muestra los resultados de las pruebas obtenidas de los ensayos sometidos al análisis de solidez al frote aplicando la norma AATCC 08-2013.

Figura 16

Muestra al 10% de concentración – Solidez al frote



Nota. Muestras finales en seco y húmedo después del ensayo de solidez al frote, con 10% de concentración de extracto de café. **Fuente:** Propia

Tabla 29

Resultados de la transferencia del color al frote (seco y húmedo)

| Colorante | Concentración % | Grado de Transferencia | |
|------------------|--------------------|------------------------|--------|
| | | Seco | Húmedo |
| Extracto de café | 10 | 5 | 5 |
| | 30 | 5 | 4,5 |
| | 50 | 5 | 4,5 |
| | 70 | 5 | 4 |
| | 90 | 4,5 | 4 |

Nota. Datos recopilados en el espectrofotómetro durante la prueba de solidez al frote en seco y húmedo.

4.2. Discusión de resultados

En este apartado, se presentan los datos recopilados de manera general de los análisis realizados de solidez, los mismos que fueron tabulados y analizados estadísticamente y que serán sometidos a una evaluación de normalidad mediante el programa estadístico PAST 4.

4.2.1. Evaluación del cambio de tonalidad

En esta sección, se muestra una tabla general de la comparación de cambio de color de la muestra cero con los ensayos de 10-90% de concentración de extracto de café. En la **Tabla 30** se presenta una base de datos general en donde está representado la **Tabla 23** y **Tabla 24** del cambio de color antes y después de la tintura.

Tabla 30

Tabla general del cambio de color antes y después de la tintura

| Concentración % | DL (AT) | Da (AT) | Db (AT) | DC (AT) | DH (AT) | Decmc (AT) | DL (DT) | Da (DT) | Db (DT) | DC (DT) | DH (DT) | Decmc (DT) |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------------|---------|---------|---------|---------|------------|---------------|
| 10 | 2,55 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0 | -14,33 | 3,00 | 10,45 | 10,82 | -1,07 | 16,04 |
| 30 | 2,55 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0 | -20,51 | 3,95 | 11,97 | 12,53 | -1,31 | 19,06 |
| 50 | 2,55 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0 | -21,15 | 3,86 | 12,12 | 12,66 | -1,28 | 19,3 |
| 70 | 2,55 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0 | -22,5 | 4,06 | 12,3 | 12,88 | -1,33 | 19,78 |
| 90 | 2,55 | 0,60 | 0,65 | 0,65 | 0,60 | 0 | -24,26 | 4,21 | 12,51 | 13,13 | -1,37 | 20,35 |

Nota. Datos del espectrofotómetro de las muestras tinturadas y la muestra cero. Siglas obtenidas durante el análisis; **AT:** Antes de la tintura, **DT:** Después de la tintura, **DL:** diferencia en el valor de claridad y oscuridad, **Da:** Diferencia en el eje rojo y verde, **Db:** Diferencia en el eje amarillo y azul, **DC:** diferencia de croma, **DH:** Diferencia de matiz, **DE:** Valor de diferencia de color total.

De acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 30** el Delta E es el valor final de la diferencia de color y este es aceptable cuando los valores son igual o menor a 1, por el contrario, cuando estos son mayores a 1 la comparación es rechazada.

- De 0-1, la diferencia de color no es perceptible por el ojo humano.
- De 1-2, la diferencia de color puede percibirse bajo observación de un profesional.
- DE > 2, es perceptible a simple vista.

Según esta afirmación, se puede evidenciar que el DE con una concentración del 10% de colorante es el valor mínimo en la tabla y la cantidad máxima es el 90% de dosificación. También se pudo demostrar en el cuadro estadístico que se obtuvo resultados en donde cada porcentaje de colorantes tiene un delta E elevado y según las condiciones cada uno representa un color diferente.

4.2.2. Evaluación de solidez al lavado, frote

A continuación, se muestran los datos obtenidos de manera general en los ensayos de solidez al lavado y frote sometidos al espectrofotómetro. La **Tabla 31** muestra una tabla general de los valores conseguidos en la investigación antes y después de que los sustratos sean sometidos al proceso de lavado según la norma AATCC 61-2013.

Tabla 31

Tabla general del cambio de color antes y después del lavado

| Concentración % | DL (AL) | Da (AL) | Db (AL) | DC (AL) | DH (AL) | Decmc (AL) | DL (DL) | Da (DL) | Db (DL) | DC (DL) | DH (DL) | Decmc (DL) |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------|---------|---------|------------|------------|---------------|
| 10 | 2,25 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,65 | 0 | -1,43 | -0,75 | -0,38 | -0,54 | 0,64 | 1,17 |
| 30 | 2,25 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,65 | 0 | 2,61 | -0,02 | -1,15 | -1,11 | -0,3 | 1,36 |
| 50 | 2,25 | 0,75 | 1,10 | 1,25 | 0,60 | 0 | 1,67 | -0,33 | -0,57 | -0,64 | 0,15 | 0,83 |
| 70 | 2,20 | 0,75 | 1,20 | 1,3 | 0,65 | 0 | 2 | -0,38 | -1,79 | -1,82 | -0,17 | 1,49 |
| 90 | 2,20 | 0,75 | 1,15 | 1,25 | 0,60 | 0 | 2,79 | -0,46 | -1 | -1,09 | 0,14 | 1,38 |

Nota. Recopilación general de datos del espectrofotómetro **AL:** Antes del lavado y **DL:** después del lavado, método de solidez y siglas definidas en la **Tabla 27.**

En el análisis de la **Tabla 31**, se puede evidenciar que el DE con una concentración de 50% de extracto de café es el valor mínimo en la tabla y la cantidad máxima es el 70% de dosificación. Tomando en cuenta estas observaciones se puede definir que la tercera muestra con un Delta E de 0.83 tiene una buena solidez al lavado debido a que no supera el valor de 1. Sin embargo, los sustratos como 70%, 90% y 30% tienen un valor más elevado, concluyendo así que su solidez es buena dentro de los parámetros de evaluación de la escala de grises representada en la **Tabla 14**.

Tabla 32

Resumen general de las pruebas (cambio y transferencia de color)

| % | PSL | PSLA | PSFS | PSFH |
|----|-----|------|------|------|
| 10 | 4 | 3,5 | 5 | 5 |
| 30 | 3,5 | 3 | 5 | 4,5 |
| 50 | 4 | 4,5 | 5 | 4,5 |
| 70 | 3,5 | 4 | 5 | 4 |
| 90 | 3 | 4 | 4,5 | 4 |

Nota. Siglas planteadas de las pruebas ejecutadas; **PSL**: Prueba de solidez al lavado, **PSLA**: Prueba de solidez al lavado en algodón, **PSFS**: Prueba de solidez al frote en seco, **PSFH**: prueba de solidez al frote en húmedo.

Según los valores que se pueden observar en la **Tabla 32** que indica las concentraciones de 10%, 30%, 50%, 70% y 90% de extracto de café y los datos obtenidos de las pruebas de solidez al lavado, PSL; y frote PSF; se define lo siguiente:

Los valores de 10%, 50% en la prueba de solidez al lavado de concentración con extracto de café representan datos tolerables dentro de la escala de grises, es decir que no tiene una gran solidez, pero está en un nivel aceptable. Por el contrario, los porcentajes de 30%, 70% y 90%

de colorante presentan una variación de tonalidad, debido a que están fuera del rango permitido dentro de la puntuación.

