



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD

PRESENCIAL

TEMA:

“DESARROLLO DE UN ACABADO IMPERMEABLE EN UN TEJIDO

JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO CERA DE CARNAUBA

“COPERNICIA PRUNIFERA”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Textil

Línea de investigación: Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.

Autor: Lema Pineda Pamela Alejandra

Director: MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

Ibarra, octubre 2023



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100411887-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lema Pineda Pamela Alejandra		
DIRECCIÓN:	Quito 14-64 y Puyo		
EMAIL:	palemap@utn.edu.ec		
TELÉFONO MÓVIL:	098 268 6640	TELÉFONO MÓVIL:	096 740 8507

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DESARROLLO DE UN ACABADO IMPERMEABLE EN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO CERA DE CARNAUBA “COPERNICIA PRUNIFERA”
FECHA:	31/10/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los treinta y uno días del mes de octubre del 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Lema Pineda Pamela Alejandra

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 03 de octubre del 2023

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

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



Firmado electrónicamente por:
WILLAM RICARDO
ESPARZA ENCALADA

Firma:

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C.: 100158901-7

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Titulación es **“DESARROLLO DE UN ACABADO IMPERMEABLE EN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO CERA DE CARNAUBA “COPERNICIA PRUNIFERA”** elaborado por Lema Pineda Pamela Alejandra, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



Firmado electrónicamente por:
WILLAM RICARDO
ESPARZA ENCALADA

Firma:

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C.: 100158901-7



Firmado electrónicamente por:
LUIS ADALBERTO
CHAMORRO ORTEGA

Firma:

MSc. Luis Adalberto Chamorro Ortega

C.C.: 100138875-8

DEDICATORIA

En esta dedicatoria quisiera comenzar por Dios, por sus bendiciones. Junto a mi familia, quienes han fomentado en mí grandes valores, por el apoyo incondicional, por impulsarme a ser mejor.

De igual modo, dedico esta investigación a todas las personas que me acompañaron en toda mi formación académica y profesional.

En especial a tres amadas personas que han significado, siguen y significarán mucho para mí, la razón de seguir adelante en todo lo que me he propuesto a lograr. En primer lugar, a mi madre por su gran amor y generosidad, ha sido una fuente constante de apoyo y aliento durante desafíos con altos y bajos.

A mi hermana por ayudarme en todo y por siempre estar ahí para mí. Y, por último, pero no menos importante, se la dedico a mi padre, quién en vida me acompañó desveladas cuando realizaba esta investigación, siempre me animó a perseguir mis sueños. Vio el potencial en mí y creyó en mí más de lo que yo creía en mí misma.

Lema Pineda Pamela Alejandra

AGRADECIMIENTO

Durante todo mi camino académico principalmente agradezco a Dios por cada momento prestado. Un sentimiento especial de gratitud a mi familia por ser mi motor para seguir, mi pilar, mi apoyo y mi consejera incondicional, con quienes he compartido numerosas anécdotas que me han convertido en la persona que soy ahora.

En particular muchas gracias a mis amigas por ser parte de mi vida dentro y fuera de la universidad, quiénes han estado presente en mis desahogos, apoyándome en momentos de mucha tempestad, alentándome a seguir.

De igual manera quiero agradecer a todos los docentes de la Carrera de Textiles que ayudaron a mi formación profesional en cada una de mis etapas académicas y en especial al Ing. Willam Esparza, que gracias a todo su conocimiento ha sido de guía para el desarrollo de la investigación, como también de apoyo para la culminación de esta.

Y, por último, un agradecimiento muy personal a mi PADRE, mi amigo de vida, quién me enseñó el verdadero significado del trabajo duro, perseverancia y determinación. Él estuvo presente en todas mis aventuras desde mi infancia inclusive hasta su último día.

Lema Pineda Pamela Alejandra

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIAS	ii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes	2
Importancia del estudio	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Características del sitio del proyecto.....	4
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Estudios previos.	5

1.1.1.	<i>Algodón</i>	5
1.1.3.	<i>Petrolato</i>	8
1.1.4.	<i>Cera de Carnauba</i>	10
1.1.5.	<i>Acabado Impermeable</i>	11
1.2.	Marco legal	13
1.2.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	13
1.2.2.	<i>Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte</i>	14
1.2.3.	<i>Tulsma</i>	14
1.3.	Marco Conceptual	15
1.3.1.	<i>Algodón</i>	15
1.3.2.	<i>Tejido de punto</i>	15
1.3.3.	<i>Acabado Impermeable</i>	18
1.3.4.	<i>Cera de Carnauba</i>	18
1.3.5.	<i>Petrolato</i>	20
1.3.6.	<i>Método de Impregnación</i>	21
CAPÍTULO II		22
2.	METODOLOGÍA	22
2.1.	Tipos de investigación a aplicar	22
2.1.1.	<i>Investigación bibliográfica</i>	22
2.1.2.	<i>Investigación experimental</i>	22
2.1.3.	<i>Investigación analítica</i>	22
2.1.4.	<i>Investigación estadística</i>	23
2.2.	Flujogramas	23

2.2.1.	<i>Flujograma general</i>	23
2.2.2.	<i>Flujograma muestral</i>	24
2.3.	Equipos y materiales	26
2.3.1.	<i>Equipos</i>	26
2.3.2.	<i>Materiales</i>	27
2.4.	Normas	28
2.4.1.	Norma ATCC 22-2014: Resistencia al agua	28
2.4.2.	Norma ISO 6330: Solidez al lavado y secado doméstico en tejidos	29
2.5.	Procedimiento.....	29
2.5.1.	<i>Parámetros para el desarrollo del acabado</i>	30
2.5.2.	<i>Caracterización de tela</i>	30
2.5.3.	<i>Gramaje del tejido</i>	30
2.5.4.	<i>Cálculo de rendimiento de la tela</i>	31
2.5.5.	<i>Proceso de Impregnación</i>	31
2.6.	Pruebas de laboratorio	34
2.6.1.	Prueba de resistencia al agua.....	34
2.6.2.	Prueba de solidez al lavado doméstico repetitivo en tejidos	34
CAPÍTULO III		36
3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
3.1.	Resultados	36
3.1.1.	<i>Resultados del proceso de impregnación</i>	36
3.1.2.	<i>Resultados de resistencia al agua</i>	47
3.1.3.	<i>Resultados de resistencia al lavado doméstico repetitivo en tejidos</i>	48

3.1.4.	<i>Resultados de resistencia al agua después del lavado</i>	49
3.1.5.	<i>Tabla general de resultados</i>	50
3.2.	Discusión de resultados	51
3.2.1.	<i>Normalidad de los datos</i>	51
3.2.2.	<i>Análisis de la varianza</i>	52
3.2.3.	<i>Análisis de resultados</i>	53
CAPÍTULO IV		57
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
4.1.	Conclusiones	57
4.2.	Recomendaciones	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
ANEXOS.....		68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte	14
Tabla 2 Procesos de refinamiento y características de Cera de Carnauba	19
Tabla 3 Propiedades Químicas y Físicas del aceite de vaselina.....	20
Tabla 4 Materiales e insumos para el desarrollo del acabado impermeable	27
Tabla 5 Especificaciones generales materia prima de análisis.....	28
Tabla 6 Gramaje de la tela.....	31
Tabla 7 Concentraciones de cera, aceite de vaselina y glicerina.....	32
Tabla 8 Parámetros del proceso de lavado	35
Tabla 9 Resultados del Pick up	36
Tabla 10 Resultados de apariencia acorde a las diferentes concentraciones de cera	38
Tabla 11 Resultados de la prueba AATCC24-2014.....	47
Tabla 12 Resultados de la prueba ISO 6330: Solides al lavado y secado doméstico.....	48
Tabla 13 Evaluación AATCC 22-2014 después del lavado.....	49
Tabla 14 Resultados generales del acabado antes y después del lavado.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles	4
Figura 2	Acabado recubridor en tejido de punto de algodón	7
Figura 3	Prototipo de procedimiento de acabado textil por método de impregnación	8
Figura 4	Comportamiento de nano partículas entre cera carnauba y almidón en el tejido	11
Figura 5	Proceso de elaboración de acabado impermeable a base de cera de carnauba	12
Figura 6	Estructura del tejido de punto	16
Figura 7	Tejido de punto por trama y urdimbre	17
Figura 8	Procedimiento de proceso de impregnación	21
Figura 9	Flujograma general	24
Figura 10	Flujograma muestral	25
Figura 11	Procedimiento Prueba de Rociado	29
Figura 12	Curva del proceso para solución en caliente de Cera de carnauba	33
Figura 13	Normalidad de datos	51
Figura 14	Análisis de varianza	53
Figura 15	Comparación del acabado antes y después del lavado	54
Figura 16	Gráfica Matrix Plot	55
Figura 17	Eficiencia del acabado impermeable	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de uso de Laboratorio	68
Anexo 2 Ficha Técnica de Cera Carnauba.....	69
Anexo 3 Ficha Técnica: Aceite de vaselina	70
Anexo 4 Ficha Técnica: Glicerina	71
Anexo 5 Gráfico Estándar - Prueba de Rociado	72
Anexo 6 Visualización por microscopio y combustión de la fibra - Norma AATCC 20: Análisis de la fibra: Método Cualitativo	73
Anexo 7 Cálculo del gramaje de la tela	73
Anexo 8 Corte de muestras y preparación de soluciones de cera de carnauba.....	74
Anexo 9 Proceso de Impregnación	74
Anexo 10 Proceso de secado.....	75
Anexo 11 Evaluación de muestra ALs - Norma AATCC22-2014: Resistencia al agua.....	75
Anexo 12 Proceso de lavado y secado de muestras posterior al lavado	76
Anexo 14 Evaluación de muestras DL - Norma AATCC22-2014: Resistencia al agua.....	76

RESUMEN

El presente estudio se buscó elaborar un acabado textil aplicando cera de carnauba a diferentes concentraciones con la finalidad de obtener un acabado funcional con características impermeables en un tejido jersey 100% algodón mediante el proceso de impregnación y determinar cual tiene mejores resultados en el textil. Para el desarrollo del proceso se determinaron concentraciones de cera al 18%, 36% y 54%, más 20 ml de glicerina y 120 ml de aceite de vaselina; en base a investigaciones previas para el desarrollo de un acabado impermeable, obteniendo 9 muestras, las cuales 3 son por cada concentración de cera.

Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia al agua en tejidos con la norma AATCC 22 - 2014 y solidez al lavado y secado doméstico según la norma ISO 6330-2021, donde se evaluó la resistencia al agua antes y después del lavado por medio del gráfico Standard Spray Test Rating. Los resultados obtenidos de las pruebas fueron tabulados y para su posterior análisis de confiabilidad se utilizó el software estadístico PAST4, logrando una confiabilidad superior al 95%, las cuales las muestras tratadas con la receta de 54g cera de carnauba, 120 ml de aceite de vaselina y 20 ml de glicerina presentaron mayor resistencia al agua, sugiriendo resultados de fijación de un acabado semipermante.

Palabras claves: Impermeabilidad, Cera Natural, Aceite de Vaselina, Algodón

ABSTRACT

The objective of this study was to fabricate a textile finish on a 100% cotton jersey fabric using carnauba wax at varying concentrations through the impregnation process, aiming to achieve a functional finish with waterproof properties. The goal was to determine the most effective concentration for the desired outcome. The process development involved selecting wax concentrations of 18%, 36%, and 54%, combined with 20 ml of glycerin and 120 ml of vaseline oil. These concentrations were determined based on prior research in waterproof finish development. In total, 9 samples were prepared, with 3 samples for each wax concentration.

The samples underwent water repellency testing following the AATCC 22 - 2014 standard. Additionally, the samples were subjected to domestic washing and drying to evaluate their resistance to these conditions, following the ISO 6330-2021 standard. The water repellency was assessed before and after washing using the Standard Spray Test Rating chart. The obtained test results were tabulated and subsequently analyzed for reliability using the statistical software PAST4, achieving a reliability level exceeding 95%. Notably, the samples treated with a formulation consisting of 54g of carnauba wax, 120 ml of vaseline oil, and 20 ml of glycerin exhibited superior water resistance, suggesting effective fixation of the semi-permeable finish.

Keywords: impermeability, Natural Wax, Vaseline Oil, Cotton.

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema

La finalidad de la presente investigación pretende evaluar las propiedades impermeables en un tejido 100% algodón, aplicado a un proceso de acabado textil físico mediante el método de impregnación con deposiciones de cera de carnauba. Donde, el material ha sido trabajado a diferentes concentraciones, analizado y evaluado bajo las normas AATCC 22-2014: Repelencia al agua y ISO 6330-2012: Solidez al lavado repetitivo doméstico, permitiendo obtener datos útiles que mediante un programa estadístico posibilitó determinar la propiedad de impermeabilidad del producto natural en el tejido. De acuerdo con el proyecto se busca investigar innovadoras alternativas naturales como reemplazo a productos sintéticos que comúnmente son utilizados para el desarrollo de acabados textiles, son opciones con más interés actualmente (Raj et al., 2022).

Las tendencias de textiles celulósicos funcionales a base de ceras naturales favorables al medio ambiente son escasas y pocas conocidas, debido a su característica de absorber agua limitando su utilidad en el desarrollo de un textil nuevo e innovador (Forsman et al., 2020a). Sin embargo, ceras animales y vegetales por sus propiedades físicas y químicas son útiles en el sector industrial, dando una nueva visión tecnológica y accesible al mercado.

La cera de carnauba de origen vegetal tiene propiedades beneficiosas, pero debido a su potencial características de ser hidrófoba, es decir, la capacidad de repeler el agua, es usada como recubrimiento en alimentos y otros productos (Junio et al., 2022).

Dando como resultado nuevos procedimientos para el desarrollo a tejidos funcionales naturales con bajo nivel de contaminación al ambiente, fomentando una industrialización textil en base al cuidado del medio ambiente y el entorno total, para disminuir el impacto que comúnmente se ha visto provocada por el sector textil.

Antecedentes

En la actualidad, la industria textil se encuentra entre una de las industrias más contaminantes por mucho sobrepasando índices de contaminación química debido a la gran demanda de diversos textiles a base de diversos tintes, acabados sintéticos que por lo general son realmente dañinos con el ambiente (Khan et al., 2023). Esto ha provocado que muchos desperdicios de aguas residuales sean expuestos libremente en muchas áreas verdes, sin tomar en cuenta lo peligroso y perjudicial que puede llegar a ser a largo plazo. El uso de nuevos tratamientos ecológicos en relación a acabados en textiles, mediante recursos con el índice mínimo en contaminación al ambiente y salud humana, permitió la creación de textiles con efectos ecológicos (Said et al., 2022).

Las ceras naturales son compuestos que se encuentran en estado sólido, su principal característica es su resistencia al agua cuando se encuentra en estado líquido y vapor. También tiene durabilidad, dureza, resistencia a la tracción, entre otras (Morales Hernández, 2015).

La cera de carnauba tiene infinidad de características, como: recubrimiento este producto es comercializado y accesible dentro del sector industrial alimenticio, farmacéutico, cosmético, etc. y el implementarla dentro de un proceso de acabado impermeable a partir de una solución de cera de carnauba (Liu et al., 2022).

Importancia del estudio

A lo largo del tiempo, la industria textil ha aumentado procesos textiles para la creación de nuevos productos, los cuales han permitido el crecimiento de textiles con distintos usos de acuerdo a las propiedades conferidas mediante la utilización de productos químicos y muchos de estos son peligrosos al ambiente. Estudios mencionados a través de distintas estadísticas y análisis sobre el crecimiento de la problemática, debido a esto en la actualidad buscan nuevas ideas sostenibles o menos contaminantes mediante la investigación a productos naturales. La

naturaleza brinda productos naturales con un rendimiento altamente bueno y ser más accesibles, los cuales, son utilizados en el sector industrial a causa de sus grandes beneficios que en su mayoría son similares a productos sintéticos ya existentes en el mercado, pero con la característica de ser no tóxicos al ambiente (Haule & Nambela, 2022).

