



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

**“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL ACEITE DE LINAZA EN LA
RESISTENCIA AL DESGARRE EN UN TEJIDO PLANO (TAFETÁN) 100%
ALGODÓN”**



AUTOR(A): CACUANGO ANRANGO JAZMÍN FERNANDA

DIRECTOR: MSC. POSSO PASQUEL JOSÉ RAFAEL

Ibarra-Ecuador

2025



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:	1720194016	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cacuango Anrango Jazmín Fernanda	
DIRECCIÓN:	Sector Calluma, San Pablo del Lago, Otavalo	
EMAIL:	jfcacuangoa@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	2-825691	TELÉFONO MÓVIL: 0961278773

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis de la incidencia del aceite de linaza en la resistencia al desgarre en un tejido plano (tafetán) 100% algodón”
AUTOR (ES):	Jazmin Fernanda Cacuango Anrango
FECHA: DD/MM/AAAA	01/09/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. José Rafael Posso Pasquel

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 01 días del mes de septiembre de 2025

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Jazmín Fernanda Cacuango Anrango

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

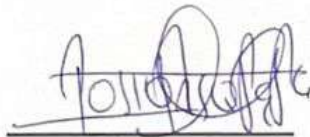
Ibarra, 01 de septiembre de 2025

MSc. Posso Pasquel José Rafael

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el informe final del trabajo de Integración curricular, acorde a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

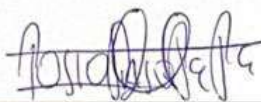


MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 100252578-8

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del Trabajo de Integración Curricular “ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL ACEITE DE LINAZA EN LA RESISTENCIA AL DESGARRE EN UN TEJIDO PLANO (TAFETÁN) 100% ALGODÓN”, elaborado por Cacuangó Anrango Jazmín Fernanda, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



MSc. Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 100252578-8



MSc. Naranjo Toro Marco Franciseo

C.C.: 170687046-4

DEDICATORIA

Dedicado a mis queridos padres:

Con gratitud infinita, les dedico este trabajo, a mi madre María Justina Anrango C. y mi padre Rufino Cacuango P., que representa el fruto de años de esfuerzo, aprendizaje y dedicación. Su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios han sido el pilar fundamental en este viaje hacia mi realización personal.

A ustedes, quienes me han inspirado con su ejemplo de perseverancia y esfuerzo, les agradezco por creer en mí, por alentarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles y por brindarme el amor y la confianza que me han dado la fuerza para alcanzar este logro.

Cada página de esta investigación lleva impreso el amor y la gratitud que siento hacia ustedes. Este triunfo es también suyo, pues cada paso que he dado ha sido guiado por su amor y orientación.

Con todo mi cariño y admiración

Fernanda Cacuango

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que colaboraron directa o indirectamente en este proyecto, a mis hermanas Nancy y Elizabeth, sin ustedes no hubiese llegado a cumplir con esta etapa, su apoyo incondicional y amor infinito me ha fortalecido para seguir aferrándome al sueño de culminar esta etapa. A mis hermanos Edison, Alex y Fabian, ustedes me ayudaron con su ejemplo de vida, a ver lo importante que es la formación académica y todo lo que esta puede ofrecer en el futuro. Agradezco a mis sobrinos, Edison R, Gordi e Isabella C., ustedes fueron un impulso para continuar en los días más caóticos de este camino. Y para terminar, agradezco todo el tiempo y apoyo recibido de mi compañero de vida, a ti que estuviste en mis momentos más difíciles, de este proceso, te agradezco infinitamente la paciencia y el amor que has tenido. Deseo que esta nueva etapa sea de dicha para los dos.

Fernanda Cacuango

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se analiza el impacto que tiene el aceite de linaza con resina CENTERGARD, en la resistencia al desgarro de un tejido tafetán de algodón 100%, por el método de impregnación en el Foulard, para posteriormente ir al lavado y ser sometido a pruebas de ELMATEAR.

El procedimiento que se llevó a cabo fue con tres tipos de recetas de 130, 94 y 88 % de pick up configurados con la presión y velocidad en el equipo del Foulard para impregnar la tela de aceite de linaza. Una vez terminado el proceso de impregnación, las probetas fueron secadas en el túnel de secado con aire caliente a 80 °C por minutos, finalizado este proceso las probetas se dividieron en dos grupos: grupo 1 (sin lavado) y grupo 2 (con lavado).

Las probetas del grupo 2 recibieron el lavado doméstico al nivel 3N, bajo la norma ISO 6330:2012 en el equipo del Wascator. Después las muestras de los dos grupos se trasladaron al equipo de medición de resistencia al desgarro ELMATEAR, se trabajó con la norma ISO 139937-1:2000.

Los resultados obtenidos de las muestras en sentido longitudinal y transversal indicaron que la aplicación del aceite de linaza en altas concentraciones mejora significativamente la resistencia que puede ofrecer un tejido plano ante un desgarro, siendo el sentido longitudinal el que exhibió los mejores resultados. La receta 1 sin lavado con un pick up de 130 %, resultado de 22.11 en Newtons, mostró un 27,51 % más de resistencia en comparación de la receta sin acabado. Por otro lado, la receta 1 con lavado, con un resultado de 21,75 Newtons presentó un 25.43 % más de resistencia que la muestra sin ningún tipo de acabado.

Estos resultados afirman que la aplicación del aceite de linaza es una nueva alternativa para aplicar de manera segura y ecológica, un acabado natural capaz de mejorar las características intrínsecas sin dañar la estructura natural del tejido.

Palabras claves: tafetán, desgarro, aceite de linaza, foulard, impregnación, péndulo balístico.

ABSTRACT

In this research project, the impact of linseed oil combined with CENTERGARD resin on the tear resistance of a 100% cotton plain weave fabric is analysed, using the foulard impregnation method, followed by washing and testing with the ELMATEAR equipment.

The procedure was carried out using three different pick-up levels of 130%, 94%, and 88%, configured through pressure and speed adjustments on the foulard equipment to impregnate the fabric with linseed oil. Once the impregnation process was completed, the test specimens were dried in a hot air tunnel at 80 °C for several minutes. After drying, the specimens were divided into two groups: Group 1 (without washing) and Group 2 (with washing).

The specimens in Group 2 underwent domestic washing at level 3N, in accordance with ISO 6330:2012, using the Wascator equipment. Subsequently, samples from both groups were tested for tear resistance using the ELMATEAR device, following the ISO 13937-1:2000 standard.

The results obtained from both longitudinal and transverse directions indicated that the application of linseed oil at high concentrations significantly improves the resistance of plain weave fabric against tearing, with the longitudinal direction showing the best performance. Recipe 1 without washing, with a pick-up of 130% and a result of 22.11 Newtons, demonstrated a 27.51% increase in resistance compared to the untreated fabric. Meanwhile, Recipe 1 with washing, which yielded 21.75 Newtons, showed a 25.43% increase in resistance relative to the unprocessed sample.

These results confirm that the application of linseed oil offers a safe and environmentally friendly alternative, providing a natural finish capable of enhancing intrinsic fabric properties without damaging its natural structure.

Keywords: taffeta, tear, linseed oil, foulard, impregnation, ballistic pendulum.

LISTA DE SIGLAS

- (AL).** Aceite de linaza
- (TPT).** Tejido plano tafetán
- (RD).** Resistencia al desgarre
- (CO).** Algodón
- (PB).** Péndulo balístico
- (EMF).** Elmendorf
- (AB).** Acabado
- (IG).** Impregnación
- (W).** Wascator
- (ISO).** Organización Internacional de Normalización o Estandarización
- (TS).** Túnel de secado
- (PH).** Peso en húmedo
- (PS).** Peso en seco
- (PU).** Pick Up
- (W).** Peso
- (N).** Newton
- (GF).** Gramos-fuerza
- (M/MIN).** Metros sobre minutos
- (U).** Urdimbre
- (T).** Trama
- (L).** Longitudinal
- (TN).** Transversal
- (SA).** Sin Acabado
- (SLR).** Sin Lavado Receta
- (CLR).** Con Lavado Receta

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes	1
Importancia del estudio.....	2
Objetivos	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
Características del sitio del proyecto	3
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÒRICO.....	5
1.1. Estudios previos.....	5
1.1.1. Acabados con aceites naturales	5
1.1.2. Resistencia al desgarro en telas de algodón 100 %	6
1.1.3. Foulardado con aceites.....	6
1.2. Marco legal.....	6
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	6
1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	7
1.2.3. TULSMA	7

1.3. Marco Conceptual.....	7
1.3.1. Acabado textil.....	7
1.3.2. Foulardado	7
1.3.3. Tejido plano 100 % algodón.....	8
1.3.4. Aceite de linaza.....	9
1.3.5. Resistencia al desgarro	10
1.3.6. Normas.....	10
CAPÍTULO II	12
METODOLOGÍA	12
2.1. Alcance de la investigación.....	12
2.2. Tipos de investigación aplicar	12
2.2.1. Investigación bibliográfica	12
2.2.2. Investigación analítica	12
2.2.3. Investigación experimental.....	13
2.2.4. Investigación comparativa	13
2.3. Flujogramas.....	13
2.3.1. Flujograma general	13
2.3.2. Flujograma muestral	14
2.4. Equipos y materiales.....	16
2.4.1. Equipos.	16

2.4.2.	Materiales	17
2.5.	Procedimiento	18
2.5.1.	Caracterización del tejido	18
2.5.2.	Preparación de las probetas	20
2.5.3.	Pesaje de las muestras	20
2.5.4.	Formulación de recetas	21
2.5.5.	Proceso de impregnación con el aceite de linaza.....	23
2.5.6.	Proceso de fijado.....	25
2.6.	Prueba de laboratorio.....	26
2.6.1.	Prueba de resistencia al desgarro acorde a la norma ISO 13937-1:2000.....	27
2.6.2.	Prueba de solidez al lavado domestico ISO 6330:2012.....	29
CAPÍTULO III		30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		30
3.1.	Resultados	30
3.1.1.	Tabla de resultados de resistencia al desgarro antes del lavado	30
3.1.2.	Tabla de resultados de resistencia al desgarro después del lavado	32
3.1.3.	Tabla general de resultados desgarro y lavado	33
3.2.	Discusión de resultados	34
3.2.1.	Análisis de la varianza	34
3.2.2.	Normalidad de los datos	35

3.2.3. Análisis general de los resultados del desgarro y lavado.....	37
3.2.4 Discusión general de los resultados	38
CAPÍTULO IV	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
4.1. Conclusiones.....	40
4.2. Recomendaciones	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición del aceite de linaza -----	9
Tabla 2 Equipos utilizados en el proyecto -----	16
Tabla 3 Materiales, auxiliares e instrumentos de laboratorio -----	17
Tabla 4 Característica del Tejido -----	19
Tabla 5 Proceso de descrude-----	20
Tabla 6 Pesos obtenidos de las muestras después del pesaje -----	21
Tabla 7 Dosificación de auxiliares de la receta 1 para las probetas del grupo 1 y 2 -----	22
Tabla 8 Dosificación de auxiliares de la receta 2 para las probetas del grupo 1 y 2 -----	22
Tabla 9 Dosificación de auxiliare de la receta 3 para las probetas del grupo 1 y 2	22
Tabla 10 Parámetros empleados para la impregnación de la muestra 1 para el grupo 1 y 2-----	24
Tabla 11 Parámetros empleados para la impregnación de la muestra 2 para el grupo 1 y 2-----	24
Tabla 12 Parámetros empleados para la impregnación de las muestras 3 para el grupo 1 y 2 -----	25
Tabla 13 Parámetro del proceso de fijación en el túnel de secado -----	25
Tabla 14 Parámetro del Equipo Wascator (lavado)-----	29
Tabla 15 Tabla de Resultados de la Muestra Sin Acabado (MSA) -----	30
Tabla 16 Tabla de resultados muestra sin lavar receta 01(MSLR01)-----	31
Tabla 17 Tabla de resultados de la muestra sin lavar receta 02 (MSLR02) -----	31

Tabla 18	Tabla de resultados de la muestra sin lavado receta 03 (MSLR03) -----	31
Tabla 19	Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 01 (MCLR01) -----	32
Tabla 20	Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 02 (MCLR02) -----	32
Tabla 21	Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 03 (MCLR03) -----	33
Tabla 22	Análisis de la tabla general en newtons (N) sin lavado previo -----	33
Tabla 23	Análisis de la tabla general en newtons (N) con lavado -----	34
Tabla 24	Análisis estadístico -----	34
Tabla 25	Resultados de la normalidad en sentido longitudinal -----	36
Tabla 26	Resultados de la normalidad en sentido transversal -----	36
Tabla 27	Tabla general del aumento de la resistencia al desgarro en porcentaje -	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de los laboratorios de la Carrera de Textiles -----	4
Figura 2 Flujograma general-----	14
Figura 3 Flujograma muestral -----	15
Figura 4 Balanza Boeco -----	21
Figura 5 Equipo Foulard -----	23
Figura 6 Rotación de la banda transportadora del túnel de secado-----	26
Figura 7 Molde de referencia para corte de muestras de las pruebas de resistencia al desgarro -----	27
Figura 8 Peso de 64N del péndulo balístico -----	28
Figura 9 Muestra después del desgarro -----	28
Figura 10 Gráfico general de las muestras con lavado y sin lavado -----	37

ANEXOS

Anexo 1 Muestras con el aceite de linaza y con la resina -----	46
Anexo 2 Presión y velocidad del Foulard e inmersión del material en la máquina. -----	46
Anexo 3 Secado de las muestras en el túnel de secado y panel de control -----	47
Anexo 4 Equipo de solidez al lavado (Wascator)-----	47
Anexo 5 Detergente tipo A -----	48
Anexo 6 Tipo de pesas del péndulo balístico -----	48
Anexo 7 Péndulo de peso 64N para tejido plano -----	49
Anexo 8 Trazo de muestras y corte posterior de las mismas -----	49
Anexo 9 Muestra de algodón en mordazas -----	50
Anexo 10 Ficha técnica de la tela de algodón 100 %-----	50
Anexo 11 Ficha técnica de la Resina CENTERGAD D6i -----	51
Anexo 12 Especificaciones de lavado para las lavadoras de tipo A -----	53
Anexo 13 Certificado de uso del laboratorio de la Carrera de Textiles -----	54

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema.

