



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE TEXTILES**

**INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD**

**PRESENCIAL**

**TEMA:**

**“DESARROLLO DE UN ACABADO ANTIARRUGAS EN TEJIDO DE  
PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO UREA”**

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

**Línea de investigación:** Gestión, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico

**Autor:** Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra

**Director:** MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

**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>	172715528-3		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra		
<b>DIRECCIÓN:</b>	La Victoria-Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:gaviscainog@utn.edu.ec">gaviscainog@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	(02) 197059	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0996567425

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“DESARROLLO DE UN ACABADO ANTIARRUGAS EN TEJIDO DE PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO UREA”
<b>FECHA:</b>	19/09/2023
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil
<b>DIRECTOR:</b>	MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

**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 diecinueve días del mes de septiembre de 2023

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 02 de agosto del 2023

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

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



Firma: .....

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C: 100158901-7

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Titulación “Desarrollo de un acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea” elaborado por Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación de la Universidad Técnica del Norte.



Firma: .....

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C: 100158901-7



Firma: .....

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

C.C: 100308393-6

## DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a mis amados padres Nancy y Santiago quienes a pesar de todos los problemas me han apoyado en cada etapa de mi vida, por los regaños que hicieron que me convirtiera en la persona que soy hoy en día, por enseñarme el valor del esfuerzo y dedicación.*

*A la memoria de mi querida abuela Celestina por confiar en mí en todo momento, por sus buenos consejos y apoyo. Gracias por todas las palabras de aliento que aún permanecen en mi memoria.*

***Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra***

## AGRADECIMIENTO

*Principalmente agradezco a mis padres Nancy y Santiago por todo el cariño que me han dado, por creer en mí y dedicarme palabras de aliento, y por apoyarme a lo largo de mi formación académica, todo lo que he logrado se lo debo a ustedes.*

*A mis abuelos Celestina y Nicanor por apoyarme en cada decisión que tomé en mi vida, gracias por todo el amor y cariño que me brindaron.*

*A mi querido hermano Jean por siempre cuidar de mí, por su respaldo y cariño que siempre me impulsa a ser mejor.*

*A mis amigos Abigail, Daysi, Moisés y Pamela quienes me han apoyado académica y emocionalmente. Gracias de todo corazón por los buenos momentos que compartimos dentro y fuera de la universidad.*

*A mi tutor el MSc. Willam Esparza por su paciencia al guiarme en el desarrollo de esta tesis, a mi asesor el MSc. Omar Godoy por sus observaciones que sirvieron para el buen desempeño de mi trabajo investigativo. Agradezco también a los docentes de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte por compartir su conocimiento, por su paciencia, consejos y por guiarme durante el tiempo que permanecí en la institución educativa.*

**Viscaíno Guallasamín Gina Alexandra**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
CONSTANCIAS .....	ii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes .....	1
Importancia del estudio .....	2
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	3
Características del sitio del proyecto.....	3
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO .....	4

1.1. Estudios previos.....	4
1.1.1. Algodón.....	4
1.1.2. Tejido de punto.....	5
1.1.3. Acabado antiarrugas.....	6
1.1.4. Urea.....	7
1.2. Marco legal.....	9
1.2.1. Constitución del Ecuador.....	9
1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	10
1.3. Marco conceptual.....	11
1.3.1. Algodón.....	11
1.3.2. Tejido de punto.....	12
1.3.3. Acabado textil.....	14
1.3.4. Urea.....	14
1.3.5. Formaldehído.....	16
1.3.6. Método de impregnación.....	16
CAPÍTULO II.....	18
2. METODOLOGÍA.....	18
2.1. Tipos de investigación.....	18
2.1.1. Investigación bibliográfica.....	18
2.1.2. Investigación experimental.....	18
2.1.3. Investigación comparativa.....	19
2.1.4. Investigación analítica.....	19



2.2.	Flujogramas .....	19
2.2.1.	Flujograma general.....	19
2.2.2.	Flujograma muestral.....	21
2.3.	Equipos y materiales.....	22
2.3.1.	Equipos.....	22
2.3.2.	Materiales.....	23
2.4.	Normas textiles empleadas .....	25
2.4.1.	AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga.....	25
2.4.2.	ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al dobléz.....	26
2.4.3.	ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.....	27
2.5.	Procedimiento.....	27
2.5.1.	Parámetros.....	27
2.5.2.	Proceso de impregnación.....	27
2.5.3.	Procedimiento norma AATCC 128-2017: Resistencia de textiles a la arruga... ..	28
2.5.4.	Procedimiento norma ISO 2313-2021: Recuperación de textiles al dobléz.....	29
2.5.5.	Procedimientos de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.....	29
CAPÍTULO III .....		30
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	30
3.1.	Resultados.....	30
3.1.1.	Resultados del proceso de impregnación. ....	30

3.1.2.	Resultados norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga... 31
3.1.3.	Resultados norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al dobléz..... 33
3.1.4.	Resultados de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles..... 34
3.1.5.	Tabla general de resultados..... 36
3.2.	Discusión de resultados ..... 36
3.2.1.	Normalidad de los datos..... 36
3.2.2.	Análisis de la varianza..... 37
3.2.3.	Análisis de resultados..... 39
CAPÍTULO IV	..... 43
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 43
4.1.	Conclusiones..... 43
4.2.	Recomendaciones ..... 44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	..... 46
ANEXOS	..... 55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Líneas de investigación de la UTN .....	11
<b>Tabla 2</b> Propiedades del algodón.....	12
<b>Tabla 3</b> Características físicas y químicas de la urea .....	15
<b>Tabla 4</b> Equipos empleados en el desarrollo del acabado antiarrugas .....	22
<b>Tabla 5</b> Materiales empleados en el acabado antiarrugas .....	23
<b>Tabla 6</b> Características del tejido de punto.....	24
<b>Tabla 7</b> Gramaje del tejido .....	25
<b>Tabla 8</b> Concentraciones de urea y resina .....	28
<b>Tabla 9</b> Datos del proceso de impregnación.....	30
<b>Tabla 10</b> Resistencia de los textiles a la arruga antes del lavado .....	31
<b>Tabla 11</b> Evaluación de las probetas .....	32
<b>Tabla 12</b> Recuperación del doblez del tejido antes del lavado.....	33
<b>Tabla 13</b> Resistencia del tejido a la arruga antes y después del lavado .....	34
<b>Tabla 14</b> Recuperación del ángulo de doblez del tejido antes y después del lavado .....	35
<b>Tabla 15</b> Promedios de los datos de las normas AATCC 128-2017 e ISO 2313-2021.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación del Laboratorio de Calidad Textil-CTEX.....	3
<b>Figura 2</b> Pérdidas totales de $N - NH_3$ por volatilización en función de la dosis.....	8
<b>Figura 3</b> Partes de una malla .....	13
<b>Figura 4</b> Tejido de punto por trama.....	13
<b>Figura 5</b> Tejido de punto por urdimbre .....	14
<b>Figura 6</b> Partes del foulard horizontal de laboratorio.....	17
<b>Figura 7</b> Flujograma general del proceso de impregnación .....	20
<b>Figura 8</b> Flujograma muestral del proceso de impregnación .....	21
<b>Figura 9</b> Réplicas para la valoración de resistencia a las arrugas .....	26
<b>Figura 10</b> Test de distribución normal .....	37
<b>Figura 11</b> Análisis de la varianza .....	38
<b>Figura 12</b> Gráfica Matrix Plot de recuperación de arruga y doblez del tejido .....	40
<b>Figura 13</b> Resultados generales de doblez y arruga .....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Certificado de uso de laboratorio .....	55
<b>Anexo 2</b> Ficha técnica de la Urea (Extracto) .....	56
<b>Anexo 3</b> Ficha de seguridad de la urea (Extracto) .....	57
<b>Anexo 4</b> Ficha técnica de la resina CENTERGARD D6i .....	58
<b>Anexo 5</b> Norma AATCC 20: Análisis de la fibra: Cualitativa .....	59
<b>Anexo 6</b> Determinación del gramaje del tejido.....	59
<b>Anexo 7</b> Proceso de impregnación.....	60
<b>Anexo 8</b> Procedimiento de la norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga .....	61
<b>Anexo 9</b> Procedimiento de la norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al dobléz	62
<b>Anexo 10</b> Procedimiento de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.....	63

## RESUMEN

En la presente investigación se desarrolló un acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea en cuatro concentraciones diferentes: 0%, 1.5%, 3% y 4.5%, mediante el método de impregnación en el foulard horizontal de laboratorio, posteriormente las muestras ingresaron en el túnel de secado a 150°C por 10 min. Se realizaron tres ensayos de laboratorio: AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga, ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblar e ISO 6330-2021: Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles. Los datos obtenidos se analizaron en el software estadístico Past 4, con el cual se confirmó que ( $p > 0.05$ ), esto denota que la confiabilidad es del 95%. En el análisis de resultados se evidenció lo siguiente: Al impregnar las soluciones de urea, se obtuvo un aumento en el ángulo de recuperación del doblar en comparación con la muestra 0 (Receta 1 = 0% de urea y 0 g/L de resina); en el dirección posterior vertical (PL) aumenta 2° (Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina); en el dirección posterior horizontal (PT) 15° (Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina); en el dirección frontal vertical (FL) 15° (Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina) y en el dirección frontal horizontal (FT) 15° (Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina). Para los ensayos de laboratorio de la norma AATCC128-2017: la receta 4 (R4 = 4.5% de urea) mostró mejores resultados con una valoración de WR3 antes del lavado, a comparación de las otras recetas en las que se obtuvo una valoración de WR2; sin embargo, las probetas no dieron buenos resultados después del lavado, por lo cual se optó por dosificar 30 g/L de resina con la finalidad de fijar el producto en el textil, con la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina) se obtuvo una valoración WR3 antes y después del lavado, por lo cual, se concluye que la receta óptima para realizar un acabado antiarrugas es la receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina.

**Palabras clave:** Urea, antiarrugas, impregnación, acabado textil, nitrógeno, humedad.

## ABSTRACT

In the present research, an anti-wrinkle finish was developed on 100% cotton jersey knit fabric by applying urea at four different concentrations: 0%, 1.5%, 3%, and 4.5%, using the impregnation method in the laboratory's horizontal foulard. Subsequently, the samples were entered into the drying tunnel at 150°C for 10 minutes. Three laboratory tests were conducted: AATCC 128-2017: Textile Wrinkle Resistance, ISO 2313-2021: Textile Folding Recovery, and ISO 6330-2021: Domestic Washing and Drying Procedures for Textile Testing. The data obtained were analyzed using the statistical software Past 4, which confirmed that ( $p > 0.05$ ), indicating a 95% reliability. The results analysis revealed the following: When impregnating urea solutions, there was an increase in the folding recovery angle compared to the 0% urea and 0 g/L resin sample (Recipe 1); in the vertical posterior direction (PL), it increased by 2° (Recipe 7 = 4.5% urea and 30 g/L resin); in the horizontal posterior direction (PT), it increased by 15° (Recipe 7 = 4.5% urea and 30 g/L resin); in the vertical frontal direction (FL), it increased by 15° (Recipe 7 = 4.5% urea and 30 g/L resin), and in the horizontal frontal direction (FT), it increased by 15° (Recipe 7 = 4.5% urea and 30 g/L resin). For the AATCC 128-2017 laboratory tests, Recipe 4 (R4 = 4.5% urea) showed better results with a WR3 rating before washing compared to the other recipes, which obtained a WR2 rating. However, the specimens did not perform well after washing, so 30 g/L of resin was added to fix the product on the textile. With Recipe 7 (R7 = 4.5% urea and 30 g/L resin), a WR3 rating was obtained before and after washing, leading to the conclusion that the optimal recipe for achieving an anti-wrinkle finish is Recipe 7 = 4.5% urea and 30 g/L resin.

**Keywords:** Urea, anti-wrinkle, impregnation, textile finish, nitrogen, moisture.

## INTRODUCCIÓN

### Descripción del tema

El presente trabajo investigativo se realizó con la finalidad de evaluar la propiedad antiarrugas en un tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea en diferentes concentraciones sobre el tejido mediante el método de impregnación.

“La urea es un fertilizante químico de origen orgánico” (Fertinova Agroproductos, 2016, p.1). Está compuesta por un 20% de carbono, 26.67% de oxígeno, 46.67% de nitrógeno y un 6.67% de hidrógeno, los porcentajes se obtienen de su fórmula química, la cual es:  $(\text{CO}(\text{NH})_2)_2$  y sus respectivos pesos atómicos (Fertimax, 2019). Siendo Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H) y Nitrógeno (N). En estudios anteriores se comprobó que los agentes humectantes reducen las arrugas en tejidos de algodón porque hacen que el agua penetre en el tejido rompiendo los enlaces de hidrógeno entre las fibras, provocando la relajación de las mismas (The Procter & Gamble Company, 2000). El nitrógeno es el elemento que proporciona la humectación, esto ayuda a que la urea tenga la capacidad de atraer y retener humedad del aire (SpecialChem, 2022).

Después de aplicar urea sobre el tejido, las muestras obtenidas se evaluaron en el laboratorio de Calidad Textil perteneciente a la Universidad Técnica del Norte mediante las siguientes normas: AATCC 128-2017 para medir la resistencia de los textiles a la arruga, ISO 2313-2021 para la recuperación del ángulo de doblez de los textiles y la norma ISO 6330-2021 para procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles, siendo AATCC Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles e ISO Organización Internacional de Normalización.

### Antecedentes

El algodón es uno de los materiales más utilizados en la industria textil para la fabricación de telas porque posee propiedades como: higroscopicidad, elasticidad y suavidad,



esto hace que las prendas de vestir sean cómodas (Kumar et al., 2022). Sin embargo, los tejidos de algodón, viscosa, liocel y lino al ser fibras celulósicas tienden a arrugarse con gran facilidad (Textilchemie Dr. Petry GmbH, 2021).

Las arrugas se forman por la ruptura de enlaces de hidrógeno en condiciones de humedad (durante el lavado) y al secarse se forman nuevos enlaces de hidrógeno (Luo et al., 2021). Para disminuir las arrugas en los tejidos 100% algodón se aplican acabados antiarrugas que anteriormente se realizaban con resina urea formaldehído. Sin embargo, en el año 1987 la Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA) declaró al formaldehído como un producto cancerígeno, por lo que las empresas textiles optaron por buscar nuevas alternativas (Qi et al., 2016).

### **Importancia del estudio**

Para evitar que las telas 100% algodón se arruguen se realizan los acabados antiarrugas. En la industria textil se ha utilizado y se sigue utilizando dimetilol dihidroxi etilen urea (DMDHEU) además de otros compuestos N-metilol para acabados antiarrugas; pero estos, liberan formaldehído que actualmente es considerado como un producto cancerígeno (Luo et al., 2021). Por esta razón, la industria textil se mantiene investigando nuevos productos para el desarrollo de acabados antiarrugas que resulten cómodos y no causen daños en la salud de los usuarios, en el mercado actual son varios los productos empleados para realizar los acabados antiarrugas, tales como: resinas o siliconas.

Es así, como el presente trabajo investigativo se realizó porque existía la necesidad de desarrollar un acabado antiarrugas que no contenga formaldehído, y con la finalidad de proponer una alternativa al uso de este, se aplicó urea sobre un tejido de punto jersey 100% algodón.

### **Objetivo general**

Desarrollar un acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea.

### Objetivos específicos

- Investigar las propiedades de la urea mediante fuentes bibliográficas de libros, revistas o artículos científicos, para establecer parámetros y procesos de aplicación en la industria textil.
- Aplicar urea en diferentes concentraciones a un tejido de punto jersey 100% algodón mediante el proceso de impregnación para obtener muestras de estudio.
- Evaluar las muestras mediante las pruebas de resistencia de los textiles a la arruga con la norma AATCC 128-2017, recuperación de los textiles al doblar con la norma ISO 2313-2021 y procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles con la norma ISO 6330-2021 para determinar la propiedad antiarrugas de la urea con los datos encontrados para ser analizados y determinar el más óptimo.

### Características del sitio del proyecto

Como se indica en la **Figura 1**, la presente investigación se realizó en el laboratorio de Calidad Textil de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la ciudad de Ibarra entre las calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, en las coordenadas 0.378806, -78.122882.