Un tejido celulósico puede adquirir características repelentes mediante el uso de compuestos de silicio de alto costo. Sin embargo, estos compuestos son problemáticos a largo plazo por sus efectos al ambiente y salud humana (Forsman et al., 2020a). De modo que, la presente investigación surge de un interés en encontrar una alternativa innovadora mediante el uso de un producto natural para implementarlo a un proceso de acabado textil y así disminuir el uso de productos sintéticos en procesos textiles.

Las aplicaciones a productos naturales dentro de procesos textiles han ido en crecimiento, proporcionando alternativas sostenibles mediante la realización de tratamientos enzimáticos con productos naturales y actualmente son desafiantes a la tendencia en textiles a nivel mundial (Eid & Ibrahim, 2021).

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un acabado impermeable en tejido Jersey 100% algodón aplicando cera de carnauba “Copernicia prunifera”

Objetivos Específicos

- Indagar en diferentes fuentes bibliográficas acerca de las características y propiedades de la cera de carnauba, para hallar procesos adecuados de su aplicación en acabados textiles.

- Ejecutar el proceso de acabado del tejido mediante el método de impregnación aplicando la solución de cera de carnauba a diferentes concentraciones, para obtener muestras a escala de laboratorio.
- Analizar las muestras mediante pruebas de determinación de la resistencia de los tejidos a la humectación con la norma AATCC 22-2014 y de apariencia de los tejidos después de repetidos lavados domésticos con la norma ISO 6330-2012, para obtener datos de laboratorio que facilitarán el análisis de resultados.

Características del sitio del proyecto

La investigación se desarrolló en la ciudad de Ibarra, Ecuador. En las instalaciones de los laboratorios de la Carrera de Textiles pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte. Localizados en las calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, de acuerdo las coordenadas extraídas de Google Maps.

Figura 1

Ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles



Nota. Dirección geográfica de las instalaciones de la Carrera de Textiles. Fuente: (Google Maps, 2023)

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Estudios previos.

1.1.1. Algodón

El algodón (CO) como materia prima en la industria textil es utilizado por sus grandes propiedades mediante varios procesos mecánicos industriales se obtienen hilos o telas, material primordial para la producción de textiles. Tendencias de moda dio paso a que industrias produzcan tejidos con nuevas características a través de distintos procesos químicos y mecánicos mediante el uso de aditivos sintéticos para mejorar características propias de la fibra permitiendo la creación de tejidos funcionales (A R Horrocks and S C Anand, 2000). Antes de proveer nuevas propiedades a los tejidos, estos son tratados con anterioridad para la obtención de un material apto para próximos procesos y como menciona Vásquez (2017) este tratamiento es necesario “para la eliminación de impurezas, grasas o aceites en el algodón provenientes de tejeduría, es necesario que el algodón sea expuesto a un proceso de descruce, es decir, un lavado de baño alcalino y detergente”(p.44).

El tratamiento esencial para preparar un textil y prevenir problemas en procesos de tintura y acabados, pero puede diferir los parámetros debido al material que se utiliza, ya que existen fibras naturales, sintéticas y regeneradas; y no tienen las mismas características o funcionalidades. Los tejidos a base de algodón también son sometidos a temperaturas, la fibra tiene la capacidad de resistir cantidades que oscilan de 190°C hasta 250°C, a diferencia de tejidos sintéticos que soportan más el calor sobrepasando los 140°C (Doménech, 2017). Además, nuevas tecnologías y productos químicos han posibilitado el desarrollo de textiles, prendas de vestir con propiedades de protección de rayos UV, antibacterianas, antiarrugas, ignífugas, repelentes al agua, etc.

La propiedad que resalta la fibra de algodón es su higroscopicidad, la capacidad de absorber mayor humedad a comparación de fibras sintéticas, por tal motivo, el conferir un acabado de impermeabilidad es posible. Sin embargo, anteriormente fabricaban textiles celulósicos impermeables a base de productos químicos sin tomar en cuenta lo perjudicial al medio ambiente, como menciona Ahrens (2011) que: “al estar en contacto constante provocan la destrucción de la capa de ozono”(p.1).

Sin embargo, a pesar de las consecuencias de los químicos, han elaborados nuevos productos artificiales para tejidos celulósicos a base de la mezcla de otros agentes sintéticos, por lo tanto, la contaminación es continua, y aumenta poco a poco. Existe productos naturales potenciales aplicados a textiles de algodón como opción más viable dentro de un acabado textil pero para Ceballos (2011) denota que:

“Hay que distinguir productos que actúan por simple deposición sobre la superficie del tejido con una fina película o capa, y aquellos que entran en reacción con la fibra simultáneamente, modificándola de tal forma que después del tratamiento manifiesta diferentes funcionalidades” (p. 72).

1.1.2. Tejido de punto

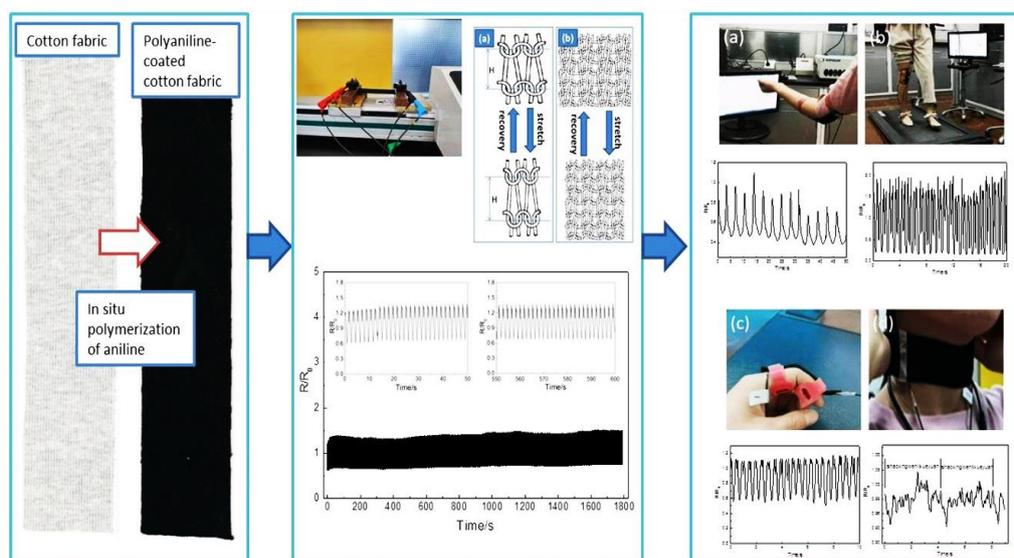
Para otorgar nuevas características o mejorar mismas de textiles de puntos son sometidos productos sintéticos a base de procesos, sin contemplar su impacto ambiental, a consecuencia a lo antes comentado Zambrano et al. (2021), explica que: “La evaluación de biodegradación de textiles de punto de algodón disminuye a ser sometidos a tratamientos de acabados de prensado con sintéticos y repelencia al agua a diferencia de tratamientos de suavizados con silicona” (p.1). Antes de llevar a cabo un acabado textil es primordial conocer la composición de la tela a trabajar para así establecer parámetros e insumos a usarse y obtener un proceso sin reacciones negativas como manchas o daños en el tejido (Pervez et al., 2023).

En base a estudios previos el implementar aceites naturales dio resultados positivos en telas de algodón expuestas a cilindros de presión para homogenizar la dispersión del aceite por todo el tejido, y de acuerdo con Sidra et al. (2021): “Tejidos de grado blanco, teñidas y estampadas mejoraron sus propiedades anti-pilling, solidez del color y solidez al frote a comparación de telas no tratadas con el aceite de semilla de algodón”(p.1).

Actualmente el investigar propiedades físicas y químicas de productos de origen vegetal, ha facilitado al descubrimiento de nuevos métodos donde se pone en práctica procesos de recubrimientos por capas a partir de polímeros con características conductoras para controlar los movimientos del cuerpo humano en tejidos (Zhou et al., 2021).

Figura 2

Acabado recubridor en tejido de punto de algodón



Nota. La figura 3 demuestra que la utilización de la poli anilina como recubrimiento en textil de algodón dio resultados satisfactorios referente a la resistividad del tejido cuando entra en contacto con partes del cuerpo humano como brazo, piernas, dedo índice y cuello, ya que el agente usado es un buen conductor. Fuente: (Zhou et al., 2021).

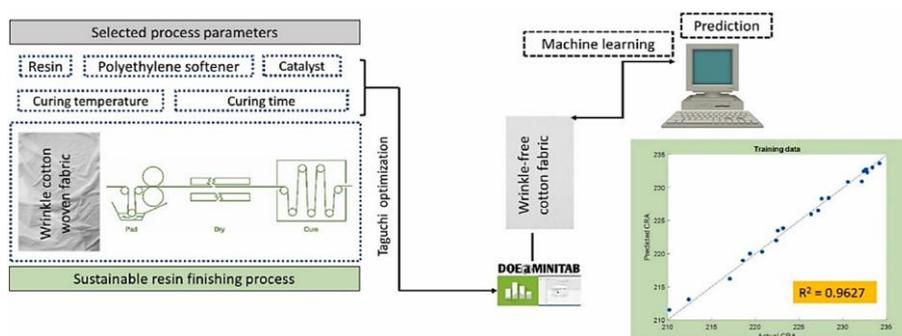
1.1.3. Petrolato

Las recetas mencionadas en párrafos anteriores dan a relucir que el uso de resinas, ligantes, aceites naturales, etc. desarrollan acabados textiles menos dañinos con el medio ambiente mediante el método de impregnación. Sin embargo, el uso de aceites derivados del petróleo, como el Petrolato aplicados en procesos de acabados textiles es posible ya que Santillan (2017) asegura que: “ el utilizar el 87,9 %extracto de cebolla, vaselina en estado líquido al 2,0 %, glicerina al 5,0 % como emulsionante y suavizante, estabilizante al 2,0%, desarrolla un acabado antibacteriano semipermanente en un tejido algodón 100% a través de un Foulard casero ” (p.4).

Además, es fundamental conocer las propiedades de todos los productos a emplear dentro de algún proceso y debido a esto se da relucir un prototipo de procedimiento de impregnación en tejidos de algodón para crear un acabado repelente, como se observa a continuación:

Figura 3

Prototipo de procedimiento de acabado textil por método de impregnación



Nota. La figura 4 muestra un flujograma de procesos donde se utilizó resina RCT®, suavizante de polietileno y catalizador como agente recubridor para un tejido. Fuente: (Pervez et al., 2023).

Así, de acuerdo a la investigación de Pervez et al. (2023) el siguiente procedimiento:

Utilizando 27 muestras con aspecto arrugado, inicialmente cada muestra es sumergida en la solución con una tasa de humedad del 75%, luego a traviesa en medio de rodillos para presionar, expandir y exprimir porcentaje de solución. Posterior, son expuestas a un proceso de secado a 120°C durante 3 min y luego se curan para fijar la solución en el textil.

Por último, las muestras son evaluadas bajo las normas ASTM D1424-21: Determinar la resistencia al desgarro mediante péndulo y ATCC E 313: Índices de blancura, obteniendo un buen rendimiento del acabado en el textil, dando a concluir que si es viable el uso del prototipo ya que muestra resultados con un 95% de confiabilidad (p.2,7).

Para la elaboración de emulsiones recubridoras para madera a base de cera de carnauba se utiliza 15 g de cera de abeja, 10 g de cera de carnauba y 100 ml vaselina líquida. Esta solución permite dar características de protección para alimentos, impermeabilidad, y proporcionar brillo a la madera (Carpintero de los cerros, 2022). Sin embargo, al ser de origen natural existe diferencia en dosificaciones para emulsiones con ceras naturales debido a que los puntos de fusión no son similares. La vaselina líquida para emulsiones con cera de carnauba, su proporción es de 100 g de cera a 400 g de vaselina, ejemplo: 120 ml de vaselina con 30 g de cera. (DINÁMICA, 2021).

Para el desarrollo de un acabado repelente a mosquitos utilizando el método de impregnación se trabaja a temperatura ambiente, presión de 49 psi, velocidad de 15.52 m/min y en el túnel de secado a 140°C de temperatura durante 3 min (Haro, 2022, p.36).

Al utilizar es método es necesario calcular el porcentaje de pick up y este se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pick up} = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} * 100\% \quad (1)$$

1.1.4. Cera de Carnauba

La cera de carnauba está aplicada a diferentes industrias por sus beneficios naturales que brinda a sus productos. Es aplicada en el sector cosmético, farmacéutico, químico, alimenticio y poco en textil (Junio et al., 2022). En este caso, al ser de naturaleza hidrofóbica, la cera es usada en el sector alimenticio como recubrimiento en alimentos para el envasado o conservación. Su finalidad es preservar, mantener productos perecederos fuera de humedad, aumentando la confiabilidad de los alimentos.

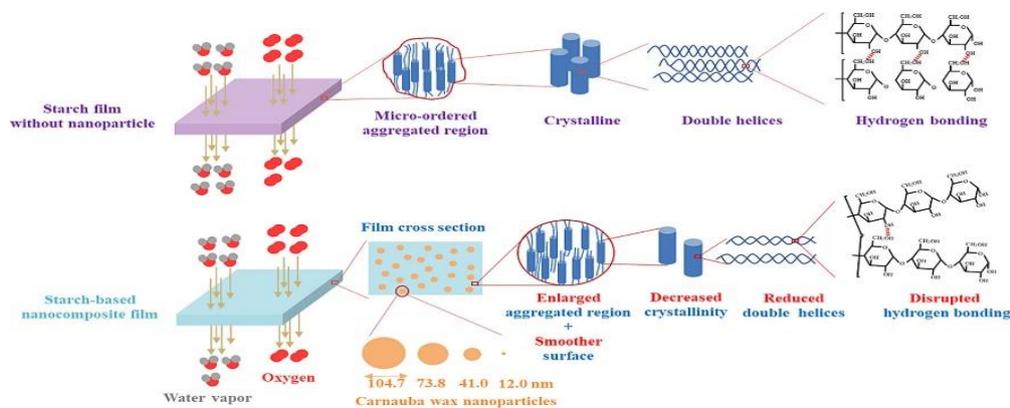
Dentro de los estudios realizados determinan la transpirabilidad y repelencia; de acuerdo a la investigación de Susmita Devi et al. (2022), concluye que: “las películas a base de cera de carnauba presentan excelentes propiedades de repelencia contra la humedad, vapores y la luz, mejorando la estabilidad térmica y la firmeza de las frutas” (p.1).

En la industria textil, la cera vegetal a pesar de tener beneficiosas propiedades su aplicación dentro de procesos textiles es mínima. Sin embargo, la industria manufacturera busca procesos con mejores prácticas verdes para la elaboración de textiles multifuncionales y disminuir el impacto ambiental y reemplazar un sintético de uso común, entre estos podemos encontrar la cera de abeja, es un agente impermeabilizante para el cuero y refuerzo de hilos (Miño Velasco, 2015).

Las funcionalidades de durabilidad que tienen las ceras naturales son útiles en la industria cosmética, como la cera de candelilla ya que es aplicada como protección de labiales, usando 2 g de cera, mejorando consistencia y durabilidad (Morocho & Astudillo, 2018). Y al igual, la cera de candelilla es muy similar a la cera de carnauba. En base a estudios previos se utilizó nano partículas de cera de carnauba y películas a base de almidón para mejorar las propiedades de repelencia a vapor de agua en el tejido.

Figura 4

Comportamiento de nano partículas entre cera carnauba y almidón en el tejido



Nota. Hay reacción en la tela a causa de los agentes químicos utilizados para el acabado. Fuente: (Liu et al., 2022).

