



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO TEXTIL

TEMA:

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS CONFERIDAS TRAS LA APLICACIÓN DE PIMIENTA "*PIPER NIGRUM*" SOBRE UN TEJIDO DE PUNTO ALGODÓN 100% POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO.”

Autor: Flores Terán Ronny Miguel

Director: MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

Ibarra-2023



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### 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			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100436072-1		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Flores Terán Ronny Miguel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra, Sánchez y Cifuentes y Ricardo Sánchez		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:rmflorest@utn.edu.ec">rmflorest@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2608687	<b>TELF. MÓVIL</b>	0992775403

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Análisis de las propiedades térmicas conferidas tras la aplicación de pimienta " <i>Piper nigrum</i> " sobre un tejido de punto algodón 100% por el método de agotamiento.
<b>AUTOR (ES):</b>	Flores Terán Ronny Miguel
<b>FECHA:</b>	2023/04/01
<b>CARRERA/PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Textil
<b>DIRECTOR</b>	MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

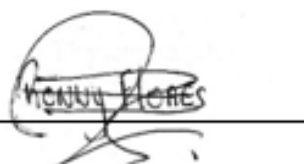
## CONSTANCIAS

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

Ibarra a los 25 días del mes de abril del 2023

### EL AUTOR

Firma

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'RONNY FLORES', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a large, circular flourish above the name.

Nombre: Flores Terán Ronny Miguel

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 25 de abril de 2023

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de trabajo de titulación, 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.



firmado digitalmente por:  
OMAR VINICIO GODOY  
COLLAGUAZO

(f) \_\_\_\_\_

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

C.C : 100308393-6

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS CONFERIDAS TRAS LA APLICACIÓN DE PIMIENTA *"PIPER NIGRUM"* SOBRE UN TEJIDO DE PUNTO ALGODÓN 100% POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO” elaborado por Flores Terán Ronny Miguel, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



(f) \_\_\_\_\_

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio - Director

C.C: 100308393-6



(f) \_\_\_\_\_

MSc. Esparza Encalada William Ricardo - Opositor 1

C.C : 1001589017



(f) \_\_\_\_\_

MSc. Chamorro Ortega Luis Adalberto- Opositor 2

C.C : 1001388758

## DEDICATORIA

*Con cariño dedico este trabajo de grado a mi familia porque en todo este tiempo me brindaron un apoyo incondicional para el cumplimiento de mis metas, todo este esfuerzo va especialmente para mis padres Susana Terán y Patricio Flores, ya que fueron el pilar fundamental en todo este proceso, siempre estuvieron en los momentos difíciles, alentándome a seguir adelante y a no darme por vencido.*

*A mis 5 hermanos por estar ayudándome en cada uno de los procesos que conllevaron llegar a este punto tan importante de mi vida, dándome los mejores consejos para lograr mis objetivos y finalmente a mi hija Luciana Flores quien es mi inspiración para seguir creciendo como profesional y cumplir mis metas.*

*A todos gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor para mi persona.*

*Flores Terán Ronny Miguel*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres, pilar fundamental durante todo este proceso, fueron ellos los que me acompañaron a tomar buenas decisiones y a confiar porque a pesar de todo ellos siempre estuvieron ahí y creyeron en mí, hasta terminar esta importante etapa de mi vida.*

*A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, pues es aquí donde encontré mis principales formadores, las personas que ayudaron con sus conocimientos y me los transmitieron, me ayudaron en lo técnico y también en lo humano.*

*Mi sincero agradecimiento a mi tutor de tesis el MSc. Omar Godoy por orientarme en el desarrollo y culminación del trabajo de grado con sabia responsabilidad y sobre todo con conocimientos.*

*Flores Terán Ronny Miguel*

## RESUMEN

En este estudio se pretende analizar las propiedades térmicas conferidas tras la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" por el método de agotamiento a un textil 100% algodón, se realizaron estudios previos en laboratorio, donde se determinó las distintas dosificaciones de los productos a utilizarse, mismos que son: CENTERGARD D6I como agente de adhesión, PERISOFT POD 100 como producto suavizante, PIMIENTA "PIPER NIGRUM" como agente térmico.

Posterior a esto se aplicó el acabado a nivel de planta en camisetas para después realizar un estudio con la cámara termográfica FLIR E 96, equipo que fue facilitado por la empresa CORFOPYM de la ciudad de Ambato, donde se realizó un análisis de temperatura de distintas partes del cuerpo: pecho, espalda, axila izquierda y axila derecha.

Una vez obtenidos los resultados de las termografías, se logra determinar que la muestra ideal es la muestra 3, con una dosificación de 10% de pimienta "*Piper nigrum*" donde se obtiene un aumento de 2.83% de temperatura, esto en comparación de la muestra sin acabado. Además, se realizaron pruebas de lavado donde se pudo determinar que el acabado es permanente gracias a las características globales de la receta desarrollada.

**Palabras Clave:** Pimienta, textil, proceso de agotamiento, acabado térmico, termografía en textil, confort térmico.



## ABSTRACT

The present study aims to analyze the thermal properties conferred after the application of "*Piper nigrum*" pepper by the exhaustion method to a 100% cotton textile. Previous laboratory studies were carried out to determine the different dosages of the products to be used, which are CENTERGARD D6I as an adhesion agent, PERISOFT POD 100 as a softening product, and "*Piper nigrum*" pepper as a thermal source.

Subsequently, the finishing was applied at the plant level on t-shirts, and then a study was carried out with the FLIR E 96 thermographic camera, which was provided by the company CORFOPYM from the city of Ambato. Temperature analysis was performed on different parts of the body, including the chest, back, left armpit, and right armpit.

Once the thermography results were obtained, it was determined that the ideal sample is sample 3, with a dosage of 10% of "*Piper nigrum*" pepper, where an increase of 2.83% in temperature was obtained, compared to the sample without finishing. In addition, washing tests were performed, furthermore, washing tests were carried out where it was possible to determine that the finish is permanent thanks to the overall characteristics of the developed recipe.

**Keywords:** Pepper, textile, exhaustion process, thermal finishing, thermography in textiles, thermal comfort.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
CONSTANCIAS .....	iii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR ..	iv
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
Capítulo I.....	1
1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del tema.....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Importancia del estudio .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.5. Justificación.....	5

1.6. Características del Sitio del Proyecto.....	6
Capítulo II.....	8
2. Estado del Arte .....	8
2.1. Estudios Previos .....	8
2.2. Marco Legal .....	12
2.3. Marco Conceptual .....	13
Capítulo III .....	22
3. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Enfoque de la investigación .....	22
3.2. Método de investigación .....	22
3.3. Técnicas de investigación.....	23
3.4. Flujogramas.....	24
3.5. Equipos.....	26
3.6. Materiales .....	34
3.7. Proceso de acabado por agotamiento en laboratorio.....	40
3.8. Proceso de acabado por agotamiento en planta.....	41
3.9. Recetas .....	42
3.10. Pruebas de permanencia del acabado .....	41
3.11. Ensayo termográfico.....	42
Capítulo IV .....	44

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
4.1. Resultados .....	44
4.2. Análisis y discusión de resultados.....	60
Capítulo V .....	64
5. Conclusiones y Recomendaciones. ....	64
Referencias bibliográficas .....	67
Anexos .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Tipos de pimienta. ....	16
<b>Tabla 2</b> Especificaciones de autoclave de laboratorio IR Dyer .....	27
<b>Tabla 3</b> Especificaciones Técnicas de cámara térmica FLIR E96.....	31
<b>Tabla 4</b> Especificaciones del WASCATOR.....	34
<b>Tabla 5</b> Caracterización del tejido. ....	35
<b>Tabla 6</b> Gramaje de la tela.....	35
<b>Tabla 7</b> Ancho total de la tela. ....	36
<b>Tabla 8</b> Características de pimienta "Piper nigrum" .....	39
<b>Tabla 9</b> Características de Centergard D6I.....	39
<b>Tabla 10</b> Características de Perisoft POD 100. ....	40
<b>Tabla 11</b> Receta N° 1. ....	37
<b>Tabla 12</b> Receta N° 2. ....	38
<b>Tabla 13</b> Receta N° 3. ....	39
<b>Tabla 14</b> Parámetros del proceso según la ISO 3330-2012.....	41
<b>Tabla 15</b> Parámetros para la termografía.....	43
<b>Tabla 16</b> Termografía de muestra sin acabado.....	45
<b>Tabla 17</b> Termografía de muestra 1.....	47
<b>Tabla 18</b> Termografía de muestra 2.....	50
<b>Tabla 19</b> Termografía de muestra 3.....	52
<b>Tabla 20</b> Resultados generales sin lavado de Termografía. ....	55
<b>Tabla 21</b> Resultados termográficos después del lavado. ....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica del laboratorio textil. -----	6
<b>Figura 2</b> Ubicación geográfica de CORFOPYM.-----	7
<b>Figura 3</b> Circulo de frio y calor-----	9
<b>Figura 4</b> Termografía en maquinaria -----	11
<b>Figura 5</b> Tejido de punto -----	13
<b>Figura 6</b> Tejido de punto por trama. -----	14
<b>Figura 7</b> Planta de "Piper nigrum" -----	15
<b>Figura 8</b> Pimienta negra -----	16
<b>Figura 9</b> Factores que influyen en el confort térmico -----	20
<b>Figura 10</b> IR DYER -----	21
<b>Figura 11</b> Flujograma general -----	24
<b>Figura 12</b> Flujograma muestral-----	25
<b>Figura 13</b> Autoclave de laboratorio IR Dyer -----	27
<b>Figura 14</b> Máquina de prelavados textiles -----	28
<b>Figura 15</b> Caldero -----	29
<b>Figura 16</b> Microscopio de laboratorio -----	29
<b>Figura 17</b> Cámara Termográfica FLIR E96 -----	30
<b>Figura 18</b> Software FLIR Tools -----	32
<b>Figura 19</b> Anemómetro Kestrel -----	33
<b>Figura 20</b> Máquina WASCATOR-----	34
<b>Figura 21</b> Malla de estampación de 55 hilos por cm para realizar el tamizado.-----	38
<b>Figura 22</b> Tamizado de Pimienta "Piper nigrum".-----	38
<b>Figura 23</b> Acabado aplicado en planta.-----	42

<b>Figura 24</b> Curva de proceso. -----	40
<b>Figura 25</b> Pruebas Termográficas. -----	43
<b>Figura 26</b> Termografía del pecho, muestra sin acabado.-----	45
<b>Figura 27</b> Termografía de espalda muestra sin acabado. -----	46
<b>Figura 28</b> Termografía de axila derecha, muestra sin acabado.-----	46
<b>Figura 29</b> Termografía de axila izquierda, muestra sin acabado.-----	47
<b>Figura 30</b> Termografía de pecho, muestra con 3 % de dosificación. -----	48
<b>Figura 31</b> Termografía de espalda, muestra con 3 % de dosificación.-----	48
<b>Figura 32</b> Termografía de axila derecha, muestra con 3 % de dosificación. -----	49
<b>Figura 33</b> Termografía de axila izquierda, muestra con 3 % de dosificación.-----	49
<b>Figura 34</b> Termografía de pecho, muestra con 5 % de dosificación. -----	50
<b>Figura 35</b> Termografía de espalda, muestra con 5 % de dosificación.-----	51
<b>Figura 36</b> Termografía de axila izquierda, muestra con 5 % de dosificación.-----	51
<b>Figura 37</b> Termografía de axila derecha, muestra con 5 % de dosificación.-----	52
<b>Figura 38</b> Termografía de pecho, muestra con 10 % de dosificación. -----	53
<b>Figura 39</b> Termografía de espalda, muestra con 10 % de dosificación. -----	53
<b>Figura 40</b> Termografía de axila izquierda, muestra con 10 % de dosificación. -----	54
<b>Figura 41</b> Termografía de axila derecha, muestra con 10 % de dosificación. -----	55
<b>Figura 42</b> Análisis de la varianza antes y después del lavado.-----	56
<b>Figura 43</b> Normalidad de datos de termografía muestra sin acabado. -----	57
<b>Figura 44</b> Normalidad de datos de termografía muestra 1. -----	58
<b>Figura 45</b> Normalidad de datos de termografía muestra 2-----	58
<b>Figura 46</b> Normalidad de datos de termografía muestra 3-----	59
<b>Figura 47</b> Normalidad de datos de termografía general. -----	60

<b>Figura 48</b>	Comparación de resultados con respecto a la muestra sin acabado. -----	60
<b>Figura 49</b>	Comparación de temperatura sin lavado y con lavado.-----	61
<b>Figura 50</b>	Comparación promedios generales de muestra sin lavado y con lavado. -----	62



**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo A</b> Elaboración de recetas en laboratorio.....	72
<b>Anexo B</b> Aplicación de acabado a nivel de planta.....	73
<b>Anexo C</b> Ensayos termográficos.....	74
<b>Anexo D</b> Pruebas de Lavado en WASCATOR.....	75
<b>Anexo E</b> Certificado de uso de laboratorio.....	76
<b>Anexo F</b> Certificado de calibración de FLIR E96 .....	77
<b>Anexo G</b> Ficha técnica de PERISOFT POD 100.....	78
<b>Anexo H</b> Ficha técnica de CENTERGARD D6i .....	80

## Capítulo I

### 1. Introducción

#### *1.1. Descripción del tema*

La presente investigación tiene como objetivo la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" en un sustrato 100% algodón, para conferirle propiedades térmicas mediante el proceso de agotamiento, esto se lo hace con el fin de brindar un acabado al textil, el cual pueda ayudar a personas que residen en zonas donde las temperaturas son relativamente bajas, con la ayuda de una cámara termográfica para determinar si existe variación de temperatura posterior a la aplicación del acabado, además, se debe aplicar ensayos de calidad estandarizados, para ello, se usa la ISO 6330:2012-Ensayo de solidez al lavado, con la finalidad de obtener datos, mismos que, serán analizados comparativamente y determinar si el textil ha adquirido propiedades térmicas por lo cual, se realizan mediciones antes y después de la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" sobre el sustrato textil.

Las propiedades térmicas en un textil son muy importantes, ya que ayudan a evitar que el calor corporal sea expulsado al exterior, de esta manera, que el usuario sienta frío, esta característica incide en poblaciones asentadas en zonas donde las temperaturas son bajas y las personas necesitan prendas con cualidades caloríficas.

Los beneficios de tener un acabado textil el cual mantenga la temperatura del cuerpo humano son trascendentales, pues ayudan a prevenir enfermedades como: gripe o resfriado, que se dan por las condiciones ambientales extremas.

Por lo tanto, usuarios que adquieran una prenda con acabado de pimienta “*pipper nigrum*” van a obtener cierto beneficio, ya que, si este producto ayuda a conferir propiedades caloríficas, va a ser beneficioso para personas que viven en lugares con temperaturas adversas.

### ***1.2. Antecedentes***

Se conoce que la aplicación de productos naturales aplicados en textiles es beneficioso para la salud, pues al utilizar este tipo de productos, se aprovecha sus propiedades intrínsecas (Claudia et al., 2013).

Se puede implementar nuevos acabados a géneros textiles mediante la aplicación elementos naturales como arcillas, extractos, resinas; entre otros como fuente térmica en camisetas de algodón/poliéster, ya que hoy en día, se ha creado una gran competitividad por satisfacer las necesidades de los consumidores, ya que se tiene un mundo cambiante y la inestabilidad del clima es un enemigo constante de la sociedad (Obando, 2017).

Según, (Ministerio de Agricultura Costa Rica, 2017), “La pimienta es nativa de la india, pero en la actualidad uno de los mayores productores de esta especia es Brasil, ya que importa a los Estados Unidos dicho producto de manera masiva, siendo en la actualidad el mayor proveedor del gigante americano”

Las aportaciones más importantes que se van a obtener con el proyecto planteado, se enfocan en encontrar un producto alternativo, para darle un acabado térmico a la tela de punto algodón 100%, en remplazo de productos químicos que son nocivos para el ambiente (Consortio et al., 2016).

Con la aplicación de pimienta "*Pipper nigrum*" se espera conseguir una alternativa viable de origen natural, ecológica y más económica a diferencia de otros productos usados en el área de acabados para dar características térmicas al sustrato textil de 100% algodón (Consortio et al., 2016).

### ***1.3. Importancia del estudio***

No obstante, es muy significativo, pues explora nuevas alternativas de carácter natural, que tengan menor impacto ambiental, por el hecho que hoy en día se utilizan productos dentro del área de acabados los cuales son dañinos para el ambiente; además, contaminan el agua a gran escala.

Tratar de conseguir un acabado térmico el cual sea aplicado en una prenda de algodón 100% para de este modo generar una propuesta de textil térmico confortable, que evite que el calor corporal se mantenga y sea expulsado al exterior.

Otro punto importante de la presente investigación es que, a comparación de los productos químicos aplicados en los acabados textiles, esta prenda con pimienta "*Pipper nigrum*" tiende a ser de carácter económico, así que se tiene una propuesta viable para el bolsillo del consumidor y del productor.

Por lo tanto, el estudio también pretende ser una opción para estudiantes que deseen crear productos innovadores, es decir, que realicen investigaciones diferentes a las habituales, que se inmiscuyan en nuevos campos de investigación, apliquen sus conocimientos en áreas diferentes, se encuentren alternativas viables, que puedan ser de gran ayuda para los usuarios y finalmente desarrollen sus habilidades investigativas.

En términos generales este estudio pretende generar un impacto positivo en personas que estén expuestas a climas donde las temperaturas bajan con facilidad; además, aportar conocimientos para en un futuro poder aplicar distintos tipos de acabados a prendas de diferentes materiales para conferirles propiedades térmicas.

#### ***1.4. Objetivos***

##### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar las propiedades térmicas conferidas tras la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" sobre un tejido de punto algodón 100% por el método de agotamiento.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Investigar documentación bibliográfica de libros, revistas, artículos científicos entre otros, que permita una fundamentación teórica del efecto térmico que tiene la aplicación de la pimienta "*Piper nigrum*" a tela de punto algodón 100%.
- Establecer la dosificación necesaria para la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" aplicado a un género textil de algodón 100%.
- Aplicar un acabado térmico sobre la tela de punto algodón 100 % utilizando pimienta "*Piper nigrum*" mediante el proceso de agotamiento.
- Determinar las propiedades térmicas conferidas tras la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" a través del análisis e interpretación de los resultados con la ayuda de programas estadísticos.

### ***1.5. Justificación***

El presente proyecto se realiza con la finalidad de encontrar un acabado de carácter natural, mismo que se pueda aplicar a las distintas variantes de tejido de punto algodón 100%, para de esta manera conferirle propiedades térmicas al textil.

Se justifica su aplicación pues en zonas geográficas con bajas temperaturas se usa prendas con propiedades térmicas, ayudando a mantener la salud en el momento de la exposición a climas fríos o bajas temperaturas, es decir, que el calor corporal no va a ser disipado a través de la prenda; en definitiva, obtener como resultado una prenda térmica.

Otro punto importante es que, este estudio se realiza con la finalidad de encontrar un producto alternativo que sea de carácter natural pues, actualmente se utilizan materiales y auxiliares de naturaleza química los cuales contaminan en gran forma el ambiente; con este proyecto también se pretende evitar el uso de productos nocivos para la naturaleza y principalmente para el agua, todo esto en función de obtener una solución económica para un acabado textil con estas características.