### **Figura 1**

#### *Ubicación del Laboratorio de Calidad Textil-CTEX*



Fuente: (Google Maps, 2022)

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Estudios previos

#### 1.1.1. Algodón.

El algodón cuenta con propiedades como: transpirabilidad, suavidad, fácil de teñir, sin estática, higroscópico, se arruga fácilmente, es de secado lento, se encoje y es importante mencionar que es una fibra fuerte y más cuando se moja (Cariki, 2021). Además, es altamente inflamable (Tu et al., 2023).

Hoy en día los textiles multifuncionales con propiedades como el retardo a la llama, autolimpieza, características antimicrobianas, bloqueo de rayos UV (Rayos ultravioleta), antiarrugas, entre otros, generan un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios (Mohamed et al., 2021). El acabado químico textil que se aplica sobre un tejido depende del uso final del textil.

Para otorgarle nuevas propiedades al algodón o mejorar las que posee se colocan diversos productos de manera que el textil se adapte a las necesidades que tienen los usuarios. Por esto, se aplican los siguientes productos en los textiles de fibra de algodón: El aceite de linaza se aplica sobre un tejido de algodón para hacer que este sea antimicrobiano, el resultado de realizar este acabado fue positivo (Harlapur & Shridhar, 2018). Impregnar 5% de permetrina y 30 g/L de resina hace que el tejido tenga una buena repelencia a los mosquitos, además la resina se aplica para que el acabado dure más de 4 lavados domésticos (Haro Haro, 2022). Los textiles en los que se aplica óxido de grafeno reducido con nanopartículas de cobre o plata mejoran la protección UV del tejido, además el algodón presenta una hidrofobicidad mejorada (Bhattacharjee et al., 2020). También, se aplica dopamina-mentol para obtener un acabado antimicrobiano, resistente a los rayos UV y con mejores propiedades mecánicas en tejidos 100% algodón, dando como resultado una duración de 30 ciclos de lavado (Xu et al., 2021).

Debido a que existen registros anteriores de una gran variedad de productos que se aplican en los textiles para realizar acabados, se reemplazaron los productos antes mencionados por urea en la aplicación sobre un tejido jersey 100% algodón para desarrollar un acabado antiarrugas y evaluar su efectividad.

### ***1.1.2. Tejido de punto.***

Los tejidos de punto cuentan con una capacidad que los diferencia de los tejidos planos, y es que, el tejido de punto puede moldearse a la figura de una persona, ya que tiene mayor elasticidad (Wadekar et al., 2020). Un claro ejemplo son los tejidos de punto destinados a textiles médicos porque su estructura permite que el tejido se adapte al cuerpo del usuario, como es el caso de las tobilleras o medias de compresión (Venkatraman, 2022). En cuanto a vestimenta de uso diario, el ejemplo más claro son los vestidos de mujer que se adaptan a la figura.

En la industria textil se tienen diferentes productos que ayudan a reducir las arrugas en los tejidos de punto que pueden ser de algodón o lino. Entre estos productos están los recubiertos de nanopartículas de óxido de zinc con ligante, los cuales muestran una alta capacidad de protección UV porque bloquean el 90% de los rayos UV; además la resistencia a las arrugas mejora (Tania & Ali, 2021). También, se investigó el ácido trimésico para determinar la factibilidad de su uso en acabados antiarrugas, el resultado fue exitoso porque con un 2% de concentración se obtuvo un ángulo de recuperación de arrugas de 248° (Sarwar et al., 2021). Asimismo, se utilizó 80 g/L de ácido 1,2,3,4-butanetetracarboxílico (BTCA) a una temperatura de 160°C para mejorar el tratamiento antiarrugas de un tejido obteniendo un ángulo de recuperación de arrugas que va de 253° a 269° (Hu et al., 2022). Además, se realizó una solución con 0,75% de glicerol, la temperatura del baño alcanzó 80°C lo que ayudó a la reducción de las arrugas en el tejido demostrando la efectividad del uso de glicerol en acabados textiles antiarrugas (The Procter & Gamble Company, 2000).

### **1.1.3. Acabado antiarrugas.**

Se define a las arrugas que aparecen en los textiles como pequeños pliegues que se forman en la superficie del tejido de forma que alteran su lisura (Manatex, 2020). Los acabados antiarrugas se realizan con la finalidad de reducir las arrugas en los tejidos. La razón por la que las telas de algodón se arrugan es porque las fibras de celulosa ricas en zonas amorfas tienden a formar nuevos enlaces de hidrógeno cuando se realizan esfuerzos mecánicos sobre el tejido (Morales Rovalino, 2015).

Anteriormente, se realizaban los acabados antiarrugas con urea formaldehído en tejidos 100% algodón. Una de las recetas utilizadas para hacer la solución contenía 2% de catalizador, 2% de silicona, 5% de formaldehído y 0,5-3% de urea, cabe mencionar que la temperatura de secado utilizada es de 148°C aproximadamente (Payet, 2003). Otra receta que proporcionó buenos resultados para la recuperación de arrugas en un tejido 100% algodón contenía 60 g/L de DMDHEU Y 5 g/L de cloruro de amonio, con una temperatura de secado de aproximadamente 160°C durante 3 min (Abdel-Wahab et al., 2020).

Recetas como las antes mencionadas han dejado de utilizarse porque el formaldehído es un producto altamente volátil y su reacción es difícil de controlar con la celulosa del algodón, por estas razones se empezó a restringir su uso (Chilón, 2018). El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2018) menciona: “La toxicidad del formaldehído se debe principalmente a sus propiedades altamente irritantes para los tejidos vivos que entran en contacto con él. Los síntomas más comunes de la exposición a formaldehído son la irritación en ojos, nariz y garganta” (p.3). Además, Afirm Group (2021) afirma: “En altas concentraciones, el formaldehído puede causar dolor agudo, perturbaciones gastrointestinales, vómitos y coma, y sus efectos pueden llegar a ser fatales” (p.1).

Las recetas antes mencionadas sirvieron como base para realizar una solución con urea en diferentes concentraciones.

#### **1.1.4. Urea.**

Se fabrican resinas a base de urea como la resina urea formaldehído para aplicaciones en acabados textiles. Las resinas de urea formaldehído se utilizan para realizar acabados antiarrugas en textiles debido a que evitan el encogimiento y las arrugas en una tela de algodón, además esta resina ofrece una buena resistencia al desgarro (Mordor Intelligence, 2022).

La industria textil se mantiene en constante desarrollo para fabricar productos que no contengan formaldehído, que como se hace mención es un producto tóxico y cancerígeno para el usuario, por lo que actualmente existen diferentes productos para reemplazar el uso de las resinas a base de formaldehído como es la urea formaldehído. Entre los productos utilizados actualmente se encuentran: el ácido 1,2,3,4-butanotetracarboxílico y el ácido cítrico (Ji & Sun, 2020).

En la sociedad actual en la que vivimos se buscan productos amigables con el ambiente que no presenten riesgos para la salud de las personas; como resultado de esto la química verde o sostenible empieza a tomar fuerza en la industria textil, esto con el fin de aplicar productos que no sean tóxicos sobre textiles de uso diario. En consecuencia, se diseñó un compuesto (PNH) con grupos éster de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  mediante la reacción de isocianurato de tris (2-hidroxi-etileno) con  $\text{H}_3\text{PO}_4$  y urea que sirve como agente de reticulación para mejorar la propiedad antiarrugas de tejidos de algodón (Tu et al., 2022). Las siglas PNH hacen referencia a los elementos de la tabla periódica Fósforo, Nitrógeno e Hidrógeno respectivamente.  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  es un compuesto químico denominado fosfato de amonio monobásico (Química Suastes, 2018).  $\text{H}_3\text{PO}_4$  corresponde al ácido fosfórico (Manuchar Internacional, 2018).

Como se menciona en el texto anterior, la urea es utilizada por las industrias textiles en recetas para desarrollar acabados antiarrugas, es por esta razón en específico que se utilizó en el presente trabajo de investigación como una alternativa al uso de resinas a base de urea formaldehído.

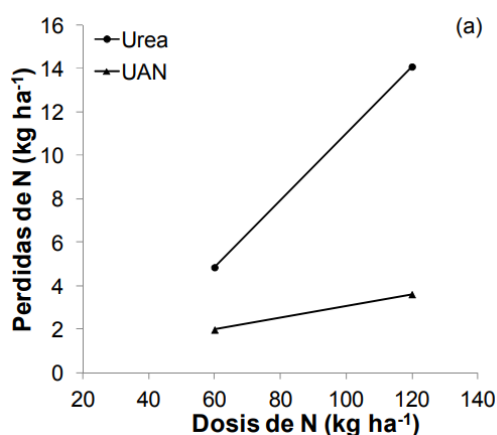
La urea es principalmente utilizada en la agricultura, es un fertilizante altamente soluble en agua, tiene una solubilidad de 1079 g/L a 20°C; además de su aplicación directa al suelo, también se aplica en soluciones para fertirriego (Sela, 2019).

Es un producto volátil utilizado para cultivar algas en estanques de peces, cuando entra en contacto con el agua se disuelve y parte del nitrógeno se pierde por la volatilización del amonio  $\text{NH}_3$  (Carpio et al., 2005).

La pérdida por volatilización del nitrógeno aumenta cuando la temperatura supera los 45°C, el pH es mayor a 9 y la dosis de urea es alta, el porcentaje de pérdida de nitrógeno va de 15 al 20% aproximadamente (Perdomo & Barbazán, 2007). En la **Figura 2** se observa que la relación entre la pérdida por volatilización de nitrógeno y la dosis utilizada es directamente proporcional, es decir que a mayor dosis de urea mayor será la pérdida de  $\text{N} - \text{NH}_3$  (Nitrógeno amoniacal).

## Figura 2

*Pérdidas totales de  $\text{N} - \text{NH}_3$  por volatilización en función de la dosis*



Fuente: (Barbieri et al., 2018)

Para disminuir la pérdida de nitrógeno se puede usar carbón vegetal o activado porque estos tienen una propiedad adsorbente. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  (Dióxido de carbono) y  $\text{N}_2\text{O}$

(Óxido nitroso) del suelo bajo el tratamiento de urea con bio carbón resultaron ser más bajas en comparación con el tratamiento en el que únicamente se empleó urea (S. Zhang et al., 2023). El carbón vegetal se ha utilizado a lo largo de la historia como un adsorbente en prácticas médicas, en el tratamiento de agua y para adsorción de gases como el CO<sub>2</sub>, hasta que Von Ostrejko inventó el carbón activado (Sevilla, 2011).

De acuerdo con el párrafo anterior, es correcto afirmar que las pérdidas por volatilización del nitrógeno presente en la urea se pueden reducir sin la necesidad de utilizar carbón activado o carbón vegetal si se tiene en cuenta los tres parámetros que producen la pérdida del nitrógeno, en otras palabras, a menor dosis, pH y temperatura menor será la pérdida por volatilización del nitrógeno.

## **1.2. Marco legal**

### ***1.2.1. Constitución del Ecuador.***

La constitución del Ecuador está enfocada en reconocer el derecho de la población del país a vivir en un ambiente sano, así mismo se reconocen las obligaciones de los ciudadanos, estado y otras instituciones, es por esto por lo que existen una gran cantidad de artículos, entre los cuales se mencionan los siguientes en relación con el tema de investigación:

**Art. 14.** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la prevención del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la repercusión de los espacios naturales degradados.

**Art. 15.** El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción,



tenencia, comercialización, importancia, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

**Art. 32.** La salud es un derecho que garantiza del Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La presentación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (Constitución de la República del Ecuador, 2020, p.17,23)

### ***1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.***

Como se indica en la **Tabla 1**, la Universidad Técnica del Norte (UTN) cuenta con 10 líneas de investigación que fueron aprobadas por el Honorable Consejo Universitario, de las cuales, en la Carrera de Textiles se utilizan la 1 y la 9.

Como se menciona en el párrafo anterior en la Carrera de Textiles se tienen dos líneas de investigación, sin embargo, en el presente trabajo de grado se utilizó únicamente la línea de investigación número 9.

**Tabla 1***Líneas de investigación de la UTN*

N°	Líneas de investigación
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 Socioeconómico
10	Desarrollo, Aplicación de Software y Cyber Security (Seguridad Cibernética)

Fuente: Datos recopilados de (Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica CUICYT, 2022).

### 1.3. Marco conceptual

#### 1.3.1. Algodón.

El algodón es una fibra de origen natural de color blanco o crema. La composición química del algodón aproximadamente es de 95% de celulosa y un 5% entre impurezas, grasas y minerales (Egateg, 2021). En base a la cita anterior es correcto afirmar que la sustancia fundamental del algodón es la celulosa.

“El género *Gossypium* perteneciente a la familia Malvaceae y a la tribu Gossypieae incluye 50 especies; cuatro de estas son cultivadas para obtener fibra de hilatura” (Burbano-Figueroa et al., 2018, p.3). Las especies restantes crecen de manera silvestre. Las cuatro especies antes mencionadas son: *Gossypium Herbáceum*, *Gossypium Arbóream*, *Gossypium Barbádense*, *Gossypium Hirsutum* (Ramos, 2018). Cabe mencionar que estas cuatro especies son las que tienen un valor económico dentro de la industria textil.

El algodón es una de las fibras textiles más importantes dentro de la industria textil, es considerado como un recurso natural renovable y posee propiedades como las que se muestran en la **Tabla 2** (Y. Zhang & Dong, 2020). Tiene una alta transpirabilidad y es absorbente, estas dos propiedades hacen que sea una buena opción en la fabricación de prendas de vestir para climas cálidos, además su suavidad hace que el textil sea cómodo (Sewport Support Team, 2019). Sin embargo, esta fibra se arruga con gran facilidad porque no cuenta con buenas propiedades mecánicas.

**Tabla 2**

*Propiedades del algodón*

<b>Parámetro</b>	<b>Característica</b>
<b>Conductividad eléctrica:</b>	Excelente
<b>Resistencia a la abrasión:</b>	Baja
<b>Lustre:</b>	Baja
<b>Resiliencia:</b>	Baja
<b>Inflamabilidad:</b>	Alta
<b>Regain (A 21°C y 65% de humedad relativa):</b>	Absorbe de 7 a 8.5% de humedad
<b>Elasticidad:</b>	20-50% de alargamiento de rotura
<b>Resistencia a la tracción (g/Denier):</b>	En seco: 4/En Húmedo: 5

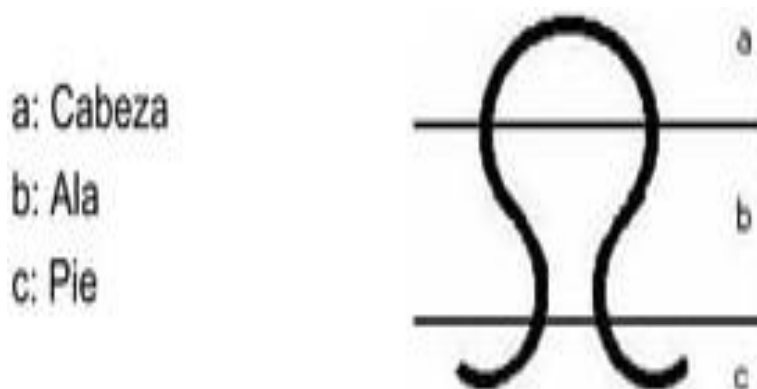
Fuente: Datos recopilados de (Coats, 2014) & (Sanchez, 2013).

### **1.3.2. Tejido de punto.**

Los tejidos de punto son telas compuestas de mallas, para su formación se emplean agujas, las cuales tienen la función de entrelazar uno o varios hilos (Tinoco Tejada, 2018). En la **Figura 3** se observan las partes que componen una malla.