Las telas de algodón son conocidas por su versatilidad y suavidad. Según el tipo de ligamento, sea, tafetán, sarga y/o satín, se podrán elaborar diferentes productos textiles. En el presente proyecto de investigación se trabaja con el ligamento tafetán, el cual se emplea para la fabricación de algunos artículos de hogar como: cortinas, fundas de almohadas, sábanas, prendas de vestir, entre otros. Una de sus principales limitaciones es la baja resistencia al desgarre, lo que provoca que la durabilidad y funcionalidad sea deficiente.

Con el objetivo de encontrar alternativas para mejorar esta propiedad, el estudio se enfoca en evaluar el efecto del aceite de linaza a la resistencia al desgarro de tejidos de ligamento tafetán 100 % algodón. Este producto tiene propiedades intrínsecas ricas en ácido graso, que ayudan a potenciar la resistencia al desgarre en el sustrato donde sea aplicado, así mismo actúa como agente protector del tejido. Además, se trata de retomar prácticas tradicionales de la industria textil, donde se empleaban aceites naturales para impermeabilizar y preservar las telas.

La investigación plantea la hipótesis de que el acabado a base del aceite de linaza disminuirá la propagación de la rotura con la finalidad de que la vida útil del producto sea más duradera. Permitiendo usar acabados textiles que sean más amigables con el medio ambiente y así mitigar el impacto ambiental causado por la industria textil.

Antecedentes

El algodón es una fibra natural obtenida de las plantas de algodón de origen celulósicos. Es la fibra textil más utilizada en el mundo y tiene las características como suavidad, resistencia, capacidad de absorción y transpirabilidad (Galarza, 2024).

El aceite de linaza es un aceite de origen vegetal que se extrae de las plantas de lino, por medio del proceso de prensado en frío y extracción con solventes. En la industria textil se emplea como un agente de acabado natural por la capacidad de formar una película protectora. (Dellepiane et al., 2022). Las características que tiene el aceite, al ser aplicada en

el tejido podrían mejorar la resistencia al agua, durabilidad y en ciertos casos resistencia mecánica.

ELMATEAR es el equipo de laboratorio que mide la resistencia al desgarro de un textil, el cual tiene la función de evaluar la resistencia que opone un material a la propagación de la rotura. Primeramente, se coloca el textil en las mordazas y con un pequeño corte realizado por una cuchilla, para luego liberar el peso el mismo que provocar el desgarro en el tejido. Finalmente, en el panel de control se observan los resultados en Newtons y la gama en % (Quispe, 2023).

Importancia del estudio.

El tejido de tafetán 100 % algodón es altamente comercializado debido a sus características físicas, pero su susceptibilidad al desgaste y rotura con el uso frecuente afecta negativamente su vida útil y apariencia estética. Por esta razón, es importante encontrar productos naturales que mejoren su resistencia y durabilidad, sin comprometer al medio ni la calidad del producto final.

El aceite de linaza es de origen natural y se ha usado en productos con alta cantidad de celulosa, si se aplica sobre el tejido de algodón, podría obtenerse una mejora significativa de la resistencia al desgarro del tejido (Héctor, 1946).

Este enfoque es particularmente relevante en el contexto actual, donde la industria busca soluciones más ecológicas y responsables; la propuesta planteada no solo pretende mejorar la resistencia al desgarro, sino que también representa un avance hacia prácticas industriales más sostenibles y que puede prolongar su vida útil y reducir la frecuencia de reemplazo, así como los residuos textiles. Por este motivo, esta investigación es de gran importancia y pertinencia para el desarrollo de la industria textil moderna.

Objetivos

Objetivo general.

- Analizar la incidencia del aceite de linaza en la resistencia al desgarro de un tejido plano (tafetán) 100 % algodón.

Objetivos específicos.

- Aplicar el aceite de linaza en distintas concentraciones por el proceso de foulardado en un sustrato textil 100 % algodón, utilizando los equipos del laboratorio de la Carrera de Textiles.
- Evaluar la resistencia al desgarro en las muestras de tejido plano (tafetán) 100 % algodón, tratadas con diferentes concentraciones de aceite de linaza, de acuerdo con la norma ISO 13937-1:2000 (Determinación de la fuerza de desgarro mediante el método del péndulo balístico Elmendorf).
- Analizar y comparar los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio realizadas a las distintas muestras mediante el software estadístico Past 4.

Hipótesis

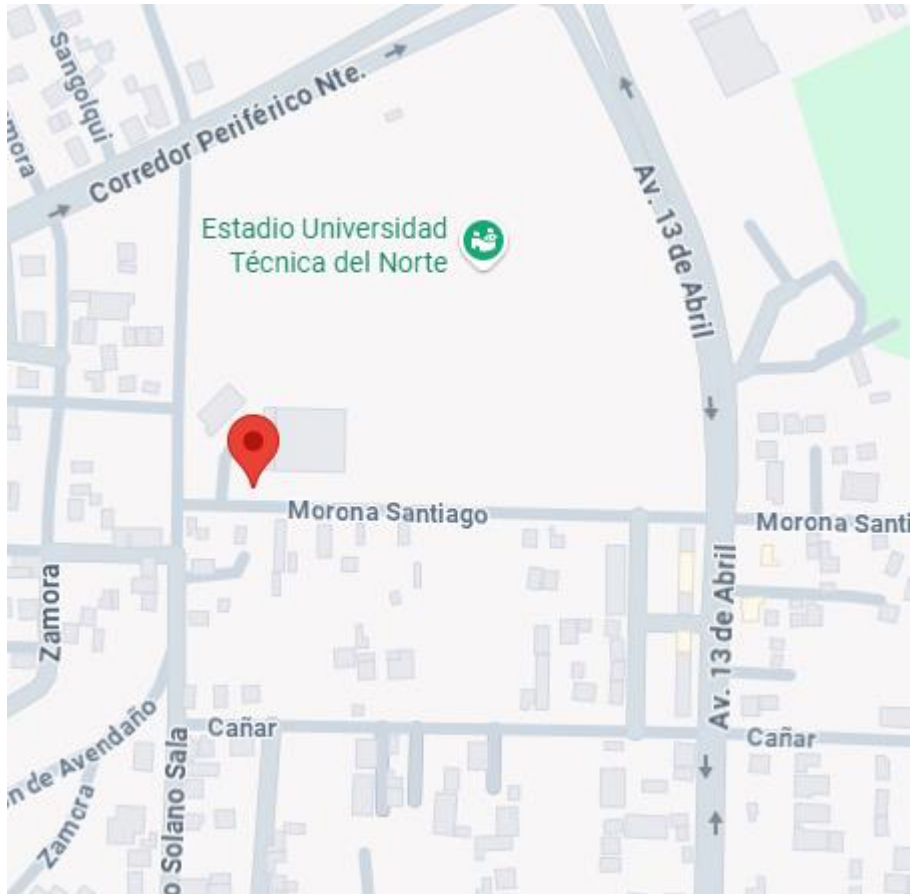
¿Con la aplicación del aceite de linaza en el tejido de algodón 100 % se puede mejorar la resistencia al desgarro?

Características del sitio del proyecto

El presente estudio se realizó en la ciudad de Ibarra, la obtención del tejido plano de algodón se obtuvo de la empresa NOBATEX, ubicado en la ciudad de Quito, con las coordenadas de 0° 6' 16" S 78° 27' 11" O. Tanto la etapa experimental como el análisis correspondiente se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, específicamente dentro de los laboratorios de la Carrera de Textiles, ubicados en el sector de Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, con las coordenadas 0°22'40.9"N 78°07'24.0"W como se observa en **Figura 1**. La selección de este lugar se da debido a que los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto de acabado con aceite de linaza y testeo para determinar la resistencia al desgarro se encuentran disponibles.

Figura 1

Ubicación geográfica de los laboratorios de la Carrera de Textiles



Fuente: (Google maps, 2024)

CAPÍTULO I

MARCO TEÒRICO

1.1. Estudios previos.

1.1.1. Acabados con aceites naturales

A lo largo de la historia, la búsqueda de prendas más cómodas o confortables ha impulsado el desarrollo de productos que mejoren propiedades tanto químicas como físicas de las telas. En la antigüedad, se empleaban aceites naturales como agentes protectores de sustratos textiles, lo que otorgaría al tejido características superiores en comparación a los que no tenían ningún acabado.

En investigaciones previas, se ha encontrado el empleo de aceites para proporcionar diferentes tipos de acabados, siendo el caso donde se realiza un microencapsulado de aceite de eucalipto, teniendo como la mejor muestra con una concentración del 30 % de aceite. Para hacer una camiseta antialérgica, se combina algunos auxiliares, tales como: la silicona, mentol, alcanfor, entre otros, para asegurar un proceso adecuado (Mullo, 2021). Este tratamiento, no solo mejora las propiedades del tejido, además, ofrece beneficios adicionales para la salud humana como la reducción de alergias.

En otra de las investigaciones, se emplea el aceite de palma africana, que se obtiene a partir de subproductos de la planta mencionada anteriormente; emplea el aceite como protector de la fibra de abacá, con el fin de que resista al agua de mar y, con ello, al frote (Anrango, 2020). En este contexto, el aceite de palma se ha empleado para mejorar la durabilidad del sustrato de abacá en agua de mar, logrando resultados favorables al aplicar este aceite.

En otro tema de investigación, se empleó el aceite de Neem en un tejido de algodón, donde se dispersaba el almidón al 4 % con glicerol para que actúe como plastificante, el cual se les adicionó (0,3 y 5 %) de aceite de Neem, esto se realizó con la finalidad de reducir el impacto de la mosca de la fruta en el tejido de punto (Estrella, 2017).

Además, de otra investigación en donde se emplea el aceite de clavo de olor en los porcentajes del 25 %, 50 %, 75 % y 100 % en el género textil, que unida con la microemulsión de silicona al 90 %, se obtiene como resultado un acabado antimicrobiano. Aplicando esto en medias tobilleras de algodón, se evidencia que el aceite al 50 % tuvo mejores resultados con relación a los otros porcentajes utilizados (Maigua Samia, 2022).

1.1.2. Resistencia al desgarro en telas de algodón 100 %

La resistencia al desgarro se evidencia con la comparación entre el tejido de algodón 100 % y el algodón/cáñamo con 60/40 % en su composición, constatando que los resultados obtenidos tenían mayor resistencia en el tejido mezclado con cáñamo (Cayambe, 2023).

La resistencia al desgarro se determina en los tejidos de algodón, en los que se aplica la tenacidad, en telas llanas y en telas con diseños; en la presente investigación se indica que la propiedad del desgarro es mejor si el tejido es en tafetán, lo que se determina que el aumento o disminución se reduce según el tipo de ligamento del tejido plano que se utilice (Hasdiana, 2018).

En otra investigación se aborda el tema de la resistencia al desgarro de un tejido de sisal realizado por el método de Elmendorf, en los resultados obtenidos se muestran que, en los tejidos tafetán en el sentido de la urdimbre tiene una mayor resistencia en cuanto al sentido de la trama, con relación a un tejido de punto (Nagamadhu et al., 2023).

1.1.3. Foulardado con aceites.

En el proceso de foulardado, se utilizaron dos tipos de géneros: tela de algodón y tela de poliéster donde se realizó el microencapsulado con esencia de lavanda, mezclándolo con la goma arábiga, quitosano y aceite en emulsión, se realizó en el equipo de Foulard a 1 bar de presión de los cilindros exprimidores, para posterior secarle y curarlo, en donde el aceite se quedó impregnado (Valle et al., 2024).