En la prueba de solidez al lavado en la fibra de algodón, con una concentración de 50% de extracto de café se obtiene resultados satisfactorios, debido a que tiene los datos más elevados según la escala de grises, mientras que con las pruebas de 70% y 90% de colorante los valores de solidez son tolerables. Sin embargo, se puede observar una variación de tonalidad en los ensayos con 10% y 30% de dosificación de color.

De acuerdo con los resultados que se observan en la tabla general, se analiza que la prueba de solidez al frote en húmedo los valores de 10%, 30% y 50% tienen los datos más altos en la escala, por el contrario, los porcentajes de 70% y 90% representan una solidez buena dentro de lo aceptable.

Los valores en las pruebas de solidez al frote en seco demuestran que en los porcentajes de concentración que van desde el 10% hasta 90% de colorante, los datos son satisfactorios, debido a que son los más altos dentro de la escala de grises.

4.2.3. Normalidad de los datos obtenidos


Con el objetivo de determinar si los valores en la transferencia y cambio de color según la escala de grises obtenidos en el equipo de laboratorio (espectrofotómetro) tengan una distribución normal, se aplica el test de normalidad el que nos permite determinar si los datos están dentro de esa condición.

Para esta investigación, se eligió emplear el uso de los métodos numéricos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-Bera JB para la evaluación de los valores obtenidos durante el proceso de experimentación. Para concluir que en estos cuadros estadísticos existen una distribución normal se debe obtener valores mayores a 0.05.

A continuación, en la **Figura 17**, **Figura 18**, **Figura 19** se muestra el test de normalidad realizado en la herramienta estadística PAST 4 para conocer la confiabilidad y normalidad de los datos obtenidos en los ensayos de solidez.

Figura 17

Normalidad de datos pruebas de solidez-transferencia de color **Tabla 32**

 Tests for normal distribution

| | PSL | PSLA | PSFS | PSFH |
|---------------------------|--------|--------|-----------|--------|
| N | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Shapiro-Wilk W | 0,881 | 0,9609 | 0,5522 | 0,881 |
| p(normal) | 0,314 | 0,814 | 0,000131 | 0,314 |
| Anderson-Darling A | 0,3644 | 0,2318 | 1,205 | 0,3644 |
| p(normal) | 0,2732 | 0,6205 | 0,0007517 | 0,2732 |
| p(Monte Carlo) | 0,3177 | 0,7279 | 0,0001 | 0,3093 |
| Lilliefors L | 0,2305 | 0,2371 | 0,4726 | 0,2305 |
| p(normal) | 0,5192 | 0,4731 | 0,0001 | 0,5192 |
| p(Monte Carlo) | 0,5242 | 0,4794 | 0,0001 | 0,5157 |
| Jarque-Bera JB | 0,3754 | 0,2887 | 1,888 | 0,3754 |
| p(normal) | 0,8289 | 0,8656 | 0,3891 | 0,8289 |
| p(Monte Carlo) | 0,7519 | 0,8577 | 0,0001 | 0,7609 |

Nota. Los datos fueron analizados en la herramienta estadística PAST 4. **Fuente:** Propia

Shapiro-Wilk es un test estadístico que se emplea para analizar normalidad, esta prueba se usa cuando el tamaño de la muestra es menor a 50 datos y el método consiste en ordenar los dígitos de menor a mayor valor. Como se observa en la **Figura 17** se obtuvo un resultado de 0,881 en PSL, 0,9609 en PSLA, 0,552 en PSFS y 0,881 en PSFH. En el caso de los ensayos de Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Bera también se analiza la regularidad de los datos.

De modo que, se pudo demostrar en el anterior cuadro estadístico que los resultados en cada prueba se obtuvo datos superiores a 0.05 permitiendo, afirmar que, los valores conseguidos en la experimentación tienen una confiabilidad del 95%.

Siguiendo la misma condición, en la **Figura 18** y **Figura 19** se puede evidenciar que los datos están dentro de la distribución normal, debido a que los valores son superiores a 0,05.

Figura 18

Normalidad de datos prueba de cambio de color proceso de tintura **Tabla 30**

Tests for normal distribution

| | DL (Despues T) | Da (Despues T) | Db (Despues T) | DC (Despues T) | DH (Despues T) | Decmc (Despues T) |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Shapiro-Wilk W | 0,8854 | 0,807 | 0,7822 | 0,7846 | 0,8089 | 0,8212 |
| p(normal) | 0,3345 | 0,09232 | 0,0576 | 0,06031 | 0,09555 | 0,1193 |
| Anderson-Darling A | 0,3793 | 0,5465 | 0,6001 | 0,5979 | 0,5428 | 0,5169 |
| p(normal) | 0,2465 | 0,07682 | 0,05266 | 0,05345 | 0,07881 | 0,09463 |
| p(Monte Carlo) | 0,277 | 0,0757 | 0,0498 | 0,0506 | 0,0754 | 0,0975 |
| Lilliefors L | 0,2958 | 0,3369 | 0,3486 | 0,3548 | 0,3271 | 0,3366 |
| p(normal) | 0,1634 | 0,06156 | 0,04542 | 0,03844 | 0,07884 | 0,06211 |
| p(Monte Carlo) | 0,1758 | 0,0617 | 0,0431 | 0,0329 | 0,0758 | 0,0611 |
| Jarque-Bera JB | 0,7851 | 1,236 | 1,353 | 1,338 | 1,228 | 1,153 |
| p(normal) | 0,6753 | 0,5389 | 0,5083 | 0,5122 | 0,5411 | 0,5618 |
| p(Monte Carlo) | 0,1587 | 0,0482 | 0,0313 | 0,0349 | 0,0497 | 0,0608 |

Nota. Los datos fueron analizados en la herramienta estadística PAST 4. **Fuente:** Propia

Figura 19

Normalidad de datos prueba de cambio de color de solidez al lavado **Tabla 31**

Tests for normal distribution

| | DL (DT) | Da (DT) | Db (DT) | DC (DT) | DH (DT) | Decmc (DT) |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|
| N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Shapiro-Wilk W | 0,7818 | 0,97 | 0,9561 | 0,9063 | 0,9328 | 0,8891 |
| p(normal) | 0,05712 | 0,8755 | 0,7806 | 0,4454 | 0,6158 | 0,3528 |
| Anderson-Darling A | 0,5825 | 0,2297 | 0,2098 | 0,3176 | 0,2732 | 0,36 |
| p(normal) | 0,0596 | 0,6288 | 0,7111 | 0,3747 | 0,5028 | 0,2816 |
| p(Monte Carlo) | 0,058 | 0,7412 | 0,8232 | 0,4325 | 0,5728 | 0,3285 |
| Lilliefors L | 0,333 | 0,2125 | 0,1774 | 0,245 | 0,2366 | 0,2698 |
| p(normal) | 0,06805 | 0,6488 | 0,8732 | 0,4203 | 0,4768 | 0,2755 |
| p(Monte Carlo) | 0,0696 | 0,6679 | 0,8955 | 0,4271 | 0,469 | 0,2926 |
| Jarque-Bera JB | 1,3 | 0,08926 | 0,3613 | 0,4567 | 0,3723 | 0,7117 |
| p(normal) | 0,5222 | 0,9564 | 0,8347 | 0,7958 | 0,8302 | 0,7006 |
| p(Monte Carlo) | 0,0381 | 0,9914 | 0,7852 | 0,6199 | 0,7612 | 0,2156 |

Nota. Los datos fueron analizados en la herramienta estadística PAST 4. **Fuente:** Propia

4.2.4. Análisis de la varianza

En este apartado se da a conocer los valores de la media, error estándar y coeficiente de variación de los datos que se exponen en la **Figura 20** y que se llevaran a cabo en la herramienta estadística PAST4.