### Figura 3

*Partes de una malla*

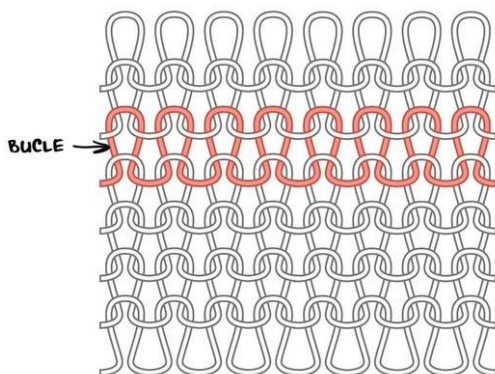


Fuente: (Gavilan, 2015)

Dependiendo del diseño del tejido las mallas tienen diferente dirección de formación. En los tejidos de punto por trama un solo hilo es el encargado de alimentar a varias agujas. Los tejidos de punto se tejen de manera horizontal (Ver **Figura 4**); en consecuencia, se destejen con facilidad, tienen una buena elasticidad en dirección horizontal y vertical (Lafayette, 2019). El tejido jersey es el diseño más básico y se emplea en la confección de busos, camisetas, entre otros.

### Figura 4

*Tejido de punto por trama*

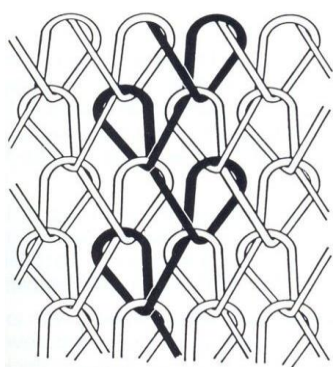


Fuente: (Hilados de Alta Calidad, 2022)

Los tejidos de punto por urdimbre tienen buena flexibilidad (Chang & Hu, 2022). A diferencia de los tejidos de punto por trama, estos se tejen en dirección vertical (Ver **Figura 5**) por lo que es más difícil que el tejido se desteja (Lafayette, 2019). Con este tipo de tejidos se confecciona ropa interior para el hogar, entre otros.

### **Figura 5**

*Tejido de punto por urdimbre*



Fuente: (Hilados de Alta Calidad, 2022)

#### **1.3.3. Acabado textil.**

Los acabados textiles se realizan con el fin de modificar la apariencia final de un tejido para hacerlo más suave o mejorar las características que posee la fibra de la tela (Textile Value Chain, 2020). La industria textil se mantiene en constante desarrollo por la necesidad de producir telas que se adapten a las exigencias de los consumidores, por lo que se aplican diferentes acabados. Un acabado textil es aplicado sobre un hilo o tela para mejorar las propiedades del textil; en el caso del algodón, se han aplicado diversos productos para otorgarle propiedades ignífugas, antiarrugas o antisépticas.

#### **1.3.4. Urea.**

La urea es un sólido de color blanco que presenta una forma granular, contiene 46% de nitrógeno por lo que es considerada como una fuente de alta concentración de nitrógeno (CF

Industries, 2015). En el mercado es conocida también como carbamida, carbonildiamida, ácido carbomídico o amida alifática (Fertico, 2017). “La urea es una fuente de nitrógeno alternativa sostenible y barata” (Konzock et al., 2022, p.1)

Tiene varios usos en la industria: “Se encuentra presente en adhesivos, plástico, resinas, tintas, productos farmacéuticos y acabados para productos textiles, papel y metales” (Distribuidora de Químicos Industriales, 2020, p.3). En la industria textil se la usa como base para la producción de resinas, una de las más conocidas es la resina urea formaldehído que por considerarse peligrosa para la salud se ha dejado de utilizar en los acabados antiarrugas.

“La urea posee propiedades antimicóticas y microbianas, y una alta capacidad humectante” (Piquero-Casals et al., 2021, p.4). La propiedad antimicótica le permite combatir los hongos (Real Academia Española, 2022). Mientras que su propiedad antimicrobiana le permite destruir bacterias.

En la **Tabla 3** se mencionan algunas de las características tanto físicas como químicas de la urea que la diferencian de otros productos, específicamente de otros fertilizantes nitrogenados.

**Tabla 3**

*Características físicas y químicas de la urea*

<b>Parámetro</b>	<b>Característica</b>
<b>Peso molecular:</b>	60.06 g/mol
<b>Tamaño de la partícula:</b>	0.85 a 3.35 mm
<b>Solubilidad en agua, a 20°C:</b>	100g/100mL de agua
<b>pH en solución, al 10%:</b>	7.5-10
<b>Densidad Aparente:</b>	770-809 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad relativa crítica, a 30°C:</b>	73%
<b>Punto de fusión:</b>	132,7°C

Fuente: Datos recopilados de (Fertinova Agroproductos, 2016) & (Isusa, 2019)..

### 1.3.5. *Formaldehído.*

El formaldehído es un gas incoloro que tiene un olor fuerte, además tiene propiedades desinfectantes y fijadoras que ayudan a fijar el colorante en las telas (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST España), 2022). Tiene varios usos en la industria textil, se utiliza para fijación de colorantes y estampados, para acabados textiles de repelencia al agua, resistencia a la llama o acabados antiarrugas (Eurofins, 2018).

### 1.3.6. *Método de impregnación.*

El proceso de impregnación o foulardado consiste en impregnar una solución específica en un sustrato textil con la finalidad de conferirle diferentes propiedades, ya sean anti moho, ignífugas o antiarrugas, este proceso se realiza con un foulard (Anrango Anrango, 2020). Una vez que se realiza el proceso de impregnación de un tejido se procede a secar en una rama termofijadora o un túnel de secado con el fin de que la solución aplicada se fije al tejido.

El método de impregnación es el más común entre los procesos para realizar acabados textiles, un parámetro de importancia es el pick up porque ayuda a determinar la cantidad de baño que absorbe el tejido (Lockuán Lavado, 2012). Se debe tener en cuenta la presión de los rodillos porque estos se encargan de eliminar el exceso de baño en el tejido (Anrango Espinoza, 2018). La relación que existe entre la presión de los rodillos y el pick up es inversamente proporcional, lo que quiere decir que mientras mayor sea la presión del rodillo menor será el pick up y viceversa. El pick up se calcula con la siguiente fórmula:

$$Pick\ Up\ (\%) = (\text{Peso en húmedo} - \text{Peso en seco}) / (\text{Peso en seco}) * 100 \quad (1)$$

El proceso de impregnación se realiza en un foulard, el cual es un equipo que consta de una cuba y rodillos de presión. En la **Figura 6**, constan las partes más relevantes del foulard horizontal de laboratorio Modelo HRF.

## Figura 6

### *Partes del foulard horizontal de laboratorio*



Fuente: Adaptado de (Mathis, 2010)

1. Manómetro: Regula la presión de los cilindros exprimidores.
2. Válvula: Ajusta la presión de los cilindros exprimidores.
3. Llave para accionar la presión entre los cilindros exprimidores.
4. Lámpara de señalización: Lámpara verde encendida significa que los cilindros se encuentran en movimiento.
5. Potenciómetro: Regula la velocidad de rotación de los cilindros exprimidores.
6. Lámpara de señalización: Lámpara naranja encendida significa que la máquina está encendida.
7. Llave general/Parada de emergencia: Presionar para apagar la máquina, girar para encender.
8. Rodillos de presión: Ejercen presión en el tejido para quitar el exceso de solución.
9. Bandeja de protección: El exceso de solución cae en la bandeja de protección.
10. Rodillo de inmersión: Pieza móvil que sumerge el tejido en la solución.
11. Tina o cuba: Contiene la solución a impregnar.
12. Pedal: Acciona el movimiento de los cilindros exprimidores.



## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. Tipos de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se utilizaron diferentes tipos de investigación, como: bibliográfica, experimental, comparativa y analítica, que permiten determinar la concentración de urea óptima para realizar un acabado antiarrugas; adicionalmente se realizó una evaluación de la recuperación del ángulo del doblado del tejido.

##### 2.1.1. *Investigación bibliográfica.*

Según Arteaga (2020), consiste en la recopilación de información publicada en libros, revistas o sitios web con el objetivo de probar una hipótesis, resolver un problema u obtener más conocimiento sobre un tema en específico.

Se compiló información relevante para el tema de investigación de medios digitales como artículos científicos con la finalidad de sustentar y resolver el problema planteado en la investigación. Es así como, mediante la investigación bibliográfica se obtuvo una receta base para realizar una solución de urea con resina.

##### 2.1.2. *Investigación experimental*

Como menciona Westreicher (2021), consiste en determinar el impacto que se produce en una variable como consecuencia de modificar otra variable. Partiendo de esta cita, en esta investigación se buscó modificar las propiedades de un tejido de punto jersey 100% algodón, específicamente el aspecto mecánico; para lo cual se impregnaron cuatro diferentes concentraciones de urea. Además, se realizó otra solución con urea y resina para determinar cuál concentración es la más idónea para realizar un acabado antiarrugas, se realizaron varios experimentos en los que la concentración de urea era el dato variable.

### **2.1.3. Investigación comparativa.**

La investigación comparativa es un método utilizado para analizar, estudiar y hacer experimentos, los cuales buscan probar una hipótesis; para ello, se relacionan dos variables o más con el fin de obtener un resultado final (Arias, 2020). Una vez que se obtienen las recetas para el acabado antiarrugas es necesario que las muestras se comparen con una muestra cero, es decir, una muestra en la que no se aplica el producto, para obtener datos reales sobre la resistencia a las arrugas y la recuperación del ángulo del dobléz que se produjeron en el tejido de punto jersey 100% algodón después de aplicar urea en diferentes concentraciones. Además, las muestras con el acabado fueron comparadas con otras muestras que después de aplicar la solución pasaron a un proceso de lavado para determinar si el acabado era permanente, semipermanente o temporal.

### **2.1.4. Investigación analítica.**

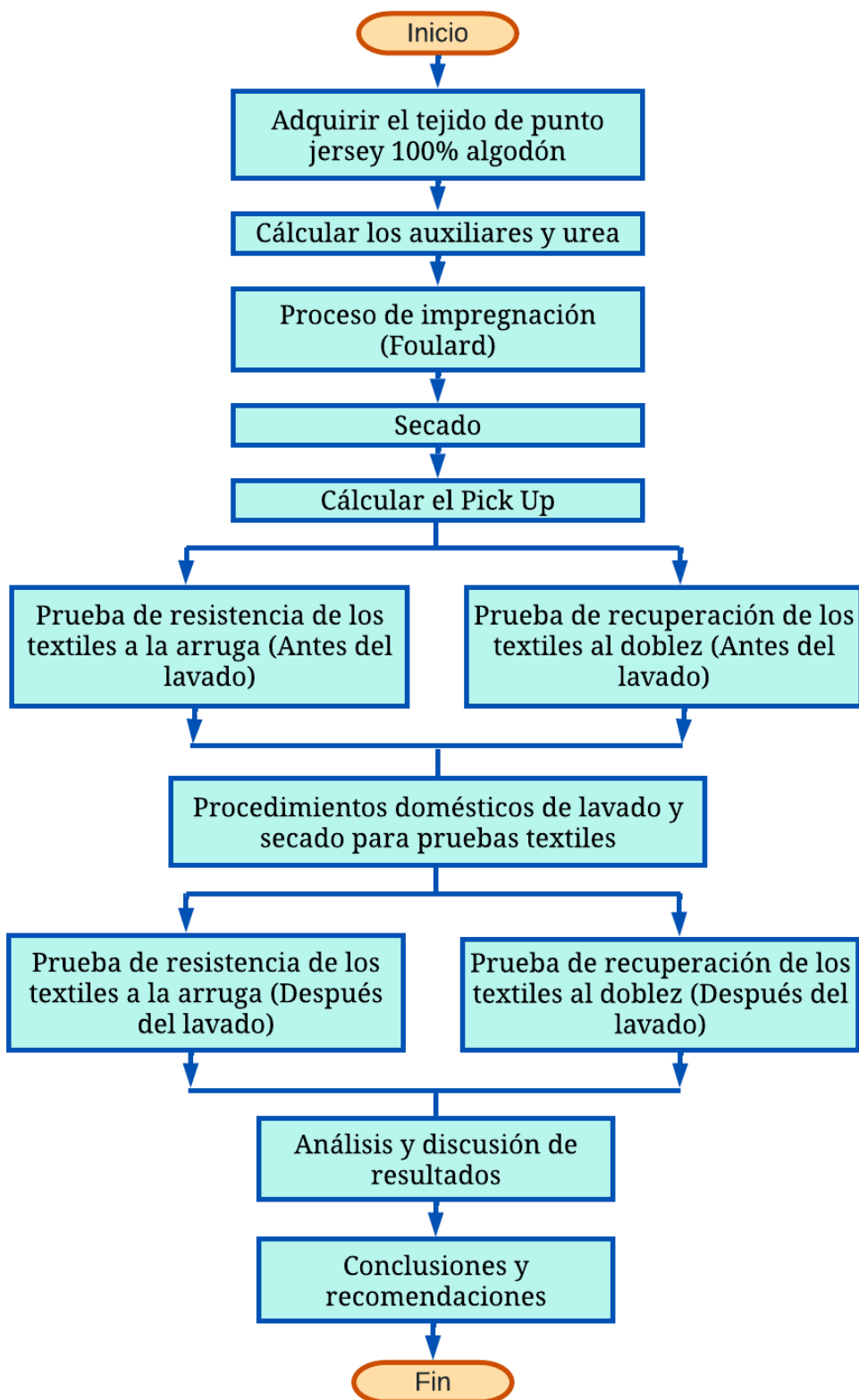
“El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos” (Arteaga, 2020, p.7). Con los datos obtenidos de los ensayos de resistencia de los textiles a la arruga y recuperación de los textiles al dobléz antes y después del lavado se realizaron tablas en las que se observan de manera clara y ordenada todas las variables con las que se logró obtener una conclusión del tema planteado.

## **2.2. Flujogramas**

Los flujogramas son utilizados para tener una mejor visión de un proceso o actividad realizada de manera secuencial.

### **2.2.1. Flujograma general.**

A continuación, se muestra el flujograma general del desarrollo de un acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea con los procesos más relevantes.

**Figura 7***Flujograma general del proceso de impregnación*

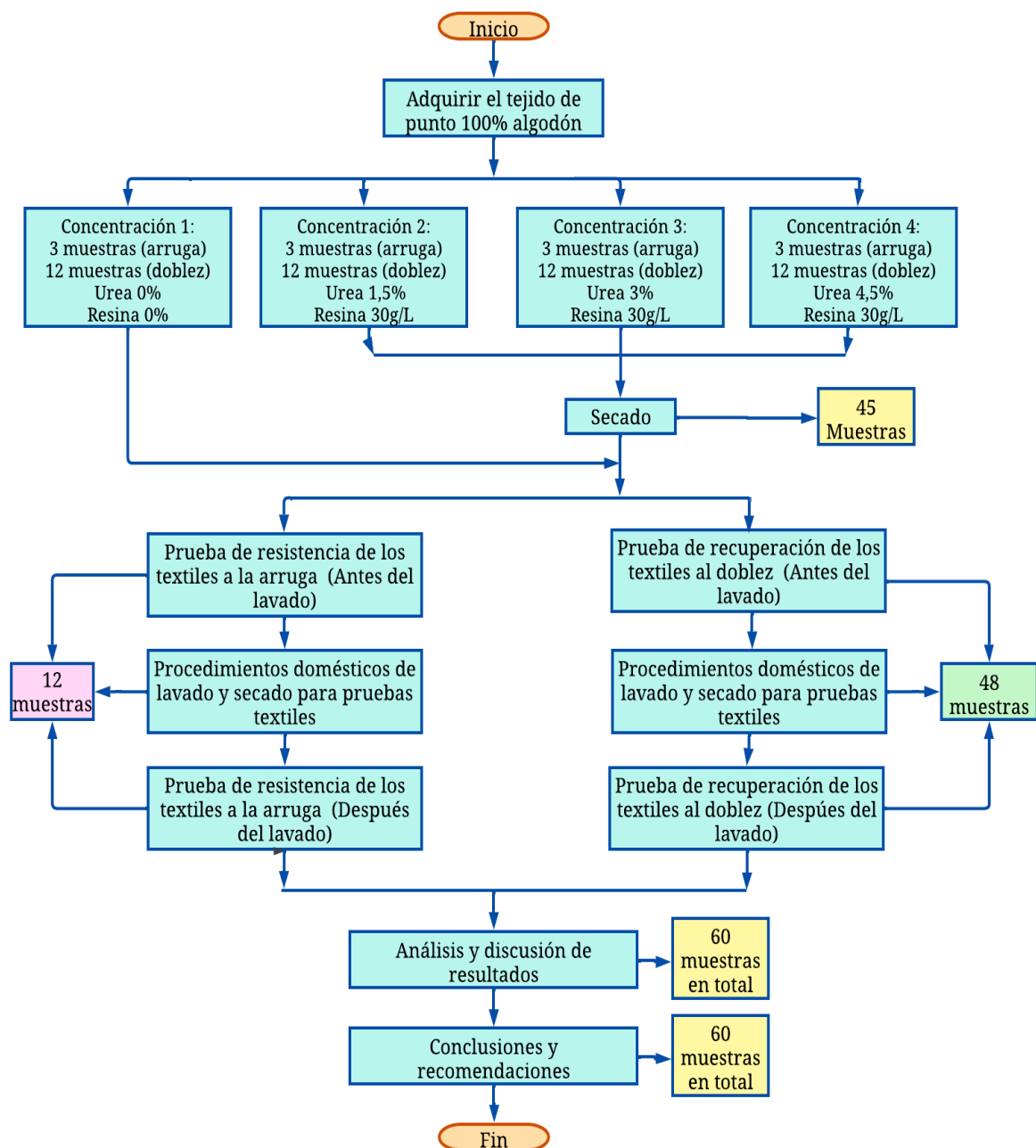
Fuente: Propia.