En el estudio realizado por Soroh, en el año 2021, se realizó un tratamiento con diez aceites, entre los cuales destacaron el aceite de limón y romero, que actuaron como escudo protector para las picaduras de mosquitos. Este proceso se realizó en una impregnación de tela de algodón mediante el uso del Foulard, para que el aceite de limón y romero se quede impregnado en la tela (Soroh et al., 2021).

1.2. Marco legal

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

En la Constitución ecuatoriana se explica que las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica (Ecuador, 2021).

Art 397.- El Estado debe garantizar un ambiente sano y ecológico, comprometiéndose a regular la producción, importación, distribución, uso y eliminación

adecuada de sustancias tóxicas y peligrosas, para salvaguardar la salud humana y el medio ambiente.

1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

Este proyecto se alinea con: producción industrial y sostenible, mismo que en la Universidad Técnica del Norte, corresponde las líneas de investigación Nro. 9 que es “la gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico”.

1.2.3. TULSMA

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, se aborda el tema relacionado al impacto ambiental, calificando previamente la ejecución de una obra pública, privada o mixta y los proyectos de inversión pública o privada, que puedan causar impacto ambiental y que tengan el carácter de necesidad nacional, originando la producción sostenible y proponiendo causar mecanismos y alternativas para minimizar la problemática del ambiente (Ministerio del Ambiente, 2017).

1.3. Marco Conceptual

1.3.1. Acabado textil

El acabado textil es un proceso realizado en las telas con el fin de cambiar sus propiedades tanto químicas, física y de apariencia. Estos acabados van desde hacer telas impermeables hasta realizar microencapsulados; además, se debe considerar el tiempo de durabilidad de un acabado en la tela, los cuales suelen ser: permanentes, temporales, durables o renovables (Sayed, 2017).

Los métodos del proceso de acabado se pueden dividir en acabado físico mecánico y acabado químico. Según su propósito, se pueden clasificar en acabado básico, acabado de apariencia y acabado funcional. El propósito de los acabados es hacer que los textiles sean uniformes en ancho y estables en tamaño y forma; mejorar la apariencia de los textiles, la sensación al tacto y la durabilidad de las telas, acabados repelentes como el antipolilla, anti moho, entre otros (Saranya & Annapoorani, 2019).

1.3.2. Foulardado

El proceso de foulardado o impregnación es un proceso de tintura que puede ser continuo o semicontinuo. En este procedimiento, el tejido pasa por una cuba que contiene un baño con los productos a impregnar, que pueden ser colorantes o auxiliares. A medida que el

sustrato pasa por la cuba, va absorbiendo parte de este, llevándose consigo el colorante o los productos que se encuentren presentes (Mu, 2019). Para lograr una impregnación correcta, es necesario utilizar los parámetros de presión y velocidad adecuados, que se calculan mediante la fórmula del Pick-Up. Esta fórmula especifica las cantidades de apresto exactas que va a retener el tejido. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$Pick\ Up = \frac{\text{peso humedo}(Wh) - \text{peso en seco}(Ws)}{\text{peso seco}(Ws)} * 100 \quad (1)$$

Donde:

Peso húmedo (Wh): es el peso que se obtiene después de mojar la muestra con agua.

Peso en seco (Ws): es el peso inicial de la muestra sin mojar.

W: es el peso del material.

Dentro de esta máquina se encuentran parámetros regulables que permiten obtener mejores resultados, siendo estos; la presión, que se mide en bares y la velocidad, que se mide en metros sobre minuto (m/min), que permite controlar la velocidad a la que va a pasar nuestro sustrato por los cilindros (Giessmann, 2022). Durante este proceso se elimina el exceso de producto del tejido con ayuda de cilindros exprimidores.

El Foulard asegura que, el producto empleado para el acabado se distribuye uniformemente en todo el tejido, mejorando las características relacionadas directamente con el acabado aplicado.

1.3.3. Tejido plano 100 % algodón

El tejido plano es el entrelazado de hilos tanto en sentido longitudinal (urdimbre) como en sentido transversal (trama). Debido a su forma de diseño, el tejido se usa en telas casuales y de vestir. Estas telas se fabrican para una amplia variedad de tipos y diseños, como son los tejidos básicos: tafetán, sarga y satín. Todos los demás son derivados de estos tejidos básicos o de su combinación (Pile, 2021).

Para obtener un tejido de este ligamento, se trabaja con máquinas denominadas telares, donde la urdimbre será fija y pasada hilo por hilo por lo lisos o laminillas que guiaran al hilo hacia el carrete, donde se envolverá, mientras que la trama será insertada en la urdimbre trasversalmente por un proyectil, lanzadera o a chorro, dependiendo del tipo de telar con el que se trabaje, de extremo a extremo para formar el tejido (Galarza, 2024)

El tejido tafetán es un ligamento simple por ello su relación de trabajo es de 1x1, lo que indica que un hilo de trama pasa por encima de un hilo de urdimbre, este caso varía dependiendo de los tipos de ligamento. Los tejidos pueden ser de una gama amplia de fibras: sean naturales, artificiales o sintéticas. El tejido de algodón es de fibra natural y tiene la propiedad de ser hipoalergénicas.

1.3.4. Aceite de linaza

El aceite de linaza, también conocido como aceite de lino, es de origen vegetal que se extrae de las semillas maduras de la planta de lino (*Linum usitatissimum*), tiene la característica de tener un elevado contenido de ácido graso omega-3. Este producto se comenzó a cultivar en Egipto hace más de 4000 años, pero sus propiedades específicas se descubrieron en Francia a inicio de la industrialización, cuando se utilizaban como protector de los tejidos (Harlapur et al., 2018).

En los inicios de la industria textil, el aceite de linaza se manipulaba como una sustancia oleaginosa y fue una de las primeras materias primas conocidas por la humanidad para hilar. Algunos de estos hilos se emplearon para envolver cadáveres en Egipto, así como en la elaboración de cortinas y vestimentas (Dellepiane et al., 2022).

El aceite de linaza tiene ácidos grasos que le dan las características antes mencionadas, recopiladas en la siguiente tabla.

Tabla 1

Composición del aceite de linaza

Composición del aceite de linaza	Cantidad
Densidad	0.925-0.935 g/ml
Ácido graso oleico	9-27 %
Ácido graso linoleico	8-29 %
Ácido graso saturado	45-60 %
Ácido graso linolénico	15-16 %

Fuente: adaptado de (Acofarma, 2020)

1.3.5. Resistencia al desgarro

La resistencia al desgarro es una propiedad mecánica de los materiales que mide la capacidad que posee una tela para resistir la propagación de una rasgadura o corte una vez que haya comenzado el proceso de rasgado (Quispe, 2023).

El método para la medición de la resistencia al desgarro en los tejidos es el péndulo balístico (tipo Elmendorf), el mismo, que determina la fuerza o energía media necesaria para continuar un desgarro iniciado por un corte en el tejido. Este método permite entender la diferencia entre, la fuerza necesaria para empezar un desgarro y la fuerza para propagarlo, lo cual es crucial en la evaluación de las propiedades mecánicas de los tejidos (Carrera-Gallissà, 2015).

1.3.6. Normas

En esta sección, se enumeran las normas utilizadas para la elaboración de este proyecto. Donde, se emplea la norma principal relacionada con la resistencia al desgarro y, además, las normas complementarias que ayudan a obtener los parámetros principales del tejido empleado en esta investigación.

A) ISO 13937-1:2000 prueba de resistencia al desgarre

La norma ISO 13937, conocida como el método de péndulo balístico (Elmendorf), detalla la medición de la potencia necesaria para propagar un desgarro, inducido por un corte, de una longitud específica en el tejido mediante una fuerza repentina (ISO, 2019). Esta norma será aplicada en el presente proyecto para analizar las muestras obtenidas durante el proceso.

El uso de la norma es esencial para asegurar una evaluación estandarizada y precisa de la resistencia al desgarro en el tejido plano 100 % algodón. Esto garantiza que los resultados sean comparables y reproducibles, crucial para validar la efectividad del tratamiento con aceite de linaza.

B) Normas empleadas para la caracterización de la tela

Para realizar un análisis completo de una tela de algodón 100 %, es necesario aplicar un conjunto de normas técnicas, que permiten caracterizar adecuadamente sus propiedades físicas y estructurales. La norma ISO 7211-1 se utiliza para determinar la estructura del tejido, como el número de hilos por unidad de longitud en urdimbre y trama. La AATCC 20A permiten identificar y confirmar la composición de las fibras textiles mediante análisis

microscópico y pruebas químicas, asegurando que se trate efectivamente de algodón. La ASTM D1907 se aplica para determinar el título del hilo, es decir, su densidad lineal a partir de la relación entre peso y longitud. La ISO 3801 establece el método para calcular el peso por unidad de área (g/m^2), una característica clave en la clasificación de telas. Por último, la ASTM D3774-18 define el procedimiento para medir el ancho del tejido en condiciones controladas de laboratorio, sin aplicar tensiones. Estas normas, permitieron una evaluación técnica precisa de las propiedades fundamentales del tejido.

C) Norma ISO 6330:2012 (Lavado y secado en Wascator)

La norma específica es el procedimiento para evaluar la resistencia de los acabados lavados y la limpieza de textiles. Incluye pruebas de lavado y secado, así como la evaluación de los cambios físicos y visuales en los sustratos textiles después del lavado. La norma proporciona pautas para seleccionar condiciones de lavado y secado representativas de las prácticas habituales de los consumidores, garantizando la calidad y durabilidad de textiles (ISO, 2019).

El uso de esta norma asegura que las condiciones de lavado y secado sean objetivas realistas y representativas de las prácticas cotidianas. Cabe destacar que es vital evaluar cómo los tratamientos aplicados, como el uso de aceite de linaza, siguen impregnados en el tejido después de ser expuestos a un proceso de lavado y secado doméstico.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Alcance de la investigación

La presente investigación, tiene como objetivo analizar la resistencia al desgarro de una tela de algodón tratada con aceite de linaza, mediante el método de impregnación. El estudio se fundamenta en los tipos de investigaciones: analítico, experimental y bibliográfico, con un enfoque cuantitativo que permite recolectar y analizar datos de forma estadística. Esto contribuirá a evaluar y mejorar las propiedades del sustrato textil tratado, garantizando resultados fiables y relevantes.

2.2. Tipos de investigación aplicar

2.2.1. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica representa una fase fundamental que permite establecer un marco teórico y técnico sólido para la aplicación del acabado con aceite de linaza en tejidos de ligamento tafetán. Esta metodología de investigación se orienta al análisis y recopilación crítica de estudios previos, artículos científicos, tesis y literatura técnica especializada, con el objetivo de identificar variables clave, metodologías de aplicación, mecanismos de interacción entre el aceite de linaza y las fibras textiles, así como los efectos físicos y mecánicos resultantes del acabado (Andreina & Ayala, 2020).

A través de la revisión bibliográfica, se basa la información sobre el comportamiento del aceite de linaza como agente de acabado natural, su compatibilidad con la fibra de algodón, su posible función como agente protector, y su influencia en propiedades mecánicas como la resistencia al desgarro.

2.2.2. Investigación analítica

La investigación analítica constituye una forma de investigación que facilita la recopilación de datos e información crucial para la formulación de una nueva investigación. Este enfoque se centra en analizar minuciosamente los componentes fundamentales del proyecto, identificando la opción óptima para la ejecución (Ramos-Galarza, 2021).

La precisión y profundidad de la investigación de este proyecto permiten identificar, cuantificar y evaluar las variables que inciden en la aplicación del aceite de linaza mediante el proceso de foulardado, facilitando un análisis detallado de su impacto en la resistencia al desgarro de la tela de algodón.

2.2.3. Investigación experimental

El análisis experimental se basa en la compilación y el estudio de datos provenientes de experimentos controlados. Utiliza enfoques científicos y metodologías de investigación para observar, medir y analizar fenómenos en condiciones controladas, permitiendo la validación de hipótesis como menciona (Ruiz Luis J., 2022). Esta forma de investigación resulta decisiva, ya que somete el proyecto a pruebas exhaustivas utilizando equipos y metodologías calificadas, lo que permite demostrar la autenticidad o falsedad de la hipótesis planteada.

Este enfoque no solo garantiza la validez científica de los resultados conseguidos, sino que también proporciona una base sólida sobre la propuesta de los acabados con aceites y los resultados que se han obtenido. En el presente proyecto se enfoca en la aplicación de los aceites de linaza. Además, la rigurosidad metodológica contribuye a la credibilidad y reproducibilidad de los resultados dentro de la comunidad científica y técnica del sector textil.

2.2.4. Investigación comparativa

El análisis comparativo involucra la evaluación y comparación sistemática de dos o más elementos, ya sean objetos, conceptos o situaciones. Se centra en identificar similitudes y diferencias para entender mejor las características de cada elemento en relación con los demás (Ramos-Galarza, 2021).

En esta investigación se evalúan los efectos del aceite de linaza con relación a los tejidos sin tratar o tratados con otros acabados, con el fin de establecer diferencias significativas en propiedades como la resistencia al desgarro. Este enfoque también permite identificar y ordenar las variables que deben considerarse durante el proceso de aplicación del acabado.

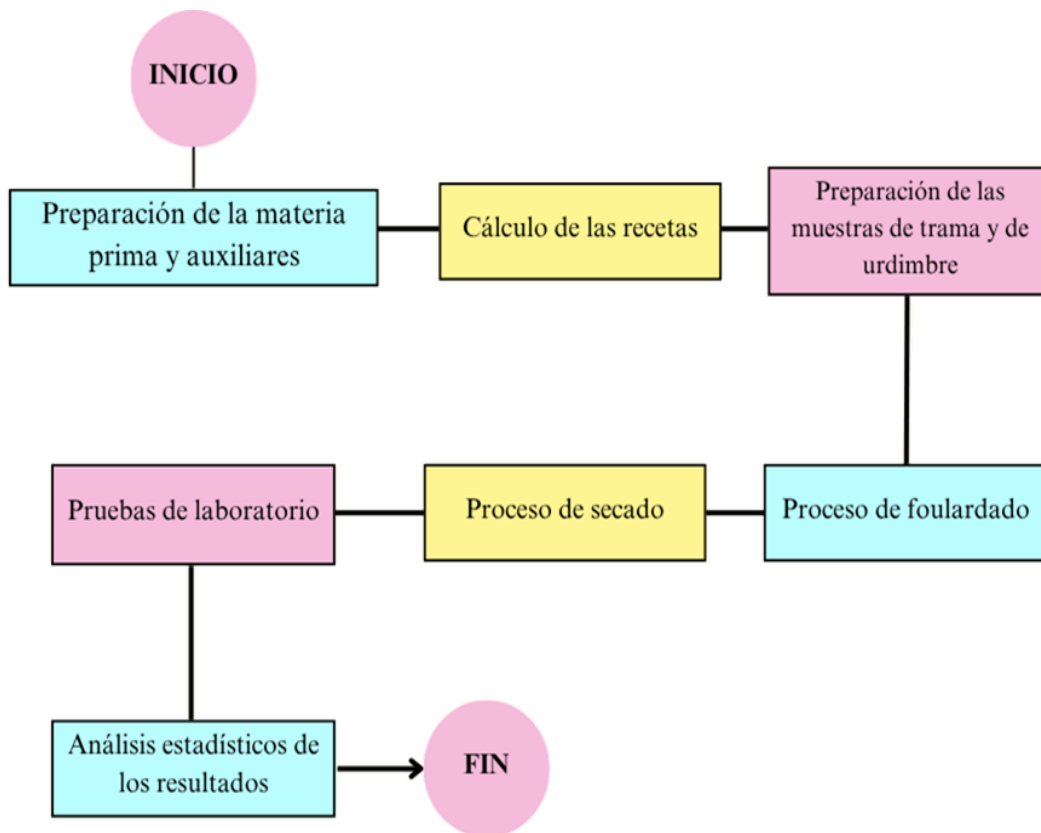
2.3. Flujogramas

2.3.1. Flujograma general

A continuación, se presenta un flujograma que detalla el proceso llevado a cabo para la práctica del acabado aplicando aceite de linaza en el algodón. Se muestra de manera visual y secuencial las etapas y acciones realizadas durante el proceso de aplicación del aceite de linaza en el tejido de algodón.

Figura 2

Flujograma general



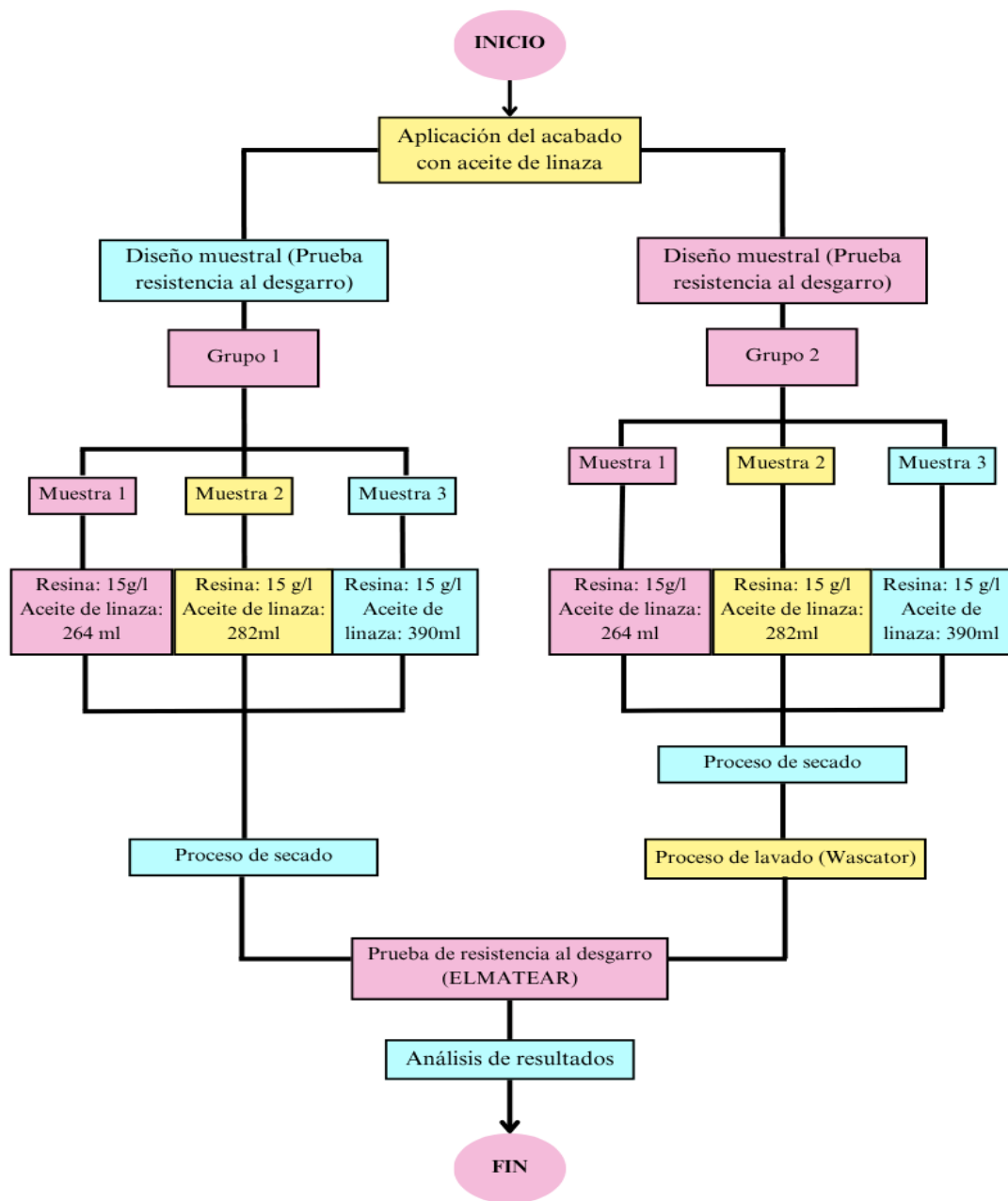
Fuente: Propia

2.3.2. Flujograma muestral

En el flujograma presentado se detalla el procedimiento experimental que se realizó para ejecutar el proceso de acabado con aceite de linaza. Donde, se realizaron seis muestras de trama y seis de urdimbre para cada muestra de cada grupo. Cada una de estas muestras tiene como fin el análisis del proceso de resistencia al desgarro.

Figura 3

Flujograma muestral



Fuente: Propia

2.4. Equipos y materiales

Los equipos y materiales empleados en este proyecto resultan fundamentales para la ejecución del ensayo experimental, con el objetivo de alcanzar los propósitos establecidos con miras a completar la investigación.

2.4.1. Equipos.

En el proyecto de investigación se seleccionan los equipos que garantizaran la precisión en cada etapa del proceso, desde la impregnación hasta las pruebas de resistencia al desgarro.

Tabla 2

Equipos utilizados en el proyecto

Nombre	Descripción técnica
Balanza Boeco	Es un equipo de precisión con una calibración automática interna, tiene una capacidad máxima de 360 g. El tamaño del platillo es de 128x128 mm. Tiene alimentación eléctrica de 110 V.
Foulard Mathis	Es un equipo de laboratorio que consta de, dos rodillos, cuyo ancho es de 350 mm, modelo horizontal, la velocidad de los rodillos es de 0,2 a 10 m/min (regulables), con un panel de control digital. Se usa para tintura, acabados e impregnación.
Túnel de secado	Es un equipo de secado por radiación infrarroja, con una zona de trabajo de 150 cm y la zona de enfriamiento de 50 cm. La regulación es digital con una precisión de $1\pm$ °C, así como la temperatura máxima es de hasta 250 °C. La velocidad de la cinta transportadora es regulable de 0-20 m/min. Tiene una potencia de 9 kW, la alimentación eléctrica es de 220 V.
Equipo para lavado (Wascator)	Es una máquina de laboratorio con capacidad de carga de 7 kg. El volumen de tambor es de 61 ltr con un diámetro de 520 mm. Tiene suministro de agua caliente y fría, con una presión de 1.5 bar como mínimo y 4 bar como máximo. La temperatura máxima del agua es de 60 °C. Tiene un sistema programable de control total. La precisión del control en el volumen es de \pm 0.2 ltr por baño. Cumple con los estándares de las normas ISO 6330:2000 e ISO 6330:1984.

Equipo para medir la resistencia al desgarro (ELMATEAR)	Este equipo de la marca James Heal, tiene un panel de control digital para la calibración inicial. Su alimentación eléctrica es de 220 V. En la parte del péndulo, tiene una cuchilla de 15 a 20 mm de largo. Con una gama de péndulos de (8,16,32,64 y 128) newtons.
--	---

Fuente: Propia

2.4.2. Materiales

En la siguiente tabla se describen los materiales utilizados, detallando sus características principales, así como su función.

Tabla 3

Materiales, auxiliares e instrumentos de laboratorio

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Varilla de agitación de vidrio	Se trata de una varilla de vidrio macizo, con alta resistencia al calor y a los agentes químicos. Con una longitud 30 cm y un diámetro 8 mm. Su superficie es lisa, transparente y no porosa, lo que la hace ideal para mezclar soluciones químicas.
Vasos de precipitado	Es un material de laboratorio de vidrio que resiste los choques térmicos y químicos, con una resistencia térmica de hasta 500 °C. La escala con la que se trabaja es de 250 ml y 600 ml. Tiene una boca ancha con pico vertedor para facilitar el trasvase de líquidos. Se usó para la preparación, mezcla y calentamiento de soluciones.
Tela de algodón	Es una fibra natural de origen vegetal, cruda, capaz de soportar la temperatura de 120 °C sin llegar a dañarse. Tiene un ancho útil de 1.50 m.
Resina CENTERGARD D6i	Es una resina catiónica, que actúa como un agente repelente al agua, se usa para impregnar en tejidos sintéticos, poliéster y sus mezclas. Con un pH de 3 a 5 que se ajusta con el ácido acético. Tiene una temperatura de secado de 150 °C.
Aceite de linaza	Se extrae de una planta (<i>Linum usitatissimum</i>), el aceite tiene propiedades de omega 3,6,9 y ácidos saturados palmítico y esteárico, es de color amarillo dorado ámbar claro. es insoluble en agua, puede mezclarse con resinas, ceras y otros aceites naturales.
Detergente tipo (A)	Es un detergente en polvo, sin fosfatos, con azurante óptico y enzimas.

Tijera	Instrumento de corte de acero inoxidable de alta calidad, de 11.5 cm de largo.
Regla	Instrumento de medición de 30 cm, de acero inoxidable con una precisión de 0.5 mm.

Fuente: Propia

2.5. Procedimiento

En este apartado se detalla procedimiento operativo para la aplicación del aceite de linaza por el método de Foulardado, el mismo que consta de las siguientes etapas:

2.5.1. Caracterización del tejido

Para caracterizar el tejido de algodón 100 % usado en el presente proyecto se determinaron los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- 1. Determinación de la composición:** Para este proceso se toma como referencia a la norma AATCC 20A, en donde: en un matraz cónico de 500 ml se colocaron 200 ml de ácido sulfúrico (75 % fracción másica), junto a 1 g del tejido de prueba durante una hora a 50 °C. Para luego lavar, secar y pesar el residuo. La composición final se calculó por la técnica de gravimetría.
- 2. Determinación del título:** Acorde a la norma ASTM D 1059-76:1976, donde; mediante el uso de una regla estandarizada, agujas de disección y una lupa se extrajeron diez muestras de hilo de diez centímetros cada una. Para luego estas ser pesadas y se determine el título inglés con la siguiente fórmula:

$$Ne = 0.59 \frac{L}{P} 100 \quad (2)$$

- 3. Determinación del gramaje:** Este procedimiento se realiza acorde a la norma ISO 3801:1977. Donde, mediante el uso de una cortadora circular de 100 cm² se extraen cinco muestras al tejido en distintas partes. Para luego, pesar y registrar los resultados.

4. **Determinación del ancho de la tela:** De acuerdo con la norma ASTM3774-18:2018, se extendió la tela sobre una mesa de corte, evitando que se arrugue o se pliegue. Posteriormente, con ayuda de una cinta métrica o regla normalizadas, se midió el ancho del tejido.

5. **Determinar el diseño de la tela:** Se tomó como guía la norma ISO 7211-1:1984. Donde, con el uso de una lupa textil, una aguja de disección y un papel de diseño, se analizó de manera visual el diagrama de tejido presente en la muestra. Para luego registrar los tomados y dejados en el papel de diseño y posteriormente comparar con los ligamentos fundamentales de diseño.

Los resultados obtenidos de la caracterización del tejido se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 4

Característica del Tejido

DETALLES	VALOR	NORMA TÉCNICA
Composición	Algodón (100 %)	AATCC 20A
Color	Blanco	VISUAL
Título	24 Ne	ASTM D 1059-76:
Gramaje	113 g/m	ISO 3801:1977
Ancho	150 cm	ASTM 3774-18
Diseño	Tafetán	ISO 7211-1:1984
Hilos por área		ISO 7211-2:1984
Urdimbre	49	
Trama	31	

Fuente: Propia

Una vez terminada la caracterización, se realizó un descruce del tejido con el fin de eliminar las impurezas de materias extrañas que podría contener la tela, evitando así que se produzcan fallas en el proceso del proyecto, para lo cual se utilizó la receta detallada en la siguiente tabla:

Tabla 5

Proceso de descrude de la tela de algodón

Ingrediente/Reactivo	Concentración	Cantidades	Condiciones	Función
Agua	-	15 litros	Temperatura: 90 °C	
Hidróxido de sodio (NaOH)	2 %	60 g	Temperatura: 90 °C	Saponificación de ceras y grasas
Carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃)	1 %	30 g	Temperatura: 90 °C	Alcalinizante, refuerza limpieza
Detergente no iónico	0.5 %	15 g	Temperatura: 90 °C	Emulsificante de impurezas
Tiempo de tratamiento	-	60 minutos	Agitación continua	Permite reacción completa
Relación de baño	-	5:11	-	

Fuente: Propia

2.5.2. Preparación de las probetas

Para la preparación de las probetas. Primero, se extendió el tejido en una mesa de corte de superficie lisa y se dejó aclimatar por 24 h. Para luego, identificar, trazar y cortar las muestras con una dimensión de 22 x 60 cm, agrupadas en conjuntos de tres probetas por grupo (Grupo 1 y Grupo 2).

2.5.3. Pesaje de las muestras

Las probetas antes de entrar al proceso de Foulardado y posterior aplicación del acabado, se deben determinar el peso inicial para el cálculo del Pick Up. Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Verificar que el platillo de la balanza esté limpio y libre de impurezas
2. Encerar y calibrar el equipo
3. Pesar individualmente las muestras con una precisión de 0.0001 gramos y se registra su valor.

Es importante señalar que las muestras colocadas en el platillo de medición no deben entrar en contacto con las paredes de la balanza, con el fin de evitar alteraciones en los resultados. Los pesos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 6

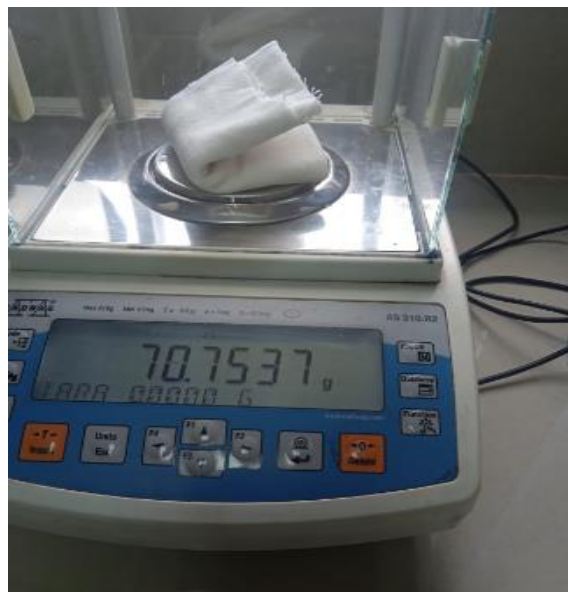
Pesos obtenidos de las muestras después del pesaje

Muestras	Peso	Unidad
MSLRO1 (muestra sin lavar receta 01)	56.169	g
MSLRO2 (muestra sin lavar receta 02)	56.384	g
MSLRO3 (muestra sin lavar receta 03)	54.77	g
MCLR01 (muestra con lavar receta 01)	55.345	g
MCLR02 (muestra con lavar receta 02)	55.021	g
MCLR03 (muestra con lavar receta 03)	55.226	g

Fuente: Propia

Figura 4

Balanza Boeco



Fuente: Propia

2.5.4. Formulación de recetas

Para la aplicación del aceite de linaza se desarrollaron tres recetas diferentes, cada una de ellas con los siguientes parámetros como se detalla a continuación.

Receta Nro. 1.- Receta de acabado textil con el aceite de linaza y la resina, para la muestra 1 del grupo 1 y 2.

Tabla 7

Dosificación de auxiliares de la receta 1

MUESTRA 1		
Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	51,294	g
Aceite de linaza	300	ml
CENTERGARD D6i	15	g
Pick Up	130	%

Fuente: Propia

Receta Nro. 2.- Receta de acabado textil con el aceite de linaza y la resina, para la muestra 2 del grupo 1 y 2.

Tabla 8

Dosificación de auxiliares de la receta 2 para las probetas del grupo 1 y 2

MUESTRA 2		
Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	55,027	g
Aceite de linaza	300	ml
CENTERGARD D6i	15	g
Pick Up	99	%

Fuente: Propia

Receta Nro. 3.- Receta de acabado textil con el aceite de linaza y la resina, para la muestra 3 del grupo 1 y 2.

Tabla 9

Dosificación de auxiliare de la receta 3 para las probetas del grupo 1 y 2

MUESTRA 3		
Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	55,27	g
Aceite de linaza	300	ml
CENTERGARD D6i	15	g
Pick Up	88	%

Fuente: Propia

2.5.5. Proceso de impregnación con el aceite de linaza

Una vez listas las recetas para la dosificación del acabado, en distintas concentraciones, se realizó el proceso de impregnación en el tejido de algodón, mediante el uso del equipo de Foulard horizontal de los laboratorios de la Carrera de Textiles. Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Verificación de las conexiones de energía y aire.
2. Comprobar el estado de los rodillos y la cuba de preparación, constatando que se encuentre libre de cualquier residuo o suciedad.
3. Encendido del equipo y del compresor.
4. Calibración de los parámetros de la presión y velocidad de los rodillos.
5. Preparación de las probetas y los auxiliares.
6. Cargar la cuba con la solución de aceite de linaza y resina CENTERGARD Di6.
7. Pasar el tejido por los rodillos, para luego pesar y calcular el Pick Up.

Figura 5
Equipo Foulard



Fuente: Propia

Las variables con las que se trabajaron en las tres recetas se evidencian en las siguientes tablas, donde se especifican las cantidades de pick up, presión y velocidad de los rodillos.

Tabla 10

Parámetros empleados para la impregnación de la muestra 1, para el grupo 1 y 2

Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	55,27	g
Aceite de linaza	300	ml
Centergard D6i	15	g/l
Presión de los rodillos	3	psi
Velocidad de los rodillos	0,5	m/min
Pick Up	88	%

Fuente: Propia

Tabla 11

Parámetros empleados para la impregnación de la muestra 2 para el grupo 1 y 2

Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	55,027	g
Aceite de linaza	300	ml
Centergard D6i	15	g/l
Presión	3	psi

Velocidad	1,5	m/min
Pick Up	94	%

Fuente: Propia

Tabla 12

Parámetros empleados para la impregnación de las muestras 3 para el grupo 1 y 2

Descripción	Cantidad	Unidades
Tejido algodón	51,294	g
Aceite de linaza	300	ml
Centergard D6i	15	g
Presión	1	psi
Velocidad	2,5	m/min
Pick Up	130	%

Fuente: Propia

2.5.6. Proceso de fijado

Una vez que las muestras fueron impregnadas se trasladan al túnel de secado, para la fijación del acabado, con las pautas que se detallan a continuación:

1. Se enciende la máquina y se calibran los parámetros de temperatura y velocidad de la cinta transportadora mediante el panel de control.
2. Con las condiciones requeridas de la **Tabla 13**, se colocan las muestras sobre la cinta, donde son sometidas a una temperatura controlada.
3. Finalmente, se retira el producto y se procede a identificar las probetas.

A continuación, se presenta una tabla que detalla las condiciones bajo las cuales se realizó el proceso de fijado.

Tabla 13

Parámetro del proceso de fijación en el túnel de secado

Detalle	Cantidad	Unidades
Temperatura	80	° C
Velocidad de la cinta transportadora	12	m/min
Tiempo	2	min

Fuente: Propia

Una vez finalizado el proceso, las probetas deben permanecer entre 10 y 15 minutos en el laboratorio para aclimatarse y liberar la humedad residual. Cuando estén secas, se procede a dividir las en dos grupos, cada uno de los cuales seguirá un procedimiento específico, como se muestra en la **Figura 3**. Es importante mencionar que las muestras del grupo 2 serán sometidas al proceso de lavado en el equipo Wascator, mientras que las del grupo 1, después del secado, se enviarán al equipo ELMATEAR para medir la resistencia al desgarre.

Figura 6

Rotación de la banda transportadora del túnel de secado



Fuente: Propia

2.6. Prueba de laboratorio

Una vez que las muestras estuvieron completamente secas, las correspondientes al grupo 1, fueron transportadas hacia el equipo de tipo Elmendorf, para medir la resistencia al desgarro mediante el método del péndulo balístico. Por otro lado, las muestras del grupo 2, fueron sometidas a un proceso de lavado y secado doméstico en el equipo Wascator, para posteriormente evaluar su resistencia al desgarro en el mismo equipo.

2.6.1. Prueba de resistencia al desgarro acorde a la norma ISO 13937-1:2000

Las muestras de los grupos 1 y 2 fueron sometidas al ensayo de resistencia al desgarro en el equipo ELMATEAR, perteneciente al laboratorio de la Carrera de Textiles. Para la ejecución del ensayo, se siguió el siguiente procedimiento técnico:

1. Preparación de las muestras, como indica el punto ocho de la norma anteriormente mencionada, se toman cinco muestras del tejido en sentido de la urdimbre y trama, con el molde rectangular, que tiene 100 mm de largo x 75 mm de ancho, y una hendidura de 20 mm en el lado más largo. Las probetas se rotulan con un marcador textil.

Figura 7

Molde de referencia para corte de muestras de las pruebas de resistencia al desgarro



Fuente: Propia

2. Preparación del equipo: el equipo debe estar calibrado y el área de trabajo limpia. La calibración se lo realiza colocando un contrapeso determinado, para el caso es de 64 N en el brazo del péndulo y en un mínimo de 5 repeticiones, hasta que el equipo reconozca el peso usado.
3. Selección de la gama de medición: Se elige la masa del péndulo (64 N) y se observa que los resultados estén dentro del 15 % – 85 % del rango de medición.

Figura 8

Peso de 64N del péndulo balístico

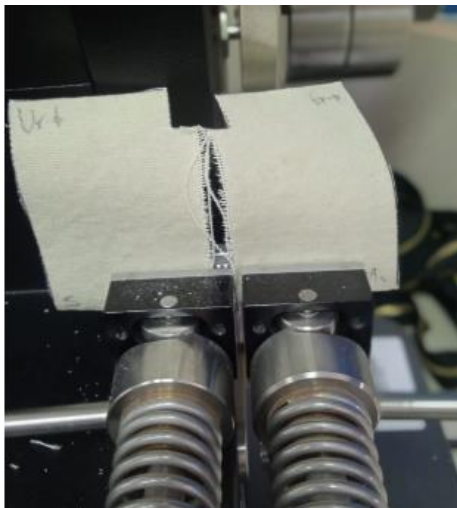


Fuente: Propia

4. Registro y validación de resultados: registra los valores de fuerza de desgarro indicados en la pantalla digital. Se repite el ensayo en cinco probetas por cada dirección. Los resultados son válidos si no hay deslizamiento en las mordazas, el desgarro ocurre completamente o dentro de la zona entallada, y si los hilos se han roto o deshilachado.

Figura 9

Muestra después del desgarro



Fuente: Propia

5. Cálculo de resultados finales: Se calcula la media aritmética de la fuerza de desgarro, expresada en newtons (N), para cada dirección (longitudinal y transversal), obteniendo así los resultados definitivos.

2.6.2. Prueba de solidez al lavado domestico ISO 6330:2012

Para este procedimiento se emplearon las muestras del grupo 2, que pasaron primero por el lavado, a fin de conocer la solidez que tiene este acabado en el equipo Wascator. Realizando el siguiente procedimiento:

- 1 Pesaje de las muestras en la balanza interna del equipo hasta 2 kilos.
- 2 Se coloca la masa de la muestra con 1 kilo de contrapeso tipo II
- 3 El compartimento de la lavadora se coloca 20 gramos de detergente tipo A
- 4 Selecciona el programa 3 N
- 5 Terminado este proceso, se retiran las probetas y se secan en una superficie plana durante 24 horas como se detalla en la norma

Una vez finalizado el proceso de lavado, se retiraron las probetas y se colocaron a la sombra, en un espacio seco y acondicionado a temperatura ambiente, como se indica en el apartado 2.3.1.

Tabla 14

Parámetro del Equipo Wascator (lavado)

Detalle	Cantidad	Unidades
Temperatura de lavado	20	° C
Tiempo de lavado	90	m/min
Nivel de la norma ISO 6330	3N	Nivel de lavado
Tiempo de secado	24	h

Fuente: Propia

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados

Concluida la fase experimental, se procedió al análisis de los resultados obtenidos en la medición de la resistencia al desgarro de las muestras correspondientes a los grupos 1 y 2, así como de las muestras sin tratar, con el fin de comparar el comportamiento mecánico entre los distintos niveles del acabado aplicados.

3.1.1. Tabla de resultados de resistencia al desgarro antes del lavado

A continuación, se detallan los valores de resistencia obtenidos de la muestra inicial o muestra sin ningún acabado, así como las demás.

Tabla 15

Tabla de resultados de la muestra sin acabado (MSA)

N.º MUESTRAS	(MSA)			
	U		T	
	N	%	N	%
SA-1	20.68	31.1	16.69	25.1
SA-2	15.62	23.5	16.57	24.9
SA-3	15.56	23.4	14.46	21.7
SA-4	17.58	26.4	13.64	20.5
SA-5	17.24	25.9	13.78	20.7
Media	17,34	26.06	15.03	22.58

Fuente: Propia

Tabla 16*Tabla de resultados muestra sin lavar receta 01(MSLR01)*

(MSLR01)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
SLR01-1	130	20.11	12.59
SLR01-2	130	20.55	12.41
SLR01-3	130	23.54	13.09
SLR01-4	130	22.51	12.59
SLR01-5	130	23.87	13.14
Media	130	22.11	12.77

Fuente: Propia**Tabla 17***Tabla de resultados de la muestra sin lavar receta 02 (MSLR02)*

(MSLR02)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
SLR01-1	94	20.82	13.02
SLR01-2	94	20.55	14.66
SLR01-3	94	19.24	13.28
SLR01-4	94	19.24	14.24
SLR01-5	94	23.78	12.54
Media	94	20.73	13.56

Fuente: Propia**Tabla 18***Tabla de resultados de la muestra sin lavado receta 03 (MSLR03)*

(MSLR03)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
SLR01-1	88	15.42	13.64
SLR01-2	88	17.77	12.74
SLR01-3	88	19.24	13.42
SLR01-4	88	19.84	13.78
SLR01-5	88	19.81	14.46
Media	88	18.91	13.56

Fuente: Propia

3.1.2. Tabla de resultados de resistencia al desgarro después del lavado

En este apartado se detallan los datos obtenidos de las muestras, con el acabado de aceite de linaza, que pasaron por el proceso de lavado en el equipo Wascator y luego al equipo de medición de la resistencia al desgarro (ELMATEAR).

Tabla 19

Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 01 (MCLR01)

(MCLR01)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
CLR01-1	130	20.24	10.03
CLR01-2	130	22.33	13.97
CLR01-3	130	23.54	13.92
CLR01-4	130	21.33	14.06
CLR01-5	130	21.29	13.14
Media	130	21.75	13.02

Fuente: Propia

Tabla 20

Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 02 (MCLR02)

(MCLR02)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
CLR02-1	94	18.66	13.92
CLR02-2	94	20.37	14.74
CLR02-3	94	20.28	15.97
CLR02-4	94	19.63	14.74
CLR02-5	94	19.5	12.74
Media	94	19.69	14.42

Fuente: Propia

Tabla 21*Tabla de resultados de la muestra con lavado receta 03 (MCLR03)*

(MCLR03)			
N.º MUESTRAS	Pick Up	U	T
	%	N	N
CLR03-1	88	15.42	13.64
CLR03-2	88	17.77	12.74
CLR03-3	88	19.24	13.42
CLR03-4	88	19.84	13.78
CLR03-5	88	19.81	14.46
Media	88	18.42	13.61

Fuente: Propia

3.1.3. Tabla general de resultados desgarró y lavado

En las siguientes tablas se encuentran los resultados generales obtenidos de las muestras analizadas, expresados en Newtons (N). En la **Tabla 222**, se muestran los resultados sin el proceso de lavado de las tres recetas, mientras que en la **Tabla 233**, están los resultados de las muestras después del proceso de lavado.

Tabla 22*Análisis de la tabla general en newtons (N) sin lavado previo*

N.º	SA0		SLM1		SLM2		SLM3	
	U	T	U	T	U	T	U	T
	N	N	N	N	N	N	N	N
1	20.68	16.69	20.11	12.59	20.82	13.02	17.17	11.90
2	15.62	16.57	20.55	12.41	20.55	14.66	16.75	13.70
3	15.56	14.46	23.54	13.09	19.24	13.28	17.86	13.70
4	17.58	13.64	22.51	12.59	19.24	14.24	19.24	14.80
5	17.24	13.78	23.87	13.14	23.78	12.54	23.48	13.70
Media	17.34	15.03	22.12	12.76	20.73	13.55	18.9	13.56

Fuente: Propia

Tabla 23*Análisis de la tabla general en newtons (N) con lavado*

N.º	SA0	SA0	CLR1	CLR1	CLR2	CLR2	CLR3	CLR3
	U	T	U	T	U	T	U	T
	N	N	N	N	N	N	N	N
1	20.68	16.69	20.24	10.03	18.66	13.92	15.42	13.64
2	15.62	16.57	22.33	13.97	20.37	14.74	17.77	12.74
3	15.56	14.46	23.54	13.92	20.28	15.97	19.24	13.42
4	17.58	13.64	21.33	14.06	19.63	14.74	19.84	13.78
5	17.24	13.78	21.29	13.14	19.5	12.74	19.81	14.46
Media	17.34	15.03	21.75	13.02	19.89	14.42	18.42	13.61

Fuente: Propia**3.2. Discusión de resultados**

Se hace énfasis en los resultados recopilados durante las pruebas de resistencia al desgarre en el equipo ELMATEAR, los mismos que fueron sometidos a las pruebas de varianza y normalidad de los datos, con el uso del programa estadístico Past 4.

3.2.1. Análisis de la varianza

El Análisis de la Varianza (ANOVA) permite identificar diferencias significativas entre las medias de los distintos grupos de muestras, proporcionando un enfoque estadístico riguroso para evaluar la efectividad de los tratamientos aplicados.

Tabla 24*Análisis estadístico*

	CV%	Media	Desviación			CV%	Media	Desviación	
			estándar	Q%	estándar			Q%	
URDIMBRE					TRAMA				
SA	12.03	17.31	2.09	2.40	9,94	15,03	1.44	1.72	
SLR01	7.75	22.11	1.71	1.97	2.59	12.77	0.33	0.38	
SLR02	8.96	20.73	1.86	2.13	6.37	13.56	0.86	0.99	
SLR03	14.40	18.91	2.72	3.13	7.68	13.56	1.04	1.20	
CLR01	5.73	21.75	1.25	1.43	13.17	13.02	1.71	1.97	
CLR02	3.50	19.71	0.69	0.79	8.27	14.42	1.19	1.37	
CLR03	9.71	18.29	1.78	2.04	4.58	13.6.1	0.62	0.72	

Fuente: Propia

Según los datos de la tabla anterior la relación del coeficiente de variación en la muestra 2 con lavado (CLR02) de 3.50 % y la muestra 1 con lavado (CLR01) con un 5.73 %, son los que tienen los valores más bajos del grupo 2, indicando una mayor homogeneidad en los datos de la resistencia al desgarro. Por otro lado, la muestra 3 sin lavado (SLR03) presenta 14,40 % más que las otras muestras del grupo 1 teniendo como resultado una mayor dispersión de los datos.

Finalmente, se observó que la resistencia al desgarro en el sentido de la urdimbre es mucho mejor en todas las aplicaciones respecto a la trama, mismo que concuerda con la estructura del tejido ya que la urdimbre por lo general tiene una mayor resistencia mecánica que la trama.

3.2.2. Normalidad de los datos

El análisis se hizo a fin de determinar si los datos son confiables y si se encuentran en los intervalos de confianza ($P > 0.05$), o si existen discrepancias significativas expuestas en la **Tabla 23**. Para esto se utilizó el método de Jarque-Bera, que se emplea para analizar muestras de conjuntos menores; además, indica que si el resultado es superior al 0.05, los datos se encuentran en un intervalo de confianza del 95 %, es decir los datos tienen una distribución normal.

En las siguientes tablas, se evidencia los resultados obtenidos del análisis de la normalidad de los datos, tanto para las muestras en sentido de la urdimbre como en el sentido de la trama. Los resultados se encuentran por encima del ($P > 0.05$ %), lo cual indica que los datos son aceptables y concisos, haciendo que los resultados de este proyecto de investigación sean válidos.

Tabla 25*Resultados de la normalidad del tejido en sentido longitudinal (urdido).*

	SAU	SLR01U	SLR02U	SLR03U	CLR01U	CLR02U	CLR03U
	N	N	N	N	N	N	N
N	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,87	0,8839	0,8381	0,8301	0,9623	0,9184	0,8378
p (normal)	0,25	0,3272	0,1598	0,1393	0,8242	0,5195	0,1589
Anderson-Darling A	0,38	0,3295	0,4424	0,4664	0,2275	0,2793	0,4358
p (normal)	0,24	0,3462	0,158	0,1328	0,6378	0,482	0,1657
Lilliefors L	0,25	0,2197	0,2798	0,2504	0,2308	0,2041	0,2699
p (normal)	0,37	0,5966	0,2273	0,3859	0,5173	0,7081	0,2747
p (Monte Carlo)	0,37	0,6086	0,2433	0,3822	0,5195	0,7349	0,292
Jarque-Bera JB	0,65	0,635	0,8073	1,03	0,2933	0,4034	0,7783
p (normal)	0,72	0,728	0,6679	0,5975	0,8636	0,8173	0,6776
p (Monte Carlo)	0,3	0,3265	0,1404	0,0839	0,8627	0,7135	0,1569

FUENTE: Propia**Tabla 26***Resultados de la normalidad del tejido en sentido transversal (trama).*

	SAT	SLR01T	SLR02T	SLR03T	CLR01T	CLR02T	CLR03T
	N	N	N	N	N	N	N
N	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,82	0,8467	0,9415	0,8536	0,7054	0,9679	0,9792
p (normal)	0,11	0,1844	0,6768	0,2063	0,0109	0,8619	0,9301
Anderson-Darling A	0,47	0,4492	0,2383	0,5271	0,7636	0,2262	0,2037
p (normal)	0,13	0,1505	0,5958	0,08807	0,0167	0,6429	0,7361
Lilliefors L	0,25	0,3014	0,2199	0,3534	0,327	0,2052	0,191
p (normal)	0,4	0,1443	0,5949	0,03994	0,0791	0,7005	0,7957
p (Monte Carlo)	0,4	0,1568	0,6054	0,0356	0,0772	0,7302	0,8233
Jarque-Bera JB	0,73	0,6583	0,4988	0,3862	1,5	0,1809	0,1047
p (normal)	0,69	0,7195	0,7793	0,8244	0,4724	0,9135	0,949
p (Monte Carlo)	0,2	0,2939	0,5467	0,7349	0,0192	0,9476	0,9882

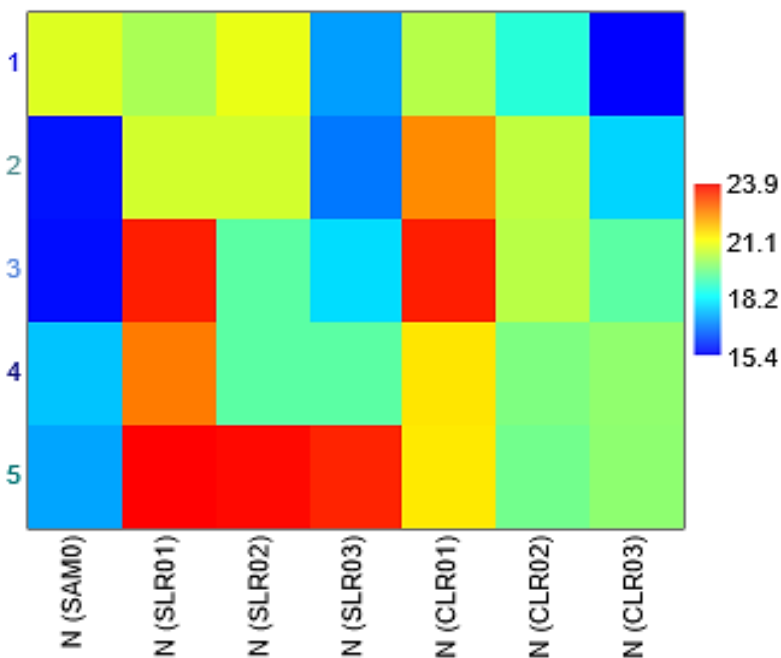
Fuente: Propia

3.2.3. Análisis general de los resultados del desgarro y lavado

En la **Figura 10** se muestran los resultados obtenidos del tejido de algodón 100 % acabado mediante la aplicación del aceite de linaza donde, se evidencia que dicho acabado tiene un efecto positivo sobre el tejido en relación a mejorar la resistencia al desgarro, sin embargo, hay que tener en cuenta que el efecto se puede ver afectado por el proceso de lavado y secado doméstico, lo cual resalta la importancia de la formulación del acabado, así como del proceso de fijación con el fin de mejorar la durabilidad del tratamiento en condiciones de uso cotidiano.