La presente investigación está fundamentada principalmente para innovar el área de acabados, el cual se aplicará en géneros textiles de algodón 100% lo que ayudará a conservar la temperatura corporal, con miras a contrarrestar el frío (Ardanuy, 2010).

En tanto, la pimienta "*Piper nigrum*" se la extrae de una planta por lo tanto se lo denomina un acabado térmico de origen natural ya que tiene muchas propiedades, las cuales son beneficiosas para la salud, mediante este proyecto se trata de aprovechar al máximo sus cualidades intrínsecas.

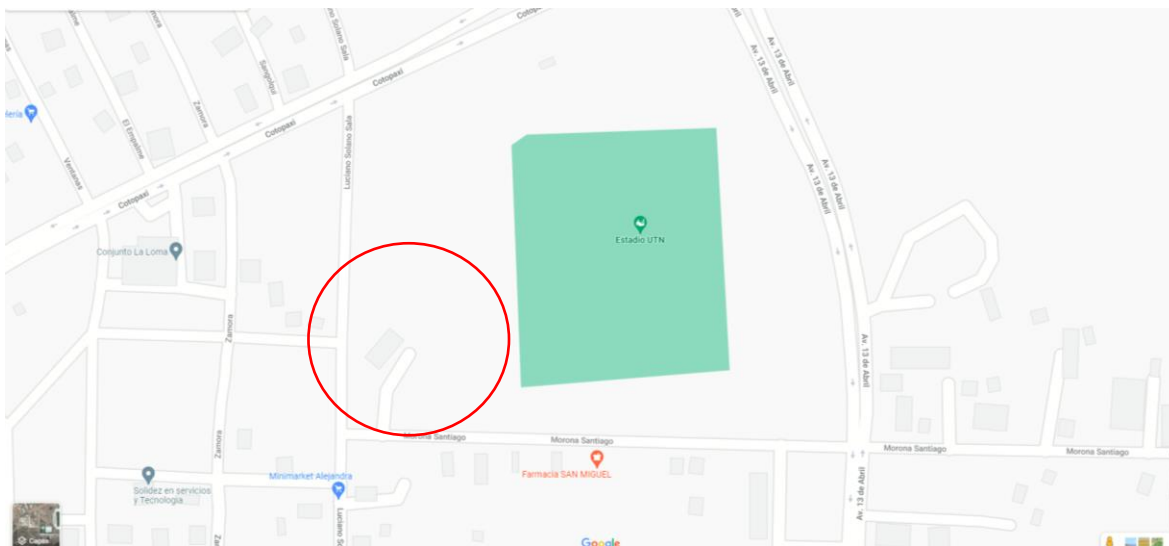
Un punto muy importante dentro de las indagaciones que se realizan hoy en día es tratar de innovar y sacar diferentes productos al mercado, esto se lo logra incentivando a los estudiantes que realicen este tipo de trabajos, con los cuales se logra un desarrollo de las habilidades, para hacer nuevas indagaciones con la ciencia, además de un apego a la investigación, es decir motivar a que los estudiantes apliquen sus conocimientos en nuevos y diferentes proyectos.

### ***1.6. Características del Sitio del Proyecto***

El proyecto se realizó en las siguientes coordenadas  $0^{\circ}22'42.3''N$   $78^{\circ}07'24.6''W$ , tal como se indica en la **Figura 1**, en este lugar se encuentran las instalaciones de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica Del Norte, se encuentra en el sector Azaya, ubicado en las calles Luciano Solano y Morona Santiago.

#### **Figura 1**

*Ubicación geográfica del laboratorio textil.*

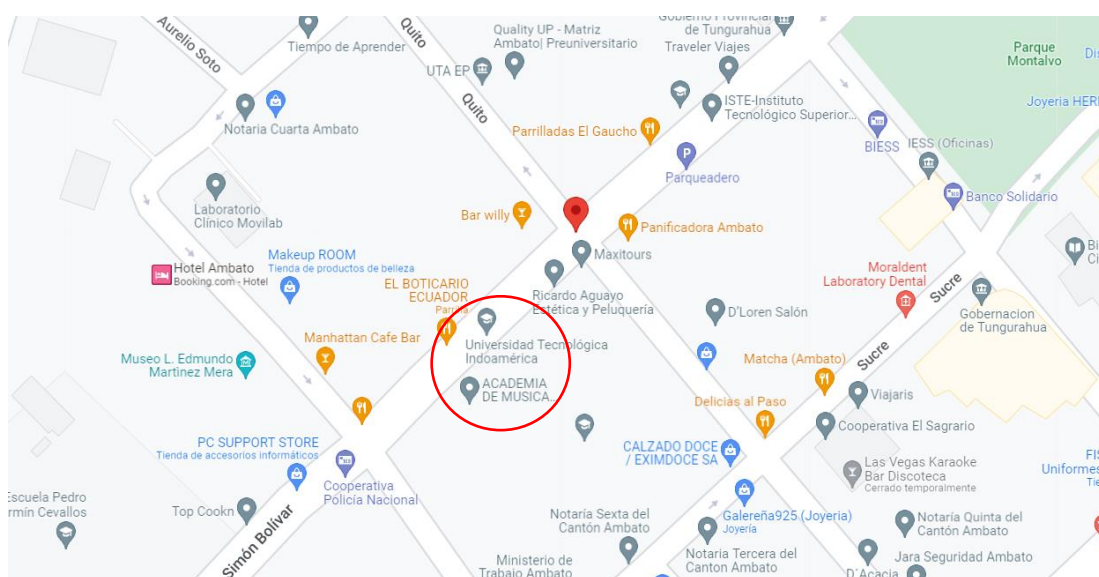


*Nota.* La presente figura muestra la dirección del laboratorio Textil, sector Azaya donde se realizó el presente trabajo investigativo. Fuente: Google Maps (2022).

Las pruebas de termografía fueron efectuadas en las coordenadas  $1^{\circ}14'33.9''S$   $78^{\circ}37'49.7''W$  como se puede apreciar en la **Figura 2**, en este lugar se encuentran las instalaciones de CORFOPYM, ellos son líderes de capacitación y consultoría empresarial y cuentan con más de 150 cursos exclusivos, se encuentra en la ciudad de Ambato, en las calles Simón Bolívar 19-64 y Quito edificio del sindicato de choferes séptimo piso.

## Figura 2

### Ubicación geográfica de CORFOPYM.



*Nota.* CORFOPYM es una entidad la cual presta servicios de capacitación en el área de termografía infrarroja, cuenta con equipos de última generación. Fuente: Google Maps (2022).



## Capítulo II

### 2. Estado del Arte

#### 2.1. Estudios Previos

##### 2.1.1. Propiedades Térmicas en Textiles

Los géneros textiles tienen puntos de fusión a altas temperaturas, en especial las fibras de origen sintético, que al momento que se le aplica calor va a romper sus cadenas intermoleculares, esto sucede por la energía térmica en la zona amorfa y cristalina, en este punto el sustrato tiende a perder su forma y aquí se puede compactar mediante calor; en cambio materiales como el algodón y el lino no tienen estas características de fusión, entonces estas fibras se no van a fundir por sus características y composición (Bonet, 2020).

Las prendas poseen en su estructura efusividad térmica, que es cuando un sustrato intercambia energía térmica con el medio el cual esté en contacto, en este caso el cuerpo humano, una forma de medir de forma cualitativa si es que un género textil posee o no propiedades térmicas es mediante la efusividad térmica (Thermtest, 2021).

Se tiene varios factores los cuales pueden afectar o cambiar las propiedades térmicas en un sustrato textil, puede ser el material de la tela, el lugar donde se encuentre, la temperatura ambiental, humedad relativa, la persona que lo esté usando, el acabado que tenga la prenda, entre otros (Prud Homme, 2015).

Las propiedades caloríficas en un sustrato textil, se los puede identificar mediante los sentidos, tales como: El tacto; tocando la prenda o poniéndola en contacto con la piel, se va a percibir si es que la prenda abriga o no, la visión; mediante la obtención y análisis de imágenes termográficas además la interpretación de los distintitos colores que constan en el círculo térmico, tal como se puede visualizar en la **Figura 3** (Thermtest, 2021).

**Figura 3***Circulo de frio y calor*

*Nota.* La figura muestra los colores que representan al calor o al frio, donde indica cada uno de los colores representan una temperatura. Fuente: Thermttest (2021).

Otro de los puntos importantes a tomar en cuenta es que las prendas dependen de su color, van a absorber luz o la van a reflejar, esto también es un factor fundamental al momento de medir la temperatura en un textil; se debe tener en cuenta que las prendas que son de naturaleza oscura tienden a absorber los rayos UV, al contrario de las prendas que son de color claro, tienden a reflejar los rayos solares ya que son mucho más frescas (Obando, 2017).

### **2.1.2. Pimienta “*Piper nigrum*”: Componente que Influye en la Temperatura**

La pimienta “*Piper nigrum*” tiene principalmente en su composición un alcaloide llamado piperina, el cual es el químico que le da las características picantes al momento de consumirla, en este caso el componente que va a otorgar las propiedades caloríficas, entonces este estudio está basado en la utilización de este alcaloide en textiles para dale propiedades térmicas (Roth , 2018).

### **2.1.3. Alcaloide Piperina**

Es un componente de naturaleza química de carácter orgánico que se encuentra en la capa externa de la pimienta "*Piper nigrum*" tiene un sabor amargo y es el que le da las características picantes, además de tener muchos beneficios en el ámbito de la salud y la reducción de grasa en el torrente sanguíneo, su color es blanco o amarillo pálido finalmente tiene propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antimicrobianas (Carretero Accame, 2018).

### **2.1.4. Conductividad Térmica**

La conductividad del calor es básicamente una propiedad física que ayuda a que dos cuerpos intercambien calor entre si mismos, sin que exista un intercambio de materiales entre ellos, la redirección se la realiza durante la relación de dos distintos objetos que poseen grados de temperatura diferentes (Barouki et al., 2021).

Las moléculas impactan entre ellas y es aquí donde se transfiere la temperatura de objeto a objeto, pero se obtiene una igualación de las temperaturas de ambos materiales, en el caso de elementos sólidos es mucho más prominente a diferencia de cuando se tiene estado líquido y gaseoso, donde es menor la conductividad por las características físicas de dichos sujetos (Hinojosa, 2020).

Hinojosa. (2020) afirma que la conductividad térmica se la mide en vatios, y esta logra su transferencia térmica en un área cuadrada; otro de los factores que influyen es el grosor del textil, además del material o composición del sustrato textil.

### **2.1.5. Termografía en textil**

La aplicación de termografía dentro de la industria textil tiene campos muy amplios, ya que se lo puede aplicar en el mantenimiento eléctrico de la maquinaria, para encontrar fallas y poder

repararlas, además de ver la temperatura de un proceso, en el caso de la tintura o acabados, también se puede aplicar el uso de cámaras térmicas en cuando se requiere medir la temperatura corporal de un individuo, que utiliza una prenda con propiedades térmicas (SI, 2020).

A nivel general dentro de la industria, se puede usar la termografía para tener una idea de la temperatura de los equipos como se puede observar en la **Figura 4**, para posteriormente intervenir y adelantarse a posibles fallos en las máquinas, esto es de gran ayuda para los técnicos en mantenimiento (Terotecnic, 2021).

#### **Figura 4**

##### *Termografía en maquinaria*



*Nota.* La termografía se usa para la detección de fallas eléctricas a nivel industrial, ayuda a los técnicos en mantenimiento, además que se lo puede usar en muchas áreas. Fuente: Terotecnic (2021).

La termografía es una herramienta muy útil en el sector textil, ya que puede ayudar a evaluar la distribución de temperatura durante los procesos de producción y almacenamiento en la industria. Esto va a ser una gran ventaja ya que ayuda a la prevención de problemas, además de ser una garantía para obtener un producto de calidad (Ruwandi Fernando et al., 2019).

## **2.2. Marco Legal**

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

En la constitución del 2008 se establece las normas fundamentales que amparan los derechos y libertades, organizan el Estado y las instituciones democráticas e impulsan el desarrollo económico y social” (Ecuador, 2008).

### **2.2.2. Líneas de Investigación de la Universidad Técnica del Norte**

El presente trabajo de grado está directamente ligado con las líneas de investigación que tiene la Universidad Técnica del Norte, estas se enfocan directamente a el estudio que se está realizando.

CEAES (2013) Afirma que las líneas de investigación que maneja la Universidad Técnica del Norte ligadas al proyecto son:

- Producción industrial y tecnología sostenible.
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

Los lineamientos que se aplicaron en presente trabajo de grado son de las siguientes resoluciones:

- Resolución N ° 122-SO-HCU-UTN Pag 3
- Resolución N ° 001-073-CEAES-2013-13

### **2.2.3. Tulsma**

El presente proyecto está principalmente ligado con buscar una alternativa viable, ecológica ya que se trata de minimizar el impacto ambiental que tiene la industria textil, en el caso de los acabados textiles, se contamina de gran manera con los productos nocivos que se utilizan, además se tiene la ventaja que la pimienta "*Piper nigrum*" que es un producto de características naturales, tiene un menor impacto en los ecosistemas (Tulsma, 2017)

## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Tejido de punto

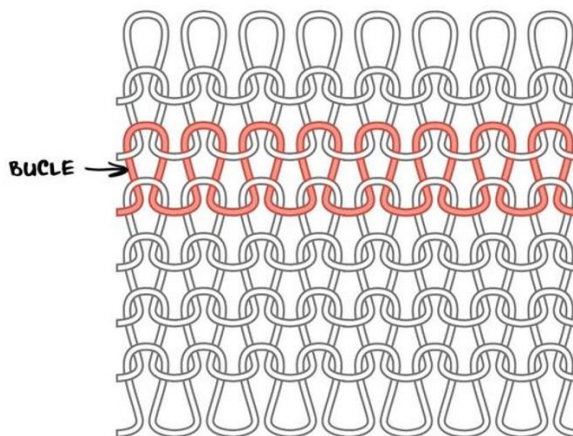
La industria textil a lo largo de los años y con el avance de la tecnología, ha desarrollado nuevos métodos para la elaboración de géneros textiles, una tela de punto de manera más sencilla es constituido por bucles que son elaborados a partir de un hilo que va de un lado al otro, como se puede apreciar en la **Figura 5** (González, 2017).

Este tipo de tejidos se los realiza entrelazando los hilos para crear una superficie elástica y flexible, se los puede elaborar de manera manual o también con la ayuda de maquinaria, la cual va a ser mucho más eficiente, en el proceso de elaboración de tejidos de punto (Lockuán, 2012).

Los tejidos de punto se los realiza con la ayuda de una gran cantidad de agujas y un solo hilo por lo cual se clasifican en dos los tejidos de punto que son de trama y los que son por urdimbre y esto se diferencia en la alimentación que tienen los hilos (Hinojosa, 2020).

#### Figura 5

*Tejido de punto*



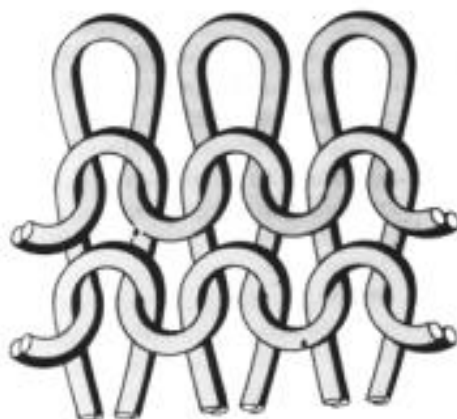
*Nota.* La figura muestra el bucle de un tejido de punto. Fuente: (Hinojosa, 2020).

### 2.3.1.2 Género de punto por trama

Este tipo de géneros de punto se constituyen principalmente por un solo hilo que va a repartirse a todas las agujas de la máquina, para de esta manera ir formando las mallas de manera transversal, donde va formando sus mallas horizontales entrelazando su único hilo con si mismo (Lockuán, 2012).

#### Figura 6

*Tejido de punto por trama.*



Fuente:(Algaba, n.d.)

### 2.3.2. Pimienta “*Piper nigrum*”

Son bayas que se obtienen de un árbol llamado “*Piper nigrum*” los cuales pertenecen a las piperáceas, el cual es una planta que crece principalmente en zonas donde prevalece la humedad. Este tipo de pimienta “*Piper nigrum*” se caracteriza principalmente por ser la más picante, se la puede conseguir cultivando el fruto cuando no ha madurado del todo es decir que tenga una tonalidad amarillenta, para posteriormente sea secada por aproximadamente una semana lo cual le va a dar su tonalidad negra (Carretero Accame, 2018).

La pimienta "*Piper nigrum*" es una especia principalmente producida en la India, ya que a este territorio se le considera desde tiempos muy antiguos, como el territorio de la "*Piper nigrum*", hoy en día es el país que más exporta a nivel mundial, ya que son tres países que producen alrededor de un 80 % de la producción mundial: India, Malasia e Indonesia (Abd-Elsalm & Khalil, 2019).

### **Figura 7**

*Planta de "Piper nigrum"*



*Nota.* Planta de la cual se extrae la pimienta para posteriormente ser secada y procesada para extraer la especia. Fuente: Soler (2011).

Este producto es muy comercial a nivel mundial, ya que los valores en ventas alcanzan alrededor de los 510 millones de dólares, porque son muchos los países que lo importan y pocas las naciones que producen, entre los principales productores están Brasil, Malasia y la india (Abd-Elsalm & Khalil, 2019).

Posee varias propiedades terapéuticas que se usaron en la antigüedad, además de tener propiedades farmacológicas específicas, que pueden ayudar en muchos aspectos a los usuarios, uno de los principales componentes de esta baya, es la piperina el cual es un alcaloide que se



encuentra de manera natural en esta planta, se usa de manera medicinal para tratamientos antiinflamatorios, antipalúdicos, anti leucémicos ya que posee una gran cantidad de antioxidantes (Nahak & Sahu, 2011).

### Figura 8

*Pimienta negra*



*Nota.* “*Piper nigrum*” es considerado como el rey de las especias. Fuente:(Teixidor, 2022)

Ollin Velasco. (2022), afirma que existe variedad de tipos de pimienta “*Piper nigrum*”, en el presente estudio el que se va a utilizar es la negra ya que esta posee en su estructura mayor porcentaje de piperina, la cual va a ayudar con el acabado térmico en el tejido de punto algodón 100%.

### Tabla 1

*Tipos de pimienta.*

Ítem	Tipo	Detalle
1	Pimienta negra	Contiene más piperina
2	Pimienta blanca	Menor grado de piperina
3	Pimienta verde	Mas costosa y exclusiva
4	Pimienta roja	Cuando el grano está maduro

*Nota.* La pimienta blanca y negra son las más conocidas y usadas en todo el mundo. Fuente: Ollin Velasco (2022).

### 2.3.3. Algodón

Es una fibra de origen vegetal la cual posee una composición unicelular, se la consigue con la ayuda de su propia semilla, en su estructura posee forma tubular y aplastada, además de una torsión natural lo cual va a ser diferente dependiendo de donde sea la procedencia del algodón (Obando, 2017).

El algodón principalmente está constituido por un grupo de fibras blancas que están sobre una semilla llamada “*Gossypium*”, el ser humano no tiene un registro exacto de cuando se empezó a utilizar, pero los hindúes fueron conocidos en la antigüedad, por utilizar algodón para formar hilados de características delgadas, los cuales posteriormente se tejían para formar prendas de vestir (Pesok, 2012).