En la **Figura 20**, se puede apreciar el coeficiente de variación de todos los análisis, en donde destaca la prueba de solidez al lavado en algodón con un valor de 15% siendo el más elevado, proporcionando así una mayor dispersión en los datos, en comparación con el ensayo de solidez al frote en seco con un valor de 4.56% que nos indica que esta más próximo a la media.

Figura 20

Análisis estadístico de la varianza-prueba transferencia de color *Tabla 32*

Univariate statistics

| | PSL | PSLA | PSFS | PSFH |
|-------------------|------------|------------|-----------|------------|
| N | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Min | 3 | 3 | 4,5 | 4 |
| Max | 4 | 4,5 | 5 | 5 |
| Sum | 18 | 19 | 24,5 | 22 |
| Mean | 3,6 | 3,8 | 4,9 | 4,4 |
| Std. error | 0,1870829 | 0,254951 | 0,1 | 0,1870829 |
| Variance | 0,175 | 0,325 | 0,05 | 0,175 |
| Stand. dev | 0,41833 | 0,5700877 | 0,2236068 | 0,41833 |
| Median | 3,5 | 4 | 5 | 4,5 |
| 25 prcnil | 3,25 | 3,25 | 4,75 | 4 |
| 75 prcnil | 4 | 4,25 | 5 | 4,75 |
| Skewness | -0,5122408 | -0,404796 | -2,236068 | 0,5122408 |
| Kurtosis | -0,6122449 | -0,1775148 | 5 | -0,6122449 |
| Geom. mean | 3,579938 | 3,764474 | 4,895742 | 4,384328 |
| Coeff. var | 11,62028 | 15,00231 | 4,563404 | 9,5075 |

Nota. Los datos de coeficiente de variación fueron analizados en la herramienta estadística

PAST 4. **Fuente:** Propia

4.2.5. Análisis gráfico de resultados

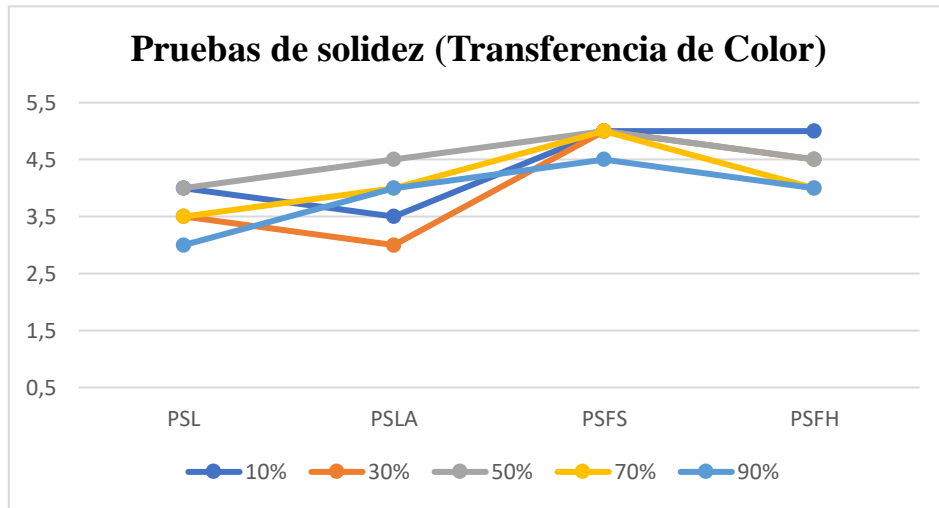
Para analizar e interpretar adecuadamente y de mejor manera los valores expuestos en la presente investigación se emplean graficas estadísticas como Matrix plot y gráfico de líneas.

En la **Figura 21** se puede apreciar un gráfico de líneas en donde se muestran las pruebas de solidez para transferencia de color y está representada por datos laterales que van según la escala de grises desde 1 a 5 en donde la valoración mínima (1) significa un cambio de color drástico y la máxima (5) no existe o no es perceptible a simple vista el cambio de tono.

En la interpretación de la gráfica estadística se aprecia que no existe una gran variación en las pruebas de solidez al frote en seco debido a que los datos están entre 4.5 – 5 y esto, en la escala de grises se define como valores aceptables es decir que el cambio de color no es perceptible a simple vista. Por el contrario, existe una diferencia en el análisis de solidez al lavado en algodón, debido a que las dosificaciones con 10% y 30% se encuentran con valores 3,5 y 3 respectivamente, dando como resultado una mala solidez.

Figura 21

Prueba de transferencia de color – gráfico de líneas Tabla 32

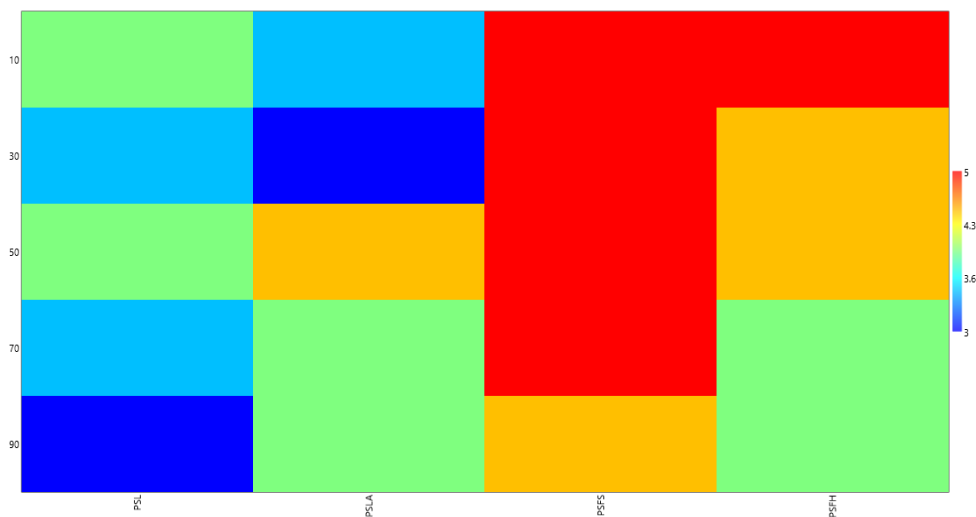


Nota. La gráfica fue realizada en la hoja de cálculo Excel. **Fuente:** Propia

A continuación, la **Figura 22** muestra un gráfico estadístico representado en Matrix Plot obtenido de la herramienta PAST 4, en donde el color rojo se interpreta como ausencia en el cambio de color y por el contrario el color azul representa un cambio de color que a simple vista es perceptible.