### 2.2.2. Flujograma muestral.

En la **Figura 8**, se muestra de manera más detallada el proceso que se siguió para realizar la solución de urea en cuatro concentraciones diferentes.

**Figura 8**

*Flujograma muestral del proceso de impregnación*



Fuente: Propia.

### 2.3. Equipos y materiales






Se utilizaron los equipos y materiales del Laboratorio de Procesos físicos y químicos de la Carrera de Textiles de la UTN para el desarrollo del acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea.

#### 2.3.1. Equipos.

Los equipos utilizados para el desarrollo del acabado antiarrugas fueron: Foulard horizontal de laboratorio, túnel de secado, medidor de arrugas, medidor de recuperación de ángulo de doblez y wascator.

**Tabla 4**

*Equipos empleados en el desarrollo del acabado antiarrugas*

Nombre	Descripción	Figura
<b>Foulard horizontal de laboratorio</b>	Presión de aire comprimido: 6 bar Ancho útil de los rodillos: 30 cm/45 cm Velocidad: 0.2 a 8 m/min Contenido del baño en la cuba: 1200 mL	
<b>Túnel de secado</b>	Equipo de laboratorio en el que el tejido es secado y los productos químicos son fijados al textil.	
<b>Medidor de arrugas</b>	Mide las arrugas producidas en un tejido bajo la norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga.	
<b>Medidor de ángulo de recuperación de doblez</b>	Mide el ángulo de recuperación del doblez en textiles bajo la norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblez.	
<b>Wascator</b>	Máquina de lavado normalizada utilizada bajo la norma ISO 6330-2021: Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles	








Fuente: Propia.

### 2.3.2. Materiales.

A continuación, en la **Tabla 5** se detallan cada uno de los materiales que se utilizaron para realizar la solución de urea con resina que posteriormente sirvió para realizar el proceso de impregnación en el foulard.

**Tabla 5**

*Materiales empleados en el acabado antiarrugas*


Nombre	Descripción	Figura
<b>Vasos de precipitación</b>	Vaso de vidrio utilizado para medir volúmenes, almacenar, disolver, mezclar o calentar sustancias.	
<b>Balanza</b>	Mide la masa con un alto nivel de precisión, su linealidad es de $\pm 0,0003$ g.	
<b>Agitador</b>	Varilla de vidrio utilizada para mezclar sustancias.	
<b>Espátula de laboratorio</b>	Utensilio de metal usado para tomar muestras de sustancias sólidas o líquidas.	
<b>Papel pH</b>	Determina el pH de la solución, si es ácida, alcalina o neutra.	
<b>Urea</b>	Contiene 46% de nitrógeno y es de forma granular.	
<b>Resina</b>	Centergard D6I. Producto de acabado que tiene como fin el fijar otro producto en el tejido para que tenga mayor resistencia al lavado.	

**Nota.** Los materiales que se utilizaron para el desarrollo del acabado antiarrugas aplicando urea se determinaron mediante la investigación experimental. Fuente: Propia.

En la **Tabla 6** se muestran las características del tejido en el que se aplicó una solución de urea, además se utilizaron dos normas para corroborar los datos.

**Tabla 6**

*Características del tejido de punto*

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>	<b>Muestra</b>
<b>Tipo de tejido</b>	Tejido de punto jersey simple APT	
<b>Composición</b>	100% algodón	
<b>Título del hilo</b>	30 Ne	
<b>Ancho (m)</b>	1,63 ± 2	
<b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b>	163 ± 8	
<b>Rendimiento (m/kg)</b>	3,76 ± 0,25	

*Nota.* Datos de la tela proporcionados por Indutexma.

Para comprobar los datos del tejido de punto facilitados por la empresa Indutexma se tienen las siguientes normas:

- Norma AATCC 20: Análisis de la fibra: Cualitativa

Esta norma se utiliza para verificar la composición de las telas. En el caso de la presente investigación se utilizó el método de vista a microscopio para observar las fibras de la tela (Ver **Anexo 1**) y la reacción a la llama, para esto el tejido fue quemado dando como resultado cenizas de color gris claro como se menciona en la norma. Al realizar estos dos métodos se confirmó que el tejido corresponde a 100% algodón.

- Norma ISO 3801: Determinación de masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles

Para realizar esta norma se utilizó un sacabocados de tela, este instrumento de laboratorio tiene un área de 100 cm<sup>2</sup>. Se cortó 5 muestras de diferentes partes de la tela y se pesaron (Ver

**Anexo 6)**, posteriormente se realizó un promedio de los 5 pesos obtenidos.

**Tabla 7**

*Gramaje del tejido*

N° de muestras	g/m <sup>2</sup>	Total
1	1,5888*100	158,88
2	1,5857*100	158,57
3	1,5799*100	157,99
4	1,5822*100	158,22
5	1,5861*100	158,61
<b>Promedio</b>		$792,27/5 = \mathbf{158,454}$

*Nota.* Los gramos que se obtienen al pesar las muestras se deben multiplicar por 100 y el resultado queda en g/m<sup>2</sup>. Fuente: Propia.

## 2.4. Normas textiles empleadas

Las pruebas de laboratorio se realizaron con el fin de establecer cuál de las concentraciones de urea es la mejor para realizar el acabado antiarrugas, adicionalmente se realizó la prueba de recuperación del ángulo de doblez de textiles, las normas utilizadas fueron las siguientes:

### 2.4.1. AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga.

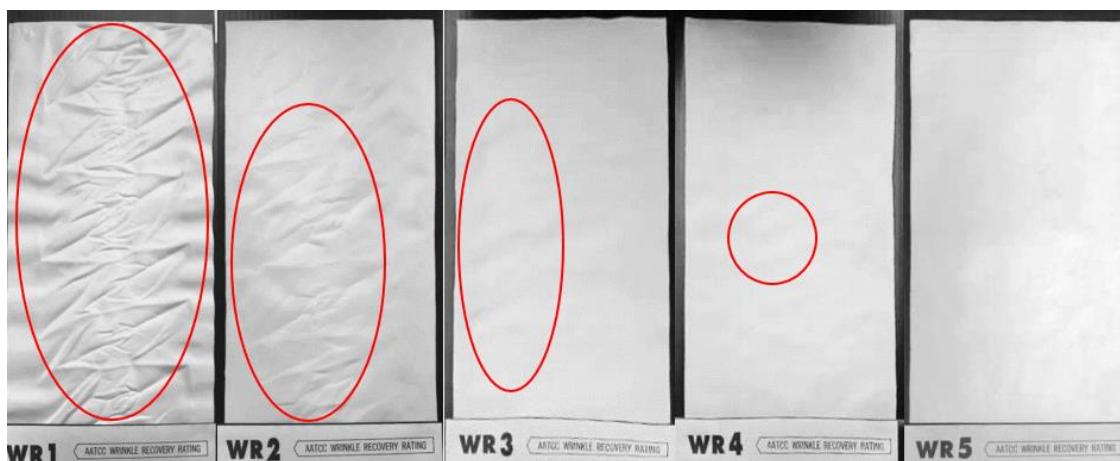
La norma AATCC 128-2017 tiene como objetivo medir la resistencia de los textiles a la arruga, independientemente del tipo de tejido. Cortar 3 especímenes de 15x28 cm, acondicionar las muestras por un mínimo de 8 horas a  $21 \pm 1^\circ$  y  $65 \pm 2\%$  de humedad relativa, el peso aplicado es de 3500 gramos por 20 minutos (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010). Pasados los 20 minutos, las probetas deben ser acondicionadas por 24 horas más, antes de realizar la evaluación de la resistencia a las arrugas con las réplicas establecidas por la norma (Ver **Figura 9**), la réplica WR5 no presenta ninguna arruga sobre la



superficie del tejido por lo que es la mejor puntuación que se le otorga a un textil, mientras que en WR1 las arrugas son evidentes. Las muestras se evalúan en una cabina de luces con un rango de luz D65 que corresponde a una luz artificial para visualizar las arrugas en el tejido. Para evaluar las probetas, estas deben ser colocadas en medio de las réplicas para determinar el puntaje que se le asignará.

### Figura 9

*Réplicas para la valoración de resistencia a las arrugas*



Fuente: Propia.

#### **2.4.2. ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblar.**

Esta norma tiene como objetivo medir la recuperación del ángulo de doblez de los tejidos. La cantidad de especímenes necesaria para esta prueba es de 12 de 40x15 mm, el dispositivo de carga es de 10N, se debe acondicionar las probetas por un mínimo de 24 horas antes de realizar las pruebas en laboratorio (James H.Heal, 2001). El molde de plástico de la norma ayuda a señalar las probetas, de las 12 probetas mencionadas en la norma, 6 se cortan en dirección vertical del tejido y 6 en dirección transversal. Para manipular las probetas se utiliza una pinza metálica, para evitar que la superficie de las muestras se contamine.

### **2.4.3. ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.**

La prueba de lavado se realizó después de realizar las normas AATCC 128 y la ISO 2313-2021 a las probetas en las que se impregnó el producto. El nivel de lavado utilizado fue el 3N, que es un nivel moderado, la duración fue de 40 minutos a 1 hora, se colocó detergente en la siguiente relación: por cada 2000g de tela colocar 20 gramos detergente y finalmente las muestras pasaron por el túnel de secado a 150°C.

## **2.5. Procedimiento**

Se siguieron los siguientes parámetros, normas y pasos para el desarrollo de un acabado antiarrugas en tejido de punto jersey 100% algodón aplicando urea.

### **2.5.1. Parámetros.**

Se debe tener en cuenta tres parámetros de importancia al realizar la solución del acabado antiarrugas con urea para regular la pérdida de nitrógeno por volatilización.

- Temperatura:  $a < T$ ,  $<$  pérdida de nitrógeno por volatilización y viceversa.
- pH:  $a < \text{pH}$ ,  $<$  pérdida de nitrógeno por volatilización y viceversa.
- Dosis:  $a <$  dosis,  $<$  pérdida de nitrógeno por volatilización y viceversa (Ver **Figura 2**).

### **2.5.2. Proceso de impregnación.**

El proceso de impregnación se realizó en el foulard horizontal de laboratorio siguiendo los siguientes pasos (Ver **Anexo 7**):

- a) Cortar 2 muestras de tela de 28x100 cm para cada concentración y pesar.
- b) Calcular los gramos de urea y resina necesarios para preparar las soluciones (Ver **Tabla 8**), en las tres soluciones en las que se colocó únicamente urea se agitó el producto hasta que se disolvió, mientras que en las soluciones de urea con resina se colocó primero la urea y se agitó hasta que se disolvió en el agua, posteriormente se colocó la resina y se agitó hasta obtener una solución homogénea.

**Tabla 8***Concentraciones de urea y resina*

<b>Recetas</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>CU (%)</b>	<b>g total</b>	<b>CR CENTERGARD D6I (g/L)</b>	<b>g total</b>
<b>Receta 1</b>	15	0	0	0	0
<b>Receta 2</b>	15	1,5	4,5	0	0
<b>Receta 3</b>	15	3	9	0	0
<b>Receta 4</b>	15	4,5	13,5	0	0
<b>Receta 5</b>	15	1,5	4,5	30	9
<b>Receta 6</b>	15	3	9	30	9
<b>Receta 7</b>		4,5	13,5	30	9

*Nota.* La solución se realizó en 300 mL de agua a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ ; las siglas CU corresponden a concentración de Urea y CR a concentración de resina. Fuente: Propia.

- c) Medir el pH de las soluciones con el papel pH, se mantuvo en un rango de 6 a 7.
- d) Poner la cuba en el foulard horizontal de laboratorio, seguidamente colocar la tela y sobre esta el rodillo de inmersión (Ver **Figura 6**).
- e) Colocar la solución en la cuba del foulard y configurar la velocidad a 0,35 m/min y 1,5 bares de presión, estos datos se determinaron mediante la experimentación.
- f) Pesar las muestras húmedas y calcular el pick up, se mantuvo en un rango de 90 a 100.
- g) Se secó las muestras en el túnel de secado a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$  por 10 m/min.

### **2.5.3. Procedimiento norma AATCC 128-2017: Resistencia de textiles a la arruga.**

Los pasos para realizar la norma son los siguientes (Ver **Anexo 8**):

- a) Cortar y acondicionar las muestras (Ver apartado 2.4.1).
- b) Quitar el seguro y levantar la placa superior de acero del probador.
- c) Poner el seguro.
- d) Enrollar el espécimen en la placa de acero superior en la dirección transversal del tejido y fijar con un anillo de sujeción en la placa superior y la placa inferior.
- e) Quitar el seguro y bajar la placa superior del probador.
- f) Colocar las pesas de acero y después de 20 minutos retirar.

- g) Después de 24 horas en las condiciones especificadas en la norma se retira el espécimen y se coloca en el área de evaluación.
- h) Para la evaluación del ensayo es necesaria la intervención de tres observadores que califiquen los especímenes.

#### **2.5.4. Procedimiento norma ISO 2313-2021: Recuperación de textiles al doblar.**

El procedimiento para realizar esta norma es el siguiente (Ver **Anexo 9**):

- a) Cortar 6 especímenes en dirección longitudinal y 6 en dirección transversal de la tela, tomando en cuenta las especificaciones de la norma (Ver apartado 2.4.2).
- b) Doblar 3 especímenes del lado posterior vertical (PL) de la probeta y 3 del lado frontal en dirección longitudinal (FL), doblar 3 especímenes del lado posterior transversal (PT) de la probeta y 3 del lado frontal en dirección transversal (FT).
- c) Levantar el dispositivo de carga y colocar el espécimen doblado con ayuda de una pinza metálica y bajar la palanca del dispositivo de carga.
- d) Mantener el espécimen por 5 minutos bajo presión de 10N y retirar.
- e) Colocar el espécimen doblado en el medidor de recuperación de pliegues y esperar 5 minutos. Anotar el ángulo hasta el que llegó el espécimen y retirar.

#### **2.5.5. Procedimientos de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.**

Con esta norma se evalúan las probetas en las que se aplicó un acabado con el fin de determinar su solidez al lavado (Ver 2.4.3). Los pasos son los siguiente (Ver **Anexo 10**):

- a) Pesar todas las probetas y colocar en el wascator.
- b) Pesar la cantidad de detergente dependiendo del peso total que se a lavar.
- c) Calibrar el wascator con el lavado 3N
- d) Realizar las pruebas de resistencia a las arrugas del tejido y recuperación de doblar para comparar los resultados.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Resultados del proceso de impregnación.

En la **Tabla 9** se detallan los datos de las pruebas de impregnación que se realizaron en el foulard horizontal de laboratorio en cuatro concentraciones 0%, 1.5%, 3% y 4.5%. el porcentaje de pick up de las probetas se mantuvo en un rango de 90 a 100, mientras que el rango de pH fue de 6 a 7.

**Tabla 9**

*Datos del proceso de impregnación*

<b>Recetas</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Urea (%)</b>	<b>Resina (g/L)</b>	<b>Peso en seco (g)</b>	<b>Peso en húmedo (g)</b>	<b>Pick up (%)</b>	<b>pH</b>
<b>Receta 1</b>	Muestra 1	0	0	44.267	-	-	-
	Muestra 2	0	0	44.348	-	-	-
<b>Receta 2</b>	Muestra 1	1.5	0	45.693	89.402	95.66	6
	Muestra 2	1.5	0	45.163	88.364	95.66	6
<b>Receta 3</b>	Muestra 1	3	0	45.065	88.750	96.94	7
	Muestra 2	3	0	45.704	90.198	97.35	7
<b>Receta 4</b>	Muestra 1	4.5	0	44.056	86.330	95.96	7
	Muestra 2	4.5	0	46.227	91.566	98.08	7
<b>Receta 5</b>	Muestra 1	1.5	30	45.430	90.808	99.89	6
	Muestra 2	1.5	30	45.899	90.889	98.02	6
<b>Receta 6</b>	Muestra 1	3	30	44.578	87.413	96.09	7
	Muestra 2	3	30	44.531	86.669	94.63	7
<b>Receta 7</b>	Muestra 1	4.5	30	44.388	86.313	94.45	7
	Muestra 2	4.5	30	44.247	87.060	96.76	7

**Nota.** El proceso de impregnación se realizó en 300 mL de agua a una temperatura de 20°C ±

2, tamaño de la muestra 28x100 cm. Fuente Propia.

### 3.1.2. Resultados norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga.

En la **Tabla 10** se muestran los datos que se obtuvieron después de realizar la prueba de resistencia de los textiles a la arruga con la Norma AATCC 128-2017, en la que se evidencia que la concentración evaluada con mayor puntaje es al 4.5% de urea y 30 g/L de resina, mientras que la probeta con la puntuación más baja es al 0% con un puntaje de 1.

**Tabla 10**

*Resistencia de los textiles a la arruga antes del lavado*


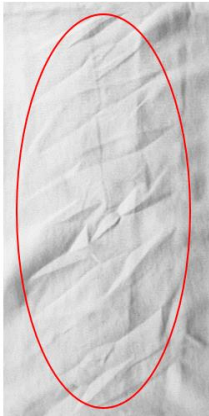
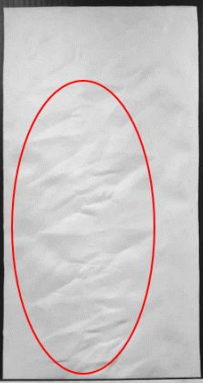
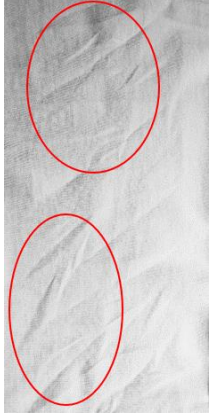
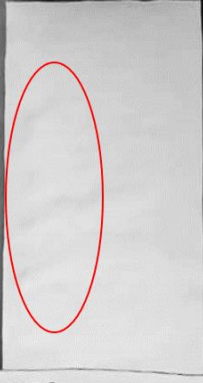
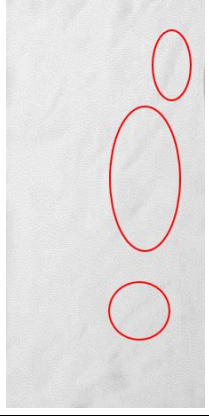
<b>Recetas</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Urea (%)</b>	<b>Resina (g/L)</b>	<b>VRA</b>
<b>Receta 1</b>	Muestra 1	0	0	WR 2
	Muestra 2	0	0	WR 2
	Muestra 3	0	0	WR 1
<b>Receta 2</b>	Muestra 1	1.5	0	WR 2
	Muestra 2	1.5	0	WR 2
	Muestra 3	1.5	0	WR 2
<b>Receta 3</b>	Muestra 1	3	0	WR 3
	Muestra 2	3	0	WR 2
	Muestra 3	3	0	WR 2
<b>Receta 4</b>	Muestra 1	4.5	0	WR 3
	Muestra 2	4.5	0	WR 2
	Muestra 3	4.5	0	WR 3
<b>Receta 5</b>	Muestra 1	1.5	30	WR 2
	Muestra 2	1.5	30	WR 2
	Muestra 3	1.5	30	WR 2
<b>Receta 6</b>	Muestra 1	3	30	WR 3
	Muestra 2	3	30	WR 2
	Muestra 3	3	30	WR 2
<b>Receta 7</b>	Muestra 1	4.5	30	WR 3
	Muestra 2	4.5	30	WR 3
	Muestra 3	4.5	30	WR 2

**Nota.** La evaluación de la resistencia del tejido a la arruga se realizó con las réplicas establecidas en la norma AATCC 128-2017 (Ver **Figura 9**). Las siglas propuestas en la tabla corresponden a: VRA - Valoración de Recuperación de Arruga, WR - Wrinkle Recovery (Recuperación de Arrugas). Fuente: Propia.

A continuación, en la **Tabla 11** se evidencian los resultados visuales obtenidos después de realizar la norma AATCC 128-2017.

**Tabla 11**

*Evaluación de las probetas*

Clasificación AATCC 128 de recuperación de arrugas	Réplicas de la norma AATCC 128	Resultados de las probetas
WR1	 <p data-bbox="724 1032 927 1059">WR1 AATCC WRINKLE RECOVERY RATING</p>	
	 <p data-bbox="724 1458 927 1485">WR2 AATCC WRINKLE RECOVERY RATING</p>	
	 <p data-bbox="724 1883 927 1910">WR3 AATCC WRINKLE RECOVERY RATING</p>	

**Nota.** Las siglas WR corresponden a Wrinkle Recovery (Recuperación de Arrugas). Fuente.

Propia.

### 3.1.3. Resultados norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblez.

En la **Tabla 12** se observan los resultados obtenidos al realizar la prueba de recuperación al doblez del tejido de punto jersey 100% algodón, los valores más altos en recuperación del doblez se obtuvieron al aplicar 4.5% de urea en el PT consiguiendo 157°, mientras que el ángulo de recuperación de doblez más bajo se registró en FT obteniendo 40° al 1.5% de urea.

**Tabla 12**

*Recuperación del doblez del tejido antes del lavado*

<b>Recetas</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Urea (%)</b>	<b>Resina (g/L)</b>	<b>PL-AL (°)</b>	<b>PT-AL (°)</b>	<b>FL-AL (°)</b>	<b>FT-AL (°)</b>
<b>Receta 1</b>	Muestra 1	0	0	90	135	120	60
	Muestra 2	0	0	90	140	120	50
	Muestra 3	0	0	90	135	120	50
<b>Receta 2</b>	Muestra 1	1.5	0	90	132	137	40
	Muestra 2	1.5	0	90	140	138	50
	Muestra 3	1.5	0	90	135	137	60
<b>Receta 3</b>	Muestra 1	3	0	90	142	134	50
	Muestra 2	3	0	90	140	130	50
	Muestra 3	3	0	90	130	130	55
<b>Receta 4</b>	Muestra 1	4.5	0	90	145	133	50
	Muestra 2	4.5	0	90	157	131	60
	Muestra 3	4.5	0	90	148	139	50
<b>Receta 5</b>	Muestra 1	1.5	30	90	130	135	60
	Muestra 2	1.5	30	90	135	136	60
	Muestra 3	1.5	30	90	130	136	65
<b>Receta 6</b>	Muestra 1	3	30	90	140	120	70
	Muestra 2	3	30	90	135	130	60
	Muestra 3	3	30	90	140	130	62
<b>Receta 7</b>	Muestra 1	4.5	30	90	155	135	70
	Muestra 2	4.5	30	90	150	140	65
	Muestra 3	4.5	30	95	150	130	70

**Nota.** Las siglas propuestas en la tabla corresponden a: PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FT – Lado frontal del tejido en dirección transversal.

Fuente: Propia.



**3.1.4. Resultados de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles.**

A continuación, en la **Tabla 13** se colocan los datos de resistencia de los textiles a la arruga antes y después del lavado, así como su índice de recuperación de arrugas expresado en % para evidenciar la solidez del acabado al lavado, que como se observa, la eficiencia del acabado disminuye después del lavado.

**Tabla 13**

*Resistencia del tejido a la arruga antes y después del lavado*

<b>Recetas</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Urea (%)</b>	<b>Resina (g/L)</b>	<b>VRA-AL</b>	<b>VRA-DL</b>	<b>VPA-DL (%)</b>
<b>Receta 1</b>	Muestra 1	0	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 2	0	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	0	0	WR 1	WR 1	0
<b>Receta 2</b>	Muestra 1	1.5	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 2	1.5	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	1.5	0	WR 2	WR 2	0
<b>Receta 3</b>	Muestra 1	3	0	WR 3	WR 2	-33
	Muestra 2	3	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	3	0	WR 2	WR 2	0
<b>Receta 4</b>	Muestra 1	4.5	0	WR 3	WR 3	0
	Muestra 2	4.5	0	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	4.5	0	WR 3	WR 2	-33
<b>Receta 5</b>	Muestra 1	1.5	30	WR 2	WR 2	0
	Muestra 2	1.5	30	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	1.5	30	WR 2	WR 2	0
<b>Receta 6</b>	Muestra 1	3	30	WR 3	WR 2	-33
	Muestra 2	3	30	WR 2	WR 2	0
	Muestra 3	3	30	WR 2	WR 2	0
<b>Receta 7</b>	Muestra 1	4.5	30	WR 3	WR 3	0
	Muestra 2	4.5	30	WR 3	WR 3	0
	Muestra 3	4.5	30	WR 2	WR 2	0

**Nota.** Las siglas propuestas en la tabla corresponden a: VRA - Valoración de Recuperación de Arruga, AL - Antes del Lavado, DL - Después del Lavado, VPA – Variación Porcentual de la arruga y WR - Wrinkle Recovery (Recuperación de Arrugas). Fuente: Propia.

En la **Tabla 14** se muestran los resultados obtenidos al realizar la prueba de recuperación del dobléz antes y después del lavado.

**Tabla 14**

*Recuperación del ángulo de dobléz del tejido antes y después del lavado*

Recetas	N° de muestras	Urea (%)	Resina (g/L)	PL-AL (°)	PL-DL (°)	VPD-PL-DL (%)	PT-AL (°)	PT-DL (°)	VPD-PT-DL (%)	FL-AL (°)	FL-DL (°)	VPD-FL-DL (%)	FT-AL (°)	FT-DL (°)	VPD-FT-DL (%)
<b>R1</b>	M1	0	0	90	90	0	135	105	-22	120	120	0	60	50	-17
	M2	0	0	90	90	0	140	110	-21	120	110	-8	50	50	0
	M3	0	0	90	90	0	135	110	-19	120	120	0	50	55	10
<b>R2</b>	M1	1.5	0	90	90	0	132	131	-1	137	130	-5	40	45	13
	M2	1.5	0	90	90	0	140	139	-1	138	137	-1	50	50	0
	M3	1.5	0	90	90	0	135	129	-4	137	121	-12	60	50	-17
<b>R3</b>	M1	3	0	90	90	0	142	130	-8	134	124	-7	50	50	0
	M2	3	0	90	90	0	140	130	-7	130	120	-8	50	50	0
	M3	3	0	90	90	0	130	126	-3	130	125	-4	55	54	-2
<b>R4</b>	M1	4.5	0	90	90	0	145	135	-7	133	125	-6	50	55	10
	M2	4.5	0	90	95	6	157	140	-11	131	121	-8	60	60	0
	M3	4.5	0	90	90	0	148	139	-6	139	128	-8	50	55	10
<b>R5</b>	M1	1.5	30	90	90	0	130	130	0	135	138	2	60	65	8
	M2	1.5	30	90	90	0	135	135	0	136	122	-10	60	60	0
	M3	1.5	30	90	90	0	130	135	4	136	130	-4	65	65	0
<b>R6</b>	M1	3	30	90	95	6	140	145	4	120	130	8	70	70	0
	M1	3	30	90	90	0	135	140	4	130	125	-4	60	60	0
	M2	3	30	90	90	0	140	140	0	130	135	4	62	60	-3
<b>R7</b>	M3	4.5	30	90	90	0	155	150	-3	135	130	-4	70	70	0
	M1	4.5	30	90	90	0	150	140	-7	140	130	-7	65	65	0
	M2	4.5	30	95	95	0	150	140	-7	130	135	4	70	70	0

**Nota.** Las siglas propuestas en la tabla corresponden a: R – recetas, M – muestras, PL – Lado

posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FL – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado, VPD - Variación Porcentual del dobléz. Fuente: Propia.

### 3.1.5. Tabla general de resultados.

En la **Tabla 15** se agrupan los promedios de los datos obtenidos de arruga y doblez antes y después de lavar las probetas, como se menciona en la norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblez, si los datos entre: PL y PH; FL y FH tienen una variación de 15° entre sí, se pueden promediar las 6 probetas caso contrario se procede a promediar las tres probetas por separado.

**Tabla 15**

*Promedios de los datos de las normas AATCC 128-2017 e ISO 2313-2021*

Recetas	Urea (%)	Resina (g/L)	PL-AL (°)	PL-DL (°)	PT-AL (°)	PT-DL (°)	FL-AL (°)	FL-DL (°)	FT-AL (°)	FT-DL (°)	VRA-AL	VRA-DL
<b>R1</b>	0	0	90	90	137	108	120	117	53	52	2	2
<b>R2</b>	1.5	0	90	90	136	133	137	129	50	48	2	2
<b>R3</b>	3	0	90	90	137	129	131	123	52	51	2	2
<b>R4</b>	4.5	0	92	92	150	138	134	125	53	57	3	2
<b>R5</b>	1.5	30	90	90	132	133	135	130	62	63	2	2
<b>R6</b>	3	30	90	92	138	142	127	130	64	63	2	2
<b>R7</b>	4.5	30	90	92	152	143	135	132	68	68	3	3

**Nota.** Las siglas propuestas corresponden a: PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FL – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado, VRA – Valoración Recuperación de Arruga. Fuente: Propia.

## 3.2. Discusión de resultados

### 3.2.1. Normalidad de los datos.

Existen diferentes pruebas de normalidad, sin embargo, en el software estadístico PAST 4 se analizan cuatro, los cuales son: Shapiro Wilk, Anderson Darling, Lilliefors y Jarque-Bera (Ver **Figura 10**). Estos test se utilizan dependiendo del tamaño de las muestras a analizar,

Shapiro Wilk se usa para tamaños de muestras menores a 50, mientras que Lilliefors se usa para tamaños de muestras mayores a 50 (Carmona & Carrión, 2015). Por otro lado, Jarque Bera que se usa para analizar tamaños de muestras mayores a 2000 (Benites, 2022).

Los datos obtenidos de las normas AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga y la ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblar antes y después del lavado se analizaron en el programa PAST 4, en el cual según Jarque-Bera JB los datos tienen una confiabilidad del 95% porque los valores de ( $p > 0.05$ ), por esta razón se afirmó que los datos obtenidos al realizar las pruebas de laboratorio del tejido sin acabado y con los productos son normales.

## Figura 10

### Test de distribución normal

	Urea (%)	Resina (g/L)	PL-AL (°)	PL-DL (°)	PT-AL (°)	PT-DL (°)	FL-AL (°)	FL-DL (°)	FT-AL (°)	FT-DL (°)	VRA-AL	VRA-DL
<b>N</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9216	0,6644	0,6004	0,6644	0,8215	0,8297	0,8643	0,8943	0,8673	0,9336	0,6004	0,453
<b>p(normal)</b>	0,4818	0,001497	0,0002752	0,001497	0,0664	0,0795	0,1652	0,2976	0,1756	0,5818	0,0002752	4,136E-06
<b>Anderson-Darling A</b>	0,3016	1,139	1,423	1,139	0,6856	0,5505	0,4798	0,3956	0,5009	0,2827	1,423	2
<b>p(normal)</b>	0,4785	0,002085	0,0003278	0,002085	0,04045	0,09803	0,1538	0,2667	0,1334	0,5213	0,0003278	7,733E-06
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5169	0,0022	0,0002	0,002	0,0382	0,1	0,1669	0,2905	0,1478	0,5745	0,0005	0,0001
<b>Lilliefors L</b>	0,1728	0,3601	0,4352	0,3601	0,3327	0,248	0,2469	0,2494	0,306	0,2011	0,4352	0,5044
<b>p(normal)</b>	0,7588	0,007383	0,0001	0,007383	0,01973	0,2146	0,2199	0,2076	0,04552	0,5289	0,0001	0,0001
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,7582	0,0074	0,0002	0,0049	0,0183	0,2236	0,2214	0,2157	0,0491	0,5471	0,0004	0,0001
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,4244	1,169	1,403	1,169	0,966	2,092	1,239	0,8869	0,8435	0,616	1,403	6,23
<b>p(normal)</b>	0,8088	0,5575	0,4959	0,5575	0,6169	0,3513	0,5383	0,6418	0,6559	0,7349	0,4959	0,04437
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,7242	0,1109	0,0811	0,1167	0,1712	0,0386	0,1027	0,2173	0,2522	0,4855	0,0757	0,0001

**Nota.** Las siglas propuestas corresponden a: PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FL – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado, VRA - Valoración de Recuperación de Arruga. Fuente: Propia

### 3.2.2. Análisis de la varianza.

Para el análisis de la varianza se utilizó el software estadístico PAST 4. El coeficiente de variación se utiliza para determinar qué tan dispersos son los datos. En la

**Figura 11**, se observa que el coeficiente de variación (CV) más alto de los ensayos se encuentra en (CV = 21.35%) en el análisis de resistencia del textil a las arrugas, específicamente en Valoración de recuperación de arruga antes del lavado (VRA-AL), mientras que el CV más bajo es de 1.08% correspondiente a la dirección posterior longitudinal del tejido antes del lavado (PL-AL (°)), en el análisis de recuperación del ángulo de doblez.

Los datos obtenidos del coeficiente de variación se interpretan de tres formas:  $CV \leq 30\%$  los datos son homogéneos,  $30\% < CV \leq 70\%$  los datos son heterogéneos y  $CV > 70\%$  los datos son muy variables y heterogéneos (Ciro Martínez, 2012). En base a la cita anterior, es correcto afirmar que los coeficientes de variación de los datos obtenidos de los ensayos de arruga y doblez son homogéneos, es decir, existe menor dispersión en los datos. A diferencia de los coeficientes de variación (CV) en la concentración de urea (CV=64.91%) y resina (CV=124.72%), que son heterogéneos, es decir, tienen mayor dispersión de datos.

## Figura 11

### *Análisis de la varianza*

	Urea (%)	Resina (g/L)	PL-AL (°)	PL-DL (°)	PT-AL (°)	PT-DL (°)	FL-AL (°)	FL-DL (°)	FT-AL (°)	FT-DL (°)	VRA-AL	VRA-DL
<b>N</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Min</b>	0	0	90	90	132	108	120	117	50	48	2	2
<b>Max</b>	4,5	30	92	92	152	143	137	132	68	68	3	3
<b>Sum</b>	18	90	634	636	982	926	919	886	402	402	16	15
<b>Mean</b>	2,571429	12,85714	90,57143	90,85714	140,2857	132,2857	131,2857	126,5714	57,42857	57,42857	2,285714	2,142857
<b>Std. error</b>	0,6308401	6,060915	0,3688556	0,404061	2,867837	4,481253	2,254248	1,986348	2,671339	2,81879	0,1844278	0,1428571
<b>Variance</b>	2,785714	257,1429	0,952381	1,142857	57,57143	140,5714	35,57143	27,61905	49,95238	55,61905	0,2380952	0,1428571
<b>Stand. dev</b>	1,669046	16,03567	0,9759001	1,069045	7,587584	11,85628	5,964179	5,255383	7,0677	7,457818	0,48795	0,3779645
<b>Median</b>	3	0	90	90	137	133	134	129	53	57	2	2
<b>25 prcnil</b>	1,5	0	90	90	136	129	127	123	52	51	2	2
<b>75 prcnil</b>	4,5	30	92	92	150	142	135	130	64	63	3	2
<b>Skewness</b>	-0,2488755	0,3741657	1,229634	0,3741657	0,958141	-1,683527	-1,327605	-1,079288	0,5400311	0,1481621	1,229634	2,645751
<b>Kurtosis</b>	-0,9443787	-2,8	-0,84	-2,8	-0,7471224	3,364635	1,261086	0,5593841	-1,757972	-1,644393	-0,84	7
<b>Geom. mean</b>	0	0	90,56695	90,85176	140,1139	131,7919	131,166	126,4758	57,06532	57,01417	2,245649	2,119268
<b>Coeff. var</b>	64,90734	124,7219	1,077492	1,176622	5,408665	8,962632	4,5429	4,152108	12,30694	12,98625	21,34781	17,63834

**Nota.** Las siglas propuestas corresponden a: PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FL – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado, VRA - Valoración de Recuperación de Arruga. Fuente: Propia

### 3.2.3. *Análisis de resultados.*

A continuación, en la **Figura 12** se observa la representación gráfica de los promedios de los resultados que se obtuvieron al realizar los ensayos de las Normas AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga e ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblar antes del lavado (AL) y después del lavado (DL) (Ver **Tabla 15**).

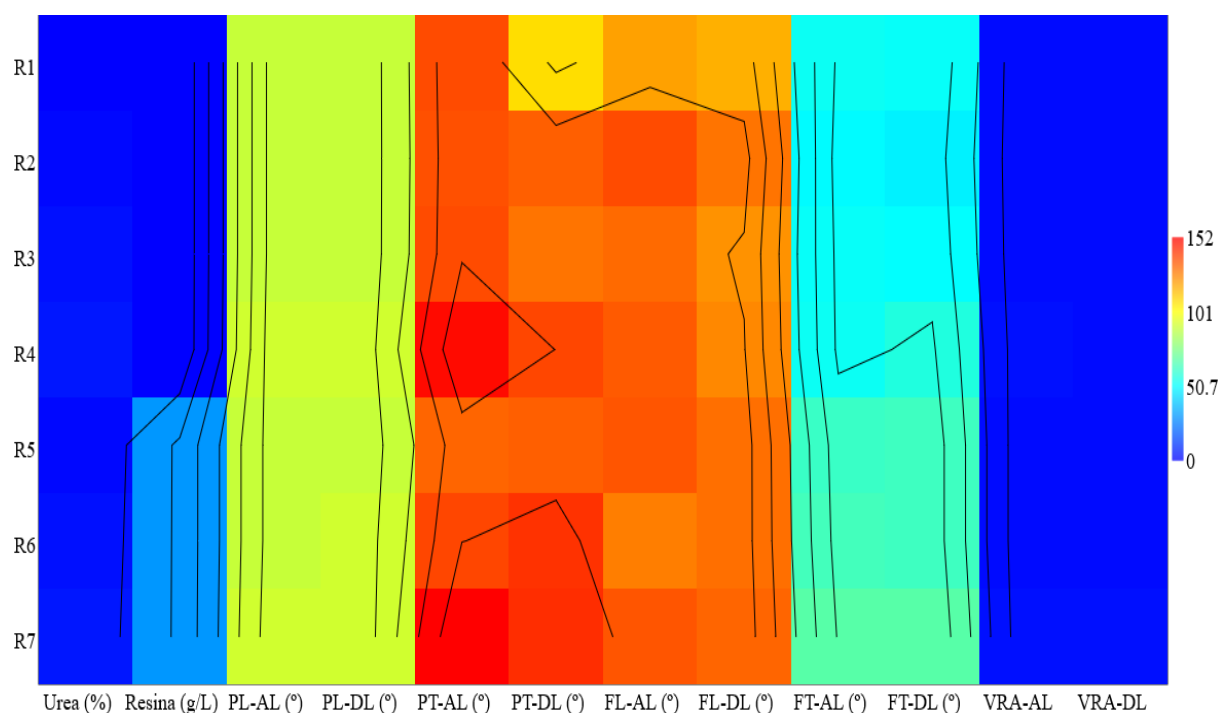
Para el ensayo del doblar del tejido se toman en cuenta cuatro variables: Lado posterior del tejido en dirección longitudinal (PL), Lado posterior del tejido en dirección transversal (PT), Lado frontal del tejido en dirección longitudinal (FL) y Lado frontal del tejido en dirección transversal (FT) (Ver **Anexo 9**).

En la dirección PL no existe una variación en la coloración, lo que significa que los valores de recuperación del ángulo del doblar son constantes antes y después del lavado. En la dirección PT antes del lavado se evidencia una variación en la coloración, siendo en la receta 4 (R4 = 4.5% de urea) y la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina) el cambio más evidente, demostrando que, al aumentar la dosis de urea aumenta el ángulo de recuperación del doblar, sin embargo, de estas dos recetas la que presenta mejores resultados después del lavado es la receta 7 (R7= 4.5% de urea y 30 g/L de resina), esto se debe a que la resina es un producto utilizado para fijar otros productos sobre una tela otorgándole mayor resistencia al lavado. En las probetas de la parte FL del tejido también existe un cambio en la coloración antes y después del lavado, pero las recetas que tienen valores constantes después del lavado son: receta 5 (R5 = 1.5% de urea y 30 g/L de resina), receta 6 (R6 = 3% de urea y 30 g/L de resina) y receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina), demostrando que la resina cumple su función, la cual es fijar el producto en la tela. Finalmente, en dirección FT se observa cambio de tonalidad que va en aumento, de celeste a verdoso a medida que se aumenta la concentración de urea y se dosifica la resina mayor es el ángulo de recuperación, la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina) presenta mejores resultados antes y después del lavado.

Con relación al ensayo de resistencia de los textiles a la arruga se tiene lo siguiente, se evidencia mejores resultados con la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina), donde el promedio de las tres probetas es WR 3 (Wrinkle Recovery - Recuperación de Arrugas) antes y después del lavado, de acuerdo con la norma ISO 6330-2021: Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles, el acabado resiste 5 lavadas.

## Figura 12

*Gráfica Matrix Plot de recuperación de arruga y dobléz del tejido*



**Nota.** Las siglas propuestas corresponden a: R – recetas, PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL - Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FL – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado, VRA - Valoración de Recuperación de Arruga.

Fuente: Propia

En la **Figura 13**, se observa que en la receta 1 (R1) no se dosifica ningún producto, en las recetas 2, 3 y 4 (R2, R3 y R4) se dosifica únicamente urea al 1.5%, 3% y 4.5% respectivamente y en las recetas 5, 6 y 7 (R5, R6 y R7) además de urea en las concentraciones antes mencionadas, se dosifica 30 g/L de resina.

En el gráfico de barras se señala un aumento en el ángulo de recuperación del doblez en comparación con el promedio de las probetas en las que se impregnó la receta 1 (R1 = 0% de urea y 0 g/L de resina), antes del lavado. En la dirección posterior longitudinal (PL) aumenta 2° al impregnar la Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina; en la dirección posterior transversal (PT) aumenta 15° con la Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina; en la dirección frontal longitudinal (FL) aumenta 15° utilizando la Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina; finalmente, en la dirección frontal transversal (FT) aumenta 15° con la aplicación de la Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina). En base al análisis realizado, se puede afirmar que la receta 7 (7 = 4.5% de urea y 30 g/L) es la más óptima para mejorar el ángulo de recuperación del tejido de punto jersey 100% algodón. Los buenos resultados de esta receta en específico se deben a que, las resinas forman enlaces covalentes que mantienen la cohesión entre fibras (Morales Rovalino, 2015).

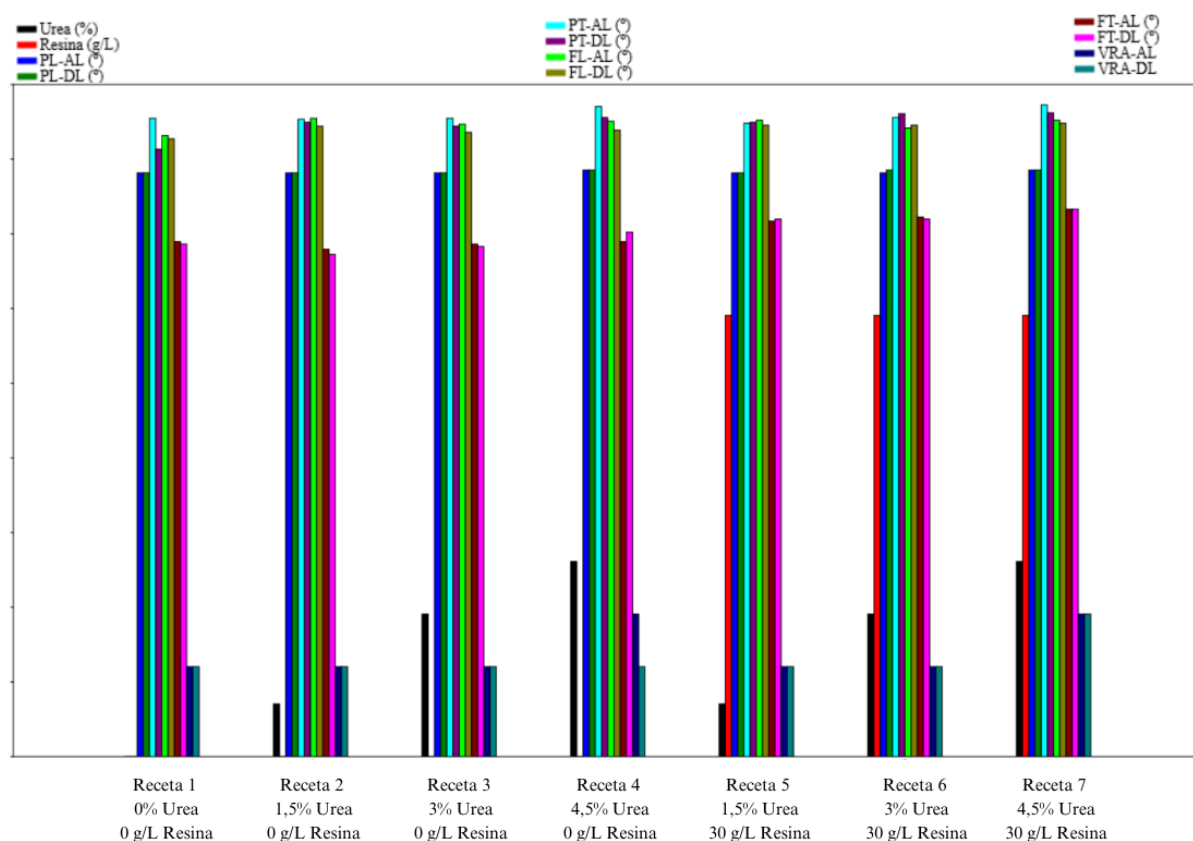
A continuación, se muestran los resultados después del lavado del ángulo de doblez más altos en las cuatro variables que se analizaron del ensayo de la norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblez: En el dirección PL, 92° antes y después del lavado con las recetas R4 = 4,5% de urea y R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina; en el dirección PT, 152° antes del lavado y 143° después del lavado al impregnar la receta 7 (R7 = 4,5% de urea y 30g/L de resina); en la dirección FL, 135° antes del lavado y 132° después del lavado con la receta 7 (R7: 4.5% de urea y 30 g/L de resina); en el dirección FT, 68° antes del lavado y después del lavado al impregnar la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina).



Tras realizar el procedimiento del ensayo de arrugas se obtuvo que a mayor dosis de urea menor cantidad de arrugas presentes en la superficie del tejido, al dosificar resina en la solución la resistencia al lavado del acabado mejora como se aprecia en el gráfico de barras, la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina), es la que presenta mejores resultados en comparación con la muestra 0, por esta razón es correcto afirmar que el acabado es semipermanente y dura 5 lavados domésticos según la norma ISSO 6330-2021.

**Figura 13**

*Resultados generales de dobléz y arruga*



**Nota.** Los significados de las siglas propuestas en la tabla son: PL – Lado posterior del tejido en dirección longitudinal, PT – Lado posterior del tejido en dirección transversal, FL – Lado frontal del tejido en dirección longitudinal, FT – Lado frontal del tejido en dirección transversal, AL – Antes del lavado, DL - Después del lavado. Fuente: Propia

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Con la investigación bibliográfica se logró fundamentar la parte teórica de la presente investigación, a través de la revisión de varias fuentes confiables como son artículos científicos de Scopus o ScienceDirect, Google académico, páginas institucionales y empresariales, normativa técnica y legal. Es así como se determinó que la alta capacidad humectante que posee la urea ayuda a reducir las arrugas en un textil.
- Se establecieron cuatro dosificaciones de urea para realizar el acabado antiarrugas y determinar la concentración más óptima (Receta 1 = 0%, Receta 2 = 1.5%, Receta 3 = 3% y Receta 4= 4.5%). El proceso de impregnación se realizó en el foulard horizontal de laboratorio a 0.35 m/min y una presión de 1.5 bares obteniendo un pick up entre 90 a 100%, posteriormente se secaron las muestras en el túnel de secado a 150°C por 10 m/min.
- La receta 4 (R4 = 4.5 % de urea) mostró los mejores resultados antes del lavado obteniendo una puntuación de WR3 (Wrinkle Recovery - Recuperación de Arrugas) en comparación con las otras recetas que obtuvieron WR2 (Ver **Tabla 11**). Cabe resaltar que WR5 es la mejor valoración de resistencia a las arrugas y WR1 es la peor. Sin embargo, después del lavado la valoración de las probetas bajo de WR3 a WR2 (Ver **Tabla 11** y **Tabla 15**), por lo cual, se concluyó que la urea no tiene una buena resistencia al lavado y se optó por dosificar 30 g/L de resina (Receta 5 = 1.5% de urea y 30 g/L de resina, Receta 6 = 3% de urea y 30 g/L de resina y Receta 7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina).
- La receta 7 mostró mejores resultados antes y después del lavado con una valoración de WR3 en comparación con la muestra cero (Receta 1) y las demás recetas que

obtuvieron WR2, por tal razón, la receta 7 = 4,5% de urea y 30 g/L de resina es la más óptima para realizar un acabado antiarrugas. Además, el acabado resiste 5 lavados domésticos.

- La tela no tiene una buena recuperación del dobléz en la dirección frontal transversal (FT) porque los datos obtenidos son menores a  $90^\circ$  tanto en la muestra cero como en las recetas impregnadas, esto se debe a que la tela tiende a enrollarse. El ángulo de recuperación más alto registrado es de  $68^\circ$  antes y después del lavado al aplicar la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina). En la dirección posterior longitudinal (PL) las probetas analizadas se mantienen constantes en  $90^\circ$  antes y después del lavado, lo que quiere decir que en esta cara del tejido tampoco existe una buena recuperación del dobléz, en este caso en específico la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina) muestra los mejores resultados, obteniendo  $92^\circ$  antes y después del lavado de las probetas.
- Por otro lado, en la dirección Posterior transversal (PT) y Frontal longitudinal (FL) de la tela se obtuvo un ángulo de recuperación del dobléz superior a  $90^\circ$ . En el posterior transversal (PT) se obtuvo un ángulo de  $152^\circ$  antes del lavado y  $143^\circ$  después del lavado aplicando la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina). Y en la dirección frontal longitudinal (FL) el mayor ángulo fue de  $135^\circ$  antes del lavado y  $132^\circ$  después del lavado al aplicar la receta 7 (R7 = 4.5% de urea y 30 g/L de resina). En conclusión, el tejido de punto jersey tiene mejores resultados de recuperación de ángulo de dobléz en la dirección posterior transversal (PT) y frontal longitudinal (FL) aplicando la receta 7.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Durante la realización del procedimiento de la prueba de dobléz en tejidos de punto se recomienda tener cuidado al manipular las probetas, estas tienden a enrollarse por lo

que se debe tratar de manipular lo menos posible las muestras, con la finalidad de evitar sesgos en la información recolectada.

- Utilizar Equipos de protección individual (EPI), como guantes para evitar contaminar las probetas con grasas o suciedad.
- Realizar el acabado antiarrugas aplicando urea en otro tejido celulósico, debido a que la urea es un fertilizante que podría ser utilizado para realizar acabados en fibras de origen natural.
- Variar el tiempo y velocidad de impregnación, ya que, el proceso se realizó en 0,35 m/min y 1,5 bares de presión obteniendo un pick up en un rango de 90 a 100%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Wahab, B. F., Mohamed, H. A., & Fahmy, H. M. (2020). Novel hydrazone-hydrazoneyl chlorides containing pyrazole moiety for concurrent dyeing and practical finishing of cotton fabrics. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.066>
- AG Afirm Group. (2021). *Hoja de datos químicos*. <https://echa.europa.eu/candidate-list-table>.
- American Association of Textile Chemists and Colorists. (2010). *AATCC Technical Manual*. 8.
- Andrango Espinoza, M. (2018). *Análisis comparativo de arrugado entre un tejido de punto 100% algodón con y sin un acabado siliconado*. 146.  
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7928/1/04 IT 225 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7928/1/04_IT_225_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)
- Anrango Anrango, A. G. (2020). *Desarrollo de un acabado con aceite de palma africana sobre tejido de abacá que permita mejorar su durabilidad en el agua de mar*.  
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10654/2/04 IT 269 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10654/2/04_IT_269_TRABAJO_GRADO.pdf)
- Arias, E. R. (2020). *Método comparativo*. <https://economipedia.com/definiciones/metodo-comparativo.html>
- Arteaga, G. (2020). *Investigación bibliográfica – Cómo llevar a cabo una*.  
<https://www.testsiteforme.com/investigacion-bibliografica/>
- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E., & Sainz Rozas, H. R. (2018). Pérdidas por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno en maíz en función de la fuente, dosis y momento de aplicación. *Revista de La Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata*, 117(1). <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/7323>
- Benites, L. (2022). *Prueba de Jarque Bera*. <https://statologos.com/prueba-de-jarque-bera/>

- Bhattacharjee, S., Macintyre, C. R., Wen, X., Bahl, P., Kumar, U., Chughtai, A. A., & Joshi, R. (2020). Nanoparticles incorporated graphene-based durable cotton fabrics. *Carbon*, 166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.05.029>
- Burbano-Figueroa, O., Montes-Mercado, K. S., Pastrana-Vargas, I. J., & Cadena-Torres, J. (2018). Introducción y desarrollo de variedades de algodón Upland en el sistema productivo colombiano: Una revisión. *Ciencia y Agricultura*, 15(1). <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7754>
- Cariki. (2021). *What is the cotton? The characteristics and properties of cotton*. <https://cariki.co.uk/blogs/the-green-road/what-is-cotton-characteristics-and-properties>
- Carmona, M., & Carrión, H. (2015). *Potencia de la prueba estadística de normalidad Jarque-Bera frente a las pruebas de Anderson-Darling, Jarque-Bera Robusta, Chi-Cuadrada, Chen-Shapiro y Shapiro-Wilk*. 133. <https://core.ac.uk/download/pdf/159384191.pdf>
- Carpio, P., Byron, J., Morán, L., & Rocio, N. (2005). *Comparación de nitrato de sodio (NaNO<sub>3</sub>) y urea en la fertilización de estanques con pre-engorde de tilapia*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9e5f4e4b-99cf-40f2-bf9d-1c6b257cfd35/content>
- Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica CUICYT. (2022). *Líneas de investigación*. <https://www.utn.edu.ec/direccion/#1638195159181-36625c2c-87c5>
- CF Industries. (2015). *Urea , granular*. 77. [https://www.cfindustries.com/globalassets/cf-industries/media/documents/safety-data-sheets/granular-urea---north-america/urea\\_granular\\_sds\\_na\\_final\\_es.pdf](https://www.cfindustries.com/globalassets/cf-industries/media/documents/safety-data-sheets/granular-urea---north-america/urea_granular_sds_na_final_es.pdf)
- Chang, Y., & Hu, H. (2022). 13 - Warp knitting for preparation of high-performance apparels. In S. Maity, S. Rana, P. Pandit, & K. Singha (Eds.), *Advanced Knitting Technology*. Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85534-1.00007-6>

- Chilón, L. A. (2018). *Aplicación de resinas exentas de formaldehído en tejido de punto para obtener prendas con mayor valor*. <https://core.ac.uk/download/pdf/323341579.pdf>
- Ciro Martínez, B. (2012). *Estadística y Muestreo*.
- Coats. (2014). *Know About Textile Fibres*. <https://coats.com/es/information-hub/Know-About-Textile-Fibres>
- Constitución de la República del Ecuador. (2020). *Constitución de la República del Ecuador*.
- Distribuidora de Químicos Industriales. (2020). *Urea*. <https://www.dqisa.com/wp-content/uploads/2020/12/UREA-TECNICA.pdf>
- Egatex. (2021). *Características y propiedades del algodón*. [https://egatex.com/es/blog/detail/caracteristicas-y-propiedades-del-algodon.html#:~:text=La composición química del algodón,tipo y 95%25 de celulosa](https://egatex.com/es/blog/detail/caracteristicas-y-propiedades-del-algodon.html#:~:text=La%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20del%20algod%C3%B3n,tipo%20y%2095%25%20de%20celulosa).
- Eurofins. (2018). *Formaldehído , próxima sustancia REACH*. <https://www.eurofins.es/media/169726/formaldehido.pdf>
- Fertico. (2017). *Urea 46-00-00*. [https://fertico.mx/images/productos/fertico\\_urea.pdf](https://fertico.mx/images/productos/fertico_urea.pdf)
- Fertimax. (2019). *Urea 46-00-00*. [https://fertimax.com.mx/ft/FICHA TECNICA UREA \(46-00-00\).pdf](https://fertimax.com.mx/ft/FICHA%20TECNICA%20UREA%20(46-00-00).pdf)
- Fertinova Agroproductos. (2016). *Urea 46-00-00*. [https://www.fertinova.mx/sites/default/files/fichas técnicas.pdf](https://www.fertinova.mx/sites/default/files/fichas%20t%C3%A9cnicas.pdf)
- Gavilan, B. (2015). *Tejido de punto*. <https://es.slideshare.net/bladimirgavilan/tejido-punto>
- Google Maps. (2022). *Ubicación de los laboratorios de Calidad Textil*. <https://www.google.com/maps/place/Estadio+Universidad+Técnica+del+Norte/@0.378839,-78.1253221,17z/data=!4m14!1m7!3m6!1s0x8e2a3cad309ad309:0xc97eab5c0f6a095e!2sUniversidad+Tecnica+del+Norte+%22UTN%22!8m2!3d0.3581887!4d-78.1115082!16s%2Fg%2F11hz8x16sg!3m5!1>

- Harlapur, S. F., & Shridhar, A. H. (2018). Reveal on the Effect of Linseed oil on Fabrics: A Competent Antimicrobial Agent. *Materials Today: Proceedings*, 5(10, Part 3).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.638>
- Haro Haro, M. J. (2022). “*Aplicación de un acabado con permetrina en tela jersey 100% algodón para la repelencia de mosquitos culicidae por impregnación.*”  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13368/8/04> IT 311 TRABAJO GRADO.pdf
- Hilados de Alta Calidad. (2022). *Telas y tejidos*. <https://www.hiladosdealtacalidad.com/telas-y-tejidos>
- Hu, H., Dong, X., Zhao, Q., Wu, R., Meng, C., Xu, J., Cai, T., Wang, X., & He, J. (2022). Novel Strategy to fabricate Antiwrinkle Cotton fabrics with 1,2,3,4-Butanetetracarboxylic Acid under a Low Temperature. *ACS Omega*, 7(34). <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03131>
- Industria Sulfúrica. (2016). *Urea*. 1–8. <http://isusa.com.uy/files/2016-01/ficha-de-seguridad-urea-web-.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2018). *Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del formaldehído*.  
<https://www.insst.es/documents/94886/431980/DLEP+123++Formaldehído++Año+2018.pdf/322d8406-0dfd-4c21-9ee1-40c5c63a23f1?version=1.0&t=1551310413093>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST España). (2022). *Ficha N° 03. Formaldehído*. 1–16.  
<https://www.insst.es/documents/94886/2730585/Ficha+n°+3+Formaldehido++Año+2021.pdf/eed11fbb-77fb-ae9f-fc8c-8bdc22dab0b3?t=1641254747630>
- Isusa. (2019). *Urea Para Uso Industrial*. [http://isusa.com.uy/files/2016-01/1454087186\\_informaci-n-urea-para-uso-industrial.pdf](http://isusa.com.uy/files/2016-01/1454087186_informaci-n-urea-para-uso-industrial.pdf)



- James H.Heal. (2001). *Crease Recovery Angle Tester Model 150*.
- Ji, B., & Sun, G. (2020). Chapter 5 - Advances in durable press finishing of fabrics with formaldehyde-free agents. In S. ul-Islam & B. S. Butola (Eds.), *Advances in Functional and Protective Textiles*. Woodhead Publishing.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820257-9.00005-9>
- Konzock, O., Zaghen, S., Fu, J., & Kerkhoven, E. J. (2022). Urea is a drop-in nitrogen source alternative to ammonium sulphate in *Yarrowia lipolytica*. *IScience*, 25(12).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105703>
- Kumar, P., Sairam, C., Srivastava, J., Behura, A., & Kumar, D. (2022). *Synthesis of Cotton Fiber and Its Structure* (p. 17). <https://doi.org/10.1002/9783527832996.ch2>
- Lafayette. (2019). *¿Conoces los tipos de tejidos existentes?* <https://lafayette.com/conoces-los-tipos-de-tejido-existentes/>
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control de Calidad VI. Ennoblecimiento textil*.
- Luo, X., Cheng, P., Wang, W., Fu, J., & Gao, W. (2021). Established an eco-friendly cotton fabric treating process with enhancing anti-wrinkle performance. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 16(1800). <https://doi.org/10.1177/15589250211003454>
- Manatex. (2020). *Resistencia a la tracción, arrugado y enganchón en productos textiles*.  
<https://www.manatex.es/resistencia-a-la-traccion-arrugado-enganchon/>
- Manuchar Internacional. (2018). *Ficha Técnica H3PO4*. 6(2), 1.  
<https://doi.org/10.25190/rec.v6i2.2206>
- Mathis. (2010). *Foulard Horizontal*. <http://mareintex.com.ar/wp-content/uploads/mathis/Modelo-HFR.pdf>
- Mohamed, A. L., El-Naggar, M. E., & Hassabo, A. G. (2021). Preparation of hybrid nanoparticles to enhance the electrical conductivity and performance properties of cotton

- fabrics. *Journal of Materials Research and Technology*, 12.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.035>
- Morales Rovalino, V. F. (2015). Estudio del proceso de planchado permanente para mejorar la calidad del producto calcetines aplicado a microempresas. *Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato*, 593(03), 119.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>
- Mordor Intelligence. (2022). *Mercado de resinas de urea formaldehído: crecimiento, tendencias, impacto de covid-19 y pronósticos (2022 - 2027)*.  
<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/urea-formaldehyde-market>
- Payet, G. L. (2003). *Procedimiento de acabado de textiles*. 1–23.  
<https://patents.google.com/patent/MXPA01003296A/es>
- Perdomo, C., & Barbazán, M. (2007). Nitrógeno. *Área De Suelos Y Aguas*, 1, 54.  
<http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo N.pdf>
- Piquero-Casals, J., Morgado-Carrasco, D., Delgado, J., & Garre, A. (2021). Indicaciones de la urea tópica en dermatología. *Piel*, 36(10). <https://doi.org/10.1016/j.piel.2021.06.008>
- Qi, H., Huang, Y., Ji, B., Sun, G., Qing, F. L., Hu, C., & Yan, K. (2016). Anti-crease finishing of cotton fabrics based on crosslinking of cellulose with acryloyl malic acid. *Carbohydrate Polymers*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.014>
- Química Suastes. (2018). *Fosfato de amonio monobásico*. 7, 1–8.  
[https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/materias/hds\\_5535.pdf](https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/materias/hds_5535.pdf)
- Ramos, P. L. (2018). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de textiles ecológicos de algodón, funcionalizado con nanopartículas de plata carboximetilquitosano (NPsAg-CMQ)*. 74.
- Real Academia Española. (2022). *Antimicótico*. <https://dle.rae.es/antimicótico>
- Sanchez, T. (2013). *Propiedades de las fibras textiles*.

[https://issuu.com/mayratsanchez/docs/propiedades\\_de\\_las\\_fibras\\_textiles/2](https://issuu.com/mayratsanchez/docs/propiedades_de_las_fibras_textiles/2)

Sarwar, N., Bin Humayoun, U., Dastgeer, G., & Yoon, D. H. (2021). Copper nanoparticles induced, trimesic acid grafted cellulose—an effective, non-hazardous processing approach for multifunctional textile with low chemical induction. *Cellulose*, 28(18). <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04251-5>

Sela, G. (2019). *Los fertilizantes de urea*. <https://cropaia.com/es/blog/fertilizantes-de-urea/>

Sevilla, U. (2011). Manual Del Carbón Activo. *Aula.Aguapedia.Org*. [http://www.elaguapotable.com/Manual del carbón activo.pdf](http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf)

Sewport Support Team. (2019). *What is Cotton Fabric: Properties, How its Made and Where*. <https://sewport.com/fabrics-directory/cotton-fabric>

SpecialChem. (2022). *Agentes humectantes: Consejos de selección y formulación*. <https://cosmetics.specialchem.com/selection-guide/moisturizers-selection-guide>

Tania, I. S., & Ali, M. A. T. (2021). Effect of the coating of zinc oxide (ZnO) nanoparticles with binder on the functional and mechanical properties of cotton fabric. *Materials Today: Proceedings*, 38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.171>

Textilchemie Dr. Petry GmbH. (2021). *Acabado*. [Www.Drpetry.De](http://www.drpetry.de). <https://www.drpetry.de/es/productos/relacion-de-productos/acabado/>

Textile Value Chain. (2020). *Textile Finishes*. [Textilevaluechain.In](http://textilevaluechain.in). <https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/textile-articles/textile-finishes/>

The Procter & Gamble Company. (2000). *Wrinkle reducing composition*. <https://patents.justia.com/patent/6569344>

Tinoco Tejada, M. M. (2018). *Proyecto de exportación de confecciones de tejido de punto con aplicaciones de Textilería Incaica como opción rentable de negocio con los Estados Unidos de América*. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1650/TESIS\\_27.04\\_-](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1650/TESIS_27.04_-)

EXPORTACION DE TEJIDO DE PUNTO CON APLICACIONES EN TEXTILERIA  
INCAICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Tu, J., Mao, T., Xie, S., Guan, J., Xiao, H., & Wang, P. (2022). Environmentally benign flame-retardant cotton fabric with superior anti-wrinkle performance and restorable flame retardancy. *Industrial Crops and Products*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115856>
- Tu, J., Xie, S., Zhao, Q., Guan, J., Wu, C., & Wang, P. (2023). Reactive P/S/N-containing synergistic flame retardant towards eco-friendly durable flame-retardant cotton fabric: Flame-retardant property, durability and mechanism. *Polymer Testing*, 118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107918>
- Venkatraman, P. (2022). *Application of knitted fabrics in medical textiles*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85534-1.00004-0>
- Wadekar, P., Perumal, V., Dion, G., Kotsos, A., & Breen, D. (2020). An optimized yarn-level geometric model for Finite Element Analysis of weft-knitted fabrics. *Computer Aided Geometric Design*, 80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cagd.2020.101883>
- Westreicher, G. (2021). *Investigación experimental*. <https://economipedia.com/definiciones/disenio-experimental.html>
- Xu, J., Xie, Z., Du, F., & Wang, X. (2021). One-step anti-superbug finishing of cotton textiles with dopamine-menthol. *Journal of Materials Science & Technology*, 69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmst.2020.08.007>
- Zhang, S., Zhou, J., Chen, J., Ge, T., Cai, Y., Yu, B., Wang, H., White, J. C., & Li, Y. (2023). Changes in soil CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions in response to urea and biochar-based urea in a subtropical Moso bamboo forest. *Soil and Tillage Research*, 228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105625>
- Zhang, Y., & Dong, H. (2020). Yield and Fiber Quality of Cotton. In S. Hashmi & I. A.

Choudhury (Eds.), *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*. Elsevier.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11166-X>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Certificado de uso de laboratorio*



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



Ibarra, 12 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 **VISCAÍÑO GUALLASAMÍN GINA ALEXANDRA**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 172715528-3, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: “**DESARROLLO DE UN ACABADO ANTIARRUGAS EN TEJIDO DE PUNTO JERSEY 100% ALGODÓN APLICANDO UREA**”, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD HORIZONTAL DE LABORATORIO**
- **MEDIDOR DE ARRUGAS** – Norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga.
- **MEDIDOR DE ÁNGULO DE RECUPERACIÓN DEL DOBLEZ** – Norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblez.
- **WASCATOR** – Norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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***Ficha técnica de la Urea (Extracto)*

**UREA**  
**46-00-00**

**FICHA TÉCNICA**

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N).

**CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS**

**Nombre Químico:** Carbamida

**Otros Nombres:** Urea, Carbonildiamida, Ácido Carbomídico ó Amida Alifática

**Fórmula Química:** CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

**Peso Molecular (g/mol):** 60.06

**Contenido de Nitrógeno Total (N):** 46 % de Nitrógeno Uréico (w/w)

Presentación Física:	Perlas o Perdigones Esféricos, color blanco.
Tamaño de partícula:	0.85 a 3.35 mm
Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml):	100 g/100 ml. de agua
pH en solución al 10%:	7.5-10.0 Unidades
Densidad Aparente (Kg/m <sup>3</sup> ):	770 - 809 Kg/m <sup>3</sup>
Índice de Salinidad:	75.4
Humedad Relativa Crítica (a 30° C):	73%
Acidez equivalente a Carbonato de Calcio:	84 partes de Carbonato de Calcio por 100 de Urea.

Fuente: (Fertinova Agroproductos, 2016)

## Anexo 3

### Ficha de seguridad de la urea (Extracto)



Industria  
Sulfúrica S.A.

Administración: Ruta 1 Km. 24 - Ciudad del Plata  
C.P.: 80.500 - San José - Uruguay  
Tel.: 2347 2035 - Fax: 2347 2127  
email: isusa@isusa.com.uy

#### 10.6. Productos de descomposición peligrosos:

La urea reacciona con hipoclorito de sodio o calcio para formar tricloruro de nitrógeno explosivo.

## 11. Información toxicológica

### 11.1. General.

El producto tiene baja toxicidad.

### 11.2. Efectos agudos:

Contacto con la piel: En forma prolongada o repetida puede causar alguna irritación.

Contacto con los ojos: En forma prolongada o repetida puede causar alguna irritación.

Ingestión: En pequeñas cantidades no causa efectos tóxicos. Grandes cantidades pueden provocar desórdenes gastro-intestinales.

Inhalación: La exposición a concentraciones aéreas por encima de los límites de exposición recomendados pueden causar irritación de la nariz y garganta.

### 11.3. Efectos crónicos:

Toxicidad aguda: No disponible

Corrosividad/irritación cutánea: No irritante para la piel.

Lesiones oculares graves/irritación ocular: No irritante para los ojos

Sensibilización respiratoria o cutánea: No sensibilizante

Mutagénico:

- No indicaciones de mutagénico
- Prueba de Ames.
- Experimento: In vitro; Sujeto: Bacteria; Resultado Negativo

Carcinogenicidad: No hay indicaciones de carcinogénico

Toxicidad para la reproducción: No hay indicaciones para la toxicidad de reproducción

Tóxicidad sistémica específica de órganos diana. Exposición única: No disponible

Tóxicidad sistémica específica de órganos diana. Exposiciones repetidas: No disponible

Peligro por aspiración: No disponible

## 12. Información ecotoxicológica

### 12.1. Toxicidad

Toxicidad en peces (Brachydanio rerio): No disponible

Otros peces: LC<sub>50</sub> 6810 mg/l en 96 hs

Toxicidad en Crustáceos (Daphnia): EC<sub>50</sub>: No disponible



## Anexo 4

### Ficha técnica de la resina CENTERGARD D6i



COLOR CENTER

# CENTERGARD D6i

## Producto hidrofugante/oleofugante

### CARACTERÍSTICAS

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

### PROPIEDADES Y VENTAJAS DE APLICACIÓN

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

### APLICACIÓN

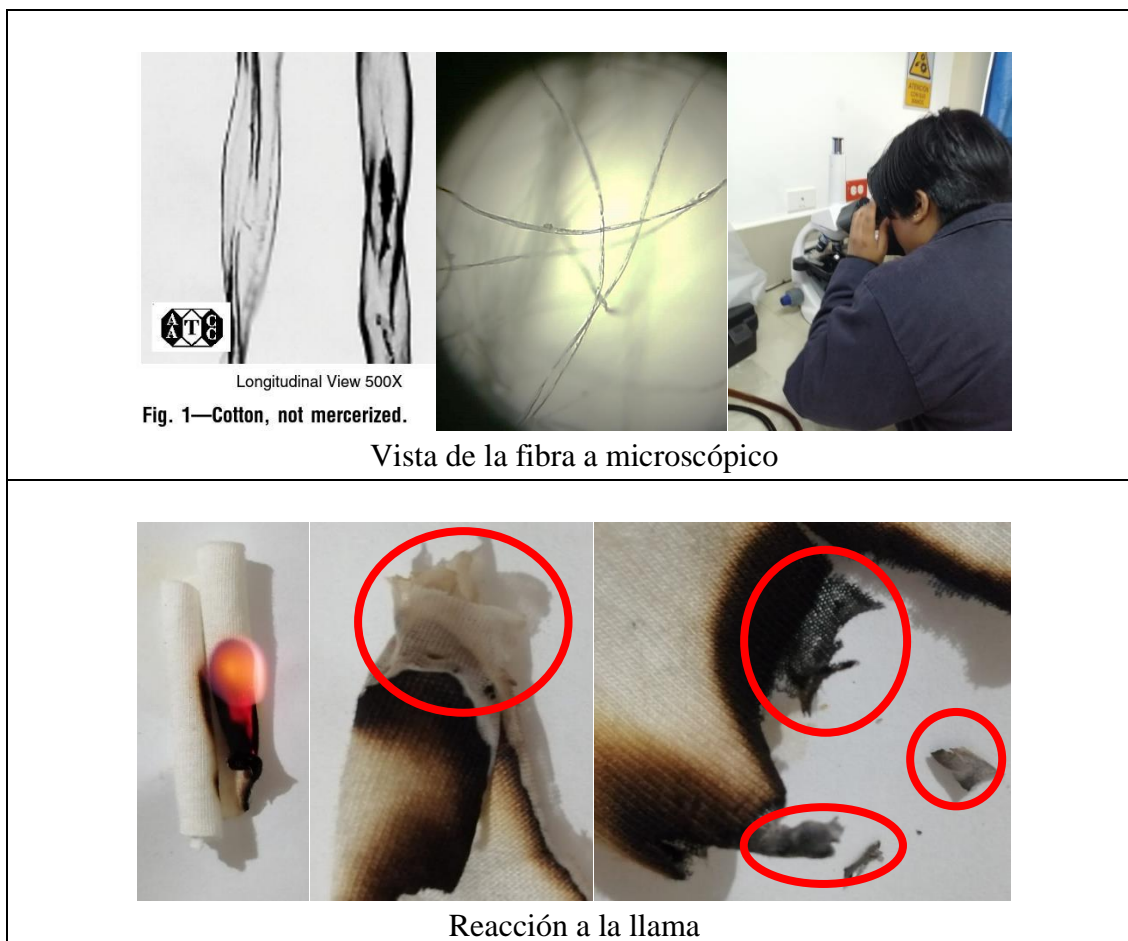
Los datos facilitados en esta circular deben considerarse orientativos. Han sido obtenidos a través de nuestra experiencia a nivel de laboratorio e industrial pero debido a la diversidad de aplicaciones, no se puede asumir la responsabilidad de los efectos obtenidos.

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



## Anexo 5

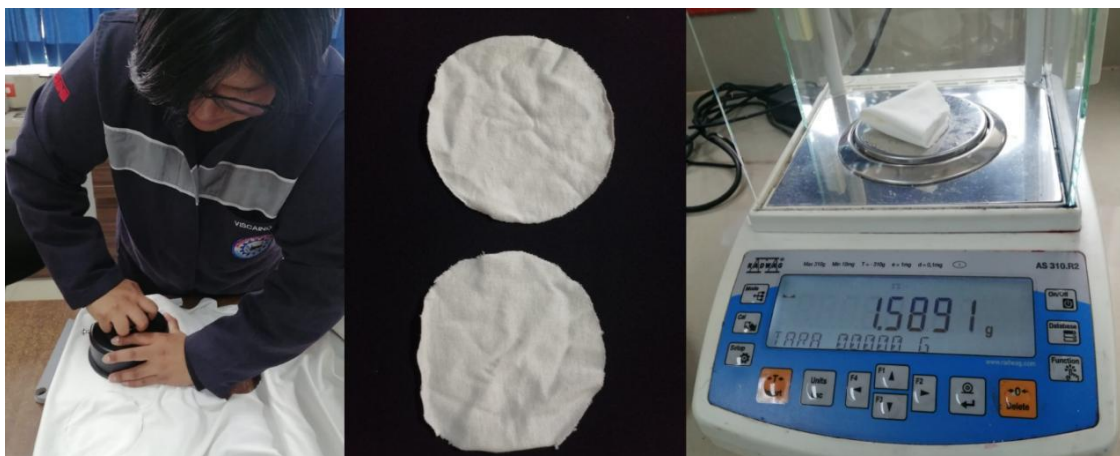
### Norma AATCC 20: Análisis de la fibra: Cualitativa



Fuente: Adaptado de (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010)

## Anexo 6

### Determinación del gramaje del tejido



**Anexo 7***Proceso de impregnación*

Cortar las muestras



Pesar las muestras en seco



Pesar los productos para las soluciones



Medir el pH de las soluciones



Pasar las muestras por el fouldard



Pesar las muestras en húmedo y secar en el túnel de secado



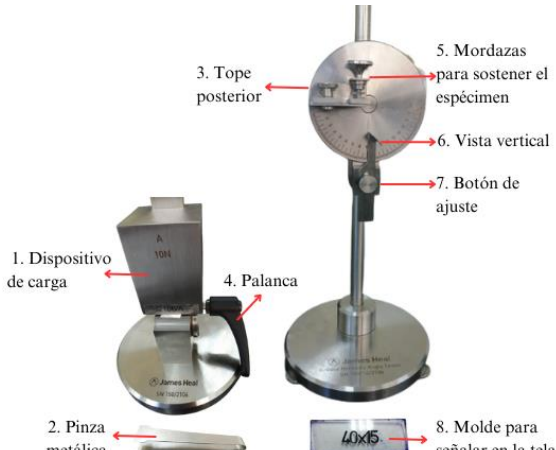
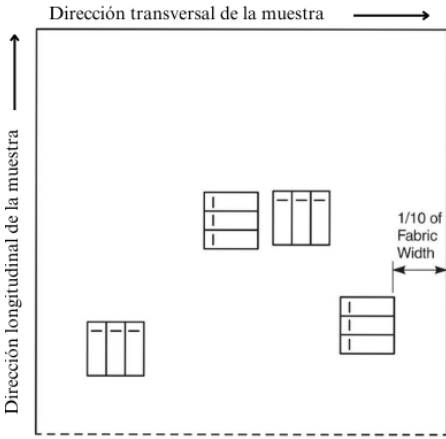




## Anexo 8

### Procedimiento de la norma AATCC 128-2017: Resistencia de los textiles a la arruga

 <p>Partes del medidor de arrugas</p>	 <p>Colocar el espécimen en el medidor de arrugas</p>
 <p>Colocar el peso y retirar después de 20 minutos</p>	 <p>Acondicionar los especímenes por 24 horas</p>
 <p>Réplicas para evaluar las arrugas</p>	 <p>Evaluar las arrugas en la cámara de luces</p>

## Anexo 9

### Procedimiento de la norma ISO 2313-2021: Recuperación de los textiles al doblar

 <p>Partes del medidor del ángulo de doblar</p>	 <p>Dibujar y cortar los especímenes</p>
 <p>Especímenes para el ensayo de doblar</p>	 <p>Colocar el espécimen en el dispositivo de carga por 5 minutos</p>
 <p>Colocar el espécimen en el instrumento para medir el ángulo de recuperación del doblar</p>	 <p>Retirar el espécimen después de 5 minutos</p>

## Anexo 10

*Procedimiento de la norma ISO 6330-2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles*



Pesar el total de la tela que se va a lavar



Calcular y pesar la cantidad necesaria de detergente



Lavar las probetas en el wascator



Secar las probetas



Repetir el proceso de la Norma AATCC 128-2017



Repetir el proceso de la Norma ISO 2313-2021