Liu et al. (2022) en su investigación, concluye que:

“Los resultados mostraron cierta alteración en los enlaces hidrógeno del almidón, puesto que el vapor de agua formó nuevos enlaces de hidrógenos al tener en contacto con el almidón, disminuyendo su cristalinidad, posibilitando la filtración de vapor. Por ende, la durabilidad del acabado no es permanente por la reacción entre los productos, a pesar del empleo de cera de carnauba”(p.1).

Anteriormente, según Silva et al. (2017) estableció emulsiones compatibles para la cera de carnauba, trabajando a del 1-5% de cera de carnauba, 50% de glicerol (glicerina) y 0.5% de estearato de zinc.

1.1.5. Acabado Impermeable

Las experimentaciones entre ceras de origen orgánico pueden proporcionar característica de resistencia al agua en un tejido celulósico, pero difiere el nivel de permanencia, a efecto puede llegar a ser permanentes, semipermanentes o temporales. En referencia a lo

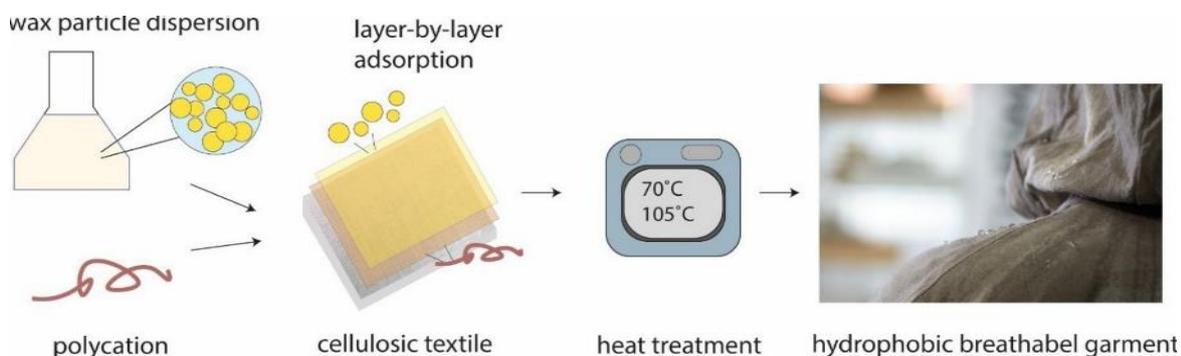
citado, el uso de cera de abeja como agente repelente y nata de coco, Muthukumaran & Pavithra, (2019) mencionan:

La cera de abeja fue triturada uniformemente, esparcida por completo sobre la muestra, luego mediante un calentamiento indirecto fue disuelta para cubrir la tela y secada a temperatura ambiente. Los resultados de repelencia utilizando agua destilada en base a un método manual, el tiempo de humectación fue >100 segundos a diferencia del tejido con acabado a base de nata de coco, asimismo recalcando que continúa siendo biológicamente activo ya que sigue conservando sus propiedades antibacterianas propias de la cera (p.3).

Al implementar almidones naturales catiónicos y cera de carnauba se logró un acabado impermeable por recubrimiento de dos capas (Forsman et al., 2020b).

Figura 5

Proceso de elaboración de acabado impermeable a base de cera de carnauba



Nota. En figura 4 muestra el proceso adecuado para la obtención de un acabado de resistencia.

Fuente: (Forsman et al., 2020b, p.1)

De acuerdo a Forsman et al. (2020a) en su estudio plantea que:

Inicialmente las muestras son lavadas en etanol y agua MilliQ, se usó de 10 g/L de cera de carnauba, 5 g/L de almidón catiónico y 1 g/L de Poli-L-Lisina con agua MilliO a una

temperatura de 100°C con el objetivo de crear una solución apta para el recubrimiento del textil. La inmersión para cada muestra es de 5 min, en seguida son secadas a temperatura ambiente y después curadas en un horno con temperaturas desde 30°C hasta los 105°C con un tiempo de curado de 15 min.

Al final, a través de pruebas de transpirabilidad se evaluó su nivel de repelencia. Y, en conclusión, el emplear temperatura de curado de 70 °C muestra una buena repelencia al agua con dos capas de solución. En efecto a temperatura altas las moléculas de la cera se fundieron a diferencia de temperaturas más bajas, aumentando la cobertura en la superficie, mejorando la hidrofobicidad (p.3,5,7).

Este revestimiento también puede ser aplicado mediante rociado y un proceso de cepillado, por propiedades propias de la cera, como puede observar en el punto (1.3.4.1).

1.2. Marco legal

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

De acuerdo a la Constitución de la Republica del Ecuador (2008) cita los siguientes artículos, los cuales respaldan temas referentes al medio ambiente:

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.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Art. 25.- Las personas tienen derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones del progreso científico y de los saberes ancestrales (p. 14,17).

1.2.2. *Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte*

Dentro de la Universidad Técnica del Norte emplean 10 líneas de investigación, aprobadas por el Honorable Consejo Universitario, las cuales se señalan a continuación:

Tabla 1

Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte

N°	Descripción
1	Producción Industrial y Tecnología Sostenible
2	Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible
3	Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables
4	Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable
5	Salud y Bienestar Integral
6	Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas
7	Desarrollo Artístico, diseño y publicidad
8	Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
9	Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

Nota. Información compilados del Reglamento de Investigación de la Universidad Técnica del Norte. Fuente: (Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica, 2021).

Acorde a la tabla 2 , la línea de investigación que corresponde el presente proyecto de grado es de “Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico” (p.7).

1.2.3. *Tulasma*

La normativa presente en la documentación es de carácter ambiental con el fin del control y prevención a un daño al medio ambiente.

En este sentido, acorde al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (2017) detalla que:

La norma de calidad del aire o nivel de inmisión tiene como principal objetivo preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente (pp. 308, 309).

1.3. Marco Conceptual

1.3.1. Algodón

El algodón es una fibra natural muy utilizada e importante en nivel global debido a todos sus beneficios, se caracteriza por tener la forma redonda y suave como bola de algodón, que mediante procesos industriales facilitan su uso para la elaboración de productos textiles (Kumar et al., 2022).

Es considerado puro celulosa puesto que contiene el 90% de celulosa a diferencia de otras fibras naturales con el 40% - 50% como las fibras de lino, líber, yute y el kenaf. Por lo cual, es vista como una fibra de primer nivel (Hsieh, 2007). La fibra de algodón obtuvo un 22% de todas las fibras producidas en el año 2022. (Textile Exchange, 2022, p.42).

Las fibras de algodón son suaves con capacidad de absorción de humedad y transpirabilidad, permitiéndola resistir el desgaste por abrasión y altas temperaturas, pero tiende a arrugarse con facilidad. Sin embargo, es una de las fibras más demandadas dentro del sector textil por su comodidad (Hosseini Ravandi & Valizadeh, 2011). Cabe señalar que, su clasificación va acorde a distintos puntos como: por su longitud (fibra corta, media y larga), su resistencia, su uniformidad, su diámetro, finura, color, desperdicio (Kumar et al., 2022).

1.3.2. Tejido de punto

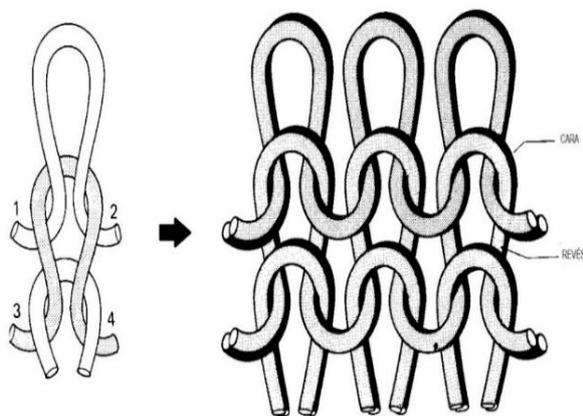
En la actualidad los textiles son cercanos a la vida cotidiana, fabricadas de distintos tipos de telas, tales como telas no tejidas, plana y de punto. Los más producidos son los tejidos

de punto, debido a la comodidad que presenta ante su uso, es decir, su elasticidad puesto que se adaptan con facilidad cuando el cuerpo ejerce fuerza y ejecuta movimientos. El tejido de punto se obtiene tras el entrelazamiento de bucles de forma horizontal o vertical mediante el uso de agujas, Spencer (1996) sostiene:

El término tejido de punto describe la construcción de estructuras textiles mediante la formación de una longitud continua de hilo en columnas de bucles entrelazados verticalmente, dependiendo en gran medida de la disponibilidad de hilos finos, resistentes y uniformemente hilados. Las estructuras de las mallas obtenidas tras el proceso de tejido son construidas entre bucles entrelazados, ese trabajo es desarrollado por las agujas dentro de la máquina circular, ya que cumplen la función de tejer hilos y fabricar telas de punto (p.95,96).

Figura 6

Estructura del tejido de punto



Nota. Se observa la estructura del entrelazada entre bucles y la creación de la malla. Fue adaptada de (Spencer, 1996, p. 95 y 110).

Existe dos clases de métodos de tejido en punto, estos son: tejido de punto por trama y urdimbre. Según Spencer (1996) cita lo siguiente:

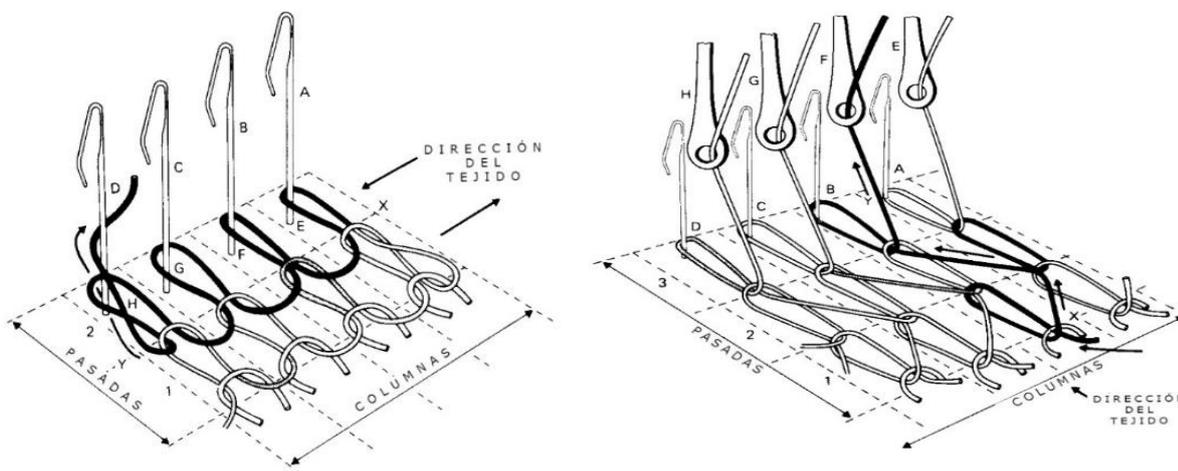
El tejido de punto por trama, las agujas adyacentes se tejen una tras otra, formando bucles en dirección horizontal. Se alimenta desde paquetes separados. A diferencia del tejido de punto por urdimbre, los puntos se tejen en dirección vertical y la alimentación es mediante las agujas desde uno o más plegadores de urdimbre (p.101).

Al conocer los tipos de tejidos de punto, también es esencial señalar que los ligamentos básicos de géneros de punto, su diseño difiere por la estructura del tejido y según Cabrera (2018) son los siguientes:

- Estructuras Simples: Podemos encontrar diseños básicos, puesto que tienen una sola puntada. Son: Tejido Jersey, Link-link, Interlock y Rib.
- Estructuras Compuestas: Su diseño se caracteriza por estar formada por dos o más puntadas. Ejemplo: Tejido Acanalado (p.45).

Figura 7

Tejido de punto por trama y urdimbre



Fuente: Adaptado de (Spencer, 1996, p.48, 49).

Los productos finales al ser de punto son más cómodos al cuerpo de la persona, y al añadir ciertos acabados mejora su funcionalidad y apariencia.

1.3.3. Acabado Impermeable

En ciertos aspectos, el utilizar productos naturales disminuye un cierto porcentaje la contaminación a diferencia de un sintético. A textiles de diferentes materias primas se les puede dar varias funcionalidades, entre ellos un proceso mecánico para hacerlos más suaves y compactas, o también se pueden impregnar líquidos para que esta obtenga un acabado impermeable (Hallet, 2010 citado por Miño Velasco, 2015, p.34). Un acabado impermeable provee al tejido la capacidad de resistencia de líquidos y aire, este efecto se logra con emulsiones, siliconas, resinas y pasos por calandrado. La funcionalidad cambia debido a condiciones atmosféricas, mientras aumenta la presión pierde su acabado (Bosch, 2011).

1.3.4. Cera de Carnauba

La cera de carnauba pertenece al grupo de ceras naturales de origen vegetal, la cera es extraída de las hojas del árbol “Copernicia prunifera”. Además, se la puede encontrar con el sinónimo de “Copernicia cerífera” en el mercado y su composición es la siguiente:

Este tipo de cera se compone principalmente de ésteres de ácidos grasos (80-85%), alcoholes grasos (10-16%), ácidos (3-6%) e hidrocarburos (1-3%). Y algunos componentes inorgánicos presentes en la cera son aluminio, calcio, hierro, manganeso, cobre, magnesio, sodio y zinc (Junior et al., 2022, p. 6).

La cera de carnauba es la más fuerte entre todas las ceras de origen natural que se comercializa en la actualidad, se debe puntualizar que tiene una solubilidad limitada, es decir insoluble en agua, pero soluble en alcoholes y aceites.

Tiene la capacidad de proteger a las plantas ante variaciones climáticas, principalmente en condiciones ambientales secas, por lo general, se la obtiene de forma sólida y quebradiza. Sin embargo, mediante el implemento de aceites y ceras naturales se logra la obtención de productos en estado líquido a base de cera de carnauba. Su clasificación se la detalla en la **Tabla 2**, la cual sus características dependen mucho de su proceso de refinamiento.

Tabla 2*Procesos de refinamiento y características de Cera de Carnauba*

Tipo	Color	Proceso de refinamiento	Humedad/	Impurezas	Ceniza	Índice de		Punto de	Índice de	
			Material Volátil (% máx.)	insolubles (% máx.)	(% máx.)	acidez min	máx.	fusión (°C mín.)	saponificación min.	máx.
Claro 1	Amarillo claro	Filtración	0.5	0.1	0.2	2.0	6.0	83.0	78.0	85.0
Medio 2	Naranja claro	Filtración	0.5	0.1	0.3	2.0	6.0	82.0	80.0	90.0
Claro 3	Naranja oscuro	Filtración	0.5	0.1	0.3	4.0	10.0	82.5	80.0	90.0
Marrón 4	Marrón oscuro	Filtración	0.5	0.1	1.0	4.0	10.0	82.5	80.0	90.0
Negro 5	Negro	Centrifugación	0.5	1.0	1.0	-	-	82.5	80.0	90.0

Fuente: Adaptado de (Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento, Gabinete de Ministro 2004 citado por USDA, 2014, p.2)

1.3.4.1. Propiedades físicas

La cera de carnauba es extraída de forma sólida, es denominada reina de las ceras por su durabilidad y resistencia al desgaste a diferencia de otras ceras vegetales. Por su color, puede diferir en sus características ya que en el mercado comercial se la encuentra desde un color amarillo a un negro. Además, es producto compatible con la piel. De acuerdo a USDA (2014) cumple las siguientes propiedades:

- Punto de fusión es de 82-86 °C
- Insoluble en agua
- Olor resinoso
- Solubilidad a alcoholes (acetato de etilo), cloroformo y aceites
- Saponificación 78-88 mg KOH/g

- Su densidad relativa es de 0,97 g cm³ (p. 2)

1.3.4.2. *Propiedades químicas*

La estabilidad química de la cera de carnauba se mantiene estable ante condiciones normales, pero inestable al entrar en contacto con ácidos o agentes oxidantes. Su punto de inflamación de 299 °C y un pH de 2-7 (Molina, 2017).