Posteriormente el algodón de la India fue trasladado a Egipto y también a China, pero en este se conoció varios años después, asimismo, fue usado por las culturas precolombinas que fueron asentadas en América, se dice que ellos realizaban sus cultivos de manera independiente incluso antes de la llegada de los españoles (Kresic et al., 2010).

A nivel mundial más de 100 países son cultivadores de algodón, pero el que mayor aporta es China que posee una producción de 31.24% de todo el que se produce a nivel mundial, seguido por Estados Unidos que aporta un 23.29% siendo los dos mayores productores a nivel mundial (Reyes, 2019).

Carrera. (2015) afirma que el algodón es una planta que proviene del género “*Gossypium*” la cual posee una gran diversidad de semillas, pero las que son más comerciales son cuatro especies que se puede apreciar a continuación:

**a) *Gossypium Herbáceum***

Planta la cual posee una altura de alrededor de un metro, pero si es que se encuentra en climas favorables esta puede llegar a medir hasta dos metros de altura, esta especie posee una longitud de uno a dos centímetros, es fibra mediana y larga (Limpe, 2018).

**b) *Gossypium Arbaceum***

Esta planta tiene una vida de alrededor de cinco años y puede llegar a una altura de 6 metros, es originaria de la india, donde la veneran por ser una planta sagrada, la utilizan para realizar sus cultos religiosos, posee fibra corta de más o menos dos centímetros además tiene una tonalidad amarillenta y su tacto resulta ser áspero (Limpe, 2018).

**c) *Gossypium Barbadense***

El tiempo de vida de esta especie es más o menos unos dos años, su altura promedio es de tres metros, a diferencia de las otras especies esta es originaria de América del sur, precisamente de Perú, además de poseer fibra larga en su estructura, más o menos unos cinco centímetros (Limpe, 2018).

**d) *Gossypium Hirsutum***

Posee un color blanco es muy fina y de longitud larga, se encuentra sobre los dos centímetros, su cultivo se lo realiza en América es por ello por lo que le llaman el algodón Americano, ya que es originario de esa zona del planeta, además que es el principal abastecedor dentro del comercio mundial de algodón (Limpe, 2018).

### 2.3.4. Confort térmico

Se deben tener en consideración dos medidas que son de vital importancia para el cuerpo humano, que son la temperatura corporal y la ambiental, para lograr un confort térmico se debe tener un equilibrio entre las dos, estos parámetros pueden variar dependiendo de la persona, y algunos de los factores a tomar en cuenta son la edad, el sexo, lugar donde reside, humedad relativa en el ambiente, corriente de aire, entre otros (Obando, 2017).

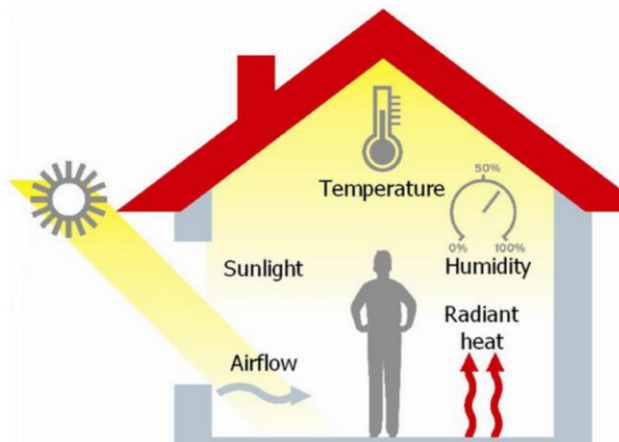
En palabras resumidas es el efecto que tiene el clima y sus cambios sobre el cuerpo humano, tal como se puede apreciar en la **Figura 9**, es decir que un individuo el cual tenga confort térmico es aquel que no tenga ninguna sensación de frío, esto va a depender del tiempo y la zona donde se encuentre, así también como el género textil que esté usando (Hinojosa, 2020).

La importancia del confort térmico en el ámbito textil es un factor que incide de manera directa en el interés que tenga el consumidor en adquirir prendas de vestir, asimismo, el ser humano es capaz de habitar bajo casi cualquier condición climática, puede ser en altas temperaturas o así mismo en bajas, aun cuando el cuerpo humano no esté adaptado, para ello es importante adquirir prendas que aporten propiedades caloríficas en el cuerpo humano, para generar comodidad en el sujeto (Niza et al., 2022).

En tanto el individuo no siente ni frío ni calor, es decir que va a estar equilibrado por consiguiente la persona se siente cómoda con el clima en el que se encuentra, en resumen va a tener un ambiente agradable y por consiguiente va a tener confort térmico (Hinojosa, 2020).

## Figura 9

*Factores que influyen en el confort térmico*



*Nota.* El lugar donde se encuentra el individuo es un factor indispensable para tener confort térmico. Fuente: Hildebrandt (2015).

### 2.3.5. Proceso de Agotamiento

Es un proceso mediante el cual se va a realizar la adsorción del colorante o producto que está disuelto en un baño, el cual va a ser aplicado en el género textil mediante la adición de auxiliares, los cuales van a reaccionar con la ayuda de la maquinaria, este proceso es aplicable al sustrato cuando está como fibra, como hilo, tejido o prenda ya finalizada (Fernandez Gallegos, 2020).

Dicho proceso se lo realiza mediante la ayuda de altas temperaturas, para lo cual también se utiliza una curva de proceso, mediante el cual se va a ir aumentando o disminuyendo la temperatura del baño, para de esta manera, lograr que el acabado o tintura agote sobre el género textil (Lozano, 2020).

### ***2.3.5.1 Autoclave de laboratorio.***

Es un equipo el que se lo utiliza con el fin de realizar pruebas dentro del laboratorio, siguiendo las normas y estándares que se requieren para que el resultado sea óptimo, este tipo de máquinas se caracteriza principalmente por conferir calor mediante infrarrojo, su material principalmente es de acero inoxidable para que el proceso sea más eficiente ya que se llega a altas temperaturas, además, da la posibilidad de introducir auxiliares al interior de los recipientes para realizar las pruebas de mejor manera, las principales características se las puede apreciar en la **Tabla 2**; una de sus principales funciones es realizar pruebas de solidez al lavado (Sumalla, 2022).

Si se combina calor generado por la máquina con presión y vapor de agua se va a lograr un proceso el cual va a ser mucho más eficiente, ya que se puede trabajar con temperaturas que sobrepasan los 100 °C en acabados, en tinturas y en pruebas de laboratorio (Solé, 2013).

### **Figura 10**

*IR DYER*



Fuente: LABTEC (2019)

## Capítulo III

### 3. METODOLOGÍA.

#### *3.1. Enfoque de la investigación*

Para realizar esta investigación es necesario aplicar los enfoques cualitativo y cuantitativo, ya que el presente estudio está basado en descripción de datos y también imágenes (Fernandez Gallegos, 2020).

El enfoque cuantitativo es básicamente fenómenos que se pueden aplicar un número, es decir que son medibles con la ayuda de herramientas y técnicas de carácter estadístico; puede ser la recolección de algún tipo de resultados, que arrojen datos los cuales posteriormente pueden ser procesados (Anselmo et al., 2019).

Este enfoque se lo aplica en la investigación al momento de obtener datos de la cámara termográfica, al momento de aplicar la prueba de lavado se va a obtener datos cuantitativos para posteriormente procesarlos y analizarlos con la ayuda de programas estadísticos.

#### *3.2. Método de investigación*

##### **3.2.1. Inductivo**

Este método se lo usa para aplicar los conocimientos con veracidad, estudia que hay en común entre ciertos fenómenos individuales, se la realiza haciendo repetición de fenómenos para de este modo poder llegar a una conclusión (Gladys Dávila Newman & Maracay, 2006).

##### **3.2.2. Deductivo**

El presente método ayuda a lograr relacionar lo teórico con lo que se observa o con lo práctico y permite deducir con la mirada al fenómeno que se esté analizando (Gladys Dávila Newman & Maracay, 2006).

### ***3.3. Técnicas de investigación***

Las técnicas aplicadas en el presente proyecto son de vital importancia ya que mediante estas se va a poder direccionar la investigación de la mejor manera, por consiguiente, es imprescindible saber cuándo aplicar cada una.

#### **3.3.1. Investigación Analítica**

Se va a contar con este tipo de investigación ya que se basa en otros estudios los cuales pueden ser de gran ayuda y aportar de gran manera a la indagación científica que se va a aplicar, por consiguiente, se va a adquirir un pensamiento mucho más crítico para de este modo poder tener mejores argumentos para el proceso de investigación (Fernandez Gallegos, 2020).

#### **3.3.2. Investigación Experimental**

El método experimental es de los puntos más indispensables dentro de una investigación científica, ya que mediante este se lleva a cabo la demostración del tema tratado con la recopilación de datos reales de la parte práctica, el lugar donde se lo procesa, los materiales que se usan para el procedimiento y las pruebas que se realizaron posterior al experimento, con lo cual se va a lograr llegar a una conclusión sobre el estudio (Fernandez Gallegos, 2020)..

#### **3.3.3. Investigación Comparativa**

La investigación comparativa en este caso va a ser de gran ayuda, ya que va a determinar la diferencia que existe al momento de aplicar el acabado con pimienta "*Piper nigrum*" en el textil 100% algodón, esto una vez obtenido los datos con la cámara termográfica y prueba de lavado.

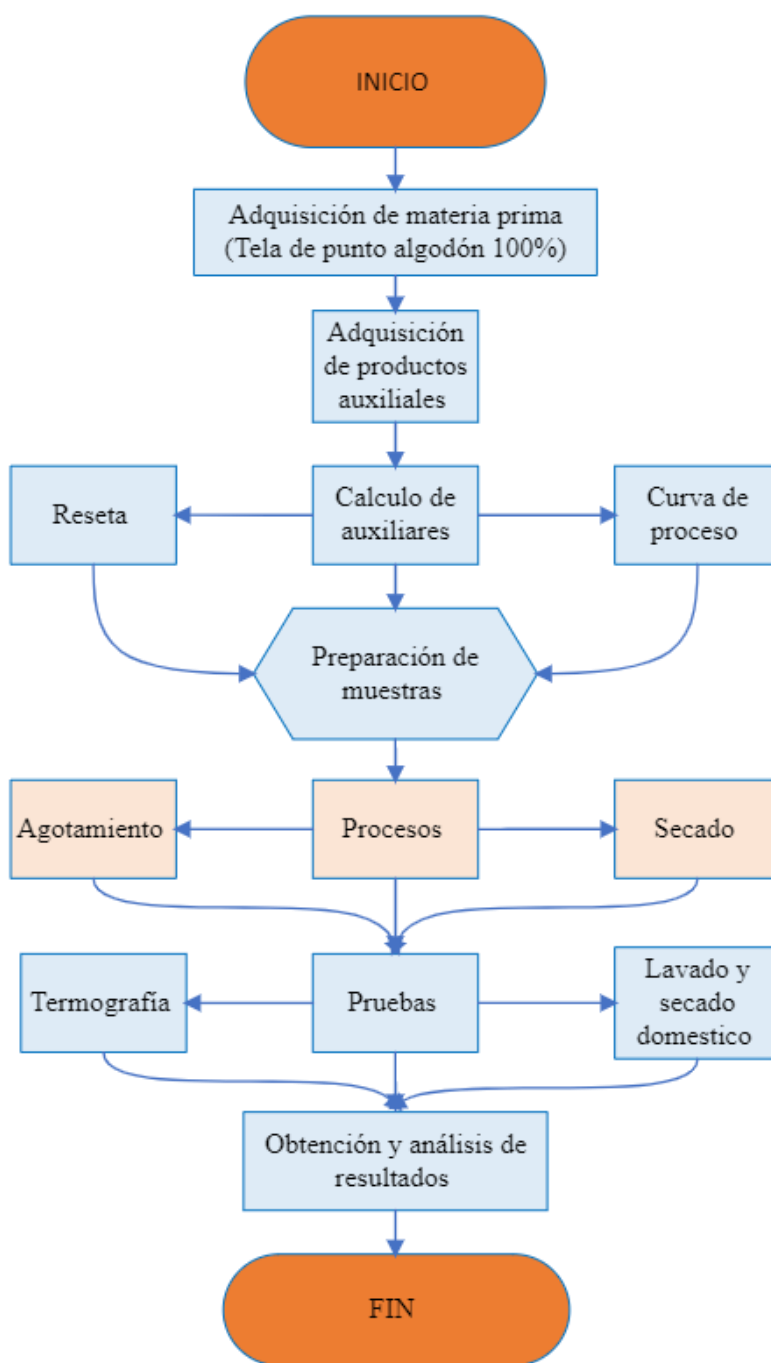


### 3.4. Flujogramas

A continuación, se muestra el flujograma general del presente trabajo investigativo.

**Figura 11**

*Flujograma general*

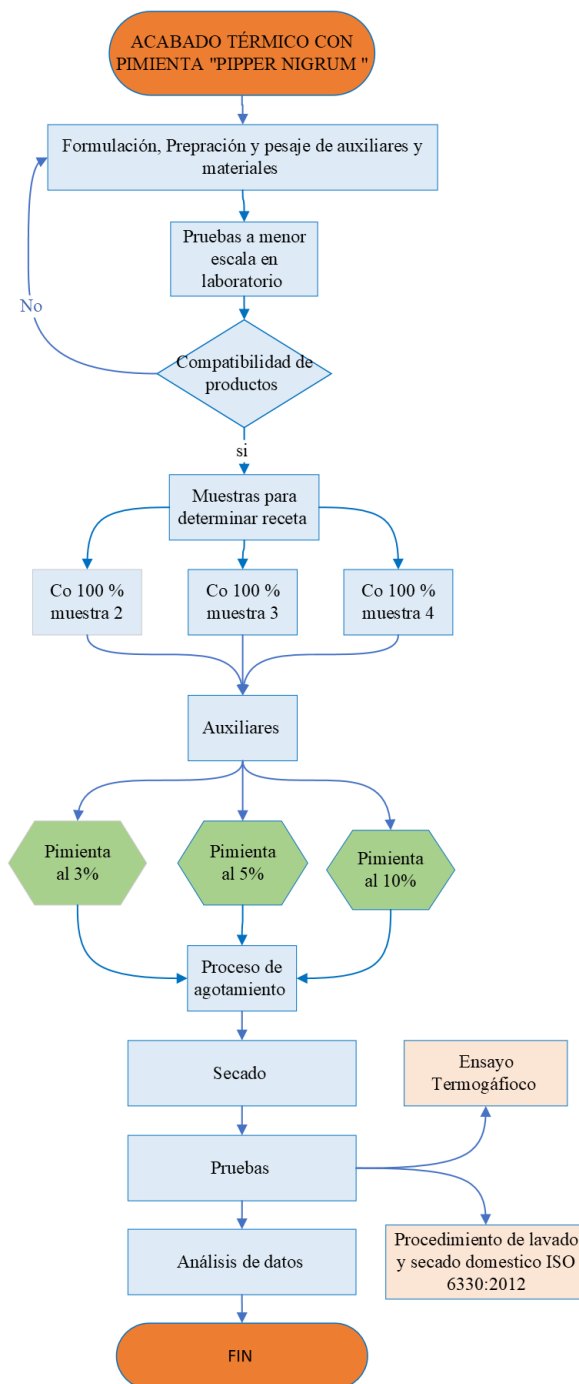


Fuente: Propia

A continuación, se detalla el flujograma muestral del presente trabajo investigativo.

**Figura 12**

*Flujograma muestral*



Fuente: Propia

Una vez definido el esquema de trabajo, se utiliza tres muestras con distintos porcentajes de pimienta "*Piper nigrum*" como se puede ver en el diagrama muestral, con el objetivo de otorgar el porcentaje óptimo que le de las mejores propiedades térmicas al género textil. Posterior a este proceso se realizan las pruebas con cámara térmica y pruebas de laboratorio como el ensayo de resistencia al lavado.

Una vez obtenidos los datos se realiza una comparación de las distintas dosificaciones aplicadas al textil de punto 100% algodón y determinar cuál es la que tiene la mayor variación de temperatura.

La parte práctica del trabajo de investigación engloba la aplicación de pimienta "*Piper nigrum*" en algodón 100 %, esto se logra mediante la aplicación de varios productos que ayudan a la adherencia en el sustrato textil.

### ***3.5. Equipos***

#### **3.5.1. Autoclave de Laboratorio IR Dyer.**

Este equipo de laboratorio es de origen Taiwanés, la empresa que principalmente provee estos equipos a nivel mundial es Laboratorio de Neweve Equipaments CO., LTD y son conocidas principalmente por sus materiales de primera calidad siguiendo estándares internacionales y con ello alargar la vida útil del equipo (Labtec, 2019).

Su avanzada tecnología cuenta con una manera ecológica de calentamiento mediante radiación térmica como se muestra en la **Tabla 2**, al momento de teñir o realizar ensayos no va a generar contaminación, es eficiente ya que se puede realizar relaciones de baño bajas y simular de excelente manera las condiciones que se requiere para el experimento, se puede realizar una curva de proceso configurándola (Labtec, 2019).

**Tabla 2***Especificaciones de autoclave de laboratorio IR Dyer*

Ítem	Característica	Descripción
1	Controlador	L.A. 200
2	Posiciones	23
3	Capacidad	300 mL
4	Calentamiento	Infrarrojo
5	Material	Acero inoxidable
6	Voltaje	220 V

*Nota.* Autoclave de laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte.

Fuente: Laboratorio CTEX (2022).

**Figura 13***Autoclave de laboratorio IR Dyer*

Fuente: Propia

### 3.5.2. Máquina de prelavados textiles (Autoclave de planta)

Equipo que funciona con la ayuda de un caldero para conferir altas temperaturas, es una maquina cerrada la cual posee un motor SIEMENS, además de contar con un control de frecuencia

de giro en el cual se puede configurar, otra parte importante es su control de encendido-apagado y su capacidad aproximada es de 10 litros.

### **Figura 14**

*Máquina de prelavados textiles*



Fuente: Propia

### **3.5.3. Caldero**

Conjunto de equipos que están destinados a transformar agua de estado líquido a estado gaseoso con la ayuda de altas temperaturas y distintas presiones atmosféricas, este está compuesto por una caldera de vapor, recipiente de combustible, depósito de agua, motor, caja de encendido y apagado, tuberías y conductos (Rivera, 2006).

El objetivo de este equipo es generar agua caliente, realizar vapor para procesos industriales, suministrar calor para procesos, generar energía con la ayuda de vapor; el vapor obtenido en el caldero se produce por la combustión dentro de la caldera frente al agua donde se sube su temperatura y presión lo cual se convierte en energía (Rivera, 2006).

**Figura 15***Caldero*

Fuente: Propia

### 3.5.4. Microscopio

Equipo el cual pertenece al laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte el cual tiene características como: poseer un cabezal con 1000x aumentos, iluminación exclusiva con focos LED, tiene la capacidad de girar 360° y realizar una inclinación de 30°, con objetivos acromáticos de 4x, 10x, 40x y de 100x.

**Figura 16***Microscopio de laboratorio*

Fuente: Propia

### 3.5.5. Cámara Termográfica FLIR E96

Este equipo es un dispositivo de clase B que puede sufrir interferencias con aparatos electrónicos como televisiones o radios, también se debe tener en cuenta que se debe esperar al menos 5 minutos prendido el equipo para que los resultados sean mucho más precisos y se recomienda realizar una calibración anual (Flir, 2022).

Este equipo es de muy avanzada tecnología que usa modernos sistemas de mejora grafica los cuales son: UltraMax® y MSX ® que ayudan a que las imágenes sean de mejor calidad y por consiguiente, sean mucho más fáciles de interpretar (Teledyne, 2021).

Es un equipo muy cómodo ya que con la ayuda de su reducido tamaño es muy fácil llegar a lugares relativamente inaccesibles, lo cual es una ventaja para los técnicos que desean realizar estudios en lugares estrechos.

#### **Figura 17**

*Cámara Termográfica FLIR E96*



*Nota.* Cámara térmica serie E96. Fuente: Teledyne (2021)

**Tabla 3***Especificaciones Técnicas de cámara térmica FLIR E96*

Ítem	Especificación	Descripción
1	Resolución	640 x 480 píxeles
2	Sensibilidad térmica	< 40 mK a 30 °C
3	Precisión	±2 °C o ±2 % de la lectura realizada
4	Cámara digital	5 MP para fotos y vídeo incorporado.
5	Pantalla	640 x 480 pixeles
6	Almacenamiento	Tarjeta SD extraíble
7	Distancia focal	15 mm
8	Frecuencia de imagen	30 Hz
9	Zoom digital	1 a 8 x

*Nota.* Fuente: Teledyne (2021).

Básicamente, es un equipo utilizado con el propósito de captar imágenes térmicas sin tener contacto con el objeto que se está analizando, con este dispositivo se puede realizar un estudio mucho más profundo, esto va a depender de la radiación infrarroja que el cuerpo o cosa emita, además va de la mano al estudio que se enfoque (Hernández, 2019).

Este tipo de tecnología ayuda con la visualización de patrones de temperatura con la ayuda de ondas de espectro, por ello se le denomina termografía infrarroja, básicamente usa la radiación que emite un cuerpo para representarlas en gráficos de temperatura mediante la ayuda de colores que van desde “altas” representados por el color rojo y “bajas” que representa por el color azul (Termografía Guía de Selección, 2016).

- **Ondas y espectro electromagnético**

Las cámaras térmicas basan su funcionamiento en la radiación infrarroja, aquí se usa ondas, las cuales son la difusión de algún tipo de energía y no de masa en el espacio, además, de tener



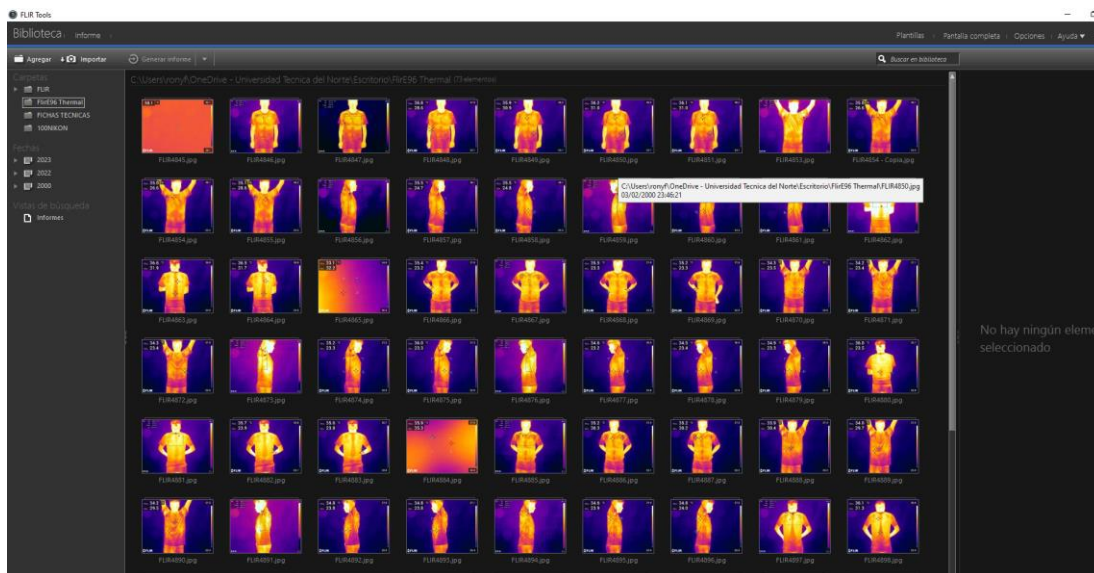
varios factores como la densidad, presión y campo magnético. Se lo puede encontrar en el aire en el agua, en la tierra (Hernández, 2019).

### 3.5.6. Software FLIR Tools

Es un software que está elaborado principalmente para proporcionar actualizaciones de la cámara termográfica, además poder elaborar informes de las inspecciones realizadas, es un programa que se puede usar con todos los aparatos de la línea FLIR, de sus principales características destaca, que se puede importar las fotos vía USB, se puede realizar un análisis de áreas específicas de la imagen, controlar remotamente mediante USB, Ethernet y Firewire, finalmente puede ayudar a renovar el firmware de los equipos.

**Figura 18**

*Software FLIR Tools*



Fuente: Propia

### 3.5.7. Anemómetro Kestrel 5200

Equipo que permite al usuario conocer las distintas condiciones climáticas en tiempo real con facilidad, es de carácter profesional, que permite tener datos mucho más precisos y confiables,

además de ser fácil de usar, portátil y compacto, está diseñado para facilitar el trabajo, es a prueba de caídas y puede resistir climas hostiles sin presentar daños en su estructura, también es resistente al polvo y agua (Kestrel, 2022).

Las medidas que puede realizar el equipo de medición ambiental profesional Kestrel 5200 son: Índice de estrés térmico, densidad relativa del aire, humedad relativa, flujo del aire, velocidad del viento/aire, altitud, temperatura del ambiente (Kestrel, 2022).

### **Figura 19**

*Anemómetro Kestrel*



*Nota.* Es recomendable siempre antes de usar el equipo dejar que se climatice por lo menos unos 10 minutos, para tener lecturas mucho más precisas. Fuente: Propia.

### **3.5.8. WASCATOR**

Máquina para medir la estabilidad dimensional y torque de los géneros textiles mediante la aplicación de lavados domésticos, se usa dentro del laboratorio para simular lavados caseros y determinar la resistencia, para lo cual se utiliza normas estandarizadas que ayudan a determinar si un sustrato es apto o no.

**Figura 20***Máquina WASCATOR*

Fuente: Pantoja Andrade (2021)

**Tabla 4***Especificaciones del WASCATOR.*

Ítem	Especificación	Descripción
1	Modelo	W3 W365H21
2	Serie	00522/0447631
3	Energía	220 V
4	Material	Acero inoxidable
5	Marca	James Heal

Fuente: Pantoja Andrade (2021)

### **3.6. Materiales**

#### **3.6.1. Caracterización del tejido**

El tejido que se va a usar en la presente investigación es jersey de algodón 100%, para ello se deben realizar distintas pruebas en el laboratorio para obtener información sobre el textil.

El laboratorio de la Carrera de Textiles cuenta con equipos de alta tecnología los cuales son normalizados, mismos que permiten realizar ensayos para determinar la caracterización el tejido, tal como se muestra a continuación en la **Tabla 5**.

**Tabla 5***Caracterización del tejido.*

Ítem	Ensayo	Descripción
1	ISO-3801	Determinación de masa por unidad de longitud y masa por área en géneros textiles
2	AATCC-20A	Composición de tela
3	ASTMD 3774-18	Ancho total

Fuente: Laboratorio Textil UTN (2022)

**a. Peso**

En laboratorio, con la ayuda de la cortadora circular se toman cinco muestras de la tela de distintos lugares, se debe tener en cuenta que al menos 15 cm dentro del textil, posterior a esto una vez se tiene las 5 muestras se procede a pesarlas, como se puede apreciar en la **Tabla 6**, teniendo en cuenta que la balanza esté previamente calibrada, se saca el promedio del peso y este resultado se lo multiplica a 100, para así obtener el resultado en  $g/m^2$  (ISO 3801, 1977).

**Tabla 6***Gramaje de la tela*

Ítem	Número de muestra	Peso en gramos (g)
1	Muestra 1	1.99 g
2	Muestra 2	1.96 g
3	Muestra 3	2.00 g
4	Muestra 4	1.92 g
5	Muestra 5	1.97 g
Promedio		1.97 g
Gramaje	1.97*100	197.26 $g/m^2$

Fuente: Propia

**b. Ancho total****Tabla 7***Ancho total de la tela.*

Ítem	Numero de muestra	Ancho en cm
1	Muestra 1	179 cm
2	Muestra 2	178 cm
3	Muestra 3	177 cm
Promedio		178 cm

Fuente: Propia

**c. Rendimiento****Formula de rendimiento**

$$(\text{peso}) \frac{g}{m^2} * (\text{ancho de tela}) m = (x) \frac{g}{m}$$

$$\text{transformamos a } (x) \frac{m}{kg}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1}{(x) m/kg}$$

(1)

**Datos de la tela**Peso: 197.26 g/m<sup>2</sup>

Ancho de tela= 178 cm

$$197 \frac{g}{m^2} * 1.78 m = 350.6 \frac{g}{m}$$

$$350.6 \frac{g}{m} * \frac{1kg}{1000 g} = 0.35 \frac{m}{kg}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1}{0.35} = 2.85 m/kg$$

#### ***d. Composición de la tela***

La composición de la tela se logró determinar mediante una prueba con fuego, la cual es un ensayo que realiza visualmente, donde la llama que sale como resultado de la combustión, es de carácter tranquila, se incineran mucho más rápido, no tiende a alterarse, es una llama de color amarillo, va a dar como resultado una ceniza suave, esto va a dar como indicio que es algodón, con el olfato se logra determinar cuando el olor que emana el humo es similar a cuando se quema papel, esto se debe a la celulosa que contiene el algodón (Martínez et al., 2017).

Los parámetros que se logró determinar con esta es que su llama es tranquila, color amarillo y el humo que sale al momento que se quemó es similar al papel cuando se quema, entonces es 100% algodón.

#### **3.6.2. Pimienta “*Piper nigrum*”**

La pimienta “*Piper nigrum*” posee un sabor picante ya que contiene en su estructura un compuesto llamado piperina que se encuentra en la capa exterior lo que le da las características picantes (EcoAndes, 2020).

Los frutos de “*Piper nigrum*” son secados al sol posteriores a su procesamiento, que al momento de la exposición a los rayos UV tienden a arrugarse y se vuelve de su color negro característico como se indica en la **Tabla 8**, después se procede a molerla, aquí se consigue el polvo picante conocido como pimienta molida (Lozano, 2010).

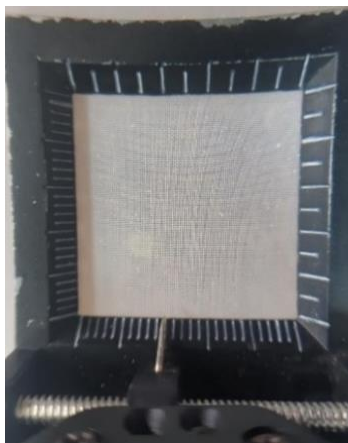
Para el presente trabajo investigativo se realiza el secado de la pimienta “*Piper nigrum*” para posteriormente molerla y tamizarla, de este modo, tener partículas del mismo tamaño para realizar el proceso de agotamiento en el género textil.

En el presente estudio se pretende utilizar partículas que sean de un mismo tamaño, para lo cual se utilizó malla de estampación de 55 hilos por cm tal como se muestra en la **Figura 21**

para realizar un tamizado de la pimienta "*Piper nigrum*" como se puede apreciar en la **Figura 22**, y que de esta manera las partículas sean homogéneas.

### **Figura 21**

*Malla de estampación de 55 hilos por cm para realizar el tamizado.*



Fuente: Propia

### **Figura 22**

*Tamizado de Pimienta "*Piper nigrum*".*



Fuente: Propia

Propica (2021), afirma que la pimienta "*Piper nigrum*" tiene una vida útil de 25 meses a partir de su elaboración y se debe almacenar en una temperatura que esté dentro del rango de 25°C con una humedad relativa que no supere el 80 %.

**Tabla 8***Características de la pimienta "Piper nigrum".*

Ítem	Parámetro	Descripción
1	Apariencia	Polvo o en baya
2	Color	Negro
3	Olor	Característico
4	Sabor	Picante
5	Textura	Homogénea cuando está en polvo

Fuente: Lozano (2010)

**3.6.3. Auxiliares****a) Resina CENTERGARD D6I**

Es una resina la cual cumple con normas internacionales, sirve para fibras naturales además de sintéticas, otra de las características de este producto es que tiene repelencia al agua y al aceite, al momento de realizar un acabado, posee una buena solidez a lavado en seco y doméstico (Seyquiin, 2022).

**Tabla 9***Características de Centergard D6I.*

Ítem	Parámetro	Descripción
1	Composición química	Emulsión acuosa
2	Aspecto	Emulsión blanquecina
3	Carácter iónico	Ligeramente
4	pH	3.0 - 5.0
5	Almacenamiento	15 a 25 °C

Fuente: Seyquiin (2022)



***b) Suavizante Perisoft POD 100***

Suavizante que se utiliza para distintos tipos de géneros textiles, mismo que viene concentrado, además se lo puede diluir en agua fría, confiere un tacto suave y voluminoso a la prenda, al aplicarlo también da buena resistencia al color y propiedades antiestáticas (Petry, 2011).

**Tabla 10**

*Características de Perisoft POD 100.*

Ítem	Parámetro	Descripción
1	Estado	Líquido espeso
2	Aspecto	Blanquecino
3	Cantidad para utilizar	15 g/L
4	pH	5 - 6
5	Almacenamiento	15 a 27 °C

Fuente: Petry (2011)

***3.7. Proceso de acabado por agotamiento en laboratorio***

Proceso que se va a llevar a cabo en el laboratorio de la carrera de ingeniería textil, para el proceso de agotamiento se va a utilizar el equipo IR Dyer el cual es una autoclave de laboratorio y se realiza con el siguiente proceso que se detalla a continuación:

- a) Preparación de receta.
- b) Cortar muestras de tela.
- c) Peso de las muestras en seco.
- d) Pesar auxiliares.
- e) Pesar pimienta.
- f) Prender autoclave de laboratorio.
- g) Configuración de la autoclave de laboratorio con todos los parámetros que tiene la curva de procesos.

- h) Cargar auxiliares.
- i) Cargar sustrato textil.
- j) Poner posiciones en su lugar.
- k) Prender autoclave y dejar que el proceso fluya.
- l) Descargar el baño.
- m) Lavar textil
- n) secar textil.

### ***3.8. Proceso de acabado por agotamiento en planta***

El proceso se lo lleva a cabo en la máquina de prelavados que se tiene disponible en la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte como se puede apreciar en la **Figura 23** y los pasos que se llevaron a cabo se detallan a continuación:

- a) Se carga el recipiente de combustible del caldero con Diesel.
- b) Se carga el recipiente del caldero con agua.
- c) Se abre los conductos de agua y Diesel del caldero.
- d) Se desfoga el caldero, se usa la regla de los 10 segundos donde se deja que salga el condensado acumulado durante 10 segundos aproximadamente.
- e) Se enciende la bomba de agua.
- f) Se prende el caldero y espera alrededor de 20 minutos para que llegue a altas temperaturas.
- g) Se llena de agua el autoclave dependiendo de cuanto sea el volumen de baño.
- h) Se procede a pesar la tela.
- i) Se pesa los auxiliares y materiales.
- j) Se introduce en el autoclave el sustrato textil y los auxiliares.
- k) Se prende el autoclave además de abrir el conducto de temperatura y la frecuencia de giro.

- l) Se cierra la tapa del autoclave.
- m) Se controla la temperatura.
- n) Se bota el baño.
- o) Se saca la prenda.
- p) Se apaga el caldero, bomba de agua, autoclave y se cierra todos los conductos anteriormente abiertos.

### **Figura 23**

*Acabado aplicado en planta.*




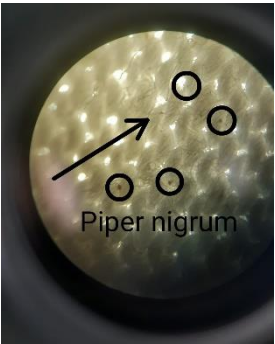

Fuente: Propia

Para el presente estudio en laboratorio y en planta se realizó 3 recetas las cuales se muestran a continuación desde la **Tabla 11** hasta la **Tabla 13**, donde se detalla las dosificaciones, cantidad de auxiliares usados, fotos de las muestras, parámetros del proceso, entre otros.

### **3.9. Recetas**

Las recetas se van a aplicar con un porcentaje de pimienta "*Piper nigrum*" de 3%, 5% y finalmente de 10%, todas estas dosificaciones con respecto al peso de la tela, así:


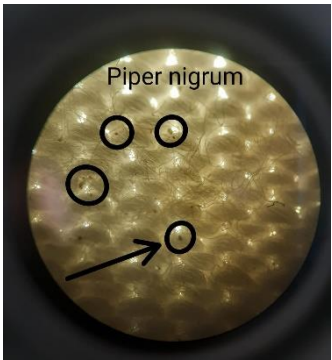

**Tabla 11***Receta N° 1.*

<b>RECETA N°1</b>					
<b>MUESTRA 1</b>					
<b>Proceso</b>	<b>Auxiliares y productos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dosificación</b>	<b>%</b>	<b>Cantidad en gramos</b>
Agotamiento	Resina	Centergard D6I	20 g/L		12 g
	Suavizante	Perisoft POD 100	15 g/L		2.25 g
	Fuente térmica	<i>“Piper nigrum”</i>		3%	
<b>PARÁMETROS</b>			<b>FOTOS DE LA MUESTRA</b>		
			<b>Muestra de laboratorio</b>	<b>Muestra en microscopio</b>	<b>Muestra en planta</b>
Peso de muestra en laboratorio	5 g				
Material	Algodón 100%				
pH	6				
Relación de baño	1/30				
Volumen de baño	150 mL				

Fuente: Propia

Tabla 12


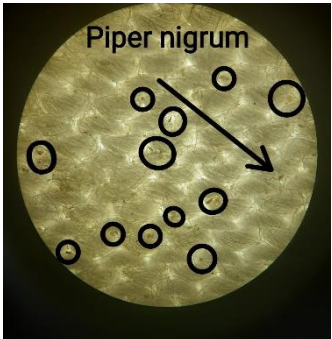

Receta N° 2.

RECETA N°2					
MUESTRA 2					
Proceso	Auxiliares y productos	Nombre	Dosificación	%	Cantidad en gramos
Agotamiento	Resina	Centergard D6I	20 g/L		12 g
	Suavizante	Perisoft POD 100	15 g/L		2.25 g
	Fuente térmica	" <i>Piper nigrum</i> "		5%	
PARÁMETROS			FOTOS DE LA MUESTRA		
			Muestra de laboratorio	Muestra en microscopio	Muestra en planta
Peso de muestra en laboratorio	5 g				
Material	Algodón 100%				
pH	6				
Relación de baño	1/30				
Volumen de baño	150 mL				

Fuente: Propia

Tabla 13

Receta N° 3.

RECETA N° 3					
MUESTRA 3					
Proceso	Auxiliares y productos	Nombre	Dosificación	%	Cantidad en gramos
Agotamiento	Resina	Centergard D6I	20 g/L		12 g
	Suavizante	Perisoft POD 100	15 g/L		2.25 g
	Fuente térmica	" <i>Piper nigrum</i> "		10%	
PARÁMETROS			FOTOS DE LA MUESTRA		
			Muestra de laboratorio	Muestra en microscopio	Muestra en planta
Peso de muestra en laboratorio	5 g				
Material	Algodón 100%				
pH	6				
Relación de baño	1/30				
Volumen de baño	150 mL				

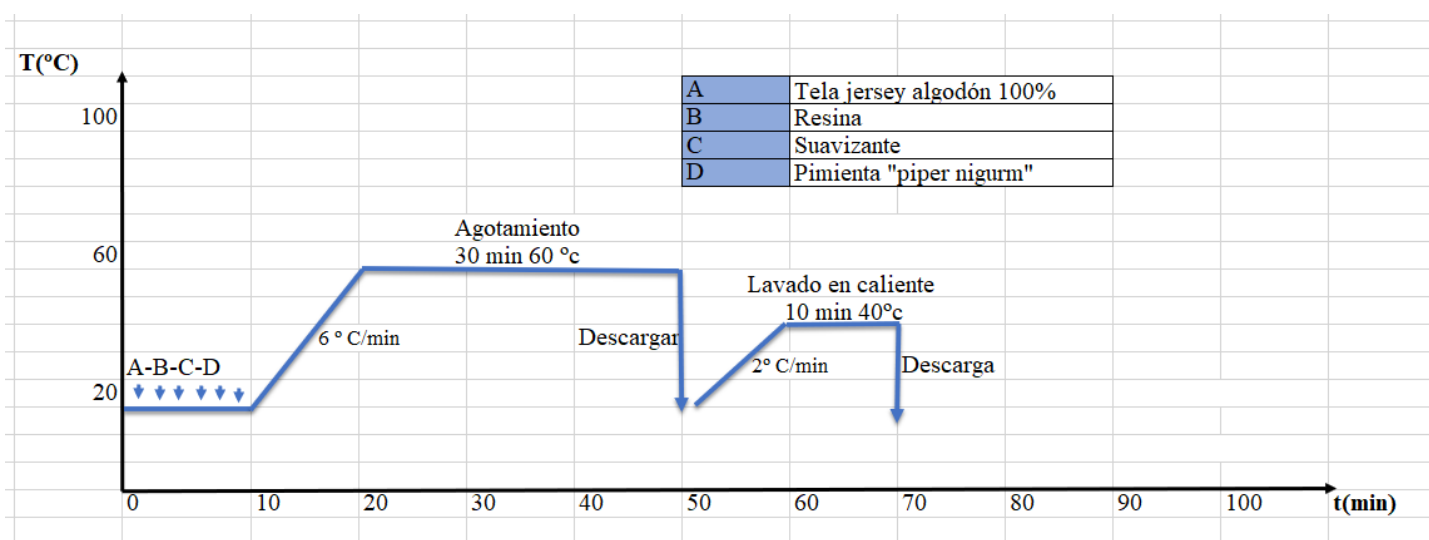
Fuente: Propia

### 3.9.1. Curva de proceso

Se la utiliza principalmente para realizar el proceso según los parámetros que requiere el proceso, tal como se indica en **Figura 24**, en este punto nos indica la temperatura que se utiliza, así como también el tiempo, es indispensable seguir a cabalidad lo que indica, ya que de esto va a depender que el proceso sea eficiente y de calidad.

**Figura 24**

*Curva de proceso.*



Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la **Figura 24** donde empieza a 20 °C, se añade el volumen de baño de la solución, se añade la resina Centergard D6I, suavizante Perisoft POD 100, pimienta “Pipper nigrum” y la tela Jersey de punto algodón 100%, posteriormente se cierra la maquina y con una gradiente de temperatura de 6 °C/min durante 10 minutos se llega a 60 °C, donde se mantienen durante 30 minutos, es aquí donde se produce el proceso de agotamiento, después se descarga el baño. Posterior a esto se realiza un lavado en caliente de 10 minutos a 40 °C.

### 3.10. Pruebas de permanencia del acabado

#### 3.10.1. ISO 6330:2012 (Procedimiento de lavado y secado doméstico)

Norma la cual utiliza procesos estandarizados para realizar pruebas de lavados en géneros textiles, para la aplicación de esta norma se utiliza detergentes normalizados, contrapesos y WASCATOR la cual es una máquina en la cual se realiza el ensayo; Obse (2012) afirma que para este proceso, se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Seleccionar el procedimiento de lavado.
- b) Preparar las muestras
- c) Pesar las probetas antes de realizar la prueba.
- d) Poner los contrapesos.
- e) Poner detergente.
- f) Colocar el material en el WASCATOR.
- g) Retirar las probetas cuidadosamente evitando que se estiren.
- h) Secar las muestras a temperatura ambiente.
- i) Realizar ensayos termográficos nuevamente.
- j) Obtener datos.

#### Tabla 14

*Parámetros del proceso según la ISO 3330-2012.*

Ítem	Parámetro	Descripción
1	Lavadora	Tipo A
2	Secado	De tambor
3	Contrapeso	Algodón, algodón/poliéster o poliéster
4	Detergente	Detergente tipo 1
5	Dureza del agua	0.7 mmol/L
6	Presión de agua	150 kpa
7	Temperatura del agua	20 ± 5 °C

Fuente Obse (2012)



### 3.11. *Ensayo termográfico*

Teledyne (2021) afirma que para la realización del ensayo termográfico se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Realizar el montaje de la correa de mano para evitar caídas del equipo o en caso de tener trípode montarlo de manera correcta.
- b) Poner batería en su compartimiento, se recomienda cargar 2 horas antes la batería.
- c) Introducir tarjeta de memoria al dispositivo.
- d) Encender el dispositivo.
- e) Ajustar el enfoque de la cámara termográfica (se logra con la ayuda de un anillo que posee en la parte delantera, donde se va a poder ajustar de manera correcta o configurando la cámara y poner en enfoque automático).
- f) Medir la distancia que se va a medir y marcarlo.
- g) Configurar distancia de la superficie a estudiar en la cámara FLIR E96.
- h) Tomar las condiciones ambientales con la ayuda del medidor ambiental Kestrel 5200.
- i) Pulsar el botón de disparar para guardar la imagen.
- j) Descargar e instalar software FLIR Tools en el computador.
- k) Iniciar el software.
- l) Conectar mediante USB la cámara termográfica al equipo.
- m) Importar imágenes al equipo y abrirlas con el software de FLIR Tools.
- n) Realizar análisis termográfico en el software FLIR Tools.
- o) Apagar cámara térmica y guardar de manera correcta.

**Figura 25***Pruebas Termográficas.*

*Nota: Los ensayos termográficos se los realizaron en la ciudad de Ambato en las instalaciones de CORFOPYM. Fuente: Propia*

**3.12. Condiciones para la termografía****Tabla 15**

*Parámetros para la termografía.*

Ítem	Parámetro	Descripción
1	Temperatura ambiental	21.5 °C - 22.02 °C
2	Humedad relativa	46.7 % - 51.1%
3	Distancia de la muestra	3 metros
4	Edad de modelo	25 años
5	Sexo	Masculino
6	Ciudad	Ambato
7	Fecha	09/01/2023
8	Tiempo de exposición de tela	10 minutos
9	Velocidad del viento	0
10	Emisividad del algodón	0.77
11	Área en pecho y espalda y axilas	0.050 m <sup>2</sup> en el software

Fuente: Propia

## Capítulo IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan los distintos resultados que se obtuvieron en cada una de las pruebas ejecutadas, esto de lo logra rigiéndose en cada una de las normas establecidas para cada cuestión, con la ayuda de tablas y gráficos se detalla el análisis de cada resultado.

#### *4.1. Resultados*

##### **4.1.1. Ensayos Termográficos**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos después de realizar la termografía, mismas que se realizaron en la muestra sin acabado y con acabado, con las distintas dosificaciones de pimienta “Piper nigrum” y su comportamiento ante la cámara termográfica.

Los ensayos termográficos se realizaron bajo distintas condiciones como son, temperatura ambiental, velocidad del viento, humedad relativa, emisividad, distancia a la cual se tomó la foto, edad, sexo, hora, fecha, tiempo de exposición con la camiseta, las cuales se detallan en **Tabla 15**, posterior a esto se utilizó el software FLIR Tools, donde se seleccionó cada una de las imágenes termográficas y las zonas del cuerpo las cuales se van a analizar, siendo las zonas seleccionadas, el pecho, la espalda, la axila derecha y axila izquierda; para ello se seleccionó en todas las imágenes un área de  $0.050\text{ m}^2$  (en el programa FLIR Tools), donde se obtuvieron datos de cada uno de los píxeles, para posteriormente sacar la temperatura máxima, la temperatura mínima y el promedio de toda el área anteriormente seleccionada. Al seleccionar un área de  $0.050\text{ m}^2$  (en el software), se tiene una cantidad promedio de 13800 píxeles, donde cada píxel tiene un dato donde indica su temperatura en grados centígrados.

De la **Tabla 16** a la **Tabla 19** se muestran las distintas temperaturas obtenidas en los ensayos termográficos con la cámara FLIR E96.

**Tabla 16**

*Termografía de muestra sin acabado.*

<b>Resultados pruebas Termográficas de 0% de dosificación</b>					
<b>Zona del cuerpo</b>	<b>T ambiente (°C)</b>	<b>Humedad %</b>	<b>T máx (°C)</b>	<b>T min(°C)</b>	<b>T prom(°C)</b>
Pecho	22.02	51.1	37.3	32.3	35.5
Espalda	22.02	51.1	38.8	34.8	37.2
Axila derecha	22.02	51.1	38.4	27.1	34.3
Axila izquierda	22.02	51.1	38.4	27.8	34.2

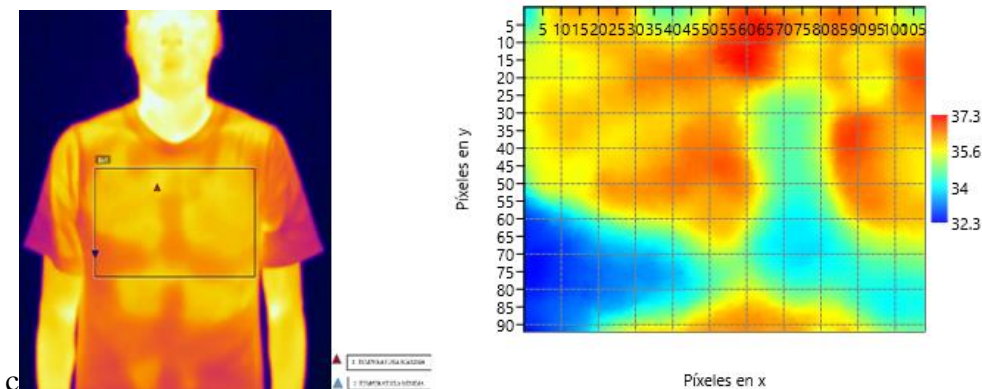
*Nota:* La tabla muestra los resultados de termografía en distintas áreas del cuerpo de la camiseta sin acabado, aquí también se muestra las distintas condiciones ambientales en las cuales se trabajó para realizar las pruebas. Fuente: Propia

Como se muestra en la figuras

**Figura 26** a la **Figura 41**, se puede apreciar que en el software FLIR Tools se selecciona el área a analizar, la cual es de  $0.050 \text{ m}^2$  en todas las muestras, aquí el programa también indica la temperatura máxima obtenida, también da a conocer el punto con la temperatura más baja y la media de temperatura del área seleccionada, además que en la **Tabla 16** se detallan las temperaturas de la muestra sin acabado.

**Figura 26**

*Termografía del pecho, muestra sin acabado.*

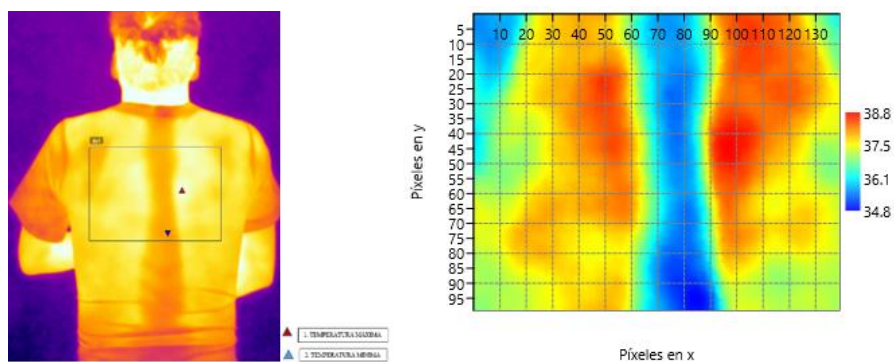


Fuente: Propia

En la **Figura 26** se puede apreciar que se tienen los ensayos termográficos realizados en la parte del pecho, el usuario utiliza la camiseta que no tiene ningún acabado en su superficie, donde se puede evaluar que su temperatura máxima es de  $37.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en el cual se indica gráficamente como el punto más rojo, al igual que el punto con la temperatura más baja que fue de  $32.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  donde se representa con color azul.

### Figura 27

*Termografía de espalda muestra sin acabado.*

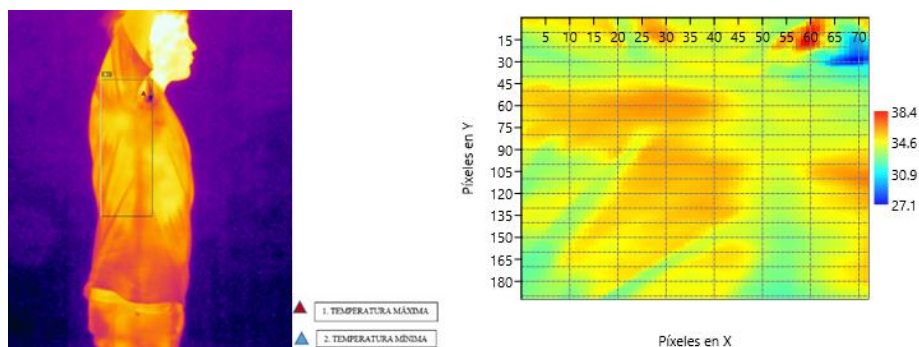


Fuente: Propia

Como se puede ver en la **Figura 27** se tomaron fotos termográficas de la zona de la espalda, teniendo al modelo puesto la camiseta sin acabado, donde se puede apreciar que la temperatura máxima es de  $38.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la mínima es de  $34.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Figura 28

*Termografía de axila derecha, muestra sin acabado.*

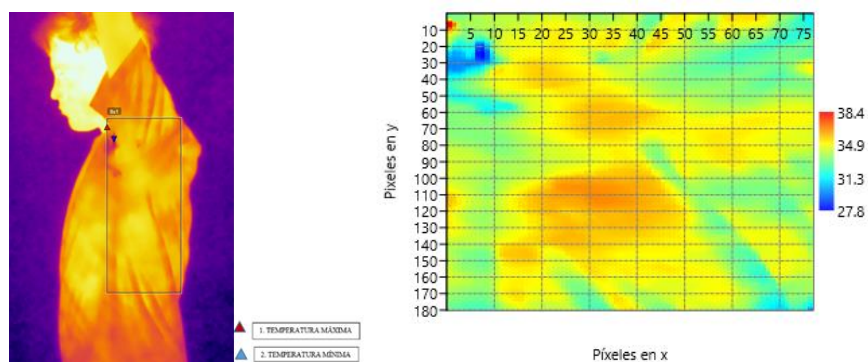


Fuente: Propia

Tal como se muestra en la en la **Figura 28** se procedió a tomar termografía de la axila del lado derecho, donde el píxel que obtuvo el dato más alto de temperatura es de 38.4 °C y el que obtuvo el dato con la temperatura más baja fue de 27.1 °C.

### Figura 29

*Termografía de axila izquierda, muestra sin acabado.*



Fuente: Propia

En la **Figura 29** se puede ver que el modelo tiene puesto la camiseta con 0% de dosificación de pimienta "*Piper nigrum*" y se muestra la termografía de la axila izquierda, donde se puede observar que la temperatura máxima es de 38.4 °C y la mínima es de 27.8 °C.

### Tabla 17

*Termografía de muestra 1.*

Resultados pruebas Termográficas muestra 1 de 3% de dosificación					
Zona del cuerpo	T ambiente (°C)	Humedad %	T máx (°C)	T min(°C)	T prom(°C)
Pecho	21.8	48.4	39.1	32.3	36.1
Espalda	21.8	48.4	38.4	35.1	37.4
Axila derecha	21.8	48.4	41.3	29.6	35.1
Axila izquierda	21.8	48.4	39.2	28.3	34.4

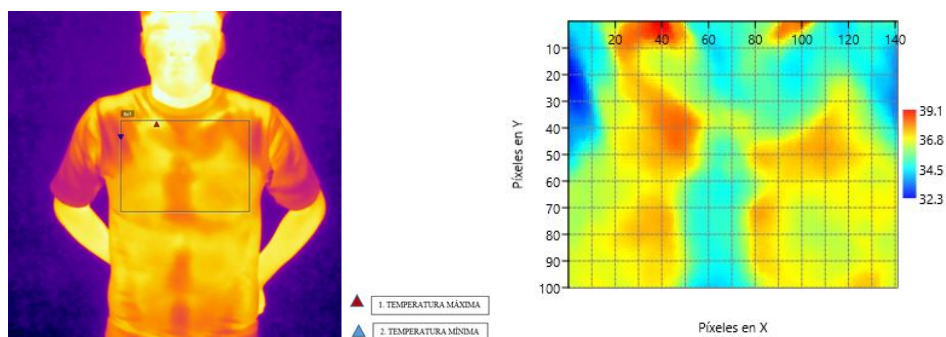
*Nota:* La tabla detalla las temperaturas promedio, máxima y mínima de la muestra número 1.

Fuente: Propia

La **Tabla 17** muestra los resultados de la muestra 1 con una dosificación de 3 % de pimienta “*piper nigrum*”, donde se detallan las termografías tomadas en las distintas partes del cuerpo.

### Figura 30

*Termografía de pecho, muestra con 3 % de dosificación.*

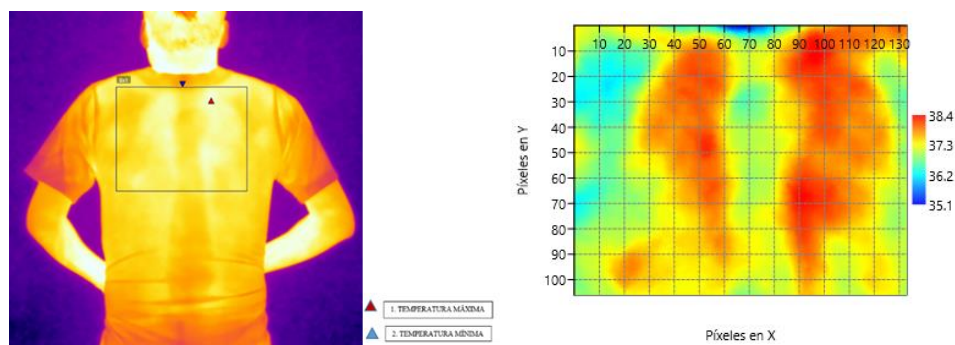


Fuente: Propia

En la **Figura 30**, se puede divisar los distintos puntos con temperatura alta y baja, representado con color rojo (alta) 39.1 °C y color azul (baja) 32.3 °C.

### Figura 31

*Termografía de espalda, muestra con 3 % de dosificación.*

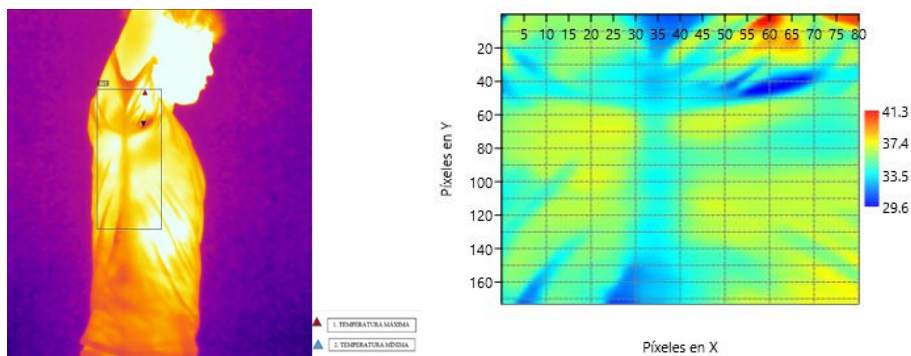


Fuente: Propia

En la **Figura 31**, se pueden ver los resultados de la termografía en la espalda de la muestra 1 con dosificación de 3% donde su temperatura máxima es de 38.4 (°C) y su temperatura mínima es de 35.1(°C).

### Figura 32

*Termografía de axila derecha, muestra con 3 % de dosificación.*

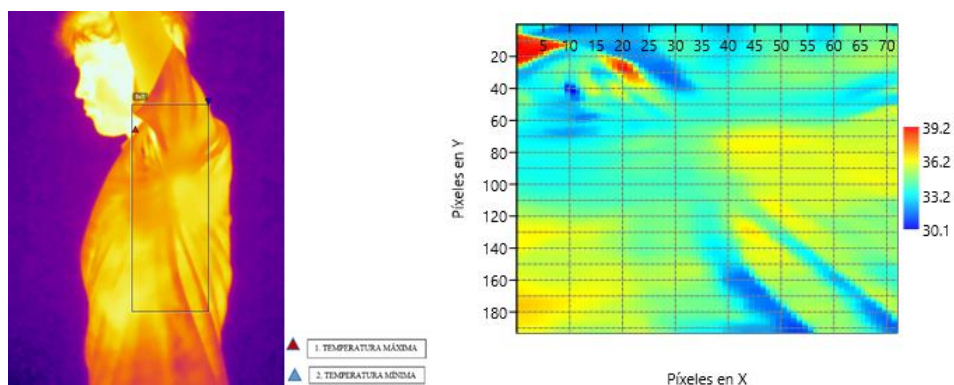


Fuente: Propia

Tal como se muestra en la **Figura 32**, se tiene la termografía de la axila derecha, donde su temperatura máxima es de 41.3 (°C), representada por el color rojo y su temperatura mínima es de 29.6 (°C), representada por el color azul.

### Figura 33

*Termografía de axila izquierda, muestra con 3 % de dosificación.*



Fuente: Propia



En la **Figura 33**, se puede apreciar la termografía de la axila izquierda con una dosificación de 3 % de pimienta “*Piper nigrum*” donde la temperatura máxima es de 39.2 (°C), misma que es representada con el color rojo y la temperatura mínima es de 30.1 (°C) la cual se la indica gráficamente con el color azul.

**Tabla 18**

*Termografía de muestra 2.*

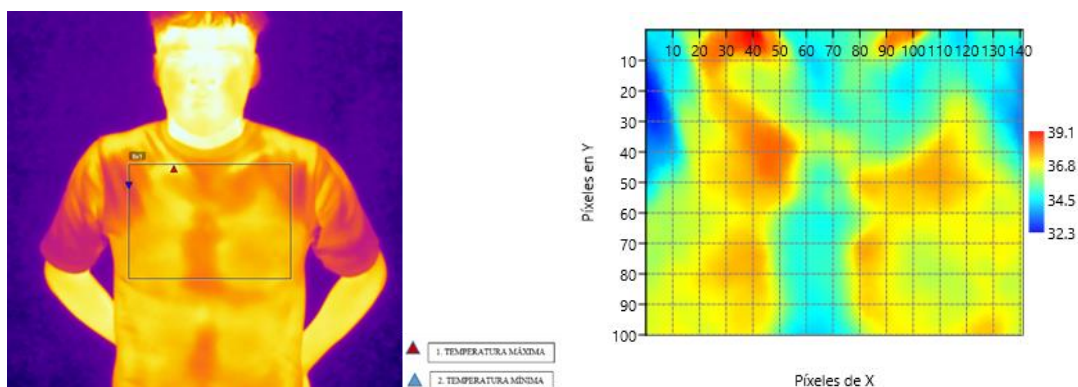
<b>Resultados pruebas Termográficas muestra 2 de 5% de dosificación</b>					
<b>Zona del cuerpo</b>	<b>T ambiente (°C)</b>	<b>Humedad %</b>	<b>T máx (°C)</b>	<b>T min(°C)</b>	<b>T prom(°C)</b>
Pecho	21.5	47.5	39.1	32.3	36.1
Espalda	21.5	47.5	39.0	34.9	37.5
Axila derecha	21.5	47.5	42.2	31.9	35.5
Axila izquierda	21.5	47.5	38.0	30.3	34.6

*Nota:* En la presente tabla se detallan las temperaturas promedio, máxima y mínima de la muestra número 2. Fuente: Propia.

En la **Tabla 18** se puede contemplar los resultados de los ensayos termográficos en las distintas zonas del cuerpo de la muestra 2, la cual tiene una dosificación del 5% de pimienta “*Piper nigrum*”.

**Figura 34**

*Termografía de pecho, muestra con 5 % de dosificación.*

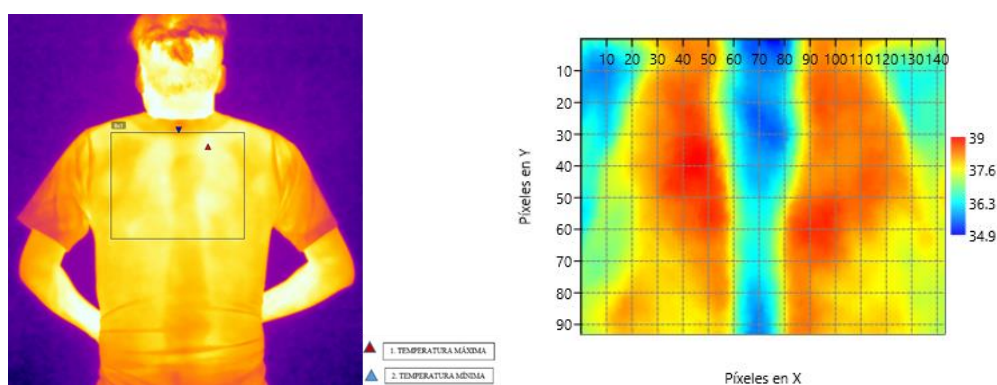


Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en la **Figura 34** se tiene el área a estudiar en el pecho, de la muestra de con una dosificación de 5% de pimienta "*piper nigrum*" donde se puede visualizar la temperatura máxima representada con color rojo de 39.1 °C y la temperatura mínima representada con el color azul de 32.3 °C.

### Figura 35

*Termografía de espalda, muestra con 5 % de dosificación.*

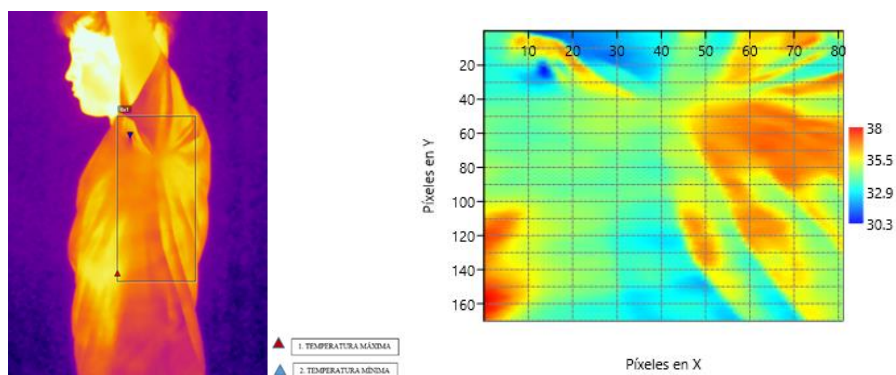


Fuente: Propia.

En la **Figura 35**, se puede visualizar la termografía en la espalda de la muestra 2, con una concentración de 5% de pimienta "*Piper nigrum*", donde se tiene la temperatura máxima de 39 °C y la temperatura mínima que es de 34.9 °C.

### Figura 36

*Termografía de axila izquierda, muestra con 5 % de dosificación.*

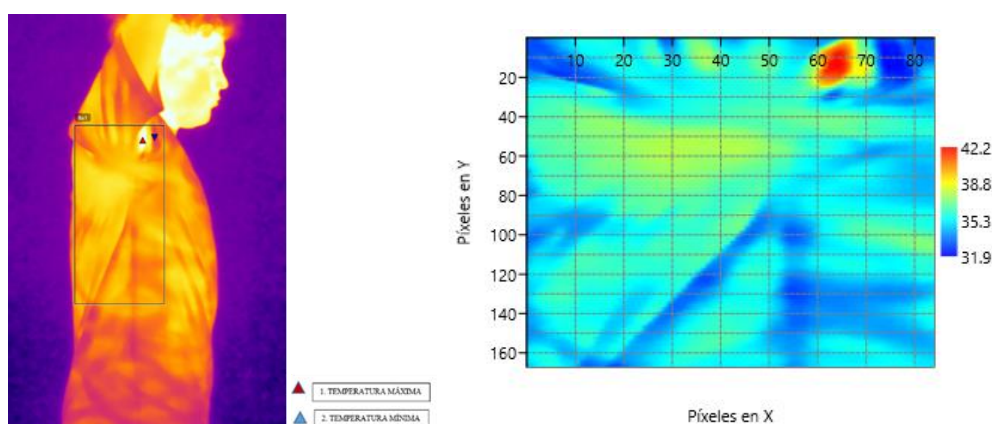


Fuente: Propia

Como se puede ver en la **Figura 36**, se tiene la termografía de la axila izquierda, con su respectivo gráfico de temperatura, donde el color rojo representa a la temperatura más alta que es de 38 (°C) y la temperatura más baja representada por el color azul, es de 30.3 (°C).

### Figura 37

*Termografía de axila derecha, muestra con 5 % de dosificación.*



Fuente: Propia

Como se aprecia en la **Figura 37**, los resultados de los ensayos termográficos en la axila derecha de la muestra 2 con un 5% de dosificación, la cual tiene una temperatura máxima de 42.2 °C y mínima de 31.9 °C.

### Tabla 19

*Termografía de muestra 3.*

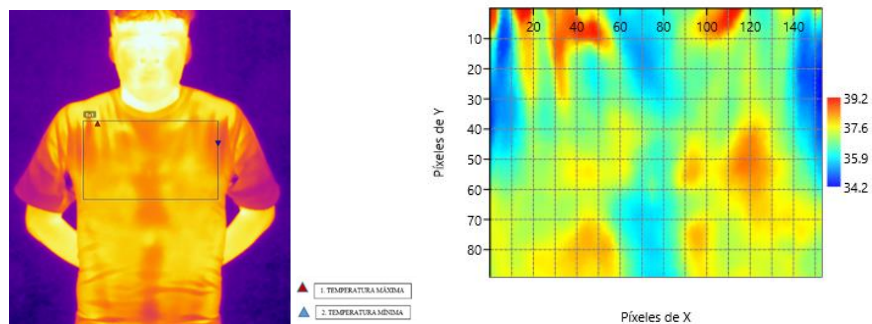
Resultados pruebas Termográficas muestra 3 de 10% de dosificación					
Zona del cuerpo	T ambiente (°C)	Humedad %	T máx (°C)	T min(°C)	T prom(°C)
Pecho	21.5	46.7	39.2	34.2	36.9
Espalda	21.5	46.7	39.1	35.1	37.7
Axila derecha	21.5	46.7	41.7	26.7	34.8
Axila izquierda	21.5	46.7	39.9	28.2	35.6

*Nota:* En la presente tabla se detallan las temperaturas promedio, máxima y mínima de la muestra número 3. Fuente: Propia

En la **Tabla 19**, se tienen los resultados de las pruebas termográficas de la muestra 3 la cual tiene una dosificación de 10% de pimienta "*Piper nigrum*", en la cual se detalla la temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura promedio de las distintas partes del cuerpo tomadas en la camiseta.

### Figura 38

*Termografía de pecho, muestra con 10 % de dosificación.*

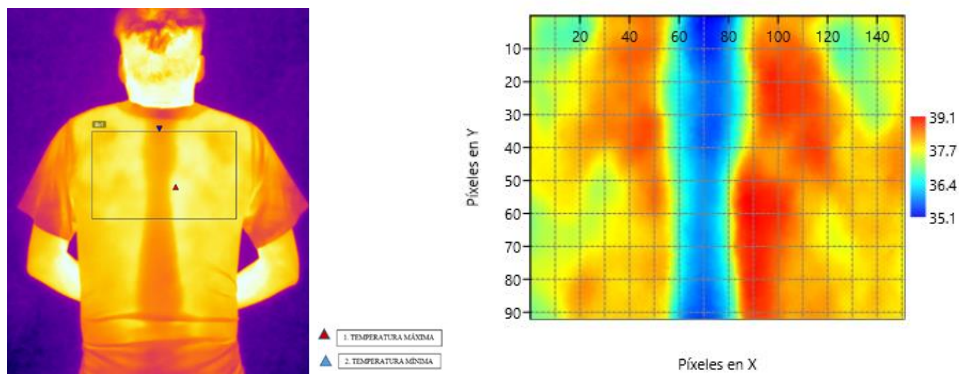


Fuente: Propia

En la **Figura 38**, se puede divisar la termografía de la parte del pecho con una dosificación de 10%, además, se tiene la temperatura máxima que es de 39.2 °C y la temperatura mínima de 34.2 °C respectivamente.

### Figura 39

*Termografía de espalda, muestra con 10 % de dosificación.*

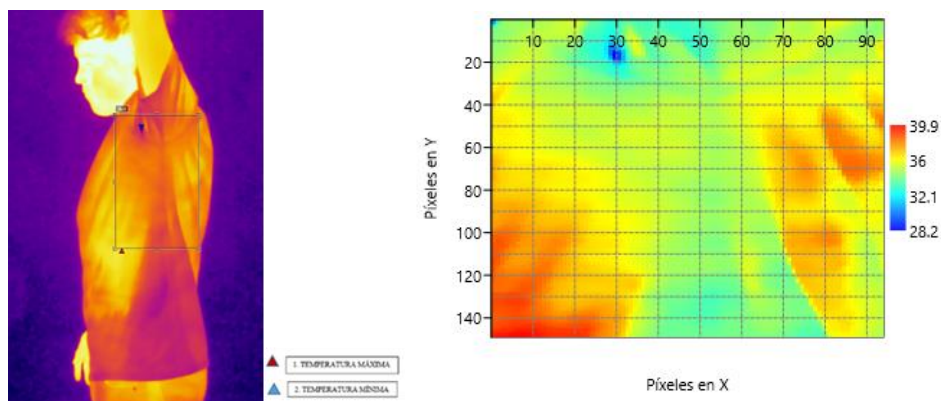


Fuente: Propia

Como se muestra en la **Figura 39**, se tiene la termografía de la espalda de la muestra 3, la cual tiene una dosificación de 10% de pimienta “*Piper nigrum*”, además aquí se puede visualizar la temperatura máxima la cual es de 39.1 °C y la temperatura mínima es de 35.1 °C.

#### Figura 40

*Termografía de axila izquierda, muestra con 10 % de dosificación.*

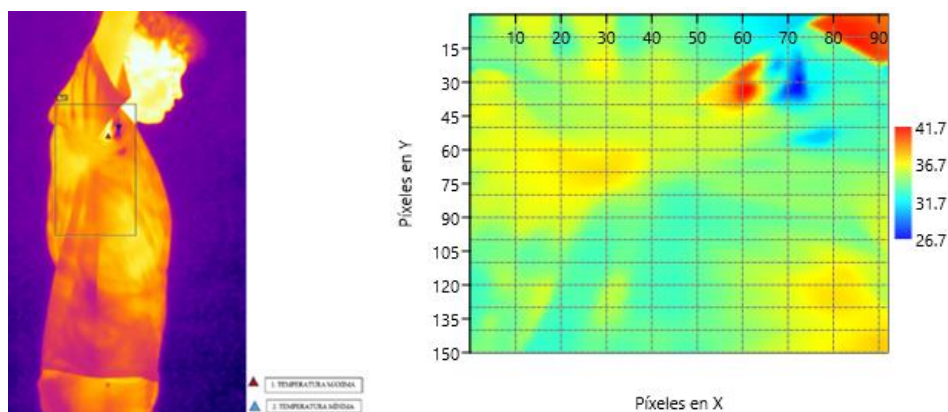


Fuente: Propia

En la **Figura 40**, se tiene la imagen termográfica de la muestra 3, en la parte de la axila izquierda, donde se puede verificar que se tiene una temperatura máxima de 39.9 °C y la temperatura mínima es de 28.2 °C.

**Figura 41**

*Termografía de axila derecha, muestra con 10 % de dosificación.*



Fuente: Propia

Como se mira en la **Figura 41**, se tiene el ensayo termográfico de la muestra 3, axila derecha, la cual tiene una dosificación de 10%, donde se tiene la temperatura máxima de 41.7 °C y la temperatura mínima de 26.7 °C.

**Tabla 20**

Resultados generales sin lavado de Termografía.

<b>Tabla general de promedios de temperatura con diferentes dosificaciones</b>				
<b>Zona del cuerpo</b>	<b>Muestra 0 T(°C)</b>	<b>Muestra 1 T(°C)</b>	<b>Muestra 2 T(°C)</b>	<b>Muestra 3 T(°C)</b>
Pecho	35.5	36.1	36.1	36.9
Espalda	37.2	37.4	37.5	37.7
Axila derecha	34.3	35.1	35.5	34.8
Axila izquierda	34.2	34.4	34.6	35.6
Promedio	35.3	35.8	35.9	36.3

Fuente: Propia

En la **Tabla 20**, se puede visualizar los resultados generales de las pruebas termográficas, donde se puede mirar las distintas partes del cuerpo donde se realizó el estudio, de estas se obtienen

los distintos promedios, para posteriormente sacar los datos de cada una de las muestras con las diferentes dosificaciones.

### Tabla 21

*Resultados termográficos después del lavado.*

<b>Tabla general de promedios de temperatura con diferentes dosificaciones</b>			
<b>Zona del cuerpo</b>	<b>Muestra 1 T(°C)</b>	<b>Muestra 2 T(°C)</b>	<b>Muestra 3 T(°C)</b>
Pecho	36.4	36.2	37.0
Espalda	37.4	37.5	37.7
Axila derecha	35.1	35.6	35.7
Axila izquierda	34.3	34.5	34.8
Promedio	35.8	36.0	36.3

Fuente: Propia

En la **Tabla 21**, se detallan los promedios de temperatura de las muestras con distintas dosificaciones, después de haber realizado las pruebas de lavado en el WASCATOR.

#### 4.1.2. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza se realizó posterior a obtener los resultados de las pruebas termográficas y pruebas de solidez al lavado, las cuales constaron de 3 muestras, con distintas concentraciones de pimienta "*Piper nigrum*" y una muestra adicional la cual no tiene acabado, los resultados obtenidos de la varianza se los tabularon en el software Past 4.

La varianza básicamente es un método estadístico el cual es el cociente entre la desviación estándar y la media obtenida, además se utiliza para determinar si un conjunto de datos ha sido afectado por un tratamiento previamente realizado, si es que influye en los valores después de aplicarlo y estadísticamente se lo representa como porcentaje (%) (Santiago de la Fuente, 2017).

### Figura 42

*Análisis de la varianza antes y después del lavado.*

Univariate statistics

	Muestra 1 SL T(%)	Muestra 1 DL T(%)	Muestra 2 SL T(%)	Muestra 2 DL T(%)	Muestra 3 SL T(%)	Muestra 3 DL T(%)
<b>N</b>	4	4	4	4	4	4
<b>Min</b>	34,4	34,3	34,6	34,5	34,8	34,8
<b>Max</b>	37,4	37,4	37,5	37,5	37,7	37,7
<b>Sum</b>	143	143,2	143,7	143,8	145	145,2
<b>Mean</b>	35,75	35,8	35,925	35,95	36,25	36,3
<b>Std. error</b>	0,6512808	0,6867799	0,6087898	0,6251666	0,6487167	0,6493587
<b>Variance</b>	1,696667	1,886667	1,4825	1,563333	1,683333	1,686667
<b>Stand. dev</b>	1,302562	1,37356	1,21758	1,250333	1,297433	1,298717
<b>Median</b>	35,6	35,75	35,8	35,9	36,25	36,35
<b>25 prcntil</b>	34,575	34,5	34,825	34,775	35	35,025
<b>75 prcntil</b>	37,075	37,15	37,15	37,175	37,5	37,525
<b>Skewness</b>	0,5429833	0,1528102	0,5574602	0,2210072	0	-0,1533894
<b>Kurtosis</b>	-0,8471713	-2,275799	0,5583863	0,4271394	-2,679855	-2,633794
<b>Geom. mean</b>	35,73231	35,78027	35,90961	35,93372	36,23258	36,28254
<b>Coeff. var</b>	3,643529	3,836759	3,389226	3,477979	3,579127	3,577734

Fuente: Propia

#### 4.1.3. Normalidad de los datos

Básicamente la normalidad de los datos es cuando se distribuyen los valores numéricos, que poseen variables que siguen un patrón, las cuales pueden ser, temperatura, peso, estatura etc.


En el caso de nivel de confiabilidad si el valor de p es menor a 0.05, los valores van a ser rechazados ya que se va a tener una hipótesis nula, ósea, los datos no van a ser verídicos y no van a ser confiables; si el p valor es mayor a 0.05 entonces se tiene datos los cuales tienen un 95 % de confiabilidad (Arias & Molina, 2017).

Todas las termografías de cada una de las muestras del trabajo investigativo fueron analizadas con el programa PAST 4, tal como se puede apreciar de la **Figura 43** a la **Figura 47**, dio como resultado que los datos obtenidos son confiables ya que el p valor es mayor al 0,05, entonces esto indica que la investigación es confiable en un 95 %.

#### Figura 43

*Normalidad de datos de termografía muestra sin acabado.*




 Tests for normal distribution

	T (°C) máx	T(°C) min	T(°C) prom
<b>N</b>	4	4	4
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8519	0,8991	0,8727
<b>p(normal)</b>	0,2324	0,4268	0,3083
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4301	0,2954	0,3382
<b>p(normal)</b>	0,1385	0,3777	0,2773
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1546	0,4633	0,3333
<b>Lilliefors L</b>	0,357	0,2686	0,2629
<b>p(normal)</b>	0,07477	0,4035	0,4377
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0832	0,4182	0,4699
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5947	0,5039	0,5106
<b>p(normal)</b>	0,7428	0,7773	0,7747
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,259	0,4156	0,3933

Fuente: Propia

#### Figura 44

*Normalidad de datos de termografía muestra 1.*


 Tests for normal distribution

	T (°C) máx	T(°C) min	T(°C) prom
<b>N</b>	4	4	4
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,849	0,9551	0,9848
<b>p(normal)</b>	0,2229	0,7478	0,9298
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4288	0,2468	0,182
<b>p(normal)</b>	0,1399	0,518	0,7711
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1621	0,6477	0,8974
<b>Lilliefors L</b>	0,353	0,2605	0,1929
<b>p(normal)</b>	0,08188	0,4524	0,8697
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0832	0,4827	0,8784
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,6365	0,2888	0,2802
<b>p(normal)</b>	0,7274	0,8655	0,8693
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,19	0,8532	0,8633

Fuente: Propia

#### Figura 45

*Normalidad de datos de termografía muestra 2*


 Tests for normal distribution

	T (°C) máx	T(°C) min	T(°C) prom
<b>N</b>	4	4	4
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,849	0,9551	0,9848
<b>p(normal)</b>	0,2229	0,7478	0,9298
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4288	0,2468	0,182
<b>p(normal)</b>	0,1399	0,518	0,7711
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1614	0,6517	0,9015
<b>Lilliefors L</b>	0,353	0,2605	0,1929
<b>p(normal)</b>	0,08188	0,4524	0,8697
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,0858	0,4855	0,8811
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,6365	0,2888	0,2802
<b>p(normal)</b>	0,7274	0,8655	0,8693
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1861	0,8458	0,8644

Fuente: Propia

### Figura 46

*Normalidad de datos de termografía muestra 3*

 Tests for normal distribution

	T (°C) máx	T(°C) min	T(°C) prom
<b>N</b>	4	4	4
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8953	0,7973	0,919
<b>p(normal)</b>	0,4083	0,09751	0,5314
<b>Anderson-Darling A</b>	0,3023	0,4603	0,265
<b>p(normal)</b>	0,3596	0,112	0,468
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,453	0,1155	0,5823
<b>Lilliefors L</b>	0,2618	0,2983	0,2548
<b>p(normal)</b>	0,4443	0,2496	0,4878
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4717	0,2268	0,5331
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5391	0,6414	0,4804
<b>p(normal)</b>	0,7637	0,7256	0,7865
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3427	0,1773	0,4742

Fuente: Propia

**Figura 47**

*Normalidad de datos de termografía general.*

 Tests for normal distribution

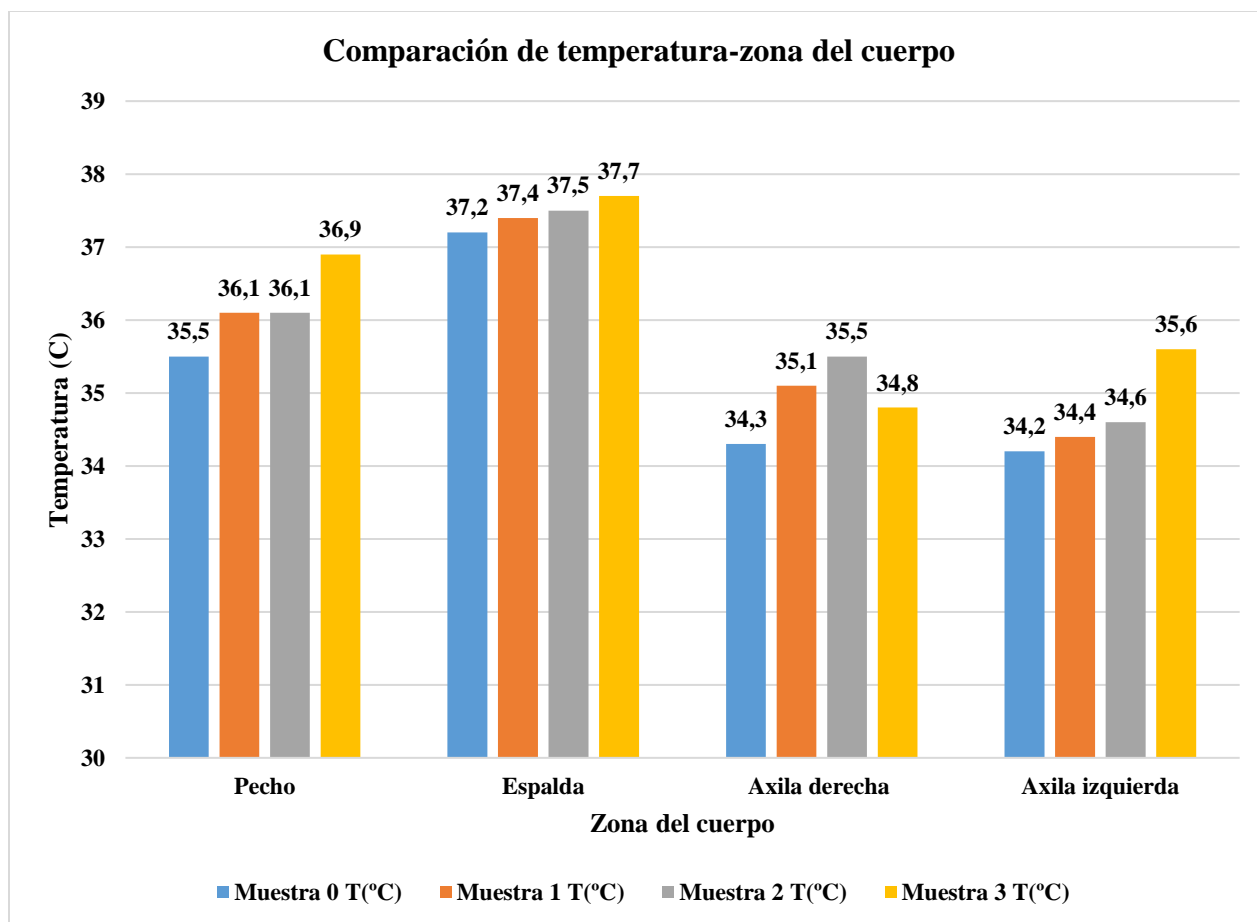
	Muestra 0 T(°C)	Muestra 1 T(°C)	Muestra 2 T(°C)	Muestra 3 T(°C)
<b>N</b>	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8899	0,9812	0,9654	0,9958
<b>p(normal)</b>	0,3564	0,9411	0,8453	0,9955
<b>Anderson-Darling A</b>	0,3359	0,1715	0,2291	0,133
<b>p(normal)</b>	0,3316	0,8547	0,6311	0,9415
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3857	0,9241	0,739	0,999
<b>Lilliefors L</b>	0,2344	0,1748	0,2322	0,1218
<b>p(normal)</b>	0,4921	0,8859	0,5071	1082
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4943	0,9058	0,4942	0,9984
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5412	0,2811	0,2055	0,2837
<b>p(normal)</b>	0,7629	0,8689	0,9023	0,8677
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4777	0,8686	0,9274	0,8657

Fuente: Propia

#### *4.2. Análisis y discusión de resultados*

**Figura 48**

*Comparación de resultados con respecto a la muestra sin acabado.*

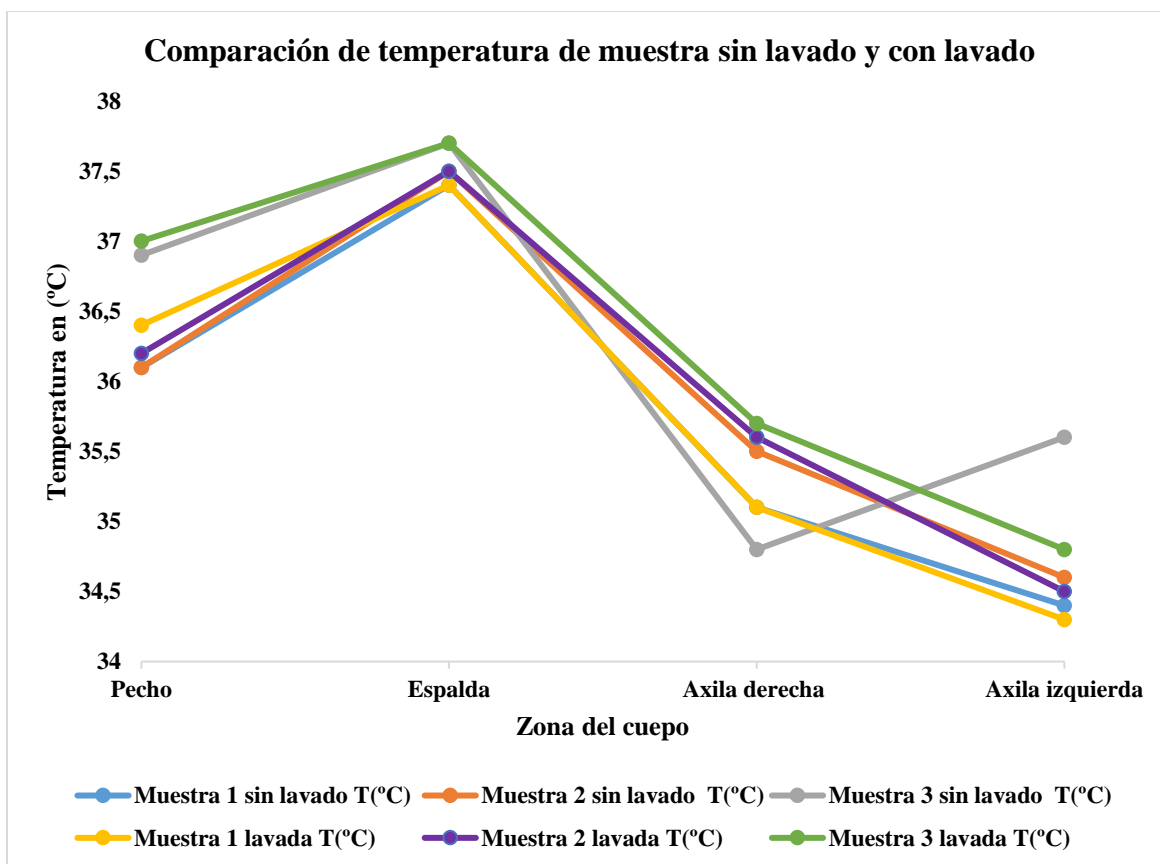


*Nota.* La muestra 0 es representada con color azul, la muestra 1 con color naranja, la muestra 2 con color plomo y la muestra 3 con color amarillo. Fuente: Propia

Como se puede observar en la **Figura 48**, se realiza una comparación de temperatura en base a la muestra que no tiene acabado, "muestra 0", donde se realizó ensayos termográficos de distintas zonas del cuerpo, las cuales son el pecho, espalda, axila derecha y axila izquierda, las cuales son representadas en un diagrama de barras para verificar si existe o no una variación de temperatura.

### **Figura 49**

*Comparación de temperatura sin lavado y con lavado.*

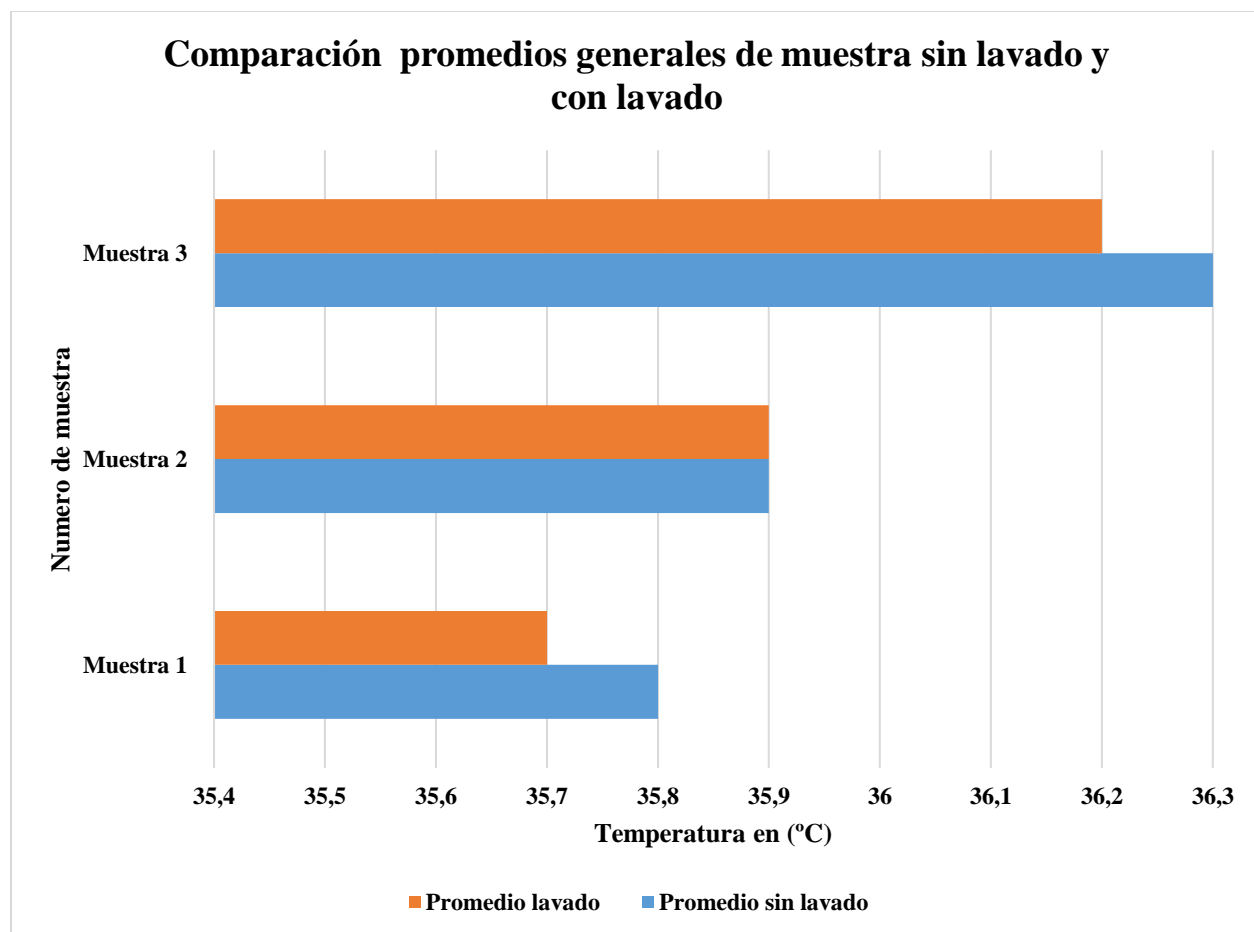


Fuente: Propia

En la **Figura 49** se puede apreciar la comparación de temperatura de la muestra con acabado, antes de realizar el ensayo de lavado en el WASCATOR y después de haber realizado el ensayo de lavado, con la norma ISO 3330-2012, con los parámetros indicados en la **Tabla 14**, se puede apreciar como un diagrama de dispersión, donde la muestra 1 sin lavado tiene un color celeste, la muestra 2 sin lavado color anaranjado, muestra 3 sin lavado color plomo, muestra 1 con lavado color amarillo, muestra 2 con lavado color púrpura y finalmente muestra 3 con lavado color verde.

### Figura 50

*Comparación promedios generales de muestra sin lavado y con lavado.*



Fuente: Propia

Como se puede apreciar **Figura 50** se tiene la comparación entre promedios de las distintas muestras, las en las cuales se puede apreciar que existe una mínima variación en la temperatura, lo que quiere decir que el acabado al momento de someterlo al lavado no va a desprenderse de la tela, ya que no existe una variación considerable en la temperatura, entonces se tiene un acabado permanente en el género textil.

## Capítulo V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones.

#### 5.1. Conclusiones

- Una vez realizada la recopilación bibliográfica sobre artículos relacionados con el proyecto, se pudo verificar que no existen estudios previos sobre la aplicación de pimienta "*piper nigrum*" en un género textil, por lo tanto, a través de la documentación recopilada se desarrollaron procedimientos pendientes a establecer las condiciones ideales del acabado en mención; cabe indicar, los repositorios como (E-Libro, Science Direct, fichas técnicas, artículos científicos) fueron fundamentales en la provisión de información para el desarrollo de este estudio.
- Para determinar la dosificación encaminada a obtener un acabado térmico en base a pimienta "*Piper nigrum*" al 3 %, 5% y 10% sobre el peso de la fibra, (ver **Tabla 11** a **Tabla 13**), además, se utilizó resina Centergard D6I como producto de adhesión a una dosificación de 20 g/L, misma que le otorga un aspecto pesado y rígido a la tela; finalmente, el producto Persoft POD 100 con una dosificación de 15 g/L, como producto suavizante, que ayudó a contrarrestar de cierta manera la rigidez causada por la aplicación de la resina.
- El acabado fue realizado por el método de agotamiento, en primera instancia, se realizaron pruebas en el laboratorio para definir las distintas dosificaciones, posterior a ello, se realizó la aplicación del acabado en camisetas a nivel de planta en la máquina de prelavados textiles, bajo los parámetros mostrados en **Figura 24**, obteniendo de esta forma prendas textiles listas para análisis termográfico, mismos que fueron realizados con la cámara FLIR E96 provista por la empresa CORFOPYM ubicada en la ciudad de Ambato-Ecuador, cabe mencionar que los ensayos termográficos se los realizó sobre tejido sin acabado, tejido con

acabado y tejido sometido a pruebas de lavado en el WASCATOR, posterior a ello con ayuda del software FLIRE Tools donde se analizaron las imágenes obtenidas de la termografía.

- Al establecer la comparación con respecto a la muestra cero, detallada en la **Tabla 20**, se puede concluir que la temperatura corporal va en aumento con respecto a la concentración de pimienta” *Piper nigrum*”, en la prenda que no tiene acabado obtiene una temperatura de 35.3 °C, en la muestra (1, 2, 3) se aplicó una concentración de (3% ,5%, 10%) de pimienta “*Piper nigrum*” se tiene una temperatura promedio de (35.8 °C, 35.9 °C, 36.3 °C), dando como resultado una variación del (1.41%, 1.69%, 2.83%) con respecto a la muestra sin acabado, donde se determinó que la dosificación ideal es la muestra 3.
- Una vez realizada la comparación de las muestras sin lavado y con lavado, se puede apreciar que la muestra (1, 2 y 3) que poseen una dosificación de (3%, 5% y 10%) se obtiene una variación de (0.27%, 0% y 0.27%) de disminución en la temperatura; entonces, se puede concluir que no existe mayor variación en la temperatura después del lavado y que el acabado es permanente en el textil.

## 5.2. Recomendaciones

- Es recomendable tener en cuenta que la información que se esté utilizando para el trabajo de investigación sea verídica; pueda sustentarse en fuentes confiables y tener una información sólida.
- En el área de trabajo siempre usar equipos de protección como: mandil, guantes, mascarilla, entre otros, para evitar accidentes en el área de trabajo y que la parte práctica de las investigaciones salga de la mejor manera bajo condiciones controladas.



- En el laboratorio al momento de realizar las pruebas de compatibilidad de los productos, siempre se debe realizar una investigación previa de las fichas técnicas, para determinar si es que se pueden o no usar, caso contrario, a precipitarse, desperdiciando tiempo e insumos de laboratorio; los factores que a tomar en cuenta son: temperatura a la cual se debe usar el producto, el pH, el carácter iónico, si es que es o no soluble en agua, entre otros.
- Es recomendable procesar los datos obtenidos en un software, para verificar si es que tienen el p valor mayor a 0.05, esto va a dar como resultado un 95% de confiabilidad en los datos que se están utilizando en el trabajo investigativo.
- Dentro del área de trabajo ya sea en el laboratorio o en planta, siempre se recomienda tener una hoja de trabajo, para de este modo poder realizar los proceso de mejor manera y tener los datos más cerca, además de tener una práctica eficiente y rápida.

## Referencias bibliográficas

- Abd-El سالم, I. A.-S., & Khalil, V. (2019). PCR identification of Fusarium genus based on nuclear ribosoma DNA sequence data. *African Journal of Biotechnology*, 2, 82–85.
- Algaba, J. (n.d.). *Estudio De La Influencia De Los Parámetros Estructurales Del Tejido En El Factor De Protección A La Radiación Ultravioleta*.
- Anselmo, F., Flores, S., & De Revisión, A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13(1), 102–122. <https://doi.org/10.19083/RIDU.2019.644>
- Ardanuy, M. (2010). Aplicaciones de las fibras naturales en los textiles de uso técnico. In *Revista de Química e Industria Textil* (Issue 197, pp. 46–53). [www.aeqct.org/pdf/Quimica\\_Textil-197.pdf](http://www.aeqct.org/pdf/Quimica_Textil-197.pdf) <http://hdl.handle.net/2117/9045>
- Arias, M. M., & Molina, M. (2017). ¿Qué significa realmente el valor de p? *Pediatría Atención Primaria*, 19(76), 377–381.
- Barouki, R., Kogevinas, M., Audouze, K., Belesova, K., Bergman, A., Birnbaum, L., Boekhold, S., Denys, S., Desseille, C., Drakvik, E., Frumkin, H., Garric, J., Destoumieux-Garzon, D., Haines, A., Huss, A., Jensen, G., Karakitsios, S., Klanova, J., Koskela, I. M., ... Vineis, P. (2021). The COVID-19 pandemic and global environmental change: Emerging research needs. *Environment International*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106272>
- Bonet. (2020). *Propiedades térmicas de las fibras textiles*. Propiedades Térmicas de Las Fibras Textiles.
- Carrera, E. (2015). Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los textiles. In *Caracterización de tejidos*. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (ETP).
- Carretero Accame, M. E. (2018). *Propiedades terapéuticas de la pimienta (Piper nigrum) María Emilia Carretero Accame*.

- CEAES. (2013). *Resolución N° 122-SO-HCU-UTN Pag 3 Universidad Técnica del Norte.*  
Resolución N° 122-SO-HCU-UTN Pag 3 Resolución N° 001-073-CEAES-2013-13.
- Claudia, I., Marín, V., & Beatriz González Monroy, A. (2013). *Fibras Textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumos sustainable natural textile fibres and consumption habits.*
- Consortio, E., El, P., Ángel, M., & García, V. (2016). *Proyecto Productivo Integrado Pimienta.*
- EcoAndes. (2020). *Ficha Técnica de pimienta "piper nigrum."*
- Ecuador, A. N. de la R. del. (2008). *Constitucion De La Republica Del Ecuador 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial. Constitución Del Ecuador, 136.* www.lexis.com.ec
- Fernandez Gallegos, G. Y. (2020). *Obtención de un hilo conductor mediante la aplicación de grafeno por el método de adsorción en hilos de pes/co. Obtención de Un Hilo Conductor Mediante La Aplicación de Grafeno Por El Método de Adsorción En Hilos de Pes/Co, 67.*
- Flir. (2022). *User 's manual FLIR QuickReport.*
- Gladys Dávila Newman, A. E. L., & Maracay. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias.*
- González, M. L. (2017). *Maquinaria de punto: Desarrollo y vigencia en el diseño actual. Kepes, 14(15), 33–68.* <https://doi.org/10.17151/KEPES.2017.14.15.3>
- Google Maps. (n.d.). *Google Maps.*
- Hernández, E. M. (2019). *Cámaras Termograficas. Grado En Ingeniería Electrónica Industrial Y Automático.*
- Hildebrandt. (2015). *Elementos para el confort higrotérmico en edificios.*
- Hinojosa, M. (2020). "Elaboración de un acabado textil a base de grafito como aislante térmico aplicado a un tejido de lana." *Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas.*
- ISO 3801. (1977). *ISO 3801:1977(en), Textiles — Woven fabrics — Determination of mass per*

*unit length and mass per unit area.*

Kestrel. (2022). *Kestrel 5200 Weather Meter*.

Kresic, B., Fogar, Guevara, Simonella, Bianconi, Etchart, C., Florencia, M., Agr Ibaló, I., Inés, S., Agr López, I., Agr Poisson, I., Agr Rister, I., Agr Rojas, I., Agr Tcach, I., Agr Zurita, I., José, J., Edaf Brest Elías, L., Sist Goytía, L., Ojeda, B., ... Bellini Saibene, L. (2010). *Algodón. Manual de campo I Algodón. Manual de campo*.

Labtec. (2019). *Laboratorio Newave. Equipments Co., Ltd Maquina De Teñir IR*.

Limpe. (2018). Evaluacion de las propiedades fisicas y mecanicas de Textiles ecologicos de algodón, funcionalizado con Nanoparticulas de plata carboximetilquitosano (npsagcmq). *Evaluacion de Las Propiedades Fisicas y Mecanicas de Textiles Ecologicos de Algodón, Funcionalizado Con Nano Partículas de Plata Carboximetilquitosano (Npsagcmq)*, 89.

Lockuán, L. F. E. (2012). *V. La industria textil y su control de calidad by Fidel Lockuán - Issuu*.

Lozano. (2020). *Estudio de diferentes procesos innovadores de agotamiento en Autoclave para una mayor calidad de tintura y su posible implantación teórica en la industrial textil*. Estudio de Diferentes Procesos Innovadores de Agotamiento En Autoclave Para Una Mayor Calidad de Tintura y Su Posible Implantación Teórica En La Industrial Textil.

Lozano, P. milena. (2010). *Ficha tecnica de la Pimienta negra*.

Martínez, V., Bautista, Luz, M., & Alanís, R. (2017). *Manual de técnicas experimentales para la creación de telas de corto metraje Cubos arena*.

Ministerio de Agricultura Costa Rica. (2017). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de costa*.

Nahak, G., & Sahu, R. K. (2011). Phytochemical Evaluation and Antioxidant activity of Piper cubeba and Piper nigrum. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2011(08), 153–157.

Niza, I. L., Luz, I. M. da, Bueno, A. M., & Broday, E. E. (2022). Thermal Comfort and Energy Efficiency: Challenges, Barriers, and Step towards Sustainability. *Smart Cities*, 5(4), 1721–

1741. <https://doi.org/10.3390/smartcities5040086>

Obando, K. A. G. (2017). "Utilización del barro de arcilla proveniente de la empresa pública santa agua de cachimbiro como fuente térmica. *Trabajo de Grado, Previo a La Obtención Del Título de Ingeniería Textil*, 1(1), 2017.

Obse, L. A. S. (2012). *español la*.

Ollin Velasco. (2022). *Guía básica de pimientas: cuántos tipos hay y cómo utilizarlas*.

Pantoja Andrade, K. P. (2021). *Diseño de un sistema de gestión por procesos basado en la norma ISO 9001:2015 para la carrera de textiles de la Universidad Técnica del Norte*.

Pesok, J. C. (2012). *Introducción a la tecnología textil Este Manual es producto de la experiencia docente obtenida durante el dictado de los Cursos de Tecnología Textil realizados en la Facultad de Ingeniería*. 714.

Petry, G. (2011). *PERISOFT POD 100 - Textilchemie Dr. Petry GmbH*.

Propica. (2021). *Hoja de especificaciones* .

Prud Homme. (2015). Alkali-activated concrete binders as inorganic thermal insulator materials. *Handbook of Alkali-Activated Cements, Mortars and Concretes*, 687–728. <https://doi.org/10.1533/9781782422884.5.687>

Reyes, P. (2019). El algodón pima peruano: cultivo y manejo agronomico. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 9–32.

Rivera, V. (2006). *Generación de vapor* .

Roth, C. (2018). *Sección 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa 1.1 Identificador del producto*.

Ruwandi Fernando, W. D., Tantrigoda, D. A., Rosa, S. R. D., & Jayasundara, D. R. (2019). Infrared thermography as a non-destructive testing method for adhesively bonded textile structures. *Infrared Physics and Technology*, 98, 89–93.

<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2019.03.001>

Santiago de la Fuente, F. (2017). *Modelos De Análisis De La Varianza*.

Seyquiin, L. (2022). *Ficha técnica de Centergard D6i*. 2.

SI, T. (2020). *Aplicaciones de Termografía Infrarroja en los Procesos Industriales - SI Termografía*. SI Termografía Infrarroja.

Solé. (2013). Tintura por agotamiento e impregnación. *Concepto de Tintura*, 7.

Soler, J. (2011). *Gastronomía*.

Sumalla. (2022). *Máquina de tintura por infrarrojos Ugolini Easykrome - Textil - Máquina de tintura por infrarrojos*.

Teixidor. (2022). *Poivre noir extra | Catalogue d'espèces de Teixidor*.  
<https://teixidor.com/fr/productos/poivre-noir-extra/>

Teledyne. (2021). *Cámara termográfica avanzada FLIR E96 | Teledyne FLIR*.

Termografía Guia de Selección. (2016). Septiembre 2016 es.rs-online.com/termografia  
Termografía Guia de Selección Le ayudamos a elegir la cámara termográfica que mejor se adapta a sus necesidades. *Le Ayudamos a Elegir La Cámara Termográfica Que Mejor Se Adapta a Sus Necesidades*.

Terotecnic, I. (2021). *Análisis Termográfico/Terotecnic Ingeniería*. 2021.

Thermtest. (2021). Efusividad térmica de los textiles de prendas de vestir. *La Efusividad Térmica – Efusividad Térmica de Los Textiles de Prendas de Vestir*.

Tulsma. (2017). *Texto Unificado De Legislación Secundaria De Medio Ambiente*. 407.

## Anexos

## Anexo A

*Elaboración de recetas en laboratorio*

**Anexo B***Aplicación de acabado a nivel de planta*



## Anexo C

## Ensayos termográficos



# Anexo D

## Pruebas de Lavado en WASCATOR



## Anexo E

### *Certificado de uso de laboratorio*



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



Ibarra, 03 de febrero de 2023

### CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

#### CERTIFICO

Que el señor FLORES TERAN RONNY MIGUEL, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100436072-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS CONFERIDAS TRAS LA APLICACIÓN DE PIMIENTA "PIPER NIGRUM" SOBRE UN TEJIDO DE PUNTO" ALGODÓN 100% POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO.", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MÁQUINA DE TINTURA IR DYER**
- **WASCATOR SEGÚN LA NORMATIVA ISO 6330:2012 (Procedimiento de lavado y secado doméstico)**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**
- **MICROSCOPIO TRINOCULAR**

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

Atentamente:



**ING. GUALOTO FAUSTO M.**

**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**

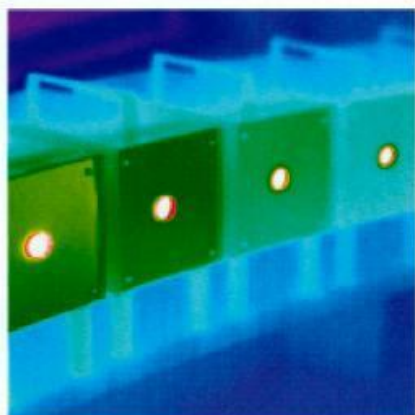
# Anexo F

## Certificado de calibración de FLIR E96



### Calibration certificate

**Model:** FLIR E96 24\*  
**Serial No.:** 90200385  
**Site:** FLIR Systems OÜ, Estonia  
**Date:** Oct 11, 2022



This is to certify that the calibration of the camera identified on the reverse side of this certificate was carried out using radiation sources that are traceable to National Standards at MSL, Research Institutes of Sweden, or to NIST National Institute of Standards and Technology (USA).

Quality control



FLIR Systems AB  
P.O. Box 7370  
SE-167 15 Täby  
Sweden  
Telephone: +46 8 751 25 00  
Telefax: +46 8 751 23 04  
http://www.flir.com  
http://support.flir.com



<b>Application</b>	<p>PERISOFT POD 100 should be pre-diluted before using. To prepare 10 kg of a 10 % solution, the following instruction for dissolving must be observed.</p> <p>Prepare 9.0 kg cold water and strew in 1.0 kg PERISOFT POD 100 while stirring. Stir consequently until a homogeneous solution without any specks is obtained. This solution can be added to the finishing bath directly. We recommend to acidify alkaline plant water to a pH value of 5.0 – 6.0 by adding acetic acid.</p> <p>PERISOFT POD 100 is applied at pH 5 – 6.</p> <p>In case of a softwash in drum washing machines PERISOFT POD 100 is directly put into the drum with the garments and treat 20 – 30 minutes at 40 °C.</p>
<b>Quantity used</b>	<p>Exhaust process:</p> <p>0.5 – 3.0 % PERISOFT POD 100 (10 % solution) related to the weight of the goods</p>
<b>Storage</b>	<p>We recommend to protect the product from direct sunlight and to store it in a dry area at temperatures of 10 – 35 °C. PERISOFT POD 100 is not sensitive to frost.</p> <p>The storage stability of the product is 12 months in the closed original packing unit.</p>
<b>Packing</b>	<p>Polyethylene bags</p>
<b>General note</b>	<p>The above indications are based on the latest state of our knowledge. Due to different operational conditions and requirements these are guidelines only. A legally binding assurance cannot be drawn from our indications. Our technical staff will always be at your disposal to support you in testing our auxiliaries and to answer further technical questions. Information on product hazards and toxicity as well as on safety measures are set out in the safety data sheet.</p>

## Anexo H

### Ficha técnica de CENTERGARD D6i



COLOR CENTER

# CENTERGARD D6i

## Producto hidrofugante/oleofugante

### CARACTERÍSTICAS

<b>Composición Química:</b>	Emulsión acuosa de un copolímero fluorado
<b>Aspecto:</b>	Emulsión blanquecina
<b>Carácter iónico:</b>	Ligeramente catiónico
<b>pH (100%):</b>	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, S.A.  
Ptge. Marie Curie, 3 Nau 6, 08223 TERRASSA, España  
<http://www.colorcenter.es>  
[info@colorcenter.es](mailto:info@colorcenter.es)





**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:

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

### **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.

COLOR CENTER, S.A.  
Ptge. Marie Curie, 3 Nau 6, 08223 TERRASSA, España  
<http://www.colorcenter.es>  
[info@colorcenter.es](mailto:info@colorcenter.es)

