



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL**

**TEMA:**

**“APLICACIÓN DE UN ACABADO ANTIOXIDANTE EN UN TEJIDO 100%  
ALGODÓN UTILIZANDO ÓXIDO DE ZINC”**

**AUTORA: MÓNICA MARILYN VERA CÓRDOVA**

**DIRECTOR: Msc. WILLAM RICARDO ESPARZA ENCALADA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2019 - 2020**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172487013-2
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vera Córdova Mónica Marilyn
DIRECCIÓN:	Quito, La planada Paralela A1 N 74-118 y Transversal 8
EMAIL:	<a href="mailto:marilynvera819@gmail.com">marilynvera819@gmail.com</a>
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL: 0939123392


DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Aplicación de un acabado antioxidante en un tejido 100% Algodón utilizando Óxido de Zinc
AUTOR (ES):	Mónica Marilyn Vera Córdova
FECHA: DD/MM/AAAA	22/07/2020
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Willam Ricardo Esparza Encalada

#### 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los **16** días del mes de septiembre de 2020

#### EL AUTOR:

Firma:   
Nombre: Mónica Vera



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

**CERTIFICACION DEL ASESOR**

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por la egresada MÓNICA MARILYN VERA CÓRDOVA, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “APLICACIÓN DE UN ACABADO ANTIOXIDANTE EN UN TEJIDO 100% ALGODÓN UTILIZANDO ÓXIDO DE ZINC”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 24 de agosto del 2020

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Willam Esparza', is written over a horizontal line.

MSC. WILLAM ESPARZA  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



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

**DEDICATORIA**

Dedicado a mi familia y en especial a mi padre Silvio Vera y a mi madre Lorgia Córdova quienes siempre tuvieron la confianza puesta en mí, así como su apoyo incondicional durante todo el trayecto de la Universidad.

A mi hermana menor Pamela quien fue mi pilar más fuerte para no decaer por darme ánimos y motivos para seguir el camino a pesar de las dificultades recordándome mis valores, así como mis objetivos y mostrándome que con dedicación esfuerzo y perseverancia todo se puede lograr.

*Mónica Vera*



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

**AGRADECIMIENTO**

A mis padres quienes fueron el pilar fundamental para que pueda continuar con mis estudios primordialmente a mi padre quien se esforzó por apoyarme económica y moralmente en cada circunstancia.

A mi tutor de tesis Msc. Willam Esparza por su paciencia y compromiso por guiarme con sus conocimientos técnicos y teóricos durante el desarrollo del trabajo para los procesos de la investigación.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería Textil, sus docentes y en especial al Msc. Fernando Fierro quien supo guiarme en mis practicas pre-profesionales para poder terminar la carrera universitaria.

*Mónica Vera*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	2
<b>1.3. Importancia</b> .....	3
<b>1.4. Objetivo General</b> .....	3
<b>1.5. Objetivos Específicos</b> .....	3
<b>1.6. Características del sitio del proyecto</b> .....	4
CAPITULO II.....	5
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b> .....	5
<b>2.1. Estudios previos o Generalidades</b> .....	5
<b>2.1.1. Usos del zinc en la industria</b> .....	7
<b>2.1.2. El algodón y su uso en la industria</b> .....	8
<b>2.2. Marco legal</b> .....	9
<b>2.2.1. Líneas de Investigación</b> .....	9
<b>2.3. Marco Conceptual</b> .....	10
<b>2.3.1. Óxido de Zinc</b> .....	10
<b>2.3.2. Ligante</b> .....	10
<b>2.3.3. Catalizador</b> .....	11
<b>2.3.4. Espectrofotómetro de reflectancia</b> .....	12

CAPITULO III .....	13
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Métodos de la investigación .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.1. Proceso de Tintura por agotamiento .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Flujo grama general .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1. Descripción de las actividades .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Flujo grama muestral .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4. Curva de proceso .....</b>	<b>16</b>
<b>3.5. Variables .....</b>	<b>17</b>
<b>3.5.1. Óxido de Zinc .....</b>	<b>17</b>
<b>3.6. Auxiliares .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7. Procedimiento de aplicación del acabado .....</b>	<b>19</b>
<b>3.7.1. Preparación de la tela. ....</b>	<b>19</b>
<b>3.7.2. Aplicación del acabado .....</b>	<b>19</b>
<b>3.7.3. Práctica de Laboratorio .....</b>	<b>20</b>
CAPITULO IV .....	31
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Resultados .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Discusión de resultados .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1. Análisis de la varianza .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.2. Normalidad de los datos .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.3. Análisis de los resultados .....</b>	<b>37</b>



4.2.3.1. <i>Gráfico General</i> .....	37
4.2.3.2. <i>Desviación Estándar</i> .....	39
4.2.3.3. <i>Anova</i> .....	40
CAPITULO V .....	42
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	42
5.1. <b>Conclusiones</b> .....	42
5.2. <b>Recomendaciones</b> .....	43
CAPITULO VI.....	45
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	45
CAPITULO VII.....	47
<b>7. ANEXOS</b> .....	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efecto del clima en la corrosión Atmosférica .....	6
Tabla 2 Líneas de investigación UTN .....	9
Tabla 3 Concentraciones de ZnO .....	18
Tabla 4 Materiales para la aplicación del acabado antioxidante .....	18
Tabla 5 Aplicación del acabado muestra 1 .....	21
Tabla 6 Aplicación del acabado muestra 2.....	22
Tabla 7 Aplicación de Acabado Muestra 3. ....	23
Tabla 8 Aplicación de Acabado Muestra 4. ....	24
Tabla 9 Aplicación de Acabado Muestra 5. ....	25



Tabla 10 Aplicación de Acabado Muestra 6. ....	26
Tabla 11 Aplicación de Acabado Muestra 7. ....	27
Tabla 12 Aplicación de Acabado Muestra 8. ....	28
Tabla 13 Aplicación de Acabado Muestra 9. ....	29
Tabla 14 Aplicación de Acabado Muestra 10. ....	30
Tabla 15 Resultados .....	32
Tabla 16 Fotografías de Muestras contaminadas .....	33
Tabla 17 Análisis de la varianza .....	35
Tabla 18 Normalidad de los datos.....	36

### **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Ubicación Geográfica del sitio de investigación Fuente: (Maps, 2019).....	4
Figura 2 Flujo grama de metodología general Fuente: Vera (2019).....	14
Figura 3 Flujograma muestral Fuente: Vera (2019).....	16
Figura 4 Curva de procedimiento para el acabado antioxidante Fuente: Vera (2019).....	17
Figura 5 Gráfico de longitudes de color – Resultados Fuente: Vera (2019).....	38
Figura 6 Desviación Estándar Fuente: Vera (2019).....	39
Figura 7 ANOVA Fuente: Vera (2019).....	40
Figura 8 Equipos y Materiales Fuente: Vera (2019).....	49
Figura 9 Aplicación de acabado Textil Fuente: Vera (2019).....	49

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de seguridad ZnO.....	47
Anexo 2 Equipos y materiales utilizados .....	48
Anexo 3 Procedimiento de laboratorio.....	49
Anexo 4 Lectura del cambio de Tonalidad en el espectrofotómetro.....	50

## **Resumen**

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad aprovechar la capacidad de evitar la corrosión que tiene el óxido de zinc al ser utilizado en pinturas para techos y aplicarlo en un tejido de algodón 100% como un proyecto sustentable

En la presente investigación se detalla el proceso de impregnación de óxido de zinc en tejido 100% algodón mediante el uso de ligante textil y auxiliares de acabado, siendo esta la primera fase del proyecto en mención. Una vez que se obtiene el material textil con el acabado ya preparado se continua con la siguiente fase que es la contaminación del material textil, se contaminan en total 11 muestras diez de las cuales poseen el acabado con diferentes porcentajes de óxido de zinc y 1 muestra sin acabado para obtener una medición base de un tejido crudo contaminado para la respectiva comparación en la fase final que es la medición de resultados mediante el espectrofotómetro de reflectancia.

Mediante un análisis a los resultados se concluye que el tejido que posee en su acabado textil un 20% de óxido de zinc es la muestra resultante con menor contaminación de herrumbre con respecto a la muestra patrón. Generando una nueva alternativa de acabado para disminuir la corrosión ocasionada por broches o botones no cromados en las prendas.

## **ABSTRACT**

This research studies the ability to prevent corrosion that zinc oxide has when used in ceiling paints and apply it to a 100% cotton fabric as a sustainable project.

In this research the impregnation process of zinc oxide in 100% cotton fabric is detailed through the use of a textile binder and finishing aids, this being the first phase of the project in reference. Once the textile material is obtained with the finish already prepared, it is contaminated. A total of 11 samples are contaminated, ten of which are finished with different percentages of zinc oxide and one sample unfinished to obtain a base measurement of a contaminated raw fabric for its comparison in the final phase, which is the measurement of results using the reflectance spectrophotometer.

Results show that the fabric with 20% zinc oxide in its textile finish has less rust contamination compared to the standard sample. Generating a new finishing alternative to reduce corrosion caused by non-chromed snaps or buttons on garments.

## CAPITULO I

### 1.1.INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere el estudio de un acabado antioxidante en tejidos de algodón mediante el uso de Óxido de zinc.

Las prendas textiles compuestas de algodón son generalmente utilizadas en el ámbito de ropa de trabajo la cual en determinados trabajos está expuesta al oxido de herramientas o de manchas de ciertos líquidos los cuales al contacto con el oxígeno del ambiente generan manchas amarillas en la ropa, además se puede observar este efecto en las prendas que poseen broches o botones no cromados que con el tiempo se oxidan por los lavados a los que se somete a la prenda.

Este tema de investigación se desarrolló iniciando con la recopilación de material bibliográfico y a continuación se aplicó el acabado en el tejido, cabe mencionar que se realizaron varias muestras con diferentes concentraciones de ZnO mediante un método de tinte por agotamiento en un sistema discontinuo a una temperatura de 70 °C en cocina de inducción y mechero en el laboratorio textil de la planta académica textil.

Las muestras en las que se realizó el acabado y una muestra de tela cruda serán sometidas a la contaminación con oxido o herrumbre por determinado tiempo para después pasar por el proceso de medición en el espectrofotómetro donde se observara la diferencia de color existente en las muestras con acabado respecto a la muestra cruda.

La metodología utilizada en esta investigación es el método experimental para obtener los resultados y el método comparativo para hacer una evaluación del tejido de algodón con acabado en relación al tejido crudo, todo a nivel de laboratorio.

## **1.2. Antecedentes**

Para realizar el estudio sobre la formación de óxido en las prendas de algodón y sobre la forma de disminuir este efecto es conveniente referir la consulta documental de trabajos realizados que guardan relación con los objetivos propuestos en este estudio, en función a ellos:

Señala que las manchas provocadas por el óxido son de color amarillo y se presentan al existir sustancias en los tejidos los cuales al contacto con el oxígeno se oxidan, el termino oxidación es aplicado a todas las reacciones en las que el oxígeno esta combinado con otra sustancia, en las prendas generalmente se presenta al estar en contacto con grasas emanadas por la piel, sales de sudor, manchas de bebidas, en la ropa de trabajo que se encuentra expuesta al contacto con metales, así como también en prendas que contienen botones no cromados.

Como producto para evitar la herrumbre utilizamos el ZnO, se presenta con un color blanco, no tiene olor ni sabor y es insoluble al agua, se compone de Zinc 80% y Oxigeno un 20% y el zinc metálico reduce muchos óxidos metálicos, sulfuros, cloruros sea por vía seca y húmeda (Laboulaye, 1857).

Por lo tanto, se hace referencia a las investigaciones antes citadas para realizar este proyecto que pretende aportar a la industria textil, con un tejido antioxidante para evitar la formación de manchas amarillas en las prendas, además siendo así una opción para la fabricación de prendas para diferentes segmentos tales como indumentaria tanto de trabajo como del hogar y así misma vestimenta para el diario.

### **1.3. Importancia**

Se ha considerado el desarrollo de un acabado antioxidante en un tejido de algodón 100% por que este posee entre sus partes componentes la cutícula la cual está encargada de proteger a la fibra de la oxidación atmosférica y de la acción de los rayos ultravioletas, pero no es suficiente para evitar oxidaciones fuerte (GilabertGilabert, 2002).

El acabado se desarrollará con el fin de evitar la formación de herrumbre o también conocido como oxido en las telas de algodón potenciando así la propiedad de la cutícula y además innovando un producto para el mercado, ya que es conocido que se forma oxido en las prendas cuando están húmedas, de forma más frecuente si estas poseen accesorios como botones o broches de metal al no estar cromados y tener contacto con el oxígeno.

### **1.4. Objetivo General**

Elaborar un acabado antioxidante en un tejido 100% algodón utilizando óxido de zinc

### **1.5. Objetivos Específicos**

Investigar bibliográficamente los procesos a utilizar mediante artículos, libros, revistas para determinar la metodología más adecuada.

Determinar los parámetros más óptimos de acabado mediante pruebas de experimentación para obtener datos confiables.

Analizar los resultados a través de los datos obtenidos para concluir si es o no antioxidante.



## 1.6. Características del sitio del proyecto

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura cantón Ibarra en el sector de Azaya en las calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago ( $0^{\circ}22'40.7''N$   $78^{\circ}07'24.6''W$ ) en la Universidad Técnica del Norte en las instalaciones del laboratorio de la Planta Académica Textil, ubicación que podemos observar graficada en la figura 1. El laboratorio está provisto con equipos de última tecnología, donde se realiza pruebas físicas y químicas a todo tipo de textiles, estas pruebas son realizadas bajo normas que certifican la calidad de los textiles.



*Figura 1 Ubicación Geográfica del sitio de investigación*

*Fuente: (Maps, 2019)*

## **CAPITULO II**

### **2. ESTADO DEL ARTE**

#### **2.1. Estudios previos o Generalidades**

“La palabra “óxido” en la vida diaria nos remite a la herrumbre rojiza que se forma en muchos objetos metálicos [...] que se considera sintomático del deterioro del material.” (Gutiérrez, 2006, p. 30).

La corrosión total que experimenta un material en la atmosfera generalmente varía de acuerdo al tiempo que la superficie o metal se encuentre expuesto a la atmosfera, se presenta con mayor rapidez en los metales que han estado húmedos o mojados (Tiempo de humectación). Por las condiciones mencionadas es que la climatología del lugar donde se encuentran los materiales se vuelve un factor importante en la corrosión atmosférica de los metales.

En la Tabla 1 se muestra el efecto del clima en la corrosión de los cuatro materiales tecnológicamente más útiles entre los cuales podemos observar el material que usaremos dentro del estudio a realizar. (Rodríguez, 1999).

Tabla 1  
Efecto del clima en la corrosión Atmosférica

Promedio Anual		CLIMA	INDICE KOPPEN	Corrosión mm/ año			
T °C	% HR			Fe	Zn	Cu	Al
16	37	Semiárido	Bs	15.0	0.19	0.19	Desp.
16	55	Verano Seco	Cs	12.6	0.27	0.97	0.06
16	59	Invierno Seco	Cw	12.3	0.14	0.28	0.02
14	69	Sin estación seca	Cf	14.1	0.28	0.89	0.07
21	56	Sabana Tropical	Aw	15.2	1.16	0.23	Desp
25	84	Selva tropical	Af	15.7	0.98	0.56	0.01

Valor despreciable = desp.

Fuente:(Rodríguez, 1999, p. 25)

“Como una estimación del tiempo de humectación calculado de una superficie que se corroe, se considera que la humedad relativa (HR) debe ser  $\geq 80\%$  y la temperatura  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ ” (Rodríguez, 1999, p. 25)

Según la tabla 1 que se presenta en la parte superior podemos ratificar que el zinc es uno de los materiales con mayor resistencia a la oxidación, por lo cual en la presente investigación se ha tomado en cuenta en una de sus presentaciones como es el ZnO, “cuando se expone a la acción del aire, el zinc se recubre de una película de óxido que protege el metal de oxidaciones posteriores.” (Nordberg, 2012, p. 63.51).

El ZnO dentro de la industria Textil ha sido utilizado también en acabados realizados como trabajos de investigación como Bolaños (2017) quien aplico este producto en un tejido de algodón 100% para medir el grado de repelencia de rayos UV, obteniendo como resultados que el óxido de Zinc en la tela de tejido plano algodón brinda un elevado índice de protección UV, debido a que posee la característica de absorber la radiación ultravioleta.

Asi también existe el trabajo de investigación de Cacuango (2019) quien utiliza el Óxido de zinc en tejido 100% Algodón para absorber CO2 del medio ambiente, en esta investigación se determinó la solidez del acabado a los lavados caseros siendo el referente para la

investigación dando como resultado que la muestra con mayor porcentaje de ZnO tiene una durabilidad de 5 lavados caseros. Cabe mencionar que no se ha utilizado este producto con el fin de evitar la oxidación atmosférica en tejidos en investigaciones anteriores.

### **2.1.1. Usos del zinc en la industria**

Los Usos del zinc varían acorde a la forma en la que este se presente Nordberg (2012) afirma que:

- Protección del acero a la corrosión atmosférica mediante galvanización
- El óxido de zinc (ZnO), o blanco de zinc [...] se utiliza como pigmento para la fabricación de pinturas, lacas y barnices, y como carga en plásticos y caucho. También tiene aplicación en la fabricación de cosméticos, cementos de fraguado rápido y en la industria farmacéutica. Es útil para la fabricación de vidrio, ruedas de automóviles, cerillas, pegamento blanco y tintas para imprenta y como semiconductor en la industria electrónica.
- El sulfato de zinc ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ), se utiliza como conservante de pieles y maderas, decolorante de papel. Se emplea también como agente incombustible y tensoactivo en el proceso de flotación por espuma. Otro uso es el tratamiento del agua, la tintura y estampado de tejidos.
- El cloruro de zinc ( $ZnCl_2$ ), o manteca de zinc, tiene numerosos usos en la industria textil durante el teñido, estampado y apresto de los tejidos. Es un componente del cemento para metales, los dentífricos y las pastas de soldadura. Se utiliza sólo o con fenol y otros antisépticos para conservar las traviesas de los ferrocarriles. Es útil para el grabado del metal y la fabricación de asfalto. Sirve como agente vulcanizante para el caucho, retarda la combustión de la madera e inhibe la corrosión en el tratamiento del agua. (p. 63.51)

Los usos del zinc dentro de las diferentes industrias nos muestran que depende la forma en la que este se presente el uso para el que se le destine, sin embargo, es utilizado para proteger los metales de la corrosión por lo cual es considerado un producto que evita la corrosión atmosférica, además que posee importancia dentro de la industria textil.

### **2.1.2. El algodón y su uso en la industria**

El algodón es una fibra que habitualmente es cultivada en zonas tropicales y son provenientes de semillas de plantas de la familia malvácea, estas fibras son utilizadas a nivel mundial en diferentes industrias como por ejemplo en la industria farmacéutica es utilizada como materia prima para el algodón antiséptico y así mismo para la elaboración de gasas y en la industria textil es utilizada en los diferentes procesos desde la hilandería hasta la tejeduría sea esta de punto a plana (Farinango, 2019).

Fernández (2008) refiere que el algodón en tiempos de los Egipcios solo se consideraba apropiado para la ropa del pobre, a razón que contrastaba enormemente con materiales como la seda o el lino, además los usos más frecuentes que se le daba era para ropa de trabajo, interior y de cama. En la actualidad las prendas de algodón son utilizadas para diferentes ámbitos y son de gran apreciación por los consumidores por las características que estos tejidos presentan.

Según Parra (2010) la difusión del uso del algodón en la industria se debe a la facilidad que posee esta fibra para transformarse en hilo, además de sus características como resistencia, absorbencia y la facilidad con que se lava y se tintura, por lo que el algodón se presta actualmente a la elaboración de géneros textiles muy variados.

## 2.2.Marco legal

### 2.2.1. Líneas de Investigación

De acuerdo con las líneas de investigación planteadas para la Utn en la Resolución N° 122-SO-HCU-UTN, 05-08-2016 tenemos las referenciadas en la tabla 2:

Tabla 2  
*Líneas de investigación UTN*

N°	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA UTN
1	Producción industrial y tecnología sostenible
2	Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.
3	Biotecnología, energía y recursos naturales renovables.
4	Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable.
5	Salud y bienestar integral.
6	Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas.
7	Desarrollo artístico, diseño y publicidad.
8	Desarrollo social y del comportamiento humano.
9	Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

*Fuente: (CITEX, 2017)*

Según CITEX (2017) “La Carrera de Ingeniería Textil apuntará al trabajo en las líneas 1 y 9, dirigidas a:

- La Producción industrial y tecnología sostenible
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.” (p. 15)

La presente investigación se basa en la línea de investigación N° 9 proporcionando una investigación para un acabado antioxidante utilizando ZnO y se encuentra dentro de esta línea de investigación puesto que como menciona CITEX (2017) “esta línea comprende: la delineación de parámetros de diseño, el perfeccionamiento y la creación de maquinaria,

colorantes y otros productos de aplicación textil así como de los procesos textiles sustentables.”  
(p. 15)

## **2.3.Marco Conceptual**

### **2.3.1. Óxido de Zinc**

Este materia prima se puede extraer de dos maneras diferentes, por medio de oxidación de vapores de zinc y cuando se da la carbonatación de zinc, se caracteriza por ser un polvo blanco sin olor ni sabor (S. Bolaños, 2017). En textil se le ha dado aplicaciones en tejidos capaces de absorber los rayos ultravioletas al ser conocido que este es uno de los ingredientes de los protectores solares.

### **2.3.2. Ligante**

Son homopolímeros o co-polímeros derivados de una serie de monómeros tales como son el butadieno, acrilatos de etilo, vinilo, estireno, entre otros. La selección del ligante se realiza de acuerdo al grado de adhesión y cohesión que se necesite (Martín, 2008). En la presente investigación es usado para hacer que el ZnO se adhiera al tejido, como nos menciona Benavides Portilla (2017) en su trabajo de grado:

Un ligante se define como un átomo, ion o molécula, que generalmente dona uno o más de sus electrones a través de un enlace covalente coordinado y/o comparte sus electrones a través de un enlace covalente con uno o más átomos o iones centrales. Los ligantes son capaces de englobar en su estructura una serie de productos sin modificar demasiado las propiedades. (p. 58).

El ligante es una sustancia compuesta de macromoléculas de cadena larga, cuando se aplica sobre el textil junto con el pigmento o producto a utilizar produce una red tridimensionalmente ligada. Los enlaces tridimensionales se forman durante el proceso de fijación, generalmente



consiste de calor seco y un cambio en el valor de pH lo que causa el auto reticulación o la reacción con los agentes adecuados, los ligantes usados son todos polímeros de la adición,

### **2.3.3. Catalizador**

Un catalizador se caracteriza por modificar la velocidad de una reacción química, los catalizadores se definen de acuerdo a dos variables principales: la fase activa y la selectividad, sin embargo, el catalizador no influye en el equilibrio de la reacción, porque la descomposición de los productos en los reactivos es acelerada en un grado similar, como menciona Játiva (2012):

La actividad y la selectividad, e incluso la vida misma del catalizador, depende directamente de la fase activa utilizada, por lo que se distinguen dos grandes subgrupos: Los elementos y compuestos con propiedades de conductores electrónicos y los compuestos que carecen de electrones libres y son, por lo tanto, aislantes o dieléctricos. La mayoría de los catalizadores sólidos son los metales o los óxidos, sulfuros y haloideos de elementos metálicos y de semimetálicos como los elementos 38 boro aluminio, y silicio.

Los catalizadores gaseosos y líquidos se usan usualmente en su forma pura o en la combinación con solventes o transportadores apropiados; los catalizadores sólidos se dispersan usualmente en otras sustancias conocidas como apoyos de catalizador

Existen ciertas sustancias llamadas promotoras, que no tienen capacidad catalítica en sí, pero aumentan la eficacia de los catalizadores. Por ejemplo, al añadir alúmina a hierro finamente dividido, ésta aumenta la capacidad del hierro para catalizar la obtención de amoníaco a partir de una mezcla de nitrógeno e

hidrógeno. Por otra parte, los materiales que reducen la eficacia de un catalizador se denominan venenos [...]. (p. 38).

#### **2.3.4. Espectrofotómetro de reflectancia**

El funcionamiento de un espectrofotómetro se basa en iluminar las muestras con luz blanca y calcular la cantidad de luz que esta refleja en una serie de intervalos de longitudes de onda, mediante esto se diferencia el cambio de color en las muestras medidas.

El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que tienen una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia [...], tiene la capacidad de manejar un haz de radiación electromagnética (REM), comúnmente denominada Luz, esperándolo en facilitar la identificación, calificación y cuantificación de su energía.(Y. Bolaños, 2013, p. 7)

Cabe mencionar que el espectrofotómetro de reflectancia funciona con el sistema de medidas CIE que según nos menciona Lavado (2012) establece 4 geometrías estándares que son:

- Iluminación difusa y toma de la luz normal D/0
- Iluminación en la normal y toma de luz difusa 0/D
- Iluminación a 45° y toma de la luz en la normal 45/0
- Iluminación en la normal y toma de luz a 45° 0/45. (p. 140)

Para la medición de la diferencia de color también existen los llamados colorímetros que son mucho más accesibles por su bajo coste sin embargo la diferencia entre estos dos equipos radica en que los colorímetros no pueden proporcionar datos de reflectancia ya que estos funcionan con base en filtros de color.

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1.Métodos de la investigación

Para esta investigación se utilizaron los métodos siguientes:

- Método experimental en el que se procedió a realizar las muestras en la autoclave de tintura, para este proceso empleamos varios auxiliares químicos de los cuales se variaron los porcentajes para cada muestra.
- Método comparativo en este método se valoró y se analizó las diferencias de las muestras contaminadas con herrumbre para poder determinar cuál de ellas proporcionó mejores resultados.

##### 3.1.1. Proceso de Tintura por agotamiento

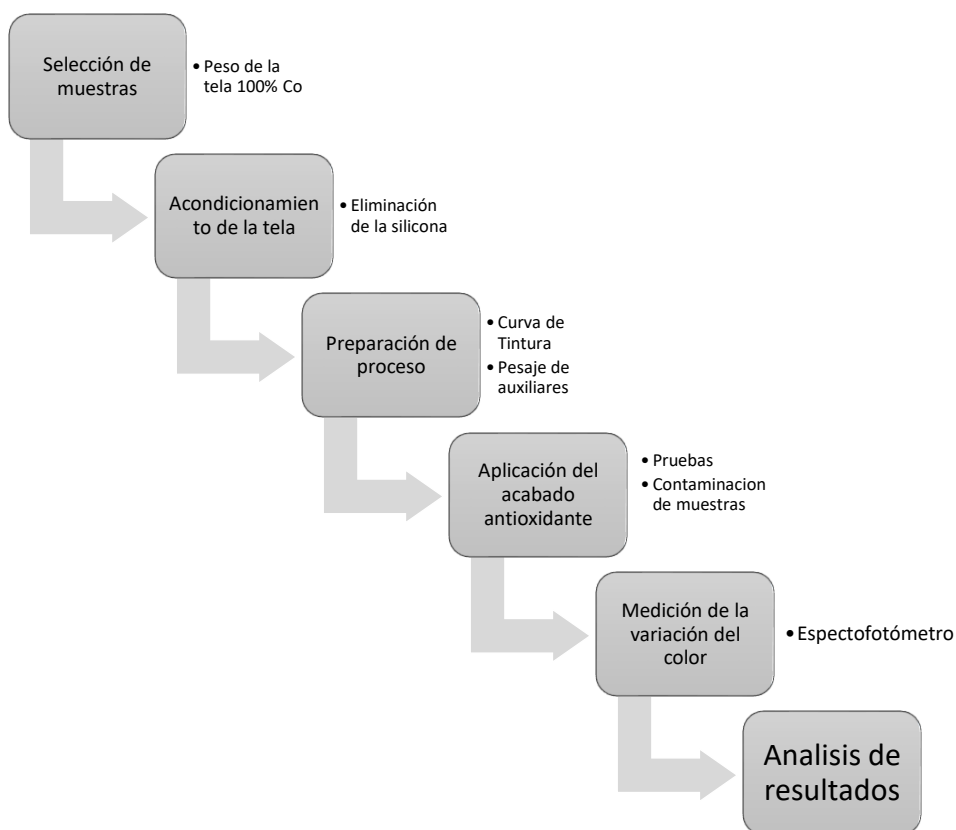
El colorante o producto químico en este método de tintura se disuelve en el baño de teñido. El material se sumerge en el líquido de teñido y se retira solamente cuando el colorante se ha transferido mayoritariamente en el material a teñir, como nos menciona Lavado (2012):

Este proceso de tintura se puede utilizar para fibras, hilos y tejidos. El tinte disuelto en el baño se adsorbe primero, es decir, el material es teñido sólo en su superficie (el resultado en esta etapa depende del movimiento, sea del baño, del

sustrato, o de ambos), luego penetra en el núcleo de la fibra (la difusión del colorante se ve afectada por la temperatura y el tiempo de tintura), y finalmente migra permitiendo así la uniformidad del teñido y su consistencia (esta fase se ve afectada por la temperatura y el tiempo). (p. 31)

### 3.2. Flujo grama general

En la Figura 2 se puede observar en línea el proceso de forma general para obtener una representación de todos los procesos por los cuales se pasa desde la compra de la tela hasta obtener el acabado antioxidante



*Figura 2 Flujo grama de metodología general*  
Fuente: Vera (2019)

### 3.2.1. Descripción de las actividades

- **Selección de muestras.** - La selección de las muestras se basa en el corte y pesaje de la tela en la cual se va a realizar el acabado, las muestras serán telas 100% algodón, el peso respectivo de las muestras está acorde a la relación de baño establecida
- **Acondicionamiento de la tela.** - Se consideró el respectivo acondicionamiento para realizar el proceso de remover de la silicona con la cual viene la tela que se ha adquirido en Indutexma, la curva de este proceso la podemos visualizar en la figura 4, se realizó con una relación de baño 1:20
- **Preparación del proceso.** - Pesar los distintos auxiliares que se van a utilizar respectivamente, así como también realizar la curva que se va a aplicar para el acabado antioxidante
- **Aplicación del acabado.** – Aplicación de la curva de tintura, y ya una vez realizado el acabado se procede a realizar las respectivas pruebas para saber si se oxidan o no las muestras
- **Medición del color.** - Una vez que las muestras se encuentren secas se procede a la respectiva medición en el espectrofotómetro para verificar si existió variación del color

### 3.3. Flujo grama muestral

En la figura 3 se detalla cómo se realizó el proceso en cada muestra que fue sometida al acabado, se detalla el porcentaje de cada auxiliar aplicado quedando demostrado que la variante dentro del proceso es el porcentaje del óxido de zinc.

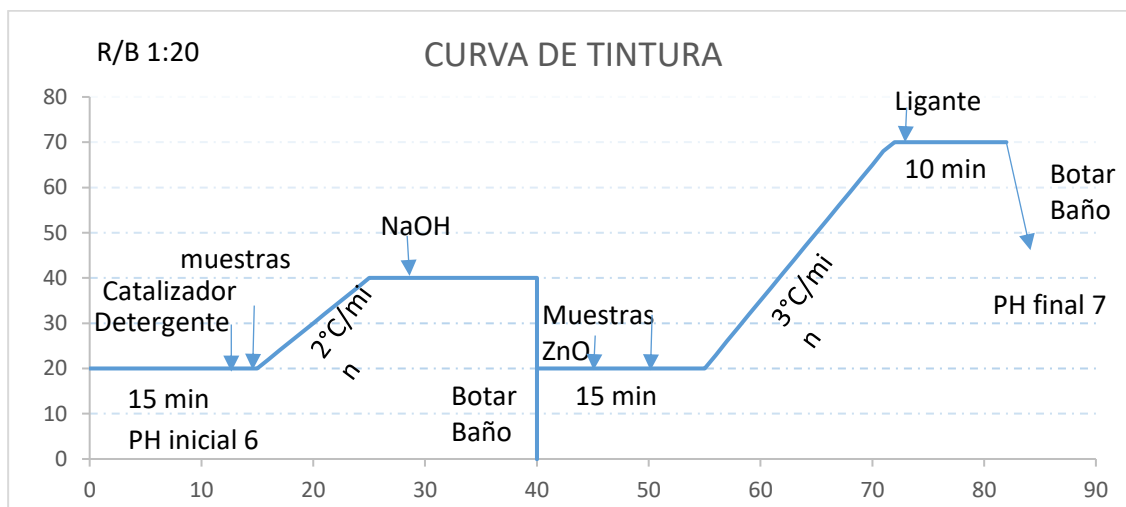


*Figura 3 Flujoograma muestral*  
Fuente: Vera (2019)

### 3.4. Curva de proceso

Para la aplicación del acabado con óxido de zinc, se toma como referencia el proceso de tintura pigmentaria usado en barro de arcilla utilizado por Guamán Obando (2017) y para la preparación y limpieza del tejido se tomó como referencia el proceso utilizado por Cacungo Tuquerres (2019), “se usa detergente, hidróxido de sodio conjuntamente con un catalizador como acelerante en el proceso de impregnación del apresto en el tejido optimizando tiempo y recursos”(p. 17). El acabado se realizó con agua corriente del grifo, se hicieron variaciones al

proceso referido en los porcentajes de ligante, sin embargo, se utilizó la curva de tintura que se puede observar en la figura 4.



*Figura 4 Curva de procedimiento para el acabado antioxidante  
Fuente: Vera (2019)*

### 3.5. Variables

#### 3.5.1. Óxido de Zinc

Se tomó como referencia para el límite máximo de concentración como menciona Europea (2016) el 25%. Por lo tanto, se realizará el proceso de acabado con 10 diferentes concentraciones de óxido de zinc siendo estas las siguientes: 1%, 3%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%, 15%, 18% y 20% demostrado en la tabla 3



Tabla 3  
Concentraciones de ZnO

Muestra N°	ZnO	
	%	G
1	1,00	0,03
2	3,00	0,08
3	5,00	0,14
4	7,00	0,20
5	9,00	0,24
6	11,00	0,31
7	13,00	0,37
8	15,00	0,41
9	18,00	0,50
10	20,00	0,56

Fuente: Vera (2019)

### 3.6. Auxiliares

Una vez que se cortaron las respectivas muestras se procedió a realizar la limpieza del tejido y la aplicación del acabado, para el procedimiento se utilizaron los auxiliares que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4  
Materiales para la aplicación del acabado antioxidante

Materiales	Nombre Comercial	g/L - %
Catalizador	Phosporic Acid	2%
Detergente	Citrus	0,5 g/L
Sosa Caústica	Hidróxido de Sodio	3%
Ligante	Blinder	3%
Ácido Fórmico		0,5 %
Óxido de zinc		20%

Fuente: Vera (2019)

### **3.7.Procedimiento de aplicación del acabado**

El procedimiento se realizó tomando como referencia la investigación realizada por (Cacuango Tuquerres, 2019) para la elaboración de un acabado que absorbe CO<sub>2</sub> del ambiente utilizando óxido de zinc en tela 100% algodón

#### **3.7.1. Preparación de la tela.**

1. Cortar muestras de tela algodón 100% peso aproximado de 2,5g
2. Calcular productos y auxiliares tomando como referencia el peso de la muestra y la relación de baño determinada 1:20
3. A temperatura ambiente agregar en un vaso de precipitación el volumen de baño, catalizador, detergente y las muestras.
4. Subir la temperatura con una gradiente de 2°C/min hasta llegar a 40 ° C y agregar sosa caustica, mantener durante 10 minutos
5. Botar el baño.

En este proceso no se realizó neutralizado de lavados, se procedió a realizar el acabado antioxidante una vez terminado los lavados del tejido.

#### **3.7.2. Aplicación del acabado**

1. En 20 ml de agua agregar óxido de zinc y disolver con ácido acético a una concentración de 0.5 G/L, tomando como referencia el volumen general de baño.
2. A temperatura ambiente agregar en un vaso de precipitación el volumen de baño y la disolución de óxido de zinc.  
Medir el PH, inicial 6
3. Subir la temperatura con una gradiente de 3°/min a 70° C, agregar el ligante textil y mantener durante 10 minutos para fijar el óxido de zinc mediante el ligante en el tejido
4. Medir el PH final 7



5. Botar el baño.

### **3.7.3. Práctica de Laboratorio**

Las muestras acondicionadas pasan al proceso de acabado, cabe mencionar que el acabado no se realizó en la muestra patrón (MP), esta muestra solo fue acondicionada para que posea las mismas características de las demás, es decir en estado crudo sin ningún tipo de aditamento y así la contaminación de las muestras se provea bajo las mismas condiciones, en las tablas de la 5 a la 14 podemos visualizar la cantidad de productos aplicados en cada muestra. En el procedimiento de acabado se tomó como variable la cantidad de ZnO a aplicar por muestra, aumentándolo gradualmente.



A continuación, se detallan los productos, variables, relación de baño y peso de los materiales utilizados para la primera aplicación de acabado con óxido de zinc al 1% de concentración.

Tabla 5  
*Aplicación del acabado muestra 1*

<b>MUESTRA 1</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,86 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/L</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	57,20		2	0,0572
Detergente		0,5		0,0286
Ligante Textil			3	0,086
Sosa Caústica			3	0,086
Acido Fórmico		0,5		0,0286
Óxido de zinc			1	0,03
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				



Fuente: Vera (2019)

Tabla 6  
Aplicación del acabado muestra 2

<b>MUESTRA 2</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,756 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	55,12		2	0,055
Detergente		0,5		0,0275
Ligante Textil			3	0,083
Sosa Caústica			3	0,083
Acido Fórmico		0,5		0,0275
Óxido de zinc			3	0,08
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				



Fuente: Vera (2019)

Tabla 7  
 Aplicación de Acabado Muestra 3.

<b>MUESTRA 3</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,89 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	57,88		2	0,057
Detergente		0,5		0,0286
Ligante Textil			3	0,0087
Sosa Caústica			3	0,0087
Acido Fórmico		0,5		0,0286
Óxido de zinc			5	0,14
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				

Fuente: Vera (2019)



Tabla 8  
*Aplicación de Acabado Muestra 4.*

<b>MUESTRA 4</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,83 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	56,64		2	0,056
Detergente		0,5		0,0283
Ligante Textil			3	0,085
Sosa Caústica			3	0,085
Acido Fórmico		0,5		0,0283
Óxido de zinc			7	0,20
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				

Fuente: Vera (2019)





Tabla 9  
Aplicación de Acabado Muestra 5.

<b>MUESTRA 5</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,71 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	56,64		2	0,056
Detergente		0,5		0,0271
Ligante Textil			3	0,082
Sosa Caústica			3	0,082
Acido Fórmico		0,5		0,0271
Óxido de zinc			9	0,24
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				



Fuente: Vera (2019)

Tabla 10  
 Aplicación de Acabado Muestra 6.

<b>MUESTRA 6</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,84 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	56,80		2	0,057
Detergente		0,5		0,0284
Ligante Textil			3	0,085
Sosa Caústica			3	0,085
Acido Fórmico		0,5		0,0284
Óxido de zinc			11	0,31
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				



Fuente: Vera (2019)

Tabla 11  
*Aplicación de Acabado Muestra 7.*

<b>MUESTRA 7</b>				
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,83 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	56,66		2	0,056
Detergente		0,5		0,0283
Ligante Textil			3	0,085
Sosa Caústica			3	0,085
Acido Fórmico		0,5		0,0283
Óxido de zinc			13	0,20
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				



Fuente: Vera (2019)

Tabla 12  
Aplicación de Acabado Muestra 8.

<b>MUESTRA 8</b>					
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co		
<b>Peso del material:</b> 2,741 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento		
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	
Catalizador	54,82		2	0,055	
Detergente		0,5		0,0274	
Ligante Textil			3	0,082	
Sosa Caústica			3	0,082	
Acido Fórmico		0,5		0,0274	
Óxido de zinc				15	0,41
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>			
					



Fuente: Vera (2019)

Tabla 13  
 Aplicación de Acabado Muestra 9.

<b>MUESTRA 9</b>					
<b>Fecha:</b> 9 /12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil	<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co			
<b>Peso del material:</b> 2,79 g	<b>R/B:</b> 1/20	<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento			
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	
Catalizador	55,90		2	0,056	
Detergente		0,5		0,0279	
Ligante Textil			3	0,084	
Sosa Caústica			3	0,084	
Acido Fórmico		0,5		0,0279	
Óxido de zinc				18	0,50
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>			
					

Fuente: Vera (2019)

Tabla 14  
*Aplicación de Acabado Muestra 10.*

<b>MUESTRA 10</b>				
<b>Fecha:</b> 9/12/2019	<b>Tipo de Prueba:</b> Acabado Textil		<b>Tejido:</b> Jersey 100% Co	
<b>Peso del material:</b> 2,77 g	<b>R/B:</b> 1/20		<b>Tipo de proceso:</b> Tintura por agotamiento	
<b>Productos</b>	<b>Agua ml</b>	<b>G/l</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
Catalizador	55,52		2	0,056
Detergente		0,5		0,0277
Ligante Textil			3	0,083
Sosa Caústica			3	0,083
Acido Fórmico		0,5		0,0277
Óxido de zinc			20	0,56
<b>MUESTRA CON ACABADO</b>		<b>MUESTRA CONTAMINADA</b>		
				

*Fuente: Vera (2019)*

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos en la investigación, se detallan los datos obtenidos del acabado con ZnO en tela de algodón 100% y la variación existente en el color después de la respectiva contaminación, variación que fue medida con el espectrofotómetro de reflectancia. Posteriormente se detalla el análisis estadístico de la varianza y la normalidad de los datos para verificar el grado de confiabilidad de los resultados obtenidos.

#### 4.1. Resultados

En la tabla 15 se describe el número de muestras, peso y porcentaje de ZnO aplicado, días de exposición a la herrumbre y la variación de color (D.E), cabe mencionar que la contaminación de las respectivas muestras se realizó a la intemperie e inició el proceso de contaminación con todas las muestras húmedas.

En este apartado se va a asignar una nomenclatura a las muestras con mayor relevancia dentro de los datos estadísticos para el respectivo análisis dentro de los gráficos siendo así:

A.- corresponde al tejido en blanco sin contaminación

B.- corresponde a MP o muestra patrón contaminada

C.- corresponde a la muestra número 10 que posee mayor porcentaje de ZnO

Tabla 15  
Resultados

Muestra	Peso (g)	ZnO (%)	ZnO (g)	Días de exposición	DE
Mp (B)	2,842			19	39,49
1	2,860	1,00	0,03	19	19,63
2	2,756	3,00	0,08	19	22
3	2,894	5,00	0,14	19	21,02
4	2,832	7,00	0,20	19	17,36
5	2,718	9,00	0,24	19	27,04
6	2,840	11,00	0,31	19	21,1
7	2,833	13,00	0,37	19	17,12
8	2,741	15,00	0,41	19	16,15
9	2,795	18,00	0,50	19	6,07
10 (C)	2,776	20,00	0,56	19	5,18











*Fuente: Vera (2019)*

De acuerdo como se visualiza en la tabla 15 podemos apreciar que la muestra con menor DE es la muestra N° 10 sin embargo existe aún variación del color, estas mediciones han sido realizadas en el espectrofotómetro de reflectancia, obteniendo del mismo la figura 5 donde podemos observar en la escala de colores medida en nm como se va inclinando al color amarillo mostrando así diferencia con la muestra ideal (sin acabado y sin contaminación) la cual está reflejada en la figura 5 con una línea roja con un ascendente en los 450 nm y un 95 %R.

En la Tabla 16 podemos apreciar las fotografías de los resultados finales de las muestras contaminadas para reflejar mediante las mismas los datos obtenidos en el análisis y medición de las mismas en el espectrofotómetro de reflectancia.



Tabla 16  
*Fotografías de Muestras contaminadas*

 <p>Muestra 1</p>	 <p>Muestra 2</p>
 <p>Muestra 3</p>	 <p>Muestra 4</p>
 <p>Muestra 5</p>	 <p>Muestra 6</p>
 <p>Muestra 7</p>	 <p>Muestra 8</p>
 <p>Muestra 9</p>	 <p>Muestra 10</p>

*Fuente: Vera (2019)*

Como se puede observar existe variación en cuanto al amarillamiento, así como en la cantidad de puntos que posee cada muestra, todas las muestras pasaron por el respectivo proceso de contaminación bajo similares condiciones climáticas y todas presentaron amarillamiento, es decir no se logró evitar al 100% la contaminación de la herrumbre en el tejido, sin embargo, se logró disminuir este efecto en la muestra 10 la cual posee mayor cantidad de porcentaje de ZnO y menos contaminación con relación al resto de muestras y a la muestra patrón (MP) que se puede visualizar en la figura 5.



*Figura 5 Muestra Patrón MP*  
*Fuente: Vera (2019)*

#### **4.2. Discusión de resultados**

Una vez realizadas todas las pruebas y variando los respectivos valores numéricos de los parámetros que se tomaron en consideración para realizar cada una de las muestras los resultados obtenidos se sometieron a diferentes métodos estadísticos para evaluar la confiabilidad de los datos en el programa Past 3 2013 en el cual se realizó el análisis de la varianza y el test de normalidad para comprobar la confiabilidad de los datos obtenidos.

#### 4.2.1. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza se realiza con el objetivo de medir la variación entre los datos, esto se puede analizar a través de desviación que presentan los mismos, en este análisis se detalla como varianza y coeficiente de variación.

Tabla 17  
*Análisis de la varianza*

Univariate statistics				
	Peso_(g)	ZnO_(%)	ZnO_(g)	D.E.
<b>N</b>	11	10	10	11
<b>Min</b>	2,718	1	0,03	5,18
<b>Max</b>	2,894	20	0,56	39,49
<b>Sum</b>	30,887	102	2,84	212,16
<b>Mean</b>	2,807909	10,2	0,284	19,28727
<b>Std. error</b>	0,016505	2,009975	0,05604	2,818744
<b>Variance</b>	0,002997	40,4	0,031404	87,3985
<b>Stand. dev</b>	0,054742	6,356099	0,177213	9,348717
<b>Median</b>	2,832	10	0,275	19,63
<b>25 prentil</b>	2,756	4,5	0,125	16,15
<b>75 prentil</b>	2,842	15,75	0,4325	22
<b>Skewness</b>	-0,23766	0,119944	0,130164	0,535237
<b>Kurtosis</b>	-0,91751	-1,10226	-1,09405	1,606389
<b>Geom. mean</b>	2,807423	7,696906	0,215134	16,83906
<b>Coeff. var</b>	1,949566	62,3147	62,39894	48,47091

Fuente: Past 3


Como se puede observar en la Tabla 17 se presenta un coeficiente de variación y una desviación estándar mayor en el Delta E, esto se presenta dado que la muestra patrón (MP) al ser solo acondicionada mas no tratada con el acabado presentó un D.E. de 39,46 el cual es considerado muy alto en relación al resto de valores de las muestras que se les aplico el acabado con ZnO, por lo cual existe una diferencia visual y numérica considerable, además se puede ver que el valor mínimo del D.E es de 5,18 correspondiente a la muestra N° 10 (C) la cual posee un 20% de ZnO, como se puede apreciar en las fotografías de la Tabla 16 y en la figura 5 la

diferencia existente entre la MP que presenta el valor máximo de D.E con 39,49 y la muestra 10 que muestra el valor mínimo de 5,18 se deduce que existe una disminución de la contaminación de herrumbre considerablemente, no obstante sigue presente, es decir no se logró evitar la contaminación de la misma, esto a razón del porcentaje de ZnO utilizado el cual se ha tomado como referencia de una ficha técnica tomando en cuenta que al ser aplicado en un tejido puede tener contacto con la piel por lo cual se debe tener precauciones de no sobrepasar el límite de exposición establecido.

#### 4.2.2. Normalidad de los datos

Los datos recolectados durante la parte práctica de la investigación se examinaron por 5 métodos estadísticos indicados en la tabla 18.

Tabla 18  
*Normalidad de los datos*

 Tests for normal distribution				
	Peso_(g)	ZnO_(%)	ZnO_(g)	D.E.
N	11	10	10	11
Shapiro-Wilk W	0,9561	0,9716	0,9707	0,9173
p(normal)	0,7229	0,9052	0,8972	0,2965
Jarque-Bera JB	0,5821	0,5864	0,5849	0,4854
p(normal)	0,7475	0,7459	0,7464	0,7845
p(Monte Carlo)	0,6247	0,607	0,5949	0,708
Chi^2	1	0,4	0,4	1
p(normal)	0,31731	0,52709	0,52709	0,31731
Chi^2 OK (N>20)	NO	NO	NO	NO
Anderson-Darling A	0,288	0,1343	0,1396	0,4771
p(normal)	0,5485	0,9662	0,9589	0,1879

Fuente: Past 3

De acuerdo a los parámetros de análisis se verifica el valor del p normal en los distintos autores, si es mayor a 0,05 la hipótesis o resultado se acepta como una distribución normal de

los datos, por el contrario, si los resultados de las variables son menores a 0,05 se rechaza la hipótesis puesto que refleja una distribución anormal

De acuerdo con los métodos correspondientes a los autores Shapiro-Wilk W, Jarque-Bera JB, p (Monte Carlo) y Anderson-Darling A certifican los datos obtenidos indicando el p(normal) mayor a 0,05 en las pruebas de medición del Delta E lo cual indica que la investigación puede continuar ya que presenta una confiabilidad del 95%, dando la certeza de que los datos no han sido alterados durante el proceso de investigativo y práctico.

### **4.2.3. Análisis de los resultados**

#### ***4.2.3.1. Gráfico General***

El comportamiento del D.E entre el tejido blanco sin oxidación y las muestras contaminadas puede ser apreciado en la figura 5, en el gráfico se visualiza con la letra A al tejido blanco es decir no contaminado, con la letra B a la muestra patrón la cual únicamente fue sometida al proceso de acondicionamiento y no al de acabado, sin embargo, al igual que las muestras con acabado tuvo el mismo proceso de contaminación con óxido o herrumbre. Se ha identificado con la letra C a la muestra 10 que es la que presenta menor variación de Delta con respecto al tejido blanco por lo cual se encuentra muy cerca de la línea A mostrando ciertas variaciones.

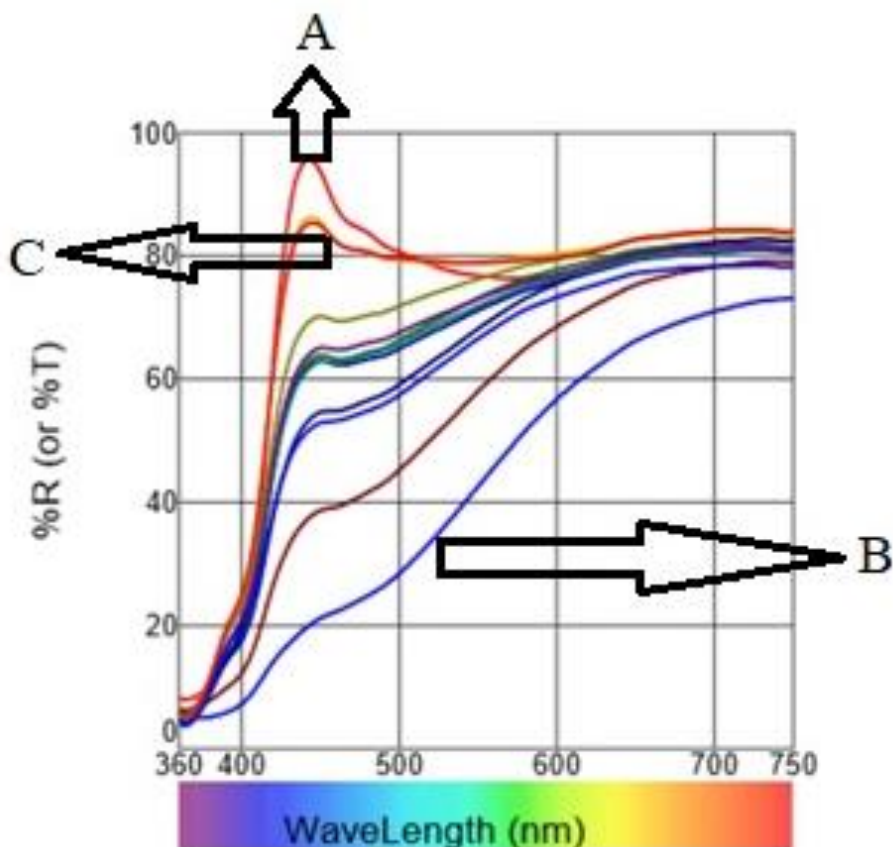
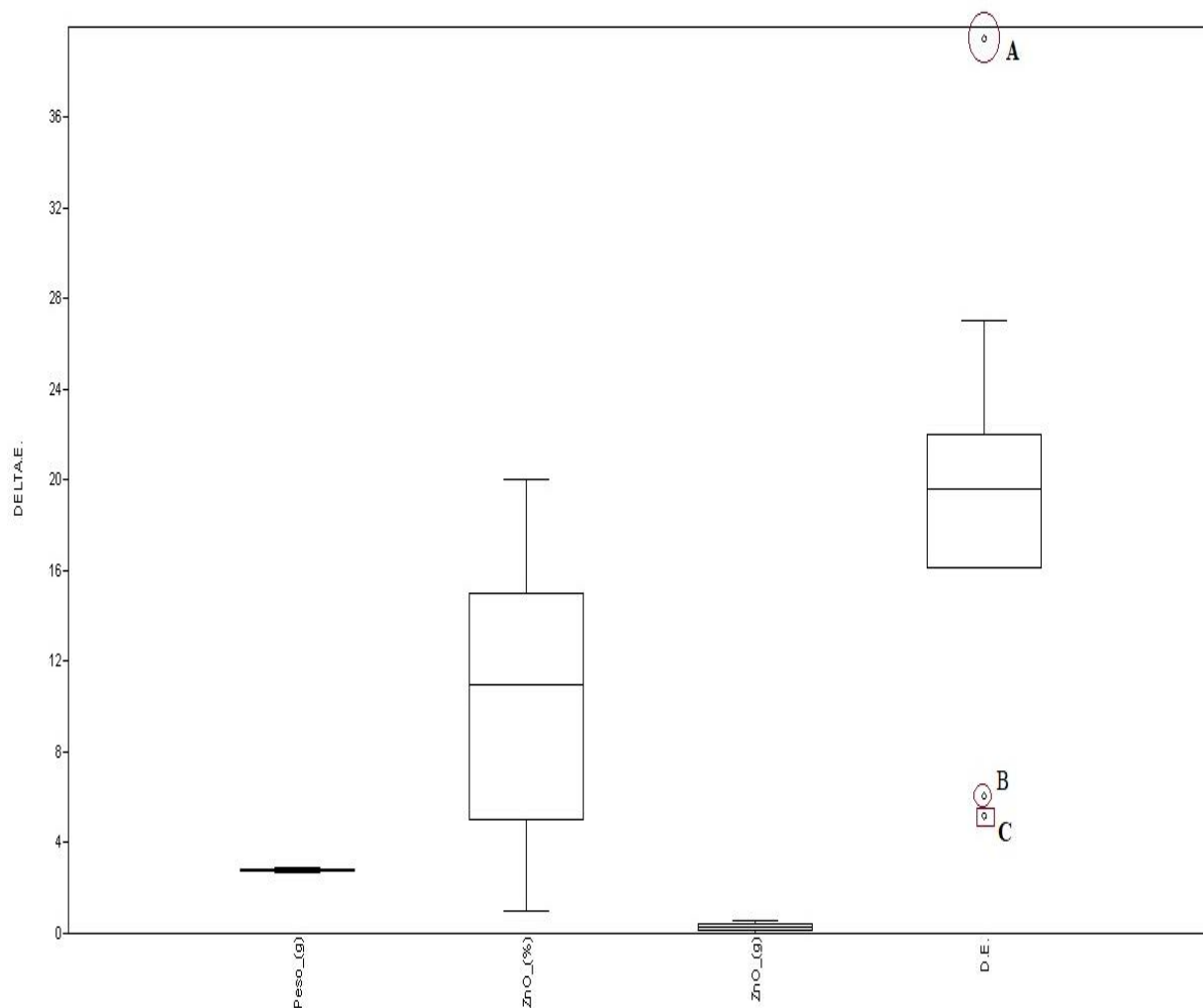


Figura 6 Gráfico de longitudes de color – Resultados  
Fuente: Vera (2019)

Como se puede apreciar en la figura 6 se observa la tendencia de color que tienen las líneas de las diferentes muestras, siendo las más relevantes para el análisis la muestra A que fue utilizada como base de medición del blanco, la muestra patrón (B) que es la muestra sin acabado sometida a contaminación que posee mayor valor de D.E y como se puede observar su recorrido está muy alejada del resto de líneas tendencia, la muestra 10 (C) al presentar menor valor de D.E muestra una trayectoria similar a la de la muestra A presentado menos amarillamiento, sin embargo aún se puede apreciar variación en la trayectoria como consecuencia del amarillamiento leve aun existente en la misma.

### 4.2.3.2.Desviación Estándar

En la figura 6 se muestra el análisis del peso de las muestras, el porcentaje de zinc aplicado y del Delta E.



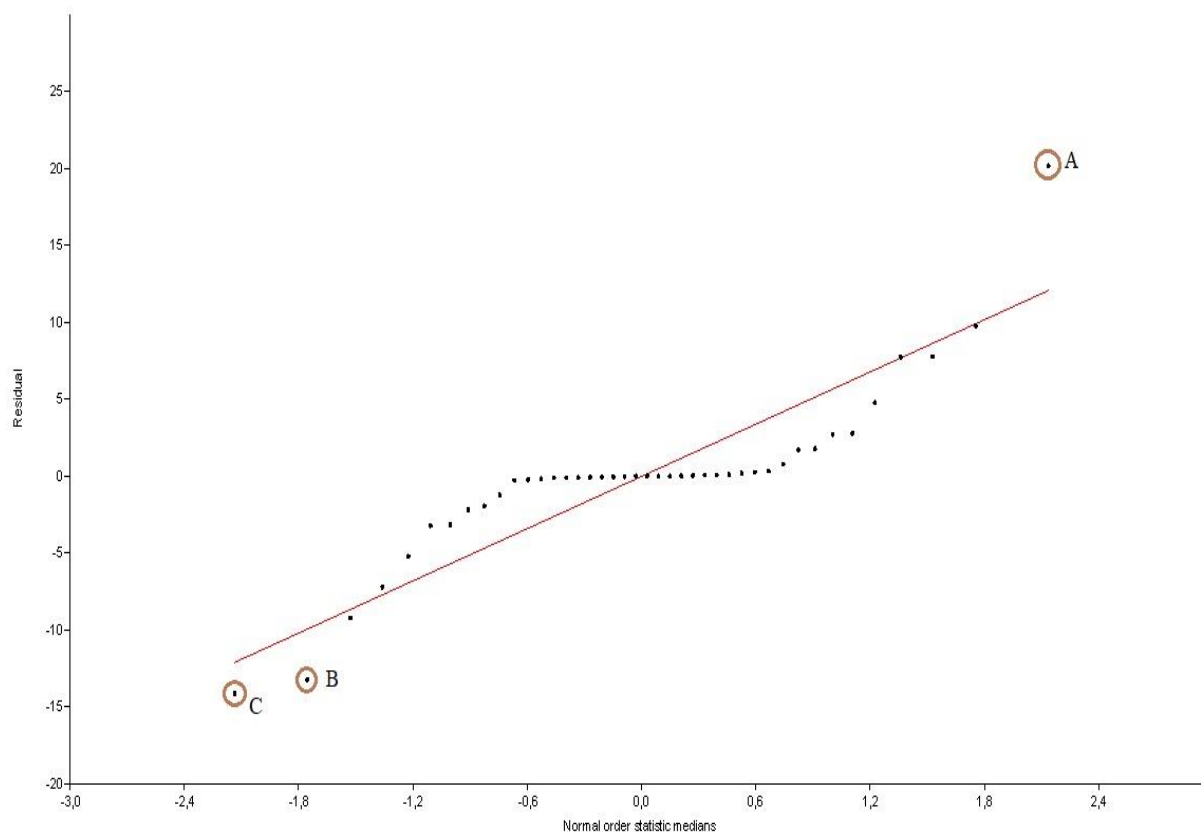
*Figura 7 Desviación Estándar*  
*Fuente: Vera (2019)*

De acuerdo como se ve en la figura 7 se indica desviaciones mayores en el primer y cuarto cuartil del Delta E, sin embargo la variación denominada como A corresponde al tejido en

blanco y las variaciones B y C corresponden a las muestras MP y 10 respectivamente las cuales muestran la desviación en el primer cuartil, esto como resultado de los porcentajes aplicados en el momento de realizar el acabado en el laboratorio.

#### 4.2.3.3. Anova

En la figura 7 podemos observar la línea de tendencia que marca la proyección de las muestras medidas en el espectrofotómetro, la línea roja es el transcurso normal de datos, en relación a esta podemos visualizar los puntos negros que representan a las muestras con acabado.



*Figura 8 ANOVA*  
*Fuente: Vera (2019)*



Los puntos negros indican el recorrido que siguen las muestras con el acabado antioxidante que como se puede visualizar tiene una tendencia definida y solo mantiene desviación en los puntos que observamos en la figura 6 con la nomenclatura A B y C que son los puntos de la muestra patrón, la muestra 9 y la muestra 10 respectivamente, podemos ver como tiene transcurso tanto al negativo como positivo de una forma lineal y las desviaciones que presenta se dan de acuerdo a la variación del porcentaje de óxido de zinc aplicado y como resultado de la cantidad de contaminación de herrumbre en las mismas que con mayor concentración se dio en la muestra patrón y la muestra 1 respectivamente, en el grafico podemos también visualizar identificada la muestra 9 y 10 que son las que poseen menor contaminación, esto con el fin de mostrar las desviaciones con mayor importancia dentro del proceso.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se investigó bibliográficamente en trabajos de grado, libros, revista, entre otras recetas de acabado para la aplicación del ZnO y los auxiliares textiles necesarios para su correcta impregnación, se mantuvo la relación de baño y se realizó variaciones en cuanto a porcentaje de auxiliares a aplicar tomando en consideración las conclusiones de las investigaciones consultadas, sin embargo en el proceso se mantuvo como única variable a analizar el porcentaje de óxido de zinc que se encuentra entre el rango de 1% a 20% de concentración.
- Para la aplicación del acabado es necesario que el óxido de zinc sea disuelto con ácido fórmico antes de aplicar al acabado, este compuesto no es soluble en agua lo que ocasiona que el producto no se fije correctamente y se obtenga notables cantidades de óxido de zinc en el baño residual al concluir el proceso de acabado.
- Al analizar la muestra sin acabado textil MP y la muestra con acabado textil número 10 en el espectrofotómetro de colores se puede determinar que el cambio de tonalidad entre las dos muestras es notable, mientras la MP que fue tratada solo para quitar las siliconas tuvo un color amarillento bastante marcado dando como DE 39,49, la muestra número 10 que posee una concentración del 20% ZnO mostro un amarillamiento débil y obtuvo

como resultado un DE 5,18, por lo cual se puede percibir efectividad en la muestra tratada

- De acuerdo al procedimiento realizado se comprobó que el acabado ayuda a disminuir la contaminación de la herrumbre, sin embargo, no evita la contaminación al 100% ya que aun aplicando hasta un 20% de ZnO aún se observa que existe contaminación del tejido (amarillamiento)
- En la práctica realizada no se llegó a evitar al 100% la contaminación de la herrumbre en el tejido por los porcentajes aplicados y por condiciones ambientales que no se pueden controlar en su totalidad, los porcentajes se tomó en cuenta de una ficha técnica puesto que al ser aplicado en un tejido puede tener contacto con la piel y se necesita tomar las precauciones del caso y no sobrepasar los límites.
- Como menciona (Cacuango Tuquerres, 2019) el acabado realizado tiene una durabilidad de 5 lavados caseros en la muestra que contiene mayor porcentaje de Óxido de zinc, en este caso en la muestra 10 que tiene un porcentaje del 20%, después de los 5 lavados ya no contiene óxido de zinc y pierde todas las propiedades del acabado implementado en el tejido.

## **5.2.Recomendaciones**

- Durante el proceso de acabado es necesario que el baño conjuntamente con el tejido, los auxiliares y el óxido de zinc se mantenga en constante movimiento caso contrario y pese a agregar el ZnO disuelto con ácido este tiende a precipitarse quedándose en el piso del baño sin fijarse en el tejido.
- Al realizar el proceso de acabado es importante verificar el porcentaje de auxiliares a colocar para evitar la pérdida de suavidad y tacto en los tejidos.

- Se recomienda el estudio de la dureza del agua en cuanto a si puede ser una variable que afecte durante el proceso de acabado y los resultados obtenidos.
- En el proceso de contaminación es importante que se realice con las muestras húmedas, con el fin de obtener una contaminación más efectiva tomando como precedente que la herrumbre se propaga mayormente en medios húmedos
- Se recomienda realizar este acabado mediante el proceso de impregnación por foulard, considerando que puede existir menor contaminación en los efluentes y por ende brindar resultados más efectivos.

## CAPITULO VI

### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


- Benavides Portilla, K. E. (2017). *Acabado antibacterial en calcetines de acrílico con triclosán*. Repositorio Digital UTN. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6615>
- Bolaños, S. (2017). *Aplicación de un acabado textil con Nuva TTC para determinar el grado de repelencia en el agua y el grado de protección de los rayos UV con óxido de zinc en tela 100% algodón para ropa de trabajo a la intemperie*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6993>
- Bolaños, Y. (2013). *Aplicación de colorimetría en la reproducción del color en tejidos de poliéster/algodón a través de una guía técnica*. In. Repositorio Digital UTN.
- Cacuango Tuquerres, D. R. (2019). *Elaboración de un acabado que absorbe CO<sub>2</sub> del ambiente utilizando óxido de zinc en tela 100% algodón*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9943>
- CITEX. (2017). *Plan estratégico de investigación de la carrera CITEX 2017-2019*. In. Europea, L. c. (2016). *Texto pertinente a efectos del EEE*. In. España: Diario oficial de la Unión Europea.
- Farinango, W. (2019). *EL BARRO COMO COMPONENTE DE TINTURA EN UNA PRENDA 100% ALGODÓN* Universidad Técnica del Norte, Repositorio Digital UTN. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9359>
- Fernández, E. M. (2008). *El lenguaje de la indumentaria: tejidos y vestiduras en el Kitab al-Agani de Abu L-Faray al-Isfahani*: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Gilbert, E. (2002). *QUIMICA TEXTIL I: MATERIAS TEXTILES*. España: UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA SERV. PUBL.
- Guamán Obando, K. A. (2017). *Utilización del barro de arcilla proveniente de la empresa pública santa agua de cachimiro como fuente térmica en camisetas algodón / poliéster*. Universidad Técnica del Norte,
- Gutiérrez, J. A. (2006). *Química de todos los días: un mundo de óxidos*. INSST. (2017). FISQ. Retrieved from [http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p\\_card\\_id=208&p\\_edit=&p\\_version=2&p\\_lang=es](http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=208&p_edit=&p_version=2&p_lang=es)
- Játiva, V. (2012). *Elaboración de vendas curativas utilizadas como indicadores de las infecciones aplicando el extracto de la col morada (Brassica oleracea var. capitata)*. Universidad Técnica del Norte, Repositorio Digital UTN Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1064>
- Laboulaye, C. (1857). *Enciclopedia tecnológica: diccionario de artesanía y fabricación de productos agrícolas, minas, etc...* Universidad de Columbia.

- Lavado, F. E. L. (2012). V. *La industria textil y su control de calidad. Tintorería*: Fidel Lockuán.
- Maps, G. (2019). Ubicación Planta textil - Estadio UTN. Retrieved from <https://www.google.com/maps/search/Morona+santiago+y+Luciano+solano+salas/@0.3786642,-78.1230617,18z>
- Martín, J. C. (2008). Ligantes. Retrieved from <http://www.redtextilargentina.com.ar/>
- Nordberg, G. (2012). Capítulo 63 Metales: propiedades químicas y toxicidad. En: enciclopedia de la OIT.
- Parra, H. (2010). *Estudio cinético del agotamiento de colorantes reactivos en tricómia en fibras de algodón*. Universidad Nacional de Ingeniería, Repositorio Institucional UNI. Retrieved from <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1064>
- Rodríguez, L. M. (1999). *Corrosividad atmosférica: (Micat-México)*: Plaza y Valdés.

## CAPITULO VII

## 7. ANEXOS

## Anexo 1 Hoja de seguridad ZnO

OXIDO DE CINCO		ICSC: 0208	
Cinc blanco Monóxido de cinc C.I. Pigmento blanco 4		Abril 2017	
CAS: 1314-13-2 Nº ONU: 3077 CE: 215-222-5			
	PELIGROS	PREVENCIÓN	LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO Y EXPLOSIÓN</b>	No combustible.	NO poner en contacto con materiales incompatibles: ver Peligros Químicos.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EVITAR LA INHALACIÓN DE HUMOS.			
	SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
<b>Inhalación</b>	Tos. Dolor de garganta. Humos: sabor metálico. Dolor de cabeza. Fiebre. Opresión en el pecho. Jadeo. Debilidad. Dolor muscular. Ver Notas.	Usar extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica si se desarrolla fiebre y/o dificultad respiratoria.
<b>Piel</b>	Sin síntomas agudos esperados.	Guantes de protección.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
<b>Ojos</b>	Enrojecimiento.	Utilizar gafas de protección de montura integral.	Enjuagar con agua abundante (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad).
<b>Ingestión</b>	Dolor abdominal. Diarrea. Náuseas. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica si se siente mal.
DERRAMES Y FUGAS		CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO	
Protección personal: respirador con filtro para partículas adaptado a la concentración de la sustancia en aire. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente tapado. Si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Recoger cuidadosamente el residuo. A continuación, almacenar y eliminar el residuo conforme a la normativa local.		Conforme a los criterios del GHS de la ONU	
ALMACENAMIENTO		 <b>ATENCIÓN</b> Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	
Separado de materiales incompatibles. Ver Peligros Químicos. Medidas para contener el efluente de extinción de incendios.			
ENVASADO		Transporte Clasificación ONU: 9; Grupo de Embalaje/Envase ONU: III	
Contaminante marino.			
INFORMACIÓN FÍSICO-QUÍMICA			
Estado físico; aspecto POLVO BLANCO.		Fórmula: ZnO	
Peligros físicos Sin datos.		Masa molecular: 81.4	
Peligros químicos Reacciona violentamente con polvo de aluminio, magnesio en polvo y caucho clorado (al calentar intensamente). Esto genera peligro de incendio y explosión.		Punto de fusión: 1975°C	
		Densidad: 5.6 g/cm³	
		Solubilidad en agua: ninguna	
EXPOSICIÓN Y EFECTOS SOBRE LA SALUD			
Vías de exposición La sustancia se puede absorber por inhalación del humo.		Riesgo de inhalación Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire, especialmente de humo.	
Efectos de exposición de corta duración Puede causar irritación mecánica en los ojos y el tracto respiratorio. El humo irrita el tracto respiratorio. La inhalación de humos puede causar fiebre de los humos metálicos. Ver Notas.		Efectos de exposición prolongada o repetida	
LÍMITES DE EXPOSICIÓN LABORAL			
TLV: 2 mg/m <sup>3</sup> , como TWA; 10 mg/m <sup>3</sup> como STEL.			
MAK: (como Zn, fracción respirable): 0.1 mg/m <sup>3</sup> , categoría de limitación de pico: I(4); (como Zn, fracción inhalable): 2 mg/m <sup>3</sup> , categoría de limitación de pico: I(2); riesgo para el embarazo: grupo C			
MEDIO AMBIENTE			
La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. La sustancia puede causar efectos prolongados en el medio acuático. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.			
NOTAS			
Los síntomas de fiebre de los humos metálicos no se ponen de manifiesto hasta pasadas algunas horas.			
INFORMACIÓN ADICIONAL			
- Límites de exposición profesional (INSHT 2017): VLA-ED: 2 mg/m <sup>3</sup> (fracción respirable) VLA-EC: 10 mg/m <sup>3</sup> (fracción respirable) Nota: véase UNE EN 481: "Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles". - Nº de índice (clasificación y etiquetado armonizados conforme al Reglamento CLP de la UE): 030-013-00-7 - Clasificación UE Pictograma: N, R: 50/53; S: 60-61			

Fuente: (INSST, 2017)

*Anexo 2 Equipos y materiales utilizados*

a) Medidor de Ph



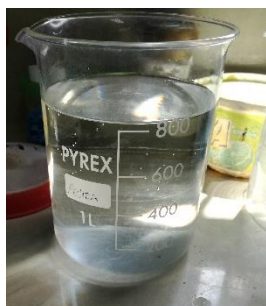
b) Cocina de Inducción



c) Balanza Analítica



d) Espectrófotometro



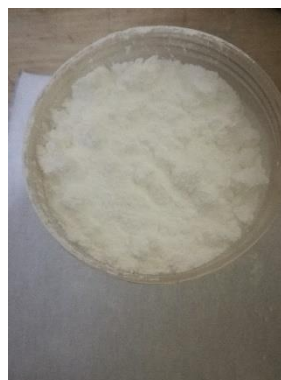
e) Vasos de precipitación



f) Catalizador



g) Ligante

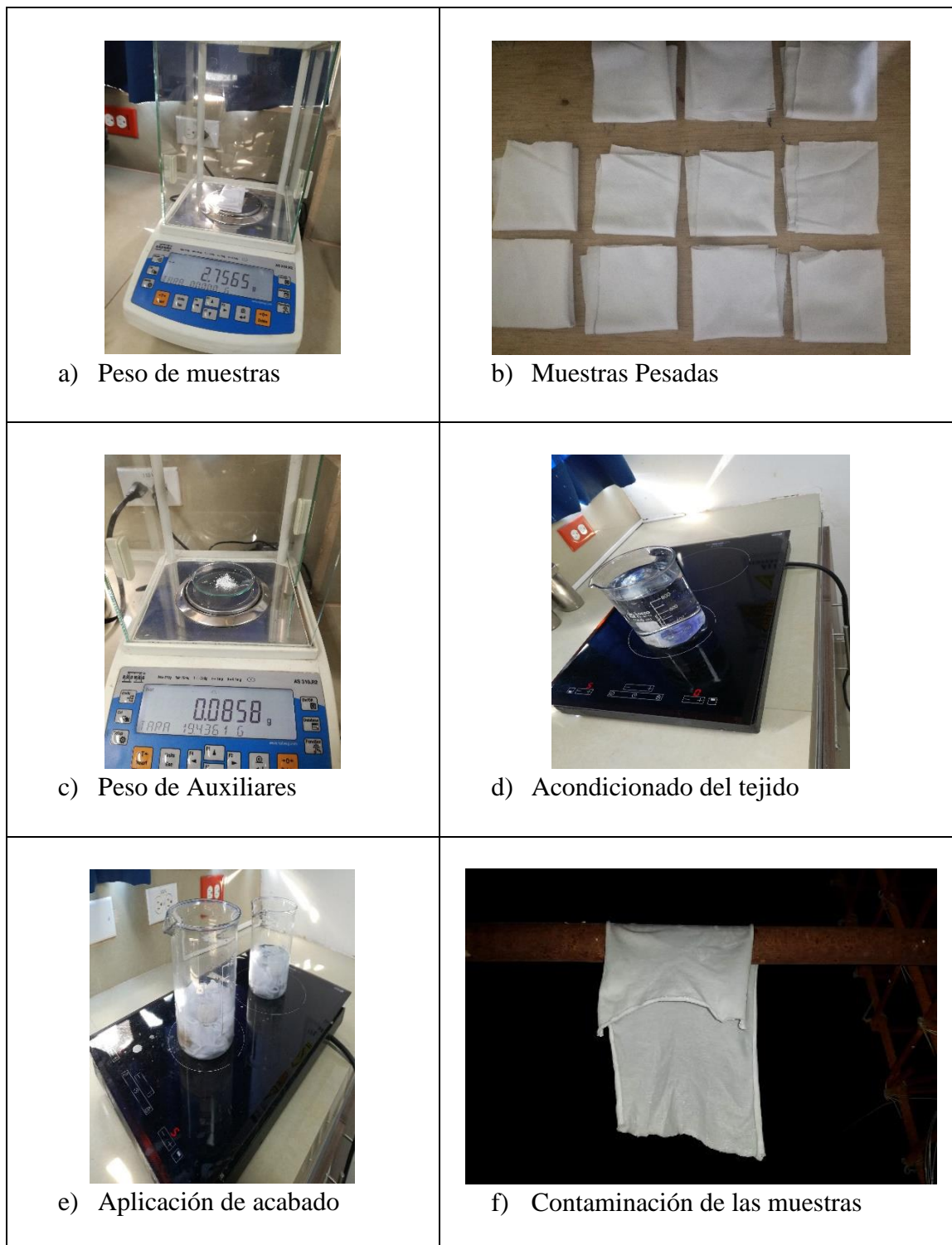


h) Óxido de Zinc



*Figura 9 Equipos y Materiales*  
*Fuente: Vera (2019)*

*Anexo 3 Procedimiento de laboratorio*



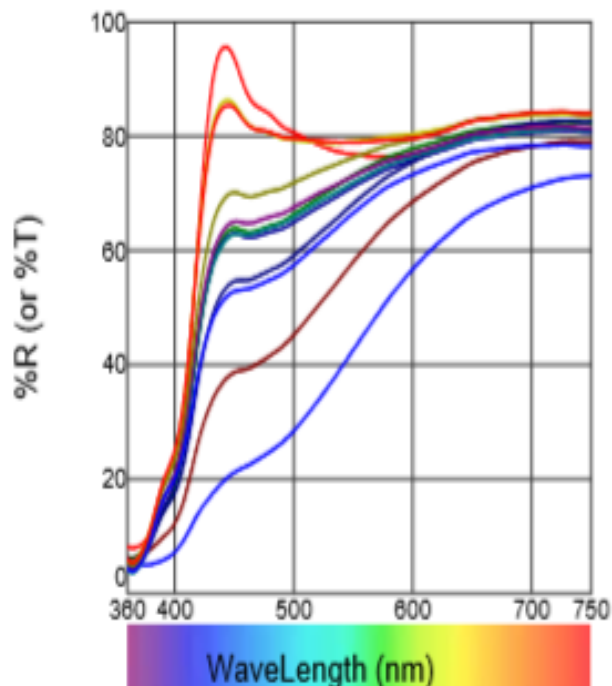
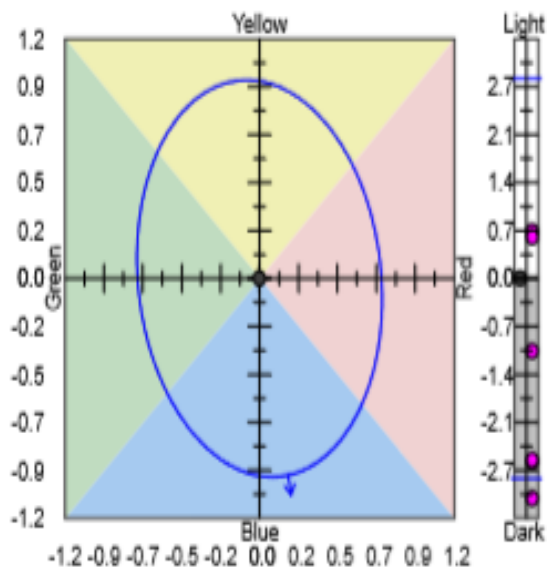
*Figura 10 Aplicación de acabado Textil*  
*Fuente: Vera (2019)*

Anexo 4 Lectura del cambio de Tonalidad en el espectrofotómetro

**Customer Name**

e-Job1.jbx [database=iTextile.mdb]

dCIE Lab: D65-10



**Tolerances:**  
D65-10

**DL\* tol** 2.55    **Da\* tol** 0.65    **Db\* tol** 0.85    **DC\* tol** 0.85    **DH\* tol** 0.65    **P/F tol** 1.00    **Margin** 0.10    **l:c** 2.00

**Standard Name:**  
Mp

**L\*** 90.89    **a\*** 0.99    **b\*** -5.50    **C\*** 5.59    **h°** 280.24

<u>Trial Name</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DC*</u>	<u>DH*</u>	<u>DEcmc</u>	<u>P/F DEcmc</u>
Mp Sin acabado	-19.36 D	10.59 R	37.93 Y	28.84 B	26.81 R	39.49	Failed
M1	-10.38 D	5.50 R	28.11 Y	17.93 B	22.34 R	19.63	Failed
M2	-2.63 D	0.61 R	16.31 Y	5.34 B	15.43 R	22.00	Failed
M3	-3.48 D	0.84 R	15.49 Y	4.56 B	14.82 R	21.02	Failed
M4	0.67 L	-0.27 G	5.41 Y	-4.86 D	2.39 R	17.36	Failed
M5	-4.98 D	2.36 R	20.48 Y	9.76 B	18.16 R	27.04	Failed
M6	-3.15 D	0.43 R	15.92 Y	4.92 B	15.14 R	21.10	Failed
M7	-2.60 D	0.16 R	14.98 Y	3.96 B	14.45 R	17.12	Failed
M8	-1.04 D	-0.31 G	13.43 Y	2.37 B	13.23 R	16.15	Failed
M9	0.59 L	-0.80 G	5.61 Y	-5.37 D	1.81 R	6.07	Failed
M10	-5.89 D	2.20 R	20.16 Y	9.41 B	17.96 R	5.18	Failed

Fuente: Vera (2019)