



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE TEXTILES**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD**  
**Presencial**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESARROLLO DEL COLOR EN LA**  
**SUBLIMACIÓN DE TELA 100% POLIÉSTER RECICLADO (PET) Y POLIÉSTER**  
**(PES)”**

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

**Línea de investigación: Producción Industrial y Tecnología Sostenible**

**Autor: Guerrero Loyola Wendy Mishell.**

**Director: MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián**

**IBARRA - 2023**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO		
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1724439516	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guerrero Loyola Wendy Mishell	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Pedro Moncayo - Tabacundo	
<b>EMAIL:</b>	wmguerrerol@utn.edu.ec	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	022365883	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0968660909

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESARROLLO DEL COLOR EN LA SUBLIMACIÓN DE TELA 100% POLIÉSTER RECICLADO (PET) Y POLIÉSTER (PES)"
<b>AUTOR:</b>	Guerrero Loyola Wendy Mishell
<b>FECHA:</b>	25/10/2023
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Herrera Villarreal Wilson Adrián

#### 2 CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 25 días del mes de octubre de 2023

#### EL AUTOR:

(Firma).....  
Nombre: Guerrero Loyola Wendy Mishell

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, de 25 de octubre de 2023

MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

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.

(f)   
MSc. Wilson Herrera  
C.C.: 1002868048

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador de trabajo de Titulación “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESARROLLO DEL COLOR EN LA SUBLIMACIÓN DE TELA 100% POLIÉSTER RECICLADO (PET) Y POLIÉSTER (PES)” elaborado por Guerrero Loyola Wendy Mishell, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f) 

MSc. Wilson Herrera

C.C.: 1002868048

(f) 

MSc. Valeria Chugá

C.C.: 0401732250

## DEDICATORIA

*Le dedico el resultado de este trabajo principalmente a mis padres y a Dios que me han ayudado a mantenerme fuerte y perseverante durante este camino y que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque sé que siempre ellos están conmigo.*

*A mis hermanos, Stalyn y Mateo, porque son una de mis más grandes inspiraciones a mejorar día a día y también por recibir todo ese cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso.*

*Además, a una de las personas más especiales y fundamentales en mi vida como lo es Bryan T., uno de mis mayores soportes e inspiraciones en este trayecto lleno de altas y bajas, permaneciendo junto a mí, apoyándome y sosteniéndome en todo este largo proceso..*

*También a toda mi familia en general, abuelitos, tíos y primos, porque siempre intentaron ayudarme en todo lo que pudieron por muy mínimo que fuese siempre pusieron su granito de arena y que además con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

**Wendy Mishell Guerrero Loyola**

## AGRADECIMIENTO

*A toda mi familia, que han aportado un granito de arena en toda esta experiencia universitaria, y me han ayudado a sobresalir en esta etapa, especialmente a mis padres, Luis y Rocio, que siempre han sido el motor que impulsa a lograr mis sueños y metas, quienes han estado siempre a mi lado, ayudándome a no caer y sosteniéndome firme. Gracias por siempre tenerme confianza y creer en mí. Además, a Dios, por llenarme siempre de bendiciones, por guiarme a lo largo de toda mi vida, ser el apoyo y fortaleza en todo momento.*

*También a Yadira, Aracely y Bryan M., al ser como hermanos para mí, por su valiosa amistad y por siempre estar conmigo cuando más los he necesitado, además del cariño tan inmenso e incondicional que me han brindado cada día.*

*Asimismo, agradezco a mi tutor MSc. Wilson Herrera, por su paciencia, ayuda y solidaridad al guiarme al realizar este arduo trabajo.*

*Cuando el agradecimiento es grande, las palabras suelen ser pocas para expresar todo lo que un alumno puede sentir en su corazón, ya que más que un docente se convirtió en un gran amigo, MSc. Elvis Ramírez, su paciencia, persistencia y cariño estarán siempre grabadas en mi mente y corazón, por ayudarme a jamás olvidar la mujer valiente y valiosa que soy y que al final todos mis sacrificios siempre tendrán sus frutos.*

*Además, a los MSc.: Valeria Chugá, Fausto Gualoto y José Posso laboratoristas de la Carrera de Textiles que me guiaron y ayudaron en este proceso.*

*Un agradecimiento en general a todo el cuerpo docentes de mi hermosa carrera por todas las enseñanzas adquiridas a lo largo de estos grandiosos años.*

**Wendy Guerrero**

## RESUMEN

La presente investigación se enfoca en el análisis del desarrollo del color en una tela PES y PET 100%, esto con el fin de buscar los beneficios y promover el uso del PET para el proceso de sublimación, el cual está dando un gran impacto mundial y hoy en día es utilizado para un sinnúmero de artículos desde prendas de vestir hasta diferentes artículos de uso cotidiano. La metodología aplicada se basa en lo experimental y analítico bajo la escala de medición CIEL\*a\*b, llevada a cabo en el espectrofotómetro. Las muestras se dividen en tres colores que son amarillo, turquesa y magenta, tendiendo a su vez diferentes tonalidades (claras, medias y altas) las cuales son analizadas en mencionado equipo de laboratorio con placas de apertura de 10mm, con el cual se busca tener un margen de error en lo más mínimo, en estas muestras se obtuvo variantes con poca y gran magnitud, siendo el caso de poca variación en los colores de tonalidad clara la cual se obtuvieron datos de 1,54 como promedio, lo cual se logra visualizar mediante un diagrama de barras. Siendo así las dos tonalidades restantes (medias y altas) las que más variación presentan, es decir existen grandes variaciones entre los colores, a pesar de tener como promedio 1,54 y 1,09 respectivamente, las cuáles también se pueden observar mediante un diagrama de barras. Teniendo así un comportamiento similar en la tela PES y PET en la sublimación de colores en tonalidades bajas o colores pastel, determinando así que el PET podría ser un gran sustituto del PES para el proceso de sublimación, siempre y cuando teniendo en cuenta las especificaciones mencionadas con anterioridad.

**Palabras Clave:** Tejido plano, Colorimetría, Sublimación, rPET, PES, Tafetán



## ABSTRACT

This research focuses on the analysis of color development in a PES and 100% PET fabric, in order to seek the benefits and promote the use of PET for the sublimation process, which is having a great impact worldwide and today is used for a wide range of items from clothing to different articles of daily use. The applied methodology is based on the experimental and analytical under the CIEL\*a\*b measurement scale, carried out in the spectrophotometer. The samples are divided into three colors which are yellow, turquoise, and magenta, having in turn different shades (light, medium, and high) which are analyzed in the aforementioned laboratory equipment with 10mm aperture plates, which seeks to have a margin of error in the least. In these samples variants with little and great magnitude were obtained, being the case of little variation in the colors of light tonality which obtained data of 1.54 as average, which is visualized by means of a bar diagram. The two remaining shades (medium and high) show the greatest variation, i.e. there are large variations between the colors, in spite of having an average of 1.54 and 1.09 respectively, which can also be observed by means of a bar diagram. Thus, there is a similar behavior in the PES and PET fabric in the sublimation of colors in low shades or pastel colors, determining that PET could be a great substitute for PES for the sublimation process, as long as the specifications mentioned above are taken into account.

**Keywords:** Flat fabric, colorimetry, sublimation, rPET, PES, Taffeta.

Reviewed by:  
MSc. Luis Paspuezán Soto  
**CAPACITADOR-CAI**  
October 18, 2023

## ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	ii
CONSTANCIAS.....	ii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
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 .....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Características del sitio del proyecto .....	5
CAPÍTULO II.....	7
2. ESTADO DEL ARTE.....	7
2.1 Estudios previos.....	7
2.1.1 Poliéster reciclado.....	7
2.1.2 Impacto del PET .....	9
2.1.3 Sublimación .....	11
2.2 Marco legal.....	11
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador .....	11
2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte .....	12
2.2.3 Tulsma.....	12

2.3	<i>Marco conceptual</i> .....	13
2.3.1	Fibras Textiles.....	13
2.3.2	Tejido Plano.....	15
2.3.3	Proceso de sublimación.....	16
2.3.4	Teoría del color .....	17
2.3.5	Espacio de color CIE L*A*B .....	18
CAPÍTULO III.....		22
3	METODOLOGÍA.....	22
3.1	<i>Método de investigación</i> .....	22
3.1.1	Investigación analítica.....	22
3.1.2	Investigación experimental .....	22
3.1.3	Investigación comparativa.....	23
3.2	<i>Descripción del proceso</i> .....	23
3.2.1	Flujograma general.....	24
3.2.2	Flujograma muestral.....	25
3.3	<i>Desarrollo de pruebas en laboratorio</i> .....	26
3.3.1	Materiales y equipos.....	26
3.3.2	Formulaciones .....	30
3.3.3	Planificación de muestras.....	33
3.3.4	Parámetros del proceso.....	39
3.3.5	Preparación de muestras.....	45
3.3.6	Sublimación de muestras.....	46
3.4	<i>Medición de color a escala de laboratorio</i> .....	50
CAPÍTULO IV.....		60
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	60
4.1	<i>Resultados</i> .....	60
4.2	<i>Discusión de resultados</i> .....	63
CAPÍTULO V.....		72
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1	<i>Conclusiones</i> .....	72
5.2	<i>Recomendaciones</i> .....	75

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 77  
ANEXOS ..... 80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resumen de las propiedades físicas y químicas del PET .....	10
<b>Tabla 2</b> Materia prima.....	26
<b>Tabla 3</b> Auxiliares y colorantes .....	27
<b>Tabla 4</b> Equipos e implementos.....	28
<b>Tabla 5</b> Prueba receta #1 – Blanqueo Óptico PES.....	30
<b>Tabla 6</b> Prueba receta #1 – Blanqueo Óptico PET.....	30
<b>Tabla 7</b> Prueba receta #2 - Blanqueo Óptico PES .....	31
<b>Tabla 8</b> Prueba receta #2 – Blanqueo Óptico PET.....	31
<b>Tabla 9</b> Prueba receta #3 – Blanqueo Óptico PES.....	31
<b>Tabla 10</b> Prueba receta #3 – Blanqueo Óptico PET.....	32
<b>Tabla 11</b> Prueba receta #4 – Blanqueo Óptico PET.....	32
<b>Tabla 12</b> Medición en el espectrofotómetro de las muestras PES y PET crudo .....	36
<b>Tabla 13</b> Medición en el espectrofotómetro de las muestras PES y PET con blanqueo óptico, tomando como referencia el Decmc, la diferencia entre muestras. ....	37
<b>Tabla 14</b> Parámetros para la máquina sublimadora .....	39
<b>Tabla 15</b> Sublimación en tela PES - Amarillo.....	39
<b>Tabla 16</b> Parámetros de sublimación para PET - Amarillo .....	40
<b>Tabla 17</b> Sublimación en tela PES - Turquesa.....	41
<b>Tabla 18</b> Parámetros de sublimación para PET - Turquesa.....	42
<b>Tabla 19</b> Parámetros de sublimación para PES - Magenta .....	43
<b>Tabla 20</b> Parámetros de sublimación para PET - Magenta.....	44
<b>Tabla 21</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 106 C.....	50
<b>Tabla 22</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 109 C.....	51
<b>Tabla 23</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 112 C.....	52
<b>Tabla 24</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 196 C.....	53

<b>Tabla 25</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 199 C.....	54
<b>Tabla 26</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 202 C.....	55
<b>Tabla 27</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3242 C.....	56
<b>Tabla 28</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3272 C.....	57
<b>Tabla 29</b> Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3302 C.....	58
<b>Tabla 30</b> Tonalidades bajas.....	60
<b>Tabla 31</b> Tonalidades medias.....	61
<b>Tabla 32</b> Tonalidades oscuras.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica Carrera de Textiles .....	6
<b>Figura 2</b> Ubicación geográfica del laboratorio de la Carrera de Textiles .....	6
<b>Figura 3</b> Estructura química del PET.....	8
<b>Figura 4</b> Ciclo de vida de una botella PET de agua envasada .....	8
<b>Figura 5</b> Clasificación de las fibras textiles .....	14
<b>Figura 6</b> Percepción del color por el ojo humano .....	17
<b>Figura 7</b> Escala y clasificación de los colores .....	18
<b>Figura 8</b> Espacio de color CIEL*a*b.....	19
<b>Figura 9</b> Cromaticidad o saturación.....	20
<b>Figura 10</b> Representación del matiz.....	21
<b>Figura 11</b> Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad .....	21
<b>Figura 12</b> Diagrama de procesos .....	24
<b>Figura 13</b> Proceso de sublimación .....	25
<b>Figura 14</b> Curva de procesos para el blanqueo óptico de las muestras.....	33
<b>Figura 15</b> Tejidos PES y PET respectivamente, muestras iniciales sin blanqueo óptico	34
<b>Figura 16</b> Tejidos PET, en base al orden de cada receta del blanqueo óptico mencionadas anteriormente .....	34
<b>Figura 17</b> Tejidos PET realizados blanqueo óptico siendo analizados con luz azul .....	35
<b>Figura 18</b> Tejido PET sin Sunwhite FGL con luz azul.....	35
<b>Figura 19</b> dCIELab D65 -10 Muestra PES y PET crudo .....	36
<b>Figura 20</b> Curva de comportamiento del color - Muestra PES y PET crudo.....	37
<b>Figura 21</b> dCIELab D65 -10 Muestra PES y PET con blanqueo óptico.....	38
<b>Figura 22</b> Curva de comportamiento del color - Muestra PES y PET con blanqueo óptico.....	38
<b>Figura 23</b> Papel de sublimación impreso con los diferentes colores y tonalidades .....	45
<b>Figura 24</b> Tela de PES previamente cortada en secciones.....	45
<b>Figura 25</b> Tela de PET previamente cortada en secciones .....	46
<b>Figura 26</b> Sublimadora calentando la bandeja donde van las muestras de sublimación	46
<b>Figura 27</b> Testigos de prueba de tela PES y PET .....	47
<b>Figura 28</b> Muestras de tela PET.....	48

<b>Figura 29</b>	Los mismos colores y tonalidades aplicados a la tela PES y PET .....	48
<b>Figura 30</b>	Ingreso de la bandeja hacia la plancha sublimadora .....	49
<b>Figura 31</b>	Retiro de papel de sublimación de muestras de tela PES .....	49
<b>Figura 32</b>	Retiro de papel de sublimación de muestras de tela PES .....	50
<b>Figura 33</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 106 C .....	51
<b>Figura 34</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 109 C .....	52
<b>Figura 35</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 112 C .....	53
<b>Figura 36</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 196 C .....	54
<b>Figura 37</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 199 C .....	55
<b>Figura 38</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 202 C .....	56
<b>Figura 39</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 3242 C .....	57
<b>Figura 40</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 3272 C .....	58
<b>Figura 41</b>	Curva de comportamiento del color - Pantone 3302 C .....	59
<b>Figura 42</b>	Análisis entre colores de tonalidad baja .....	64
<b>Figura 43</b>	Análisis de fuerza e intensidad de color tonos bajos .....	65
<b>Figura 44</b>	Análisis entre colores de tonalidad media .....	66
<b>Figura 45</b>	Análisis de fuerza e intensidad de color tonos bajos .....	67
<b>Figura 46</b>	Análisis entre colores de tonalidad oscura .....	68
<b>Figura 47</b>	Análisis de fuerza e intensidad de color tonos oscuros .....	69
<b>Figura 48</b>	Análisis general de los diferentes colores y tonalidades .....	70
<b>Figura 49</b>	Comparación general de la intensidad del color en los tejidos PES y PET ...	71

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es llevar a cabo un análisis comparativo del desarrollo del color, efectuando el proceso de sublimación en tejidos tafetán de poliéster (PET) y poliéster reciclado (PET) 100%, las muestras de estos tejidos en el caso del poliéster reciclado (PET), será como primer paso someterlas a un blanqueo óptico, esto con el fin de obtener una base con mayor similitud respecto al poliéster (PES), ya que este tejido cuenta con una blanqueo óptico de fábrica, siendo necesario por esta razón el blanqueo óptico en el poliéster reciclado (PET), esta similitud será determinada en la cámara de luz, y partir desde ese punto, se procederá al proceso de la sublimación, donde se obtendrán diferentes colores (amarillo, turquesa y magenta) y tonalidades (baja, media y obscura), los cuáles serán examinados en el equipo espectrofotómetro, específicamente en el X-Rite Color i 5 específicamente el programa Color i Textile, siendo este indispensable para determinar los parámetros que se necesitarán para poder llegar a la conclusión de este trabajo, y determinar la viabilidad del poliéster reciclado a diferencia del poliéster para el proceso de la sublimación en dichos tejidos y su posible utilización a futuro.

#### *1.1 Descripción del tema*

En la actualidad en el planeta se ha evidenciado un incremento en la contaminación por los residuos plásticos, principalmente las botellas que son usadas para el transporte y venta de líquidos como agua, gaseosa y otros. Los problemas principales que existen por el lado de la oferta son la recolección y recuperación de los flujos de desechos, la recolección de los flujos de desechos está

limitada por la falta de incentivos, así como por regulaciones poco sistemáticas y prácticas de recolección ineficientes (Joo & Eun Oh, 2019). Por esto los gobiernos y las industrias están en la búsqueda de solucionar esta problemática y han planteado generar políticas de reciclaje para reducir los niveles de contaminación. De ahí que los envases reciclados están siendo reusados en productos de uso común y la industria textil a encaminado sus esfuerzos por generar productos derivados de los reciclados del plástico denominado PET.

Existen escasos estudios acerca del proceso de tintura y acabados con respecto a tejidos PET, la falta de información como la sublimación en dichos textiles, no permiten conocer de mejor forma estos procedimientos y las ventajas que se podrían obtener de éstos, En referencia a este material, su principal inconveniente es la falta de información que se tiene acerca de este tipo de tejidos por parte de la sociedad, y que su materia base proviene del proceso de reciclado de botellas.

Los tejidos PET tienen propiedades que pueden ir desde la gran resistencia, flexibilidad, etc., hasta el hecho de que su fabricación no requiere extracción de nuevo petróleo, requeriría menos energía y podría generar hasta un 75% menos de emisiones de CO<sub>2</sub> (Pérez & Ruiz, 2009).

Al tener en cuenta los problemas mencionados anteriormente, el análisis a realizar está impulsado con el fin de determinar el desarrollo y la intensidad del color en comparación del tejido PET y PES, en caso de tener resultados positivos, el proceso de sublimado en dicho textil innovador sería de gran ventaja, no sólo en costos sino también en colaborar con el medio ambiente y así dichos tejidos se podrían volver una gran alternativa con respecto al PES.

## ***1.2 Antecedentes***

Un kilogramo de PET tiene una composición de petróleo en un 64%, derivados de líquidos de un gas natural en un 23% y por último aire en un 13%. El PET resulta de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol (Pérez & Ruiz, 2009).

El proceso de reciclaje reduce el gasto energético para poder fabricar poliéster con materias primas vírgenes en un 92%, además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 72%. (TWEnergy, s. f.).

Adidas ha anunciado que utilizará poliéster 100% reciclado en sus prendas para 2024, Ikea se ha comprometido con este mismo objetivo para 2030, y Coca-Cola ha anunciado que reciclará una botella por cada botella que venda para 2030 (Joo & Eun Oh, 2019).

La sublimación en un tejido PET se trata de que la tinta con la que se plasman los diseños en el textil pase de estado sólido a gaseoso, y en ese estado es cuando penetra en los tejidos y se fija permanentemente (Ortiz Gonzáles, 2015). Este es un proceso con muy baja frecuencia de aplicación, esto debido a que los tejidos PET están sobresaliendo juntamente con la práctica del reciclaje, por esta razón se ha vuelto un tema fundamental que está proyectado al cuidado ambiental y con todo esto también han existido mayores oportunidades de negocios en varias industrias como es en la textil.

Finalmente, el propósito de esta investigación estará proyectada con la finalidad de poder divulgar y además poder concientizar acerca de la tecnología industrial del reciclaje, entendiendo así la gran importancia y facilidad de reutilizar el PET en forma de tejido, además del amplio campo de utilización que puede tener este, intentando así irradiar de alguna forma el inmenso daño ambiental que se le ha dado al planeta en los últimos años.

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

La presente investigación está dirigida a la interpretación y al análisis comparativo del desarrollo del color en la sublimación de un tejido 100% poliéster reciclado (PET) y poliéster (PES). La razón por la cual se realiza esta indagación tiene que ver con los cambios medioambientales que se han presenciado en los últimos años y el impacto que han tenido en

nuestro planeta, ya que como se conoce la industria textil es aquella que cuenta con diversos campos en los cuales existen muchos desperdicios y, por ende, contaminación. Siendo un gran ejemplo las áreas de tintorería y acabados. Además, dichos cambios tienen que ver también con la explotación de los recursos no renovables (petróleo) por lo que se requiere un estudio que arroje datos mucho más precisos, los cuales permitan conocer la similitud que podrían tener el PET y PES para poder realizar un proceso de sublimación, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente. Una vez obtenidos los resultados se podría determinar si el PET podría ser una excelente alternativa con respecto al PES, ya que como se conoce el PES es una fibra sintética la cual se necesita principalmente como materia prima el petróleo (extracción), mientras que el PET se obtiene del reciclaje de botellas. Al pasar el tiempo se ha desarrollado hilos, seguido de tejidos PET, que poseen grandes características como flexibilidad, gran resistencia, entre otros. La intención mediante este trabajo es conocer si un tejido PET como en un PES al momento de someterlos al proceso de sublimación desarrollan propiedades similares con respecto al color que se obtienen de dicho proceso, y logrando así dar a conocer el trabajo realizado, a fin de colaborar con la concientización de la población ya sea local o mucho mejor si es mundial, dando a entender que el PET es mucho más amigable con el medio ambiente que el PES, teniendo en cuenta el acabado de termo-impresión que se le otorgó, además de que en términos económicos el tejido PET junto con el proceso de sublimación serían muchos más rentables, ya que para obtener el PET se consumiría mucho menos energía y al momento de comparar el proceso de extracción de petróleo junto con el de reciclaje de botellas, obviamente es mucho más viable el reciclaje.

## **1.4** *Objetivos*

### **1.4.1** **Objetivo general**

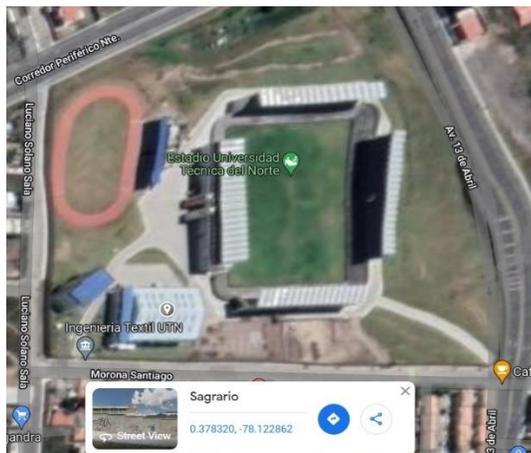
- Analizar el comportamiento del desarrollo del color mediante el proceso de sublimación en un tejido plano tafetán 100% poliéster reciclado (PET) y poliéster (PES).

### **1.4.2** **Objetivos específicos**

- Revisar en fuentes confiables y verídicas información de estudios previos referente a los procesos de sublimación en tejido en tejidos de poliéster reciclado (PET) y poliéster (PES).
- Realizar el proceso de sublimación de un tejido plano tafetán 100% poliéster reciclado (PET) y poliéster (PES) en diferentes tonalidades para obtener las muestras a escala de laboratorio.
- Evaluar mediante el uso del espectrofotómetro textil, el grado de intensidad del color en los dos tejidos para recopilar datos de laboratorio que facilitarán el análisis de resultados.

## **1.5** *Características del sitio del proyecto*

El presente proyecto de investigación se desarrolló en los laboratorios de la carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, el cual consta de equipos estandarizados y certificados para la realización de diferentes tipos de pruebas a los sustratos textiles, ubicado en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, Barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala representados en la figura 1 y 2.

**Figura 1***Ubicación geográfica Carrera de Textiles*

*Nota.* La imagen mostrada, corresponde a la ubicación del Campus Azaya-UTN. Fuente: (Google Maps, 2023)

A continuación, se indica el segundo sitio en donde se realizó las pruebas insitu de recolección de datos indicado en la figura 2.

**Figura 2***Ubicación geográfica del laboratorio de la Carrera de Textiles*

*Nota.* La imagen mostrada, corresponde a la ubicación de los laboratorios certificados en el Campus Azaya-UTN. Fuente: (Google Maps, 2023)

## CAPÍTULO II

### 2. ESTADO DEL ARTE

#### *2.1 Estudios previos*

A continuación, en el presente apartado del trabajo se procederá a realizar una explicación de los parámetros y procesos que serán necesarios ejecutar para llegar a la determinación del tema mencionado, aportando así argumentos los cuales estén basados en estudios preliminares y que de cierta manera ayuden aportando información necesaria para la comprensión y realización de esta investigación.

##### **2.1.1 Poliéster reciclado**

Desde 1955, el PET se ha utilizado como fibra de vidrio y desde 1976 para envasar productos como licores, productos de aseo tanto personal como del hogar, medicamentos, toda clase de líquidos, químicos y agroquímicos. Es principalmente popular en la industria alimenticia ya que sirven para envasar bebidas y alimentos. Los envases de PET suelen tener características como son ligeros y resistentes a impactos que son los más significativos. Además, tienen cierre hermético y no alteran las propiedades de su contenido para el cual ha sido utilizado. Lo más destacable de estos productos es que no son tóxicos (Zambrano Palma, 2013).

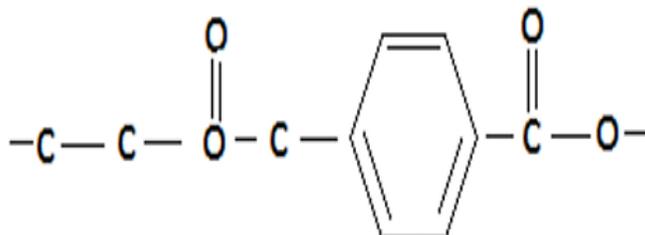
El poliéster reciclado (tereftalato de polietileno) es una ramificación o derivación del poliéster (PES) que para llegar a su producto final, se transforma en una especie de mezcla plástica y el origen para la obtención de este compuesto es el petróleo y se lo consigue mediante diversos procesos químicos, además está compuesto por hidrógeno, oxígeno y carbono, algo importante que se debe considerar es que este no contiene halógenos como cloro o bromo ni tampoco sulfuro y nitrógeno (Palacio Legislativo de San Lázaro, 2021).

El proceso de reciclaje reduce el gasto energético para poder fabricar poliéster con materias primas vírgenes en un 92%, además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 72%. El PET resulta de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol (Pérez & Ruiz, 2009).

### Figura

3

*Estructura química del PET*

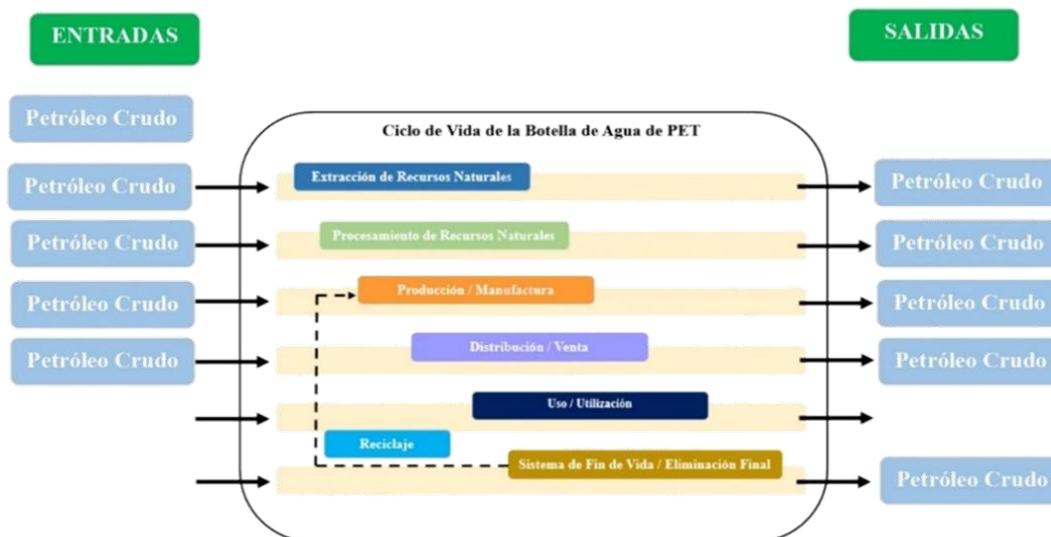


*Nota.* El poliéster reciclado PET o también conocido como rPet, es una resina termoplástica.

Fuente: (Mendaña, 2014)

### Figura 4

*Ciclo de vida de una botella PET de agua envasada*



Adaptado de (Mendaña, 2014)

### **2.1.2 Impacto del PET**

El polietileno tereftalato (PET), se ha mantenido en aumento debido a que se caracteriza como un material reciclable, y este al tener esta característica no significa que no pueda ocasionar daños ambientales. Este material puede causar diversas contrariedades ambientales al ser acumulado en el medio ambiente, que entre estos impactos están muertes de especies animales, daños hacia los hábitats por inundaciones y un punto muy importante además de crítico es la acumulación de estos desechos en rellenos sanitarios (Carvajal & Salas, 2018).

El uso del PET se lo da principalmente a la fabricación y creación de botellas para un sinnúmero de productos los cuales van desde botellas para jugos, gaseosas, y varios embazados, ya que poseen diversas propiedades funcionales como la buena resistencia y además de pesar aproximadamente la décima parte menos que una botella común de vidrio, además de tener en cuenta que esta se rompe con menos facilidad (Estrada Moreno et al., 2015).

Dos grandes motivos por los cuales el proceso de reciclado actual tiene un índice bajo de realización, se debe a que por un lado refiriéndose a costos de logística son demasiado elevados, ya que al ser botellas vacías (prácticamente siendo aire) no tienen una buena rentabilidad. Además, por otro lado esta acción depende mucho del mercado informal por llamarlo así, es decir depende de la voluntad de las personas que desean donar, regalar o vender estos empaques, teniendo en cuenta también que no existe ninguna clase de incentivo por esta práctica, exceptuando municipios o ciudades que tienen estas prácticas, clasificando los materiales orgánicos e inorgánicos y reciclables (Paz, 2016).

Los envases de PET tienen un bajo nivel de biodegradabilidad, lo que significa que tienen una alta tasa de contaminación, además de que pueden llegar a tardar a un período de hasta 500 años en degradarse. Por esta razón, es importante incentivar y reciclar-reprocesar estos envases

para que puedan volver a ser utilizados en la producción de nuevos envases (Zambrano Palma, 2013).

**Tabla 1**

*Resumen de las propiedades físicas y químicas del PET*

<b>Propiedades Físicas y Químicas</b>	
Resistencia al ataque químico	Puede soportar la exposición a combustibles, alcoholes, grasas, éteres ácidos y bases diluidas sin sufrir daños
Solubilidad	Insoluble Tiene una solubilidad en menor grado es decir a los disolventes halógenos, también aromáticos, además de cetonas ácidas y bases fuertes
Resistencia al envejecimiento	Presenta una resistencia buena a la temperatura ambiental, además de radiaciones solares y la humedad.
Estabilidad térmica	Estable a temperaturas menor o igual a 71°C  Cristalizado estable a temperaturas menores o igual a 230°C
Permeabilidad	Excelente barrera al CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub>
Densidad	Estado amorfo: 1.33 - 1.37 g/cm <sup>3</sup> Estado cristalino: 1.45 - 1.51 g/cm <sup>3</sup>
Conductividad térmica	Buen aislamiento térmico = 0.24 W/m x K
Absorción de agua	< 0.7 % durante 24 horas
Propiedades ópticas	Transmisión de luz: 89% Índice de refracción: 1.576
Propiedades biológicas	No presenta vulnerabilidad al ataque microbiológico

Fuente: (Suasnavas Flores, 2017)

### **2.1.3 Sublimación**

Los poliésteres PET y PES son materiales plásticos que, al aplicarse calor, se derriten y abren los poros del tejido. Esto permite que la tinta, que se convierte en gas por el proceso de sublimación, penetre en los poros. Esta técnica puede ser empleada en telas 100% de poliéster o en superficies rígidas con revestimiento de poliéster. Por otro lado, no se pueden utilizar materiales naturales como algodón, papel, madera o lana, ya que estos se quemarían debido a la alta temperatura. Normalmente, el calentamiento de las tintas para la sublimación se realiza entre 180 y 200 °C (Imagine Roland, n.d.).

## **2.2 Marco legal**

En esta sección se trata de la parte de fundamentos legales, es decir parte de la constitución del Ecuador, además de artículos que protegen el parte medio ambiental y los lineamientos que se deben cumplir.

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

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador, se establecen los siguientes artículos relacionados con el medio ambiente:

Art 14. - Se reconoce el derecho de la ciudadanía a habitar en un entorno saludable y armónico con la naturaleza que garantice la durabilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara como algo de interés público la preservación del medioambiente, la preservación de los ecosistemas, la diversidad biológica y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención de daños ambientales y la recuperación de los espacios naturales afectados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

### **2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte**

El proyecto de investigación presentado de acuerdo con (Universidad Técnica del Norte, 2022), se encuentra concerniente con las siguientes líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte y de la Carrera de Textiles:

- Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
- Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.

### **2.2.3 Tulsma**

El proyecto de investigación presentado se encuentra concerniente con los siguientes artículos, haciendo referencia y teniendo en cuenta los cuidados que se deben tener con respecto al ambiente:

Art. 6.- Obligaciones Generales. - Toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de estos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al Sistema Único de Manejo Ambiental, de acuerdo con lo que establece la legislación aplicable, este Libro y la normativa administrativa y técnica expedida para el efecto. Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, participación social, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, corresponsabilidad, solidaridad, cooperación, minimización de desechos, reutilización, reciclaje y aprovechamiento de conservación de recursos en general, uso de tecnologías limpias, tecnologías alternativas ambientalmente responsables, buenas prácticas ambientales y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales. Se deben tener en cuenta las consecuencias ambientales de todo

producto, sea o no industrializado, a lo largo de su ciclo de vida. Nota: Artículo sustituido por Acuerdo Ministerial No. 61, publicado en Registro Oficial Suplemento 316 de 4 de mayo del 2015 (Ministerio de Ambiente, 2015).

Además, se agrega otro artículo que conceptualiza la importancia de puntos adicionales a los mencionados anteriormente:

Art. 79.- Desechos peligrosos. A bienes del libro citado se consideran como desechos peligrosos, los siguientes:

a) Los residuos que provienen de cualquier actividad humana que involucre la creación, modificación, reciclaje, uso o desecho de materiales y que contengan algún componente que pueda dañar la salud de las personas o el equilibrio ecológico según la normativa vigente. Estos residuos pueden tener forma sólida, semisólida, líquida o gaseosa y pueden ser corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables, biológico-infecciosos y/o radioactivos (Ministerio de Ambiente, 2015).

### ***2.3 Marco conceptual***

En este apartado se recopilará y expondrá información de conceptos básicos fundamentales para el entendimiento y desarrollo del presente trabajo de investigación.

#### **2.3.1 Fibras Textiles**

Las fibras textiles son conjuntos de filamentos que se utilizan para crear materiales para la fabricación de tejidos, estas fibras se unen para formar hilos, que a su vez forman tejidos. Las fibras textiles se pueden clasificar según su origen, longitud y composición, lo que permite determinar los tratamientos necesarios para su uso en la manufactura de productos textiles. Esta clasificación es importante ya que permite identificar las características y propiedades de las fibras

y además de cómo deben ser tratadas para obtener los mejores resultados en la producción de géneros textiles (Andrade Mayer, 2017).

La longitud de las fibras textiles está relacionada con la finura del hilo que se puede obtener, además las fibras pueden ser de longitud determinada o filamentos de longitud indefinida, las fibras naturales y químicas cortadas tienen una longitud determinada, mientras que las fibras químicas suelen presentarse en forma de filamentos, es importante conocer que la finura de las fibras afecta el tacto y la impermeabilidad de los textiles, siendo así las fibras más finas son más suaves y permiten la creación de tejidos livianos y resistentes al agua la finura se mide en micras y la masa lineal en número Tex (Calvo Sealing, n.d.).

Las fibras textiles de acuerdo con su origen pueden ser de origen natural y químicas junto con sus respectivas subdivisiones como se muestra en la figura 5.

### Figura 5

*Clasificación de las fibras textiles*

CLASIFICACIÓN		EJEMPLOS	
NATURALES	Minerales	Amianto	
	Vegetales (celulósicas)	De semillas: algodón, capoc.	
		Del tallo: lino, yute, cáñamo, ramio.	
		De la hoja: esparto, pita, sisal.	
	Animales (protenínicas)	Del fruto: coco.	
		Del pelo: lana, mohair, cachemira, alpaca.	
De filamento: seda, tussur.			
De la piel: cuero.			
QUIMICAS	Artificiales	Minerales	Metálicas (oro, plata, cobre)
		Celulósicas	Rayón viscosa, rayón cupramonio, rayón acetato...
		Proteínicas	De la caseína de la leche: fibrolane, lanital.
			De cacahuete: ardil.
			De maíz: vícara, azlón.
	Sintéticas	Algínicas	Rayón alginato
		Minerales	Fibra de vidrio
		De poliadición	Polivinílicas y poliacrílicas
			Polietílicas
			Polipropilénicas
De policondensación	Poliuretano		
	Poliésteres		

Fuente: (Contreras Carvajalino, 2017)

Según (Calvo Sealing, n.d.) las propiedades más importantes a tener en cuenta son las siguientes:

- La resistencia a la tensión, abrasión y resistencia de impactos.
- Un buen rendimiento cuando se expone al fuego y altas temperaturas.
- Alta resistencia a bacterias y otros microorganismos.

### **2.3.2 Tejido Plano**

Un tejido es una lámina compuesta por hilos organizados de manera específica. Esta organización le confiere al tejido ciertas propiedades de resistencia y flexibilidad. Los diferentes tipos de tejidos se distinguen entre sí por la forma en que están ordenados sus hilos (Andrade Mayer, 2018).

En sus inicios, los tejidos planos no poseían elasticidad debido al material con el que se fabricaban, esto resultaba en prendas de vestir holgadas. Con la aparición de nuevos materiales como el nylon y el spandex, se logró obtener nuevas propiedades en los tejidos planos, como la elasticidad, estos tejidos están compuestos por hilos de trama y urdimbre que se entrelazan de manera ordenada para formar diferentes tipos de tejidos, algunos ejemplos de tejidos planos son el tafetán, el satín, la sarga y el Jacquard (Carrillo López & Webster Vásquez, 2019).

- Tafetán: Este es el más simple de los tres ligamentos fundamentales del tejido plano, el tafetán o liso, que no tiene diferencia entre la cara y el revés porque tiene una estructura balanceada, es decir, la misma cantidad de urdimbres y de tramas en el tejido. Además, está formado por dos tipos de hilos con un grosor similar que se cruzan en direcciones opuestas: el hilo vertical que se llama urdimbre y el hilo horizontal que se llama trama, generando así diversos tejidos pero con las características de ser tupidos y a su vez lizos (Flores Salon, 2021).

- **Sarga:** Este ligamento se denomina así ya que tiene un curso mínimo de 3, se distingue por su escalonado de 1 en 1, que puede ser por urdimbre o por trama, y que forma, en la mayoría de los casos, una línea diagonal de 45 grados, que facilita su identificación, la inclinación de esta línea diagonal depende de las densidades o los números del hilo. Si hay más densidad de trama, la línea es más horizontal, si hay más densidad de urdimbre, la línea es más vertical (Andrade Mayer, 2018).
- **Satín:** Este tejido se conoce también como satén o zaytun, es uno de los tres tipos básicos que se pueden obtener en un telar sencillo, el mencionado tejido se caracteriza por tener pocos puntos de unión entre la urdimbre y la trama, que están distribuidos de manera que apenas se ven, creando así una superficie lisa y brillante donde la urdimbre cubre a la trama o al revés, este a su vez tiene una cara y un reverso distintos, por lo que es muy pesado, es decir, una de las caras tiene más presencia de urdimbre o trama, esta clase de tejidos suele parecerse a la seda, ya que tiene una superficie muy firme, suave y reluciente, además su fácil identificación también se debe a la inclinación del tejido, sin embargo esta depende de la densidad o el grosor del hilo, a mayor densidad de trama la inclinación es más horizontal, a mayor densidad de urdimbre más vertical (Flores Salon, 2021).

### **2.3.3 Proceso de sublimación**

Según (Sawgrass, 2018) afirma que para poder realizar el proceso de sublimado en general se basa de tres partes y son las siguientes:

- **Creación:** Usar un programa de diseño gráfico de escritorio o a su vez en línea para generar una imagen.
- **Impresión:** Enviar la imagen a la impresora de sublimación para imprimirla sobre una hoja de transferencia térmica o también conocido como papel transfer.

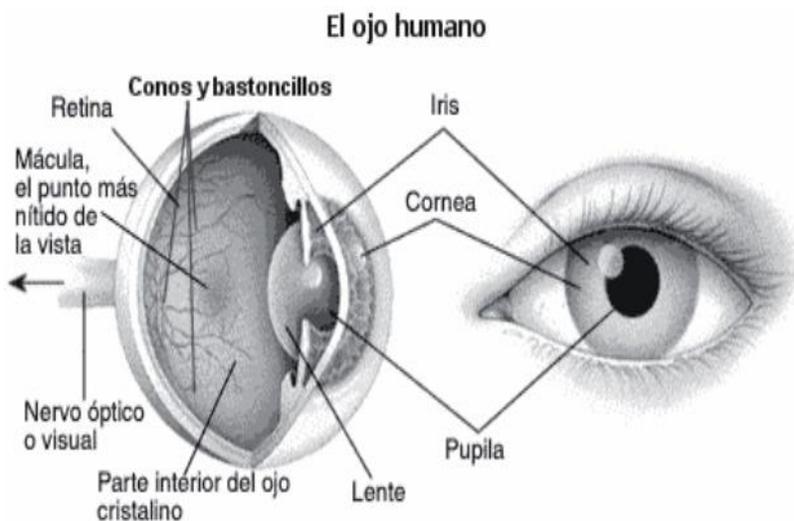
- Prensado: Pegar la hoja de transferencia térmica impresa al artículo y luego colocarlos ambos en una prensa de calor con los ajustes adecuados de tiempo, temperatura y presión. Pasado el tiempo establecido, sacar el producto de la prensa de transferencia térmica, quitar el papel de transferencia y dejar que el producto se enfríe.

### 2.3.4 Teoría del color

La sensación visual que se la conoce como color se produce cuando el cerebro de los humanos procesa las señales nerviosas que le mandan las células fotosensibles de la retina del ojo, que a su vez captan y diferencian las distintas longitudes de onda que corresponden a la parte visible del espectro electromagnético, el color depende de la luz que incide sobre los objetos y de cómo la reflejan (Ambriz, 2020).

#### Figura 6

*Percepción del color por el ojo humano*



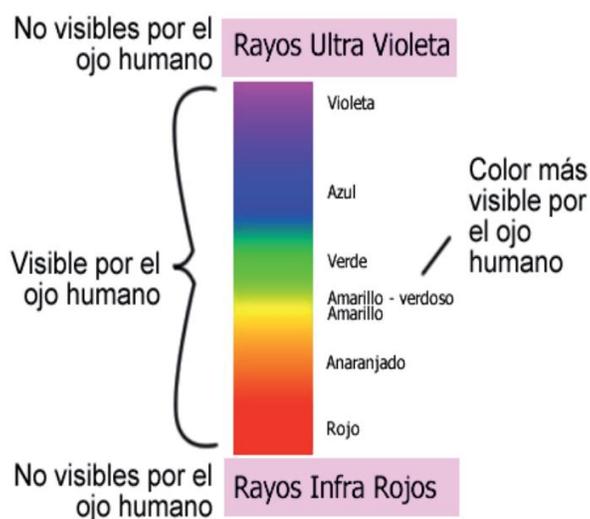
Fuente: (De los Santos, 2010)

Cuando se habla de color, la primera visión que se tiene sobre este término hace referencia a reflectancia o transmitancia de una característica de cierto objeto. Según (Gómez, 2020), “No es

posible hablar de color sin hablar de la luz y viceversa, puesto que una es el resultado de la otra” (p. 10). Es por esto por lo que siempre a esta terminología se la asocia con la luz, características y cualidades del ámbito y la visión de los seres vivos.

### Figura 7

*Escala y clasificación de los colores*



Fuente: (Flores Salon, 2021)

Para describir un color, se pueden usar tres características: el tono, que es la cualidad que lo distingue; la saturación, que es la pureza o intensidad máxima del color; y el brillo, que es la capacidad de reflejar la luz blanca que recibe. Además, para lograr una buena composición, se debe tener en cuenta la armonía, que es la coordinación de los colores que conviven en una obra (Ambriz, 2020).

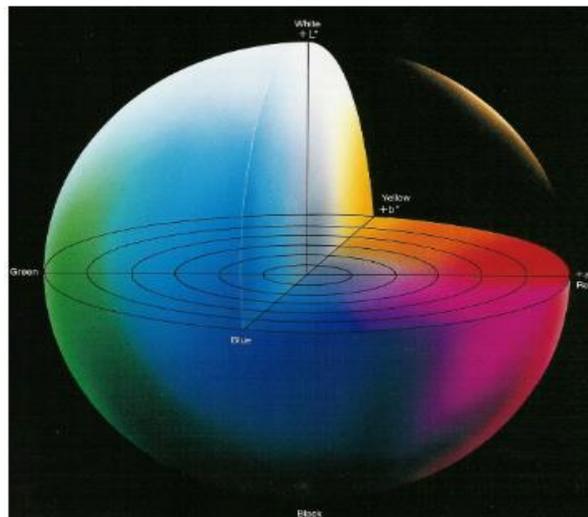
#### 2.3.5 Espacio de color CIE L\*A\*B

El CIELAB, o L\*a\*b por sus siglas, es un espacio de color que fue establecido en el año 1976 por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Este expresa el color como tres valores:

$L^*$  para la luminosidad perceptual y  $a^*$  y  $b^*$  para los cuatro colores únicos de la visión humana: magenta, verde, azul y amarillo. El espacio CIELAB fue diseñado como un espacio uniforme perceptualmente, donde un cambio numérico dado corresponde a un cambio similar percibido en el color, aunque el espacio LAB no es realmente uniforme perceptualmente. Es útil en la industria para detectar pequeñas diferencias de color, al igual que el espacio CIEXYZ del que se deriva, el espacio de color CIELAB es un modelo independiente del dispositivo, basado en un "observador estándar". Los colores que define no son relativos a ningún dispositivo específico como un monitor de ordenador o una impresora, sino que se relacionan con el observador estándar de la CIE que es un promedio de los resultados de los experimentos de coincidencia de color en condiciones de laboratorio. Para medir los rasgos de color, detectar irregularidades y definir límites de color, los fabricantes y los investigadores utilizan este método (Talens, 2017).

### Figura 8

*Espacio de color CIEL\*a\*b*



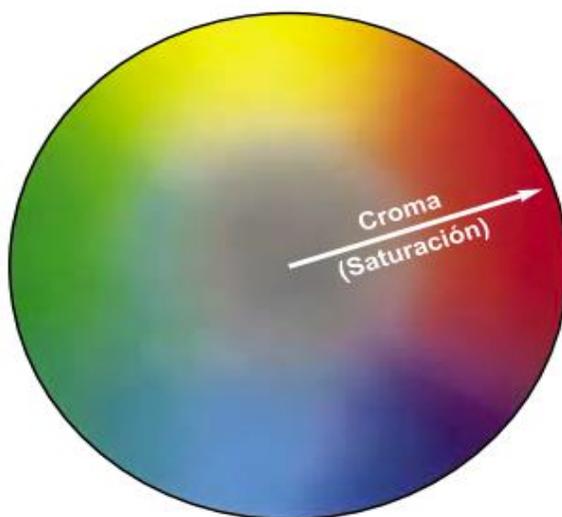
Fuente: (Talens, 2017)

Uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta son los atributos del color, ya que color se caracteriza por tres componentes: tono (matiz), luminosidad (valor) y saturación (croma), siendo estos tres elementos los que permiten definir un color de forma exacta y diferenciarlo de los demás (Chuchuca Moran et al., 2012).

La intensidad de un color (croma) se refiere a su grado de saturación o pureza, es decir, a qué tan alejado o cercano está el color del gris o del tono original (Ruiz Correa, 2020).

### **Figura 9**

*Cromaticidad o saturación*

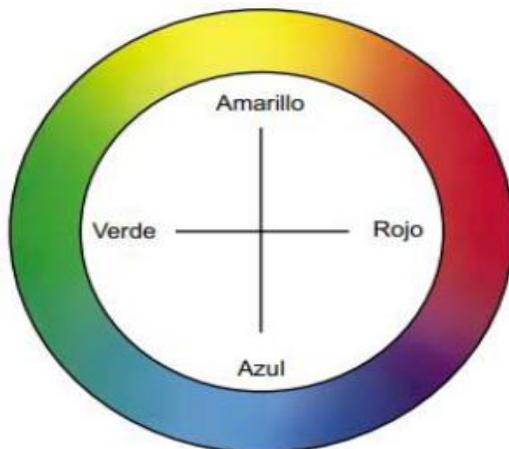


Fuente: (Ruiz Correa, 2020)

Una forma de describir el color de alguna cosa u objeto es mencionar el matiz, que es la cualidad que permite distinguir entre colores como el rojo, el naranja, el verde, el azul, etc., siendo así el matiz básicamente la sensación que nos produce el color de un objeto al observarlo (Chuchuca Moran et al., 2012).

**Figura 10**

*Representación del matiz*

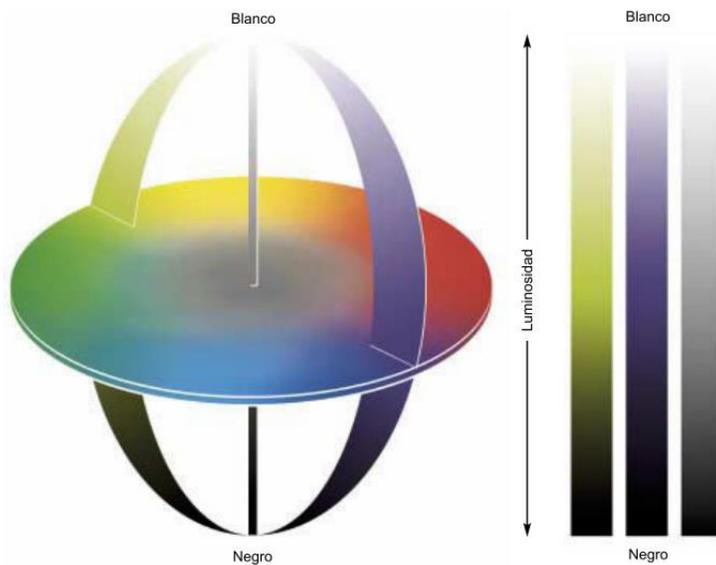


Fuente: (X-Rite, n.d.)

El valor es la medida de la luminosidad de un color - es decir, su nivel de brillo. Los colores pueden ser categorizados como claros u oscuros según sus valores relativos (X-Rite, n.d.).

**Figura 11**

*Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad*



Fuente: (X-Rite, n.d.)

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 *Método de investigación*

En esta sección se presenta las estrategias, procesos y técnicas para la respectiva recopilación de datos, además de los tipos de investigación que se tendrán en el presente proyecto, para proporcionar un entendimiento más claro y conciso sobre el proceso.

##### 3.1.1 **Investigación analítica**

Esta metodología se basa en dos procesos intelectuales que trabajan juntos siendo el análisis conjuntamente de la síntesis. La síntesis y el análisis son dos procesos mentales opuestos que nos ayudan a comprender la realidad. El análisis consiste en apartar mentalmente un todo en sus elementos además de las características, así como en sus relaciones y propiedades. La síntesis, por el contrario, consiste en realizar una unión mentalmente de las partes que se han analizado previamente y descubrir sus rasgos y conexiones generales. Este método nos permite generalizar algunos aspectos que se definen a partir del análisis. Debe contener solo lo estrictamente necesario para comprender lo que se sintetiza (Omar & Ean, 2017).

El método analítico es una desintegración en las partes mínimas de algo que se esté visualizando. Además, este es un método científico aplicado en un discurso, en donde se aplica la descomposición de un discurso en sus mínimas partes y luego se sintetiza para así lograr entender el discurso que se está analizando (Lemus, 2020).

##### 3.1.2 **Investigación experimental**

Estos datos se clasifican en: preexperimentales, casi experimentales y experimentales puros. Se trata de datos que se obtienen al intervenir el investigador en los hechos, controlando una variable y observando el efecto en otra variable (Arispe et al., 2020).

El objetivo de una investigación experimental verdadera es demostrar que la variable dependiente se altera por la intervención de la variable independiente. Para establecer una relación causal entre ambos fenómenos, es necesario que los efectos observados en el experimento se atribuyan a la causa (Valdez López et al., 2022).

### **3.1.3 Investigación comparativa**

El método comparativo consiste en realizar comparaciones con un enfoque científico, es decir, identificar diferencias y semejanzas entre objetos. Esto implica realizar operaciones mentales como observar, analizar e interpretar, que son procesos que facilitan el descubrimiento de significados y la construcción de conocimientos (Nohlen & Jimenez Jimenez, 2021).

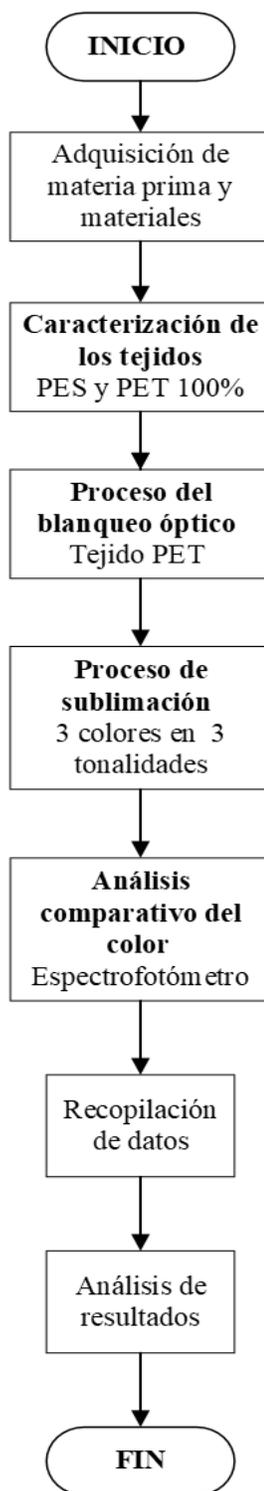
## **3.2 Descripción del proceso**

Es esta sección es importante tener claro y conciso el proceso que se lleva a cabo y tener la información necesaria y ordenada, además de guías que sirvan como soporte para llevar a cabo la actividad, como los flujogramas que se presentan a continuación.

### 3.2.1 Flujograma general

**Figura 12**

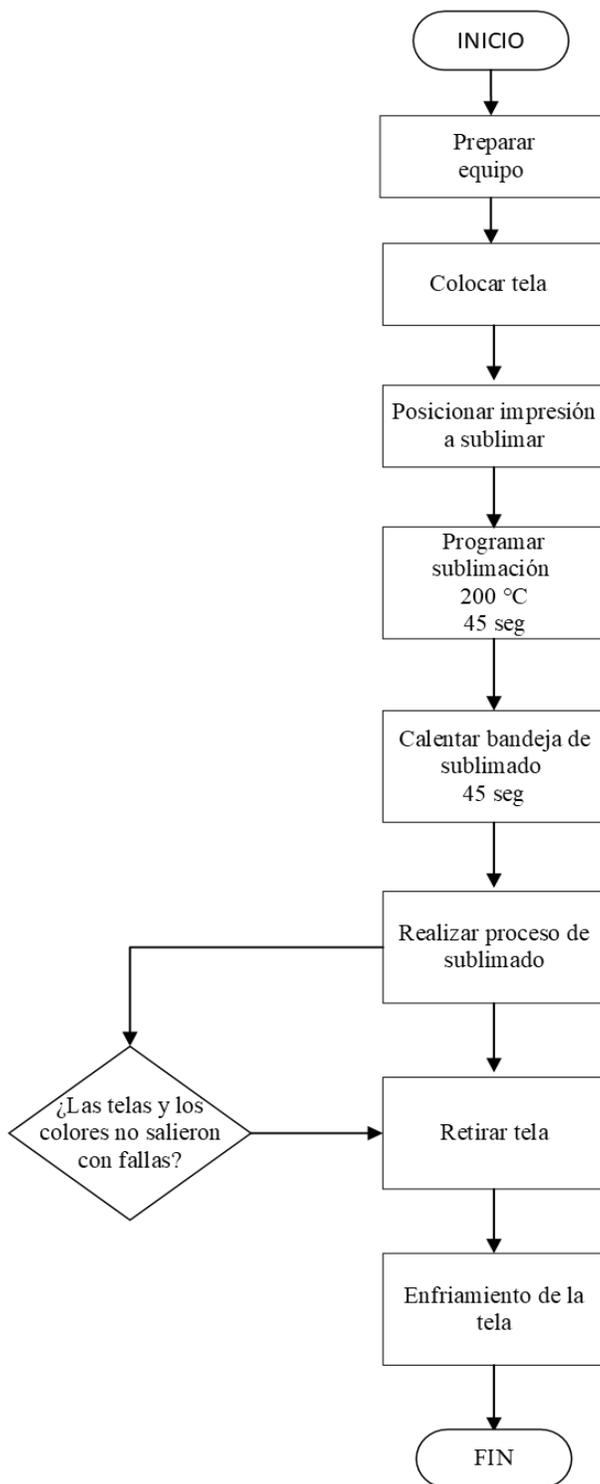
*Diagrama de procesos*



### 3.2.2 Flujograma muestral

**Figura 13**

*Proceso de sublimación*



### 3.3 *Desarrollo de pruebas en laboratorio*

Para poder realizar el proceso final de la sublimación, es necesario que las muestras del PET pasen por fases las cuales las vuelvan lo más semejantes o similares posibles con referencia al PES y así poder partir desde punto parejos.

#### 3.3.1 Materiales y equipos

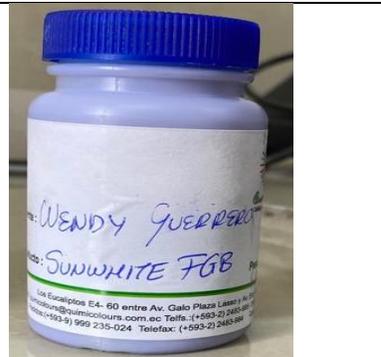
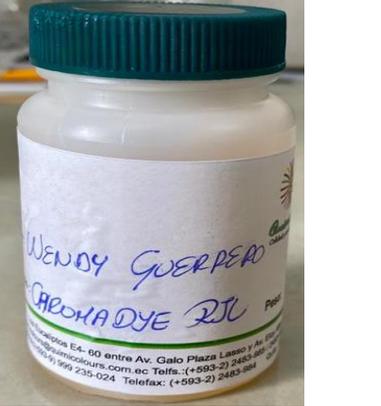
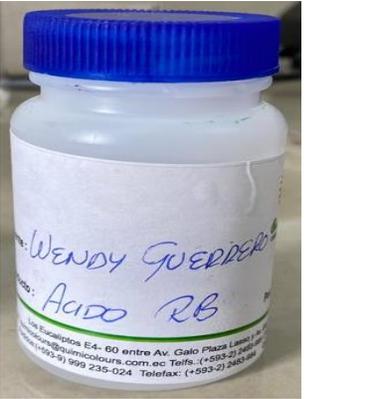
Para la realización de las pruebas, determinación de recetas y tela PET y PES apta para sublimar se utilizaron los materiales y equipos mencionados en las siguientes tablas:

**Tabla 2**

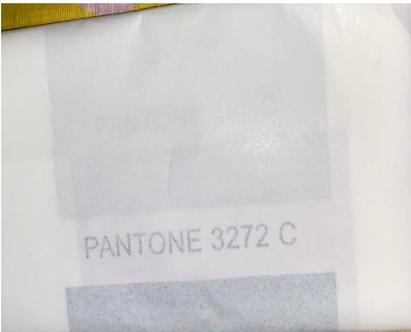
*Materia prima*

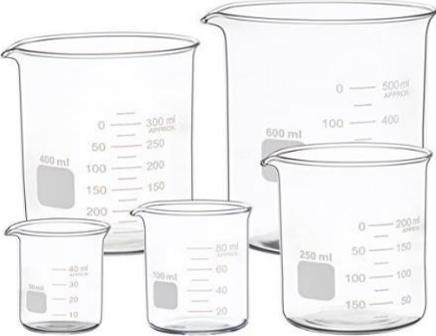
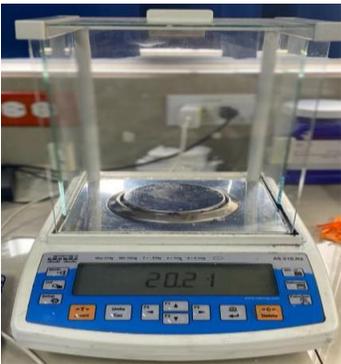
Nombre	Características	Representación
Tela poliéster reciclado (PET)	Tejido: Tafetán Composición: 100% poliéster Gramaje: 96,50 g/m <sup>2</sup> Otros nombres: rPet	
Tela poliéster (PES)	Tejido: Tafetán Composición: 100% poliéster Gramaje: 76,64 g/m <sup>2</sup>	

**Tabla 3***Auxiliares y colorantes*

Nombre	Característica	Presentación
Sunwhite FGB	<p>Colorante</p> <p>Casa comercial:</p> <p>Quimicolours S. A</p>	
Chroma DYE RJL	<p>Estabilizador</p> <p>Casa Comercial:</p> <p>Quimicolours S. A</p>	
Ácido RB	<p>Ácido</p> <p>Casa comercial:</p> <p>Quimicolours S. A</p>	

**Tabla 4***Equipos e implementos*

Nombre	Característica	Presentación
Autoclave	Marca: IR Dyer Proceso de blanqueo óptico	
Cámara de luces	Determinación de base (tono) para la sublimación en el PES y PET Marca: VeriVide Luces: D65, F, UV, CWF, TL84	
Plancha de sublimado	Marca: S/M Fabricación Nacional	
Papel de sublimación	Secado rápido Peso: 90g/m <sup>2</sup>	

Nombre	Característica	Presentación
Espectrofotómetro	Marca: X-Rite Color i 5 Programa: Color i Textile	 A black and silver X-Rite Color i 5 spectrophotometer. The front panel features a control panel with various settings and a large circular lens. The lens has a '60MM' label. The control panel includes sections for 'Aperture', 'UV', and 'Specular', each with several checkboxes and labels like '065', 'Adjusted Position 1', 'Included', 'Excluded', 'Adjusted Position 2', 'Excluded', 'Transmission', 'Reflection', 'NoPuffler 65', and 'Calibrated 65'.
Vasos de precipitación	Envases para medir y realizar soluciones para las recetas de 50, 100 y 150 mL	 A collection of glass beakers of various sizes and capacities. The beakers are clear glass with black markings and labels. The capacities shown include 400 ml, 300 ml, 600 ml, 250 ml, 100 ml, 80 ml, and 40 ml.
Pipetas	1 y 2 mL	 Two glass pipettes with blue and red markings. One pipette is labeled '1 mL' and the other is labeled '2 mL'. They have rubber bulbs at the top and narrow tips at the bottom.
Balanza	Medición en gramos	 A digital analytical scale with a white and blue body. The scale has a stainless steel weighing pan on top. The digital display shows '20.21'. The scale is placed on a laboratory bench.

### 3.3.2 Formulaciones

Para realizar el proceso de sublimado, las muestras tanto del PET como el PES debían tener la misma o similar base de partida, es decir en el caso del PES contaba con un blanqueo óptico previo, teniendo una base con particularidades violeta, mientras que el PET no contaba con ningún proceso similar, teniendo una tonalidad amarillenta y opaca, además se realizó el proceso de blanqueo óptico a los dos tejidos, es por esto que se procedió a realizar distintas recetas y poder determinar cuál es la más apta para que se visualice una tonalidad similar entre estos dos tejidos, teniendo en cuenta las observaciones y sugerencias que presentaba cada producto.

Las recetas que se elaboraron previo a la ayuda de las fichas técnicas de cada uno de los productos utilizados, las cuales fueron las siguientes:

**Tabla 5**

*Prueba receta #1 – Blanqueo Óptico PES*

<b>Blanqueo óptico PES 1</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PES	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
A	Sunwhite FGB	0,4%	2 mL			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g			
C	Ácido RB	0,3 g/L	0, 015 g			

Nota: La receta que se utilizó, después de analizar las muestras obtenidas tanto del PET como del PES fue la receta #1, ya que fue el tono más semejante a la muestra del PES.

**Tabla 6**

*Prueba receta #1 – Blanqueo Óptico PET*

<b>Blanqueo Óptico PET 1</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PET	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			

<b>Blanqueo Óptico PET 1</b>			
A	Sunwhite FGB	0,4%	2 mL
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g
C	Ácido RB	0,3 g/L	0, 015 g

**Tabla 7***Prueba receta #2 - Blanqueo Óptico PES*

<b>Blanqueo óptico PES 2</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PES	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
A	Sunwhite FGB	0,5%	2,5 mL			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g			
C	Ácido RB	0,3 g/L	0, 015 g			

**Tabla 8***Prueba receta #2 – Blanqueo Óptico PET*

<b>Blanqueo óptico PET 2</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PET	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
A	Sunwhite FGB	0,5%	2,5 mL			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g			
C	Ácido RB	0,3 g/L	0, 015 g			

**Tabla 9***Prueba receta #3 – Blanqueo Óptico PES*

<b>Blanqueo óptico PES 3</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PES	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
A	Sunwhite FGB	0,6%	3 mL			

<b>Blanqueo óptico PES 3</b>			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g
C	Ácido RB	0,3 g/L	0,015 g

**Tabla 10***Prueba receta #3 – Blanqueo Óptico PET*

<b>Blanqueo óptico PET 3</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PET	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
A	Sunwhite FGB	0,6%	3 mL			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g			
C	Ácido RB	0,3 g/L	0,015 g			

La receta que se muestra a continuación tuvo una omisión en el paso de colocar el sunwhite FGB (colorante), el cual le da el aspecto con reflejo violeta y la prueba se la realizó solo en el PET.

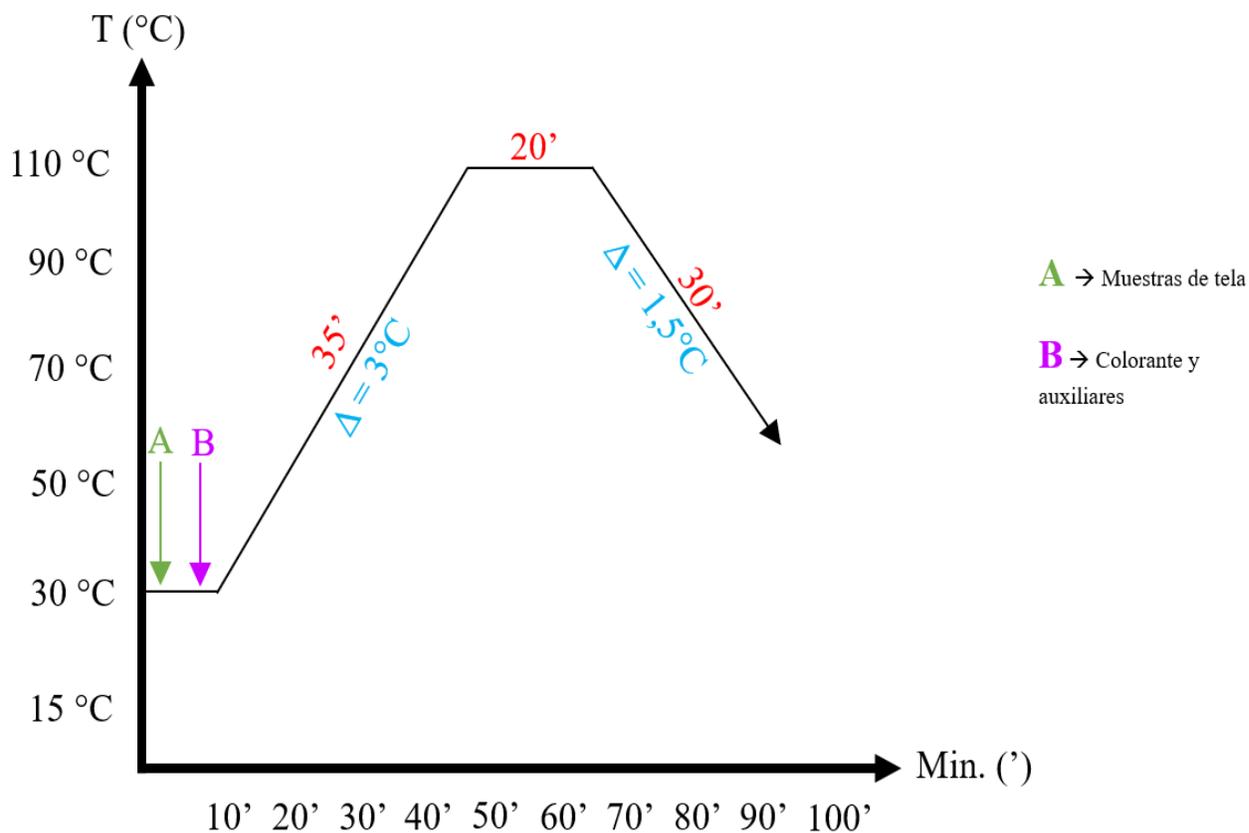
**Tabla 11***Prueba receta #4 – Blanqueo Óptico PET*

<b>Blanqueo óptico PET 4</b>						
R/B:1/10	P:5g	V: 50 mL	Composición: 100% PET	Tej: Tafetán	pH I: 6	pH F: 6
Ítem	Producto	G/l	Dosificación			
B	Chroma DYE RJL	1 g/L	0,05 g			
C	Ácido RB	0,3 g/L	0,015 g			

Una vez realizadas las formulaciones para cada muestra y sus respectivas pruebas, se procede a realizar la curva de procesos para llevar a cabo en el IR DYER las respectivas recetas.

**Figura 14**

Curva de procesos para el blanqueo óptico de las muestras

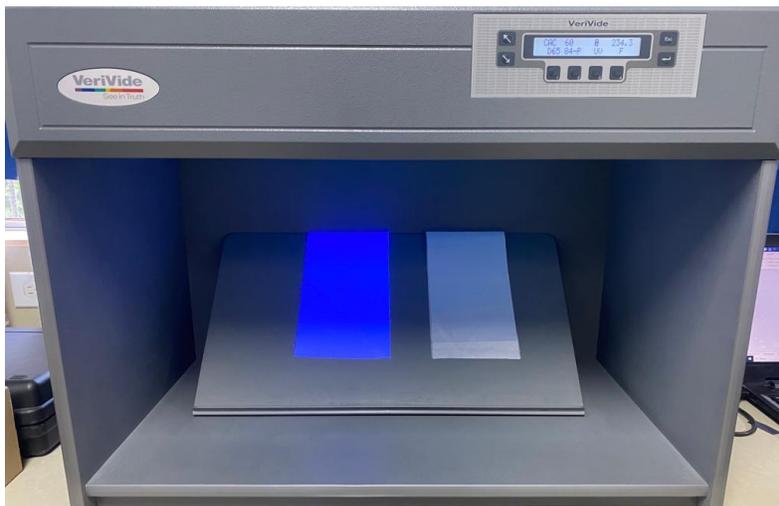


### 3.3.3 Planificación de muestras

Se realizó un blanqueo óptico de tres muestras con la receta #1 para el respectivo sublimado. Es importante recalcar que el PES al ser sometido a un blanqueo óptico (a pesar de ya tener este proceso previamente), no se observó cambio alguno, así que se conservó tal cual vino en su estado desde la fábrica adquirida. Para la respectiva planificación de las muestras a sublimar, primero se procedió a analizar las muestras obtenidas del blanqueo óptico para verificar que se encuentran en estado óptimo para el proceso posterior. Se procedieron a sublimar tres colores (amarillo, magenta y turquesa) en tres tonalidades o intensidades (baja, media y alta).

**Figura 15**

*Tejidos PES y PET respectivamente, muestras iniciales sin blanqueo óptico*



*Nota.* Se procedió a visualizar en la cámara de luces las muestras iniciales para determinar si alguna de las recetas utilizadas tenía validez.

**Figura 16**

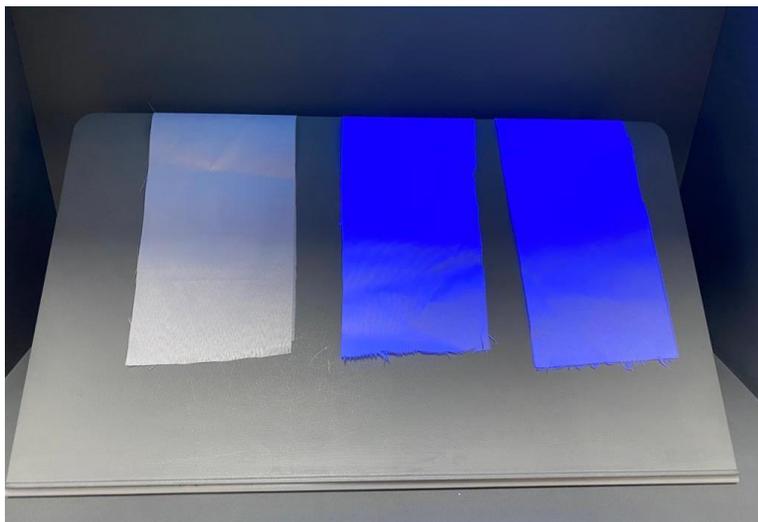
*Tejidos PET, en base al orden de cada receta del blanqueo óptico mencionadas anteriormente*



*Nota.* Las muestras fueron visualizadas tanto en luz normal como en luz azul, para determinar todos los detalles, tomando así la mejor muestra.

**Figura 17**

*Tejidos PET realizados blanqueo óptico siendo analizados con luz azul*



*Nota.* Se puede observar que en la primera muestra no existen cambios notorios mientras que en la segunda y tercera muestra si existe un cambio notorio y muy similar.

**Figura 18**

*Tejido PET sin Sunwhite FGL con luz azul*



*Nota.* La muestra de la receta #4 no tuvo cambios notorios en la cámara de luz, es decir con luz: normal y tampoco con luz ultravioleta.

**Tabla 12**

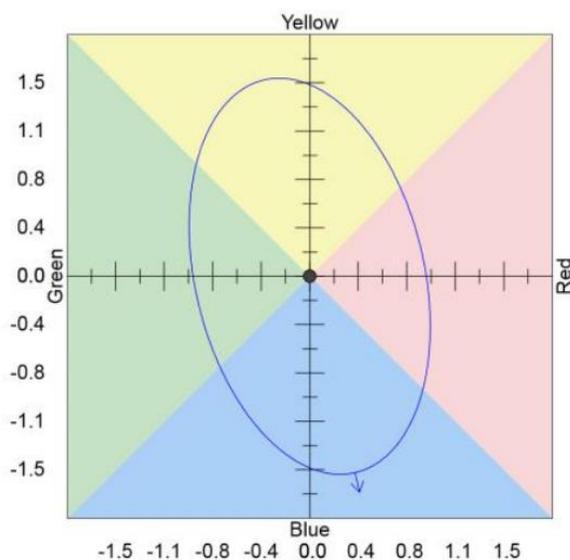
*Medición en el espectrofotómetro de las muestras PES y PET crudo*

Muestras PES y PET crudo								
Tolerances	DL*tol	Da*tol	Db*tol	DC*tol	DH*tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.55	0.90	1.35	1.40	0.80	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 106 C - PES	90.84	4.21	-18.21	18.69	283.02			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 106 C - PET		1	-1.36 D	-4.58 G	19.46 Y	-17.38 D	-9.89 G	15.44

Nota: Las muestras analizadas en esta tabla pertenecen al PES y PET crudo, es decir sin blanqueo óptico, respectivamente.

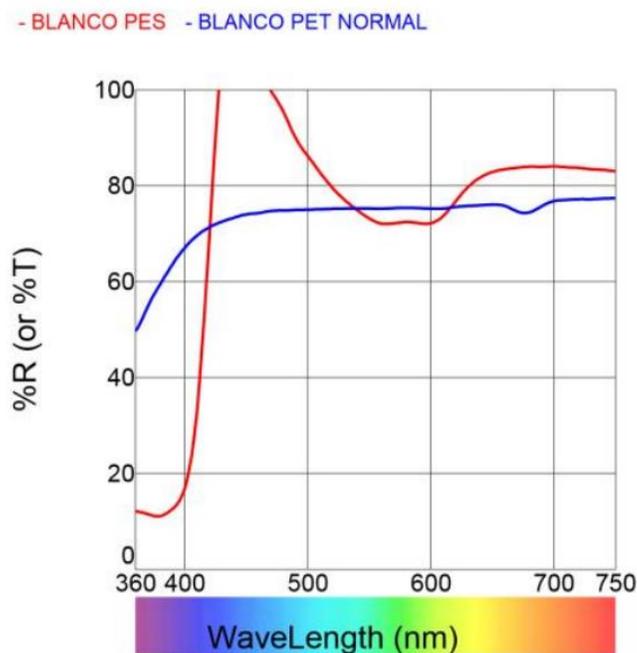
**Figura 19**

*dCIELab D65 -10 Muestra PES y PET crudo*



**Figura 20**

Curva de comportamiento del color - Muestra PES y PET crudo

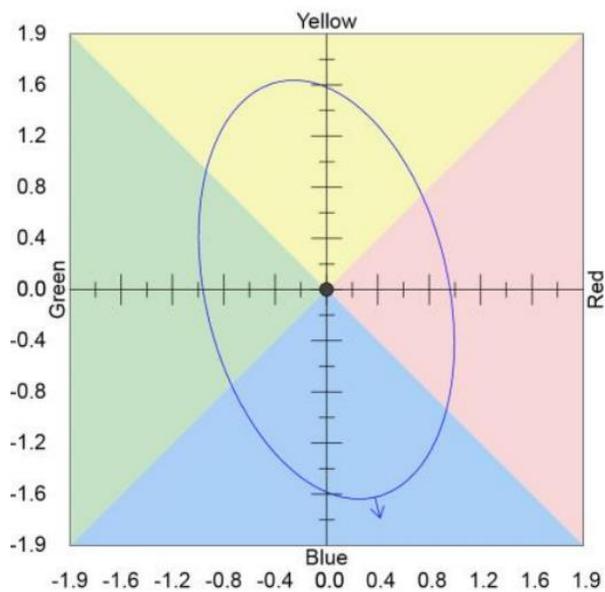
**Tabla 13**

Medición en el espectrofotómetro de las muestras PES y PET con blanqueo óptico, tomando como referencia el Decmc, la diferencia entre muestras.

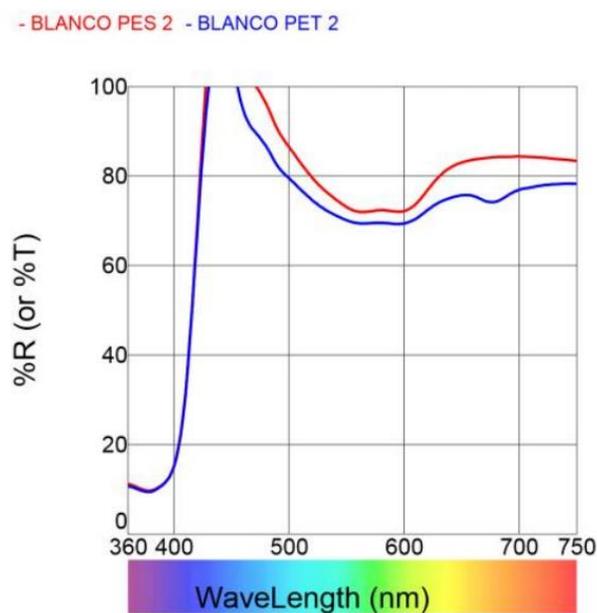
Tolerances	DL*tol	Da*tol	Db*tol	DC*tol	DH*tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.55	0.90	1.35	1.45	0.80	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 106 C - PES	90.88	4.40	-18.76	19.27	283.20			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 106 C - PET	3	-2.10	-0.84 G	3.54 Y	-3.64 D	-0.01	2.36	

**Figura 21**

*dCIELab D65 -10 Muestra PES y PET con blanqueo óptico*

**Figura 22**

*Curva de comportamiento del color - Muestra PES y PET con blanqueo óptico*



### 3.3.4 Parámetros del proceso

Para la realización del proceso de sublimado se tomó en cuenta realizar tres colores en diferentes tonalidades o intensidades. Teniendo en cuenta los siguientes parámetros de sublimación, específicamente con respecto a la máquina utilizada, colores, tonalidades, sus respectivas nomenclaturas y la dimensión de las muestras:

**Tabla 14**

*Parámetros para la máquina sublimadora*

<b>Sublimadora</b>	
Presión	85 psi
Temperatura	201 °C
Tiempo	45 segundos
Dimensión de sublimado	12 x 7

**Tabla 15**

*Sublimación en tela PES - Amarillo*

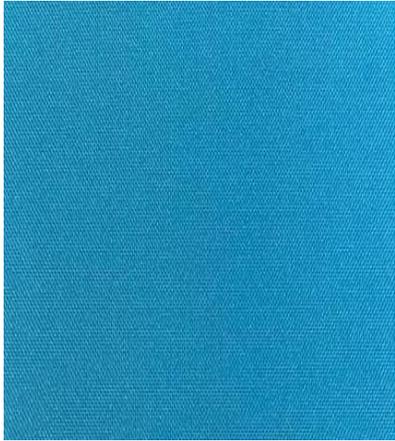
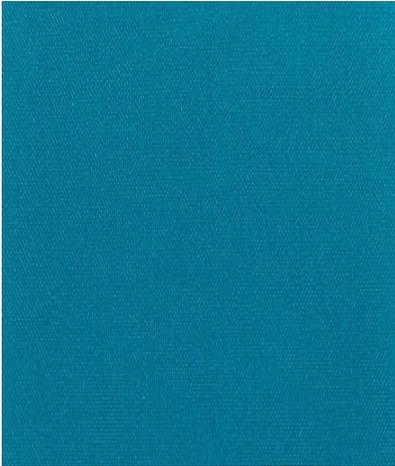
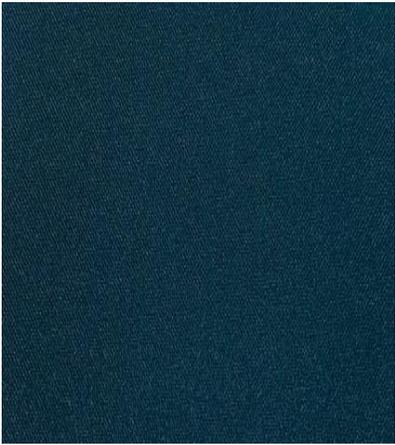
<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 106 C	
Media	Pantone 109 C	

<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Alta	Pantone 112 C	

**Tabla 16***Parámetros de sublimación para PET - Amarillo*

<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 106 C	
Media	Pantone 109 C	
Alta	Pantone 112 C	

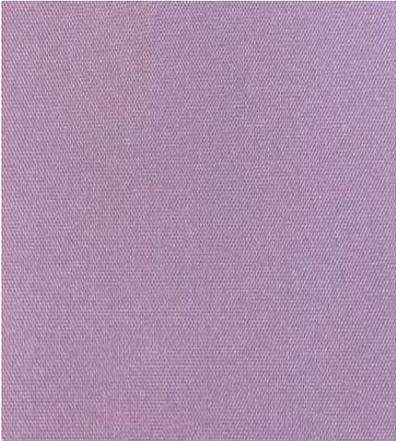
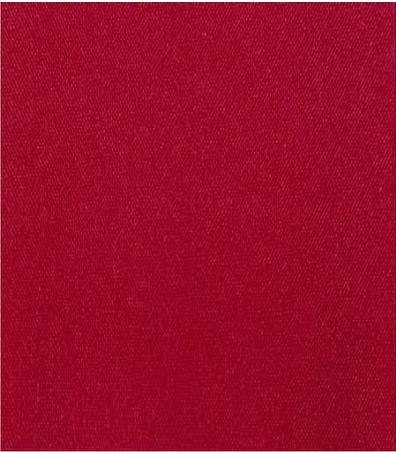
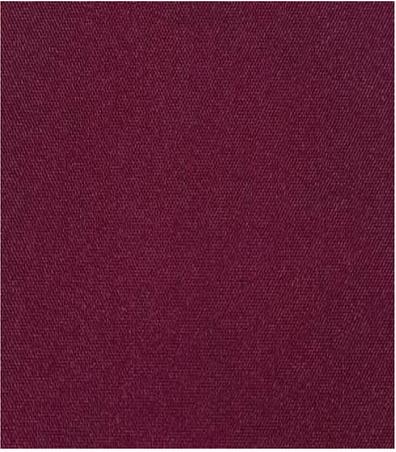
**Tabla 17***Sublimación en tela PES - Turquesa*

<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 3242 C	
Media	Pantone 3272 C	
Alta	Pantone 3302 C	

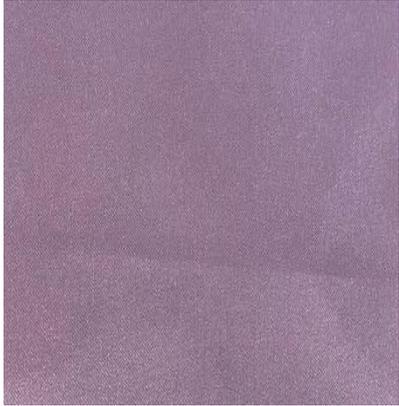
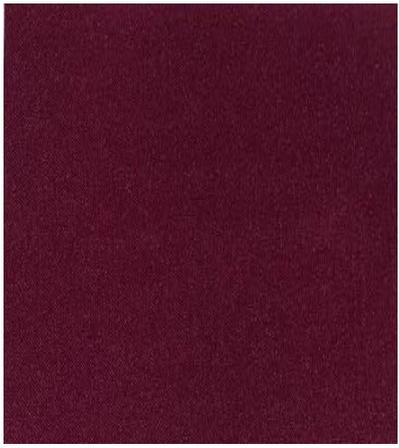
**Tabla 18***Parámetros de sublimación para PET - Turquesa*

<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 3242 C	
Media	Pantone 3272 C	
Alta	Pantone 3302 C	

**Tabla 19***Parámetros de sublimación para PES - Magenta*

<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 196 C	
Media	Pantone 199 C	
Alta	Pantone 202 C	

**Tabla 20***Parámetros de sublimación para PET - Magenta*

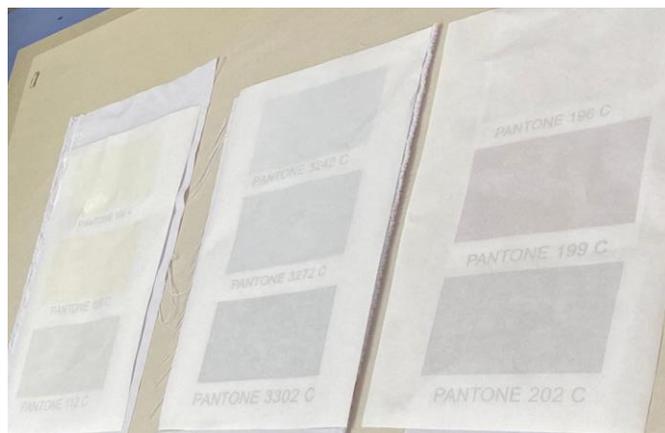
<b>Tonalidad</b>	<b>Color</b>	<b>Muestra</b>
Baja	Pantone 196 C	
Media	Pantone 199 C	
Alta	Pantone 202 C	

### 3.3.5 Preparación de muestras

Para el proceso de sublimado, primero se debe tener impreso en papel para sublimación las franjas de los colores y las tonalidades mencionadas con anterioridad, junto con sus nombres para evitar errores al momento de ingresar datos.

#### Figura 23

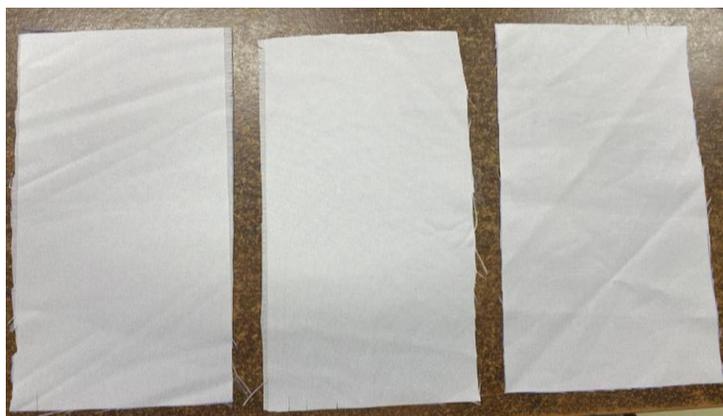
*Papel de sublimación impreso con los diferentes colores y tonalidades*



Seguido a esto se debe tener las muestras de la tela preliminarmente cortadas y en el caso del PET, previamente blanqueadas donde ingresen las tres tonalidades del color en un solo tiro de tela para evitar desperdicios innecesarios, sobre todo.

#### Figura 24

*Tela de PES previamente cortada en secciones*



**Figura 25**

*Tela de PET previamente cortada en secciones*



### 3.3.6 Sublimación de muestras

Como primer paso, se calienta la bandeja de la sublimadora esto para tener un proceso óptimo y se transfiera correctamente el calor.

**Figura 26**

*Sublimadora calentando la bandeja donde van las muestras de sublimación*



Antes de proceder con el proceso de estampado por sublimación de las muestras, se debe realizar una pequeña prueba teniendo en cuenta los parámetros como la temperatura, presión y tiempo, donde se coloca en la bandeja de la plancha de sublimado testigos de tela tanto PET como PET previamente blanqueado y proceder a bajar la plancha con el papel de sublimado colocado encima de cada testigo de tela, esto con el fin de comprobar que los parámetros se encuentren ingresados correctamente y evitar que la tela se dañe o queme.

### **Figura 27**

*Testigos de prueba de tela PES y PET*



Como tercer paso, se procede a colocar las muestras sobre la bandeja de sublimado teniendo en cuenta los parámetros utilizados para las pruebas con los testigos de tela.

**Figura 28***Muestras de tela PET*

*Nota.* Las muestras de PET al sacarlas del proceso del blanqueo óptico, como resultado se obtuvo arrugas pronunciadas en cada muestra, a pesar de estirarlas para secar al ambiente no se quitaron dichos pliegues, sin embargo, no influyó al momento de la sublimación ya que, al someter las muestras a la temperatura alta de la sublimación, se plancharon.

Como siguiente punto, se coloca el papel de sublimación con cada color y tonalidad sobre las muestras respectivamente.

**Figura 29***Los mismos colores y tonalidades aplicados a la tela PES y PET*

Se procede a ingresar la bandeja y se baja la plancha de sublimado, se espera 45 segundos y se extrae la bandeja, seguido del papel, obteniendo las muestras sublimadas.

### Figura 30

*Ingreso de la bandeja hacia la plancha sublimadora*



### Figura 31

*Retiro de papel de sublimación de muestras de tela PES*



### Figura 32

*Retiro de papel de sublimación de muestras de tela PES*



### 3.4 Medición de color a escala de laboratorio

Para la respectiva medición a escala de laboratorio se tuvo en cuenta las muestras con el mismo pantone tanto en la tela PES como PET y se realizó un análisis del cambio de color en las dos muestras, obteniendo los resultados presentados a continuación en las siguientes tablas:

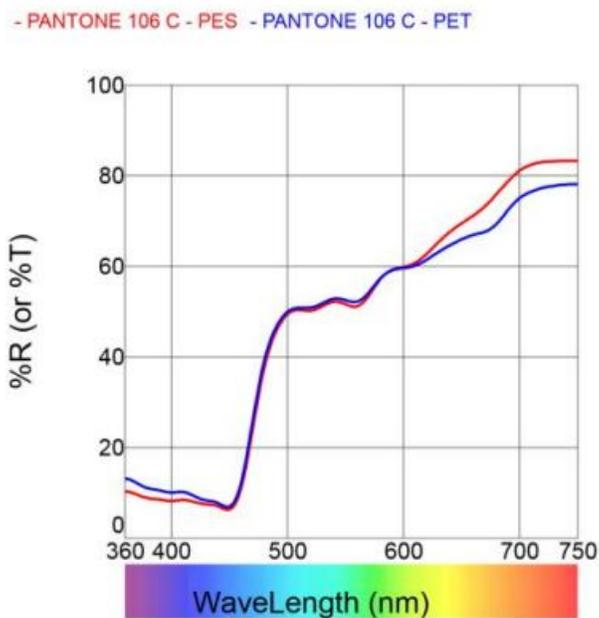
**Tabla 21**

*Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 106 C*

Tolerances	DL* <i>tol</i>	Da* <i>tol</i>	Db* <i>tol</i>	DC* <i>tol</i>	DH* <i>tol</i>	P/F <i>tol</i>	Margin	I:c
D65-10	2.35	1.55	2.30	2.40	1.50	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 106 C - PES	77.15	-5.92	54.84	55.16	96.16			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 106 C - PET	4	0.21 L	-1.24 G	-2.12 B	-1.96 D	1.49 G	1.15	

**Figura 33**

Curva de comportamiento del color - Pantone 106 C

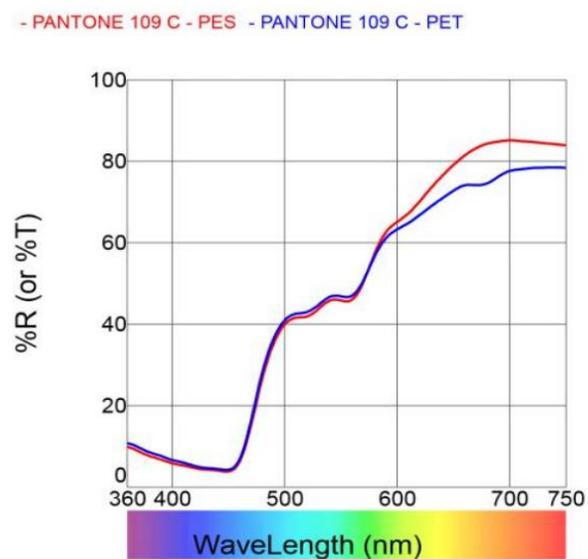
**Tabla 22**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 109 C

Tolerances	DL*tol	Da*tol	Db*tol	DC*tol	DH*tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.35	1.50	2.50	2.55	1.45	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 109 C – PES	75.10	4.88	64.78	64.96	85.69			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 109 C - PET	3.5	-0.03	-2.03 B	-2.03 D	-2.18 D	2.85 G	1.91	

**Figura 34**

*Curva de comportamiento del color - Pantone 109 C*

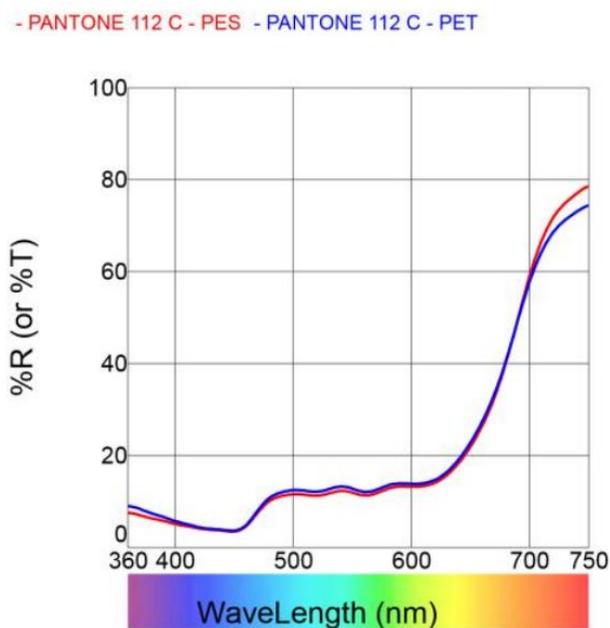
**Tabla 23**

*Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 112 C*

Tolerances	DL* <i>tol</i>	Da* <i>tol</i>	Db* <i>tol</i>	DC* <i>tol</i>	DH* <i>tol</i>	P/F <i>tol</i>	Margin	I:c
D65-10	1.75	0.95	1.60	1.60	0.95	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 112 C - PES	41.36	0.03	23.68	23.68	89.93			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 112 C - PET	4	1.19 L	-0.88 G	0.51 Y	0.53 B	0.87 G	1.06	

**Figura 35**

Curva de comportamiento del color - Pantone 112 C

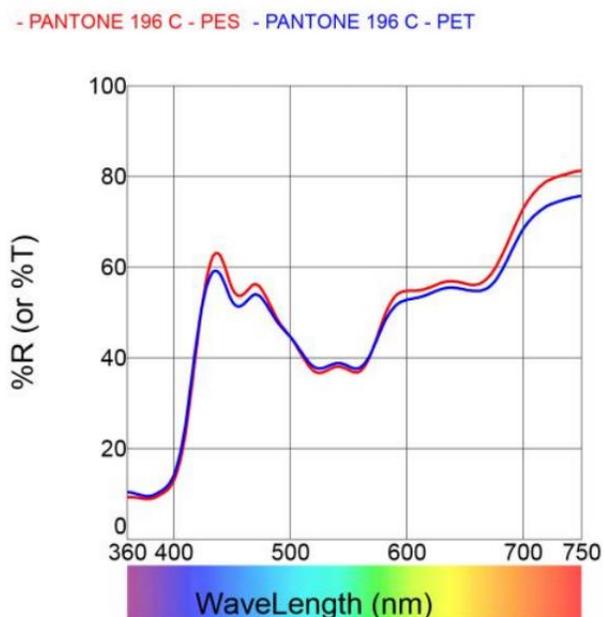
**Tabla 24**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 196 C

Tolerances	DL* <sub>tol</sub>	Da* <sub>tol</sub>	Db* <sub>tol</sub>	DC* <sub>tol</sub>	DH* <sub>tol</sub>	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	2.30	1.25	1.15	1.40	0.95	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 196 C - PES	72.68	14.94	-10.04	18.00	326.09			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 196 C - PET	3.5	-0.19 D	-2.25 G	1.81 Y	-2.88 D	0.26 R	1.85	

**Figura 36**

Curva de comportamiento del color - Pantone 196 C

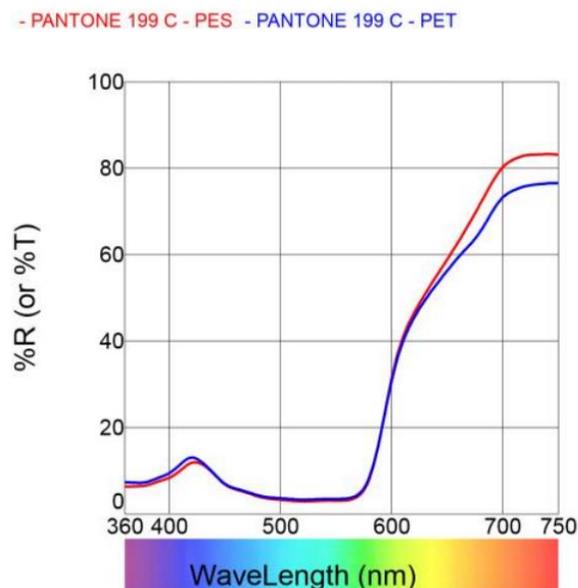
**Tabla 25**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 199 C

Tolerances	DL*tol	Da*tol	Db*tol	DC*tol	DH*tol	P/F tol	Margin	I:c
D65-10	1.70	2.25	1.65	2.40	1.50	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 199 C - PES	40.22	55.08	13.28	56.66	13.56			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 199 C - PET	4.5	0.15 L	-1.95 G	-1.01 B	-2.13 D	-0.53 B	0.85	

**Figura 37**

Curva de comportamiento del color - Pantone 199 C

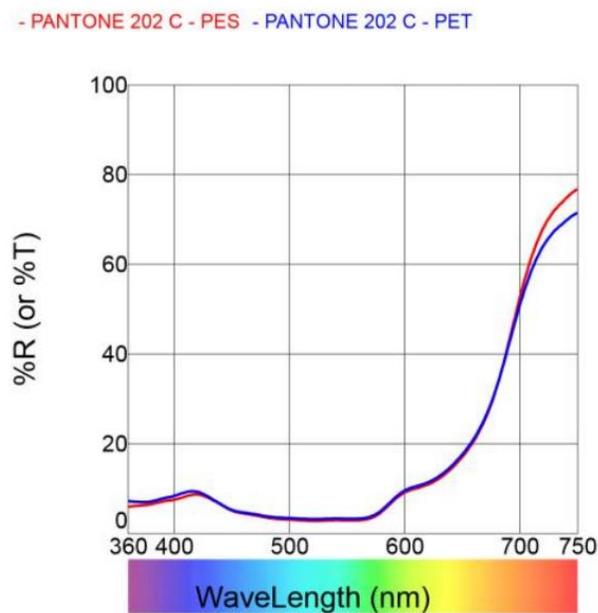
**Tabla 26**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 202 C

Tolerances	DL* <i>tol</i>	Da* <i>tol</i>	Db* <i>tol</i>	DC* <i>tol</i>	DH* <i>tol</i>	P/F <i>tol</i>	Margin	I:c
D65-10	1.30	1.65	1.25	1.70	1.20	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 202 C - PES	26.54	26.48	-2.75	26.62	354.07			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 202 C - PET	4	1.07 L	-1.05 G	0.70 Y	-1.11 D	0.60 Y	1.03	

**Figura 38**

Curva de comportamiento del color - Pantone 202 C

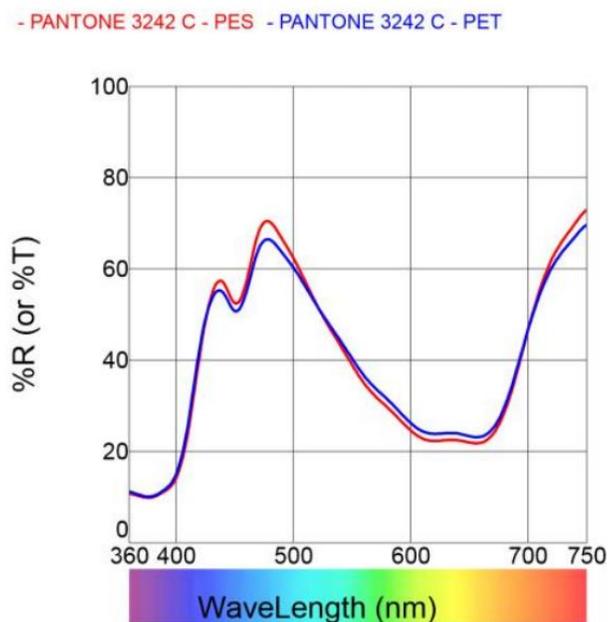
**Tabla 27**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3242 C

Tolerances	DL*tol	Da*tol	Db*tol	DC*tol	DH*tol	P/F tol	Margin I:c
D65-10	2.35	1.55	2.30	2.40	1.50	1.00	0.10
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°		
PANTONE 3242 C - PES	77.15	-5.92	54.84	55.16	96.16		
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc
PANTONE 3242 C - PET	4	0.21 L	-1.24 G	-2.12 B	-1.96 D	1.49 G	1.15

**Figura 39**

Curva de comportamiento del color - Pantone 3242 C

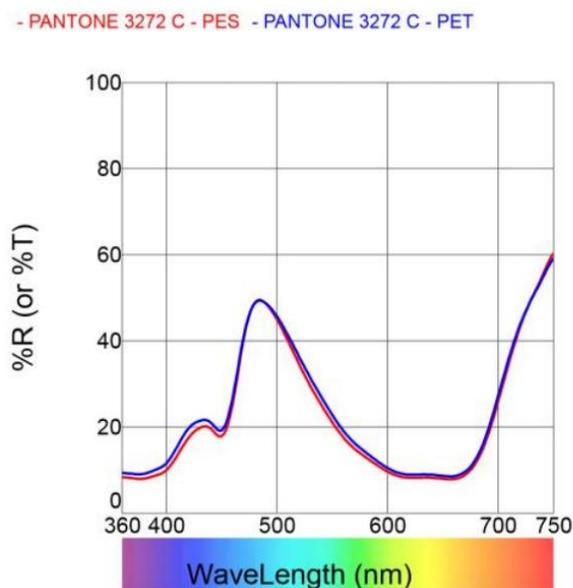
**Tabla 28**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3272 C

Tolerances	DL* <i>tol</i>	Da* <i>tol</i>	Db* <i>tol</i>	DC* <i>tol</i>	DH* <i>tol</i>	P/F <i>tol</i>	Margin	I:c
D65-10	2.35	1.55	2.30	2.40	1.50	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 3272 C - PES	77.15	-5.92	54.84	55.16	96.16			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 3272 C - PET	4	0.21 L	-1.24 G	-2.12 B	-1.96 D	1.49 G	1.15	

**Figura 40**

Curva de comportamiento del color - Pantone 3272 C

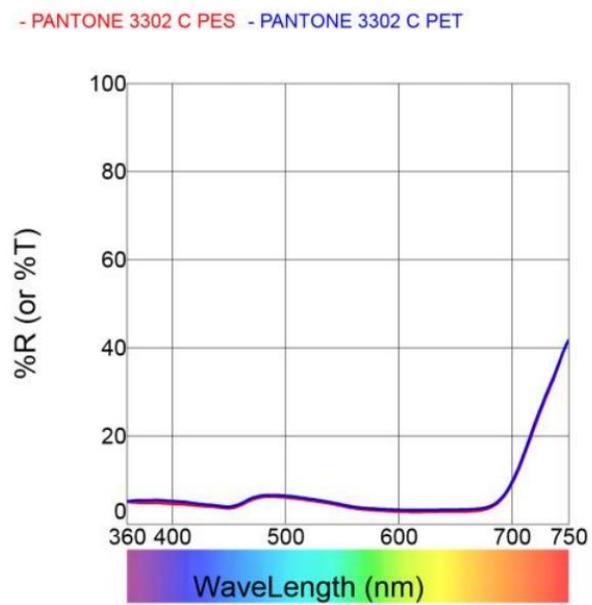
**Tabla 29**

Medición en el espectrofotómetro de tela PET y PES sublimado color Pantone 3302 C

Tolerances	DL* <i>tol</i>	Da* <i>tol</i>	Db* <i>tol</i>	DC* <i>tol</i>	DH* <i>tol</i>	P/F <i>tol</i>	Margin	I:c
D65-10	2.35	1.55	2.30	2.40	1.50	1.00	0.10	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	c*	h°			
PANTONE 106 C - PES	77.15	-5.92	54.84	55.16	96.16			
Trial Name	GS Change	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	Decmc	
PANTONE 106 C - PET	4	0.21 L	-1.24 G	-2.12 B	-1.96 D	1.49 G	1.15	

**Figura 41**

*Curva de comportamiento del color - Pantone 3302 C*



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS

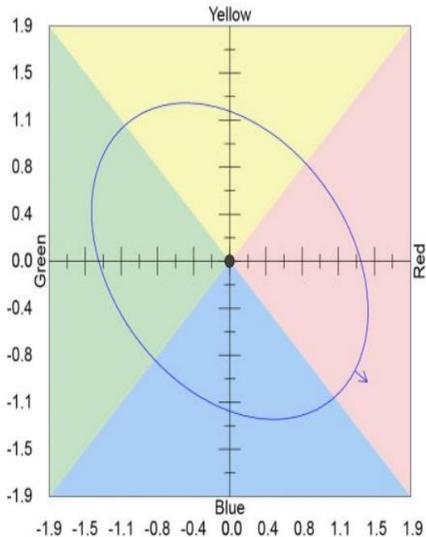
En la presente sección se presentan los resultados y su respectiva discusión después de que las muestras fueron sometidas al respectivo análisis en el espectrofotómetro, obteniendo tablas donde se puede interpretar mediante datos la variación en el desarrollo del color en cada muestra con los mismos pantone tanto para PES como PET.

#### 4.1 Resultados

Los resultados obtenidos se plasman mediante una tabla general en donde se realiza un análisis con cada tela y el pantone respectivamente. Analizando así la variación que existe en comparación de las muestras de PES y PET, utilizando DEcmc para evaluar el color. A continuación, en la **Tabla 30** se presentan los resultados obtenidos para los tonos bajos.

**Tabla 30**

*Tonalidades bajas*

Pantone	% STR-SWL	DEcmc	Gráfico
196 C	12,34	1,85	

Pantone	% STR-SWL	DEcmc	Gráfico
3242 C	9,11	1,61	
106 C	10,77	1,15	

**Tabla 31***Tonalidades medias*

Pantone	% STR-SWL	Decmc	Gráfico
199 C	10,24	0,85	

Pantone	% STR-SWL	Decmc	Gráfico
3272 C	9,41	0,73	
109 C	10,13	1,91	

**Tabla 32**

*Tonalidades oscuras*

Pantone	% STR - SWL	Decmc	Gráfico
202 C	13,55	1,03	

Pantone	% STR - SWL	Decmc	Gráfico
3302 C	15,02	1,17	
112 C	6,46	1,06	

#### 4.2 *Discusión de resultados*

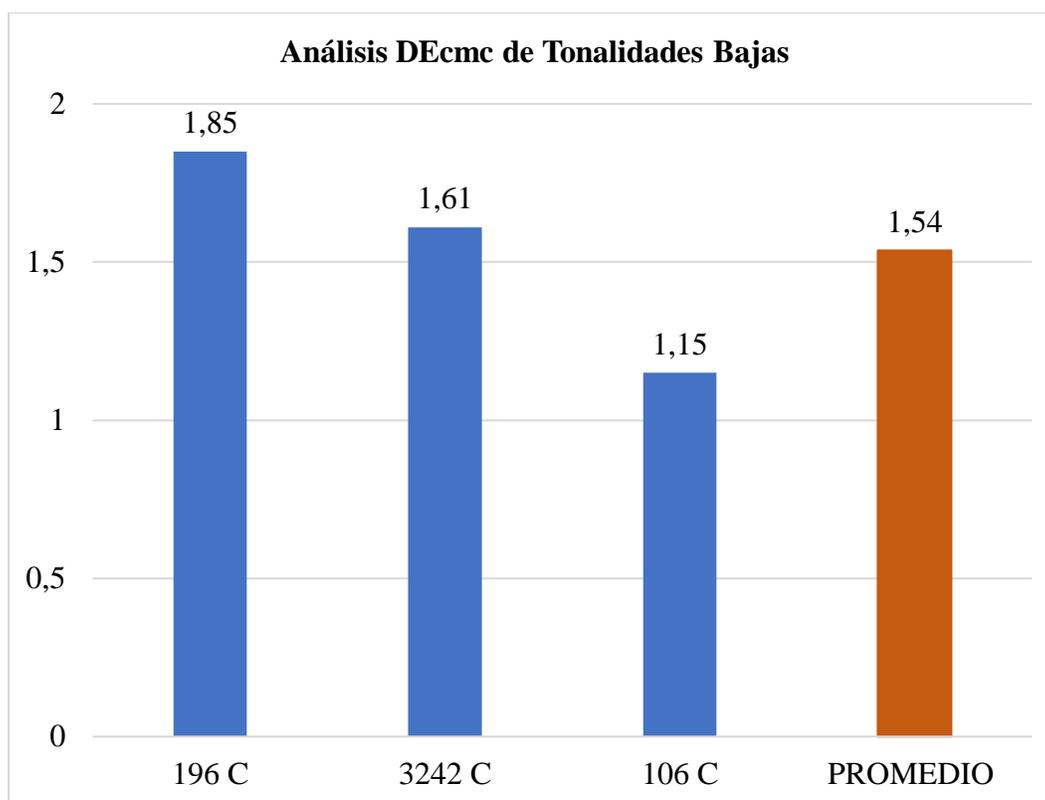
La discusión de resultados hace referencia a los cambios o comportamientos de las tonalidades en cada muestra de tela de procedencia PES o PET, las cuales fueron sometidas a parámetros iguales, en los mismos colores y tonalidades. Los datos se han tabulado mediante diagramas de barras además determinando un promedio en cada uno de ellos.

En las telas sublimadas con tonalidades claras que se muestran en la figura 41, se puede apreciar que existen las variaciones en el DEcmc no muy distantes, teniendo como orientación los

resultados obtenidos al momento de realizar el análisis en el espectrofotómetro, asumiendo como mayor variación el valor de 1,85 perteneciente al pantone 196 C, el cuál es un color rosado pastel y teniendo como resultado un promedio general de 1,54.

**Figura 42**

*Análisis entre colores de tonalidad baja*

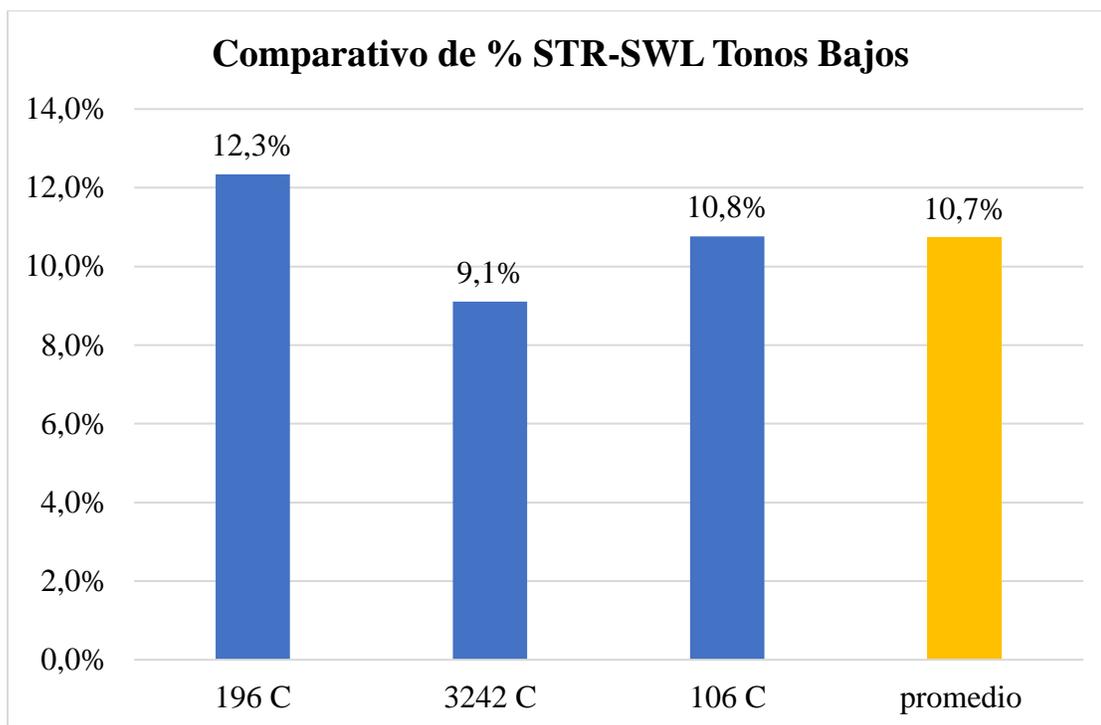


La figura 42 muestra la intensidad de los colores según el sistema de identificación Pantone. Se observa que cada color tiene una variación en su intensidad, medida como el porcentaje de diferencia respecto al 100% de brillo. Los valores de intensidad para cada color son: pantone 196 C: 12,34%, pantone 3242 C: 9,11%, pantone 106 C: 10,77%. Esto indica que, aunque

se trate de los mismos colores y tonalidades, su comportamiento lumínico es diferente y presenta distintos grados de brillo.

### Figura 43

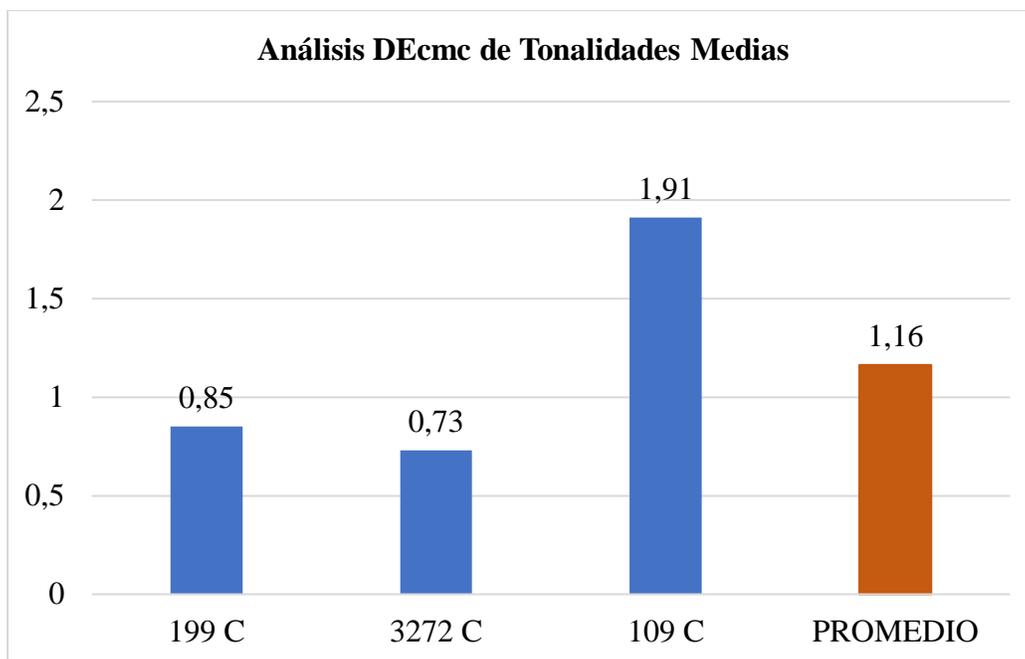
*Análisis de fuerza e intensidad de color tonos bajos*



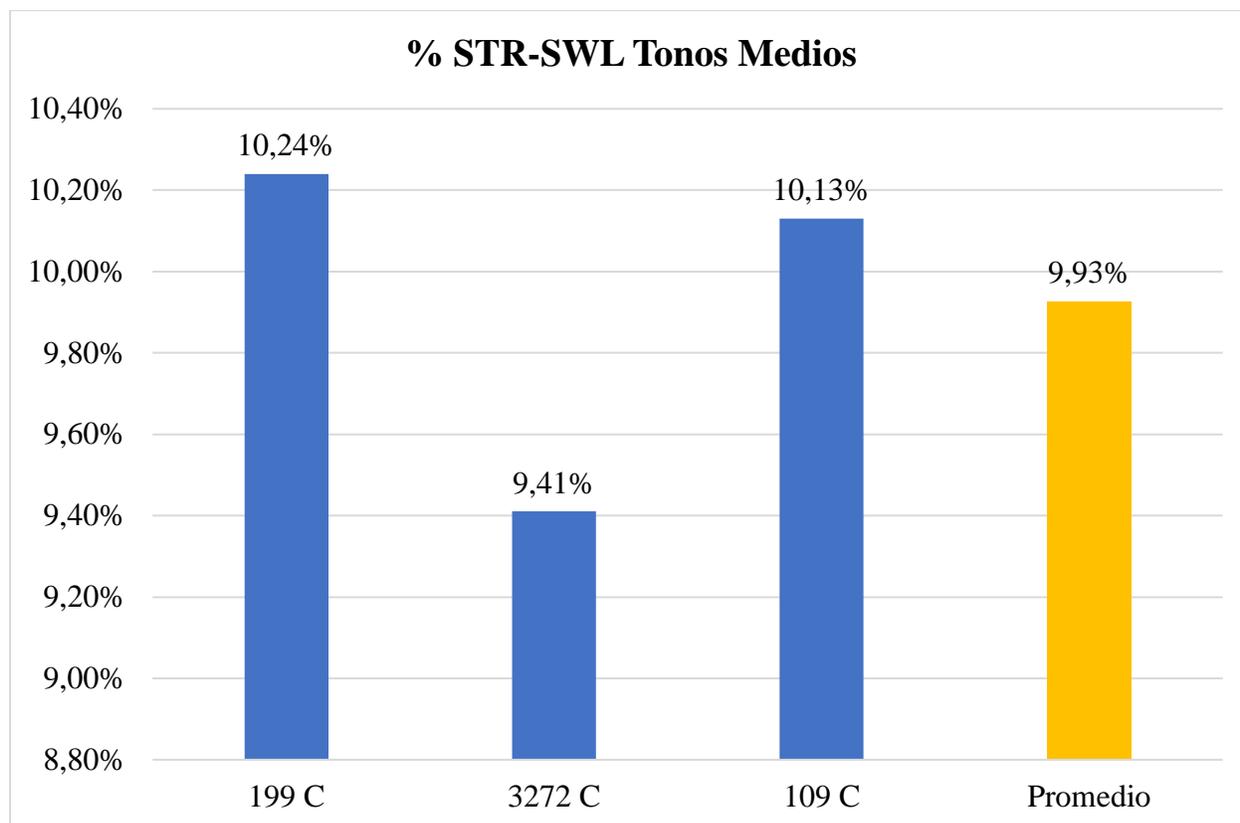
En las telas sublimadas con tonalidades medias que se muestran en la Figura 43, teniendo como orientación los resultados obtenidos al momento de realizar el análisis en el espectrofotómetro se puede apreciar que existen variaciones en el DEcmc no muy distantes en los valores de 0,85 y 0,73 perteneciente al pantone 199 C y 3272 C respectivamente, sin embargo con el valor de 1,91 existe una variación muy distante en comparación con los mencionados anteriormente, este valor perteneciente al pantone 109 C, siendo un color amarillo y teniendo como resultado un promedio general de 1,16.

**Figura 44**

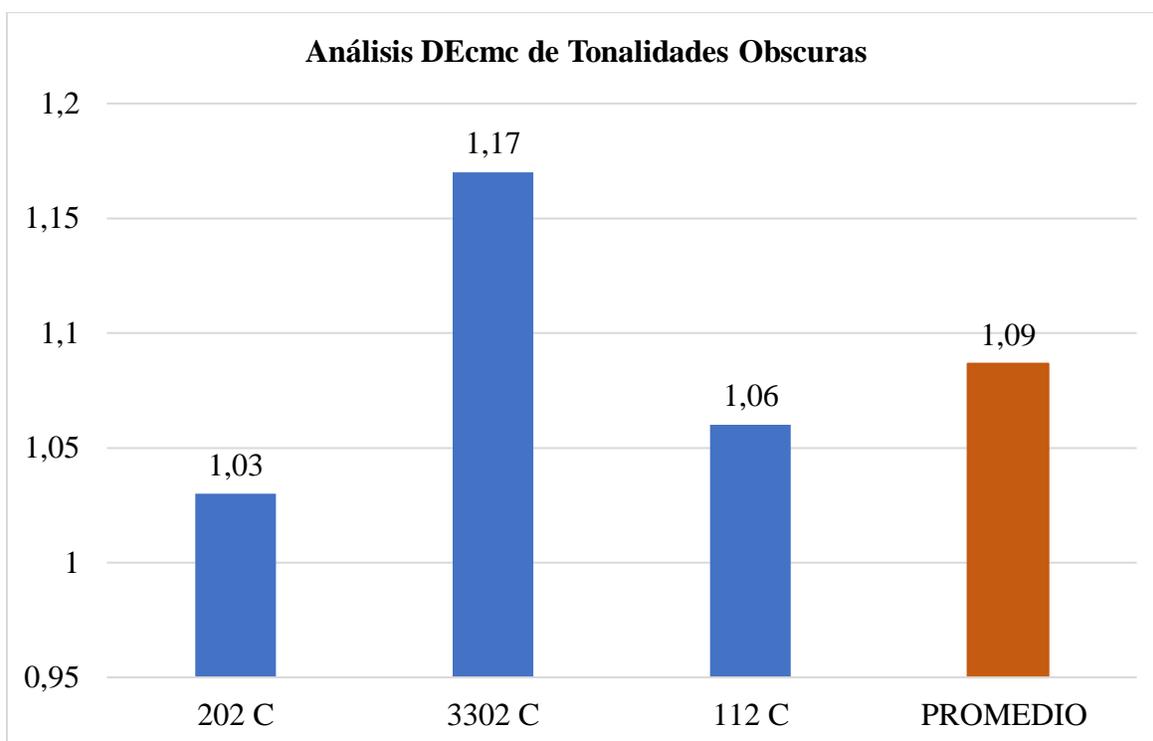
*Análisis entre colores de tonalidad media*



Además al momento de evaluar el la intensidad se puede observar que existen variaciones de acuerdo a cada pantone como se menciona a continuación, en el pantone 199 C con el 13,24%, pantone 3272 C con el 9,41%, pantone 109 C con el 10,13%, haciendo referencia a que es la diferencia en intensidad, es decir que del 100% las cantidades mencionadas anteriormente y de acuerdo a cada pantone, son la diferencia del comportamiento del color teniendo un brillo con intensidad diferente a pesar de ser los mismo colores y tonalidades. Es decir, el color del tejido de PES comparado con el tejido PET en los tonos medios, se puede observar que existe un promedio del 9,93% más de intensidad de color en él PES, comparado con el PET.

**Figura 45***Análisis de fuerza e intensidad de color tonos bajos*

En las telas sublimadas en tonalidades oscuras que se muestran en la figura 44, teniendo como orientación los resultados obtenidos al momento de realizar el análisis en el espectrofotómetro se puede apreciar que existen las variaciones en el DEcmc no muy distantes entre los tres valores de 1,03 perteneciente al pantone 202 C, así como el valor de 1,17 perteneciente al pantone 3302 C y 1,06 siendo el pantone 112 C, teniendo como resultado un promedio de 1,09.

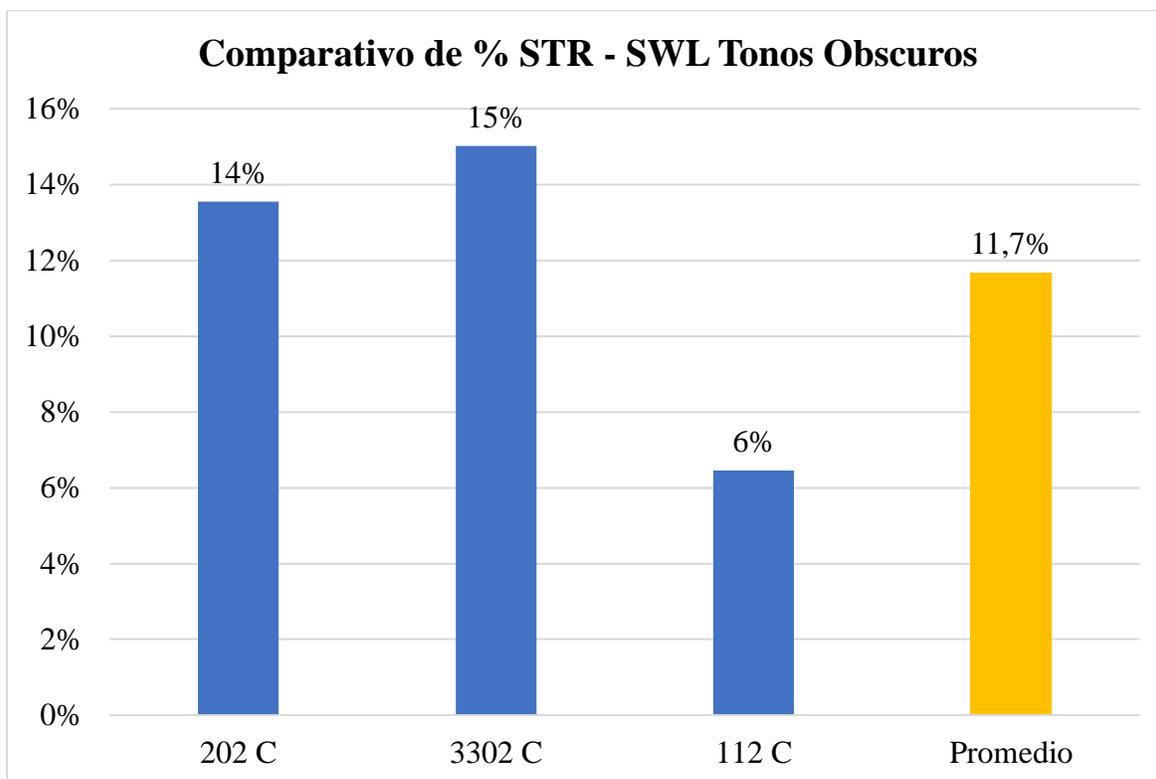
**Figura 46***Análisis entre colores de tonalidad oscura*

Para evaluar la intensidad del color en los tonos oscuros como se muestran en la figura 46, se puede observar que existen variaciones de acuerdo a cada pantone como se menciona a continuación, en el pantone 202 C con el 13,55%, pantone 3302 C con el 15,02%, pantone 112 C con el 6,46%, haciendo referencia a que es la diferencia en intensidad, es decir que del 100% las cantidades mencionadas anteriormente y de acuerdo a cada pantone, son la diferencia del comportamiento del color teniendo un brillo con intensidad diferente a pesar de ser los mismo colores y tonalidades.

Es decir, el color del tejido de PES comparado con el tejido PET en los tonos medios, se puede observar que existe un promedio del 11,7% más de intensidad de color en él PES, comparado con el PET.

**Figura 47**

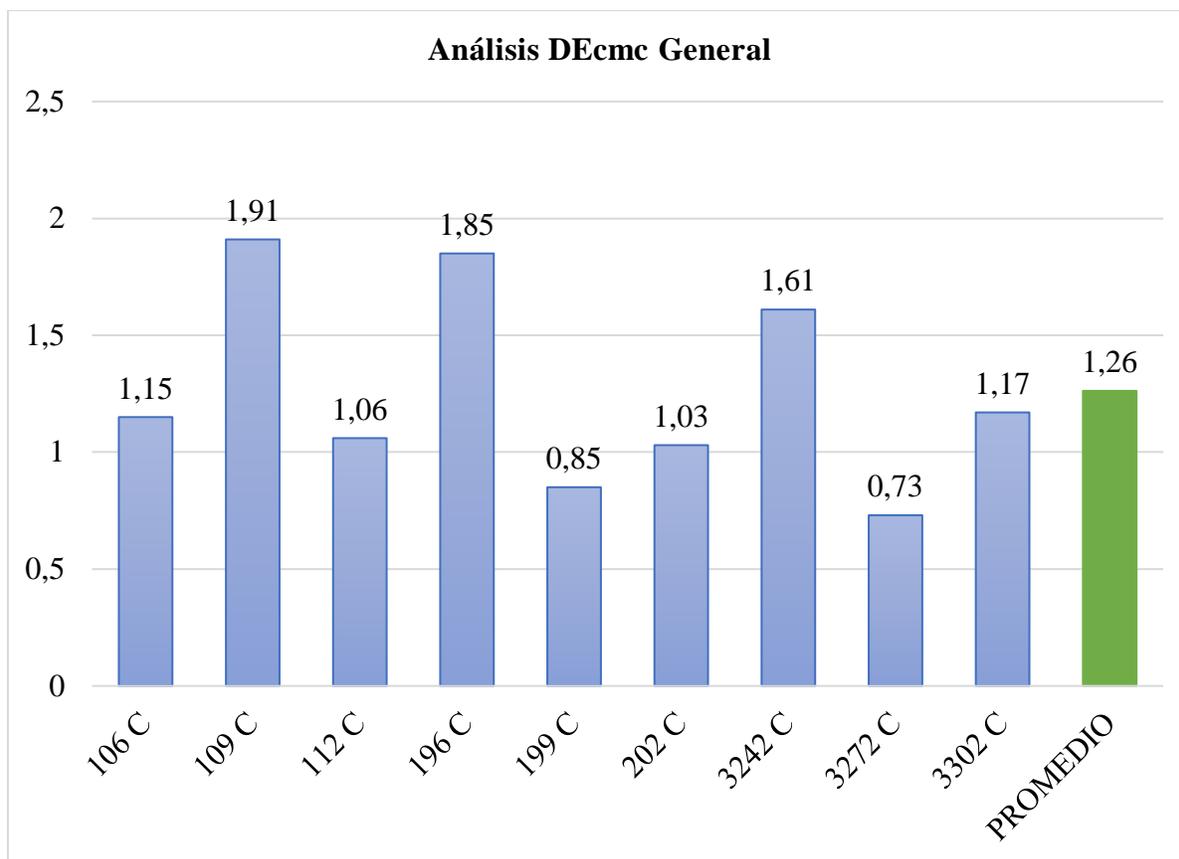
*Análisis de fuerza e intensidad de color tonos oscuros*



Se debe tener en cuenta que los valores entre más se acercan a cero son más similares, siendo así los colores altos con mejor desarrollo de color en tela PES y PET, ya que la variación es mínima, y se puede apreciar visualmente que los colores son prácticamente iguales, es así que en la medición en el espectrofotómetro se obtuvieron datos con valores del DEcmc en promedio de 1,26 que se podrían considerar similares en términos de color, esto se muestra en la siguiente figura 47.

**Figura 48**

*Análisis general de los diferentes colores y tonalidades*



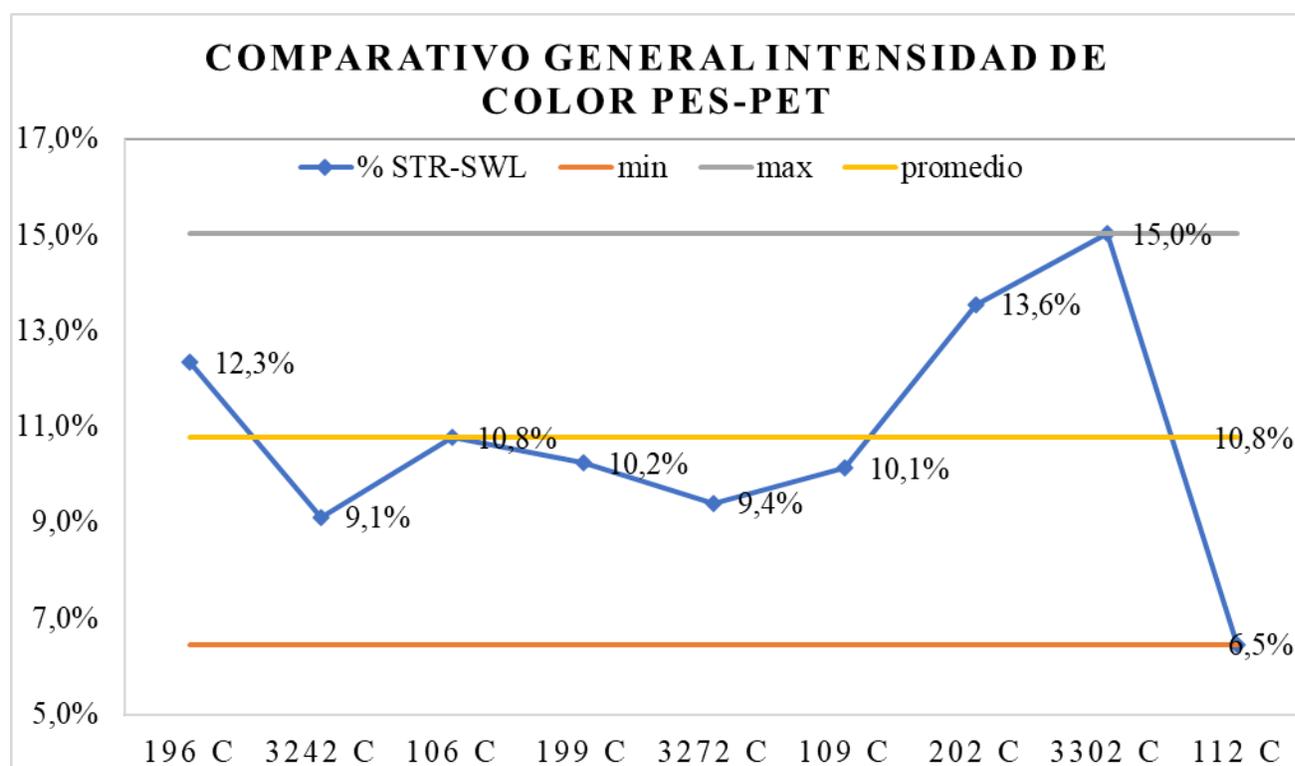
Adicional se puede establecer, de que una diferencia clara entre todos los tonos y colores, que se podría observar es que en el PET estos a simple vista son más brillantes que en el PES, además de que un factor importante a tener en cuenta es la dirección en la que se sublima ya que, si se esta se realiza al sentido de la trama, tiende a encogerse la tela y por ende existirán una especie de sombras si se llegan a sublimar letras o números.

Con respecto a la diferencia en la intensidad de cada color y su respectiva tonalidad se tienen rangos similares siendo así el pantone 3302 C con un valor de 15.02% como el máximo en la variación y el pantone 112 C con un valor de 6.46% como el mínimo en variación.

En la figura 49, se expone un cuadro general comparativo acerca del análisis de la intensidad del color entre ambos tejidos. Luego de realizar las lecturas del espectrofotómetro de las tres intensidades de color, se puede observar que en términos generales la intensidad del PET es menos si la comparamos con el PES, dando un promedio de 10,8%. Lo cual nos permite establecer el comportamiento de ambos tejidos en este parámetro.

### Figura 49

*Comparación general de la intensidad del color en los tejidos PES y PET*



## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber obtenido los resultados en el laboratorio, analizar y medir en el espectrofotómetro cada una de las muestras con los diferentes pantone y tonalidades, se pueden determinar las conclusiones y recomendaciones, respectivamente.

#### *5.1 Conclusiones*

- Con la revisión de referencias bibliográficas en diferentes bases de datos académicas, se llegó a determinar los estudios previos acerca del procesamiento y producción de textiles en base a PET y sus usos en la actualidad. Sin embargo, no se referenciaron fuentes confiables para verificar o comparar los resultados de estudios comparativos del proceso de estampación por sublimación del PET y el PES. Por lo que, los resultados de esta investigación esperan contribuir al campo del conocimiento en este tema.
- Una vez realizado el análisis de las propiedades de los tejidos planos utilizados tanto del PET y PES se determinó una variación en su gramaje del 5%, por lo tanto, en base a ese análisis se determinó que ambos tejidos tienen un gramaje similar, lo que garantiza que los resultados entre ambas telas sean óptimos para los análisis posteriores.
- Un aspecto crucial que hay que considerar es que la tela PET, cuando se expone a altas temperaturas, como en el proceso de sublimación a 201°C, tiende a encogerse a comparación del tejido de PES que mantuvo su estabilidad dimensional, en base a este factor se realizó una prueba de encogimiento del PET, dando como resultado un 3,33% de encogimiento en sentido de la trama y 0,1% en sentido de la urdimbre. Esto resultó que haya sombras en la estampación por sublimación. Por lo que es determinante que el tejido

de PET sea sometido a un proceso de termofijado para garantizar un diseño estable al momento de sublimar.

- Una vez realizado el proceso de preparación de los tejidos planos, los cuales se encontraban sin ningún tratamiento tintorero previo, se determinó una formulación base para el descruce así como el blanqueo óptico que se necesita para realizar el proceso de estampación por el método de sublimación. Esto se obtuvo de acuerdo con estudios previos y formulaciones de los proveedores de químicos, por lo que se decidió optar por la Receta N°1 - Tabla N°6, tanto para el PES como el PET, 0,4% Sunwhite FGB, 1 g/L de Chroma DYE RJL y 0,3 g/L de ácido RB. Una vez terminado el proceso de blanqueo se realizó la medición del grado de blanco entre ambas telas tanto cruda como blanqueada respectivamente, dando los resultados de DEcmc 15,55 y 2,26, con los que se puede concluir que el tejido PES y PET tenían un tono de base blanco adecuado para el estudio.
- Para el proceso de estampación por sublimación se evaluaron tres tonalidades de color basados en su fuerza, como son los tonos bajos, medios y oscuros, subdividiendo a cada una con tres colores, de acuerdo con la escala de pantone previamente definida para esta investigación. Es así que en la tonalidad baja se escogió los colores 196C, 3242C y 106C, estos fueron estampados sobre los tejidos tanto de PES como de PET, para luego ser medidos mediante el equipo espectrofotómetro, llegando a obtener los siguientes resultados: en el tono 196C una medición de comparativa del color de DEcmc de 1,85, en el 3242C de 1,61 y el tercero 106C de 1,15. En la tonalidad baja el promedio es de 1,54 DEcmc, con lo que podemos concluir que dentro de esta escala existe una ligera desviación del color entre ambos tejidos estampados, por lo que no es necesario llegar a matizar los colores al momento de realizar un diseño de estampación.

- En las tonalidades medias se estableció los colores 199C, 3272 C y 109C, luego de las mediciones se obtuvieron los resultados: en el primer caso de 0,85, en el segundo 0,73 y el tercero 1,91. Dentro de los análisis se determina que en el caso de colores 199C y 3272C no existe variación de color ya que su delta no llega a uno, por lo que estos colores se desarrollan de igual forma tanto en el PES como en el PET. En el caso del color 109C la medición fue de 1,91 notando un tono diferente entre ambos tejidos, con el análisis del espectrofotómetro se observa que este color en el PET tiene una tendencia verdosa comparada con el PES, por lo que es importante tener en consideración para realizar un matizado si fuera utilizado para estampar. En general el promedio de esta tonalidad fue de 1,16 por lo que podemos concluir el color se desarrolla de una forma igual en ambos tejidos.
- Para la estampación en la tonalidad oscura, se escogió los colores 202C, 3302C y 112C, dentro de las mediciones comparativas se obtuvieron los resultados del DEcmc de 1,03, 1,17 y 1,06, en este caso podemos observar que el color 3302C tiene el valor más alto, y tendiendo a ser rojizo, pero como parte de la teoría del color podríamos establecer que estarían dentro de los estándares para ser considerados el mismo color en el tejido PET. En promedio dentro de esta tonalidad oscura, se obtuvo un valor de 1,09, por lo que se podría concluir que el color llega a ser el mismo tanto en el tejido estampado de PES y PET, esto nos garantiza poder trabajar los diseños sin llegar a tener variaciones en el producto final.
- La investigación comparativa demuestra que el proceso de estampado por sublimación es efectivo tanto en tejido de poliéster convencional como en tejido de poliéster reciclado, el valor DEcmc de 1,25 indica una pequeña diferencia de color perceptible, lo que sugiere que ambos materiales son adecuados para este proceso de estampado. Estos resultados son

prometedores desde una perspectiva de sostenibilidad, ya que el uso de tejido de poliéster reciclado, en lugar de poliéster convencional, permite reducir el impacto ambiental al aprovechar recursos existentes y disminuir la dependencia de materiales vírgenes. Además, se puede concluir que el proceso de estampado por sublimación es altamente confiable y produce resultados consistentes tanto en tejido de poliéster convencional como en tejido de poliéster reciclado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados son específicos para las condiciones y parámetros utilizados en el estudio.

### ***5.2 Recomendaciones***

- Es esencial buscar información detallada y confiable de fuentes verídicas para conocer las especificaciones físicas y químicas de los tejidos PES y PET. Esto ayudará a evitar posibles complicaciones al realizar procesos como la sublimación y a entender mejor el comportamiento del color en estas telas. Además, es importante seguir investigando y aportando nuevas ideas sobre el uso del PET en el proceso de sublimación para mejorar su eficacia.
- Cuando se realice el proceso de sublimación en tela PET cruda o en PET que ha pasado por un proceso de blanqueo óptico, es recomendable llevar a cabo un postproceso de termofijado. Además, es importante tener en cuenta la orientación de la tela y saber identificar la urdimbre y la trama para evitar que la tela se encoja, como se observó en el desarrollo de esta investigación.
- Para obtener mediciones precisas en el espectrofotómetro, es importante calibrar la máquina de acuerdo con los parámetros necesarios, en este caso, el cambio del color (Mean color change). Además, se recomienda utilizar aberturas de 6mm para muestras muy

pequeñas o de 10mm, como se hizo en el desarrollo de esta investigación. Esto ayudará a evitar márgenes de error significativos y a obtener datos confiables.

- Es recomendable realizar investigaciones adicionales y ampliar el análisis considerando diferentes variables, como la durabilidad del color a largo plazo, la resistencia a la abrasión y otros factores relevantes para evaluar la calidad y rendimiento del estampado por sublimación en ambos tipos de tejido.

## Referencias Bibliográficas

- Ambriz, A. (2020). *Teoría Del Color: Naturaleza Del Color*.  
<https://ulloaartisticanoveno.blogspot.com/p/la-percepcion-del-color-el-ojo-humano.html>
- Andrade Mayer, M. S. (2017). *Teoría y práctica de textiles*.
- Andrade Mayer, M. S. (2018). *Teoría y práctica de textiles*.  
[http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103275/secme-29747\\_1.pdf?sequence=1#:~:text=Los telares artesanales se clasifican,bastidores%2C verticales y horizontales](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103275/secme-29747_1.pdf?sequence=1#:~:text=Los telares artesanales se clasifican,bastidores%2C verticales y horizontales)
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L., & Arellano, C. (2020). *La investigación científica: Una aproximación para los estudios de posgrado*.
- Calvo Sealing. (n.d.). *Clasificación de fibras*. 1–7.
- Carrillo López, G. A., & Webster Vásquez, G. del C. (2019). *Diseño y registro del proceso textil en el telar de pie*. [file:///C:/Users/User/Documents/TESIS/documentos tesis/informacion de tesis/universidad azuay.pdf](file:///C:/Users/User/Documents/TESIS/documentos%20tesis/informacion%20de%20tesis/universidad%20azuay.pdf)
- Carvajal, E. A. V., & Salas, G. L. Z. (2018). Conscientious objection to euthanasia: A personalistic bioethical analysis for the Colombian case. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 159–165. <https://doi.org/10.22507/rli.v15n1a6>
- Chuchuca Moran, G. W., Dick Zambrano, A. K., & Peñafiel Ube, J. F. (2012). *Implementación y validación de una metodología económica para la medición de color aplicada en alimentos*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90012/D-79702.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. 7.
- Contreras Carvajalino, L. . (2017). *Fibras Textiles: Historia de los materiales textiles*.
- De los Santos, A. (2010). La teoría del color. *Idat*, 2, 1–11.

<https://adelossantos.files.wordpress.com/2010/10/teroria-del-color.pdf>

Estrada Moreno, I. A., Mendoza Duarte, M. E., López Martínez, E. I., Penott Chang, E. K., Vega

Ríos, A., & Flores Gallardo, S. G. (2015). *Compuestos de PET reciclado/nanopartículas.*

*04*, 1–122.

Flores Salon, A. I. (2021). *Tejidos planos - Telares.*

Gómez, P. (2020). *Color y espacio.*

Imagine Roland. (n.d.). *Sublimación Con Impresión Digital.*

Lemus, S. (2020). *Aportes de la formación en el método analítico al ejercicio clínico, según*

*egresados de la universidad EAFIT.* 1–68.

[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/24648/Santiago\\_LemusOsorio\\_2020.](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/24648/Santiago_LemusOsorio_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

[pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/24648/Santiago_LemusOsorio_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Mendaña, R. (2014). *Exploración con polietilen tereftalato (PET) proveniente de residuos*

*sólidos urbanos, aplicación en el diseño de productos sustentables.* 1–119.

Ministerio de Ambiente. (2015). REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION

SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro

Oficial Suplemento 2, 31/03/2003. *LexisFunder*, 74, 1–75.

Nohlen, D., & Jimenez Jimenez, I. (2021). Elementos que identifican los Métodos Comparados.

*Ciencia Poética Comparada: El Enfoque Histórico-Empírico*, 8(2), 167–192.

<https://doi.org/10.15648/collectivus.vol8num2.2021.3134>

Omar, A., & Ean, R. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del*

*conocimiento.* 82, 179–200.

Palacio Legislativo de San Lázaro. (2021). *Daños a la salud y medio ambiente ocasionados por*

*el tereftalato de polietileno (PET).*

- Paz, M. (2016). *Reciclado de PET a partir de botellas post consumo*. 190.
- Ruiz Correa, J. S. (2020). *Implementación del colorímetro como estándar de calidad para la tela teñida en Ticol S.A.S.*  
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15783/1/RuizJohn\\_2020\\_ImplementacionColorimetroEstandar.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15783/1/RuizJohn_2020_ImplementacionColorimetroEstandar.pdf)
- Sawgrass. (2018). *La guía completa para el éxito con la sublimación*.
- Suasnavas Flores, D. F. (2017). Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 21, Issue 2). [https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance Notebook 2.6 Smoke.pdf](https://www.oecd.org/dac/accountable-effective-institutions/Governance%20Notebook%202.6%20Smoke.pdf)
- Talens, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. In *Tecnología de alimentos*.
- Universidad Técnica del Norte. (2022). *Líneas de Investigación*.  
[https://textiles.utn.edu.ec/?page\\_id=2839](https://textiles.utn.edu.ec/?page_id=2839)
- Valdez López, Y. C., Marentes Patrón, R. A., Correa Valenzuela, S. E., Hernández Pedroza, R. I., Enríquez Quintero, I. D., & Quintana Zavala, M. O. (2022). Nivel de estrés y estrategias de afrontamiento utilizadas por estudiantes de la licenciatura en Enfermería. *Enfermería Global*, 21(1), 248–270. <https://doi.org/10.6018/eglobal.441711>
- X-Rite. (n.d.). *Entender la Comunicación del Color*.
- Zambrano Palma, E. A. (2013). *Análisis del impacto económico ambiental en las industrias plásticas del Ecuador: Diseño de una planta reprocesadora de residuos plásticos PET que impulse el consumo local*. 165. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5321/1/UPS-GT000454.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Certificado de uso de laboratorio CTEX*



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



Ibarra, 08 de junio del 2023

#### CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

#### CERTIFICO

Que la señorita **GUERRERO LOYOLA WENDY MISHHELL**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 172443951-6, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESARROLLO DEL COLOR EN LA SUBLIMACIÓN DE TELA 100% POLIÉSTER RECICLADO (PET) Y POLIÉSTER (PES)"**.

Los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **BALANZA ELECTRÓNICA**
- **AUTOCLAVE IR DYER** - Proceso de blanqueo óptico
- **CÁMARA DE LUZ**
- **ESPECTROFOTÓMETRO (X Rite Color i5) – CIELAB Color Space (D65/10°)**

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

Atentamente:



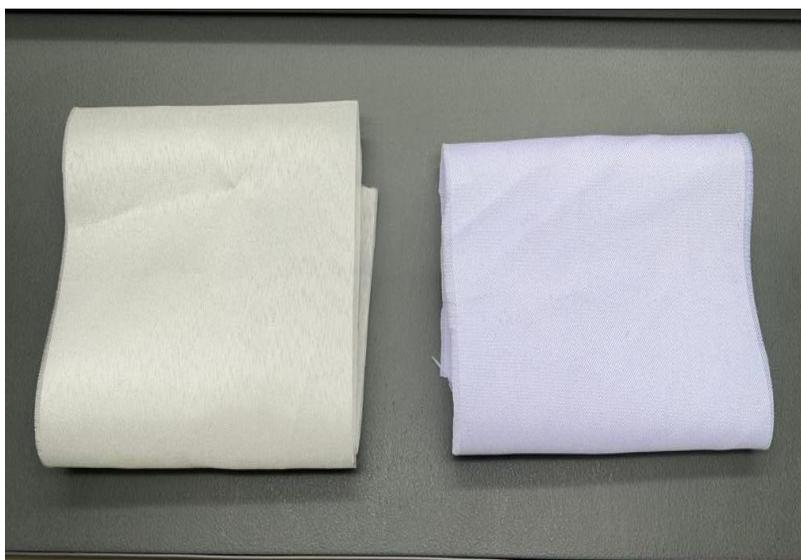
**MSc. GUALOTO FAUSTO M.**  
**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**

**Anexo 2**

*Muestras obtenidas con el sacabocados para la caracterización del tejido*

**Anexo 3**

*Tela PES y PET crudo*



## Anexo 4

*Análisis en la cámara de luz PES y PET crudo*



## Anexo 5

*Preparación de recetas para blanqueo óptico*



**Anexo 6**

*Carga de máquina con las diferentes recetas y telas testigo*

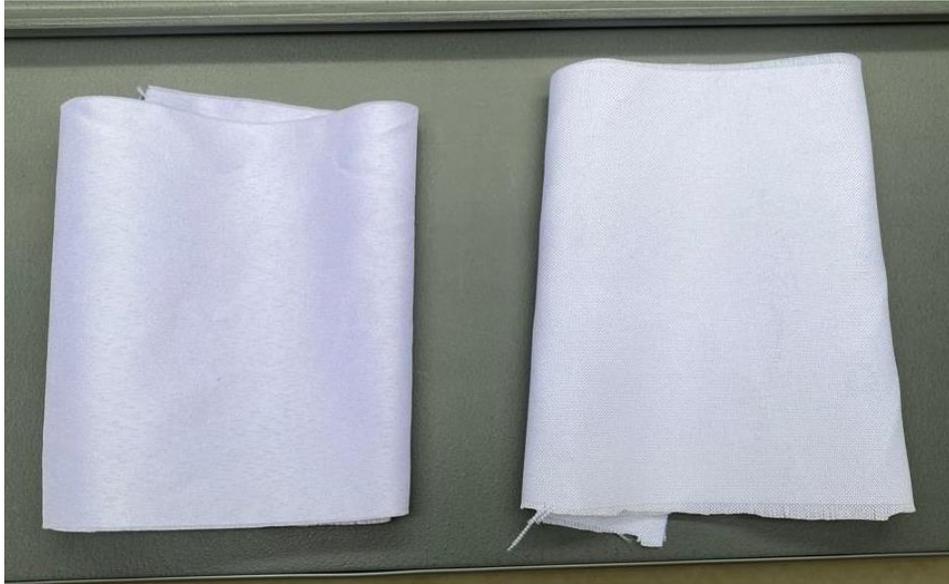
**Anexo 7**

*Análisis de telas testigo en la cámara de luz después del blanqueo óptico*



**Anexo 8**

*Tela PES y PET blanqueado*

**Anexo 9**

*Preparación de muestras de tela PET para realizar el blanqueo óptico una vez determinada la receta correcta para poder realizar el sublimado*

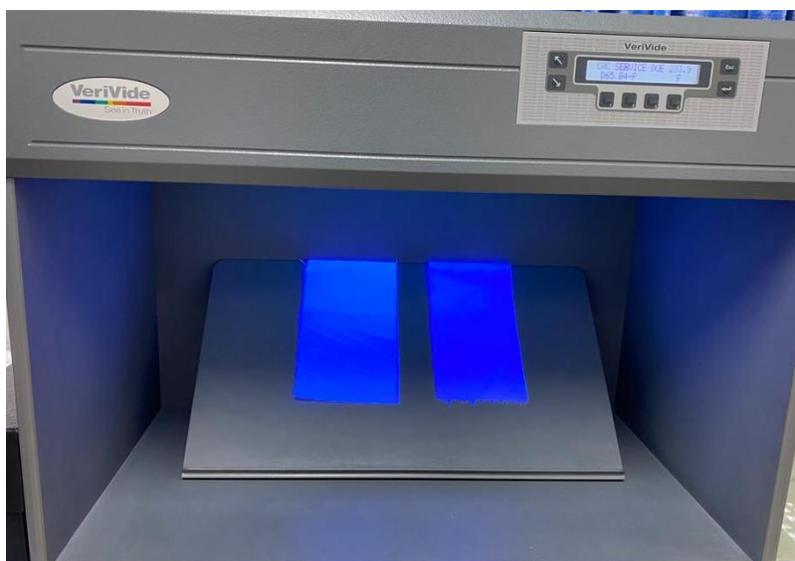


**Anexo 10**

*Carga de máquina con las muestras de tela PET a blanquear*

**Anexo 11**

*Muestras de tela PET con bases casi idénticas analizadas en la cámara de luz*



## Anexo 12

### *Resultados del proceso de sublimación*



## Anexo 13

### *Disco de 10mm utilizado en el espectrofotómetro*



**Anexo 14***Calibración del del equipo espectrofotómetro***Anexo 15***Medición de muestras sublimadas en el espectrofotómetro*

**Anexo 16**

*Corte de muestra según la ISO 5077 para determinar el porcentaje de encogimiento de la tela PET al someterla al proceso de sublimado*