1.3.5. *Petrolato*

El petrolato es conocido en el mercado como vaselina y también el aceite de vaselina, ideal para la reparación de electrodomésticos y mantenimiento de puertas (bisagras) (FAREN Chemical Industries, 2019). El Petrolato es útil para lubricar mecanismos y dar brillo a superficies de artículos de madera y cuero pero principalmente no es peligroso para la salud humana y el medio ambiente (Acofarma, 2018).

Puede encontrarse líquido o pasta, útil para lubricar dispositivos de mecanismos, dar brillo en la superficie de artículos de madera, etc. (Disol B, 2013). A continuación, se describe las características Químico-Físicas del aceite de vaselina:

Tabla 3

Propiedades Químicas y Físicas del aceite de vaselina

Descripción del producto Aceite de vaselina	
Olor	Característico
Color	Líquido incoloro
Peso específico	0,73 kg/L

Fuente: (FAREN Chemical Industries, 2019, p.1)

También se caracteriza por ser insoluble al agua, poco soluble para el etanol al 96% pero mezclable con hidrocarburos y aceites, podemos sacar a relucir que es utilizado como

emoliente en dermatología porque ayuda a suavizar y humedecer superficies ásperas. Además, es usado como excipiente y disolventes en pomadas y ungüentos para proveer mayor consistencia y forma, donde posibilite su uso y dosificación. Y finalmente, este producto se usa para una gran variedad de productos cosméticos, y también en alimentación, como protección (Acofarma, 2018).

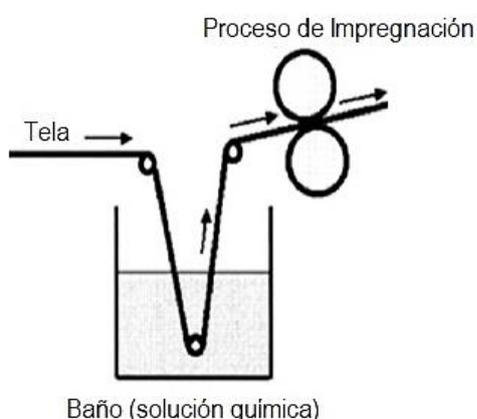
1.3.6. Método de Impregnación

El método de impregnación representa una parte muy importante en los procesos de ennoblecimiento textil, se basa en depositar primero un colorante, apresto o agentes funcionales sobre un artículo textil, donde Besednjak (2011) detalla “sumergir el sustrato textil en un baño y pasar el mismo a través de cilindros de presión para extraer el exceso del baño”(p.1).

La buena impregnación depende en primer lugar de la afinidad entre la solución y el sustrato; sino también de la solución porque transporta el agente funcional al tejido. El método de impregnación es de utilidad conocer el porcentaje de humedad absorbió el sustrato textil (Endara & Marisol, 2017). El porcentaje de humedad se puede determinar mediante la fórmula de pick up, como se detalla en la fórmula (1).

Figura 8

Procedimiento de proceso de impregnación



Fuente: (Hebeish et al., 2011, p.3)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipos de investigación a aplicar

En este capítulo se detalla de forma específica acerca de los materiales, equipos, parámetros, procedimientos, etc., necesarios para el planteamiento práctico del presente estudio. Tomando en cuenta el tipo de investigación que es aplicable al mismo.

2.1.1. *Investigación bibliográfica*

De acuerdo con Matos (2020) una investigación bibliográfica comprende en la revisión y compilación de información bibliográfica con respecto a un tema a estudiar. La información puede ser tomada de revistas, libros, artículos, sitios digitales, etc., de tal manera sirva de apoyo y base para la investigación a realizar con el objetivo de sustentar una hipótesis o resolución a una problemática.

2.1.2. *Investigación experimental*

Conforme a Barrantes (2016) menciona que: “el método de una investigación experimental es necesario de todo proceso científico, porque implica la alteración de una variable en un ambiente vigilado, desarrollando un tipo de comparación, con el objetivo de responder interrogantes de un tema planteado (p.1). Por lo tanto, en este estudio se planteó la modificación de las propiedades de un tejido jersey 100% algodón empleando cera de carnauba a distintas concentraciones a fin de obtener parámetros adecuados para la elaboración de un acabado impermeable.

2.1.3. *Investigación analítica*

Según Lopera Echavarria et al. (2010) cita que “la investigación de método analítico trata de la desmembración de un todo, descomponiéndolo en partes para llegar a observar su origen, causas y efectos” (p.15).

El muestreo es parte importante del método analítico, con la finalidad de demostrar una hipótesis, de modo que los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio nos permitieron observar variaciones, las cuales fueron tabuladas de forma ordenada, clara y concisa; útiles para su representación en programas estadísticos.

2.1.4. Investigación estadística

Métodos estadísticos empleados a una investigación permite al usuario la interpretación de forma eficiente a datos variables obtenidos de una muestra de sujetos, permitiendo llegar a conclusiones válidas a un tema de estudio, mediante el uso de herramientas informáticas (Ostled, 2021, p.5).

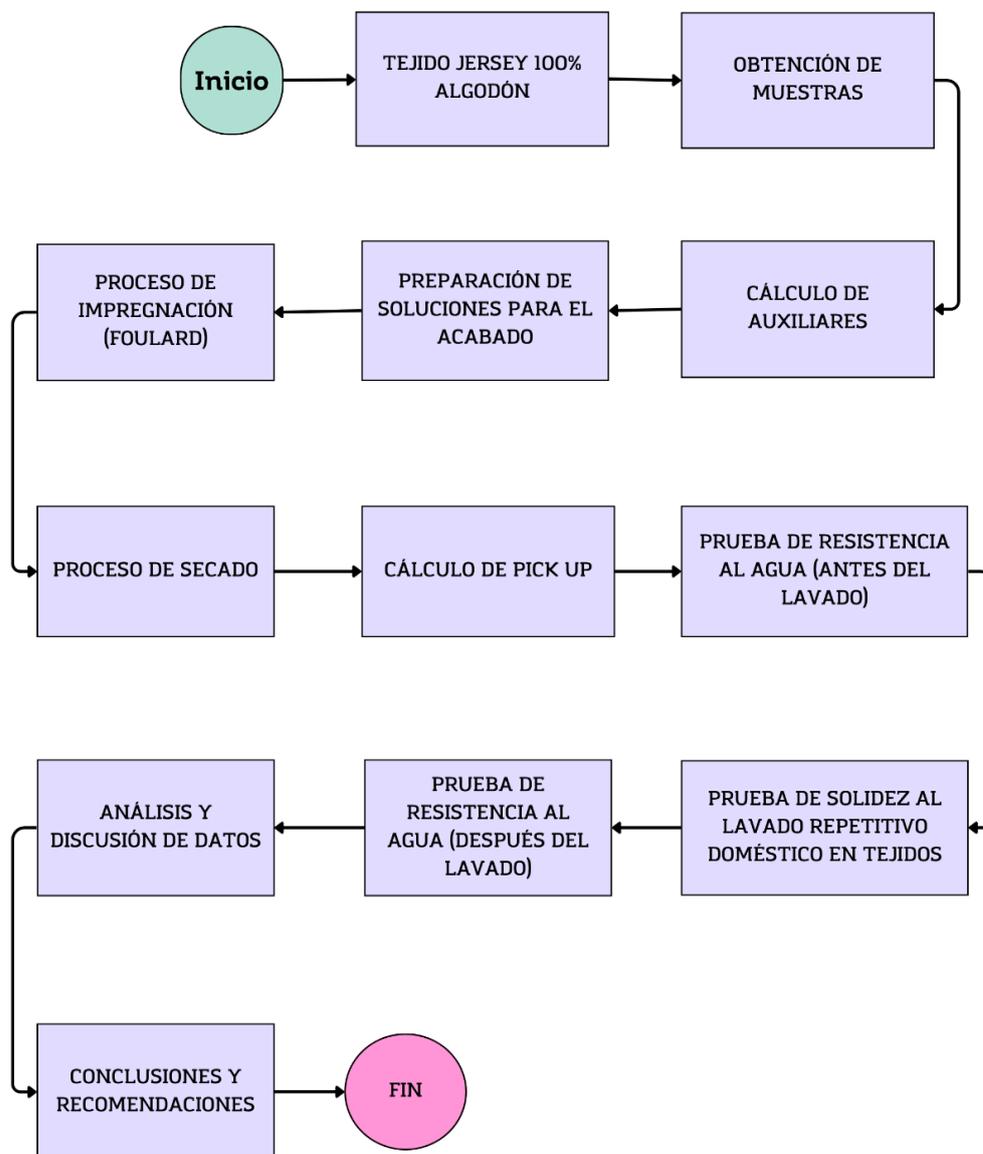
Por consiguiente, los datos tabulados conseguidos de las muestras de laboratorios fueron analizados, representándolos en gráficas estadísticas demostrando la conclusión al tema planteado

2.2. Flujogramas

Es una herramienta visual y útil para representar gráficamente procesos de tema planteado en la investigación, donde se puede identificar los pasos necesarios para alcanzar cada etapa de los procesos involucrados en el progreso del proyecto a medida que se desarrolla.

2.2.1. Flujoograma general

A continuación, se expone un flujograma de procesos generales del tema plantado para mejor comprensión de cada procedimiento que se realizó.

Figura 9*Flujograma general*

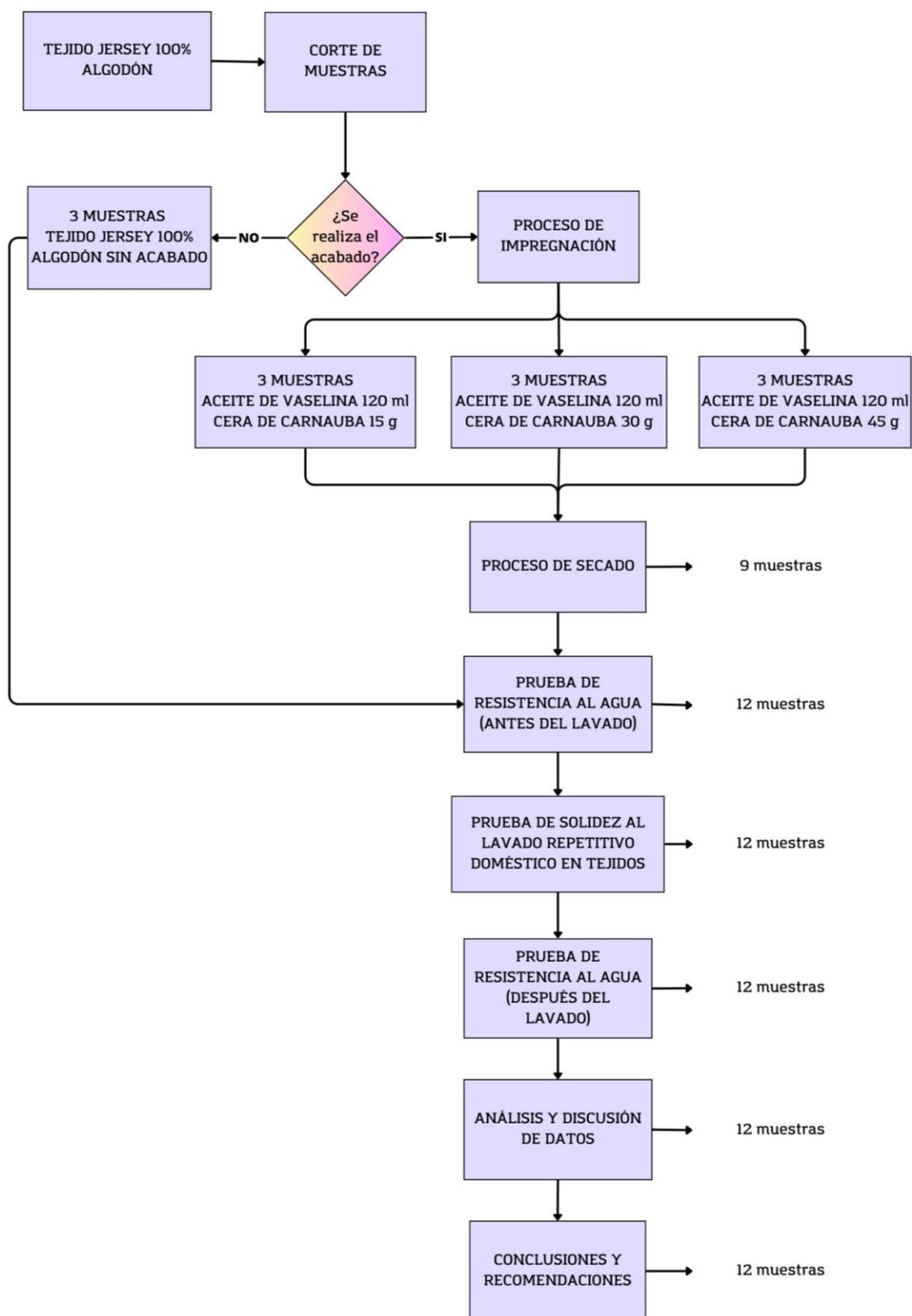
Fuente: Propia

2.2.2. *Flujograma muestral*

Seguidamente se muestra el flujograma de procesos para el desarrollo de prácticas de laboratorio de muestras de acuerdo al tema del presente estudio.

Figura 10

Flujograma muestral



Fuente: Propia

2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Equipos

El desarrollo de la parte práctica de la investigación hizo necesario la utilización de equipos de laboratorio de las instalaciones de la Carrera de Textiles.

- **Foulard**

Desarrolla acabados textiles mediante pruebas preliminares pequeñas. A través de cilindros de presión permiten la impregnación de soluciones en tejidos en dirección de abajo hacia arriba o viceversa para mayor homogeneidad del acabado (Mathis, 2020). El foulard facilitará la impregnación de solución de cera a diferentes concentraciones en las muestras.

- **Túnel de secado**

Realiza el proceso de secado de textiles con la intervención de una cinta transportadora a través de un túnel (Haro, 2022). Se deben establecer todos los parámetros de temperatura y tiempo considerando que tipo de material textil se está utilizando.

- **Spray Tester**

El spray Tester es un equipo de laboratorio que permite la medición del grado de resistencia de humectación al agua de diferentes textiles, principalmente para la verificación de la eficiencia del acabado de repelencia al agua mediante un gráfico estándar (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010).

- **Wascator**

Máquina textil útil para determinar pruebas de solidez a lavados en tejidos, estabilidad dimensional y contracción a escala laboratorio bajo normas europeas (ISO). (James Heal, 2000). La norma aplicada en la máquina Wascator del laboratorio de la carrera es la ISO 6330: Pruebas de lavado y secado doméstico.

2.3.2. *Materiales*

En la **Tabla 4** se describe la función de los materiales e insumos empleados en la práctica del desarrollo del acabado impermeable.

Tabla 4

Materiales e insumos para el desarrollo del acabado impermeable

Materiales e insumos	Función
Vasos de precipitación	Objeto de forma cilíndrica, útil para medición y mezcla de líquidos. Material de vidrio.
Balanza analítica	Sirve para la medición de masas.
Reloj de vidrio de laboratorio	Lámina de cristal que resiste líquidos y pesa productos sólidos.
Termómetro	Instrumento que mide el grado de temperatura.
Pipeta	Instrumento graduado que permite medir y transferir volúmenes de líquidos.
Probeta	Objeto de vidrio de forma tubular que mide líquidos.
Agitador	Varilla de vidrio, permite la mezcla de soluciones líquidas.
Cera de carnauba	Cera de origen vegetal, estado sólido granulado.
Glicerina	Sustancia viscosa y tonalidad clara
Aceite de vaselina	Aceite que provee suavidad e hidratación.

Nota. Los materiales e insumos fueron utilizados durante toda la parte práctica de la investigación (Ipiates Mesa, 2022, p.50)

Seguidamente en la **Tabla 5** se comparten las especificaciones de la materia prima empleada en el desarrollo del acabado de la presente investigación.

Tabla 5*Especificaciones generales materia prima de análisis*

MATERIA PRIMA		
	Composición	Algodón 100 %
	Tipo de tejido	Tejido de punto, Jersey ATP
	Título del hilo	30 Ne
	Ancho del tejido (cm)	1,63 ± 0.2
	Gramaje (g/m²)	154 ± 8
	Rendimiento (m/Kg)	3,94 ± 0.2
	Peso Total	3,00 Kg

Nota. Datos determinados por la empresa textil INDUTEXMA.

2.4. Normas

Para la determinación del grado de humectación y la apariencia del acabado en el tejido se manejaron las siguientes normas:

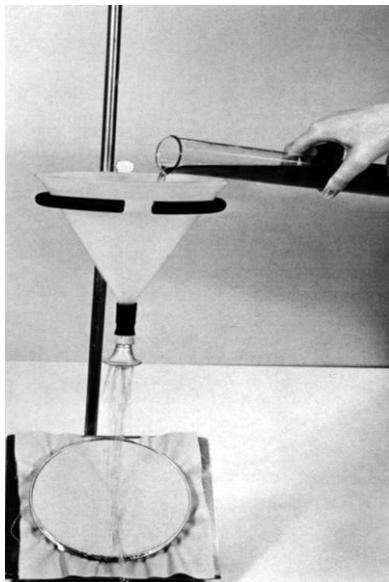
2.4.1. Norma ATCC 22-2014: Resistencia al agua

Método empleado para la medición de la resistencia de los tejidos, ya sean con o sin acabado hidrófugo a través del proceso de pulverización. Se puede evaluar tejidos de diferentes fibras, bajo las siguientes condiciones de acuerdo a American Association of Textile Chemists and Colorists (2010):

- Las muestras deben ser de 18 x18 cm.
- El Acondicionamiento de la sala es: humedad relativa de ser a $65 \pm 2\%$ y temperatura de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ y del agua destilada es horas antes agua destilada a $27 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$.
- La evaluación se realiza la parte de la cara del tejido. Y el tiempo de rociado puede ser de 25 a 30 segundos por cada muestra (p.67).

Figura 11

Procedimiento Prueba de Rociado



Fuente: (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010, p.68)

2.4.2. Norma ISO 6330: Solidez al lavado y secado doméstico en tejidos

Este método describe un procedimiento estandarizado para el proceso de lavado y secado doméstico, son adecuados para tejidos textiles, prendas de vestir y otros productos textiles que han sido sometidos a combinaciones (ISO, 2013). Para el tratamiento del lavado se utilizó la máquina Wascator tipo 1 de la marca James Heal (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), donde las muestras deben someterse a lavados domésticos repetitivos para determinar el resultado del acabado previsto en la presente investigación.

- Se realiza el lavado a cualquier medida de muestra.

2.5. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo del acabado se basó en el flujograma de la Figura 9, donde de forma general se especificó los pasos que se realizaron en el proyecto.

2.5.1. Parámetros para el desarrollo del acabado

- a) El material fue obtenido de la empresa INDUTEXMA, la tela al tener la característica APT, es apta para el proceso del acabado (Ver **Tabla 5**).
- b) Para la realización de la solución es importante tener en cuenta las concentraciones debido a < concentración < menor permanencia del acabado y a > concentración > permanencia del acabado y durante el proceso de secado tomar en cuenta la temperatura para mayor fijación del producto.

2.5.2. Caracterización de tela

- a) Se identificó la fibra de algodón a través del uso del microscopio bajo la norma AATCC 20: Análisis de fibra – Método cualitativo, donde permite la observación de fibras por medio de la visualización en microscopio (Ver **Anexo 6**).
- b) Se realizó la identificación la composición del tejido mediante la combustión del tejido, se observó una rápida incineración, obteniendo cenizas de color gris. Por los resultados de las pruebas se concluyó que la composición de la tela es 100% algodón en base a la norma anteriormente mencionada.

2.5.3. Gramaje del tejido

El cálculo del gramaje del tejido se lo realizó bajo Norma ISO 3801, que permite la determinación de masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles. La prueba fue ejecutada en los laboratorios mediante el uso del equipo Cortador circular denominado Sacabocados.

- a) Se corta 5 muestras de la tela a evaluar. Cada muestra debe ser de distintos lugares de la tela.
- b) Pesar cada muestra de laboratorio (Ver **Anexo 7**), para el realizar el cálculo de gramaje y rendimiento del tejido

Tabla 6*Gramaje de la tela*

Nro. de Muestras	G	g/m ²	Total (g/m ²)
1	1,5655	1,5655*100	156,55
2	1,5890	1,5890*100	158,90
3	1,5821	1,5821*100	158,21
4	1,5893	1,5893*100	158,93
5	1,6497	1,6497*100	164,97
Promedio			797,56/5 = 159,512

Nota. Los gramos obtenidos se multiplican por 100, para el cálculo del gramaje. Fuente: Propia

2.5.4. Cálculo de rendimiento de la tela

Para el cálculo del gramaje es importante conocer el rendimiento de la tela, por lo tanto, se calculó el rendimiento de 2.06 m con un peso de 1.206 lb.

a) Se realizó la conversión de lb a Kg.

$$1,2235 \text{ lb} \times \frac{0,4536 \text{ Kg}}{1 \text{ lb}} = \mathbf{0,5550006 \text{ Kg}}$$

b) Se calculó el rendimiento de los 2,06 M

$$R = \frac{M(\text{Largo del tejido})}{Kg(\text{Peso del tejido})} = \frac{2,06 \text{ M}}{0,5550006 \text{ Kg}} = \mathbf{3,71 \frac{M}{Kg}}$$

El resultado obtenido permite concluir que el rendimiento se mantiene dentro de los datos de rendimiento de la tela, brindado por la empresa INDUTEXMA (Ver **Tabla 5**).

2.5.5. Proceso de Impregnación

En la **Tabla 7** se señalan las concentraciones a trabajar en el proceso de impregnación.

- a) Se corta 3 muestras de 20 cm x 20 cm para cada solución a diferentes concentraciones de cera de carnauba.
- b) La preparación de las 3 soluciones inicia con el cálculo de los gramos de los productos a utilizar en las recetas.

Tabla 7

Concentraciones de cera, aceite de vaselina y glicerina

RECETAS	Nro. de Muestras	Cera de Carnauba (%)	(g)	Glicerina (ml)	Aceite de vaselina (ml)
Sin Acabado	3	0	0	0	0
Solución 1	3	18	15	20	120
Solución 2	3	36	30	20	120
Solución 3	3	54	45	20	120

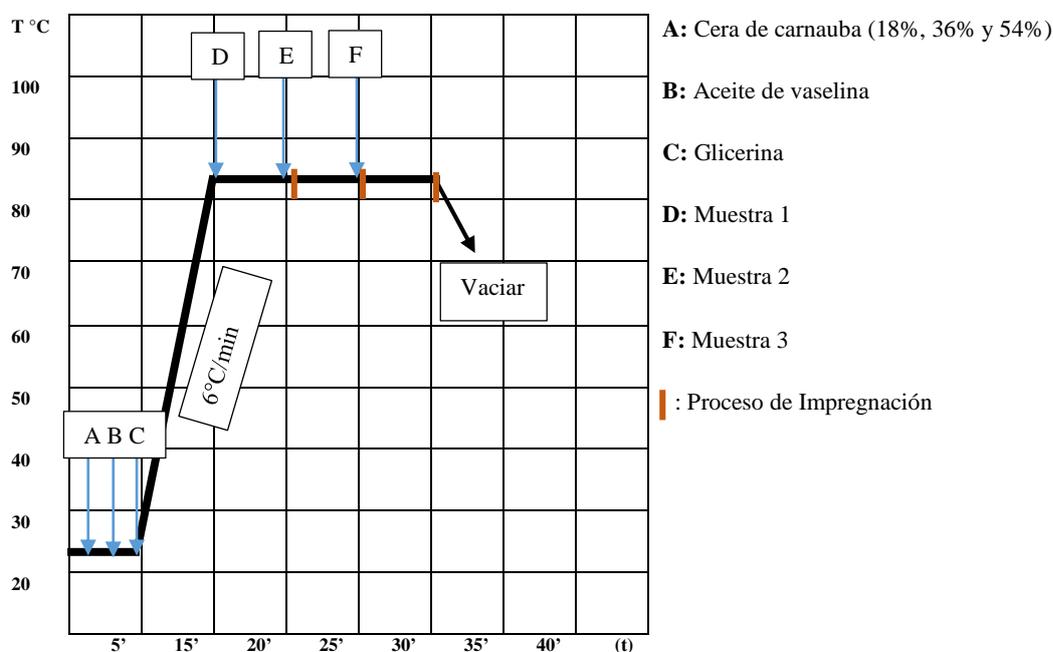
Nota. El aceite de vaselina fue utilizado como solvente para la solución y la cera se presenta en escamas. Fuente: Propia

- Por las características de la cera de carnauba, la preparación de las soluciones se realizó en baño caliente.
- c) La cera de carnauba se diluye a baño María conjuntamente con el aceite de vaselina y glicerina, aproximadamente se disolvió a 75° C y mediante un agitador se revolvió, obteniendo una solución homogénea.
 - d) Las soluciones se mantienen a una temperatura de 85°C para conservar la cera en estado líquido y tener mejor manipulación en el proceso de impregnación de las muestras, la consistencia es como barniz.

- e) Durante el proceso de impregnación se emplea 3 muestras por cada concentración de cera de carnauba, se sumergió cada muestra en la solución caliente por 5 minutos y seguidamente se pasa por el Foulard para una mejor humectación de la solución con el tejido.
- A continuación, se determinó la siguiente curva de proceso para obtener cada solución en caliente de las diferentes concentraciones de cera:

Figura 12

Curva del proceso para solución en caliente de Cera de carnauba



Nota. La preparación solución y humectación de las muestras se la realiza por separado porque se utiliza el foulard del galón. Fuente: Propia

- f) El Foulard es acondicionado de forma adecuada, se trabajó a temperatura ambiente con una velocidad de 10 m/seg y una presión de 49 psi.
- g) Posterior se calcula el Pick Up de las 9 muestras ya impregnadas.

- h) Continua a un proceso de secado las muestras a 50°C en 5 pasadas y a temperatura ambiente de 22°C para mejor fijación del acabado.
- i) Ya obtenidas las muestras, es necesario evaluar la calidad del acabado impermeable a través de pruebas de laboratorio.

2.6. Pruebas de laboratorio

2.6.1. Prueba de resistencia al agua

Las pruebas fueron realizadas en el equipo Spray Tester bajo la norma AATCC 22. Esta norma fue elaborada para determinar el grado de humectación de tejidos con o sin acabados. La evaluación de impermeabilidad se midió antes y después del lavado, con el fin de comprobar la calidad del acabado textil. Las muestras necesarias para esta prueba fueron realizadas, bajo las especificaciones de la norma (Ver **2.4.1**), como:

- a) Utilizar 250 ml de agua destilada acondicionada a $27\text{ °C} \pm 1$ de temperatura para el proceso de rociado.
- b) Luego, situar la muestra en el porta muestras en sentido de la cara del tejido y se asegura que se encuentre centrado.
- c) Seguido, colocamos los respectivos mililitros de agua destilada en el embudo del equipo.
- d) Durante el rociado, el embudo debe estar calibrado para mantener un proceso durante 30 segundos.
- e) Finalmente, se evalúa mediante el gráfico estándar que proporciona la Norma (Ver *Anexo 5*) y toma el tiempo en el cual se humecta el tejido por completo de manera manual.

2.6.2. Prueba de solidez al lavado doméstico repetitivo en tejidos

La norma permite evaluar la apariencia del tejido tras ser sometido a repetitivos lavados domésticos. El equipo que realiza el proceso es el Wascator.

- a) Para esta prueba, muestras obtenidas del proceso de secado aplicado el acabado y cortadas acorde a medidas bajo las especificaciones de las normas (Ver 2.4.2).
- b) Se calculó los gramos de detergente a usar de acuerdo al tipo de lavado a realizar.
- c) Se coloca las muestras en el equipo Wascator con las especificaciones del tipo de lavado a realizar.

Tabla 8

Parámetros del proceso de lavado

Datos del proceso	
Lavado	3 N
Detergente PERLAVIN PAM CONC	10 g
Temperatura de lavado	23° C
Tiempo Total	60 min

Nota. Los datos fueron determinados durante la práctica. Fuente: Propia

- d) Terminado el lavado, se procede a el secado de las muestras a 50°C en 5 pasadas y a temperatura ambiente de 23°C de manera casera.
- e) Una vez finalizado el proceso de secado, se procede a la evaluación de muestras antes y después del lavado del acabado impermeable.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados

En esta sección se dan a conocer los resultados obtenidos a través de diferentes pruebas de laboratorio, con sus respectivos análisis y discusiones de datos de acuerdo a los objetivos específicos planteados del presente estudio.

3.1.1. Resultados del proceso de impregnación

En la **Tabla 9** se puntualiza resultados del cálculo de pick up obtenidos al realizar el proceso de impregnación a las muestras de tejido de punto.

Tabla 9

Resultados del Pick up

Recetas	N° de Muestra	Cera de Carnauba (%)	Peso en seco (g)	Peso en húmedo (g)	Pick Up (%)	pH
Sin Acabado	1	0	6.52	-	-	-
	2		6.47	-	-	-
	3		6.50	-	-	-
Solución 1	1	18	6.51	20,50	214.90	6
	2		6.49	20.44	214.94	6
	3		6.50	20.38	213.53	6
Solución 2	1	36	6.52	22.94	251.84	7
	2		6.51	22.90	251.76	7
	3		6.55	22.88	249.31	7
Solución 3	1	54	6.53	27.36	318.98	7
	2		6.64	26.76	304.84	7
	3		6.52	26.36	304.29	7

Nota. El porcentaje de pick up de las muestras oscilan entre 210 a 320 % debido a las diferentes

concentraciones de cera de carnauba. Fuente: Propia

El resultante del cálculo de pick up da a relucir variaciones por cada concentración de cera y es a causa de las características propias de esta porque al encontrarse compuesta del 85 al 90% de ácidos grasos la hace más pesada y dura que otras ceras. Sin mencionar que el aceite de vaselina y glicerina aumenta aún más su peso.

Las soluciones al entrar en contacto con aire y temperatura se solidifican en un tiempo determinado, y en efecto las muestras con alta concentración presentaron pocos pliegues en el transcurso del proceso de impregnación, afectando en el esparcimiento total de la solución en todo el tejido. Y al aumentar el proceso de secado a través del túnel de secado permitió la observación de diferencias respecto a la apariencia del tejido en las muestras, los pliegues no mantuvieron el acabado, y presentaron ciertas manchas, dando como resultado un acabado no uniforme.

El pH resultante en las soluciones tratadas para el acabado obtuvo variaciones debido al grado de concentraciones de cera utilizada, dando un rango de 6 a 7. El pH nos permite medir el nivel de alcalinidad y ácidos que presenta una solución, apresto, emulsión, etc. del acabado y establecer si se mantiene en un rango apto para el uso de personas y como se observa en la **Tabla 9** según Clim Profesional (2022) el acabado desarrollado se encuentre entre un rango permisible para prendas de vestir.

A continuación, en la **Tabla 10** se presentan imágenes donde se observa los cambios que obtuvieron las 9 muestras tras el proceso de secado utilizando repelente natural a diferentes concentraciones conjuntamente con aceite de vaselina y glicerina, que claramente visualmente se ve la influencia de la cera en el sustrato textil.

Tabla 10

Resultados de apariencia acorde a las diferentes concentraciones de cera

Recetas	Cera de Carnauba (%)	Tela		
		M1	M2	M3
Sin Acabado	0			
Solución 1	18			
Solución 2	36			
Solución 3	54			

Fuente: Propia

A esto, en la **Tabla 10** se hace mención al color que presentan las 9 muestras, podríamos acotar que el color tiende a aumentar su tonalidad al aumentar la concentración de cera, las tonalidades las cuales se encuentran en la gama de colores de café amarillento.

3.1.2. Resultados de resistencia al agua

De acuerdo con la norma AATCC 22-2014, los resultados de la prueba de resistencia al agua, las 9 muestras fueron sometidas a la evaluación de calificación de prueba de rociado en base a valoraciones gráficas estándar (Ver *Anexo 5*).

Tabla 11

Resultados de la prueba AATCC24-2014 antes del lavado

Cera de carnauba (%)	Acabado Impermeable			Evaluación Spray Tester (AL)
	M 1	M 2	M 3	
18				90 (ISO 4)
36				90 (ISO 4)
54				100 (ISO 5)

Nota. Se evaluó y obtuvo un alto nivel de impermeabilidad de acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación estándar. Fuente: Propia

En la *Tabla 11*, describe de manera puntual el grado de humectación del tejido y en base al gráfico estándar de la norma AATCC 22-2014, todos los resultados fueron favorables para

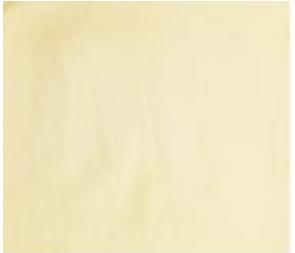
un acabado impermeable, en este caso, el puntaje más alto fue de 100 (ISO 5) a la solución con mayor concentración de cera de carnauba. Sin embargo, las otras concentraciones obtuvieron un puntaje de 90 (ISO 4), ya que presentan poca humectación en la superficie sin filtración de agua por el revés de la prueba.

3.1.3. Resultados de resistencia al lavado doméstico repetitivo en tejidos

Las muestras se sometieron al proceso de lavado en el Wascator tipo 1, con las especificaciones detalladas en *Tabla 8*,

Tabla 12

Resultados de la prueba ISO 6330: Sólidos al lavado y secado doméstico

Recetas	Cera de carnauba (%)	Tela		
		M1	M2	M3
Solución 1	18			
Solución 2	36			
Solución 3	54			

Nota. Al lavar las muestras, la tonalidad de color tiende a bajar. Fuente: Propia

EL lavado 3 N, es un tipo de lavado donde no maltrata el textil y mantiene el acabado, utilizando menos ciclos de lavado y una temperatura menor a diferencia de otro tipo de lavados.

3.1.4. Resultados de resistencia al agua después del lavado

Las calificaciones obtenidas por el método de pulverización después del proceso de lavado fueron:

Tabla 13

Evaluación AATCC 22-2014 después del lavado

Cera de carnauba (%)	Acabado Impermeable			Evaluación Spray Tester (DL)
	M 1	M 2	M 3	
18				50 (ISO 1)
36				70 (ISO 2)
54				80 (ISO 3)

Nota. La tabla detalla el puntaje resultante tras la evaluación con el gráfico estándar de la norma AATCC 22-2014, observando cierta variabilidad por cada concentración. Fuente: Propia

3.1.5. *Tabla general de resultados*

En base a los resultados obtenidos de la *Tabla 11* y *Tabla 13*, nos permiten establecer comparaciones antes y después del lavado, como también conocer el porcentaje de pérdida del acabado.

Tabla 14

Resultados generales del acabado antes y después del lavado

Cera de carnauba (%)	Nro. Muestras	ESSTR (AL)	ESSTR (DL)	VPPA (%)
Sin Acabado	1	0	0	0
Sin Acabado	2	0	0	0
Sin Acabado	3	0	0	0
Solución 18%	1	90 (ISO 4)	50 (ISO 1)	75
Solución 18%	2	90 (ISO 4)	50 (ISO 1)	75
Solución 18%	3	90 (ISO 4)	50 (ISO 1)	75
Solución 36%	1	90 (ISO 4)	70 (ISO 2)	50
Solución 36%	2	90 (ISO 4)	70 (ISO 2)	50
Solución 36%	3	90 (ISO 4)	70 (ISO 2)	50
Solución 54%	1	100 (ISO 5)	80 (ISO 3)	40
Solución 54%	2	100 (ISO 5)	80 (ISO 3)	40
Solución 54%	3	100 (ISO 5)	80 (ISO 3)	40

Nota. El significado de las siglas en la tabla hacer referencia a: AL- Antes del Lavado; DL- Después del lavado; ESSTE - Evaluación Standard Spray Test Rating; VPPA- Valor Porcentual de Pérdida del Acabado. Fuente: Propia

Durante la evaluación de rociado en el equipo Spray Tester, la solución con mínima concentración se humecta casi rápido a comparación de la máxima solución, es decir que pierde mayormente el acabado. Los datos determinados en la **Tabla 14** fueron obtenidos bajo la Norma AATCC 22-2014, mediante un gráfico estándar.

Además, los tejidos tratados impartieron características de repeler el agua y a través de un método manual, se experimentó de manera empírica la medición de tiempo de humectación completa del tejido, colocando 10 ml de agua destilada sobre la muestra, mediante el uso de un gotero. Los datos obtenidos del tiempo fueron determinados con la ayuda de un cronómetro, donde se contempló un rango máximo de 40 minutos de resistencia a la humedad total en el tejido con el acabado y posterior al proceso de lavado el tiempo de humectación disminuyó su tiempo a la mitad con un máximo de 25 minutos de resistencia la receta con mayor concentración de cera.

3.2. Discusión de resultados

3.2.1. Normalidad de los datos

Al utilizar el software estadístico Past4 para realizar el análisis de normalidad de los datos, se obtuvieron los resultados representados en la Figura 9. Los datos recopilados pueden considerarse confiables en un grado del 95%, con valores de p superiores a 0,05, de acuerdo con las pruebas de Jarque-Bera JB (p normal -p Monte Carlo), que autentifican que los resultados obtenidos de las pruebas realizadas son normales.

Figura 13

Normalidad de datos

Tests for normal distribution

	Evaluación AL (Stan	Evaluación DL (Stan
N	12	12
Shapiro-Wilk W	0,7018	0,8762
p(normal)	0,0008775	0,07834
Anderson-Darling A	1,699	0,5446
p(normal)	0,0001115	0,1261
p(Monte Carlo)	0,0003	0,136
Lilliefors L	0,3958	0,1657
p(normal)	0,0001	0,4732
p(Monte Carlo)	0,0001	0,477
Jarque-Bera JB	2,264	0,9248
p(normal)	0,3223	0,6298
p(Monte Carlo)	0,0727	0,3527

Fuente: Datos adaptados del Software PAST4

3.2.2. *Análisis de la varianza*

Usando el software estadístico Past4, se realizó un análisis de varianza y los datos resultantes se muestran en la **Figura 14**. Las pruebas de repelencia mostraron un alto grado de variabilidad en el coeficiente de variación ($CV=61,71$) antes del lavado, el cual fue significativamente diferente al valor de CV después del lavado ($CV=77,85$). Esto sugiere que el proceso de lavado doméstico genera variación entre las muestras evaluadas.

Además, al obtener un estándar de error del 0.58 antes del lavado podemos deducir que es a causa de las distintas concentraciones de cera empleadas en la investigación, ya que existió variabilidad en el pick up con rangos de 210 a 320 % en los tejidos y la prueba de repelencia se mantiene en un rango alto entre 5 - 4 en la clasificación estándar, pero se reduce a un 0.33 tras el lavado doméstico.

Por lo antes mencionado se sugiere que las soluciones son poco homogéneas debido a que la cera de carnauba solo es soluble en alcoholes fuertes como el acetato de etilo y xileno a una considerable temperatura, y no permitió una mezcla uniforme entre cera y auxiliares utilizados en las recetas previstas en la investigación durante su preparación y la capacidad de impermeabilidad por todo el tejido en el proceso de impregnación. Por tal motivo existió una disminución más no su permanencia total del acabado en el sustrato.

A pesar de ello, después del lavado se pudo observar que el acabado empleando la receta con mayor concentración de cera de carnauba mantuvo una clasificación de 80 (ISO 3) y conforme a la **Tabla 14** se mantiene un 60% del acabado, es decir que después del lavado que se pierde un promedio de 55% del acabado en el estudio, sugiriendo que el acabado es semipermanente.

Figura 14

Análisis de varianza

Univariate statistics

	Evaluación AL	Evaluación DL
N	12	12
Min	0	0
Max	5	3
Sum	39	18
Mean	3.25	1.5
Std. error	0.5789881	0.3370999
Variance	4.022727	1.363636
Stand. dev	2.005674	1.167748
Median	4	1.5
25 prcnil	1	0.25
75 prcnil	4.75	2.75
Skewness	-1.140831	9.689219E-17
Kurtosis	-0.4817262	-1.427556
Geom. mean	0	0
Coeff. var	61.71304	77.84989

Fuente: Datos adaptados del Software PAST4

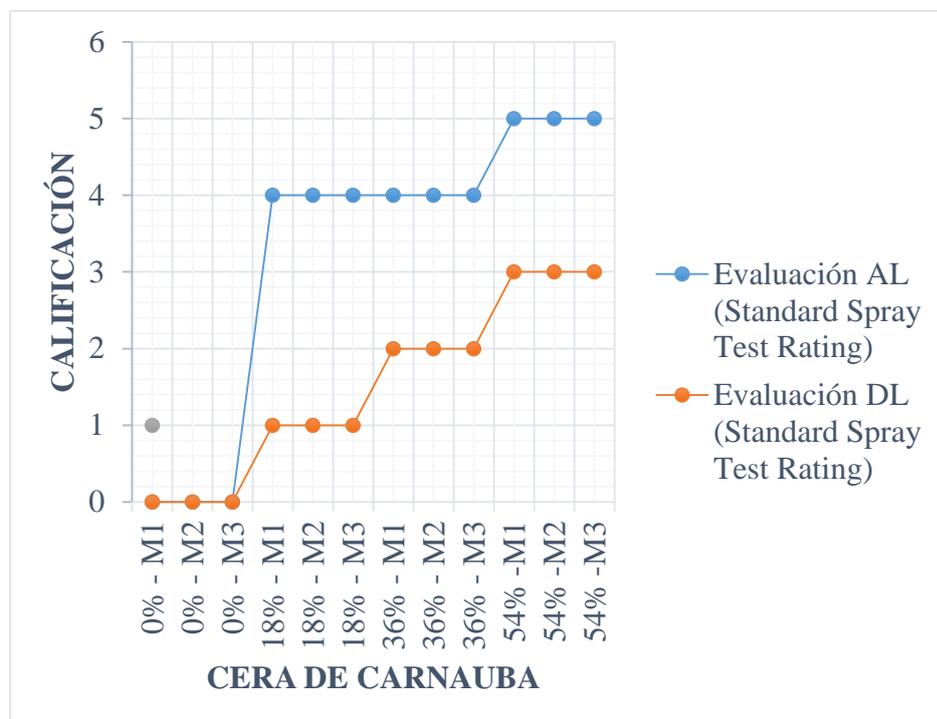
3.2.3. *Análisis de resultados*

Expuestas las variables en la investigación, la receta que obtuvo mejor propiedad impermeable fue la tercera, donde se empleó el 54% de cera de carnauba porque tan solo pierde el 40% del acabado en el tejido de acuerdo resultados de la **Tabla 14**, manteniéndose la clasificación 80 (ISO 3), sin mencionar que la receta que se impregnó con la concentración al 36% de cera aún cuenta con acabado ya que se observó humectación en la superficie sin filtración de agua en la parte del revés del tejido con calificación 70 (ISO 2).

A comparación de la concentración al 18% de cera porque presenta una pérdida significativa del acabado, al obtener un puntaje de 50 (ISO 1). Por esta razón es correcto afirmar que la cera si interviene en la resistencia al agua del tejido analizado. Es decir, la propiedad natural de impermeabilidad propia de la cera de carnauba da resultados semipermanentes.

Figura 15

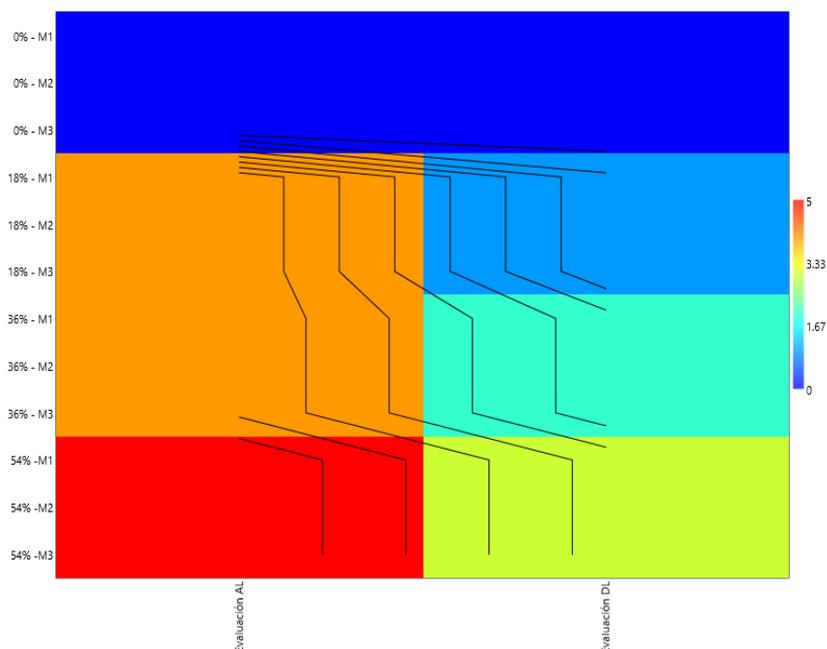
Comparación del acabado antes y después del lavado



Fuente: Propia

Al existir disminución del acabado conforme a datos notables en la **Tabla 14** acorde a los resultados obtenidos mediante la Norma AATCC 22: 2014 se evidencia que el acabado disminuye ya que muestra resultados con grandes variaciones antes y después del lavado en vista de la calificación obtenida en la evaluación en la **Figura 15**. Sin embargo, al tener reducción y pérdida del acabado, está aún se encuentra presente en el tejido en menos porcentaje. Aun así, la capacidad impermeable no tan perfecta, pero da resultados semipermanentes al tejido.

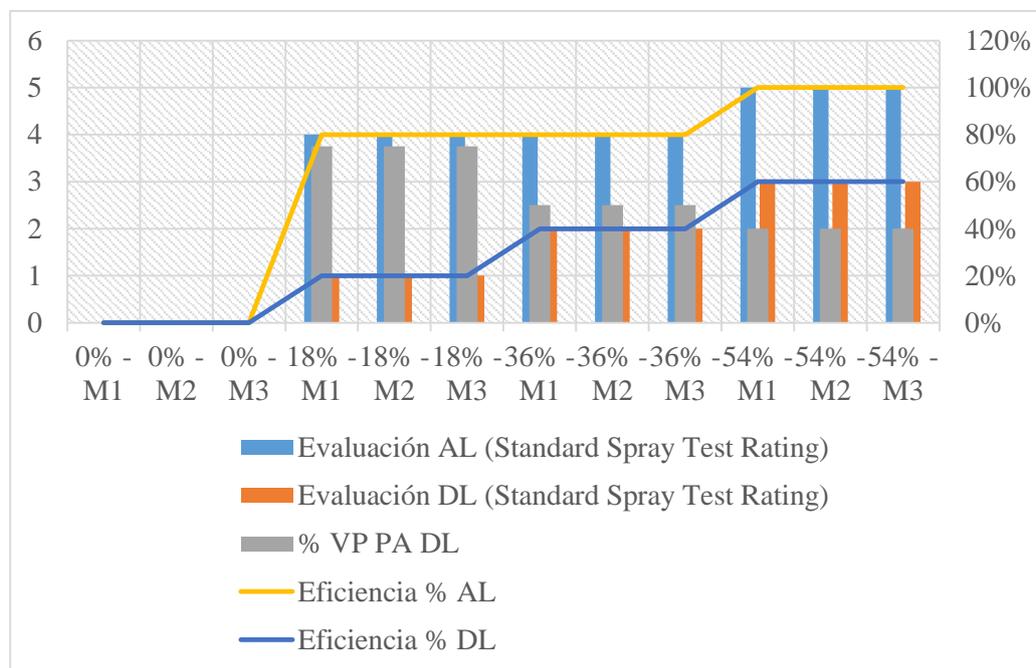
Además, se utilizó el programa estadístico Past4 para determinar gráficas donde muestre datos obtenidos ante las evaluaciones realizadas durante el desarrollo del acabado, por ende, seguidamente se muestra la siguiente gráfica:

Figura 16*Gráfica Matrix Plot*

Fuente: Adaptado del Software Past4

En la **Figura 16** muestra los resultados obtenidos de las tabulaciones sobre la eficiencia del acabado en el tejido de las muestras antes y después de realizar el proceso de lavado. Las muestras que fueron impregnadas con mayor concentración obtuvieron la mejor eficacia del acabado con disminución del 40% de eficacia del acabado tras el lavado, es decir que el acabado es semipermanente y que a posteriores lavados el acabado irá disminuyendo su funcionalidad, a pesar que no se usó agentes sintéticos que promuevan la repelencia en tejidos. Sin embargo, el tejido al tacto presentó la característica de estar húmeda sin estarlo y esto es debido a la glicerina.

Es así, que podemos concluir que, por características de humectación de la glicerina, los acabados en el tejido de las 9 muestras también llegan a absorber humedad, pero no rápidamente como suele suceder en telas sin acabados funcionales y según los resultados de la prueba empírica el tejido impermeabiliza el agua máxima hasta 40 minutos.

Figura 17*Eficiencia del acabado impermeable*

Nota. El significado de las siglas en la tabla hacer referencia a: AL- Antes del Lavado; DL- Después del lavado; VPPA- Valor Porcentual de Pérdida del Acabado. Fuente: Propia

En muestras a concentraciones al 18% de cera después del lavado se observó una reducción en la eficiencia de acabado, lo que puede deberse a que la solución de cera no se disuelve de forma homogénea en el textil. La **Figura 17** muestra el promedio del análisis del valor porcentual de la eficiencia del acabado impermeable de antes y después del lavado doméstico. Luego de discutir los resultados de los análisis realizados sobre la eficacia del acabado en las muestras, se concluyó que la mayor concentración de cera de carnauba, 120 ml de aceite de vaselina y 20 ml de glicerina obtuvo mejores resultados ya que su calificación es más alta en referencia a impermeabilidad al agua. El acabado impermeable se desprendió de forma parcial en el tejido por el 40% según las calificaciones determinadas por la norma AATCC 22:2014, porque la tela va perdiendo cuerpo durante la prueba de resistencia al lavado doméstico. Cabe indicar que a < concentración de cera > pérdida de acabado.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Finalizado el desarrollo del proyecto de investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

- Mediante un proceso de investigación, se realizó un análisis de múltiples fuentes bibliográficas. Estas fuentes proporcionaron información detallada sobre los beneficios específicos de la cera de carnauba 'Copernicia prunifera' como agente impermeable aplicado en acabados para sustratos textiles, así como sus propiedades generales. Como resultado, se construyó una base de datos sólida y confiable. Esta base de datos nos permitió trazar una ruta precisa y efectiva para la implementación de la etapa práctica del proyecto.
- La cera de carnauba destaca por su limitada solubilidad al agua y solidificación rápida (Junior et al., 2022). De este modo, se realizaron dosificaciones utilizando concentraciones al 18%, 36% y 54% de cera y para lograr un acabado uniforme, se diluyó la cera a baño María. Este procedimiento dio como resultado soluciones con mejores propiedades de adhesión, lo que facilitó a que la mezcla de cera, aceite de vaselina y glicerina se adhiriera al sustrato textil a pesar que la cera es soluble en alcoholes fuertes, debido a que el petrolato o aceite de vaselina se caracteriza por ser un producto no tóxico para las personas y el ambiente ya que proporciona consistencia y cuerpo a una solución haciéndola fácil en su dosificación (Acofarma, 2018).
- Después del proceso de secado y posterior al proceso de impregnación se observó un cierto teñido en las muestras debido a la presencia de cera de carnauba. Sin embargo, se pudo determinar que, en las muestras con una concentración de 54% de cera, la tonalidad es más intensa en comparación con las demás concentraciones. Estos resultados indican que a medida que aumenta la concentración de cera, se incrementa la

intensidad del color en el tejido. Además, las probetas al tacto presentaron apariencia húmeda porque en la receta se colocó glicerina y esta tiene propiedades humectantes (Acofarma, 2019). Cabe mencionar también, que el acabado final se asemeja a un tejido laminado.

- Utilizando los datos recopilados de la prueba de repelencia al agua, llevada a cabo siguiendo la norma AATCC 22-2014 mediante el estándar de calificación del Spray Tester, se evaluaron muestras tratadas a diferentes concentraciones de cera (18%, 36% y 54%). Y muestras con concentraciones de 15% y 36% de cera obtuvieron una calificación de 90 (ISO 4) a comparación de las muestras a mayor concentración ya que obtuvieron una calificación de 100 (ISO 5), lo que indica un alto nivel de impermeabilidad al agua. En consecuencia, se puede concluir que el proceso utilizado para obtener el acabado demostró una excelente capacidad de resistencia al agua.
- Se puede concluir que el acabado aplicado es semipermanente basándonos en los resultados obtenidos de las muestras sometidas a pruebas de lavado doméstico de acuerdo con la norma ISO 6330-2021, utilizando el tipo de lavado 3N. Las muestras con mejor resultado fueron las tratadas a 45 g de cera, 120 ml de aceite de vaselina y 20 ml de glicerina ya que pierden un 40% del acabado y obteniendo una calificación de 80 (ISO 3), a comparación de las muestras impregnadas al 18% y 36% de cera, puesto disminuyen a una calificación de 50 (ISO 1) y 70 (ISO 2) respectivamente. Estos resultados demuestran que la receta con mayor concentración de cera exhibe resistencia al lavado doméstico presentando poca humectación en el tejido.
- Mediante diversas herramientas estadísticas como Past 4 y Excel, se analizaron los datos recopilados con el objetivo de determinar la normalidad de estos. A partir de este análisis, se pudo concluir que a medida que aumenta la cantidad de cera de carnauba, se observa una disminución de humectación en la superficie en las probetas. En relación a

la normalidad de los datos, se realizó el cálculo del valor p en base al método de Jarque-Bera JB (p normal -p Monte Carlo) mediante el Software Past4. Se encontró que todos estos valores p son mayores a 0.05, lo que indica que los datos presentan una confiabilidad del 95% y se ajustan a una distribución normal.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda mantener la solución a 85°C mientras se realiza el proceso de impregnación debido a que la cera presenta rápida solidificación.
- Es recomendable utilizar los EPI's (Equipo de protección individual) necesarios como: guantes y mascarilla ya que durante el procedimiento de impregnación la cera es sometida a temperatura y esta tiene un aroma fuerte.
- Para el proceso de secado se recomienda utilizar bajas temperaturas máximo 50°C puesto que la cera tiende a diluirse a altas temperaturas.
- Para futuras investigaciones se recomienda estudiar posibles métodos de tinturación puesto a que las probetas mostraron cierto grado de tonalidad, entonces se podría realizar un proyecto acerca las diferentes tonalidades que se obtienen al aplicar cera de carnauba en un tejido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A R Horrocks and S C Anand. (2000). Handbook Of Technical Textiles. In *Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC* (Vol. 17, Issue 19).
<https://doi.org/10.1533/9781855738966.173>
- Acofarma. (2018). Ficha Técnica de Vaselina Líquida M0019320. *Acofarma*, 6.
<https://formulasmagistrales.acofarma.com/idb/descarga/2/f1cddffd8c9f4e00.pdf>
- Acofarma. (2019). Fichas de información técnica: Glicerina. *Acofarma*, 1–4.
<https://formulasmagistrales.acofarma.com/idb/descarga/3/f0652fb8453f4dc1.pdf>
- Ahrens, L. (2011). Polyfluoroalkyl compounds in the aquatic environment: a review of their occurrence and fate. *J. Environ. Monit.*, 13(1), 20–31.
<https://doi.org/10.1039/C0EM00373E>
- Almon Ecuador S. A. (2023). *Cera de Carnauba T3*. Productos.
<https://www.almonecuador.com/product-page/carnauba>
- American Association of Textile Chemists and Colorists. (2010). AATCC Technical Manual. In *Aatcc* (Vol. 85, p. 465). www.aatcc.org.
- Barrantes, C. (2016). El diseño de investigación experimental. *El, III Investigación, Diseño D E*, 41–56. http://histologia.ugr.es/pdf/Metodologia_III.pdf
- Besednjak, A. (2011). *Moldeo Con Impregnadores*. 7, 1–4.
<https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Bosch, X. (2011). Acabados textiles. *Tintolimp*, 483, 16–19.
https://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentación/acabados_textiles/ACABADOS TEXTILES IV.pdf
- Cabrera, T. M. C. (2018). *Experimentación Con Materiales Alternativos Rígidos En La Construcción De Tejido Textil* [UNIVERSIDAD DE AZUAY].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8147/1/13870.pdf>

- Carpintero de los cerros. (2022). *Cera Natural para Madera*. Carpintero de Los Cerros.
https://youtu.be/0uOOfuh_2iA
- Ceballos, M. (2011). *Investigacion Y Desarrollo De Nuevos Acabados Para Prendas De Trabajo De Algodon 100% En Tejido Plano Para Mejorar Su Desempeño En El Area Laboral*. 64–159. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/734/1/04 IT 093 TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/734/1/04_IT_093_TESIS.pdf)
- Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica. (2021). *Reglamento De Investigación De La Universidad Técnica Del Norte*. <https://legislacion.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2021/09/Reglamento-de-investigacion.pdf>
- Clim Profesional. (2022). *El pH de los Productos Químicos*. Clim Profesional.
<https://www.climprofesional.com/blog/el-ph-de-los-productos-quimicos/>
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). Sección Séptima Salud. *Registro Oficial 449 de 20 Oct. 2008*, 1–136. <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>
- DINÁMICA. (2021). *¿Cómo preparar cera de abejas para madera?* Ezequiel.
<https://dinamica.uno/preparar-cera-abejas-madera-395/>
- Disol B. (2013). *Ficha técnica: Aceite de vaselina*. Vadequimica.
https://www.vadequimica.com/media/catalog/product/f/t/ft-disolb_aceite_de_vaselina.pdf
- Distribuidora de Químicos Industriales S.A. (2020). *Ficha Técnica: Glicerina*. Glicerina USP.
<https://www.dqisa.com/wp-content/uploads/2020/12/GLICERINA-USP.pdf>
- Doménech, V. M. (2017). Estudio de la cinética de tintura de fibras de algodón con colorantes naturales. *Universidad Politecnica de Valenciacnica de Valencia*, 1, 21.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/95203?show=full>

- Eid, B. M., & Ibrahim, N. A. (2021). Recent developments in sustainable finishing of cellulosic textiles employing biotechnology. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124701. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124701>
- Endara, L., & Marisol, G. (2017). *Estudio E Implementación De Un Dispositivo Dosificador Automático Para Suavizar En Proceso De Foulard-Dado, En Tejido Jersey Algodón 100%*". 64.
- FAREN Chemical Industries. (2019). *Ficha técnica: Aceite de vaselina lubricante*. FARMICOL SPA. http://www.faren.com/schede_tecniche/rivendita_es/97_tds_es.pdf
- Forsman, N., Johansson, L.-S., Koivula, H., Tuure, M., Kääriäinen, P., & Österberg, M. (2020a). Open coating with natural wax particles enables scalable, non-toxic hydrophobation of cellulose-based textiles. *Carbohydrate Polymers*, 227, 115363. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115363>
- Forsman, N., Johansson, L. S., Koivula, H., Tuure, M., Kääriäinen, P., & Österberg, M. (2020b). Open coating with natural wax particles enables scalable, non-toxic hydrophobation of cellulose-based textiles. *Carbohydrate Polymers*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115363>
- Google Maps. (2023). *Ingenieria Textil UTN*. 23–25. <https://www.google.com/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.378825,-78.1226224,233m/data=!3m1!1e3!4m14!1m7!3m6!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xacccd8e286efad45!2sIngenieria+Textil+UTN!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653!16s%2Fg%2F11gcf02kzn!3m5!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xacc>
- Haro, M. (2022). *Aplicación De Un Acabado Con Permetrina En Tela Jersey 100% Algodón Para La Repelencia De Mosquitos Culicidae Por Impregnación*. 82. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13368/8/04 IT 311 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13368/8/04_IT_311_TRABAJO_GRADO.pdf)

- Haule, L. V., & Nambela, L. (2022). Chapter 8 - Sustainable application of nanomaterial for finishing of textile material. In U. Shanker, C. M. Hussain, & M. Rani (Eds.), *Green Nanomaterials for Industrial Applications* (pp. 177–206). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823296-5.00011-3>
- Hebeish, A., El-Naggar, M. E., Fouda, M. M. G., Ramadan, M. A., Al-Deyab, S. S., & El-Rafie, M. H. (2011). Highly effective antibacterial textiles containing green synthesized silver nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*, 86(2), 936–940. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.05.048>
- Hosseini Ravandi, S. A., & Valizadeh, M. (2011). 2 - Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort. In G. Song (Ed.), *Improving Comfort in Clothing* (pp. 61–78). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857090645.1.61>
- Hsieh, Y. L. (2007). 1 - Chemical structure and properties of cotton. In S. Gordon & Y.-L. Hsieh (Eds.), *Cotton* (pp. 3–34). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9781845692483.1.3>
- Ipiales Mesa, E. H. (2022). *Evaluación De Las Características Antibacteriales En Tejido De Punto Jersey 100% Co Aplicando Un Acabado Químico Textil Con Nácar*. Universidad Tecnica del Norte.
- ISO. (2013). *Textiles — Domestic washing and drying procedures for textile testing*.
- James Heal. (2000). *Wascator Standard reference washing machine*. 1–10. <https://www.jamesheal.com/sites/default/files/brochures/2021-09/Wascator-2019-Sales-Toolkit.pdf>
- Junio, E., Stephen, J., Muthuvel, M., Roy, A., Rodrigue, P., Filho, M., Teixeira, R., Barbosa, A., & Benjamin, S. (2022). *Chemistry, Biological Activities, and Uses of Carnauba Wax* (pp. 1–23). https://doi.org/10.1007/978-3-030-76523-1_37-1
- Junior, E. J. M. R., Stephen, J. R. V., Muthuvel, M., Roy, A., Rodrigues, P. de A., Mendonça

- Filho, M. J. A. de, Araújo Teixeira, R., Barbosa, A. de P., & Benjamin, S. R. (2022). Chemistry, Biological Activities, and Uses of Carnauba Wax. *Reference Series in Phytochemistry, January*, 871–893. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91378-6_37
- Khan, W. U., Ahmed, S., Dhoble, Y., & Madhav, S. (2023). A critical review of hazardous waste generation from textile industries and associated ecological impacts. *Journal of the Indian Chemical Society*, 100(1), 100829. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jics.2022.100829>
- Kumar, P., Srivastava, J., & Behura, A. (2022). *Synthesis of Cotton Fiber and Its Structure. January*, 17. <https://doi.org/10.1002/9783527832996.ch2>
- Liu, S., Li, L., Li, B., Zhu, J., & Li, X. (2022). Size effect of carnauba wax nanoparticles on water vapor and oxygen barrier properties of starch-based film. *Carbohydrate Polymers*, 296, 119935. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119935>
- Lopera Echavarria, J. D., Ramírez Gómez, C. A., Zuluaga Aristazábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (2010). El metodo analitico como metodo natural. *Nomadas*, 1(25), 1–28. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18112179017>
- Mathis. (2020). *Foulard Horizontal*. <http://mareintex.com.ar/wp-content/uploads/mathis/Modelo-HFR.pdf>
- Matos, A. (2020). Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas. *Lifeder*, 1–4. <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Miño Velasco, B. (2015). *Eco -Impermeabilización Para Textiles Elaborados En Fibras Naturales*. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1279/1/75904.pdf>
- Molina, M. (2017). Ficha de datos de seguridad - Carnauba wax. *Carl Roth*, 2(1907), 2–7. https://hybris-static-assets-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/sys-master/pdfs/h96/hc3/9673630253086/EN_ST-WB-MSDS-2601489-1-1-1.PDF
- Morales Hernández, M. (2015). “*Evaluación de las propiedades de candelilla y carnauba para*

su aplicación en emulsiones ceras de uso comercial.” 86.

<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/18240/1/25-1-16847.pdf>

Morocho, J., & Astudillo, M. (2018). *Determinación De Ceras Y Metales Pesados En Labiales*

Genéricos Comercializados En El Austro Ecuatoriano. 75.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15467/1/UPS-CT007601.pdf>

Muthukumar, V., & Pavithra, S. (2019). Experimental research on the water repellency

property of beeswax treated and bacterial cellulosic material. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(6 Special Issue 3), 1087–1090.

<https://doi.org/10.35940/ijeat.F1179.0986S319>

Ostled, B. (2021). *Aplicacion de la herramienta MiniTab. En B. Ostle, Estadística aplicada:*

tecnicas de la estadística moderna, cuando y donde aplicarlas. 207–255.

Pervez, M. N., Yeo, W. S., Shafiq, F., Jilani, M. M., Sarwar, Z., Riza, M., Lin, L., Xiong, X.,

Naddeo, V., & Cai, Y. (2023). Sustainable fashion: Design of the experiment assisted machine learning for the environmental-friendly resin finishing of cotton fabric. *Heliyon*,

9(1), e12883. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12883>

Raj, A., Chowdhury, A., & Ali, S. W. (2022). Green chemistry: its opportunities and challenges

in colouration and chemical finishing of textiles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*,

27, 100689. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100689>

Said, S., Feki, I., Halaoua, S., Hamdaoui, M., & Sahraoui, W. (2022). The effect of ecological

washing treatments on the comfort properties of dyed cotton fabrics. *Alexandria*

Engineering Journal, 61(12), 11091–11098.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.04.045>

Santillan, C. (2017). Desarrollo de una Venda Textil Terapéutica 100% Algodón con Extracto

de Cebolla (*Allium cepa* L.). *Carrera De Ingeniería Textil*, 1(1), 1–16.

Sidra, Tabasum, S., Zia, K. M., Parveen, B., & Hussain, M. T. (2021). A novel water borne

- green textile polyurethane dispersions finishes from cotton (*Gossypium arboreum*) seed oil based polyol used in modification of cellulosic fabrics. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100170.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100170>
- Silva, M., Encalada, K., & Valle, V. (2017). Estudio de la Cera Carnauba como Compatibilizante en Mezclas Poli (ácido láctico)-Almidón de Achira (*Canna edulis*). *Revista Politécnica*, 39(1), 13–18.
- Spencer, D. (1996). Knitting technology. In *Knitting International* (Vol. 103, Issue 1229).
<https://doi.org/10.1533/9781855737556>
- Susmita Devi, L., Kalita, S., Mukherjee, A., & Kumar, S. (2022). Carnauba wax-based composite films and coatings: recent advancement in prolonging postharvest shelf-life of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 296–305.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.019>
- Textile Exchange. (2022). *Material Change Insights Report*. April.
https://mci.textileexchange.org/wp-content/uploads/2023/04/Textile-Exchange_MCI-Insights_2022.pdf
- TULSMA. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-Mar.-2003*, 3399, 1–578.
https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf%0Ahttp://www.quitoambiente.gob.ec/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/acuerdo_ministerial_97a.pdf
- USDA. (2014). *Carnauba Wax Handling/Processing*. 1–17.
[https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/waxes report 2014.pdf](https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/waxes%20report%202014.pdf)
- Vásquez, C. J. P. (2017). *Optimización Del Proceso De Tintura De Bezathren A Nivel*

Laboratorio En La Empresa Textil “ Quimicolours S . A.”

[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7410/1/04 IT 210 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7410/1/04_IT_210_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)

Zambrano, M. C., Pawlak, J. J., Daystar, J., Ankeny, M., & Venditti, R. A. (2021). Impact of dyes and finishes on the aquatic biodegradability of cotton textile fibers and microfibers released on laundering clothes: Correlations between enzyme adsorption and activity and biodegradation rates. *Marine Pollution Bulletin*, *165*, 112030. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112030>

Zhou, X., Hu, C., Lin, X., Han, X., Zhao, X., & Hong, J. (2021). Polyaniline-coated cotton knitted fabric for body motion monitoring. *Sensors and Actuators A: Physical*, *321*, 112591. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112591>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de uso de Laboratorio



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



Ibarra, 12 de junio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, **MSc. Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que la señorita **LEMA PINEDA PAMELA ALEJANDRA**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100411887-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **"DESARROLLO DE UN ACABADO IMPERMEABLE EN UN TEJIDO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO CERA DE CARNAUBA "COPERNICIA PRUNIFERA"**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD HORIZONTAL DE LABORATORIO**
- **SPRAY TESTER – Norma AATCC 22-2014: Repelencia al agua - Método de rociado.**
- **WASCATOR – Norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



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

Anexo 2

Ficha Técnica de Cera Carnaúba



cerca de tu empresa,
cerca del mundo

Hoja Técnica

Cera Carnaúba T3

Introducción:

- La Cera Carnaúba es una materia prima resinosa natural, se obtiene de "Copernicia Cerífera" luego es purificada y refinada hasta un grado de pureza apta para el uso alimenticio y farmacéutico.
- Se utiliza para el abrillantamiento pulimento. Confiere protección contra la humedad, dureza y brillo al producto.
- La carnauba es aprobada por la FDA como GRAS 184.1978. Código SIN: E903.

Usos:

- Industria del Pulimento.
- Industria alimenticia (chicles, salsas, dulces entre otros).
- Industria Farmacéutica (agente de recubrimiento de tabletas).
- Industria Cosmética.
- Industria del Caucho (ayuda de proceso y agente de liberación de molino / molde).

Características Típicas:

Descripción del Producto			
	Apariencia	De Amarillo Café Claro	
	Olor	Penetrante Resinoso	
Composición	Sustancia	% por peso	
	Cera de Carnauba	100	
Propiedades	Propiedades	Unidad	Valor
	Solubilidad		Insoluble al agua. Soluble sobre el calentamiento en acetato de etilo y xileno.
	Punto de Fusión	°C	82-86
	Densidad Relativa	g cm ³	0.97
	Índice de Acidez	mg KOH/g	04-10
	Índice de Saponificación	mg KOH/g	78-95
	Partícula tamaño promedio (D50)	µm	50-70

Anexo 3

Ficha Técnica: Aceite de vaselina



ACEITE DE VASELINA

FICHA TÉCNICA

DisolB Aceite de vaselina es un aceite mineral de estructura parafínica con contenido prácticamente nulo en hidrocarburos aromáticos e hidrocarburos insaturados.

Aplicaciones:

- Lubricante de uso genérico en todo tipo de mecanismos, tanto metálicos como plásticos. Puede ser utilizado para disminuir la resistencia a la fricción elementos móviles como engranajes, bisagras, ejes, cremalleras, etc...
- Limpiador de superficies de madera. La aplicación de DisolB Aceite de Vaselina contribuye a nutrir y recuperar el brillo de las superficies de madera, al mismo tiempo que repele la deposición de polvo.

Características Técnicas:

Aspecto:	Líquido incoloro o ligeramente amarillento
Color Saybolt	+30
Punto de inflamación:	> 180 °C
Densidad:	0,848 g/cm ³
Viscosidad a 20°C:	40 cSt
Viscosidad a 40°C:	17 cSt
Punto de inflamación:	25 °C
Punto de congelación:	- 6°C

Presentación:

Envase plástico de 1 litro, 5 litros y 25 litros

Forma de uso:

- Como lubricante: Aplicar directamente sobre el dispositivo a lubricar y accionar el mecanismo para lograr un reparto uniforme.
- Como limpiador: Frotar la superficie de madera con un trapo que no suelte pelusa, humedecido previamente con DisolB Aceite de vaselina.

Almacenamiento:

Almacenar alejado de fuentes de calor o chispas. Mantener los envases cerrados.

Para disponer de una información más detallada consultar la Ficha de Datos de Seguridad del producto.

Barcelonesa de Drogas y
Productos Químicos, S.A.
C/ Crom, 14
08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona - Spain
T +34 933 770 208
F +34 933 774 249

www.grupobarcelonesa.com

09/2013 v.1

Anexo 4

Ficha Técnica: Glicerina

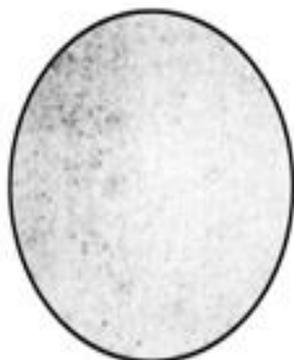
 DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A. "Líderes en Calidad Cumplimiento y Servicio"		DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A www.dqisa.com						
<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <h3>GLICERINA USP</h3>								
<h4>1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO</h4>								
Nombre Químico	Glicerina USP.							
Formula Química	$C_3H_8(OH)_3$							
Peso molecular	92.09 g/mol							
Sinónimos	Glicerol Alcohol glicílico 1,2,3-propanotriol							
<h4>2. DESCRIPCIÓN</h4>								
<p>Líquido siruposo, claro, incoloro e inodoro, sabor dulce, higroscópico Soluble en agua y alcohol (las soluciones acuosas son neutras), insoluble en éter, benceno, cloroformo y aceites fijos y volátiles. Combustible, poco tóxico.</p>								
<h4>3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO</h4>								
Glicerol	99 % mín.							
Cloruros	10 ppm máx.							
Ácidos grasos y ésteres	1 máx (ml de 0.5 N NaOH/ 50g)							
Sulfatos	20 ppm máx.							
Metales pesados	5 ppm máx.							
Compuestos clorados	30 ppm máx.							
Aldehídos	5 ppm máx							
Compuestos halogenados	35 ppm, máx							
Índice de refracción a 20°C	1.470 – 1.475							
Azúcar	negativo							
Cenizas sulfatadas	0.01% máx							
Agua	0.5% máx							
Residuos por ignición	0.01% máx							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">FECHA REALIZACION</th> <th style="width: 33%;">REALIZO</th> <th style="width: 33%;">ACTUALIZO I.Q. Iván Darío Ospina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2010/05/03</td> <td style="text-align: center;">I.Q. Iván Darío Ospina</td> <td style="text-align: center;">Mayo 05- 2020</td> </tr> </tbody> </table>			FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO I.Q. Iván Darío Ospina	2010/05/03	I.Q. Iván Darío Ospina	Mayo 05- 2020
FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO I.Q. Iván Darío Ospina						
2010/05/03	I.Q. Iván Darío Ospina	Mayo 05- 2020						
Carrera 50C No. 10 Sur – 18 PBX: 361 07 11 Ext 109 iospina@dqisa.com Medellín Colombia								

Fuente: (Distribuidora de Químicos Industriales S.A, 2020)

Anexo 5

Gráfico Estándar - Prueba de Rociado

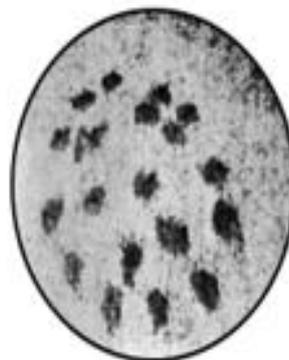
STANDARD SPRAY TEST RATINGS



100 (ISO 5)



90 (ISO 4)



80 (ISO 3)



70 (ISO 2)



50 (ISO 1)



0

100 - NO SE PEGA NI HUMEDece LA SUPERFICIE SUPERIOR.

90 - LIGERA ADHERENCIA O HUMECTACIÓN ALEATORIA DE LA SUPERFICIE SUPERIOR.

80 - HUMECTACIÓN DE LA SUPERFICIE SUPERIOR EN LOS PUNTOS DE PULVERIZACIÓN.

70 - HUMECTACIÓN PARCIAL DE TODA LA SUPERFICIE SUPERIOR SOLAMENTE.

50 - HUMECTACIÓN COMPLETA DE TODA LA SUPERFICIE SUPERIOR SOLAMENTE.

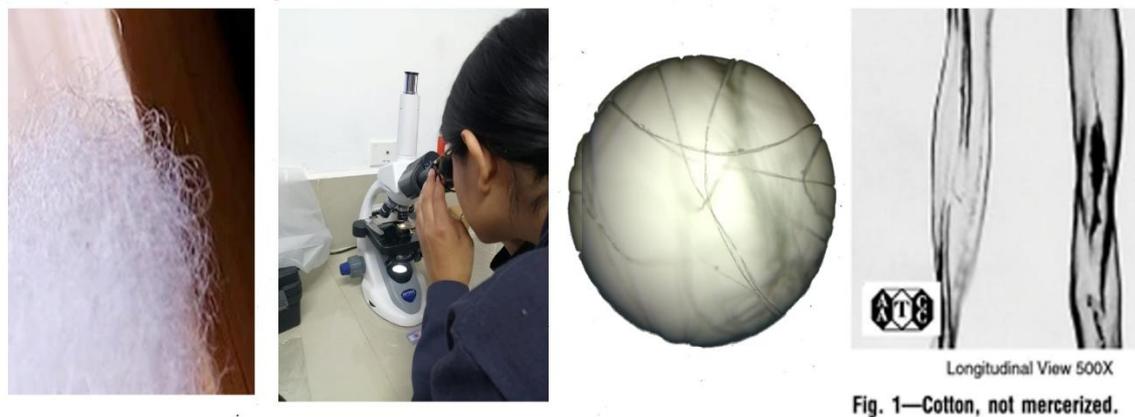
0 - HUMECTACIÓN COMPLETA DE LA TOTALIDAD DE LAS SUPERFICIES SUPERIOR E INFERIOR.

NR PHOTOGRAPHIC EFFECT.

Fuente: Adaptado de (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010, p.67)

Anexo 6

Visualización por microscopio y combustión de la fibra - Norma AATCC 20: Análisis de la fibra: Método Cualitativo



Fuente: Adaptado de (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010, p.46)

Anexo 7

Cálculo del gramaje de la tela



Fuente: Propia

Anexo 8

Corte de muestras y preparación de soluciones de cera de carnauba



Fuente: Propia

Anexo 9

Proceso de Impregnación



Fuente: Propia

Anexo 10

Proceso de secado



Fuente: Propia

Anexo 11

Evaluación de muestra ALs - Norma AATCC22-2014: Resistencia al agua



Fuente: Propia

Anexo 12

Proceso de lavado y secado de muestras posterior al lavado



Fuente: Propia

Anexo 13

Evaluación de muestras DL - Norma AATCC22-2014: Resistencia al agua



Fuente: Propia