Figura 22

Prueba transferencia de color – gráfico Matrix Plot



Nota. La gráfica fue realizada en la herramienta estadística PAST 4. **Fuente:** Propia

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Conforme a lo exhibido en la presente investigación, tomando en cuenta todas las condiciones y los datos obtenidos en el equipo de laboratorio (espectrofotómetro) después de los análisis de solidez al lavado y frote a las que se sometieron los sustratos tinturados con extracto de café, se llega a establecer las siguientes conclusiones:

- El Capítulo II es una recopilación de información que comprende el estado de arte y el marco conceptual, fue iniciado desde la compilación de datos obtenidos de fuentes bibliográficas, de las cuales se adquirió conocimiento sobre varios aspectos del café, que permitieron la redacción de las propiedades, origen, taxonomía, tipos de café y su fase de producción. Aspectos con gran importancia para el desarrollo del presente trabajo de titulación.
- En el proceso de tintura con extracto de café se llevó a cabo pruebas con diferentes mordientes para determinar visualmente cual otorgaba las mejores características de teñido, empleando productos como: cloruro de sodio, sulfato de aluminio, sulfato de cobre y ácido cítrico, determinando finalmente que este último concedía la tintura óptima, debido a que tenía una buena fijación, agotamiento e igualación del colorante.
- Para la variación de tonalidades se empleó diferentes concentraciones de extracto de café que van desde el 10% hasta 90% de colorante y a través del análisis en el espectrofotómetro realizados a cada sustrato tinturado, se pudo concluir que por cada porcentaje el Delta E era superior a 1 con respecto a cada muestra, es decir que el tono más bajo era el de 10% y el más alto el de 90%, concluyendo así que la variación es directamente proporcional, debido a que mientras más porcentaje de color se aplique sobre el peso de la fibra mayor será su intensidad.

- Con respecto al ensayo de solidez al lavado aplicando la norma AATCC 61-2013 apartado 3A de la tabla de condiciones, se llevó a cabo la evaluación del cambio de color de los tejidos tinturados a diferentes concentraciones para verificar si existe algún cambio después del proceso, deduciendo así que las muestras con 10% y 50% de extracto de café están en un rango de 4 en la escala de grises, es decir que no hubo mucha reducción de tonalidad.
- Así mismo, en el ensayo de solidez al frote aplicando la norma AATCC 08-2013 en donde se analizó las pruebas tinturadas, se pudo determinar a través de los valores obtenidos en el espectrofotómetro que los ensayos en seco poseen los mejores resultados dentro de la escala de grises, debido a que los datos en todas las concentraciones van desde un 4.5 – 5, por el contrario en húmedo, los tejidos con una concentración de 70% y 90% presentaron resultados aceptables de un 4 siendo las pruebas con menor estabilidad de color.
- En base al test de normalidad al que se sometieron los datos obtenidos del espectrofotómetro en la herramienta estadística PAST 4 en los análisis de solidez al lavado y frote, se determinó que estos pasaron las prueba Jaque-Bera JB, en $p(\text{normal})$ con valores superiores al 0,05 demostrando así que los dígitos están dentro de la normalidad por lo tanto son confiables para ser sometidos a cualquier análisis estadístico.
- Con respecto a la presente investigación, se concluye que la intensidad del color es directamente proporcional al porcentaje de concentración del extracto de café, también se pudo determinar que los sustratos tinturados tienen una buena solidez al frote en seco y en húmedo están dentro de lo aceptable según la escala de grises, sin embargo, no tienen una buena solidez al lavado.

5.2. Recomendaciones

Para realizar la investigación, se recomienda llevar a cabo varias pruebas preliminares empleando nuevos productos como: fijadores, dispersantes, mordientes, así como también, emplear diversas recetas de tintura en donde se usen otros parámetros y variables, para así poder determinar el producto y el proceso más adecuado de tintura con extracto de café.

Para la obtención de resultados reales durante el proceso de experimentación se recomienda emplear el mismo lote de tela de algodón, así como también después de determinar la receta adecuada de tintura se aconseja usar las mismas condiciones de temperatura, tiempo, pH y auxiliares para que se desarrolle bien todos los procesos de teñido, dentro de las mismas condiciones.

En el desarrollo de la investigación se hizo uso de diferentes equipos que nos permitieron llegar al objetivo del presente proyecto, por lo que es recomendable realizar una inspección en general del dispositivo para ver si está funcionando correctamente, así como también se aconseja calibrar estos aparatos de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante, para asegurar de esta manera que los resultados que se obtienen sean idóneos.

El desarrollo de esta investigación se basó en el método de tintura por agotamiento, y como una forma de expandir la investigación del uso del café dentro de la industria textil para aprovechar todos sus beneficios, se recomienda realizar un proyecto de exploración enfocado en el método de tintura por impregnación o también en el ámbito de la tejeduría.

Adicionalmente a esto, es aconsejable indagar sobre una nueva forma de introducir el café a un proceso textil, es decir, ya no como un extracto, si no en forma de polvo, semilla, entre otras, de forma que su manipulación y posterior implementación a un textil sea más dinámica y eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AATCC. (1921). AATCC La Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.aatcc.org/about/>
- AATCC Technical Manual. (2015). *Technical Manual of the American Association of Textile Chemists and Colorists*.
- Alfaro, M. del R., & Rodríguez, J. (1994). *Impacto ambiental del procesamiento del café en Costa Rica*. Recuperado de https://www.mag.go.cr/rev_agr/v18n02_217.pdf
- Arellano, I. (2012). Materiales de Laboratorio que son y para qué sirven CIS-LAB. Recuperado el 30 de abril de 2023, de <https://www.cislab.mx/materiales-de-laboratorio-que-son-y-para-que-sirven/>
- Arriaga, G. (2005). *DETERMINACIÓN DE TRICROMÍAS PARA TEÑIR POLIÉSTER BASÁNDOSE EN LAS CURVAS DE AGOTAMIENTO DE COLORANTES DISPERSOS*. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0934_Q.pdf
- Asamblea Constituyente de Montecristi. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*. Recuperado de www.lexis.com.ec
- ASC ENGINYER INDUSTRIAL. (2014). *MÁQUINAS DE TINTURA POR AGOTAMIENTO MAQUINAS DE TINTURA POR AGOTAMIENTO, CON LA MATERIA ESTÁTICA Y EL BAÑO EN MOVIMIENTO*. Recuperado de <https://asolengin.files.wordpress.com/2014/09/mc3a1quinas-de-tintura-por-agotamiento1.pdf>
- Bernad, B., Ferrero, A., Melgosa, M., Richard, N., Fernández-Maloigne, C., & Campos Acosta, J. (2017). *Variación de claridad de escalas de gris con las direcciones de irradiación y observación*. <https://doi.org/10.13039/501100003329>

- Burkinshaw, S. M., & Salihu, G. (2019). The role of auxiliaries in the immersion dyeing of textile fibres: Part 1 an overview. *Dyes and Pigments*, *161*, 519–530. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2017.08.016>
- Cabrera, A. (2019). *DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE TINTES NATURALES Y TINTES ARTIFICIALESCHINCHEROS CUSCO 2018*. Recuperado de http://tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3880/1716_2019_quenta_cabrera_a_fi_ag_artes.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Central, P. S. (s/f). *Producción de cafés especiales Manual técnico*.
- Changhyun, N., & Chunhui, X. (2019). *Natural dyeing application of used coffee grounds as a potential resource*. <https://doi.org/10.1080/17543266.2019.1640291>
- Cortazar, A., Coronel, C., Escalante, A., & González, C. (2014). *Contaminación generada por colorantes de la industria textil* (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>
- Cuascota, K. (2021). *ANÁLISIS DE LA TINTURA DE UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN, UTILIZANDO EL NEGRO DE HUMO, MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO* (Universidad Técnica del Norte). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11203/2/04%20IT%20289%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Cumba, M. (2015). “*OBTENCIÓN DE UN TINTE NATURAL A PARTIR DE LA LIANA BAUHINIA MACROSTACHYA (ESCALERA DE MONO) Y APLICACIÓN EN LA FIBRA DE LA PALMA ASTROCARYUM CHAMBIRA BURRET (CHAMBIRA) EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, COMUNIDAD MIWAGUNO.*” Recuperado de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7948/1/04%20IT%20185%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Duicela, L., Castillo, R., Talledo, D., Avellán, C., Ponce, R., Navarrete, A., ... García, J. (2010). *INFLUENCIA DE MÉTODOS DE BENEFICIO SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ ARÁBIGO INFORME TÉCNICO*. Recuperado de <https://docplayer.es/12620878-Influencia-de-metodos-de-beneficio-sobre-la-calidad-organoleptica-del-cafe-arabigo-informe-tecnico.html>

Echeverri, D., Buitrago, L., Montes, F., Mejía, I., & González, M. del P. (2005). *CAFÉ PARA CARDIÓLOGOS COFFEE FOR CARDIOLOGISTS. 11*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332005000200001

Encalada Córdova, M., Soto Carreño, F., & Morales Guevara, D. (2016). COFFEE (Coffea arabica L.) SEEDLING GROWTH WITH FOUR SHADE LEVELS UNDER TWO SOIL AND CLIMATE CONDITIONS OF ECUADOR. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 72–78. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4335.7681>

Esparza, D. (2016). “*ESTUDIO COMPARATIVO DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LOS PROCESOS TEXTILES DE TINTURA DE LANA, UTILIZANDO COLORANTES NATURALES Y SINTÉTICOS*”. Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2441/3/TESIS%20%20D.%20E.pdf>

Espejo, C., & Gomez, C. (2017). *MEJORA DEL PROCESO DE TEÑIDO MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE LOS BAÑOS DE AGUA EN EL ÁREA DE TINTORERÍA EN LA EMPRESA TEXTIL LA MERCED S.A. EN EL MARCO DE LA PRODUCCIÓN MAS LIMPIA*. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12457/TESIS%20-%20Carlos%20Enrique%20Espejo%20Mamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fajardo, S. (2016). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEÑIDO DE FIBRA NAILON IMPLEMENTANDO INSUMOS BIODEGRADABLES*. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5934/1/Sergio%20Javier%20Fajardo%20Portillo.pdf>
- González, M. (2016). *Evaluación de la incidencia de la igualación del color y la corrección de los parámetros tecnológicos en la etapa de teñido en la UB “Desembarco del Granma”*. Recuperado de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7415/Gonz%20C3%A1lez%20Linares%20Maidelys.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Google Maps. (2022). Carrera de Ingeniería en Textiles. Recuperado el 7 de noviembre de 2022, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Carrera+de+Ingenier%C3%ADa+en+Textiles/@0.3781677,-78.1226497,17.75z/data=!4m2!1m6!3m5!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41!2sEstadio+Universidad+T%C3%A9cnica+del+Norte!8m2!3d0.3791785!4d-78.1221017!3m4!1s0x0:0x961fee2a0b1df71!8m2!3d0.3779638!4d-78.1236011?hl=es>
- Guamanquispe, M. (2011). *“GESTIÓN DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE TINTURADO Y ACABADOS EN LA EMPRESA TEXTIL ANDELAS CÍA. LTDA.”* Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/799/1/Tesis_t663id.pdf
- Guandinango, I. (2022). *APLICACIÓN DE UN ACABADO CON CELULOSA DE BAMBÚ (GUADUA ANGUSTIFOLIA), MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO EN TEJIDO JERSEY 100% POLIÉSTER PARA DETERMINAR SU PROPIEDAD ANTIBACTERIANA*. Universidad Técnica del Norte.

- Hong, K. H. (2018). Effects of tannin mordanting on coloring and functionalities of wool fabrics dyed with spent coffee grounds. *Fashion and Textiles*, 5(1).
<https://doi.org/10.1186/s40691-018-0151-3>
- IHS Markit Standards Store. (2013). Test Method for Colorfastness to Laundering: Accelerated. Recuperado el 29 de abril de 2023, de https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=AATCC%2061&item_s_key
- Jiménez, E. (2020). *Nuevos materiales: aplicaciones y sostenibilidad* (UNIVERSIDAD DE VALLADOLID). UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/45458/TFG-I-1783.pdf;jsessionid=E7EC6597163EC3924495D7CEE900EA3F?sequence=1>
- Juma, M. (2013). “*APLICACIÓN DE LA ENZIMA PECTATO LIASA EN EL PROCESO DE DESCRUDE EN TEJIDOS DE PUNTO DE ALGODÓN 100% Y SU INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES DE LOS GÉNEROS TINTURADOS CON COLORANTES REACTIVOS*”. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2657>
- Koh, E., & Hong, K. H. (2019). Preparation and properties of wool fabrics dyed with spent coffee ground extract. *Textile Research Journal*, 89(1), 13–19.
<https://doi.org/10.1177/0040517517736469>
- Lockuán, F. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD V. Tintorería*. Recuperado de http://budetex.com/img/textil/V.libro_tintoreria.pdf
- Mariel, D., & Noel, N. (2010). *EL CAFÉ Y SUS DIVERSAS APLICACIONES EN LA PASTELERÍA*. Recuperado de <https://docplayer.es/6435850-El-cafe-y-sus-diversas-aplicaciones-en-la-pasteleria.html>
- Martínez, S., Hernández, F., Aguilar, G., & Rodríguez, R. (2019). *Coffee pulp extracts: A review of polyphenolic antioxidants and their antimicrobial activity*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7163188>

- Meneses, J. (2020). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PROCESO DE TINTURA ENTRE UNA TELA 100% PES (POLIESTER) Y 100% POLIETILEN TEREF TALATO (PET)* (Universidad Técnica del Norte). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10661/2/04%20IT%20272%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Mongkhorrattanasit, R., Nakpathom, M., & Vuthiganond, N. (2021). Eco-dyeing with biocolorant from spent coffee ground on low molecular weight chitosan crosslinked cotton. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100389>
- 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. En *Rev Soc Quím Perú* (Vol. 85). Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n2/a06v85n2.pdf>
- Palomino, V., Martínez-Bazan, L., Marco, J., Barrera, M., Montesinos, E., & López Laura. (2010). *APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DEL CAFÉ COMO SUSTANCIA TINTÓREA NATURAL EN TEJIDOS DE SEDA PARA EL REFUERZO Y CONSOLIDACIÓN DE OBRA TEXTIL.* Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30751/2010_04-05_175_180.pdf?sequence=1
- PAZOS, S. (2017). *Conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia.* Recuperado de <http://artesianiatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>
- Pérez-soto, E., Godínez-montoya, F., & Ecorfan, L. (s/f). *La producción y el consumo del café.* Recuperado de www.ecorfan.org/spain

- Puerta, G. (2011). *COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA TAZA DE CAFÉ*. Recuperado de www.cenicafe.org
- Rarabaya, M. (2020, abril 23). ¿Molienda fina o gruesa? Tipos de molido para cada cafetera. Recuperado de <https://www.rarabaya.com/articulos/moliendas-cafe>
- Rojo Jiménez, E. (2014). Café I (G. Coffea). *Reduca (Biología). Serie Botánica*, 7(2), 113–132. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- Saltos, J. (2015). “*DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO MULTIFUNCIONAL LAVADORA-TINTURADORA PARA REALIZAR PROCESOS TEXTILES EN PRENDAS DE ALGODÓN, PARA LA PLANTA ACADÉMICA TEXTIL*”. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7932/1/04%20IT%20178%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Santos, R. (2013). *Implementación de mejoras en el proceso de teñido disperso sobre fibra poliéster*.
- Terrazas, E. (2012). *Teñido de textiles con tintes naturales*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/13279429/recetario-de-tintes-naturales-descarga-pdf-materia-pendiente>
- Torres, R. (2010). *DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ (Coffea arabica L.) EN SAN JUAN METALTEPEC MIXE, OAXACA*.
- Valenzuela, C. (2021). *ESTRATEGIA 3R PARA LA GESTIÓN DE LOS EFLUENTES TEXTILES GENERADOS POR LOS PROCESOS TINTÓREOS*. Recuperado de https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4916/URIBE_VALENZUELA_CARMEN_LUISA_MAESTRIA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

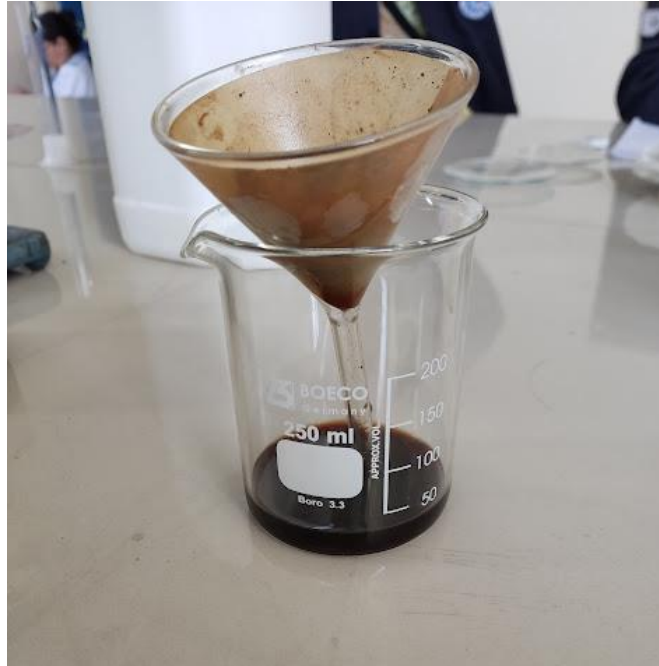
Villalta, K. (2016). *Estudio de la estabilidad de un extracto rojo en polvo de la broza de café (Coffea arabica) para su aplicación como ingrediente colorante en alimentos*. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3884/1/40156.pdf>

Zuriaga, M. (2011). *Estudio del café como sustancia tintórea natural para el refuerzo y consolidación de obra textil* (Universitat Politècnica de València). Universitat Politècnica de València. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11778/estudio%20del%20caf%C3%A9.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1

Filtración para la obtención del extracto de café



Anexo 2

Preparación de los vasos, para el proceso de tintura en autoclave



Anexo 3

Muestra tinturada



Anexo 4

Prueba de solidez al frote



Anexo 5

Prueba de solidez al lavado



Anexo 6

Análisis en el espectrofotómetro



Anexo 7

Resultados de solidez al frote en seco 10% de colorante

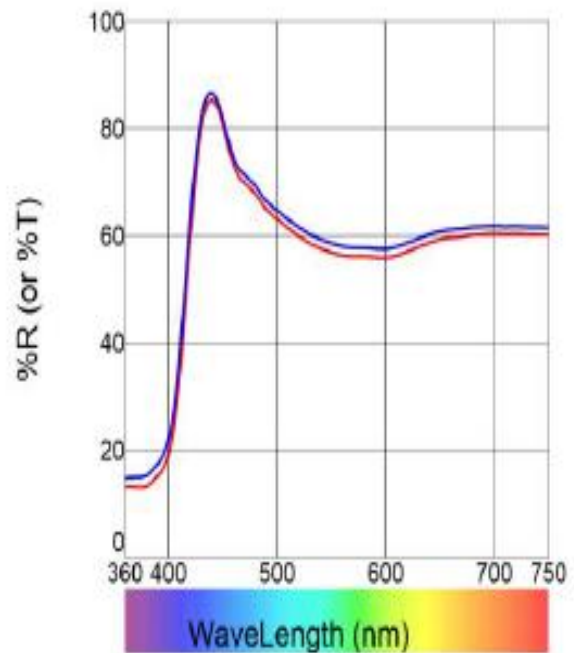
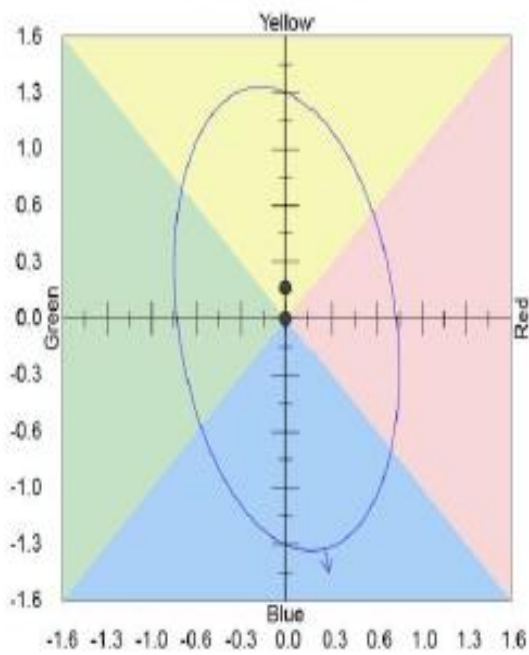
QC

11/01/2023 9:12:08

Customer Name
e-Job31.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIE Lab: D65-10

- Solidez al frote M1-1A - Solidez al frote M1-1A seco



Tolerances:

D65-10

DL* tol

2.40

Da* tol

0.75

Db* tol

1.15

DC* tol

1.20

DH* tol

0.70

P/F tol

1.00

Margin

0.10

I:c

2.00

Standard Name:

Solidez al frote M1-

L*

81.34

a*

2.60

b*

-12.72

C*

12.98

h°

281.67

Trial Name

Solidez al frote M1-

GS Stain

5

DL*

0.89 L

Da*

-0.00

Db*

0.18 Y

DC*

-0.17 D

DH*

0.03 R

DEcmc

0.35

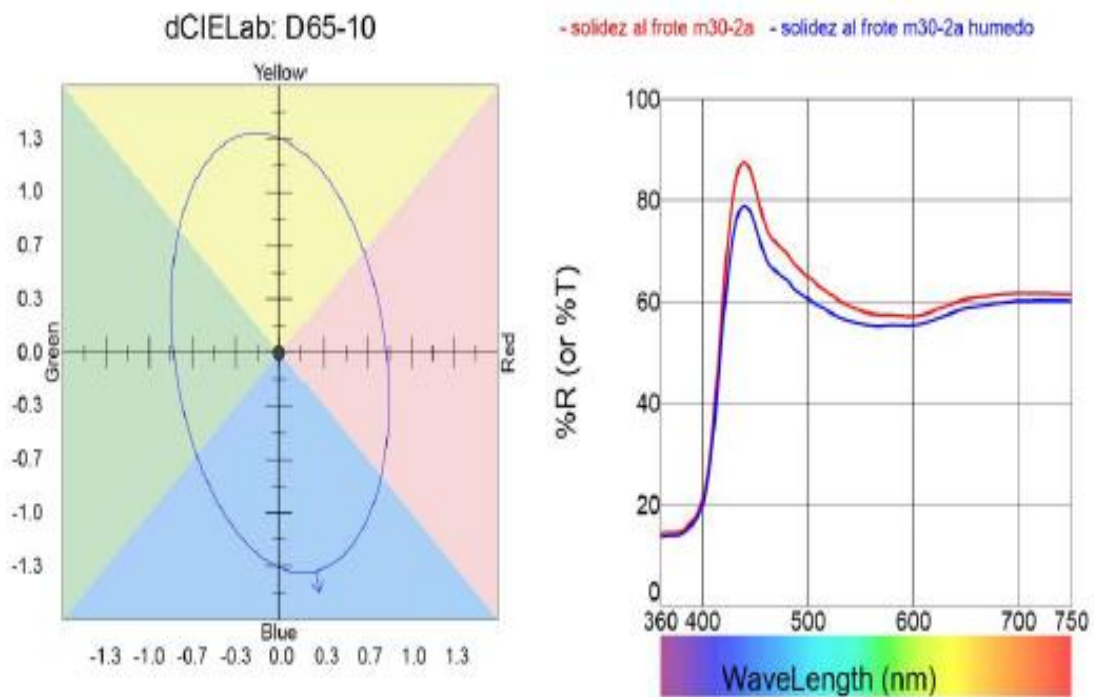
Anexo 8

Resultados de solidez al frote en húmedo 30% de colorante

QC

11/01/2023 9:40:31

Customer Name
e-Job40.jbx [database=iTextile.mdb]



| <u>Tolerances:</u> | <u>DL* tol</u> | <u>Da* tol</u> | <u>Db* tol</u> | <u>DC* tol</u> | <u>DH* tol</u> | <u>P/F tol</u> | <u>Margin</u> | <u>I:c</u> |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------|
| D65-10 | 2.45 | 0.75 | 1.15 | 1.20 | 0.70 | 1.00 | 0.10 | 2.00 |
| <u>Standard Name:</u> | <u>L*</u> | <u>a*</u> | <u>b*</u> | <u>C*</u> | <u>h°</u> | | | |
| solidez al frote m30 | 82.13 | 2.54 | -12.99 | 13.24 | 281.07 | | | |
| <u>Trial Name</u> | <u>GS Stain</u> | <u>DL*</u> | <u>Da*</u> | <u>Db*</u> | <u>DC*</u> | <u>DH*</u> | <u>DEcmc</u> | |
| solidez al frote m30 | 4.5 | -1.66 D | 0.03 R | 2.62 Y | -2.55 D | 0.60 R | 2.12 | |

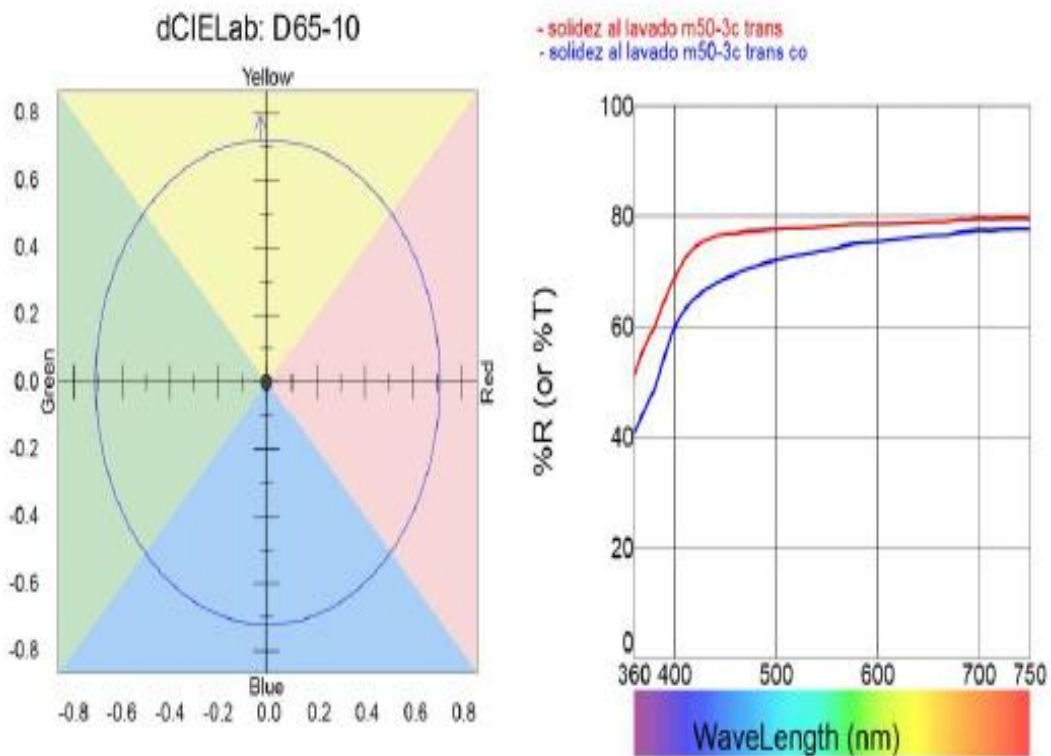
Anexo 9

Resultados de solidez al lavado en algodón 50% de colorante.

QC

13/01/2023 9:00:32

Customer Name
e-Job24.jbx [database=iTextile.mdb]



| <u>Tolerances:</u> | <u>DL* tol</u> | <u>Da* tol</u> | <u>Db* tol</u> | <u>DC* tol</u> | <u>DH* tol</u> | <u>P/F tol</u> | <u>Margin</u> | <u>I:c</u> |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------|
| D65-10 | 2.55 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 1.00 | 0.10 | 2.00 |
| <u>Standard Name:</u> | <u>L*</u> | <u>a*</u> | <u>b*</u> | <u>C*</u> | <u>h°</u> | | | |
| solidez al lavado m5 | 90.84 | -0.05 | 1.32 | 1.32 | 91.96 | | | |
| <u>Trial Name</u> | <u>GS Stain</u> | <u>DL*</u> | <u>Da*</u> | <u>Db*</u> | <u>DC*</u> | <u>DH*</u> | <u>DEcmc</u> | |
| solidez al lavado m5 | 4.5 | -2.00 D | 0.08 R | 3.00 Y | 3.00 B | -0.10 R | 4.23 | |

Anexo 10

Ficha técnica del ácido cítrico



FICHA TÉCNICA

Acido citrico Anhidro

Es un ácido orgánico tricarbólico que están presente un muchas de las frutas y específicamente en limón y naranjas.

Es un producto obtenido por fermentación aerobia de azucares (sacarosa, glucosa) por medio de un microorganismo conocido como *Aspergillus niger*.

Su fórmula química es $C_6H_8O_7$ y su peso molecular: 92.13 g/mo

Especificaciones

| Item | Acido citrico anhidro |
|---------------------|---|
| Apariencia | Polvo fino |
| Color | Blanco |
| Olor | Inoloro |
| Sabor | Fuertemente acido |
| Generalidades | Aditivo alimenticio |
| Pureza | 99.5 - 100.5 % |
| Solubilidad | El ácido cítrico presenta un carácter altamente higroscópico. Es muy soluble en agua, parcialmente soluble en alcohol y poco soluble en éteres. |
| Humedad | 0.5 % max. |
| Hierro | ≤ 50ppm |
| Oxalatos | ≤350 ppm |
| Cloro | ≤ 50 ppm |
| Sulfatos | ≤ 150 ppm |
| Metales pesados | ≤10 |
| Arsenico (como As) | Menos de 3 ppm |
| Calcio | ≤ 200 ppm |
| Cenizas | Menos de 0.05% |

Anexo 11

Ficha técnica del fijador



AV-FIX PF 20

AGENTE DE FIJACION LIBRE DE FORMALDEHIDO PARA COLORANTES REACTIVOS Y DIRECTOS

GENERALIDADES

| | | |
|------------------------|---|---------------------------------------|
| NATURALEZA | : | Compuesto poli amónico orgánico |
| ASPECTO | : | Líquido ligeramente amarillento claro |
| CARÁCTER IÓNICO | : | Catiónico |
| VALOR DE pH (SOL. 10%) | : | 5 - 6 |

AV-FIX PF 20 es fácilmente soluble en agua fría y caliente en cualquier proporción.

AV-FIX PF 20 mejora las solidez húmedas de las tinturaciones y estampaciones con colorantes reactivos y directos sobre fibras celulósicas naturales y regeneradas. Mediante el tratamiento posterior con **AV-FIX PF 20** se incrementan las solidez de contacto y la solidez al lavado con productos domésticos.

La aplicación de **AV-FIX PF 20** no influye sobre la solidez a la luz, no afecta matices y no altera el tacto.

AV-FIX PF 20 es estable a la dureza del agua, electrolitos, ácidos y bases a las concentraciones usuales de utilización. Es compatible con otros productos no iónicos y catiónicos y puede tener interferencias leves con productos aniónicos. Su estabilidad al almacenamiento es excelente.

APLICACION

La aplicación de **AV-FIX PF 20** se realiza previa dilución con agua, sobre fibra bien enjuagada y jabonada, a 30 – 50º C, con una dosificación de 1-3% de **AV-FIX PF 20**, durante 20 - 30 minutos, a pH 5.0 - 6.0. No se necesita enjuague final.

Para aplicación en foulard, según las condiciones de la máquina, se recomiendan 15-30 gramos por litro de **AV-FIX PF 20** con un PH: 5-6.

Anexo 12

Ficha técnica dispersante

AV-DISPERSE NF

DISPERSANTE CONCENTRADO PARA FIBRAS NATURALES Y SINTETICAS

AV-DISPERSE NF es un polvo pardo de reacción levemente aniónica y prácticamente neutra. Es estable al agua dura, a los ácidos, a los álcalis y a los electrolitos

En la tintura de fibras sintéticas con colorantes de dispersión, tiene un excelente poder dispersante sobre los colorantes, manteniéndolos finamente dispersos, impidiendo así los depósitos sobre el material, no solo a ebullición sino también presiones exigidas en tinturas a alta temperatura.

Ha dado también buenos resultados en la tintura de material mezclado.

Cantidad de aplicación: 0.5 - 1.0 g/l

AV-DISPERSE NF es compatible con productos aniónicos y no-iónicos. Si se emplea con productos catiónicos hay que asegurarse antes de su compatibilidad.

La ventaja del **AV-DISPERSE NF** es su empleo simple. No se necesita diluir previamente el producto, pudiéndose agregar éste directamente en los baños de tratamiento.

Ejerce una excelente acción dispersante sobre una escala de pH extendida. No influye negativamente el tacto del material.

CARACTER QUIMICO

Ácidos sulfónicos aromáticos.

OTRAS APLICACIONES

Tintura de fibras poliamidas con colorantes de complejo metálico 1:2

Se empieza la tintura preferiblemente en medio ligeramente alcalino y se acidifica al final del tratamiento. Se emplea **AV-DISPERSE NF** en combinación con el igualante usado, para frenar la gran velocidad de subida de los colorantes de complejo metálico 1:2.

Se emplean: 0.5 - 1.0 g/l de AV-QUEST PLF
0.5 - 1.0 g/l de **AV-DISPERSE NF**
0.5 - 1.0 g/l de Igualante

Se empieza a 40 – 50° C y después de 10 minutos se agrega el colorante bien disuelto. Se calienta entonces lentamente el baño de tintura hasta la ebullición y se tiñe a esta temperatura 60 - 90 minutos.

Para tonos medios y oscuros se agrega al baño después de 30 minutos de ebullición:

- 1.0 - 2.0 % de ácido acético a 60% bien diluido para agotar el baño
- 2.0 Para tipos de fibra con afinidad elevada esta adición no es necesaria.

Anexo 13.

Certificado de uso del laboratorio Textil para los análisis pertinentes de la investigación



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



Ibarra, 02 de febrero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

CERTIFICO

Que la señorita **TREJO MOROCHO ABIGAIL ESTEFANIA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100457272-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**ANÁLISIS DE LA TONALIDAD DE UN TEJIDO DE PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN, TINTURADO MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO CON EXTRACTO DE CAFÉ (COFFEA)**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **AUTOCLAVE** - Norma AATCC 61-2013 Determinación de la solidez al lavado y proceso de tintura.
- **CROCKMETER** – Norma AATCC 08-2013 Determinación de la solidez al frote.
- **ESPECTROFOTÓMETRO** – Empleado para el análisis del cambio y transferencia de color.
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



ING. GUALOTO FAUSTO M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX