



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

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

**“ANÁLISIS DE UN ACABADO REPELENTE A MOSQUITOS (CULICIDAE)  
APLICADO CON CARBÓN ACTIVADO EN UNA TELA JERSEY 65%  
POLIÉSTER Y 35% ALGODÓN”.**



**AUTOR:** John Edison Maldonado Conejo

**DIRECTOR:** MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

**IBARRA – ECUADOR**

**2026**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte, dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR		
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100384896-5	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Maldonado Conejo John Edison	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo, Parroquia Peguche	
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:jemaldonadoc@utn.edu.ec">jemaldonadoc@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	-----	<b>TELF. MÓVIL</b> 0994856708

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Análisis de un acabado repelente a mosquitos (culicidae) aplicado con carbón activado en una tela jersey 65% poliéster y 35% algodón
<b>AUTOR:</b>	Maldonado Conejo John Edison
<b>FECHA:</b>	19 de febrero del 2026
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
<b>CARRERA/PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Posgrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniero textil
<b>DIRECTOR</b>	MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

## **AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Maldonado Conejo John Edison, con cédula de identidad Nro. 100384896-5, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 19 días del mes de febrero de 2026

### **EL AUTOR:**

-----

Nombre: Maldonado Conejo John Edison

C.C: 100384896-5

## 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 es titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días, del mes de febrero 2026

### **EL AUTOR:**

-----

Maldonado Conejo John Edison

C.C:100384896-5

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, a los 19 días, del mes de febrero 2025

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

-----

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

C.C.1001458973

## **APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El comité certificado del Trabajo de Integración Curricular “Análisis de un acabado repelente a mosquitos (culicidae) aplicado con carbón activado en una tela jersey 65% poliéster y 35% algodón” elaborado por el Sr. Maldonado Conejo John Edison, previo a la obtención de título de ingeniero textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

-----  
Director

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

C.C.: 1001458973

-----  
Opositor 1

MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

C.C.: 040090045-2

-----  
Opositor 2

MSc.: Marco Francisco Naranjo Toro

C.C.: 170687046-4

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de manera profunda y especial a mis padres, por ser quienes me apoyaron incondicionalmente en cada paso de mi formación académica.*

*A mi querida sobrina Yuri, que partió muy temprano y hoy es un angelito que me cuida desde el cielo. Te extraño mucho, y cada esfuerzo en esta etapa fue hecho con mucho amor pensando en ti.*

*A mis hermanos, quienes, con sus palabras de aliento y superación, siempre han estado conmigo, impulsándome a seguir adelante en el cumplimiento de mis metas*

***Edison Maldonado***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y vida; él fue mi principal motor para no rendirme y seguir luchando.*

*Gracias a mis padres por ser una pieza fundamental en mi vida, me demostraron su amor, apoyo incondicional y cariño. Quien no me dejaron caer, al contrario, me guiaron con sabiduría y me enseñaron a ser una persona humilde, estoy profundamente agradecido por Dios por haberme bendecido con los mejores padres, este logro también les pertenece a ustedes por estar siempre conmigo en cada etapa.*

*A mis amigas incondicionales, Diana y Fernanda, quienes fueron parte fundamental de este proceso académico, brindándome su cálida amistad y acompañándome en cada etapa. Gracias por ser cómplices de momentos inolvidables durante nuestra vida universitaria. Agradezco a Dios por haberme permitido conocerlas y por cruzar nuestros caminos en esta etapa tan importante de mi vida*

*Agradezco profundamente a mi tutor, el MSc. Elvis Ramírez, por su paciencia, dedicación y por saber guiarme a lo largo de todo este proceso académico. Su apoyo constante y orientación fueron fundamentales para mi formación profesional. Sin su ayuda, no estaría donde estoy ahora. Le expreso mis más sinceras gracias por acompañarme en este camino y por confiar en mis capacidades.*

**Edison Maldonado**

## RESUMEN

El trabajo de investigación se enfocó la obtención de un acabado funcional con características de repelencia a los mosquitos “Culicidae” aplicado sobre una tela tipo jersey 65 % poliéster y 35% algodón, mediante la aplicación del carbón activo como agente principal por un proceso de impregnación, cuyo desarrollo fue explicado de manera ordenada partiendo desde el descruce material, seguido por la definición de la relación de baño, determinación de los productos y los parámetros para realizar el tratamiento en el material textil. Posteriormente, será sometido utilizando el equipo de medidor de compuestos orgánicos volátiles (VOC), luego se llevó a cabo el lavado doméstico y secado en las muestras textiles.

En el desarrollo experimental, se realizó un trabajo con tres muestras tratadas con diferentes cantidades del carbón activo, específicamente 2, 3, 4 (g/L) y añadiendo 15 (g/L) de resina como ligante, para luego trabajar en el foulard a una presión de 2.5 bar y una velocidad de 1.08 m/min para obtener un pick-up promedio de 86 %. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a un proceso de secado a 120°C durante 8 minutos para favorecer la fijación del acabado sobre la tela. Las muestras fueron sometidas a pruebas de solidez al lavado doméstico con la norma ISO 6330:2012, con el objetivo de verificar la durabilidad del acabado al paso del tiempo y su uso. Finalmente, se midieron los compuestos orgánicos volátiles con un dispositivo que registra los niveles de concentración en ppm en tiempo real, con el apoyo de una cámara de vidrio. Este proceso determina la efectividad del carbón activo sobre el sustrato textil, evidenciando que a mayor cantidad del producto absorbe o reduce los compuestos volátiles.

**Palabras Clave:** Carbón activo, Culicidae, Tejido de punto, Acabado, Resina

## ABSTRACT

The research work focused on the development of a functional finish with mosquito repellency properties against “Culicidae”, applied to a jersey type fabric composed of 65% polyester and 35% cotton, through the application of activated carbon as the main agent by means of a padding process. The procedure was described in an orderly manner, starting with the scouring of the material, followed by the definition of the liquor ratio, and the determination of the chemical products and parameters required for the textile treatment.

In the experimental stage, three samples were treated with different concentrations of activated carbon, specifically 2, 3 y 4 g/L and 15 g/L of resin as a binder. The treatment was applied using a padding machine at a pressure of 2.5 bar and a speed of 1.08 m/min, achieving an average wet pick-up of 86%. The samples were then dried at 120°C for 8 minutes to ensure proper fixation of the finish onto the fabric. The treated samples were subjected to domestic washing fastness tests according to the ISO 6330:2012 standard, in order to assess the durability of the finish over time and under usage conditions. Finally, volatile organic compounds (VOC) were measured using a device capable of recording concentration levels in ppm in real time, with the support of a glass chamber. This process allowed the effectiveness of the activated carbon on the textile substrate to be determined, showing that higher concentrations of the product resulted in greater adsorption or reduction of volatile compounds.

**Keywords:** Activated carbon, Encapsulation, knitted fabric, Finishing, Resin.

## **LISTA DE SIGLAS**

**PES:** Poliéster

**CO:** Algodón

**CA:** Carbón activo

**VOC:** Compuestos orgánicos volátiles

**ISO:** International organization for standardization

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
Planteamiento del problema .....	1
Justificación.....	2
Objetivo General .....	3
Objetivo Especifico .....	3
CAPÍTULO I .....	4
MARCO TEORICO.....	4
1.1. Estudios previos .....	4
1.2. Marco Conceptual .....	6
1.2.1. Tejido de punto jersey.....	6
1.2.2. Acabados textiles .....	7
1.2.3. Carbón activado .....	9
1.2.4. Resina.....	12
1.2.5. Encapsulado .....	12
1.3. Marco legal.....	14
1.3.1. Constitución de la República del Ecuador .....	14
1.3.2. Líneas de investigación de la UTN.....	15
CAPÍTULO II.....	16
2. Metodología.....	16
2.1. Tipos de investigación.....	16
2.1.1. Investigación analítica .....	16
2.1.2. Investigación experimental .....	16
2.1.3. Investigación comparativa .....	17
2.2. Diseño de flujograma de proceso .....	17
2.2.1. Diseño de flujograma general .....	17

2.2.2.	Diseño de flujograma muestral .....	18
2.3.	Equipos y materiales .....	19
2.3.1.	Foulard .....	19
2.3.2.	Túnel de secado.....	20
2.3.3.	Cubo de vidrio.....	20
2.3.4.	Muestras de tejido de punto jersey.....	21
2.3.5.	Carbón Activado .....	21
2.3.6.	Resina.....	22
2.3.7.	Medidor de VOC.....	23
2.3.8.	Wascator .....	23
2.4.	Normas .....	24
2.4.1.	Norma para procedimiento de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles ISO 6330:2012.....	24
2.5.	Proceso de acabado antimosquitos .....	24
2.5.1.	Parámetros y variables .....	24
2.5.2.	Materiales, Auxiliares y Equipos.....	25
2.5.3.	Carbón Activado .....	26
2.5.4.	Resina.....	27
2.5.5.	Método de empleo.....	27
2.7.	Pruebas de laboratorio.....	29
2.7.1.	Prueba de efectividad de la repelencia al mosquito en los sustratos.....	29
2.7.2.	Prueba de solidez al lavado y de secado doméstico.....	29
CAPÍTULO III.....		31
3.	Resultados y discusión de resultados.....	31
3.1.	Resultados .....	31
3.1.1.	Resultados de prueba a mosquito.....	31

3.1.2. Monitoreo VOC .....	32
3.1.3. Resultados Generales .....	33
3.2. Discusión de resultados .....	34
3.2.1. Normalidad de datos .....	34
3.2.2. Evaluación de gráficos generales .....	36
CAPÍTULO IV.....	40
4. Conclusiones y recomendaciones .....	40
4.1 Conclusiones .....	40
4.2 Recomendaciones.....	41
4.3 Referencias bibliográficas .....	42
4.4 Anexos.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Técnicas para la preparación de microcápsulas.....	13
<b>Tabla 2</b> Líneas de investigación.....	15
<b>Tabla 3</b> Parámetros generales del foulard .....	20
<b>Tabla 4</b> Parámetros y variables para el acabado antimosquitos.....	25
<b>Tabla 5</b> Materiales y equipos .....	25
<b>Tabla 6</b> Productos químicos .....	28
<b>Tabla 7</b> Concentración de Carbón activo y resina .....	29
<b>Tabla 8</b> Condiciones para la prueba de solidez al lavado .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Tejido Jersey.....	7
<b>Figura 2</b> Carbón Activo .....	11
<b>Figura 3</b> Diagrama de flujo general .....	17
<b>Figura 4</b> Diagrama de flujos muestral.....	18
<b>Figura 5</b> Foulard de laboratorio .....	19
<b>Figura 6</b> Túnel de secado .....	20
<b>Figura 7</b> Cubo de vidrio .....	21
<b>Figura 8</b> Tela jersey .....	21
<b>Figura 9</b> Carbón activo .....	22
<b>Figura 10</b> Resina .....	23
<b>Figura 11</b> Medidor de compuesto orgánico volátiles.....	23
<b>Figura 12</b> Wascator.....	24
<b>Figura 13</b> Curva de proceso de descrude químico.....	28
<b>Figura 14</b> Normalidad de datos.....	35
<b>Figura 15</b> Análisis de varianza.....	36
<b>Figura 16</b> Datos de Índice de repelencia antes del lavado doméstico .....	37
<b>Figura 17</b> Datos de Índice de repelencia después del lavado doméstico .....	38
<b>Figura 18</b> Datos Generales del Acabado.....	39

# INTRODUCCIÓN

## Planteamiento del problema

El principal problema causado por los insectos voladores es la transmisión de enfermedades comunes como el dengue, zika, malaria, entre otras. Este tipo de molestias es propagado por medio de picaduras, ya que los insectos transportan virus o parásitos que provocan dichas enfermedades (Cabrera Orrego, 2021).

Los mosquitos se ven favorecidos por las condiciones generadas por el cambio climático, siendo el aumento de la temperatura uno de los principales factores que incrementa su actividad y reproducción. El calor no solo acelera su ciclo de vida, sino que también intensifica su necesidad de alimentarse de sangre, lo cual conlleva un mayor riesgo en la transmisión de enfermedades infecciosas.

El dengue es responsable de un amplio espectro de manifestaciones clínicas, que pueden ir desde una infección asintomática (en la cual la persona no se da cuenta de que ha sido contagiada) hasta síntomas graves similares a los de la gripe. Aunque con menor frecuencia, algunos casos pueden evolucionar hacia una forma grave de dengue, caracterizada por complicaciones como hemorragias severas, insuficiencia orgánica o extravasación de plasma (Salud, 2024). Otro de los problemas que se ha comprobado de la picazón del mosquito es el zika, que puede ser peligroso para nuestra salud. Como señala (Coronell et al., 2016), “El virus zika se relaciona con factores climáticos como el fenómeno del niño, el cual fue el condicionante para la expansión del vector, por lo cual incrementó la supervivencia y replicación del virus, debido a las temperaturas calientes que se presentaron al Noroeste del Sur de América”(p.665).

En la industria textil, existen diversos tipos de acabados que ofrecen excelentes resultados y contribuyen a prevenir inconvenientes causados por la picadura de mosquitos. En este contexto, se propone analizar la aplicación de un acabado funcional con propiedades repelentes (antimosquitos), utilizando carbón activo. Este material no solo ayuda a disminuir las posibles picaduras que puede sufrir una persona, sino que también actúa como una barrera que bloquea las principales señales químicas como el dióxido de carbono y los compuestos del sudor que los insectos utilizan para identificar a sus fuentes de alimento a través de la sangre (Briones, 2025).

Con el carbón activado se obtendrá un tratamiento que repele a los mosquitos en una tela jersey para disminuir las picaduras de los insectos y cuidar nuestra piel por posibles enfermedades, el producto mencionado es una alternativa posible con la que ayuda a purificar y minimizar olores del cuerpo que llamen la atención de los insectos (Tavare, 2007).

### **Justificación**

Por tal razón, en la presente investigación se ha considerado necesario analizar alternativas que permitan prevenir dichas picaduras sin recurrir al uso de productos comerciales que, en muchos casos, contienen sustancias químicas tóxicas que pueden resultar perjudiciales tanto para la piel humana como para el medio ambiente.

El uso de biocidas tradicionales, aunque efectivo, se ha visto limitado por sus implicaciones en la salud pública y en la sostenibilidad ambiental. Los altos niveles de toxicidad y su impacto ecológico han provocado que muchos de estos productos sean retirados del mercado, en atención a las exigencias actuales de la sociedad respecto a la seguridad y el riesgo. No obstante, si esta retirada no es acompañada por la incorporación de soluciones con perfiles toxicológicos y ecotoxicológicos más favorables, se corre el riesgo de comprometer no solo la salud humana, sino también la integridad del entorno. Por ello, se considera que el desarrollo de alternativas más sostenibles como acabados textiles con propiedades repelentes a base de carbón activo representa una estrategia eficaz para reducir tanto la incidencia de picaduras como la resistencia a los insecticidas convencionales, promoviendo así una mejor calidad de vida y menor impacto ambiental (Devillers, 2018).

En la presente investigación se pretende evaluar la efectividad de un acabado aplicado sobre tela de polialgodón, mediante el carbón activado como agente repelente. Para ello, se llevarán a cabo ensayos comparativos entre un repelente de mosquitos convencional y el producto desarrollado. La necesidad de este estudio radica en la búsqueda de una alternativa innovadora para el control de insectos voladores, con el propósito de reemplazar los insecticidas sintéticos. De esta manera, se busca ofrecer una opción más segura para el medio ambiente y, al mismo tiempo, una solución eficiente para repeler este tipo de plagas (Leticia Paulina Daza M, 2006).

En este sentido, en el análisis de comparación de las muestras, se evidenció que el acabado con menor concentración registró una cantidad de 20 mosquitos reposados en el tejido antes del lavado, y 10 mosquitos después del proceso de lavado. De esta manera, el índice de repelencia

muestra un 51,10% de efectividad, esto evidencia que, tras someter la tela a varios ciclos de lavado existe una leve disminución en el efecto repelente. Asimismo, la concentración con mayor cantidad del producto tuvo como resultado los 7 mosquitos reposados en la muestra, y después del lavado se evidenció una ligera disminución a 6 insectos posados en la tela con la misma concentración. Este valor refleja que el índice de repeler a los mosquitos tuvo una excelente efectividad de 72,94%, demostrando que sí funciona este acabado con carbón activo junto a un fijador que complementa la duración del tratamiento.

### **Objetivo General**

- Realizar un acabado repelente a mosquitos (Culicidae) aplicado con carbón activado en una tela jersey 65% poliéster y 35% algodón”.

### **Objetivo Especifico**

- Investigar y recolectar información confiable en artículos científicos, libros, revistas entre otros sobre las principales propiedades del producto (carbón activo) para obtener un acabado repelente a los mosquitos.
- Obtener un acabado mediante el proceso de impregnación en la tela jersey Pes/Co 65/35 con carbón activo en diferentes concentraciones y acompañadas con los auxiliares que pueden dar un mejor acabado.
- Obtener un acabado mediante el proceso de impregnación en la tela jersey Pes/Co 65/35 con carbón activo en diferentes concentraciones y acompañadas con los auxiliares que pueden dar un mejor acabado.
- Realizar las respectivas pruebas que corresponda a la repelencia a antimosquitos y a la solidez al lavado (ISO 6330:2012), para controlar la disminución de la calidad del producto y comparando muestras con y sin acabado con los equipos de laboratorio.
- Determinar lo óptimo de los resultados que se obtengan mediante datos estadísticos y determinar cual resultó ser más efectivo para este proceso de acabado.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEORICO

### ESTADO DEL ARTE

#### 1.1. Estudios previos

Según las investigaciones en acabados textiles con repelentes a mosquitos, presentan mejor desempeño, son capaces de repeler aproximadamente al 70% de los insectos en el primer ensayo. La métrica de este éxito es la reducción observable en el contacto o posado sobre la tela, la cual presenta un rango de efectividad entre el 60% y el 90%. En este contexto, este proceso fue realizado en un soporte sólido de aserrín, carbón activo y un extracto natural llamado éter de petróleo. En primer lugar, esta mezcla se desarrolló en proporciones iguales con respecto a la masa. Posteriormente, para este tratamiento se impregnaron todos los productos, especialmente el carbón activo utilizando como soporte de absorción, lo cual contenía una carga de extracto natural. Como resultado, se pudo obtener un acabado efectivo con respecto a la repelencia a mosquitos. Con la ayuda de un agente de fijación, puede ayudar a extender la duración de la repelencia, logrando conservar niveles aceptables de eficacia, incluso a lo largo de varios ciclos de uso y lavado (Baindur, 2024).

Estudios anteriores han demostrado que la repelencia contra los mosquitos puede realizarse de varias formas; una de ellas se relaciona con los repelentes por transpiración, que ayudan a evitar la estimulación del olfato de insecto. Los factores más relevantes de atracción son la humedad, el calor corporal y el dióxido de carbono, con el objetivo de que no exista reposo del mosquito sobre la superficie de la tela. Por otra parte, existen repelentes de contacto; esto menciona que son más efectivos alterando el sistema de receptor sensorial, lo que dificulta y desorienta la capacidad de detención y aproximación del insecto al individuo. Adicionalmente, entre los productos más aplicados están la toluamida (DEET) y la permetrina, los cuales trabajan de diferente manera de acuerdo con su aplicación. Por otro lado, la permetrina es habitualmente utilizada en prendas, debido a que su efecto dura por más tiempo de lo normal frente a los ciclos de lavado. En adición

a ello, es importante la incorporación de resinas, ya que estas permiten preservar los productos de repelencia a mosquitos y garantizan la liberación de forma gradual (Pastor, 2008).

Algunos estudios han evaluado la durabilidad de los tejidos tratados con repelentes de mosquitos, con el objetivo de que mantengan su eficacia tras múltiples ciclos de lavado. Para conseguirlo, se ha explorado la incorporación de principios activos tanto naturales como sintéticos. La estabilidad de la acción repelente depende de varios factores, como el tipo de fibra, los aglutinantes o resinas utilizados y los cuidados del tejido. Es importante señalar que algunos compuestos sintéticos comunes, como el DEET (N,N-dietil-meta-toluamida) o el IR3535 (etil butilacetilaminopropionato), requieren una evaluación debido a que pueden causar irritación o reacciones alérgicas en la piel. Como alternativa, se han desarrollado tecnologías como el microencapsulado de aceites esenciales. Por ejemplo, en países europeos como España, se han elaborado textiles con este sistema, los cuales han demostrado una resistencia de entre 40 y 100 lavados, dependiendo del tejido y de los agentes auxiliares utilizados en el acabado textil. Paralelamente, existe otro proceso basado en la impregnación con permetrina y reforzado con microcápsulas. Evaluaciones realizadas en Argentina han reportado que este método confiere al tejido una durabilidad excepcional, manteniendo una eficacia de repelencia superior al 90% incluso después de 60 a 100 ciclos de lavado (Lima, 2015).

Como alternativa a los compuestos sintéticos, se han analizado agentes de origen natural por su potencial como repelentes de mosquitos. Un estudio evaluó un extracto vegetal alcohólico a base de menta piperita y ajo, aplicado a un tejido mediante un proceso de agotamiento. Estos compuestos naturales han demostrado beneficio como repelentes e insecticidas, debido a su capacidad para interferir en el comportamiento de picadura de los mosquitos. En la investigación, se aplicaron diferentes concentraciones del extracto (5%, 15%, 25% y 35%). Los datos revelaron que la concentración más alta (35%) presentó un desempeño superior, reduciendo de manera considerable la capacidad de los insectos para atacar al usuario. Asimismo, el tejido tratado mostró una durabilidad aceptable tras varios ciclos de lavado, manteniendo su funcionalidad de repelente. El estudio concluyó que el uso de extractos naturales como repelentes textiles es factible, cuando se emplean en concentraciones elevadas, condición que permite alcanzar un nivel de efectividad óptimo (Al et al., 2023).

Además, en las investigaciones, ha sido agregado el uso de aceites esenciales microencapsulados, con el fin de, mantener el tratamiento por más tiempo en el tejido. En este contexto, se ha evidenciado que el aceite “lemongrass”, es utilizado como agente repelente. Este proceso se realizó en un tejido de algodón poliéster, y se emplearon concentraciones de 1%, 2%, 3% en relación con el peso de material. Posteriormente, los resultados fueron evaluados por una prueba estandarizada que ayuda a verificar su eficacia contra los mosquitos. Los resultados evidenciaron que la muestra de 3% con el aceite esencial, presentó un mejor resultado de repelencia 88% antes del proceso de lavado, además, se presenció que, tras los 30 lavados domésticos, conservaron aproximadamente 59% de efectividad, garantizando la liberación controlada del agente encapsulado (Ain et al., 2025).

## **1.2. Marco Conceptual**

### **1.2.1. Tejido de punto jersey**

En sus inicios, la tela jersey fue utilizada principalmente para la confección de ropa interior y suéteres de pescadores. Se ha demostrado que este tipo de tejido ya existía en la Edad Media. Con el transcurso del tiempo, el tejido ganó gran popularidad a nivel mundial. En el pasado, la mayor parte de la producción textil se elaboraba principalmente con lana como materia prima. En la actualidad, es más común que la ropa sea confeccionada con algodón y fibras sintéticas.

El tejido de punto tipo jersey es considerado uno de los más comunes que pueden ser elaborados mediante una máquina circular, lo cual permite trabajar con una amplia variedad de fibras textiles. En este sentido, a la tela de punto se le otorga una gran utilidad en el ámbito de la confección, ya que con ella pueden ser fabricadas prendas como camisetas deportivas, pantalones deportivos, entre otras. Este tipo de tejido se caracteriza por su suavidad, ligereza y elasticidad, cualidades que constituyen la base del confort para el usuario. Dentro del contexto de la industria textil, Arellano (2017) señala que “el tejido jersey es el género de punto que es más utilizado y popular a nivel mundial, ya que su ligamento es sencillo de realizar y sirve como base para el resto de los tejidos que se realizan con solo una cara”(p. 9).

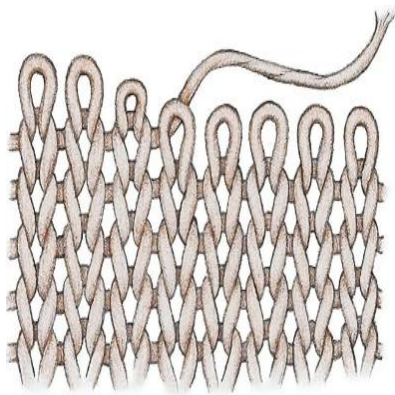
En la máquina circular para la producción de tejido de punto se pueden aplicar diferentes clases de fibras e hilos, ya sea de un solo cabo, doblados o en forma de mechas. El objetivo es obtener una tela con las cualidades deseadas, adecuada para su uso final en la producción de confecciones. La máquina circular se utiliza para la producción de tejido de punto, formando

mallas a medida que los hilos se entrelazan mediante agujas. Este proceso consiste en crear un lazo de hilo a través de otro, generando la estructura del tejido. La maquinaria está compuesta principalmente por un cilindro ranurado, en el cual se colocan las agujas en cada ranura, asegurándose de que queden paralelas entre sí (Recalde, 2013).

Este tipo de ligamento se considera el más común y el más fácil de trabajar, por lo que se reconoce como la base para otros ligamentos que se derivan de él. Esta forma de tejeduría se caracteriza por su método sencillo, ya que se realiza con una sola fontura, donde los hilos, también conocidos como bucles, se entrelazan entre sí, otorgando a la tela propiedades como flexibilidad (Lockuán, 2012).

### ***Figura 1***

#### ***Tejido Jersey***



Fuente: (Chiuvention, 2025)

### **1.2.2. Acabados textiles**

El acabado textil es el proceso mediante el cual se le da un toque final al sustrato, mejorando significativamente sus propiedades y características, las cuales se incorporan en la prenda o el hilo. El ennoblecimiento comprende una serie de operaciones aplicadas al tejido, que pueden ser tanto físicas como químicas y cuyo objetivo principal es mejorar las particularidades de uso del material. Existen tratamientos permanentes, semipermanentes y temporales, siendo el primero el más destacado por su capacidad de resistir múltiples lavados (Sangucho, 2018).

En la antigüedad, un apresto común requería un solo trabajo individual y el material estaba listo para su uso, es decir, que solo usaban un producto con la finalidad de tener el acabado deseado sin ningún control en dicho proceso. En la actualidad ya existen varias combinaciones que se

pueden dar en un solo baño y especialmente a la prenda textil. De tal forma, un apresto debe cumplir lo siguiente:

- Estabilidad de los productos utilizados en el baño.
- Compatibilidad de los ingredientes en el baño.
- Interacción de los componentes, de manera que cada uno de ellos cumpla sus acciones específicas.
- Comportamiento de baño en contacto con el género textil.

Estos elementos son considerados muy importantes por ser principalmente factores que ayudan a los acabados textiles, también es significativo considerar algunas variables que ayuden al control del proceso, tales como: temperatura, tiempo, concentración de los productos (Cevallos, 2011).

#### **a) Acabados químicos**

El acabado químico es una variante clave en el ennoblecimiento textil, ya que permite dotar al sustrato de propiedades adicionales a las que posee originalmente. Este tratamiento puede modificar el comportamiento del tejido, mejorando características como la suavidad, el tacto y la apariencia. Se trata de un proceso húmedo que emplea productos auxiliares para alterar la composición química del material mediante impregnación. Los acabados químicos pueden clasificarse en duraderos o no duraderos: los primeros resisten múltiples lavados o limpieza en seco sin perder sus cualidades, mientras que los no duraderos mantienen sus efectos por un tiempo limitado, especialmente cuando el textil no requiere lavado frecuente. El acabado químico se aplica como solución o emulsión en agua, y su eficacia depende de la interacción entre productos sintéticos, el tejido y la maquinaria, como el foulard, generalmente posterior al proceso de teñido (Hauser, 2004).

#### **b) Proceso por impregnación**

Para el proceso de acabado textil, se reconocen diversas técnicas destinadas al ennoblecimiento del sustrato. Entre ellas, el método de impregnación mediante foulardado es el más empleado. En este procedimiento, la tela es impregnada con soluciones preparadas previamente a partir de cálculos específicos, permitiendo así alcanzar el acabado deseado de

manera uniforme y controlada (Zarate, 2015).

Según lo expresado por Cabanes (2014), sostiene lo siguiente respecto al tema: Foulardado es la operación que consiste en impregnar una materia textil, en una solución que contenga un baño determinado (de tintura, de apresto, entre otros), para seguidamente escurrirla mediante cilindros de presión. Si la solución de foulardado contiene un colorante, este quedará depositado sobre la materia textil, el cual no queda firmemente fijado a la fibra, por lo que es necesario realizar una serie de operaciones posteriores de la misma, para obtener la fijación del apresto, por lo tanto, una tintura o acabado correcto. La cantidad de producto depositado en la materia textil depende de:

- Absorción de la materia
- Cantidad de baño de tintura depositado (impregnado/escurrido)
- Cantidad de colorante (producto), en el baño de impregnación (p. 1).

La técnica consiste en introducir el material textil en un baño que contiene la solución deseada, seguida de la eliminación del exceso de líquido mediante la presión ejercida por dos cilindros, lo que favorece una correcta absorción del producto. La ventaja de este proceso radica en la utilización de una cantidad mínima de agua para fijar los productos en la tela, contribuyendo así a la sostenibilidad del proceso.

Considerando la importancia de los acabados textiles (Eduardo, 2012), expone que: Este proceso de teñido se puede aplicar en tejidos de ancho abierto, que son particularmente sensibles a los pliegues. Se diferencia del teñido por agotamiento en la aplicación del baño de tintura y en los procesos de fijación. Son necesarias cantidades muy reducidas de agua, lo que resulta en un menor consumo energético. La tela es conducida con tensiones para impedir la formación de arrugas, ingresa en cubas (tinas, bateas) que contienen el baño de colorante y pasa a través de pesados rodillos que exprimen el exceso de líquido. La velocidad de alimentación del tejido debe ser constante (p. 64).

### **1.2.3. Carbón activado**

El carbón activado es un material carbonáceo altamente poroso que se caracteriza por poseer una gran área superficial, lo que le confiere una notable capacidad de adsorción de diversas

sustancias, tanto líquidas como gaseosas. Desde el siglo pasado, ha sido ampliamente reconocido por su propiedad como agente adsorbente. A lo largo del tiempo, se han descubierto múltiples aplicaciones útiles, entre ellas la eliminación de color, olor y sabor en distintos procesos. La aplicación en los tratamientos de agua con el carbón activado permite eliminar impurezas orgánicas presentes en el líquido. Además, su capacidad de recuperación se evidencia en procesos como la recuperación de solventes y la decoloración de esencias azucaradas. También desempeña un papel importante en el control de la contaminación ambiental, reteniendo por medio de la porosidad compuestos orgánicos volátiles que se presentan en el aire (Sarmiento et al., 2004).

Como parte de su investigación sobre el producto en la industria textil (García, 2018) indica que: El producto de carbón activado tiene un alcance de área superficial de 500 y 1500 m<sup>2</sup>/g, es decir que, mantiene una gran capacidad de absorber y utilizarse para procesos de desinfección de líquidos y también de gases. El producto presenta una mejor retención cuando se trabaja en pH ácido, lo cual, favorece su capacidad de retener los compuestos y permite una liberación lenta y de manera controlada. En otras palabras, la activación de cualquier carbón consiste en multiplicar el área superficial creando una estructura porosa. Al activar el carbón logramos multiplicar de 200 a 300 veces este valor (p. 10).

El carbón activo es un material muy utilizado a nivel industrial, además de ser un producto poroso que ayuda a enganchar compuestos, los cuales pueden estar presentes en un estado gaseoso o en un líquido. La principal propiedad es ser absorbente, lo que le caracteriza por tener una alta superficie interna, es decir, que tiene una buena distribución de poros, lo que permite atrapar una gran cantidad de moléculas.

### **Aplicaciones del carbón activado**

En la actualidad, el carbón activado es empleado en una amplia gama de aplicaciones consideradas fundamentales dentro del ámbito industrial, entre las que destacan los sectores textil, farmacéutico y químico. Este material puede ser utilizado en forma pulverizada o granulada, y su aplicación se realiza generalmente en medios líquidos, bajo condiciones de temperatura controlada que favorecen el proceso de adsorción durante su activación (García, 2018) .

### **Propiedades relacionadas con el tipo de carbono activado.**

- De acuerdo con el diámetro de los poros la adsorción aumenta, es decir que se encuentra entre una y cinco veces ejecutada la acción.
- La ceniza afecta directamente a la adsorción encontrándose en la fase líquida.

### **Propiedades relacionadas con el adsorbato**

- Se considera que la adsorción de los organismos es más resistente al elevar su peso, es decir, que el tamaño de las moléculas no puede rebasar el poro.
- Las moléculas orgánicas ramificadas se absorben con mayor fuerza que las lineales.
- La mayor parte del cloro, bromo o yodo puede ser adsorbido con facilidad.

### **Propiedades relacionadas con el líquido que rodea al carbón activado.**

- La capacidad de adsorción se eleva cuando disminuye el pH
- Con una temperatura elevada la adsorción es abundante (García, 2018).

## **Figura 2**

*Carbón Activo*



**Fuente:** (Envirotecnicos, 2025)

#### **1.2.4. Resina**

La resina es consolidada como una emulsión homopolimérica, formulada a partir de alcoholes polivinílicos y materias primas de alta calidad, desarrollada inicialmente para aplicaciones en carpintería, cartonería y bricolaje. Es considerada una cola profesional de uso general, recomendada para uniones de alta resistencia en trabajos como carpintería, ebanistería, mueblería, enchapados y otros trabajos sobre madera. Además, puede ser aplicada en materiales como papel, cartón, lienzo, tejidos, y en la elaboración de artesanías y manualidades. Por estas características, se reconoce como un producto de gran utilidad y beneficios en la industria textil.

Es un adhesivo basado en resinas de acetato de polivinilo de alta resistencia, ideal para las actividades de los profesionales y los artesanos, por su excelente fuerza de pegado en todo tipo de maderas, así como en una variedad de materiales, incluyendo telas, aglomerados y cartón. Tiene una gran fuerza de pegado, excelente desempeño en maderas blandas y duras. Puede ser usado directamente en ensamblados de muebles fabricados con diferentes tipos de maderas, presentando una gran resistencia al desprendimiento. También sirve en la elaboración de artesanías en papel, cartón, cerámica, tela, entre otros (Química, 2025)

#### **1.2.5. Encapsulado**

La microencapsulación surgió entre las décadas de 1940 y 1950, siendo inicialmente desarrollada y aplicada por industrias como la agroalimentaria, la papelería y especialmente la farmacéutica. Con el paso del tiempo, este procedimiento ha evidenciado avances importantes, permitiendo su incorporación dentro del sector de los acabados textiles. Esto ha representado un paso importante para mejorar la funcionalidad de los productos, al lograr una mayor efectividad sobre el sustrato. Uno de los primeros usos registrados en el área textil fue en la aplicación de colorantes dispersos dentro de los procesos de tintorería. Sin embargo, es importante señalar que en sus inicios, debido al conocimiento limitado sobre la técnica, muchas empresas no consideraban aspectos ambientales, lo que derivó en el uso de productos poco amigables con el entorno (Capablanca, 2008).

La aportación que señala (Benavides, 2017) es, “La encapsulación puede ser definida como un proceso que recubre con sustancias activas a un material, de esta manera, es dar paso a las partículas que pueden ser de diferentes tamaños y estructuras, por lo tanto, se obtiene un

sistema de función que permite el paso de aislar los principales activos mediante una membrana biopolimérica, lo que favorece a mejorar su estabilidad y el mayor uso en el sector textil” (p. 54) .

Este principio activo puede ser líquido, sólido o gaseoso y será el responsable de la acción o efecto buscados. La tecnología de la encapsulación consiste básicamente en la aplicación sobre un tejido, mediante una resina o ligante, de microcápsulas que contienen en su interior el principio activo. Las microcápsulas, están compuestas, por tanto, de un núcleo constituido por el principio activo, el cual está cubierto por un delgado armazón de material polimérico. La liberación del principio activo se produce de forma gradual, pudiendo ser perfumes, productos terapéuticos y cosméticos, bactericidas, agentes resistentes al fuego, entre otros.

### Características y funcionamiento

En la **Tabla 1** se puede observar que el primer paso para utilizar esta tecnología pasa por la preparación de la microcápsula. Para ello, existen diversos métodos clasificados globalmente en físicos, químicos y fisicoquímicos. A continuación, se citan según (Maldonado J, 2014) las diferentes tecnologías y se puede observar:

**Tabla 1**

*Técnicas para la preparación de microcápsulas.*

Proceso	Función
Método químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acumulación</li> <li>• Preparación in situ</li> <li>• Por liposomas</li> </ul>
Métodos físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coextrusión</li> <li>• Secado por aspersion</li> <li>• Recubrimiento por aspersion</li> </ul>
Método químico-físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimerización</li> <li>• Inclusión molecular</li> </ul>

Fuente: (Maldonado J, 2014)

### **Encapsulados textiles.**

La microencapsulación en la industria textil tuvo lugar en los acabados, generando una mayor resistencia a las pruebas de lavado, en la actualidad, esta aplicación es reconocida como materiales de cambio de fase (PCM). La idea es tener mejor rendimiento de la materia que se aprovecha por medio del calor del humano, generando la adsorción de los sólidos a líquidos y viceversa. La NASA fue uno de los pioneros en fomentar esta forma de acabado, es decir, que ellos aplicaron a los trajes de astronautas para tener una mejor resistencia a las condiciones que pueden ocurrir en el espacio (Capablanca, 2008).

La utilidad del encapsulado se le da a cualquier tipo de tejido, sin importar que sea una tela de calada o de punto, o a la vez un no tejido e incluso las prendas de vestir, estas pueden ser de cualquier fibra, sea natural como la lana, el algodón, entre otros. Las fibras sintéticas también pueden ser trabajadas con este acabado; entre ellas están las poliamidas, poliéster o también las mezclas. Los acabados dan una amplia oportunidad de conseguir una acción de desodorizantes, repelentes a los insectos, hidratantes, adsorción de UV, ignífugos, repelentes al agua y entre otros (Sangucho, 2018).

## **1.3. Marco legal**

### **1.3.1. Constitución de la República del Ecuador**

El Art. 395 (Ecuador, 2021) menciona que la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- 1) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
- 2) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
- 3) El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

- 4) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p. 188).

### 1.3.2. Líneas de investigación de la UTN

Según la **Tabla 2**, las leyes de investigación de la Universidad Técnica del Norte, la ley a aplicarse es la Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.

**Tabla 2**

*Líneas de investigación*

Nro.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA UTN
1.	Producción industria y tecnología sostenible
2.	Desarrollo forestal agropecuario y forestal sostenible.
3.	Biotecnología, energía, recursos naturales renovables.
4.	Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sostenible.
5.	Salud y bienestar integral.
6.	Gestión calidad de la educación, proceso pedagógicos e idiomas.
7.	Desarrollo artístico, diseño y publicidad.
8.	Desarrollo social y del comportamiento humano.
9.	Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.
10.	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibemética).

**Fuente:** (UTN, 2022).

## CAPÍTULO II

### 2. Metodología

#### 2.1. Tipos de investigación

La investigación es un proceso que ayuda a buscar o generar nuevas ideas que expandan el conocimiento mediante el análisis de los resultados que están perfectamente profundizados. Este desarrollo es aplicado en base a una rigurosa metodología que incluye el uso de herramientas estadísticas y análisis de resultados que ayudan a dar conclusiones para finalizar dicho trabajo.

Los tipos de investigación son dirigidos hacia objetivos específicos que pueden ser evaluados, de acuerdo con la naturaleza del problema planteado en el presente estudio. De este modo, se evidencia que el objetivo principal de la investigación es comprender, verificar y resolver el problema planteado, mediante ello, dando resultados claros y útiles para el tema que se investiga (Editorial Etecé, 2025).

##### 2.1.1. Investigación analítica

La investigación analítica fue importante porque permitió estudiar un tema por partes, logrando así una mejor comprensión de este. Esto ayudó a demostrar cómo se relacionaban las diferentes etapas del proceso de investigación. En este trabajo, dicho enfoque fue utilizado para analizar los pasos que conformaron el funcionamiento del proceso de impregnación con la solución de carbón activo como repelente de mosquitos en un tejido. Para ello, fueron revisadas las cantidades de productos empleadas y los parámetros de proceso en las máquinas utilizadas, con el fin de obtener un mejor acabado textil y verificar su resistencia al lavado (Bobell, 2025).

##### 2.1.2. Investigación experimental

La investigación experimental fue considerada para controlar variables independientes que pudieran tener un efecto en las variables dependientes, siempre en un entorno controlado. En el presente trabajo, dicho método fue aplicado para analizar el comportamiento de la tela tratada con el carbón activo actuando como repelente. Todo ello garantizó la validez para el propósito de investigación. Mediante este proceso, fue posible sustentar de manera sólida las conclusiones del estudio y aportar al desarrollo de las prácticas enfocadas al acabado (Aldrin Velázquez, 2025).

### 2.1.3. Investigación comparativa

La investigación comparativa se basó en comparar resultados o situaciones para encontrar diferencias importantes en el acabado. Para ello, fueron analizadas muestras de tejido tratadas con distintas concentraciones de producto principal y acompañadas de un agente de fijación. Luego se examinaron sus propiedades y resistencias mediante pruebas en el laboratorio, con el fin de identificar cuál tratamiento ofrecía una mejor efectividad de repelencia a mosquitos. Gracias a este enfoque, se permitió entender cómo varían los resultados según las muestras evaluadas antes y después del lavado (Nohlen, 2020).

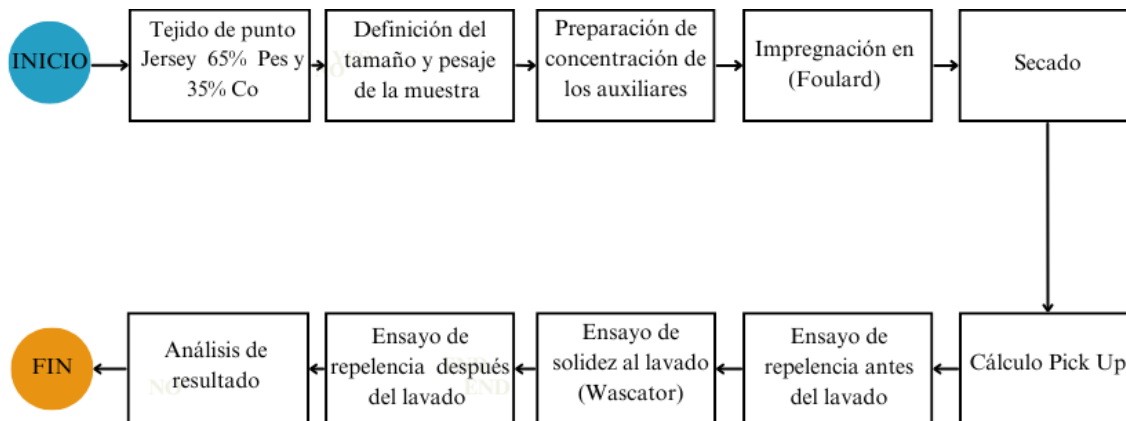
## 2.2. Diseño de flujograma de proceso

### 2.2.1. Diseño de flujograma general

En la **Figura 3** se detalla el proceso general para un acabado antimosquitos con carbón activado, en el cual se interpretan varios pasos a seguir de manera organizada en la presente investigación para garantizar resultados.

**Figura 3**

*Diagrama de flujo general*



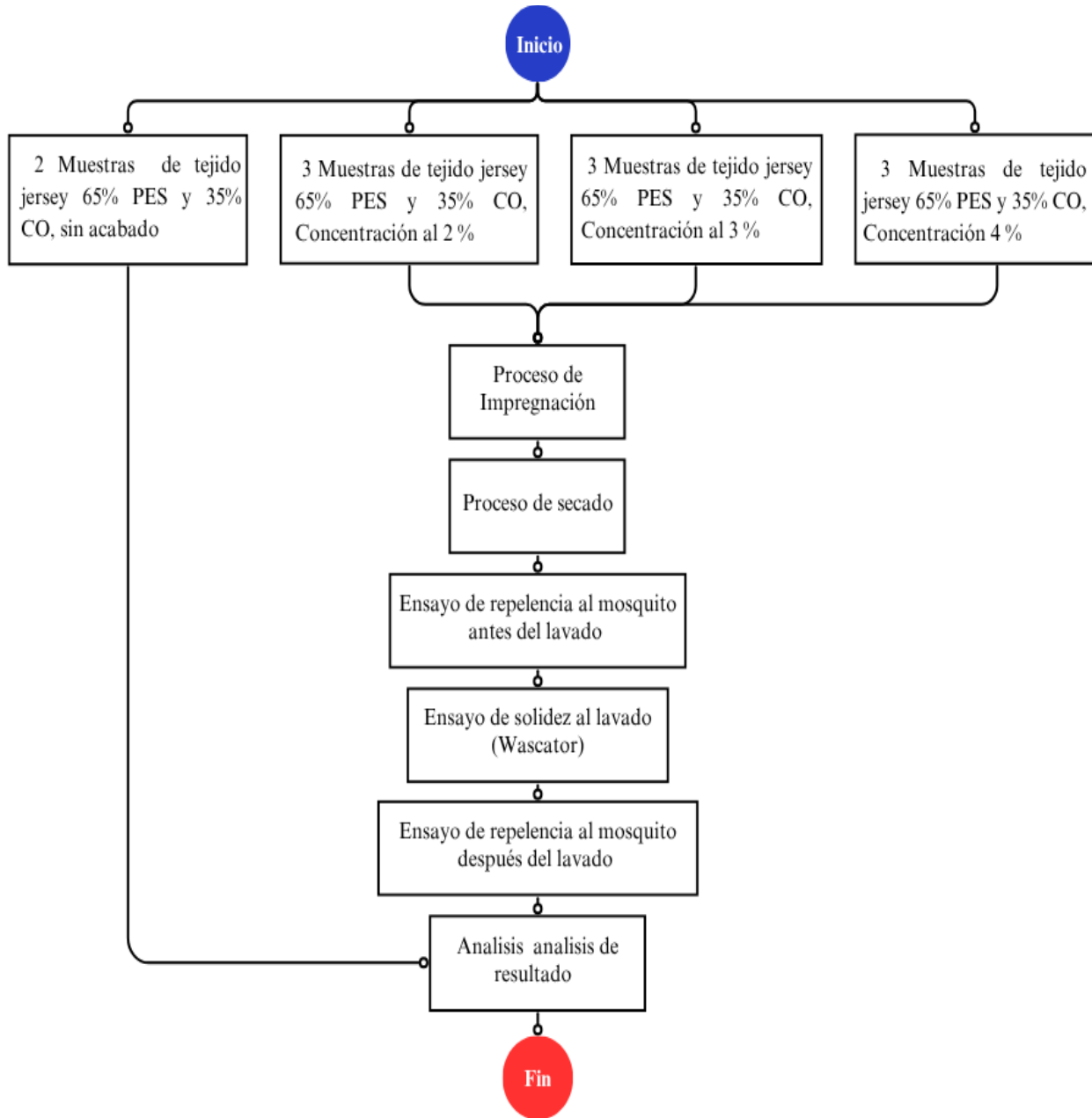
**Fuente:** Propia

### 2.2.2. Diseño de flujograma muestral

La **Figura 4**, permite visualizar de manera sistemática la secuencia de etapas, con el objetivo de optimizar la interpretación de los resultados.

**Figura 4**

*Diagrama de flujos muestral*



**Fuente:** Propia

## 2.3. Equipos y materiales

### 2.3.1. Foulard

En el presente desarrollo de investigación se requirió la máquina de foulardado mostrada en la **Figura 5**, cuya función es la impregnación total del sustrato textil, la cual es incorporada a una solución antes de pasar sobre una serie de cilindros de presión, la cual se encargó de reducir el exceso de líquido impregnado en el sustrato.

#### Figura 5

*Foulard de laboratorio*



**Fuente:** Propia.

En la **Tabla 3**, se presentan los datos que correspondieron al proceso de foulardado. Se determinó que los datos fueron fundamentales y se obtuvieron durante la experimentación realizada en el laboratorio. Dichos parámetros se consideraron claves para el control y la optimización de las condiciones de recubrimiento en la tela, con ello, se garantizó un tratamiento uniforme, asegurando así la calidad y eficacia del producto en el material textil.

**Tabla 3**

*Parámetros generales del foulard*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Presión de rodillos	2.5 bar
Velocidad	1,2 m/min
Pick Up	80 – 90%
Temperatura de trabajo	25 °C

**Fuente:** Información recopilada durante las pruebas

### 2.3.2. Túnel de secado

Como se muestra en la **Figura 6**, el principal objetivo del equipo es eliminar el exceso de humedad que tiene la tela después de ser sometida a un proceso de impregnación u otros tratamientos.

**Figura 6**

*Túnel de secado*



**Fuente:** Propia

### 2.3.3. Cubo de vidrio

La **Figura 7** detalla el dispositivo donde se van a realizar las pruebas del sustrato textil con la aplicación de un acabado repelente de mosquitos aplicando en distintas concentraciones. Este instrumento ayudó a contener a los insectos y, mediante este proceso, se pudo observar y cuantificar el comportamiento de los insectos al ser expuestos a un material textil con el acabado.

## **Figura 7**

*Cubo de vidrio*



**Fuente:** Propia

### **2.3.4. Muestras de tejido de punto jersey**

Tal como se observa en la **Figura 8**, se utilizaron muestras de tejido Jersey como materia principal para poder evaluar el rendimiento del acabado con carbón activo en la repelencia a mosquitos. La tela fue seleccionada debido a sus características como flexibilidad, elasticidad y suavidad.

## **Figura 8**

*Tela jersey*



**Fuente:** Propia

### **2.3.5. Carbón Activado**

Como se observa en la

**Figura 9**, el carbón activo es un producto natural de origen vegetal que proviene de la cáscara de coco, madera, residuos orgánicos, entre otros. La característica principal es su porosidad, debido a que existen diferentes tipos que ayudan en la absorción de moléculas, desde el más pequeño hasta el más grande, esto demuestra que son efectivos en su función para nuestra investigación.

### **Figura 9**

Carbón activo



**Fuente:** Propia

#### **2.3.6. Resina**

Visualizando en la **Figura 10**, el recubrimiento que ayuda a facilitar la adhesión de la resina al tejido, formando una fina capa que proporciona, soportar las tensiones físicas y asegurando la fijación del carbón activo.

## Figura 10

Resina



Fuente: (Saripopular, 2025)

### 2.3.7. Medidor de VOC

En la **Figura 11**, el VOC es una herramienta principal que tiene como objetivo cuantificar la concentración de sustancias volátiles presentes en el aire durante la aplicación del acabado con carbón activado en el material textil.

## Figura 11

Medidor de compuesto orgánico volátiles



Fuente: (Seguridad, 2024)

### 2.3.8. Wascator

Tal como se visualiza en la **Figura 12**, el wascator es un equipo de laboratorio especialmente diseñado para realizar prueba de lavado de manera estandarizada bajo las

condiciones controladas, tales como, temperatura, tiempo y carga, según lo establecido en la norma ISO 6330-2012.

## **Figura 12**

*Wascator.*



**Fuente:** Propia

### **2.4.Normas**

#### **2.4.1. Norma para procedimiento de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles ISO 6330:2012**

El wascator es una lavadora de laboratorio especialmente para realizar ensayos de lavado bajo las condiciones determinadas y controladas. El equipo emplea ciclos repetitivos para un lavado estandarizado, perfecto para analizar el comportamiento de los sustratos textiles después de ser sometidos a varios lavados. De acuerdo con ISO (2021), la norma nos ayuda a verificar lo siguiente:

- Los programas de lavado incluyen temperatura, tiempo, cantidad de agua y número de enjuagues.
- Las cantidades y tipos de detergente que debieron emplearse.
- Las condiciones relativas a la carga de lavado, peso de las muestras textiles y posibles cargas complementarias.

### **2.5.Proceso de acabado antimosquitos**

#### **2.5.1. Parámetros y variables**

En la **Tabla 4** se pueden observar los parámetros y variables que cumplen la función respectiva que tiene el carbón activado, como absorber los olores o actuar como protector de los mosquitos. Los factores que se deben tomar en cuenta son:

**Tabla 4***Parámetros y variables para el acabado antimosquitos*

<b>Parámetros</b>	<b>Variables</b>
Concentración de carbón activo	Cantidad (g/L) o porcentaje
Temperatura de baño	Ayudan a una mejor adherencia de los auxiliares
Velocidad del impregnación y escurrido	Determinar la cantidad de producto se adhiere al sustrato (% pick up)
Tiempo de secado	Polimerizar el carbón activo y la resina.

Fuente: Propia

### 2.5.2. Materiales, Auxiliares y Equipos

Para el acabado antimosquitos, se utilizó un tejido jersey que está compuesto de 65% poliéster y 35% algodón, al que se le aplicó una solución. El carbón activado se utilizó como componente, como elemento clave para el tratamiento, mientras que la resina actuó como fijador, facilitando una mejor adherencia del producto en la tela. Para la preparación de las soluciones, se hizo uso de implementos de laboratorio como vasos de precipitación, vidrio reloj, varilla para agitar manualmente las sustancias, entre otros. La balanza facilitó el cálculo con exactitud de las cantidades de los auxiliares requeridos. Finalmente, el foulard y túnel de secado ayudaron a dar los detalles finales al proceso, permitiendo tanto alcanzar el pick up apropiado. En la **Tabla 5** se puede observar cómo llevar a cabo el acabado textil.

**Tabla 5***Materiales y equipos*

<b>Materiales</b>	<b>Función</b>
Tejido de punto jersey	Sustrato textil sobre e cual se aplicará el tratamiento de carbón activo y resina.
Carbón activo	Componente principal para el acabado, actúa como absorbente.

---

Resina	Agente fijador que ayuda a adherir el carbón activo en la tela.
Balanza digital	Medir la cantidad del material y los auxiliares.
Vaso de precipitación	Contener y mezclar soluciones.
Vidrio reloj	Pesar las pequeñas cantidades de solución.
Varilla agitadora	Mezclar manualmente las soluciones.
Mandil	Protección a la ropa del usuario durante el experimento.
Polimerizado	Eliminación de la humedad de la tela.

---

**Fuente:** Propia

### **2.5.3. Carbón Activado**

#### **a) Ficha Técnica del Carbón Activado**

El carbón activo estuvo compuesto principalmente por carbono con una estructura altamente porosa que fue desarrollada mediante procesos de activación térmica o química. En su composición, se incluyeron pequeñas cantidades de humedad, cenizas y materiales volátiles. La humedad contenida fue mantenida generalmente por debajo del 10%, mientras que el contenido de cenizas fue controlado para que no superara el 15%, garantizando así su pureza y eficacia.

Además, su superficie específica interna fue medida en más de 1000 m<sup>2</sup> por gramo, lo que fue clave para su alta capacidad de adsorción. El tamaño de las partículas y la densidad aparente fueron determinados para asegurar un rendimiento adecuado en las aplicaciones industriales.

Estos componentes y propiedades físicas fueron descritos en la ficha técnica, donde también se indicaron condiciones óptimas de almacenamiento y regeneración para mantener su calidad y funcionalidad.

#### **2.5.4. Resina**

##### **a) Ficha Técnica de la Resina**

La resina es un compuesto químico utilizado principalmente como agente de acabado en la industria textil. Se presentó en forma líquida, con un pH entre 3 y 6, y un contenido de sólidos del 40% al 60%. Su viscosidad y color variaron según el tipo de formulación.

Se aplicó sobre tejidos para mejorar propiedades como la resistencia al encogimiento, el efecto antiarrugas y la estabilidad dimensional. La impregnación se realizó por foulardado, seguida de secado y polimerizado a temperaturas entre 150 y 180 °C.

Se almacenó en envases herméticos, en lugares frescos y ventilados. Requirió manejo cuidadoso debido a su composición reactiva. La resina ofreció un acabado duradero y mejoró el rendimiento del tejido tratado.

#### **2.5.5. Método de empleo**

##### **a) Impregnación**

La impregnación textil por medio del foulard es extensamente utilizada en las grandes industrias textiles para dosificar soluciones químicas sobre la tela, esto se lo realizó de manera controlada y uniforme. Este proceso requiere sumergir la tela en un baño para luego trasladarla a los rodillos que drenen el exceso de solución y asegurar que el producto se distribuya uniformemente. Posteriormente, se controla el pick up, lo cual depende de la velocidad de impregnación y escurrido, ya que es un parámetro crítico que determina el tiempo de contacto entre la tela y la solución, afectando la eficiencia del proceso. Finalmente, el tejido es sometido a la siguiente etapa, que es secado, donde se elimina la humedad y posteriormente se realiza la polimerización, lo que permite la fijación correspondiente del producto en la tela (Marife, 2025).

Para el tratamiento, se utilizó la siguiente fórmula del Pick Up

$$\text{Pick Up} = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

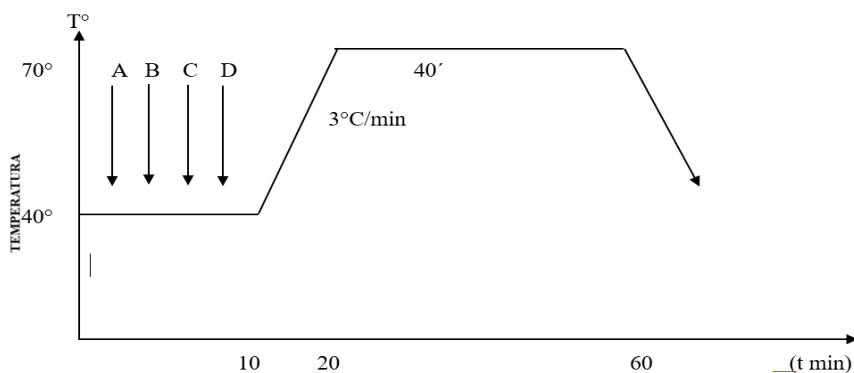
#### **2.6. Descripción del proceso**

Para asegurar una correcta impregnación del acabado antimosquitos en el tejido jersey 65% poliéster y 35% algodón, primeramente, se fijó una curva de tratamiento para la limpieza del

sustrato. Posteriormente, se realiza la neutralización del tejido con el fin de eliminar residuos químicos que afectarían el acabado. En la **Figura 13**, se presentan los procesos de temperatura y tiempo correspondientes a cada etapa previa al ennoblecimiento de sustrato textil con carbón activo.

**Figura 13**

*Curva de proceso de descruce químico*



**Nota:** En la figura se puede observar el proceso de descruce químico y los siguientes auxiliares son: **A:** Carga de tela, **B:** Detergente, **C:** Sosa cáustica, **D:** peróxido de hidrógeno.

Para el proceso de descruce, se utilizaron los siguientes datos que se presentan en la **Tabla 6**. Se determinó que esta receta ayudaría a iniciar el tratamiento en la tela. Posteriormente, obtener el acabado deseado.

**Tabla 6**

*Productos químicos*

Productos	Dosificación (g/L)
Detergente	3
Sosa cáustica	2
Estabilizador	1
Peróxido de hidrógeno	3
Ácido acético	1

En la siguiente **Tabla 7**, se detallan las muestras con las diferentes concentraciones que da el acabado textil.

**Tabla 7**

*Concentración de carbón activo y resina*

<b>Muestras</b>	<b>Concentración de carbón activo (g/L)</b>	<b>Resina (g/L)</b>
3 muestras	0	15
3 muestras	2	15
3 muestras	3	15
3 muestras	4	15

**Nota:** Se puede observar el número de muestras de tejido con respectivas concentraciones de carbón activo y resina

## **2.7. Pruebas de laboratorio**

### **2.7.1. Prueba de efectividad de la repelencia al mosquito en los sustratos**

Esta prueba determinará si las muestras tuvieron un rendimiento eficaz, por lo tanto, se consideró el uso de 50 mosquitos hembra, para lo cual se utilizó un cubo de vidrio para la exposición de las muestras por un determinado tiempo (3 minutos). Se contaron los aterrizajes o intentos de picadura al estar cubierto con la tela (OMS, 2009). La Ecuación Nro. 1 permite determinar la tasa de mortalidad de los mosquitos con el acabado:

$$\% \text{ Índice de repelencia} = \frac{c-T}{c} \times 100 \quad (1)$$

C: Número de aterrizaje de los mosquitos sin acabado en la tela

T: Número de aterrizaje de los mosquitos con acabado en la tela

### **2.7.2. Prueba de solidez al lavado y de secado doméstico**

El procedimiento de la solidez al lavado se realizó en el equipo Wascator FOM71 CIS, conforme con la Norma ISO 6330:2012. Esto permite simular condiciones reales a un lavado doméstico, donde las telas fueron expuestas para verificar la durabilidad del acabado por medio de dicho proceso. Posteriormente, se utilizó el VOC para corroborar si sigue presentando propiedades repelentes contra los mosquitos, comparando las muestras lavadas con las no lavadas.

**Tabla 8***Condiciones para la prueba de solidez al lavado*

<b>N° Test</b>	<b>Temperatura</b> ° C ( $\pm$ 2) °F ( $\pm$ 4)	<b>Total, de volumen del baño (mL)</b>	<b>% de detergente en polvo del volumen total</b>	<b>% de detergente líquido del volumen total</b>	<b>N° de balines de acero</b>	<b>Tiempo (Min)</b>
3A	71-160	50	0.20	0.28	100	45

Fuente: Datos del Manual Técnico ISO 6330-2012

## CAPÍTULO III

### 3. Resultados y discusión de resultados

#### 3.1.Resultados

En este capítulo se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y el control de lavado doméstico. El estudio se realizó con 12 muestras de tejido jersey 65/35 poliéster/algodón. El proceso de impregnación se llevó a cabo aplicando un baño con carbón activado en tres concentraciones (2, 3 y 4 g/L), con el fin de evaluar su comportamiento sobre el sustrato. Para garantizar una aplicación uniforme y reproducible, se trabajó con un pick-up estandarizado del 86%, asegurando una humectación óptima.

#### 3.1.1. Resultados de prueba a mosquito

En la **Tabla 9** se muestran los resultados correspondientes a la prueba de repelencia antes de realizar el lavado doméstico. De tal manera, en los datos obtenidos en la muestra con la cantidad de 2 g/L de carbón activo, hay mayor cantidad de vectores relajados. Esto demuestra que a mayor cantidad de 4 g/L de carbón activado, disminuye la cantidad de mosquitos rechazados y aumenta el valor de repelencia en el material textil.

**Tabla 9**

*Resultados de eficacia repelente antes del lavado*

N° de Muestras	Carbón activo g/L	N° mosquitos reposados	% de repelencia
Muestra 1	0	28	0%
Muestra 2	0	28	0%
Muestra 3	0	29	0%
Muestra 1	2	20	28.57%
Muestra 2	2	19	32.14%
Muestra 3	2	18	37.93%
Muestra 1	3	13	53.57%
Muestra 2	3	12	57.14%
Muestra 3	3	12	58.62%
Muestra 1	4	8	71.42%
Muestra 2	4	7	75%
Muestra 3	4	8	72.41%

**Nota:** La tabla muestra los cálculos del porcentaje del índice de repelencia antes del lavado doméstico, sobresaliendo una mayor efectividad en las muestras que contienen 4 g/L.

En la **Tabla 10**, se muestran los resultados donde se especifica la efectividad de repelencia después de realizar el lavado doméstico aplicando la Norma 6330:2012, esto se realizó en la probeta que tiene el tratamiento.

**Tabla 10**

*Resultado de eficacia repelentes después del lavado*

<b>N° Muestras</b>	<b>Carbón activo g/L</b>	<b>N° mosquitos reposados</b>	<b>% de repelencia</b>
Muestra 1	0	13	0%
Muestra 2	0	14	0%
Muestra 3	0	14	0%
Muestra 1	2	10	23.07%
Muestra 2	2	10	28.57%
Muestra 3	2	11	21.42%
Muestra 1	3	9	30.76%
Muestra 2	3	10	28.57%
Muestra 3	3	9	35.71%
Muestra 1	4	7	46.15%
Muestra 2	4	6	57.14%
Muestra 3	4	7	50%

Nota: La tabla muestra los cálculos del porcentaje del índice de repelencia después del lavado doméstico

### **3.1.2. Monitoreo VOC**

En la **Tabla 11**, se presenta el proceso establecido para determinar las bacterias presentes en los sustratos textiles. Dicho monitoreo tiene la finalidad de medir los compuestos orgánicos volátiles que pueden causar la disminución de la cantidad de mosquitos reposados en la tela. Esto permitirá calcular el índice de efectividad que tiene cada uno de los acabados con diferentes concentraciones que están presentes en los tejidos.

**Tabla 11***Resultado en la medición VOC*

N° Muestras	Carbón activo g/L	Antes del lavado	Después del lavado
Muestra 1	0	1.07	1.20
Muestra 2	0	1.10	1.21
Muestra 3	0	0.97	1.12
Muestra 1	2	0.80	0.96
Muestra 2	2	0.78	0.90
Muestra 3	2	0.77	0.89
Muestra 1	3	0.61	0.75
Muestra 2	3	0.59	0.77
Muestra 3	3	0.62	0.79
Muestra 1	4	0.42	0.57
Muestra 2	4	0.40	0.52
Muestra 3	4	0.47	0.58

**Nota.** Posteriormente, al realizar el lavado doméstico y su respectivo secado, se observa una disminución en la efectividad del monitoreo del VOC en cada una de las muestras. En las probetas con una dosificación de 4g/L se obtienen mejores resultados, esto es debido a que, el carbón activo logra absorber los compuestos olorosos que atraen a los mosquitos, disminuyendo el olor que los atrae.

### 3.1.3. Resultados Generales

Se indican todos los resultados obtenidos de las pruebas de repelencia al mosquito utilizando el carbón activo, en donde se aprecia la comparación de los valores conseguidos antes y después del lavado de cada una de las muestras. De esta manera, se registró el índice de efectividad, evidenciándose los resultados positivos del tratamiento con carbón activo. En la siguiente **Tabla 12**, se presentan los valores generales obtenidos a partir de la evaluación realizada, de tal manera, se evidencia la cantidad de mosquitos posados en cada muestra, contribuyendo el nivel de repelencia y facilitando la interpretación en cada una de ellas.

**Tabla 12***Tabla general de Resultados*

N° Muestras	Carbón activo g/L	Antes del lavado	Después del lavado
Muestra 1	0	28	13
Muestra 2	0	28	14
Muestra 3	0	29	14
Muestra 1	2	20	10
Muestra 2	2	19	10
Muestra 3	2	18	11
Muestra 1	3	13	9
Muestra 2	3	12	10
Muestra 3	3	12	9
Muestra 1	4	8	7
Muestra 2	4	7	6
Muestra 3	4	8	7

**Nota.** En la tabla se pueden constatar los resultados obtenidos tras el proceso del acabado, considerando en la comparación los datos antes y después del lavado. Donde se evidencia que existe una pequeña disminución de efectividad en el tratamiento, con ello, se indica que el acabado conserva sus propiedades de repelencia a los mosquitos.

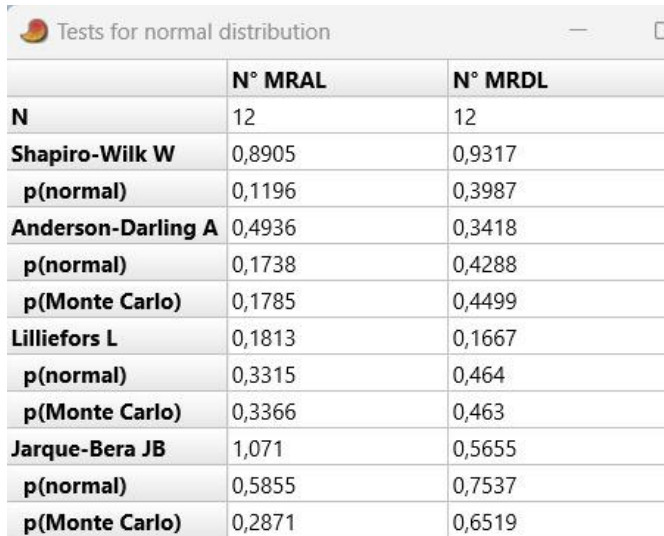
### 3.2. Discusión de resultados

#### 3.2.1. Normalidad de datos

Empleando el programa estadístico Past 4, se analizó la normalidad de los resultados conseguidos, con el propósito de determinar los valores confiables en cada una de las pruebas sometidas al tratamiento textil. Para ello, en la **Figura 14** se toman en consideración los métodos de normalidad, tales como, en la evaluación de Shapiro-Wilk (W), se obtuvieron valores de p(normal) en MRAL (0.1196) y MRDL (0.3987); esto demostró que la hipótesis es aceptable para ambos. En Anderson-Darling (A), se demostró que p(normal) tiene datos MRAL (0.1738) y MRDL (0.4288), esto afirma que, no manifiesta una variación con respecto a la distribución normal. En Lilliefors (L), los valores de p(normal) son de MRAL (0.3315) y MRDL (0.464), este método evidencia que los datos mantienen una forma equilibrada y ordenada. Por último, Jarque-

Bera JB presenta los valores p(normal) MRAL (0.5855) y MRDL (0.7537), esto demostró, que los valores analizados son equilibrados, sin presencia de valores altamente pronunciados.

**Figura 14**  
*Normalidad de datos*



	N° MRAL	N° MRDL
<b>N</b>	12	12
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8905	0,9317
<b>p(normal)</b>	0,1196	0,3987
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4936	0,3418
<b>p(normal)</b>	0,1738	0,4288
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1785	0,4499
<b>Lilliefors L</b>	0,1813	0,1667
<b>p(normal)</b>	0,3315	0,464
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3366	0,463
<b>Jarque-Bera JB</b>	1,071	0,5655
<b>p(normal)</b>	0,5855	0,7537
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,2871	0,6519

En la **Figura 15**, se muestran los resultados de análisis de varianza en el software estadístico Past 4. Estos datos obtenidos en las pruebas demuestran que el coeficiente de variación antes del lavado tiene un resultado de (CV=48.32); este valor es mayor en comparación con el resultado después del lavado (CV=26.63). El proceso de lavado doméstico se llevó a cabo en las muestras de tela jersey 65/35 poliéster-algodón, aplicando la norma ISO 6330, esto demostró que existe una disminución en la desviación en las muestras.

Se identificó un error estándar de 2,35 antes del lavado, y después tiene un valor de 0,77; llegando a la conclusión de que las muestras que contengan mayor dosificación de carbón activo siguen manteniendo su efectividad tras someterse al proceso de lavado. Tomando en cuenta el estudio realizado, se evidencia una confiabilidad en los resultados obtenidos.

**Figura 15***Análisis de varianza*

	N° MRAL	N° MRDL
<b>N</b>	12	12
<b>Min</b>	7	6
<b>Max</b>	29	14
<b>Sum</b>	202	120
<b>Mean</b>	16,83333	10
<b>Std. error</b>	2,347898	0,7687061
<b>Variance</b>	66,15152	7,090909
<b>Stand. dev</b>	8,133358	2,662876
<b>Median</b>	15,5	10
<b>25 prcnil</b>	9	7,5
<b>75 prcnil</b>	26	12,5
<b>Skewness</b>	0,4091439	0,207988
<b>Kurtosis</b>	-1,29781	-0,8555556
<b>Geom. mean</b>	15,0065	9,668714
<b>Coeff. var</b>	48,31698	26,62876

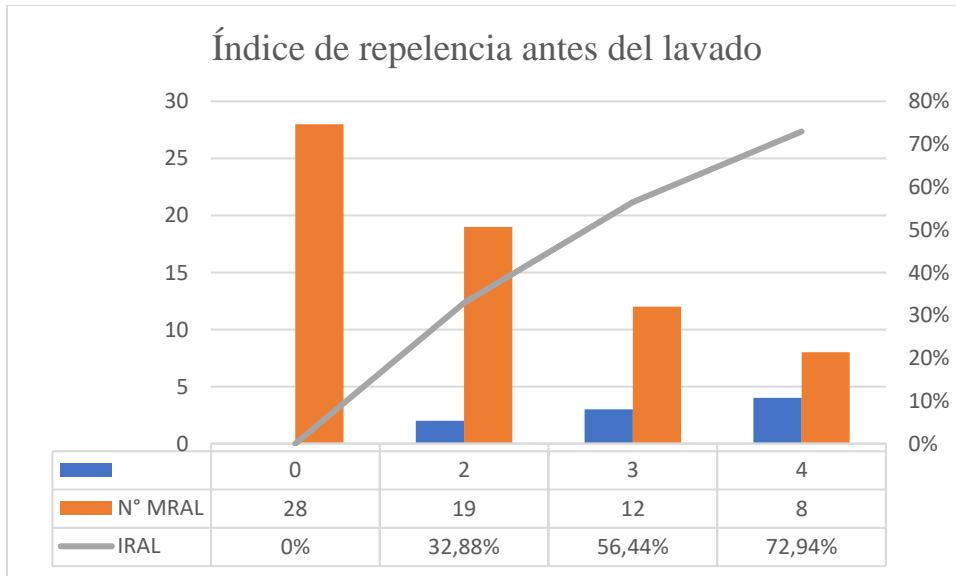
Posteriormente, con los datos obtenidos tras realizar la investigación y los experimentos de laboratorio en la planta textil, fueron puestos en el programa estadístico PAST 4 para evaluar la confiabilidad y determinar la normalidad de los resultados.

### 3.2.2. Evaluación de gráficos generales

En la **Figura 16**, se detallan los resultados recopilados durante la aplicación del carbón activo en cada una de las muestras evaluadas. En las primeras tres muestras con una dosificación de 2 g/L, se nota que existe una baja efectividad de repelencia, con un índice de repelencia que tiene un valor de 32.88%, lo que demuestra un bajo nivel de rendimiento en su función. Mientras tanto, al aumentar su concentración a 3 g/L, muestra una mejora significativa, dando un valor de 56.44%. Por último, las muestras tratadas con 4 g/L tienen un dato de 72.94%, por lo tanto, se concluye que la capacidad de absorción de olor que tiene el carbón activo es favorable.

## Figura 16

*Datos de índice de repelencia antes del lavado doméstico*

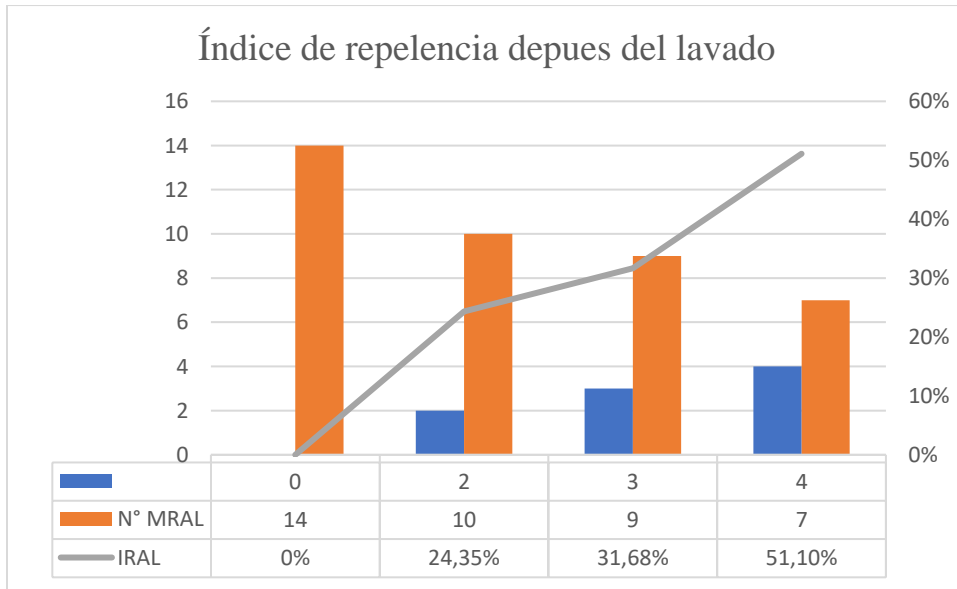


Nota. N° MRAL tiene como significado el número de mosquitos reposados antes del lavado, IRAL significa el índice de repelencia antes del lavado. Mediante, la evaluación respectiva en las telas se puede evidenciar que su efectividad es mejor mientras tenga mayor concentración y puede cumplir con su función.

En la **Figura 17**, se observa que, después de ser sometida al lavado doméstico mediante el procedimiento de la norma ISO 6330:2012, la efectividad de repelencia a los mosquitos en cada una de las muestras fue disminuyendo su rendimiento. Esto determina que, entre mayor concentración exista en la tela, mayor será su resistencia al lavado y a mantener su función. Las muestras tratadas con 2 g/L tienen una reducción de casi 8.5% de efectividad después del lavado; mientras que la tela con la concentración de 3 g/L tiene una reducción de 24.76%; por último, los sustratos textiles con la dosificación de 4 g/L mantienen una reducción de casi 21% de permanencia del producto en el tejido.

**Figura 17**

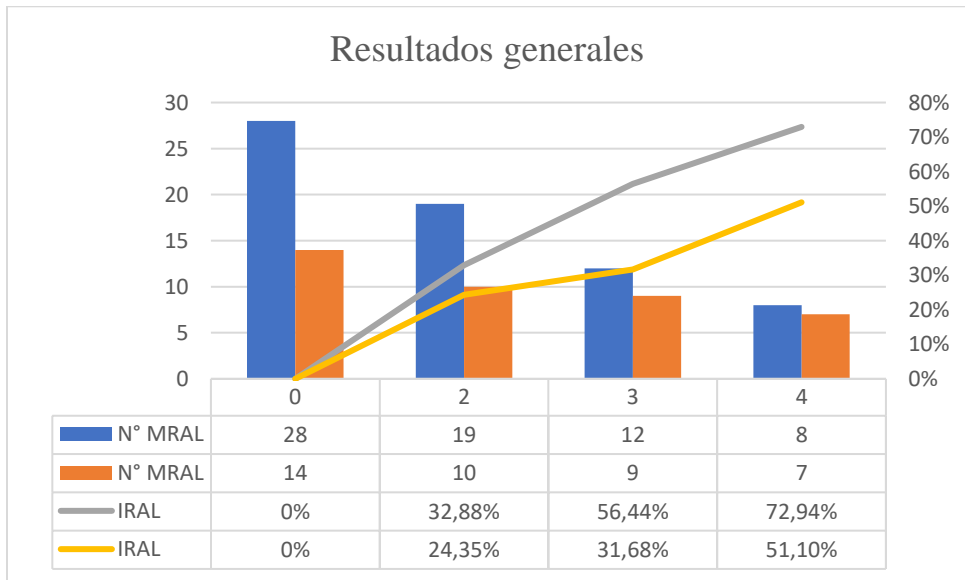
*Datos de índice de repelencia después del lavado doméstico*



Nota. Nota. N.º MRDL tiene como significado el número de mosquitos reposados después del lavado, IRDL significa el índice de repelencia después del lavado. En la figura se puede analizar que los tejidos, al ser sometidos al lavado, fueron disminuyendo su efecto de repelencia.

En la **Figura 18**, se presentan los datos obtenidos después de realizar las respectivas evaluaciones de repelencia a los mosquitos, tanto antes como después del lavado doméstico. Por lo tanto, se analizó la reducción de efectividad del acabado con carbón activo en las muestras al ser sometidas al lavado. De tal manera, los vectores son atraídos por los compuestos orgánicos volátiles que están en el ambiente, es decir, por el mal olor corporal causado por el sudor, pueden fácilmente provocar la reacción de los mosquitos con intenciones de picar. Las muestras que no tienen un acabado mostraron que no ayudan a repeler a los vectores. La concentración de carbón activado de 2 g/L no fue suficiente con la capacidad de repeler un 33%, mientras que las muestras con dosificaciones de 3 y 4 g/L mostraron una respuesta excelente en su función con un 56 y 73 % de efectividad.

**Figura 18**  
*Datos Generales del Acabado*



Nota: Se observan los datos obtenidos, en los cuales se comparan las muestras antes y después del lavado doméstico, esta información permite analizar y determinar la efectividad de la repelencia del acabado frente a los mosquitos. A través del porcentaje de cada una de las muestras, se evaluó la disminución del tratamiento después de lavar.

De esta forma, se puede verificar que, al no tener presencia del mal olor corporal que llame la atención de los vectores, el carbón activo ayuda a disminuir el olor, así evitando que los mosquitos detecten o perciban a la persona y la piquen.

## CAPÍTULO IV

### 4. Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- El proyecto de investigación fue elaborado con el fin de obtener un acabado textil con funcionalidad de repelencia a los mosquitos a base de carbón activado. Este planteamiento fue creado con el propósito de evitar el uso de productos tóxicos que pueden ser corrosivos en la piel humana y a la vez perjudicar el medio ambiente. Además, este producto, al ser repelente, también se hace evidente en tener múltiples aplicaciones, como en la purificación de agua y aire, como en la medicina, entre otros.
- El ennoblecimiento se realizó en una tela jersey 65/35 poliéster-algodón por medio de la impregnación. De tal forma, se prepararon diferentes dosificaciones de 2, 3, y 4 g/L de carbón activo y una resina de 15 g/L; posteriormente, se realizó el baño de impregnación a un pH 4 en cada una de las concentraciones y a una temperatura ambiente de 22 °C, para luego realizar el respectivo secado térmico, con ello, permitiendo obtener una mejor fijación con respecto al recubrimiento del producto en las muestras. Esto demostró que, a mayor concentración, se alcanza una alta efectividad con respecto a la repelencia, sin embargo, existe un pequeño cambio en la textura en el tejido, pese a ello, no fue afectada la capacidad de repelencia a los mosquitos.
- En la cámara de vidrio fueron llevadas a cabo las respectivas evaluaciones de repelencia a los vectores mediante el contacto directo con los mosquitos. Para ello, fue elaborado un cubo de vidrio con las dimensiones de 30 x 30 cm, permitiendo el análisis visual sobre el comportamiento, evitando la fuga de los mosquitos y asegurando la fiabilidad del proceso. Para obtener este acabado, el procedimiento pudo ser realizado fácilmente por medio de un flujograma general y muestral, en el cual fueron detalladas de manera ordenada cada etapa para así tener el ennoblecimiento con su respectiva función.
- Las muestras con la aplicación del carbón activo fueron sometidas a las pruebas de repelencias a mosquitos y también a la solidez del lavado de acuerdo con la norma

ISO 6330, donde fueron comparadas minuciosamente las telas tratadas antes y después del lavado. Al considerar la efectividad del producto antes del lavado, los primeros resultados obtenidos fueron favorables de acuerdo con su función. Donde, el resultado obtenido fue de 72.94 %, siendo el mejor, esto se obtuvo en la dosificación de 4 g/L del carbón activo. Las telas, después del lavado mostraron una ligera reducción en su efectividad, dando a saber, que los datos alcanzados tras el procedimiento presentaron un valor de 51.10% de efectividad en la misma concentración del producto. Esto demuestra que el tratamiento es semipermanente y que, para ello, es necesaria una resina que ayude a prolongar su duración en la tela por varios ciclos de lavado.

- A partir de los resultados obtenidos de las muestras antes de realizar el lavado, quedó demostrado que la mejor dosificación es de 4g/L de carbón activo, donde se presentó una cantidad de 7 mosquitos en reposo, lo cual confirmó una buena efectividad del tratamiento. La peor muestra fue identificada con la dosificación de 2 g/L, en la que se reposaron 20 mosquitos, lo cual mostró una peor calificación en cuanto a la repelencia a los vectores. Los ensayos después del lavado mostraron que el mejor acabado tuvo un registro de 6 mosquitos reposados en la tela tratada con respecto a la dosificación 4 g/L, manteniendo su buena efectividad tras el lavado, a diferencia de ello, la peor obtuvo 11 mosquitos en reposo con la dosificación 2 g/L, evidenciando la menor efectividad.

## **4.2 Recomendaciones**

- Es importante manipular los componentes de laboratorio para garantizar un mejor procedimiento en las muestras. Además, es necesario mantener el área de trabajo limpia para evitar contaminantes que pueden alterar el tratamiento en las probetas y esto podría alterar mínimamente los resultados para posteriormente colocar en el programa estadístico.
- Al desarrollar el procedimiento en las muestras con el carbono activo para obtener el acabado antimosquitos, es conveniente aplicar una mayor concentración del producto principal para tener mejor efectividad de repelencia, pero existe una ligera textura con apariencia empolvada debido a su elevada cantidad.

- Por otra parte, es necesario trabajar con diferentes dosificaciones de resina, debido a que, en esta investigación, se realizó con 15 g/L, de acuerdo con la ficha técnica establecida, también es viable enfocar este estudio no solamente en la resina, sino en otro ligante o microemulsión que puede mejorar el acabado.
- Es necesario portar una cámara de vidrio para realizar las respectivas pruebas con los mosquitos (Culicidae), debido a esto, se garantizan las mediciones de manera controlada y precisa. A su vez, se pueden calcular las partículas en el aire que pueden botar las muestras con el tratamiento, esto es gracias al monitoreo VOC.
- Es recomendable que, en futuros procesos de investigación en el área textil, sea trabajada con la impregnación del carbón activo. Se sugiere que su funcionalidad no solo en el acabado antimosquitos, sino también en varias aplicaciones que ayuden en la contribución e innovación dentro del sector textil.

### **4.3 Referencias bibliográficas**

Ain, N., Johan, A., Hamimi, H., Khatheline, H., Peter, S., Hana, S., Mustafa, H., Bakri, E., & Misni, N. (2025). Development of Multifunctional Textiles with Mosquito Repellent and Antibacterial Properties Using Microencapsulated Lemongrass Essential Oil on Cotton – Polyester Fabric. *Fibers and Polymers*, 26(12), 5455–5464. <https://doi.org/10.1007/s12221->

025-01178-7

- Al, A., Hossain, J., Hossain, Z., Sazzad, M., Sohan, H., Hoque, F., & Ahsan, H. (2023). Mosquito repellent fabric : Development and characterization of peppermint and garlic mixture finish on knitted fabric to examine mosquito repellency. *Heliyon*, 9, 12. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15944>
- Aldrin Velázquez. (2025). *Investigación experimental: qué es, tipos y cómo realizarla*. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Arellano, I. (2017). *Acabado desodorizante en camisetas algodón/poliéster con carbón activo de coco*. 109. [https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7157/1/04 IT 198 TRABAJO DE GRADO.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7157/1/04%20IT%20198%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Baindur, S. (2024). *Mosquito repellence of solvent extracts and activated charcoal obtained from Agro- WasteCoconut Shells*. 1–10.
- Benavides, P. K. E. (2017). *Acabado Antibacterial En Calcetines De Acrilico Con Triclosán*. 1–163. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6615/1/04 IT 192 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6615/1/04%20IT%20192%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6060/1/04 IT 190 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6060/1/04%20IT%20190%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Bobell, M. (2025). *Investigación analítica*. [https://www.academia.edu/35884101/Investigacion\\_analitica?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.academia.edu/35884101/Investigacion_analitica?utm_source=chatgpt.com)
- Briones, G. P. (2025). *Dermatosis Zooparasitarias*. 153–158. <https://www.academia.edu/35102663/Zooparasitarias?auto=download>
- Cabanes, A. S. (2014). *Máquinas de tintura por impregnación*. 1–16. <https://asolengin.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/12/mc3a1quinas-de-tintura-por-impregnac3b3n.pdf>
- Cabrera Orrego, R. (2021). Enfermedades transmitidas por vectores. In *Enfermedades transmitidas por vectores* (Primera Ed). Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-943-7>
- Capablanca, L. (2008). *Evaluación de la adhesión y permanencia de microcápsulas sobre tejidos*

*de algodón*. 1–63.

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12176/TesisMaster\\_Capablanca.pdf%3Fs&ved=2ahUKEwi507fS0ueMAxU5tYQIH8BW8QFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2NbWpGAjKu6pRTGVXuWm7y](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12176/TesisMaster_Capablanca.pdf%3Fs&ved=2ahUKEwi507fS0ueMAxU5tYQIH8BW8QFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2NbWpGAjKu6pRTGVXuWm7y)

Cevallos, M. (2011). *Investigacion y desarrollo de nuevos acabados para prendas de trabajo de algodón 100% en tejido plano para mejorar su desempeño en el area laboral*. 159.

[https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/734/1/04 IT 093 TESIS.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/734/1/04%20IT%20093%20TESIS.pdf)

Chiuvention. (2025). *Guía para principiantes: ¿Qué es un tejido de punto?*

<https://chiuvention.com/es/blog/beginners-guide-what-is-a-knitted-fabric>

Coronell, W., Arteta, C., Suárez, A., Burgos, C., Rubio, T., Sarmiento, M., & Corzo, C. (2016).

Infección por virus del Zika en el embarazo, impacto fetal y neonatal. *Revista Chilena de Infectología*, 665–673. <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v33n6/art09.pdf>

Devillers, J. (2018). *Computational design of chemicals for the control of mosquitoes and their diseases*. 48.

[https://api.pageplace.de/preview/D0400.9781498741811\\_A31963407/preview-9781498741811\\_A31963407.pdf](https://api.pageplace.de/preview/D0400.9781498741811_A31963407/preview-9781498741811_A31963407.pdf)

Ecuador, C. de la república del. (2021). *Constitución de la república del Ecuador*.

<https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>

Editorial Etecé. (2025). *Investigación científica*. <https://concepto.de/investigacion-cientifica/>

Eduardo, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad. Tintorería*. 165.

[https://www.academia.edu/40154521/La\\_Industria\\_Textil\\_y\\_Su\\_Control\\_de\\_Calidad](https://www.academia.edu/40154521/La_Industria_Textil_y_Su_Control_de_Calidad)

Envirotecnicos. (2025). *Carbón activo granular para el tratamiento de aire MG 2×6*.

<https://www.envirotecnicos.com/wp-content/uploads/2020/07/carbon-activo-granular-MG2X6.jpg>

García, A. F. de L. (2018). *Determinación de la efectividad del carbón activado obtenido a partir del endocarpio del coco (cocos nucifera l.) a escala laboratorio para su aplicación en el tratamiento de agua*. 1–131. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10914/1/Alejandro>

Fernando de León García.pdf

Hauser, W. D. S. y P. J. (2004). *Acabados químico textiles*.

ISO. (2021). *Textiles domestic washing and drying procedures for textile testing*.

<https://www.iso.org/standard/43044.html>

Lalit Jajpura, Manju Saini, Abhilasha Rangi, K. C. (2015). *A review on mosquito repellent finish for textiles using herbal extracts*. 2, 16–24. <https://www.ijesmr.com/doc/Archive-2015/August-2015/4.pdf>

Leticia Paulina Daza M, N. A. F. V. (2006). Diseño de un repelente para insectos voladores con base en productos naturales. *Global Shadows: Africa in the Neoliberal World Order*, 133. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/d6692974-08ca-45aa-b8bb-8e7fc19b7490/content>

Lima, L. (2015). *Medición de la competitividad de tejidos planos de algodón tratados con nanotecnología en Argentina , que cumplen la función de repeler mosquitos y prevenir sus picaduras . 1*, 1–12. [https://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2016/trabajos/E013\\_COINI2016.pdf](https://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2016/trabajos/E013_COINI2016.pdf)

Lockuán, F. (2012). La industria textil y su control de calidad IV. Tejeduría. *Tejeduría*, 1–112. <https://fidel-lockuan.webs.com/>

Maldonado J. (2014). *Acabado frío -calmante en géneros textiles 100% algodón utilizando sustancias orgánicas mediante la encapsulación con micro emulsión de silicona”*. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3741/8/04 IT 160 TESIS.pdf>

Marife, M. (2025). *Trabajo de foulardado*. <https://es.scribd.com/document/420881201/trabajo-FOULARDADO-docx>

Nohlen, D. (2020). El método comparativo. *Ciencia Poética Comparada: El Enfoque Histórico-Empírico*, 42–57. [https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf?utm_source=chatgpt.com)

OMS. (2009). *Guidelines for efficacy testing of mosquito repellents for human skin*. 1–6.

Paredes, K. V. R. (2016). *Tratamiento en tejido 100% algodón conmo repelente de los mosquitos*



Tavare, M. G. F. (2007). *Utilizacion de extractos repelentes de insectos en el diseño de un parche como forma farmacéutica*. 127. <http://eprints.uanl.mx/21250/1/1020159506.pdf>

UTN. (2022). *Vicerectorado de investigación*.

<https://www.utn.edu.ec/direccion/#1678470247794-cf300289-335c>

Zarate, G. M. (2015). *Acabado Químico*. Prezi. <https://prezi.com/rg3tzo-hgfd4/acabado-quimico/>

#### 4.4 Anexos

##### Anexo 1

##### *Ficha de información técnica del carbón activo*

<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Especificaciones</i>
<i>Base</i>		Carbón de Cáscara de Coco
<i>Código</i>		CA-VO
<i>Apariencia</i>		Micro-pulverizado
<i>Humedad</i>	%	3%-10%
<i>Cenizas</i>	%	3%-7%
<i>Método de activación</i>		Térmica
<i>Área superficial específica</i>	M <sup>2</sup> /g	948
<i>Volumen de poro</i>	Cc/g	0.3-0.4
<i>Ph</i>	%	4-8
<i>Yodo</i>	mg I/g	800-950
<i>Tamaño</i>	Malla	Malla 200 min93%

## Anexo 2

### Ficha de información técnica de Centergard D6i



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.

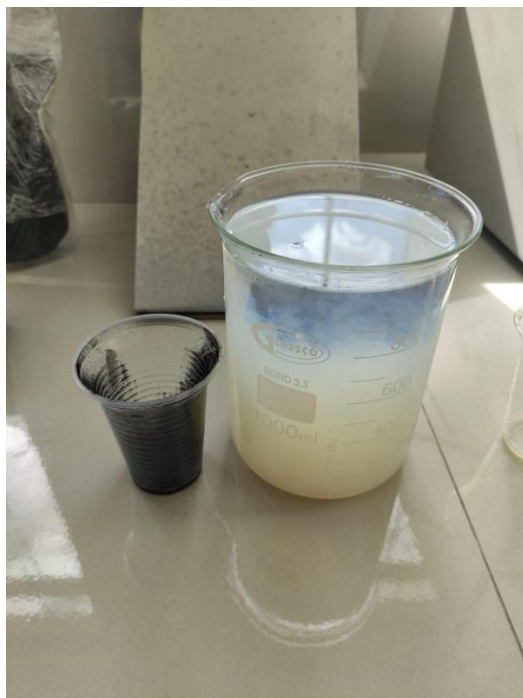
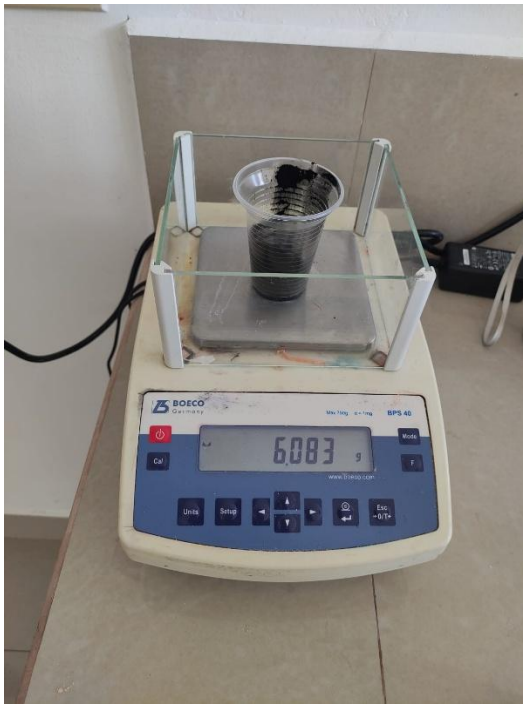
**Anexo 3**  
*Cortes de muestras*



**Anexo 4**  
*Obtención de la solución*



**Anexo 5**  
*Elaboración de la solución*



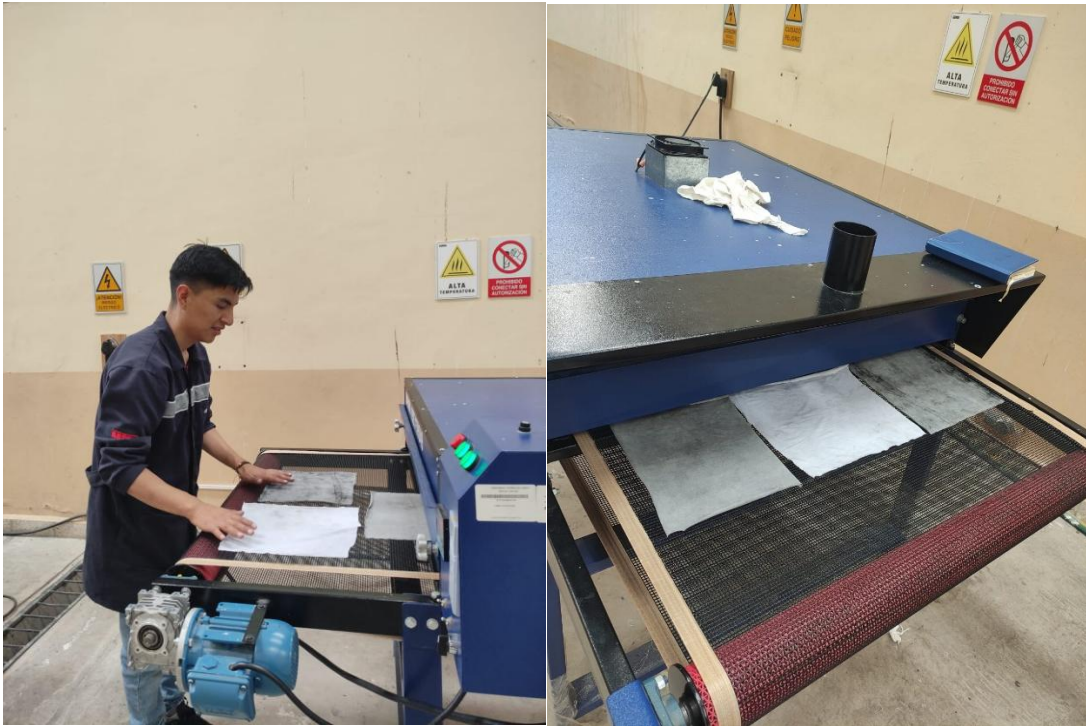
**Anexo 6**  
*Procedimiento de preparación y medición de pH*



**Anexo 7**  
*Impregnación y cálculo de pick up de muestras*



**Anexo 8**  
*Secado de muestras*



**Anexo 9**  
*Prueba de repelencias a los mosquitos antes de lavado y monitoreo VOC*



**Anexo 10**  
*Prueba de solidez al lavado*



**Anexo 11**  
*Prueba de repelencias a los mosquitos después del lavado y monitoreo VOC*