Figura 10

Gráfico general de las muestras con lavado y sin lavado



Fuente: Propia

En el anterior gráfico se presentan todas las probetas analizadas, incluyendo las muestras sin acabado (MSA). Los resultados revelan que las muestras MSLR01, MSLR02 y MSLR03, representa valores de resistencia superiores con los colores cálidos que van del naranja a rojo, que justamente se presenta en las muestras en comparación con la muestra sin tratamiento, lo que evidencia valores más altos de resistencia al desgarro. Se observa que la

ausencia de lavado conserva de mejor manera la propiedad mecánica del acabado de aceite de linaza en el tejido en dirección de la urdimbre.

Por otro lado, los resultados de las muestras MCLR01, MCLR02 y MCLR03 registran valores inferiores a los de la muestra sin acabado en tonalidades que van del verde al azul, lo cual refleja una disminución de la cantidad de aceite de linaza tras ser sometidas al lavado.

3.2.4 Discusión general de los resultados

En cuanto a los resultados que se obtienen del proyecto se destaca que, en relación con la muestra sin acabado, la muestra sin lavado de la receta 01 (SLR01) es la que presenta un 27.53 % más de resistencia al desgarro con relación a la muestra sin acabado, a este le sigue la muestra con lavado de la receta 01 (CLR01) en sentido de la urdimbre con un 25.44 % que se encuentran expuestos en la **Tabla 27**.

Mientras que en el sentido de la trama no existe una mejoría notable en las muestras terminadas, se destaca que en la muestra con lavado de receta 2 (CLR02) con un porcentaje de - 4.06 % presenta una disminución de la resistencia con respecto a la muestra sin acabado.

Esto indica que el acabado aplicado a 130 % de Pick Up tiene un valor máximo de 27,53 % de incremento en la resistencia al desgarro, esto con relación a la muestra sin acabado en dirección de la urdimbre. Los datos obtenidos pueden determinar cuál dirección será la más adecuada de utilizar al momento de la confección de los artículos que se puedan realizar.

Tabla 27

Tabla general de la variación de la resistencia al desgarro con respecto a la muestra sin acabado

Muestra	Urdimbre (N)	% Variación	Trama (N)	% Variación
CLR01	21.75	+25.44	13.02	-13.37
CLR02	19.89	+14,71	14.42	-4.06
CLR03	18.42	+6,23	13.61	-9.44
SLR01	22,12	+27.57	12,76	-15.04
SLR02	20.73	+19.55	13.55	-9.85
SLR03	18.91	+9.06	13.56	-9.78

Fuente: Propia

Con respecto al análisis general de los datos, se tiene que la muestra 2 (CLR02) con un resultado en urdimbre de (19,89 N) y en trama de (14,42 N), es la que presentan los mejores resultados, debido a que aun sin tener los mejores valores en sentido de la urdimbre, logra obtener los mejores valores en el sentido de la trama. Dicha muestra fue sometida al proceso de lavado y secado bajo la norma ISO 6330, lo cual indica que el procedimiento de lavado y secado tiene una influencia positiva en el proceso de aplicación del acabado a base de aceite de linaza.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

Mediante el proceso de impregnación por el equipo de foulardado, que se encuentra en los laboratorios de la Carrera de Textiles, se aplicó el aceite de linaza a concentraciones de 130 %, 94 % y 88 % de Pick-Up. Concluyendo que la aplicación de 130 % de Pick-Up que se trabajó a 1 psi de presión y a una velocidad de 2,5, m/min, fue en consideración a las otras muestras la mejor de los dos grupos muestrales (con lavado y sin lavado). La aplicación del aceite de linaza por este método es una alternativa para optimizar las propiedades mecánicas en textiles de manera natural, lo cual puede sustituir el uso de materiales convencionales.

Los resultados obtenidos después del análisis de resistencia al desgarre en el equipo ELMATEAR, realizados antes y después del lavado, indicaron que la muestra sin lavado (MSLR01) del grupo 1 en sentido de la urdimbre, tuvo resultados de (22,12 N) con un 27.57 % más de resistencia al desgarre que la muestra inicial. Por otro lado, la muestra con lavado de la receta 1 (MCLR01) del grupo 2 en sentido de la urdimbre, tuvo un resultado de (21,75 N), teniendo un incremento del 25.44 % en relación con la muestra inicial.

En cuanto al mejor resultado de todos es la receta 2 con lavado (CLR02), puesto que se encuentra equilibrada tanto en el sentido de la urdimbre como en el de la trama, con un resultado de 14,71 % y - 4,06 % respectivamente, en comparación a la muestra sin acabado, es la que más se aproxima al resultado positivo. Se aprecia que después del lavado acorde a la norma ISO 6330, el acabado tiene una mejor resistencia puesto que el exceso de aceite y el proceso de secado son factores influyen en la resistencia al desgarro de los tejidos analizados.

Los análisis estadísticos realizados mediante el software PAST 4 determinaron que la muestra sin lavado 1 (SLR01) tiene un coeficiente de variación de 7,75 %, la muestra (SLR02) y (SLR03), tienen un coeficiente de variación de 8,96 % y 14,40 % respectivamente con relación a la muestra inicial lo que indica que los datos de la muestra 1 y 2 son los datos más homogéneos en el sentido de urdimbre. En el caso de la trama los datos para la muestra

1 (SLR01) es de 2,59 %, para la muestra 2 (SLR02) y muestra 3 (SLR03) tiene un coeficiente de variación de 6,37 % y 7,68 % respectivamente, lo cual indica que los datos más homogéneos se encuentran en la muestra 1 y 2. Mientras que, en la muestra con lavado (CLR01), 5,73 %, la muestra con lavado (CLR02) y la muestra con lavado (CLR03) tienen un coeficiente de variación de 3,50% y 9.71 % de coeficiente de variación, expresando que la muestra 1 y 3 con lavado es la que presenta los resultados más homogéneos en dirección a la urdimbre. Para el sentido de la trama se encuentra que la muestra 1 (MCLR01) tiene un coeficiente de variación de 13,17, para la muestra 2 (CLR02) y muestra 3 (MCLR03) se tiene un coeficiente de variación de 8,27% y 4,58% respectivamente, lo que indica que la muestra que tiene los datos más homogéneos es la muestra 3. Estos datos nos indican que el acabado aplicado muestra resultados positivos especialmente en la dirección de urdido del tejido.

4.2. Recomendaciones

Para el proceso de impregnación, se recomienda ajustar cuidadosamente los parámetros de presión y velocidad de los cilindros, con el fin de obtener un Pick-Up óptimo que favorezca la correcta impregnación del aceite de linaza en el sustrato textil. Estos valores deben regularse a través de los componentes mecánicos de la máquina foulardado, garantizando así una aplicación uniforme y controlada.

En el túnel de secado, se debe esperar que el equipo alcance la temperatura deseada antes de iniciar el proceso. Además, es fundamental regular la velocidad de la telera y la temperatura interna. Para asegurar un secado homogéneo y eficiente, se recomienda pasar la tela entre tres y seis veces, según las condiciones específicas del acabado y del tejido.

En el proceso de lavado posterior al tratamiento, se sugiere utilizar un detergente tipo A, ya que este facilita la penetración en el tejido y contribuye a eliminar el exceso de aceite residual. Es preferible que las telas tratadas con este acabado sean lavadas por separado, especialmente durante el primer lavado, debido a que el aceite puede transferirse a otros textiles y alterar sus propiedades o apariencia.

En caso de aplicar el acabado con aceite de linaza sobre telas de color, se debe considerar que el producto puede generar una tonalidad amarillenta, afectando la intensidad

del color original y provocando un aspecto más opaco. Por esta razón, se sugiere utilizarlo preferentemente sobre sustratos de colores oscuros.

Finalmente, se debe tener en cuenta las normas establecidas a la hora de utilizar los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, así como el manejo de los equipos de protección necesarios para la manipulación de equipos, sustancias e instalaciones. Los equipos como mascarillas, guantes, son importantes para evitar que inhalemos sustancias tóxicas para el ser humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acofarma. (2020). *Fich de información técnica de aceite de linaza*. 1–2.

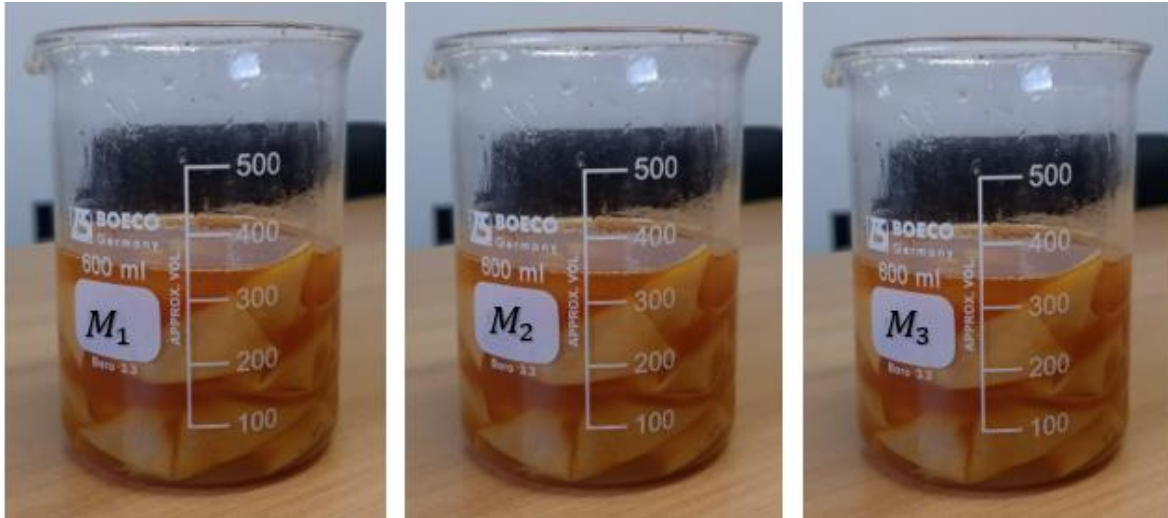
- Andreina, P., & Ayala, M. (2020). *Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas*.
- Anrango, A. G. (2020). *Desarrollo de un acabado con aceite de palma africana sobre tejido de abacá que permita mejorar su durabilidad en el agua de mar*.
- Carrera-Gallissà, D. E. (2015). *Caracterización de tejidos*. *Caracterización de Tejidos*, 238.
- Cayambe, J. (2023). Análisis comparativo de la resistencia al desgarro y abrasión en tejidos de punto jersey, cáñamo/algodón 55/45% y algodón 100%. *Repositorio UTN*.
- Dellepiane, A. V, Sánchez Vallduví, G. E., & Chamorro, A. M. (2022). *Importancia económica, usos y propiedades de lino, colza y cártamo*. 1–17.
- Ecuador, C. de la R. del. (2021). Constitución de la República del Ecuador. *Alteridad*, 2(2), 74. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- Estrella, R. C. R. (2017). Impregnación de aceite de NEEM (*Azadirachta Indica*) en soporte textil para combatir la mosca de la fruta *Anastrepha Striata*. *Escuela Politécnica Nacional*, 84.
- Giessmann, A. (2022). *Foulard technology and impregnation or double-side coating without edge coating*. 41, 2–5.
- Harlapur, S. F., Harlapur, S. F., & Shridhar, A. H. (2018). Reveal on the Effect of Linseed oil on Fabrics: A Competent Antimicrobial Agent. *Materials Today: Proceedings*, 5(10, Part 3), 22638–22642. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.638>
- Hasdiana, U. (2018). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Analytical Biochemistry*, 11(1), 1–5.
- ISO, U. (2019). *española*. 13–15.
- Maigua Samia. (2022). “*ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIMICROBIANO MEDIANTE EL PROCESO DE MICRO ENCAPSULADO APLICANDO ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN MEDIAS TOBILLERAS LISAS DE 100% ALGODÓN*.”
- Mu, A. (2019). Industria Textil. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Mullo, J. (2021). El Aceite De Eucalipto Como Factor Determinante Para El Acabado

- Antialérgico En Prendas Textiles. *Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato*, 593(03), 119.
- Nagamadhu, M., Kivade, S. B., Jeyaraj, P., Mohan Kumar, G. C., Shivaraj, B. W., & Bharath, K. N. (2023). Study on tearing strength of woven sisal fabrics for tents and polymer composite applications. *Journal of Natural Fibers*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2165590>
- Pile, T. (2021). Backed cloth. *Encyclopedic Dictionary of Polymers*, 81–81. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30160-0_926
- Quispe, J. (2023). ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN CONCRETO CON LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS TEXTILES DE ALGODÓN DE DESECHO. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, 4(1), 88–100.
- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Saranya, K., & Annapoorani, D. S. G. (2019). Finishes in fabrics. *Department of Textiles and Apparel Design, Bharathiar University, Coimbatore - India*, 1–18.
- Sayed, U. (2017). Application of Essential Oils for Finishing of Textile Substrates. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 1(2), 42–47. <https://doi.org/10.15406/jteft.2017.01.00009>
- Soroh, A., Owen, L., Rahim, N., Masania, J., Abioye, A., Qutachi, O., Goodyer, L., Shen, J., & Laird, K. (2021). Microemulsification of essential oils for the development of antimicrobial and mosquito repellent functional coatings for textiles. *Journal of Applied Microbiology*, 131(6), 2808–2820. <https://doi.org/10.1111/jam.15157>
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA. *Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI, Anexo 1.*, 3399, 1–578.
- Valle, J. A. B., Curto Valle, R. de C. S., da Costa, C., Maestá, F. B., & Lis Arias, M. J. (2024). Reservoir Effect of Textile Substrates on the Delivery of Essential Oils Microencapsulated by Complex Coacervation. *Polymers*, 16(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/polym16050670>

ANEXOS

Anexo 1

Muestras con el aceite de linaza y con la resina



Anexo 2

Presión y velocidad del Foulard e inmersión del material en la máquina.



Anexo 3

Secado de las muestras en el túnel de secado y panel de control



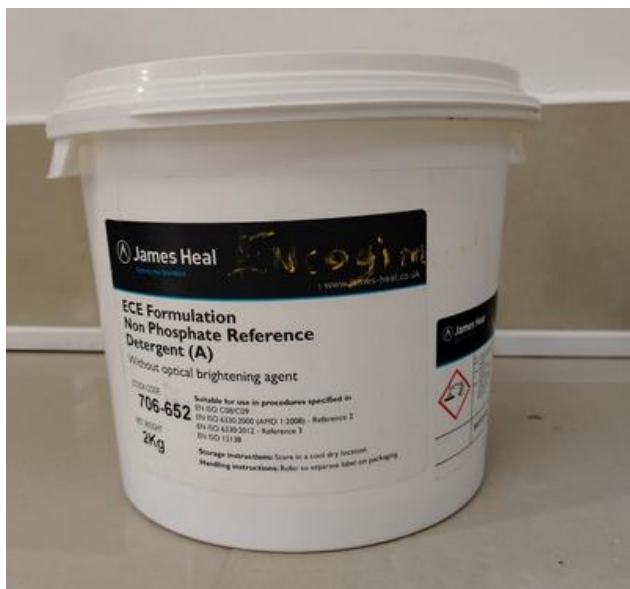
Anexo 4

Equipo de solidez al lavado (Wascator)



Anexo 5

Detergente tipo A



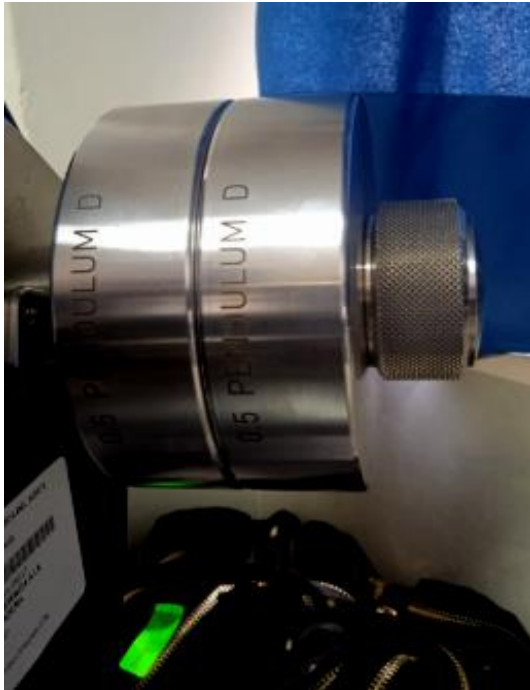
Anexo 6

Tipo de pesas del péndulo balístico



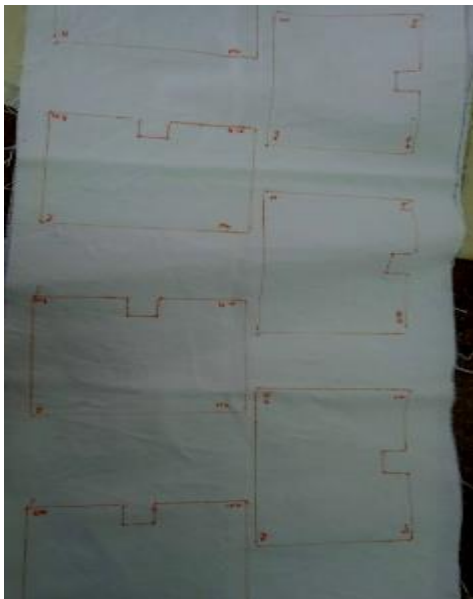
Anexo 7

Péndulo de peso 64N para tejido plano



Anexo 8

Trazo de muestras y corte posterior de las mismas



Anexo 9

Muestra de algodón en mordazas



Anexo 10

Ficha técnica de la tela de algodón 100 %

FICHA TECNICA Y COMERCIAL DE PRODUCTOS TEJIDOS			
PRODUCTO:		LIENZO 150 CRUDO	
PROPIEDAD		CARACTERISTICAS	
ASPECTO TECNICO		VISUAL	
Acabado		CRUDO	
Tipo de tejido		TAFETAN 1/1	
CARACTERISTICAS TECNICAS			
Composición	Poliester %	Algodón %	100
Estructura:	Hilos x pulg.	48	
Peso	gr/m2	113	
Acho	Cm	150	
COMPORTAMIENTO			
Encogimiento	Urdimbre %	6 Trama %	5
Solidez	luz		
	lavado		
	cloro		
Uso sugerido	Limpieza de maquinaria		
Cuidados recomendados	no almacenar en lugares humedos		



COLOR CENTER

CENTERGARD D6i

Producto hidrofugante/oleofugante

CARACTERÍSTICAS

Composición Química:	Emulsión acuosa de un copolímero fluorado
Aspecto:	Emulsión blanquecina
Carácter iónico:	Ligeramente catiónico
pH (100%):	3.0 – 5.0

PROPIEDADES Y VENTAJAS DE APLICACIÓN

- **CENTERGARD D6i** está basado en la nueva tecnología C-6 y por lo tanto cumple con las más exigentes normativas nacionales e internacionales referentes a PFOA y PFOS.
- **CENTERGARD D6i** dota a las fibras naturales y sintéticas, como poliamida y poliéster y sus mezclas con algodón, lana y seda, de excelentes propiedades de repelencia al agua y al aceite, con buenas solidez al lavado en seco y doméstico.
- Para conseguir los mejores efectos hidrofugantes, los artículos a tratar con **CENTERGARD D6i** deben estar exentos de restos de tensoactivos procedentes de procesos anteriores. Para ello se recomienda lavar el tejido previamente con ESTEROL BS-N liq. ó ESTEROL RWA-D.
- Es perfectamente compatible con resinas de acabado de alta calidad, catalizadores, blanqueantes ópticos, etc. No obstante, se recomienda efectuar ensayos previos para verificar compatibilidades y performance.
- **CENTERGARD D6i** contiene grupos reactivos capaces de reticular, por lo tanto para la mayoría de aplicaciones no es necesario reforzar con agentes de crosslink externos.
- La estabilidad a la cizalla de los fluorocarbonos es generalmente limitada. Por consiguiente, hay que reducir al mínimo las condiciones de turbulencia para minimizar formación de espuma o desestabilización de la emulsión (que podría conducir a la formación de pieles).

APLICACIÓN

Los datos facilitados en esta circular deben considerarse orientativos. Han sido obtenidos a través de nuestra experiencia a nivel de laboratorio e industrial pero debido a la diversidad de aplicaciones, no se puede asumir la responsabilidad de los efectos obtenidos.



COLOR CENTER

CENTERGARD D6i

Producto hidrofugante/oleofugante

Las cantidades a aplicar varían considerablemente dependiendo del sustrato y del efecto a conseguir. A modo orientativo, las dosis de aplicación recomendadas en g/l se muestran en la siguiente tabla:

SUSTRATO	DOSIS
ALGODÓN	30 - 60
POLIESTER 100%	10 - 30
POLIESTER / ALGODÓN	10 - 50
POLIAMIDA 100%	10 - 40
ACRILICA 100%	10 - 40

- Pick-Up (60 - 80%)
- Secar a 100 - 110 °C
- Polimerizar 3 - 4 min. a 140 - 150 °C ó
30 - 40 seg. a 175 - 180 °C

ALMACENAMIENTO Y EMBALAJE

Bidones de 120 kg

Contenedores de 1000 kg

Almacenado correctamente en contenedores cerrados entre 15 y 25°C la **CENTERGARD D6i** tiene una estabilidad de 6 meses si se mantiene en los envases originales.

SEGURIDAD Y TOXICIDAD

Para más información consultar la hoja de datos de seguridad.

Los datos facilitados en esta circular deben considerarse orientativos. Han sido obtenidos a través de nuestra experiencia a nivel de laboratorio e industrial pero debido a la diversidad de aplicaciones, no se puede asumir la responsabilidad de los efectos obtenidos.

Anexo 12

Especificaciones de lavado para las lavadoras de tipo A

Procedimiento n°	Agitación en el calentamiento, en el lavado y en el aclarado	Lavado				1° aclarado		2° aclarado			3° aclarado			4° aclarado		
		Temperatura	Nivel del líquido	Tiempo de lavado	Enfriamiento	Nivel del líquido	Tiempo de aclarado	Nivel del líquido	Tiempo de aclarado	Tiempo de giro	Nivel del líquido	Tiempo de aclarado	Tiempo de giro	Nivel del líquido	Tiempo de aclarado	Tiempo de giro
		a	bc	d	f	bc	dg	bc	dg	d	bc	dg	d	bc	eg	d
		°C	mm	min		mm	min	mm	min	min	mm	min	min	mm	min	min
9N ^b	Normal	92 ± 3	100	15	Si ^d	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
7N ^b	Normal	70 ± 3	100	15	Si ^d	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
6N ^b	Normal	60 ± 3	100	15	No	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
6M ^b	Medio	60 ± 3	100	15	No	130	3	130	2	—	130	2	2 ^j	—	—	—
5N ^b	Normal	50 ± 3	100	15	No	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
5M ^b	Medio	50 ± 3	100	15	No	130	3	130	2	—	130	2	2 ^j	—	—	—
4N	Normal	40 ± 3	100	15	No	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
4M	Medio	40 ± 3	100	15	No	130	3	130	2	—	130	2	2 ^j	—	—	—
4G	Suave ^e	40 ± 3	130	3	No	130	3	130	3	1	130	2	6	—	—	—
3N	Normal	30 ± 3	100	15	No	130	3	130	3	—	130	2	—	130	2	5
3M	Medio	30 ± 3	100	15	No	130	3	130	2	—	130	2	2 ^j	—	—	—
3G	Suave ^e	30 ± 3	130	3	No	130	3	130	3	—	130	2	2 ^j	—	—	—
4H	Suave ^e	40 ± 3	130	1	No	130	2	130	2	2	—	—	—	—	—	—

NOTA. En el caso de las máquinas Tipo A, se pueden obtener del fabricante tarjetas de memoria preparadas (A1) o instrucciones detalladas de programación (A2). Las tarjetas de memoria se encuentran bloqueadas, y su contenido no puede intercambiarse o alterarse.

Anexo 13

Certificado de uso del laboratorio de la Carrera de Textiles



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE TEXTILES



Ibarra, 21 de julio del 2025

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, **MSc. José Rafael Posso Pasquel**, en calidad de responsable técnico del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que la señorita **Jazmin Fernanda Cacuango Anrango**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 1720194016, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL ACEITE DE LINAZA EN LA RESISTENCIA AL DESGARRE EN UN TEJIDO PLANO (TAFETAN) 100% ALGODÓN”**, los equipos utilizados en el laboratorio fueron:

- Balanza analítica, vasos de precipitación
- Lavadora Wascator
- Equipo Foulard
- Equipo ELMATEAR
- Túnel de secado.

Además, se le ayudó con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad el proceso.

Atentamente:



MSc. JOSÉ POSSO.
RESPONSABLE TÉCNICO DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX