



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIA APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DE ARRUGAS
EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN APLICANDO MICRO EMULSIÓN DE
SILICONA MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN.”**

AUTOR (A):

Pitacuar Meneses Kevin Alexis

DIRECTOR:

MSc. Marco Francisco Naranjo Toro

IBARRA-ECUADOR

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD		040205713-7	
APELLIDOS Y NOMBRES		Pitacuar Meneses Kevin Alexis	
DIRECCIÓN		José Nicolás Hidalgo 4-32 y 13 de abril	
EMAIL		kapitacuarm@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO	2951581	TELÉFONO MÓVIL	0968201825
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO	“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DE ARRUGAS EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN APLICANDO MICRO EMULSIÓN DE SILICONA MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN.”		
AUTOR	Pitacuar Meneses Kevin Alexis		
FECHA	04/07/2023		
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE SE OPTA	Ingeniero Textil		
DIRECTOR	MSc. Marco Naranjo Toro		

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 04 días del mes de julio del 2023

EL AUTOR:

Firma: 

Nombre: Pitacuar Meneses Kevin Alexis



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

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por el egresado, Pitacuar Meneses Kevin Alexis para optar el título de **INGENIERO TEXTIL**, cuyo tema es “EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DE ARRUGAS EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN APLICANDO MICRO EMULSIÓN DE SILICONA MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 02 días del mes de junio del 2023


MSc. Marco Naranjo Toro
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por guiarme durante toda mi etapa estudiantil y universitaria, gracias a ellos estoy a un paso de cumplir uno de mis sueños de mi vida, gracias a su confianza y apoyo incondicional durante mis días más difíciles de mi vida.

Además, agradecerle al MsC. Marco Naranjo por ser mi director de tesis, por su paciencia, por su preocupación durante el desarrollo del proyecto. Además, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias, sabiduría y por su buena voluntad de ayudar.

También quiero agradecer a la Universidad Técnica de Norte en especial a la Carrera de Textiles, y a cada uno de los docentes quienes supieron guiarnos por el buen camino con sus enseñanzas, consejos, sermones, conocimientos, valores en mi formación personal y profesional.

Pítacuar Meneses Kevin Alexis

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación quiero dedicar a mis padres gracias a ellos he logrado salir adelante debido a que siempre me han forjado de valores y responsabilidades cada día, además con su esfuerzo he logrado avanzar hasta estas instancias.

Les doy gracias por todo el apoyo brindado durante toda mi vida siempre han estado presentes en etapas de estudio muy difíciles, así como también me han guiado por el camino del bien, simplemente son fundamental en mi vida y me han alentado en momentos que en alguna etapa de mi vida se tornaba difícil. En fin, de mi parte estoy infinitamente agradecido con ustedes.

Se los quiere mucho.

Pítacuar Meneses Kevin Alexis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	i
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del tema.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Importancia del estudio	3
1.4. Objetivo general	4
1.5. Objetivos específicos por alcanzar.....	4
1.6. Características del sitio del proyecto.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. ESTADO DEL ARTE.	6
2.1. Estudios previos.....	6
2.1.1. Estudios de micro emulsión de silicona	6
2.1.2. Recuperación de arrugas	6
2.2. Marco legal.....	8
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador	8

2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Norte	8
2.2.3. Tulsma	9
2.3. Marco Conceptual	9
2.3.1. Algodón.....	9
2.3.1.1. <i>Componentes químicos del algodón.</i>	9
2.3.1.2. <i>Propiedades físicas del algodón.</i>	10
2.3.1.3. <i>Propiedades químicas del algodón.</i>	10
2.3.2. Proceso de Impregnación	11
2.3.3. Foulard	12
2.3.4. Micro emulsión de silicona	12
2.3.4.1. <i>Propiedades de las siliconas.</i>	13
CAPÍTULO III	14
3. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipos de investigación	14
3.1.2. Investigación Analítica	14
3.1.3. Investigación Experimental	14
3.1.4. Investigación Comparativa	14
3.2. Diseño del proceso de aplicación del acabado	15
3.2.1. Diseño de flujograma general	15
3.2.2. Diseño de flujograma muestral	16
3.2.3. Procedimiento	17
3.3. Equipos y materiales	17
3.3.1. Tejido plano	18
3.3.2. Foulard	20
3.3.3. Ácido acético	20
3.3.4. Micro emulsión de silicona	21
3.3.4.1. <i>Características de la micro emulsión de silicona</i>	21

3.3.4.2. <i>Métodos de aplicación de las siliconas</i>	21
3.3.5. Recuperador de arrugas	22
3.3.6. Túnel de secado.....	23
3.3.7. Cámara de luces.....	23
3.4. Normas	24
3.4.1. Norma para la recuperación de arrugas AATCC 128	24
3.4.2. Principio	24
3.4.3. Terminología.....	24
3.4.4. Precauciones de seguridad.....	24
3.4.5. Equipos y materiales	24
3.4.6. Prototipo de prueba	25
3.4.7. Procedimiento	25
3.4.8. Evaluación.....	26
3.4.9. Cálculos y reportes	27
3.4.10. Precisión y tendencia.....	27
3.5. Pruebas de laboratorio.....	27
3.5.1. Aplicación de micro emulsión de silicona por el método de impregnación	27
3.5.2. Parámetros para proceso de impregnación	35
3.5.3. Parámetros para proceso de termo fijado.....	35
3.5.4. Prueba de recuperación a las arrugas (Método AATCC 128)	36
CAPÍTULO IV.....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	38
4.1. Resultados de pruebas	38
4.2. Comparación de resultados.....	46
4.3. Discusión de resultados.....	49
4.3.1. Tabla de resultados de recuperación de arrugas.....	49
4.3.2. Normalidad de los datos	50

4.3.3. Análisis de la varianza	51
4.4. Análisis e interpretación de resultados de recuperación de arrugas.....	53
CAPÍTULO V	55
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	55
5.1. Conclusiones	55
5.2. Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	57
ANEXOS.	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de ensayos mediante la aplicación de silicona	7
Tabla 2. Componentes químicos del algodón	10
Tabla 3. Propiedades físicas del algodón	10
Tabla 4. Propiedades físicas del algodón	11
Tabla 5. Densidad del tejido.....	18
Tabla 6. Porcentaje de encogimiento del tejido	18
Tabla 7. Peso de urdimbre y trama.....	19
Tabla 8. Peso de 1m ² de tejido	19
Tabla 9. Armazones del tejido plano.....	19
Tabla 10. Datos técnicos del foulard	20
Tabla 11. Propiedades físico- químicos del ácido acético.	21
Tabla 12. Especificaciones de ensayo 1a.	28
Tabla 13. Especificaciones de ensayo 1b.	28
Tabla 14. Especificaciones de ensayo 1c.	29
Tabla 15. Especificaciones de ensayo 2a.	29
Tabla 16. Especificaciones de ensayo 2b.	30
Tabla 17. Especificaciones de ensayo 2c.	30
Tabla 18. Especificaciones de ensayo 3a.	31
Tabla 19. Especificaciones de ensayo 3b.	31
Tabla 20. Especificaciones de ensayo 3c.	32
Tabla 21. Especificaciones de ensayo 4a.	32
Tabla 22. Especificaciones de ensayo 4b.	33
Tabla 23. Especificaciones de ensayo 4c.	33
Tabla 24. Especificaciones de ensayo 5a.	34
Tabla 25. Especificaciones de ensayo 5b.	34
Tabla 26. Especificaciones de ensayo 5c.	35
Tabla 27. Tabla general de parámetros de impregnación.	35
Tabla 28. Parámetros del secado	36
Tabla 29. Ensayos para pruebas de arrugas	37
Tabla 30. Tabla de resultados de recuperación de arrugas.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio de proyecto	5
Figura 2. Análisis sin y con el acabado siliconado	8
Figura 3. Proceso de Impregnación	11
Figura 4. Foulard Textil	12
Figura 5. Recuperador de arrugas	22
Figura 6. Túnel de secado	23
Figura 7. Cámara de luces.....	23
Figura 8. Pesas para recuperador de arrugas.....	26
Figura 9. Patrones para calificación.....	27
Figura 10. Proceso de secado.....	36
Figura 11. Resultado de ensayo 0.	38
Figura 12. Resultado de ensayo 1a	39
Figura 13. Resultado de ensayo 1b.	39
Figura 14. Resultado de ensayo 1c.	40
Figura 15. Resultado de ensayo 2a.	40
Figura 16. Resultado de ensayo 2b.	41
Figura 17. Resultado de ensayo 2c.	41
Figura 18. Resultado de ensayo 3a.	42
Figura 19. Resultado de ensayo 3b.	42
Figura 20. Resultado de ensayo 3c.	43
Figura 21. Resultado de ensayo 4a.	43
Figura 22. Resultado de ensayo 4b.	44
Figura 23. Resultado de ensayo 4c.	44
Figura 24. Resultado de ensayo 5a.	45
Figura 25. Resultado de ensayo 5b.	45
Figura 26. Resultado de ensayo 5c.	46
Figura 27. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 1a, 1b, 1c.	46
Figura 28. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 2a, 2b, 2c	47
Figura 29. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 3a, 3b, 3c	47
Figura 30. Comparación entre ensayo 0 ensayos 4a, 4b, 4c	48
Figura 31. Comparación de ensayo y ensayos 5a, 5b, 5c.	48

Figura 32. Normalidad de datos de ensayos 0, 1a, 1b y 1c.....50

Figura 33. Normalidad de datos de ensayos 3a, 3b, 3c, 4a, 4b y 4c.50

Figura 34. Normalidad de datos de ensayo 5a, 5b, 5c.51

Figura 35. Análisis de la varianza de ensayos 0, 1a, 1b, 1c, 2a, 2b y 2c.51

Figura 36. Análisis de varianza de ensayos 3a, 3b, 3c, 4a, 4b y 4c.52

Figura 37. Análisis de varianza de ensayos 5a, 5b y 5c.....52

Figura 38. Gráfica Radar Chart de recuperación de arrugas.....53

Figura 39. Gráfico general de resultados54

RESUMEN

La presente investigación se trata sobre la **evaluación de la capacidad de recuperación de arrugas en tejido plano 100% Co aplicando micro emulsión de silicona mediante el proceso de impregnación**. Por lo general, los tejidos con fibras naturales tienen defectos una vez realizado el proceso de tejeduría y uno de ellos son las arrugas que se forman en su superficie y más cuando se trata de tejidos de algodón, éstos presentan una apariencia áspera y rugosa, dificultando la operación del planchado de las prendas a utilizar. Se ha propuesto como objetivos realizar la aplicación de micro emulsión de silicona en tejido plano debido a que posee propiedades beneficiosas como disminución de arrugas, suavidad y brillo. Para el inicio de los ensayos se logró determinar la compatibilidad de la silicona con tejidos de algodón para realizar los estudios en laboratorio en diferentes concentraciones de silicona, para lo cual se estableció la metodología analítica, comparativa y experimental. Dentro de la metodología experimental se estableció factores como la cantidad de silicona empleada para aplicar a las muestras mediante el proceso de impregnación.

Para este estudio se utilizó una muestra de tejido plano de algodón sin realizar el acabado siliconado y posterior a la evaluación. En las siguientes pruebas se realizó de la siguiente manera; pruebas 1a, 1b y 1c con 3 g/L ; 2a, 2b y 2c con 5 g/L; 3a, 3b y 3c con 7 g/L; 4a, 4b y 4c con 9 g/L; 5a, 5b y 5c con 11 g/L de silicona, obteniendo según la norma AATCC 128:2013 los siguientes resultados; de la 1 con una calificación de 2 que valora con insuficiente, muestras 2, con una calificación de 4 que indica muy bien, para los ensayos 3, se valoró con 4.5 que indica muy bueno y excelente, para el 4 se evaluó con 4.5 y finalmente para los ensayos 5 se calificó con 5 que indica excelente según la norma. Todos los resultados se calificaron mediante una comparación con los especímenes normalizados y mediante el soporte de los Ings. Técnicos Docentes.

Palabras clave: micro emulsión de silicona, arrugas, recuperación. algodón, tejido plano.

ABSTRACT

The present investigation deals with the evaluation of the recovery capacity of wrinkles in 100% Co flat tissue applying silicone micro-emulsion through the impregnation process. In general, fabrics with natural fibers have defects once the weaving process has been carried out and one of them is the wrinkles that form on their surface and more when it comes to cotton fabrics, they present a rough and rough appearance, making it difficult to the operation of ironing the garments to be used. It has been proposed as objectives to carry out the application of silicone microemulsion in flat tissue because it has beneficial properties such as reduction of wrinkles, softness and shine. For the beginning of the trials, it was possible to determine the compatibility of the silicone with cotton fabrics to carry out the laboratory studies in different concentrations of silicone, for which the analytical, comparative and experimental methodology was established. Within the experimental methodology, factors such as the amount of silicone used to apply to the samples through the impregnation process were established.

For this study, a sample of flat cotton fabric was used without carrying out the silicone finish and after the evaluation. In the following tests it was carried out as follows; tests 1a, 1b and 1c with 3 g/L; 2a, 2b and 2c with 5 g/L; 3a, 3b and 3c with 7 g/L; 4a, 4b and 4c with 9 g/L; 5a, 5b and 5c with 11 g/L of silicone, obtaining the following results according to the AATCC 128:2013 standard; of the 1 with a rating of 2 that values with insufficient, samples 2, with a rating of 4 that indicates very well, for the 3 essays, it was valued with 4.5 that indicates very good and excellent, for the 4 it was evaluated with 4.5 and Finally, for the 5 trials, it was qualified with 5, which indicates excellent according to the norm. All results were qualified by comparison with standardized specimens and by supporting ins. Teaching Technicians.

Keywords: silicone microemulsion, wrinkles, recovery. cotton, plain weave.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Descripción del tema.

El objetivo del presente estudio es aplicar una micro emulsión de silicona en tejido plano 100% algodón con el fin de lograr un mejor aspecto del tejido en el tiempo de uso de una prenda, para ello se empleará una micro emulsión de silicona a fin de lograr un acabado libre de arrugas y mejorar la suavidad, tacto, por ende, se dará a conocer al sector textil que los acabados son de suma importancia para mejorar la calidad del sustrato.

El algodón es una fibra textil natural usada dentro de la industria con un 85% de utilización a nivel mundial”. (Villegas C, 2018). Estos tejidos tienen muchas aplicaciones en la indumentaria ya que posee excelentes propiedades siendo su principal inconveniente el arrugado, en la actualidad las personas necesitan de una prenda con buena textura, confortables y prendas con una apariencia duradera. (Herrera, 2017).

Durante su uso y manipulación, los tejidos de algodón sufren ciertas deformaciones como arrugas que pueden notarse a simple vista, reduciendo el tiempo de uso de la prenda.

El usuario que adquiera una prenda 100% algodón con acabado siliconado, no requerirá realizar un planchado; por ende, minimizará el consumo de energía del 6% del total de su vivienda al descartar esta operación, por lo cual se buscará mejorar las características del tejido mediante el acabado empleando micro emulsión de silicona para mantener su textura inicial.

1.2. Antecedentes

En la actualidad muchos hogares utilizan suavizantes, alternativa para mejorar el tacto de tejidos generalmente de algodón, mismos que en cada lavado contaminan el ambiente y en la mayoría de los casos deterioran la prenda debido a sus químicos que poseen; por ello, con este estudio se pretende reducir el impacto al ecosistema realizando el acabado con micro emulsión de silicona.

La silicona es un compuesto químico proveniente del silicio, la cual dentro del campo textil es utilizada debido a que presenta diversas propiedades de tacto, brillo, apariencia, eliminación de arrugas y suavidad en la tela. (Soares & Cooney, 2018).

Según (Chuga V, 2018) actualmente la silicona se puede aplicar a los textiles en forma de emulsiones y micro emulsiones, en ambos casos la silicona suele dispersarse en agua con agentes emulsionantes siendo la diferencia entre ello la dimensión de la partícula y generalmente se utilizan en acabados textiles con diferentes fines y mejoras estéticas del sustrato.

(Mullo, 2021) menciona qué: las micro emulsiones de silicona son dispersiones líquidas transparentes de agua en aceite que pueden brindar ciertas propiedades a ciertos sustratos textiles como: tejidos, tejidos de punto con fibras celulósicas, mezclas y sintéticas.

La micro emulsión de silicona no solo tiene la propiedad de mejorar el aspecto de las arrugas, también tiene otros beneficios al aplicar al género textil como retardante al fuego por lo cual en un estudio realizado según (Chugá; Valeria, 2011) al realizar pruebas de retardante a altas temperaturas una vez impregnado la micro emulsión de silicona en distintos tejidos su resistencia térmica puede variar por lo cual el algodón es la mejor fibra para realizar el proceso debido a que a 40°C se abren los espacios intermoleculares de la fibra para que la silicona penetre interna y externamente dando mejores resultados en las pruebas de fuego a comparación sin el acabado, además el encogimiento por el calor tiene el riesgo de minimizar el nivel de protección de la prenda, debido a que comprime la capa de aire entre el cuerpo y la prenda.

1.3. Importancia del estudio

Mediante esta investigación se logrará determinar el grado de recuperación de arrugas en tejido de algodón 100% para mejorar su tacto y apariencia, por ende, se aplicará micro emulsión de silicona en diferentes concentraciones con el fin de definir la muestra que presente un mejor grado de recuperación de arrugas.

Tecnológico: en este proyecto se determinará la influencia de la micro emulsión de silicona y su grado de variación de arrugas al aplicar en diferentes porcentajes al tejido de algodón. Según (Vela P, 2019) menciona qué: “para acabados con micro emulsión de silicona es imprescindible realizar en telas procesadas recientemente para la obtención de buenos resultados y telas que no tengan ningún acabado debido a que las telas terminadas contienen suavizantes y no permite la impregnación del producto.” (pág. 32)

Ambiental: al realizar un acabado con micro emulsión de silicona puede reducir el impacto al medio ambiente excluyendo suavizantes debido a que estos poseen amonio cuaternario que es un compuesto que tarda mucho tiempo en biodegradarse y puede ser tóxico para raíces de plantas, provocando así un desequilibrio en el medio. (IDAE, 2018)

Económico: al realizar este acabado se trata de reducir el 6% de energía en los hogares debido a que hoy en día es importante economizar para ser sostenible dentro de la vida cotidiana y por ende la operación de planchado sería excluida.

1.4. Objetivo general

- Evaluar la capacidad de recuperación de arrugas en tejido plano 100% algodón aplicando micro emulsión de silicona mediante el método de impregnación.

1.5. Objetivos específicos por alcanzar

- Investigar los beneficios de la micro emulsión de silicona en tejido plano.
- Aplicar micro emulsión de silicona a diferentes concentraciones mediante el proceso de impregnación al tejido plano
- Evaluar los resultados obtenidos mediante el equipo medidor de arrugas según la norma AATCC 128-2013.

1.6. Características del sitio del proyecto

El proyecto se ejecutó en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica de Norte, en donde se cuenta con una variedad de equipos y máquinas estandarizadas de alta tecnología, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala representado en la Figura 1.

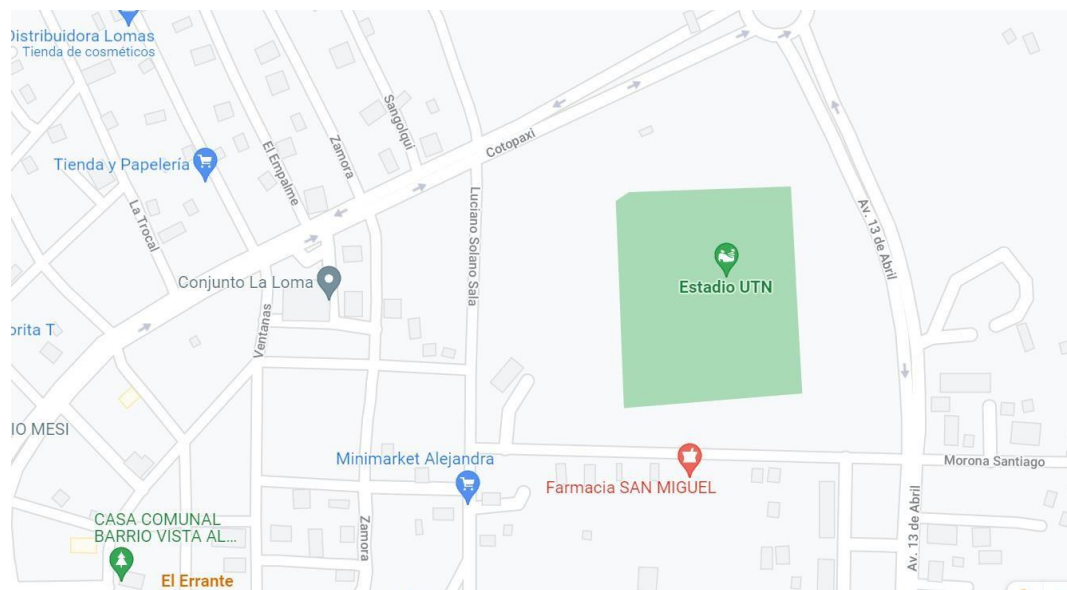


Figura 1. Ubicación del sitio de proyecto

Fuente: (Google Maps, 2022)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1. Estudios previos.

2.1.1. Estudios de micro emulsión de silicona

“La micro emulsión de silicona es un producto beneficioso para realizar acabados en especial para minimizar arrugas en textiles, debido a que es un polímero sintético que se compone de silicio ” (Mullo, 2021).

Se aplica para brindar y mejorar la apariencia en su superficie. Según (Peñañiel J, 2018) menciona qué; para realizar un acabado frío-calmante, un factor muy importante es la temperatura, debido a que la micro emulsión de silicona no debe sobrepasar los 40 °C, si sobrepasa se produce la hidrólisis lo cual provoca la formación de granulación y no se lograría buenos resultados sobre el tejido produciendo la no encapsulación del producto en el acabado. (Endara & Marisol, 2017, p. 12).

Un factor a tener en cuenta es la concentración del ácido acético o fórmico debido a que se relaciona con los litros de agua que se vaya a emplear durante el proceso de impregnación, la finalidad es obtener un pH de (4 a 6) con el propósito de impedir que la micro emulsión de silicona actúe con un comportamiento catiónico y por ende evitar manchas en el tejido tratado. (pág. 92).

2.1.2. Recuperación de arrugas

Según (Andrango M, 2018) de acuerdo con estudios realizados y resultados obtenidos del índice de recuperación se valoró que a medida que la cantidad de silisoft micro 2170 aumenta, el índice de recuperación también aumenta.

En la **Tabla 1** representa la variación de los diferentes ensayos y su evaluación empleando tejido de punto a diferentes tonos luego de realizar el acabado siliconado.

Tabla 1. Evaluación de ensayos mediante la aplicación de silicona

Evaluación	Tono Oscuro	Tono medio	Tono claro
Ensayo 1	2	2	2
Ensayo 2	2	2	2
Ensayo 3	2.	2	2
Ensayo 4	2.5	2.5	2.5
Ensayo 5	3.	2.5	2.5
Ensayo 6	3.5	3.5	3
Ensayo 7	4.5	4	3.5
Ensayo 8	5	4.5	4

Fuente: (Andrango M, 2018)

En la tabla 1, el ensayo 8 resalta dando buenos resultados en comparación con los patrones de la norma utilizada con una evaluación desde 4 a 5, determinando un acabado excelente de recuperación de arrugas en los diferentes tonos.

La cantidad utilizada para el ensayo es de 2 gr/l de micro emulsión de silicona en 200 ml más el 0.075 gr/l de ácido acético para regular el pH, cantidad máxima recomendada por la ficha técnica (pág. 102).

Además (Andrango M, 2018) menciona qué: mediante la aplicación de micro emulsión de silicona se obtiene buenos resultados a diferencia de la tela sin acabado, como se logra apreciar en la **Figura 2**.

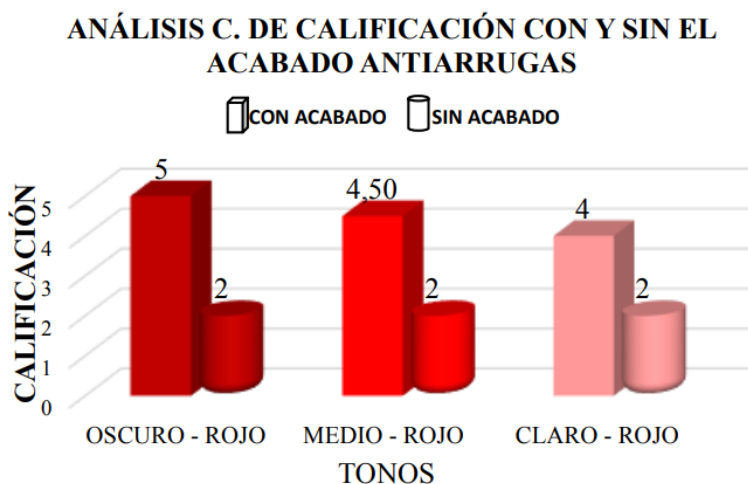


Figura 2. Análisis sin y con el acabado siliconado

Fuente: (Salazar C, 2021)

Posterior al proceso de impregnación uno de los factores a tomar en cuenta para el termofijado del sustrato es la temperatura, lo cual debe ser constante a 150°C por un tiempo de 2 minutos, logrando de esta manera que el producto se fije de manera correcta en el textil, además según (Andrango M, 2018) “el proceso de impregnación es factible para este tipo de acabados dentro del rango del 85% de pick up” (pág. 107)

2.2. Marco legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador

En base a la Constitución de la República del Ecuador menciona los siguientes artículos referentes al medio ambiente (ECUADOR, 2008),

Art. 83.- Literal 6 detalla: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

El Art. 395.- Literal 1 menciona: El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, pág. 65).

2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Norte

El presente proyecto de investigación se encuentra relacionada con las siguientes líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte y de la Carrera de Textiles:

- Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
- Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico (CUICYT, 2021).

2.2.3. Tulsma

De acuerdo con (TULSMA, 2017) indica que: la norma de calidad de aire o nivel de inmisión tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de ecosistemas y ambiente en general.

Para efectuar el presente objetivo, la norma establece límites permisibles de contaminantes en el aire, ambiente a nivel de la tierra, también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente (TULSMA, 2017, pág. 67)

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Algodón

El algodón al ser natural es biodegradable y se compone de celulosa, posterior al realizar procesos de hilatura, tejeduría y tintorería es ampliamente utilizado en diferentes campos de uso diario. (Chuga V, 2018).

Los tejidos de algodón se emplean para realizar prendas en el área de confección y decoración de interiores debido a sus excelentes propiedades tales como comodidad, suavidad, entre otros. (Reta D, 2021, pág. 53).

2.3.1.1. Componentes químicos del algodón.

(PITA, 2012) detalla los porcentajes de los componentes químicos que posee de la fibra de algodón tal como se indica en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Componentes químicos del algodón

Componentes de la fibra	Porcentaje del componente
Celulosa	88 - 96
H ₂ O ₄	6 - 8
Sales minerales	0.7 - 1.6
Proteínas	1.1 - 1.9
P y M	0.5 - 1.0

Fuente: (Benavides K, 2017)

Nota: H₂O indica agua- P y G indica pigmentos y motas

2.3.1.2. Propiedades físicas del algodón.

Según (Soares & Cooney, 2018) determinan que la fibra de algodón comprende las siguientes propiedades físicas como se indica en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Propiedades físicas del algodón

Propiedades	Importancia para el consumidor
Buena absorbencia	Adecuada para prendas de verano
Buen conductor de calor	Prendas delgadas frescas para el verano.
Temperaturas elevadas	No se necesitan preocupaciones especiales en el planchado.
Baja resiliencia	Las telas se arrugas considerablemente a menos que se dé un acabado final.

Fuente: (Benavides K, 2017)

2.3.1.3. Propiedades químicas del algodón.

Entre las propiedades químicas del algodón se tiene como se indica en la **Tabla 4**.

Tabla 4. *Propiedades físicas del algodón*

Efectos de los ácidos	Importancia para el consumidor
Efectos de los álcalis	Resistente
Olor	Papel quemado
Efectos de los SO	Resistente

Nota: abreviatura (SO) significa solventes orgánicos.

Fuente: (Bustamante R, 2022)

2.3.2. Proceso de Impregnación

La impregnación se realiza en el foulard mediante una solución, por medio de la presión entre cilindros para lograr la extracción de una cantidad de solución adherida al sustrato. “Se utiliza este equipo debido a que es un método eficaz para realizar el exprimido uniforme en todo el ancho del sustrato” (Salazar C, 2021).

Dentro del proceso la relación de baño es mínima y al terminar es necesario fijar con calor para que el producto ingrese al interior del tejido y se logre obtener un acabado excelente. (Peñañiel J, 2018). En la **Figura 3**, se indica los diferentes elementos que lo componen.

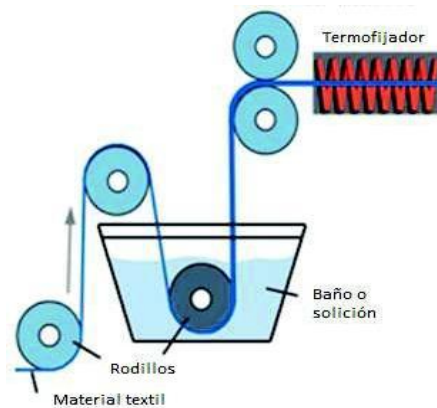


Figura 3. *Proceso de Impregnación*

Fuente: (Peñañiel J, 2018)

2.3.3. Foulard

Según (Pérez D, 2020) se emplea para impregnar un material textil mediante una solución, el sustrato se humedece e inmediatamente se pasa por medio de los cilindros de presión, es necesario realizar dos o tres operaciones para lograr la obtención y la fijación óptima del producto (pág. 45). En la **Figura 4** se aprecia el foulard del laboratorio de Textiles.



Figura 4. *Foulard Textil*

Fuente: (CTEX, 2022)

(Siliflame, 2018) menciona que: en la cuba del foulard se debe colocar la solución del baño con el producto y los auxiliares correspondientes para posteriormente pasar el sustrato uniformemente por medio de los rodillos. Los factores necesarios para una impregnación óptima sobre el tejido son:

- a) Velocidad de arrastre del textil
- b) Control de presión de rodillos exprimidores
- c) Tiempo de secado

2.3.4. Micro emulsión de silicona

La micro emulsión de silicona es una sustancia de tipo químico que presenta estabilidad al calor. Según (Chuga V, 2018) “la silicona es un compuesto que se logra encontrarlo en forma natural en la arena y cuarzo. Otro de sus componentes como el silicio que tiene buenas características a la resistencia y larga vida útil.

Su estructura es de tipo química y no se logra óptimos resultados al mezclar con otros compuestos que no sean compatibles, para ello es importante verificar la ficha técnica de los productos a emplear.” (Chuga V, 2018, pág. 53).

2.3.4.1. Propiedades de las siliconas.

Según (Rodríguez, 2010) afirma que “las siliconas confieren suavidad y propiedades tales como:

- a) Excelente circulación del baño
- b) No provoca precipitaciones en el textil
- c) Se disuelven de manera uniforme en el agua
- d) Aspecto incoloro, transparente y viscoso.
- e) Posee un pH de 4 a 6
- f) Elasticidad y flexibilidad duradera.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA.

3.1. Tipos de investigación

3.1.2. Investigación Analítica

Mediante la aplicación de micro emulsión de silicona en diferentes concentraciones por medio del proceso de impregnación se obtuvo diferentes resultados, que posteriormente fueron evaluados en el laboratorio de la Carrera de Textiles empleando la norma AATCC 128; 2013 y se realizó la calificación de cada muestra.

3.1.3. Investigación Experimental

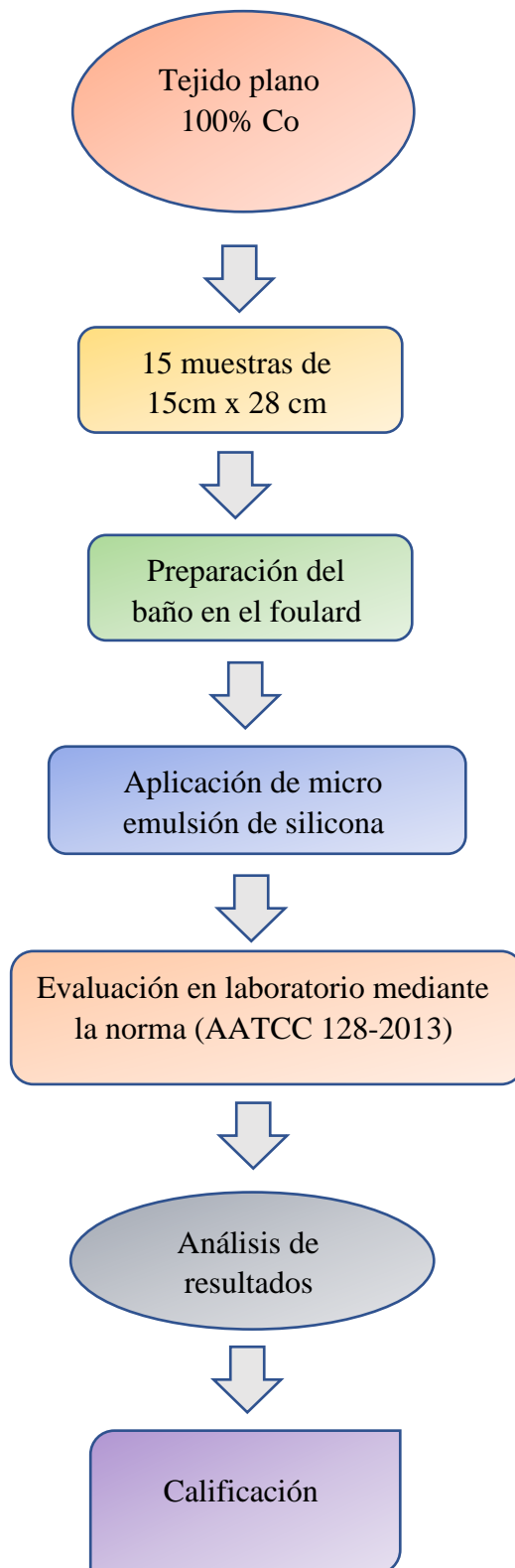
Esta investigación principalmente se basó en un acabado siliconado al tejido plano 100% Co, para ello se tomó en cuenta factores tales como cantidad de agua, pH, ácido acético, temperatura de termofijado, presión y condiciones ambientales.

3.1.4. Investigación Comparativa

Posterior al proceso de impregnación se dejó reposar las muestras por 24 h, además se realizó la comparación de ensayos con acabado siliconado y especímenes normalizados de la AATCC 128-2013.

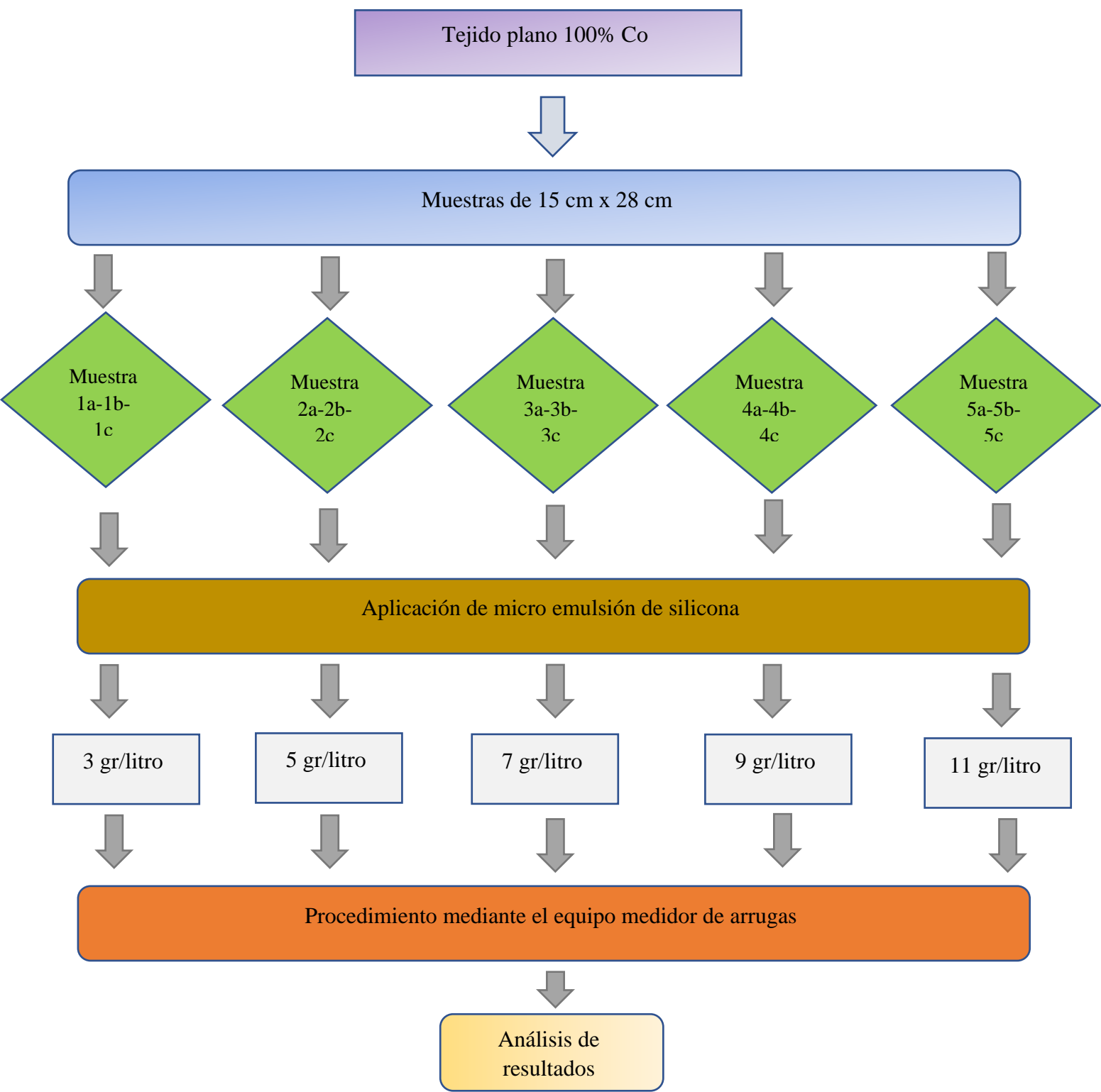
3.2. Diseño del proceso de aplicación del acabado

3.2.1. Diseño de flujograma general



Fuente: (Autor)

3.2.2. Diseño de flujograma muestral



Fuente: (Autor)

3.2.3. Procedimiento

- ✓ Para la ejecución de la investigación se adquirió tejido plano 100% Co tinturado.
- ✓ Se seccionó 15 muestras de 15 cm x 28 cm de acuerdo con lo establecido por la norma AATCC 128 (recuperación de arrugas).
- ✓ Se procedió a la preparación del baño en el foulard, añadiendo ácido acético hasta obtener una solución ácida (4-6), apta para adicionar micro emulsión de silicona.
- ✓ Una vez preparada la solución con silicona al 3, 5, 7, 9 y 11 gr/L mediante el equipo foulard, también se tomó en cuenta el pick up igual o mayor al 85%.
- ✓ Inmediatamente se procedió a realizar el termofijado con cada sustrato, en esta operación se tomó como referencia 150°C un tiempo de 2 min.
- ✓ Se realizó las pruebas en el laboratorio de la Carrera de Textiles, siguiendo el proceso establecido por la AATCC 128-2013 recuperación de arrugas.
- ✓ Posteriormente se dejó reposar por 24 h como lo establece la norma teniendo en cuenta las condiciones ambientales.
- ✓ Finalmente se procedió a la evaluación de las muestras con la asistencia de Ings técnicos para su respectiva calificación en los rangos establecidos del 1 a 5 de acuerdo con la norma de arrugado.

3.3. Equipos y materiales

Equipos de laboratorio:

- Vaso de precipitación
- Balanza
- Varilla de agitación
- Papel pH
- Foulard

Materiales para aplicación:

- Tejido plano 100% Algodón
- Micro emulsión de silicona
- Ácido acético
- Agua

Variables para considerar:

- Tiempo (min)
- Concentraciones (gr/litro)
- Presión (Psi)
- Temperatura (°C)
- Pick up (%)

3.3.1. Tejido plano

a) Caracterización del tejido

En la **Tabla 5** indica la densidad de urdimbre y trama del tejido plano 100% mediante el análisis y la utilización de lupa cuenta hilos.

Tabla 5. *Densidad del tejido*

Urdimbre (hilos)	Trama(pasadas)
34	50

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 6**, se indica el encogimiento del tejido plano, mediante la medición de 10 cm para posteriormente obtener el porcentaje en sentido longitudinal y transversal.

Tabla 6. *Porcentaje de encogimiento del tejido*

Urdimbre (%)	Trama (%)
4	6

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 7**. Peso de urdimbre y trama obtenido, este proceso se realizó mediante la utilización de la balanza del laboratorio de Textiles.

Tabla 7. *Peso de urdimbre y trama*

Urdimbre (g/m ²)	Trama(g/m ²)
0.0392	0.0416

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 8**. Peso de 1m² de tejido indica el peso de 1m² de tejido que se obtiene mediante la suma de urdimbre y trama respectivamente.

Tabla 8. *Peso de 1m² de tejido*

Datos	Peso
Urdimbre/trama (g/m ²)	0.0808

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 9**, se observa el armazón del tejido plano para este caso se realizó el análisis mediante el uso de la lupa cuenta hilos.

Tabla 9. *Armazones del tejido plano*

Orillo				Fondo			
				1	2	3	4
		X	X				
		X	X				
X	X						
X	X						

Fuente: (Autor)

3.3.2. Foulard

El foulard se empleó para realizar el acabado antiarrugas para ello se aplicó micro emulsión de silicona, además se tomó en cuenta parámetros tales como presión, velocidad y cantidad de agua.

También se controló el pick up del tejido que por lo general debe ser igual o mayor al 85% recomendable para acabados.

En la **Tabla 10**, se detallan los datos técnicos del foulard de laboratorio textil.

Tabla 10. Datos técnicos del foulard

Datos	Unidad
Potencia del motor	0.2 kW
Presión de aire comprimido	6 bar (90 psi)
Ancho de rolos	350 a 500 mm
Ancho útil	300 a 450 mm
Diámetro de los rolos	110 mm
Dureza de rolos	65 – 70 Shore
Velocidad	0,2 a 8,0 m/min
Contenido de baño en la tina	1200 ml

Fuente: (CTEX, 2022)

3.3.3. Ácido acético

El ácido acético es incoloro con olor similar al vinagre. (Zeiger C, 2018). Algunas propiedades físico - químicas se indican en la **Tabla 11**.

Tabla 11. *Propiedades físico- químicas del ácido acético.*

Propiedad	Unidad
Solubilidad	Miscible en agua
Punto de ebullición	118 °C
Punto de inflamación	39 °C
Punto de fusión	17°C

Fuente: (CTEX, 2022)

Según la ficha técnica, la micro emulsión de silicona debe estar dentro del rango 4 a 6 (ácida) y así lograr una disolución óptima en agua, por ende, se utilizó ácido acético para regular el pH de la solución

3.3.4. Micro emulsión de silicona

Es un producto de fácil aplicación y se emplea en algunos tratamientos superficiales especialmente en tejidos, a continuación, se detallan algunas características. (Mullo, 2021)

3.3.4.1. Características de la micro emulsión de silicona

- ✓ Excelente ablandador en tejidos de algodón
- ✓ Se diluye de 2 a 3 veces
- ✓ Confiere suavidad y elasticidad en telas de algodón
- ✓ Buena resistencia a químicos
- ✓ No reacciona con materiales

3.3.4.2. Métodos de aplicación de las siliconas

Se puede aplicar en diferentes áreas de industrias, dentro del ámbito textil se emplea a tejidos y se logra mediante la aplicación de:

1. Agotamiento

Para esta aplicación se debe tener en cuenta que el sustrato textil tenga carga iónica para que logre adherirse a sus fibras.

2. Impregnación

Para este caso se realiza el proceso en el foulard para ello es importante tener en cuenta algunos parámetros como temperatura, pH, concentraciones y pick up.

3.3.5. Recuperador de arrugas

El recuperador de arrugas se empleó para determinar la apariencia de los tejidos posterior al acabado, este equipo se utiliza para géneros de punto, plano y cualquier tipo de fibras o mezclas. Algunos textiles que no son estables o son gruesos tienden a enrollarse, sin embargo, son adecuados para su evaluación.

Para la obtención de resultados al emplear este dispositivo es necesario seguir los pasos necesarios que exige la norma, además tener en cuenta parámetros tales como tiempo, condiciones climáticas y dimensiones de las muestras.

El método del arrugado se logrará evaluar cuando se haya analizado cada una de las muestras luego de la comparación del antes y después de realizar el proceso de la norma AATCC 128-2013 tal como se indica en la **Figura 5**. (CTEX, 2022)

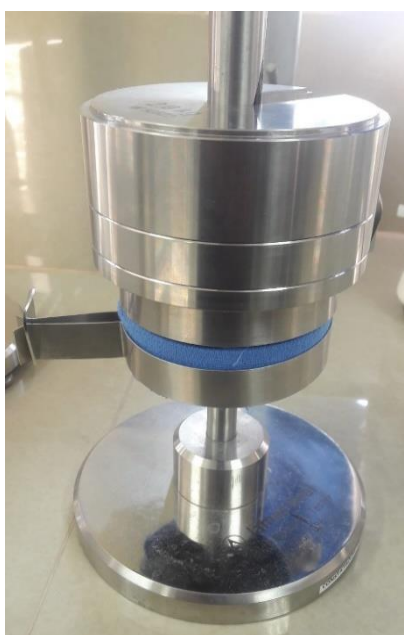


Figura 5. *Recuperador de arrugas*

Fuente: (Autor)

3.3.6. Túnel de secado

Es una mesa con una cinta que transporta el material que va a realizar el secado, por lo general resiste altas temperaturas que van hasta los 250 °C y además se logra regular la velocidad y medir la temperatura. Es importante tener en cuenta el tipo de material para este proceso, es importante ajustar los parámetros de la máquina para no causar daños en el material a termofijar.

Este equipo se empleó con el fin de lograr una mejor fijación de la micro emulsión de silicona sobre el sustrato textil. A continuación, se indica el túnel de secado en la **Figura 6**.



Figura 6. Túnel de secado

Fuente: (Autor)

3.3.7. Cámara de luces

Se utilizó para lograr una visualización de la apariencia y comparación de las muestras de arrugas con y sin el acabado siliconado, con el fin de realizar la calificación como lo establece la norma. Además, este equipo ayuda a asegurar la precisión y en sí verificar la calidad del textil para su análisis, a continuación, se muestra en la **Figura 7**.



Figura 7. Cámara de luces

Fuente: (Autor)

3.4. Normas

3.4.1. Norma para la recuperación de arrugas AATCC 128

3.4.2. Principio

Un espécimen de ensayo se arruga en condiciones atmosféricas en un dispositivo de formación de arrugas estándar bajo una carga predeterminada durante un período de tiempo prescrito.

La muestra se reacondiciona en la atmósfera estándar dejando en reposo de un tiempo estandarizado, para posteriormente evaluar por su apariencia de arrugas en comparación de 3 patrones de normalización dimensional que se establece por la norma. (ALPALA, 2016)

3.4.3. Terminología

El aspecto liso o suave en las telas, brinda una impresión visual de una muestra cuantificada en comparación a un conjunto de estándares de normalización.

La recuperación de arrugas es una propiedad que posee el tejido lo que puede recuperarse de deformaciones plegables dependiendo de su estado de doblez.

3.4.4. Precauciones de seguridad

Las precauciones de seguridad son solo informativas. Las precauciones son auxiliares durante los procedimientos de prueba no pretenden ser inclusivas por lo cual se debe realizar con responsabilidad del usuario y utilizar técnicas inconcusas para el manejo de materiales del ensayo.

Los productos manufacturados se deben consultar para lograr la obtención de detalles específicos, como hojas de seguridad de los materiales a emplear y recomendaciones del fabricante. Las normas y reglas de OSHA deben ser consultadas antes de realizar este método de ensayo.

3.4.5. Equipos y materiales

- Réplica tridimensional de recuperación de las arrugas AATCC 128.
- La sala debe estar en condiciones estándar $21 \pm 1\text{C}$ ($70 \pm 2\text{ F}$) y $65 \pm 2\% \text{ RH}$.
- Colgadores de reposo para los tejidos.
- Área de iluminación y evaluación en una sala oscura utilizando la disposición de iluminación superior.

3.4.6. Prototipo de prueba

- Tomar prototipos para ensayo del tejido plano 100% Co con acabado siliconado para ser probado, deben ser cortadas con una medida estándar que debe ser de 15cm x 28cm (6 x 11 pulgadas). Identificar cada espécimen a lo largo de un borde del lado de la cara.
- Estado de muestras para un mínimo de 8 horas a $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($70 \pm 2^{\circ}\text{F}$) y 65 ± 2 humedad relativa. (ALPALA, 2016)

3.4.7. Procedimiento

- Realizar el procedimiento a los $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($70 \pm 2^{\circ}\text{F}$) y $65 \pm 2\%$ de HR. Realzar la brida superior del probador de arrugas y mantener en posición con el pasador de seguridad.
- Envolver el borde largo (28 x 11 pulgadas) de la muestra alrededor de la brida superior del probador de arrugas AATCC con el lado del espécimen en el exterior y sostenerlo en posición usando el resorte y la abrazadera.
- Colocar los extremos de las muestras de forma que queden en sentidos opuestos a la abertura de la abrazadera.
- Envolver el borde largo opuesto de la muestra alrededor de la brida inferior.
- Ajustar la muestra extendiendo desde el borde inferior, hasta que quede liso, sin oscilar entre las bridas tanto superior e inferior.
- Retirar el pasador de seguridad y bajar la pestaña superior suavemente con la hasta que se pare.
- Seguidamente colocar un total de 3500 gr de peso en la pestaña superior e inspeccionar el tiempo adecuado.
- Posteriormente de 20 minutos, retirar los muelles y abrazaderas, aumentar la brida superior y retire con cuidado la muestra del probador con el fin de no distorsionar las arrugas inducidas.
- Con una pequeña manipulación, ubicar cada una de las muestras en la superficie.
- Consecutivamente de 24 h en la atmósfera estándar, retire suavemente las muestras al área de evaluación. (ALPALA, 2016)



Figura 8. Pesas para recuperador de arrugas

Fuente: (Andrango M, 2018)

3.4.8. Evaluación

- Tres asistentes con experiencia en el ensayo apreciarán cada muestra de ensayo de forma independiente.
- Colocar la muestra en el tablero de visión. Colocar réplicas de plástico tridimensionales a cada lado de la muestra de ensayo para facilitar la clasificación comparativa.
- La luz fluorescente de arriba debe ser la única fuente de luz para el tablero de visión, y todas las demás luces de la habitación debe ser desactivado.
- Ha sido la experiencia de muchos observadores de que la luz reflejada por las paredes laterales cerca del tablero de visualización puede interferir con los resultados de la calificación.
- El observador debe estar de pie directamente delante de la muestra 4 pies de distancia del tablero. Se ha encontrado que las variaciones normales en la altura del observador por encima y por debajo del nivel de los ojos 5-ft arbitraria no tienen ningún efecto significativo sobre la calificación otorgada.
- Asignar el número de la réplica que más se coincide con la aparición de las muestras de ensayo.
- Una calificación No.5 es equivalente a la WR-5 Réplica y representa el aspecto más suave y mejor retención de la apariencia original, mientras que una valoración No. 1 es equivalente a la WR - 1 Réplica y representa el aspecto más pobre y la retención más pobre de aspecto original.
- Del mismo modo, el observador clasifica independientemente cada una de las otras dos muestras de ensayo. Los otros dos observadores proceder de la misma manera la asignación de calificaciones de forma independiente. (ALPALA, 2016)



Figura 9. *Patrones para calificación*

Fuente: (Andrango M, 2018)

3.4.9. Cálculos y reportes

- Promedio de las nueve observaciones realizadas en cada tejido de ensayo (tres juicios sobre cada uno de los tres especímenes).

3.4.10. Precisión y tendencia

- La precisión no ha sido establecida hasta que se genere una declaración de precisión para este ensayo, utilizar técnicas estadísticas estándar al hacer cualquier comparación de los resultados de la prueba, dentro de los promedios de laboratorio.
- Tendencia. La recuperación de arrugas de las telas (método de aparición), solo se puede definir en términos de un método de ensayo.(Probador, 2019)

3.5. Pruebas de laboratorio

3.5.1. Aplicación de micro emulsión de silicona por el método de impregnación

Para proceder al acabado siliconado se realizaron 15 ensayos de la siguiente manera: ensayos (1a, 1b, 1c) con 3 g/L; (2a, 2b, 2c) se empleó 5 g/L; (3a, 3b, 3c) se utilizó 7 g/L ; (4a, 4b, 4c) 9 g/L y muestras (5a, 5b, 5c) 11 g/L de micro emulsión de silicona respectivamente, para lo cual se tomó en cuenta las cantidades antes mencionadas y especificaciones del proceso tal como se indica en la **Tabla 12** a **Tabla 26**.

En la siguiente tabla se indica valores que se tomaron en cuenta en el ensayo 1a, así como también la cantidad de producto siliconado que se aplicó al sustrato textil.

Tabla 12. *Especificaciones de ensayo 1a.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.201 g
Peso de la muestra en húmedo	11.591 g
Composición	100 % Co
Pick Up	86.92 %
Agua	1000 ml
pH	5.11
Micro emulsión de silicona	3 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 13** indica factores que se tomaron en cuenta durante el proceso de impregnación y para el ensayo 1b se utilizó 3 g/L de silicona.

Tabla 13. *Especificaciones de ensayo 1b.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.200 g
Peso de la muestra en húmedo	11.620 g
Composición	100% Co
Pick Up	87.42 %
Agua	1000 ml
pH	5.11
Micro emulsión de silicona	3 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 14** indica que se utilizó 3 g/L de silicona y valores que se obtuvieron en el proceso de impregnación.

Tabla 14. *Especificaciones de ensayo 1c.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.039 g
Peso de la muestra en húmedo	11.628 g
Composición	100% Co
Pick Up	88.22 %
Agua	1000 ml
pH	5.11
Micro emulsión de silicona	3 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 15** indica especificaciones del ensayo 2a y factores que se tuvieron en cuenta durante el proceso de impregnación.

Tabla 15. *Especificaciones de ensayo 2a.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.212 g
Peso de la muestra en húmedo	11.685 g
Composición	100% Co
Pick Up	88.10 %
Agua	1000 ml
pH	4.80
Micro emulsión de silicona	5 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 16** se utilizó 5 g/L de micro emulsión de silicona y a continuación se detallan valores obtenidos del ensayo 2b.

Tabla 16. *Especificaciones de ensayo 2b.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.124 g
Peso de la muestra en húmedo	11.544 g
Composición	100% Co
Pick Up	88.50 %
Agua	1000 ml
pH	4.80
Micro emulsión de silicona	5 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 17** se utilizó 5 g/L de micro emulsión de silicona mediante el método de impregnación a continuación se detallan valores del ensayo 2c.

Tabla 17. *Especificaciones de ensayo 2c.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.109 g
Peso de la muestra en húmedo	11.604 g
Composición	100% Co
Pick Up	89.95 %
Agua	1000 ml
pH	4.80
Micro emulsión de silicona	5 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 18** se empleó 7 g/L de micro emulsión de silicona mediante el método de impregnación.

Tabla 18. *Especificaciones de ensayo 3a.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.205 g
Peso de la muestra en húmedo	11.500 g
Composición	100% Co
Pick Up	82.11 %
Agua	1000 ml
pH	5.03
Micro emulsión de silicona	7 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 19** se utilizó 7 g/L de micro emulsión de silicona mediante el método de impregnación.

Tabla 19. *Especificaciones de ensayo 3b.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.146 g
Peso de la muestra en húmedo	11.570 g
Composición	100% Co
Pick Up	88.25 %
Agua	1000 ml
pH	5.03
Micro emulsión de silicona	7 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 20** se detalla valores obtenidos en el proceso de impregnación y para este proceso se aplicó 7 g/L de micro emulsión de silicona.

Tabla 20. *Especificaciones de ensayo 3c.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.356 g
Peso de la muestra en húmedo	11.861 g
Composición	100% Co
Pick Up	86.61 %
Agua	1000 ml
pH	5.03
Micro emulsión de silicona	7 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 21** se detalla valores correspondientes al ensayo 4a y se aplicó 9 g/L de micro emulsión de silicona.

Tabla 21. *Especificaciones de ensayo 4a.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.041 g
Peso de la muestra en húmedo	11.240 g
Composición	100% Co
Pick Up	86.06 %
Agua	1000 ml
pH	4.99
Micro emulsión de silicona	9 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 22** se empleó 9 g/L de micro emulsión de silicona para el ensayo 4b mediante el método de impregnación.

Tabla 22. *Especificaciones de ensayo 4b.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.11 g
Peso de la muestra el húmedo	11.449 g
Composición	100% Co
Pick Up	87.38 %
Agua	1000 ml
pH	4.99
Micro emulsión de silicona	9 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 23** se detalla el ensayo 4c y se empleó 9 g/L de micro emulsión de silicona para ello se tomó como referencia un pick mayor al 85 %.

Tabla 23. *Especificaciones de ensayo 4c.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.197 g
Peso de la muestra en húmedo	11.539 g
Composición	100% Co
Pick Up	86.20 %
Agua	1000 ml
pH	5
Micro emulsión de silicona	9 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 24** indica especificaciones del ensayo 5a, para ello se utilizó 11 g/L de micro emulsión de silicona y 0.3 g/L de ácido acético.

Tabla 24. *Especificaciones de ensayo 5a.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.305 g
Peso de la muestra en húmedo	11.684 g
Composición	100% Co
Pick Up	85.31 %
Agua	1000 ml
pH	4.77
Micro emulsión de silicona	11 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 25** indica valores y cantidades empleadas en el proceso de impregnación, para el ensayo se utilizó 11 g/L de micro emulsión de silicona.

Tabla 25. *Especificaciones de ensayo 5b.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.305 g
Peso de la muestra en húmedo	11.684 g
Composición	100% Co
Pick Up	86.84 %
Agua	1000 ml
pH	4.77
Micro emulsión de silicona	11 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

En la **Tabla 26** indica el ensayo 5c para ello se utilizó 11 g/L de micro emulsión de silicona y 0.3 g/L de ácido acético.

Tabla 26. *Especificaciones de ensayo 5c.*

Datos	Parámetros
Peso de la muestra en seco	6.335 g
Peso de la muestra en húmedo	11.840 g
Composición	100% Co
Pick Up	86.89 %
Agua	1000 ml
pH	4.77
Micro emulsión de silicona	11 g/L
Ácido acético	0.3 g/L

Fuente: (Autor)

3.5.2. Parámetros para proceso de impregnación

En la **Tabla 27** se describe los parámetros que se utilizó para el proceso de impregnación.

Tabla 27. *Tabla general de parámetros de impregnación.*

Máquina	Temperatura	Velocidad	Presión
Foulard	20 °C	8 m/min	4 bar

Fuente: (Autor)

3.5.3. Parámetros para proceso de termo fijado

Para el termofijado se empleó el túnel de secado de la Carrera de Textiles, lo cual se tomaron en cuenta parámetros como se indica en la **Tabla 28**.

Tabla 28. *Parámetros del secado*

Tipo de máquina	Túnel de secado
Velocidad	3 m/min
Temperatura	150°C

Fuente: (Autor)

Una vez finalizado la impregnación en la **Figura 10** se visualiza el proceso de secado de las diferentes muestras, para ello fue indispensable realizar calibraciones tanto de velocidad como temperatura adecuada para este tipo de tejidos.



Figura 10. *Proceso de secado.*

Fuente: (Autor)

Posterior al secado se dejó reposar por 24 h para posteriormente analizar cada espécimen en el equipo recuperador de arrugas siguiendo las indicaciones de la norma AATCC 128-2013.

3.5.4. Prueba de recuperación a las arrugas (Método AATCC 128)

Se utilizó el equipo recuperador de arrugas para ello se tomó en cuenta el tiempo (min) y peso (Kg) aplicado a cada muestra según lo establece la norma, como se visualiza en la **Tabla 29**.

Tabla 29. *Ensayos para pruebas de arrugas*

Muestra	Peso de muestra en seco	Peso aplicado	Tiempo (min)
1 a	6.201 g	3.5 Kg	20
1 b	6.200 g	3.5 Kg	20
1 c	6.029 g	3.5 Kg	20
2 a	6.212 g	3.5 Kg	20
2 b	6.124 g	3.5 Kg	20
2 c	6.109 g	3.5 Kg	20
3 a	6.205 g	3.5 Kg	20
3 b	6.146 g	3.5 Kg	20
3 c	6.353 g	3.5 Kg	20
4 a	6.041 g	3.5 Kg	20
4 b	6.118 g	3.5 Kg	20
4 c	6.197g	3.5 Kg	20
5 a	6.305 g	3.5 Kg	20
5 b	6.336 g	3.5 Kg	20
5 c	6.335 g	3.5 Kg	20

Fuente: (Autor)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Resultados de pruebas

Una vez realizado el proceso de impregnación de cada muestra en el laboratorio de la Carrera de Textiles y posteriormente calificado en la cámara de luces con la asistencia de Ings técnicos, se obtuvo los siguientes resultados tanto del ensayo cero-sin acabado y con micro emulsión de silicona como se indica en la **Figura 11** hasta **Figura 26**.

Para el espécimen sin tratar se valoró con una calificación de 1, es decir el tejido posee un alto índice de arrugas de acuerdo como lo valora la norma AATCC 128-2013 como se indica a continuación.



Figura 11. Resultado de ensayo 0.

Fuente: (Autor)

Ensayo 1a.- Se obtuvo una calificación 2 teniendo una estimación ineficiencia en cuanto a valoración de acuerdo con la norma.

En la **Figura 12** se indica la muestra 1a una vez aplicado 3 g/L de micro emulsión de silicona y se calificó con 2, es decir presentó una mejora a comparación con el ensayo 0 que se visualiza a lado izquierdo de la siguiente imagen.



Figura 12. Resultado de ensayo 1a

Fuente: (Autor)

Ensayo 1b.- se logró un resultado similar al ensayo 1a aplicando 3g/L de micro emulsión de silicona obteniendo una calificación de 2 y para ello disminuyó un cierto grado de arrugado a comparación con la muestra 0 tal como se indica en la parte izquierda de la **Figura 13**.



Figura 13. Resultado de ensayo 1b.

Fuente: (Autor)

Ensayo 1c.- Se obtuvo una calificación de 2 cabe mencionar que se aplicó 3 g/L de micro emulsión de silicona, similar a los ensayos 1a y 1b respectivamente, en la **Figura 14** se logra apreciar un tejido de mejor apariencia a comparación del espécimen 0 que se indica al lado izquierdo de la siguiente imagen.



Figura 14. Resultado de ensayo 1c.

Fuente: (Autor)

Ensayo 2a.- Se utilizó 5 g/L de micro emulsión de silicona y una vez comparada con la muestra estándar se evaluó con 4 como se indica en la **Figura 15** es decir mejoró los resultados en comparación con los ensayos de 1a, 1b y 1c que se aplicó menor cantidad de producto.

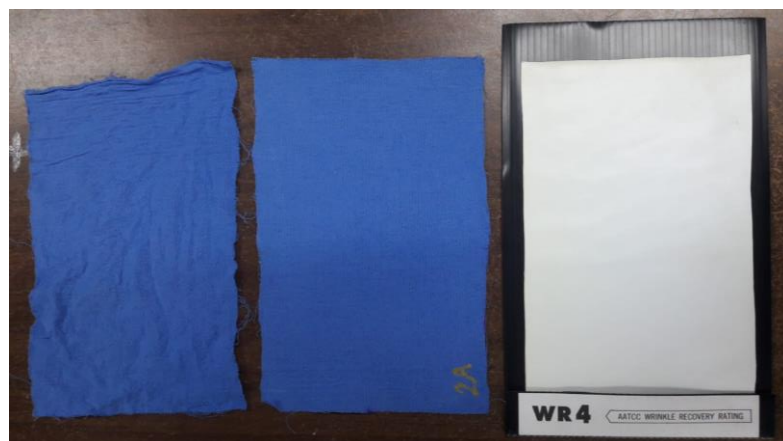


Figura 15. Resultado de ensayo 2a.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda.

Ensayo 2b.- Para este ensayo se empleó 5 g/L de micro emulsión de silicona y se calificó con 4, es decir se obtuvo buenos resultados y el tejido presentó mejor apariencia y se minimizó las arrugas tal como se indica en la **Figura 16**.

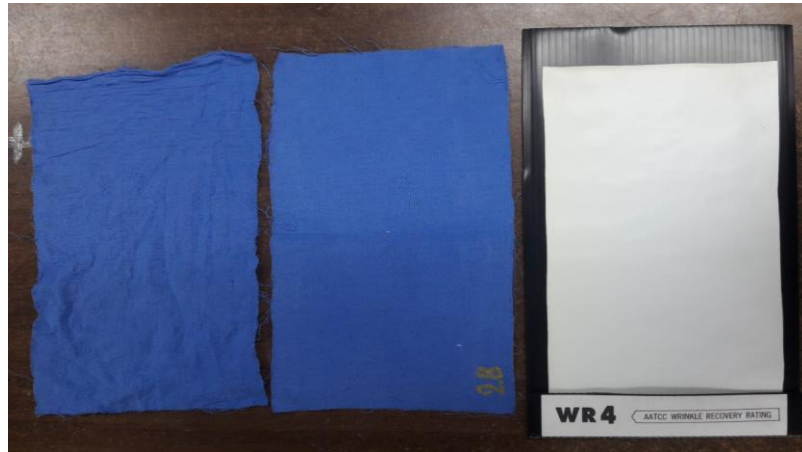


Figura 16. Resultado de ensayo 2b.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda

Ensayo 2c.- Se empleó 5 g/L de silicona y luego de su calificación se valoró con 4, es decir un resultado aceptable. En la **Figura 17** se observa la muestra 2c y su diferencia con el ensayo 0 que se indica al lado izquierdo de la siguiente imagen.



Figura 17. Resultado de ensayo 2c.

Fuente: (Autor)

Ensayo 3a.- Se utilizó 7 g/L y se obtuvo resultados muy favorables y se valoró con una calificación de 4.5 debido a que existió diferencia a comparación con la muestra 0 que se observa a lado izquierdo de la **Figura 18**.



Figura 18. Resultado de ensayo 3a.

Fuente: (Autor)

Ensayo 3b.- Los resultados fueron semejantes al ensayo 3a tal como se indica en la **Figura 19** logrando una apariencia con mejoría, por lo cual luego de su evaluación se calificó con 4.5, cabe mencionar que se aplicó 7 g/L de micro emulsión de silicona.



Figura 19. Resultado de ensayo 3b.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda

Ensayo 3c.- los resultados fueron similares a las muestras 3a y 3b debido a que se aplicó la misma cantidad de micro emulsión de silicona y se evaluó con 4.5, valoración sobresaliente respecto al tejido sin tratar, tal como se indica al lado izquierdo de la **Figura 20**.



Figura 20. Resultado de ensayo 3c.

Fuente: (Autor)

Ensayo 4a.- Se obtuvo una calificación de 4.5 luego de analizar con las muestras estandarizadas, sus cambios son muy notorios como se visualiza en la **Figura 21** por lo cual los resultados son buenos a comparación con el tejido que no contiene ningún acabado que se indica a lado izquierdo de la siguiente imagen.



Figura 21. Resultado de ensayo 4a.

Fuente: (Autor)

Ensayo 4b.- Se aplicó 9 g/l de micro emulsión de silicona y se ponderó con una calificación de 4.5 los resultados fueron semejantes al aplicar 7 g/L en las muestras 3a, 3b y 3c respectivamente, en la **Figura 22** se indica el ensayo 4b con una mínima cantidad de arrugas en su superficie.



Figura 22. Resultado de ensayo 4b.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda

Ensayo 4c.- Se empleó 9 g/L luego de la evaluación se ponderó con una calificación de 4.5, en la **Figura 23** se indica el resultado muy notorio a comparación con la muestra 0 tal como se visualiza a lado izquierdo de la siguiente imagen.

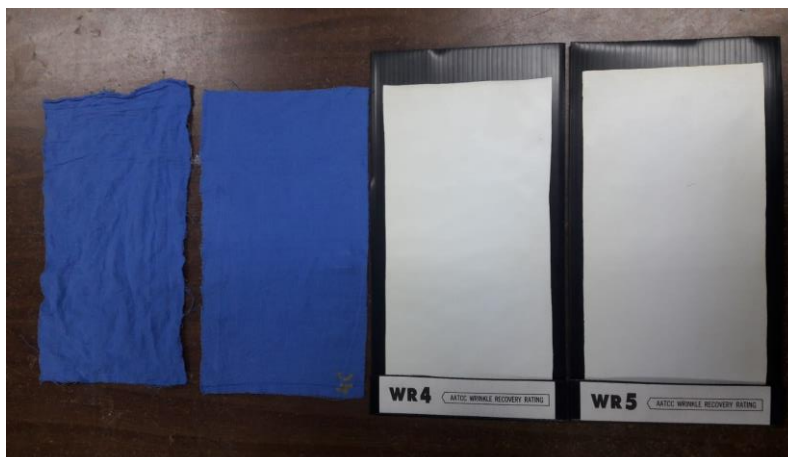


Figura 23. Resultado de ensayo 4c.

Fuente: (Autor)

Ensayo 5a.- Se obtuvo excelentes resultados y se obtuvo una calificación de 5 debido a luego de la evaluación no se logró visualizar apariencia rugosa, tal como se visualiza en la **Figura 24** para ello se aplicó 11g/L de micro emulsión de silicona.



Figura 24. Resultado de ensayo 5a.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda.

Ensayo 5b.- Los resultados fueron excelentes al igual que el ensayo 5a, igualmente se aplicó 11g /L y luego de una evaluación se calificó con 5 en la **Figura 25** se logra visualizar el tejido posteriormente al acabado siliconado.



Figura 25. Resultado de ensayo 5b.

Fuente: (Autor)

Nota: Muestra 0 (sin acabado) se indica en la parte izquierda.

Ensayo 5c.- Se obtuvo resultados excelentes, se aplicó 11 g/L de micro emulsión de silicona y se valoró con 5, resultado excelente según la norma, por lo que se puede afirmar que es una receta óptima en este tipo de tejido como se indica en la **Figura 26**.



Figura 26. Resultado de ensayo 5c.

Fuente: (Autor)

4.2. Comparación de resultados

Se procedió a realizar una comparación entre muestras con acabado siliconado y ensayo 0 es decir sin ningún tratamiento, como se indica en la **Figura 27**, en la cual se logra apreciar en la parte superior de la imagen corresponde a valores del tejido sin tratar (0) y la parte inferior a ensayos 1a, 1b y 1c aplicado 3 g/L de micro emulsión de silicona dando una calificación de 2 es decir se obtuvo un resultado bueno, a continuación se indica las ponderaciones mediante la simbología de los diferentes colores.

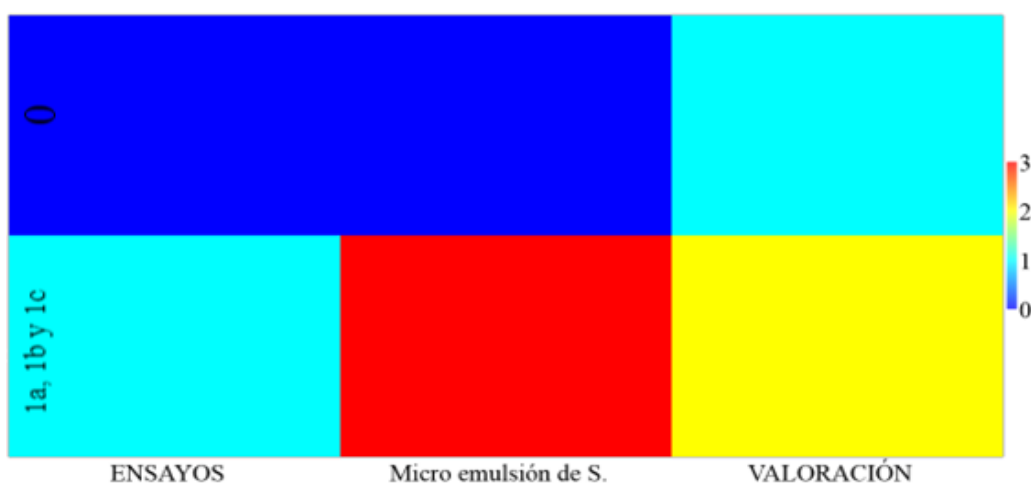


Figura 27. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 1a, 1b, 1c.

Fuente: (Autor)

En la **Figura 28** corresponde a los ensayos 2a, 2b y 2c, luego de aplicar 5 g/L de micro emulsión de silicona se valoró con 4. Para la muestra 0 sin acabado se indica los dos cuadros superiores teniendo resultado de 1, mediante los diferentes colores se indica su valoración y cantidad de producto aplicado.

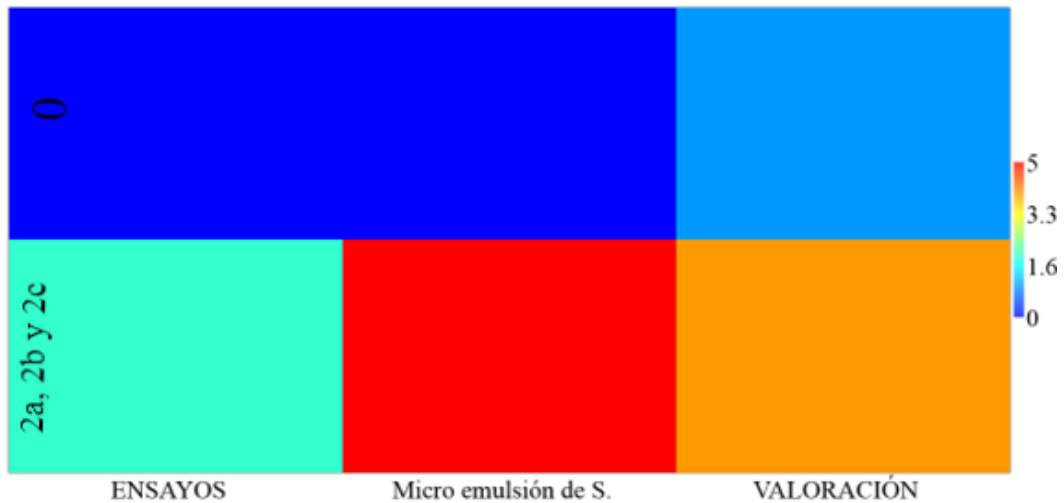


Figura 28. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 2a, 2b, 2c

Fuente: (Autor)

Para los ensayos 3a, 3b y 3c se aplicó 7 g/L por lo cual luego de su evaluación con las muestras estandarizadas según la norma AATCC 128:2013 se realizó la calificación de 4.5 como se indica en **Figura 29** es decir se obtuvo un resultado excelente y existió una gran mejora a comparación del ensayo 0 sin acabado siliconado, a continuación, se indica mediante la simbología de colores las diferentes cantidades y valoraciones.

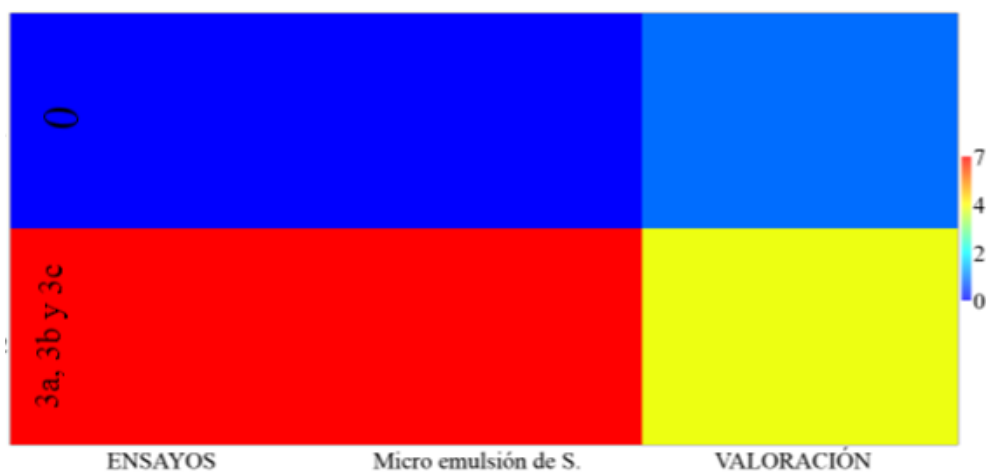


Figura 29. Comparación entre ensayo 0 y ensayos 3a, 3b, 3c

Fuente: (Autor)

Para los ensayos 4a, 4b y 4c, se aplicó 9 g/L de micro emulsión de silicona y se valoró con 4.5, es decir hubo una mejora a comparación de la muestra 0 (sin acabado), como se indica en la **Figura 30** representado las valoraciones y cantidades de micro emulsión de silicona mediante colores.

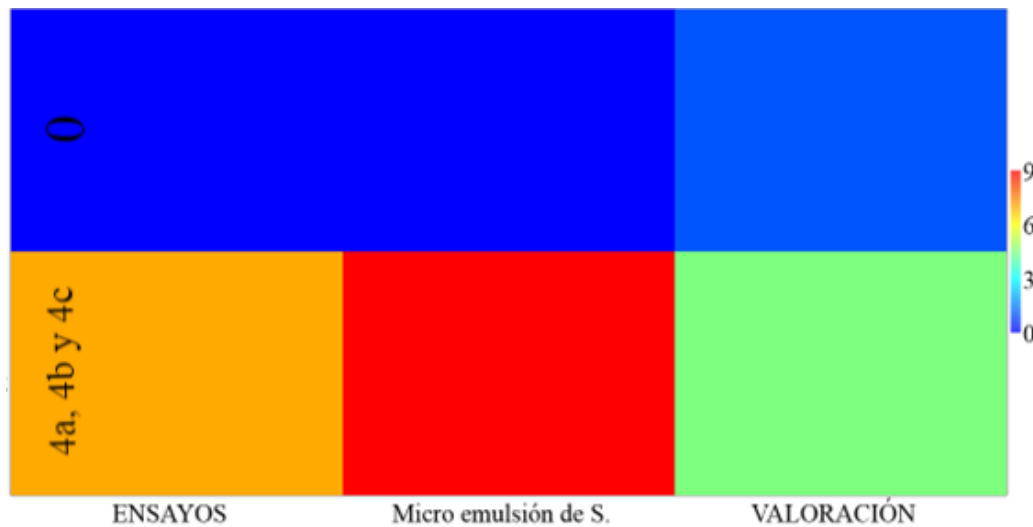


Figura 30. Comparación entre ensayo 0 ensayos 4a, 4b, 4c

Fuente: (Autor)

Finalmente, los ensayos 5a, 5b y 5c una vez realizado la evaluación se valoró con una calificación de 5 como se indica en la **Figura 31** es decir un acabado excelente de acuerdo con lo establecido por la norma, a comparación de la muestra 0 que posee una apreciación mínima de 1, tal como indica la siguiente imagen.

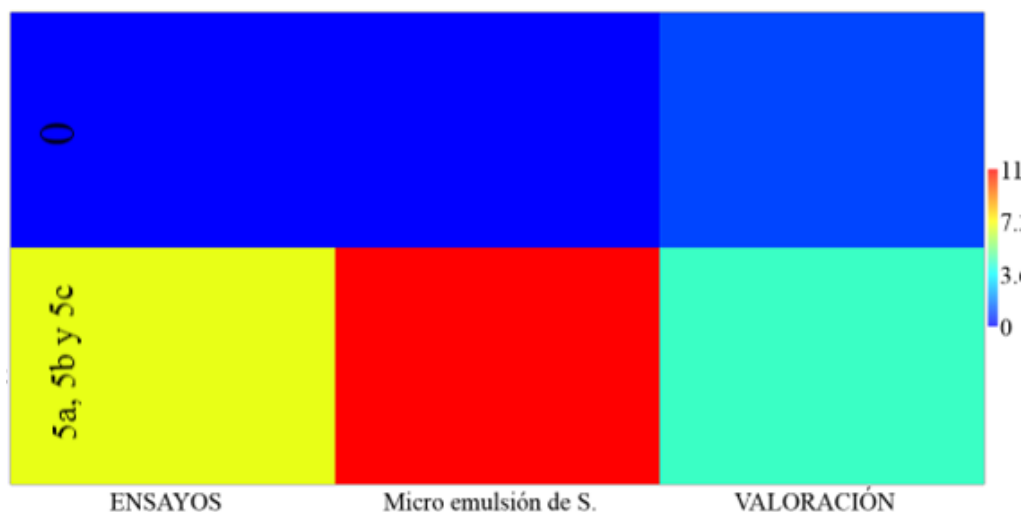


Figura 31. Comparación de ensayo y ensayos 5a, 5b, 5c.

Fuente: (Autor)

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Tabla de resultados de recuperación de arrugas

En la *Tabla 30* se muestran los resultados posteriores a la aplicación de micro emulsión de silicona, para lo cual se realizó la calificación de acuerdo con la norma AATCC 128-2013.

Tabla 30. *Tabla de resultados de recuperación de arrugas.*

Número de ensayo	Cantidad de micro emulsión de silicona (g/L)	Calificación según norma AATCC 128
0	0	1
1a	3	2
1b	3	2
1c	3	2
2a	5	4
2b	5	4
2c	5	4
3a	7	4.5
3b	7	4.5
3c	7	4.5
4a	9	4.5
4b	9	4.5
4c	9	4.5
5a	11	5
5b	11	5
5c	11	5

Nota: Todos los ensayos se analizaron de acuerdo con lo establecido por la norma AATCC 128 (Recuperador de arrugas); **g/L** indica gramos/ litro de silicona utilizada para cada ensayo; **Calificación 1** indica malo, **Calificación 2** indica insuficiente; **Calificación 3** indica regular; **Calificación 4** indica bueno; **Calificación 5** indica excelente.

4.3.2. Normalidad de los datos

En la **Figura 32** se indica la normalidad de datos una vez obtenido resultados de pruebas de laboratorio acerca de la recuperación de arrugas, en el cual se comprueba que el valor de p normal en cada uno de los autores es mayor que 0.05, es decir la hipótesis es aceptada.

Tests for normal distribution							
	0	1a	1b	1c	2a	2b	2c
N	2	2	2	2	2	2	2
Shapiro-Wilk W	1	1	1	1	1	1	1
p(normal)	1	1	1	1	1	1	1
Anderson-Darling A	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505
p(normal)	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
p(Monte Carlo)	1	1	1	1	1	1	1
Lilliefors L	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602
p(normal)	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765
p(Monte Carlo)	1	1	1	1	1	1	1
Jarque-Bera JB	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
p(normal)	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465
p(Monte Carlo)	0,8949	0,8942	0,8967	0,8988	0,9	0,8945	0,8977

Figura 32. Normalidad de datos de ensayos 0, 1a, 1b y 1c.

Fuente: (Autor)

Para los ensayos 3a, 3b, 3c, 4a, 4b y 4c se logra visualizar la normalidad de datos en la **Figura 33** en el cual según los 5 autores posee resultados de $p > 0,05$ dando una confiabilidad del 95% de resultados en cuanto a recuperación de arrugas.

Tests for normal distribution						
	3a	3b	3c	4a	4b	4c
N	2	2	2	2	2	2
Shapiro-Wilk W	1	1	1	1	1	1
p(normal)	1	1	1	1	1	1
Anderson-Darling A	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505	0,2505
p(normal)	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267	0,2267
p(Monte Carlo)	1	1	1	1	1	1
Lilliefors L	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602	0,2602
p(normal)	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765	0,7765
p(Monte Carlo)	1	1	1	1	1	1
Jarque-Bera JB	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
p(normal)	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465	0,8465
p(Monte Carlo)	0,8964	0,8992	0,8946	0,9002	0,9025	0,8974

Figura 33. Normalidad de datos de ensayos 3a, 3b, 3c, 4a, 4b y 4c.

Fuente:(Autor)

Para los ensayos 5a, 5b y 5c según los resultados arrojados se logra visualizar en la **Figura 34** que los 5 autores presentan una calificación mayor a 0,05 obteniendo valores confiables en las muestras analizadas.

	5a	5b	5c
N	2	2	2
Shapiro-Wilk W	1	1	1
p(normal)	1	1	1
Anderson-Darling A	0,2505	0,2505	0,2505
p(normal)	0,2267	0,2267	0,2267
p(Monte Carlo)	1	1	1
Lilliefors L	0,2602	0,2602	0,2602
p(normal)	0,7765	0,7765	0,7765
p(Monte Carlo)	1	1	1
Jarque-Bera JB	0,3333	0,3333	0,3333
p(normal)	0,8465	0,8465	0,8465
p(Monte Carlo)	0,9005	0,8971	0,9021

Figura 34. Normalidad de datos de ensayo 5a, 5b, 5c.

Fuente: (Autor)

4.3.3. Análisis de la varianza

Se utilizó para comparar varianzas entre varios grupos o más conocida como ANOVA, para lo cual se llevó a cabo mediante el Past 4 en el cual se obtuvo los resultados de cada uno de los ensayos como se indica en la **Figura 35**.

Para el ensayo 0 se logra apreciar un coeficiente de variación de 141,42 debido a que en esta muestra no se aplicó ningún acabado en comparación con las demás que poseen una diferencia de manera consecutiva.

Univariate statistics							
	0	1a	1b	1c	2a	2b	2c
N	2	2	2	2	2	2	2
Min	0	2	2	2	4	4	4
Max	1	3	3	3	5	5	5
Sum	1	5	5	5	9	9	9
Mean	0,5	2,5	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5
Std. error	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Variance	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Stand. dev	0,7071068	0,7071068	0,7071068	0,7071068	0,7071068	0,7071068	0,7071068
Median	0,5	2,5	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5
25 prcnil	0	2	2	2	4	4	4
75 prcnil	1	3	3	3	5	5	5
Skewness	0	0	0	0	0	0	0
Kurtosis	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75
Geom. mean	0	2,44949	2,44949	2,44949	4,472136	4,472136	4,472136
Coeff. var	141,4214	28,28427	28,28427	28,28427	15,71348	15,71348	15,71348

Figura 35. Análisis de la varianza de ensayos 0, 1a, 1b, 1c, 2a, 2b y 2c.

Fuente: (Autor)

En la **Figura 36** se aprecia el análisis de varianza de los ensayos 3a, 3b, 3c, (7g/L); 4a, 4b y 4c (9g/L) de micro emulsión de silicona aplicada, para lo cual se mantiene la variación es decir considerable de acuerdo con el ANOVA.

	3a	3b	3c	4a	4b	4c
N	2	2	2	2	2	2
Min	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Max	7	7	7	9	9	9
Sum	11,5	11,5	11,5	13,5	13,5	13,5
Mean	5,75	5,75	5,75	6,75	6,75	6,75
Std. error	1,25	1,25	1,25	2,25	2,25	2,25
Variance	3,125	3,125	3,125	10,125	10,125	10,125
Stand. dev	1,767767	1,767767	1,767767	3,181981	3,181981	3,181981
Median	5,75	5,75	5,75	6,75	6,75	6,75
25 prcnil	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
75 prcnil	7	7	7	9	9	9
Skewness	0	0	0	0	0	0
Kurtosis	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75
Geom. mean	5,612486	5,612486	5,612486	6,363961	6,363961	6,363961
Coeff. var	30,74377	30,74377	30,74377	47,14045	47,14045	47,14045

Figura 36. Análisis de varianza de ensayos 3a, 3b, 3c, 4a, 4b y 4c.

Fuente: (Autor)

A continuación se indica las muestras 5a, 5b y 5c y los valores del Cv no varían debido a que los 3 ensayos se aplicó la misma dosis de micro emulsión silicona a comparación con los demás ensayos que sí existe una cierta variación como se muestra en la **Figura 37**.

	5a	5b	5c
N	2	2	2
Min	5	5	5
Max	11	11	11
Sum	16	16	16
Mean	8	8	8
Std. error	3	3	3
Variance	18	18	18
Stand. dev	4,242641	4,242641	4,242641
Median	8	8	8
25 prcnil	5	5	5
75 prcnil	11	11	11
Skewness	0	0	0
Kurtosis	-2,75	-2,75	-2,75
Geom. mean	7,416198	7,416198	7,416198
Coeff. var	53,03301	53,03301	53,03301

Figura 37. Análisis de varianza de ensayos 5a, 5b y 5c.

Fuente: (Autor)

4.4. Análisis e interpretación de resultados de recuperación de arrugas

En la **Figura 38** representa los resultados de recuperación de recuperación de arrugas en el cual indica cada una de las muestras, la cantidad de micro emulsión de silicona aplicada y su valoración para cada una de ellas.

Además, se logra constatar que al aplicar en diferentes concentraciones existió una variación y disminución de arrugado al comparar con la muestra 0. En la siguiente figura de color gris oscuro indica la calificación de cada espécimen, mientras el gris claro menciona la cantidad de silicona aplicada.

En cuanto a resultados obtenidos la de menor valoración es la muestra 0, sin acabado obteniendo una valoración de 1, mientras la calificación más alta se aprecia en los ensayos 5a, 5b y 5c respectivamente por lo que se tiene una calificación de 5 tal como se indica a continuación.

■ 1
■ 2

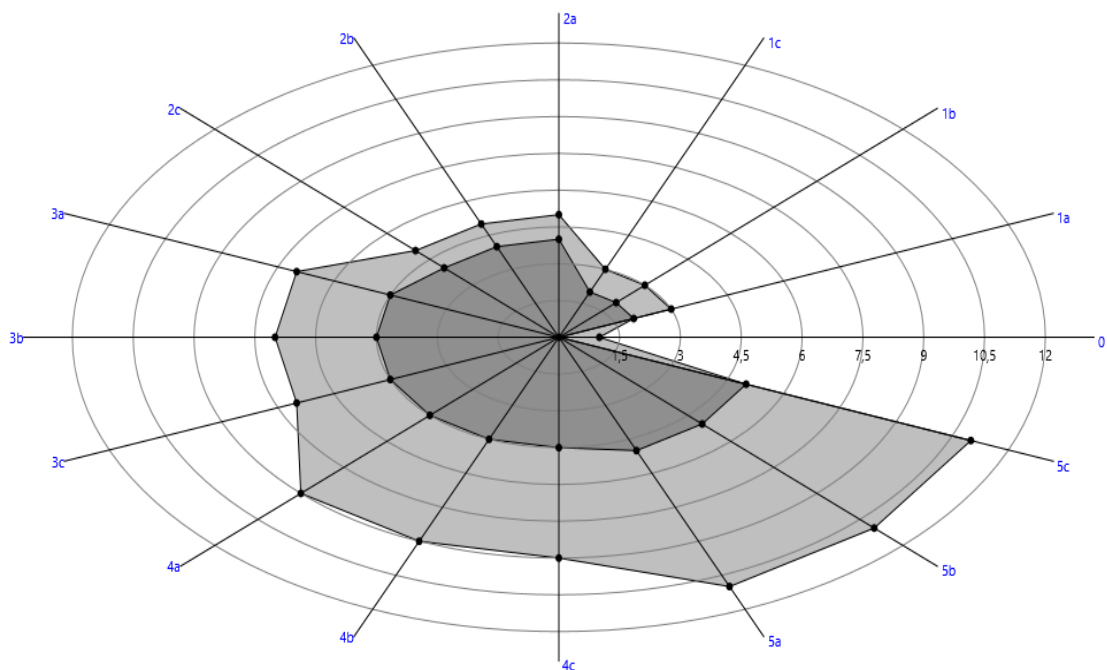


Figura 38. Gráfica Radar Chart de recuperación de arrugas

Fuente: (Autor)

En cuanto al gráfico anterior se logra verificar que mientras mayor cantidad de micro emulsión de silicona se impregnó sobre el tejido mayor es la valoración, en cuanto a los ensayos que se aplicó 7 g/L y 9 g/L respectivamente se obtuvo en particular los mismos resultados con una calificación de 4,5 en cada una luego de su evaluación.

Mediante la siguiente figura, la línea roja indica la apreciación de cada ensayo, mientras que morada se refiere a la cantidad de micro emulsión de silicona aplicada. Posterior a la evaluación de las muestras se sintetiza que se logró una investigación satisfactoria una vez analizado los diferentes resultados.

En la **Figura 39** se evidencia el gráfico general de cada uno de los ensayos, lo cual indica que a mayor cantidad de micro emulsión de silicona mayor es su calificación.

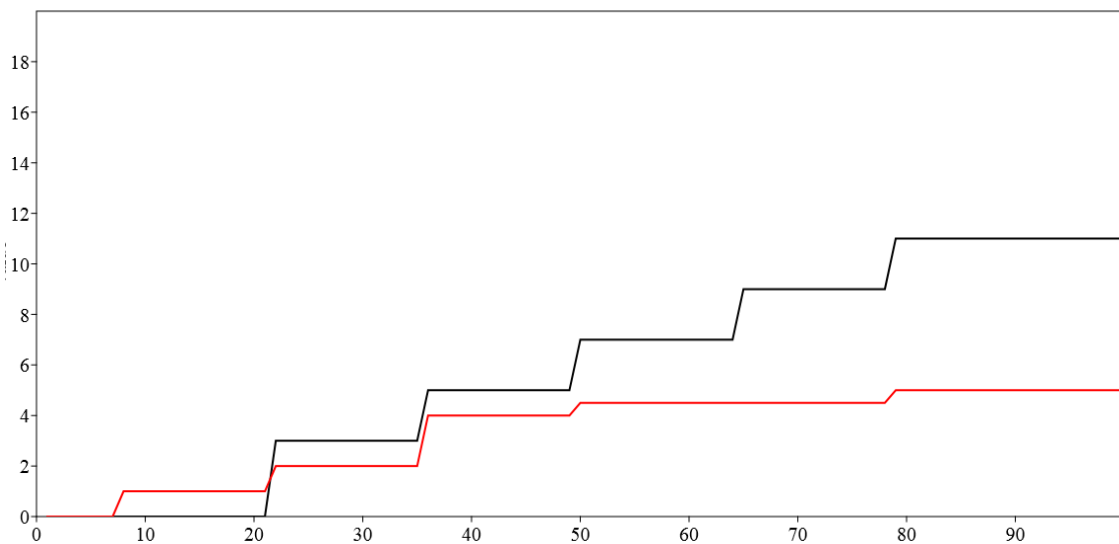


Figura 39. Gráfico general de resultados

Fuente: (Autor)

Además, en la figura anterior se evidencia que el rango de calificación asciende de una manera controlada dependiendo de la cantidad de micro emulsión de silicona aplicada a cada muestra, como se logra observar para el ensayo 0, no existe un acabado por lo cual está sobre la línea del eje de la x.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- Se evidencia que al aplicar micro emulsión de silicona en las concentraciones de (3 g/L, 5 g/L, 7 g/L, 9 g/L y 11 g/L), se consiguió una mejor apariencia y suavidad en comparación con la muestra 0; por lo tanto, las personas que adquieran una prenda con acabado antiarrugas excluirán el planchado optimizando tiempo y energía.
- De la investigación realizada y de acuerdo con la calificación establecida para cada muestra, se establece que el ensayo 0, teniendo en cuenta que no contiene acabado siliconado y según la norma se valoró con 1 es decir insuficiente, otorgándole un porcentaje de arrugas del 95%.
- Con relación a los ensayos realizados, se puede concluir que según los resultados obtenidos en las muestras con 11 g/L de micro emulsión de silicona se obtuvo un 90% de tejido sin arrugas valorado como excelente según la norma.
- De acuerdo con los ensayos realizados se evidencia que en tejidos que no contienen ningún acabado (tela cruda) existe una mejor fijación de producto, por ende, un mejor tacto y suavidad.
- Mediante las valoraciones realizadas en las muestras con 3g/L de silicona, se concluye que el tejido obtuvo una mejora del 20% luego de los resultados analizados, teniendo en cuenta que se empleó la mínima cantidad de silicona en el tejido.
- Con relación a los resultados obtenidos, se concluye que en este tipo de acabados es importante regular el equipo foulard antes de realizar el proceso de impregnación, de este modo, solo se fijará la cantidad necesaria de producto.
- En resumen, los ensayos realizados mediante del método de impregnación y uso de micro emulsión de silicona (Perisoft 2170) en las diferentes cantidades se obtuvieron muy buenos resultados; por lo tanto, se tiene la evidencia técnica de que el proceso y el producto utilizado fueron eficaces para este acabado.

5.2. Recomendaciones

En cuanto a la investigación de la recuperación de arrugas en tejido plano 100% Co se sugiere indicaciones como se mencionan a continuación:

- Utilizar los equipos de protección personal con el fin de evitar accidentes, debido a que al momento de manipular los químicos pueden ser perjudiciales al tener contacto con la piel según lo estipulado en las hojas técnicas de los productos.
- Para realizar los ensayos de recuperación de arrugas según la norma AATCC 128:2013 debemos seguir las instrucciones y emplear los equipos adecuados para lograr resultados confiables.
- Para el procedimiento de las pruebas de arruga se debe tener en cuenta las condiciones ambientales que detalla la norma, debido a que estos factores si pueden alterar los resultados.
- Es importante realizar el termofijado del tejido posterior al acabado, igualmente tener en cuenta una temperatura constante de 150°C con el fin de lograr la fijación del producto de manera correcta en el género textil de acuerdo con la especificación técnica del producto.
- Para realizar este acabado es importante tener un tejido libre de impurezas, en caso de ser necesario realizar un lavado con el fin de que la micro emulsión de silicona se fije de manera correcta.
- Se sugiere realizar investigaciones con otros suavizantes tanto de la misma casa comercial del Perisoft 2170 como de diferentes casas comerciales para aplicar en tejido plano 100% Co con el propósito de eliminar el aspecto rugoso y obtener una mejor calidad del sustrato textil y en forma posterior comparar con este trabajo de investigación.
- En los ensayos se debe utilizar cantidades según las especificaciones de la ficha técnica del producto y no exceder del límite permitido debido a que puede afectar las propiedades del tejido.
- Se recomienda realizar el acabado en tejido de punto 100% Co, aplicando micro emulsión de silicona a distintas concentraciones, además podemos variar la velocidad de los rodillos, temperatura y relación de baño para verificar si los resultados son igual de positivos que en tejido plano 100% Co.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Andrango M. (2018). *Análisis Comparativo De Arrugado Entre Un Tejido De Punto 100% Algodón Con Y Sin Un Acabado Siliconado*. Obtenido de <https://rraae.98cedia.edu.ec/RecoDSJ.BITSTREAM.87ab4d152ebd3df87318>
- Benavides K. (08 de Mayo de 2017). *Acabado Antibacterial Para Calcetines De Acrilico Con Triclosan*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream1345675815/1/04%20IT%20982%20TRABAJO%24%20GRADO.pdf>
- Bustamante R. (2022). *Fundamentos Del Diseño En El Tejido Plano*. Obtenido de <https://aptperu.com/fundamento/de/disenio/con/tejido-plano/2389283923>
- ECUADOR, C. D. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob./wp76130983908132//uploads//2015/07/Normativa.pdf>
- IDAE. (2018). *Guía Práctica de la Energía*. Obtenido de <https://www.idae.es/uploads/documentos39283908/688/Guia/Practica/Energia/3ed/A2010/567687.pdf>
- Lima G. (2017). *Estudio E Implementación De Dispositivo Dosificador Automático Para Suavizar Proceso De Foulardado, En Tejido Jersey Algodón 100%*. Obtenido de <http://repositorio.am40890289284823T%204667%20TRABAJO%20DE%20GRADO%20.pdf>
- MAPS, G. (2022). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Ingenieria/Textil+UTN/@0.3789184,-78.1243559,3m6!1s0x8e2a3/0xea99ad1313csEstadio/UTN,+Iba28479823478CC90498!4d-78.1220554!3m4!1s092:0xaccdd8e28m2!3d0.37799>
- Nogueira J. (2018). *Microemulsión de silicona y sus aplicaciones.Ficha Técnica*. Obtenido de https://goldtecnologia.com/wp-content/textil-image/goldsoft/_esp.pdf
- Peñafiel J. (2018). *Diseño Y Construcción De Un Foulard Automatizado Para Desarrollar Prácticas De Laboratorio*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu./bitsR32R2RSDSD9/456/1/IT%203%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Pérez D. (16 de Junio de 2020). *TEJIDO PLANO EN LA INDUSTRIA TEXTIL.TIPOS Y CARACTERÍSTICAS*. Obtenido de <https://www.domplano#:~:text=T%C3%A9cn33556%2C%20en%20cua%20tipo%201de,la%20trama%20se%20llaman%20pasadas>.
- Reta D. (2021). *Cotton Yield and Fiber Quality in Response to Nitrogen Rate and Number of Irrigations*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/7644/57322306.pdf>

- TULSMA. (2017). *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/fjwevkb/2015/05/AM-161-23423242al-Titulo-V-y-VI-del-TULSMA-R0609-03-02-2012.pdf>
- Vela P. (2019). *Influencia de resinas de acabado sobre tejidos de algodón teñidos con colorantes directos y sulfurosos*. Obtenido de h24242432//biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail98.pl?biblio/number=4078&shelfbrowse_itemnumber=4313
- Chugá, Valeria. (2011). “*ACABADO A BASE DE MICROEMULSIÓN DE SILICONA COMO RETARDANTE DE FUEGO EN LAS PRENDAS DE VESTIR.*” <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/52/1/043%42454554O%20DE%20GRADO.pdf>
- Mullo, J. (2021). El Aceite De Eucalipto Como Factor Determinante Para El Acabado Antialérgico En Prendas Textiles. *Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato*, 593(03), 119. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29713/1/Játiva Viviana.pdf>
- PITA, S. E. V. (2012). *Optimización De La Fase De Jabonado En La Tintura De Algodón 100% Con Colorantes Reactivos Mediante La Evaluación Y Selección De Una Fórmula Técnica Desarrollada*. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1957/1/TesisFormatoPdf.pdf>
- Probador, A. (2019). TF112 AATCC Probador de Recuperación de Arrugas, 53. Retrieved from <https://www.testextextile.com/es/mé422423245de-apariencia-de-recuperación-de-arrugas-en-la-tela-aatcc-128-2/>
- Rodríguez, G. I. R. (2010). Detección De Siliconas En Tejidos Defectuosos Mediante Espectrofotometría De Ftir. *Detección De Siliconas En Tejidos Defectuosos Mediante Espectrofotometría*, 53–58. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80147/Gutierrez%20Bouzan,%20M. iconas%20en%208247389RYU23HORetria%20de%20FTIR.pdf>
- Siliflame, R. (2018). “*Determinación Del Grado De Resistencia A La Llama Aplicando Siliflame En Tela Poliéster Utilizada Para Forros Detapicería*”. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstrKJKASFGY3GWF241%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Soares, L. L., & Cooney, L. (2018). “*Análisis Comparativo De Arrugado Entre Un Tejido De Punto 100% Algodón Con Y Sin Un Acabado Siliconado.*” Retrieved from <https://1library.co/document/z1e6w93y-analisis-comparativo-arrugado-tejido-punto-algodon-acabado-siliconado.html>
- Zeiger C. (2018). DOCUMENTACIÓN TOXICOLÓGICA DEL ÁCIDO ACÉTICO, 1–10. Retrieved <https://www.insst.es/documents/94886/431980/DLEP+119+Ácido+acético++ Año+2018.pdf/1d5b5a9a-4438-4105-.93208408280431.0&t=1551310408920>



DR. PETRY
TEXTILE AUXILIARIES

PERISOFT HS conc.
Concentrated silicone micro emulsion

Textilchemie Dr. Petry GmbH
Ferdinand-Lassalle-Straße 57
72770 Reutlingen
Germany
Telefon +49 7121 9589-0
Telefax +49 7121 9589-33
E-Mail office@drpetry.de
Internet www.drpetry.de

Chemical type	Modified polysiloxane
Characteristics	<p>Form: viscous emulsion Colour: colourless – yellowish, clear Odour: mild Solubility: readily dilutable with cold water Ionic character: slightly cationic pH value: 4.0 – 6.0 (100 g/l distilled water)</p>
Special properties	<p>PERISOFT HS conc. offers textiles a very soft and voluminous handle. The product does not impair the absorbency of finished fabrics. Especially on cellulosic fibres PERISOFT HS conc. offers perfect hydrophilic effects. Thus it is very well suitable for the finishing of terry towels.</p> <p>PERISOFT HS conc. leads to a high resilience and increases the dimensional stability of knitted fabrics. The tendency to creasing of textiles is reduced.</p> <p>The product is well resistant to yellowing.</p> <p>PERISOFT HS conc. shows a very good shear resistance and also a good substantivity. These properties allow for application in the exhaustion process also on jet machines.</p>
Compatibility	PERISOFT HS conc. is compatible with cationic and nonionic products. Anionic products may cause precipitations. Pretrials are recommended.
Stability	PERISOFT HS conc. is resistant to acids, electrolytes and water hardness in common concentrations. Alkali will decrease the stability of the bath. Residual alkali on the fabric or alkaline plant water may impair the bath stability. The usage of PERISOFT HS conc. may impair the crock fastness of dyeings with disperse dyestuffs in particular if the finishing is followed by a heat setting process.
Scope	PERISOFT HS conc. is suitable for natural as well as synthetic fibres. Particularly good effects are achieved on terry clothes. Due to the excellent shear stability PERISOFT HS conc. can also be applied on package and jet dyeing machines.
Application	PERISOFT HS conc. can be used in the padding as well as in the exhaustion process. The product is added to the finishing liquor after predilution with cold water. In the exhaust process the material is treated 30 minutes at 40 – 50 °C and pH 5 – 6. The padding process is carried out cold and without pH-adjustment.

Anexo 1. Ficha Técnica de Micro emulsión de silicona concentrada

Fuente: (Autor)

FICHA TÉCNICA

ACIDO ACÉTICO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Ácido Acético
Formula Química	CH ₃ COOH
Peso molecular	60.053 g/mol.
Sinónimos	Ácido acético glacial catalítico Ácido del vinagre Ácido metanocarboxílico, Ácido etanoico

2. DESCRIPCIÓN

Líquido incoloro con olor acre (penetrante, picante).
La sustancia es moderadamente ácida, volátil y cristaliza a baja temperatura.
Es completamente soluble en agua, alcohol, éter glicerina y benceno; e insoluble en sulfuro de carbono

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Pureza	99.5 % min.
Sulfatos	0.0003 % max
Acido fórmico	0.05 % max
Acetaldehído	0.05 % max
Hierro	10 ppm max
Otras	
Plomo	1.0 ppm max
Cloruros	1 ppm max
Material no volátil	0.003 % max

4. PROPIEDADES

Apariencia: [líquido incoloro, transparente

FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO
2010/05/03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Iván Darío Ospina Mayo 05- 2020

Camera 50C No. 10 Sur - 18 PBX: 361 07 11 Ext 109 iospina@dqisa.com Medellín Colombia

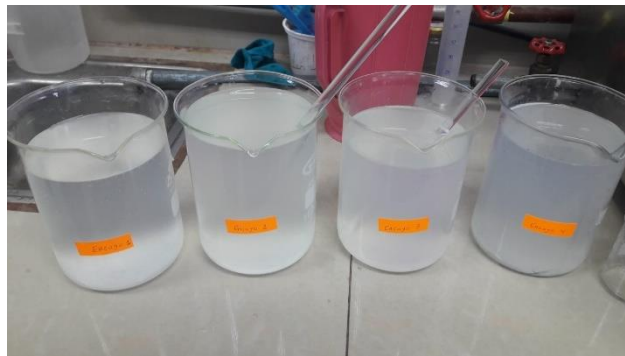
Anexo 2. Ficha técnica del ácido acético

Fuente: (Autor)



Anexo 3. Dosificación de micro emulsión de silicona

Fuente: (Autor)



Anexo 4. Preparación de soluciones de micro emulsión de silicona

Fuente: (Autor)



Anexo 5. Humedecer el tejido en la solución para la impregnación

Fuente: (Autor)



Anexo 6. Proceso de impregnación de muestras en el foulard

Fuente: (Autor)



Anexo 7. Proceso de secado de muestras

Fuente: (Autor)



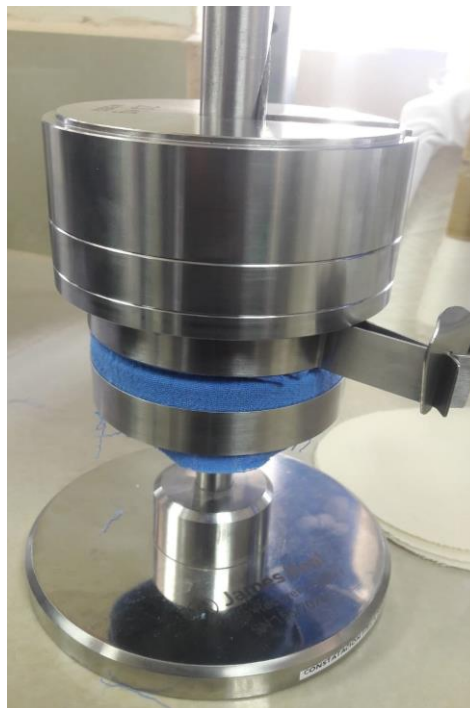
Anexo 8. Acondicionamiento de muestras

Fuente: (Autor)



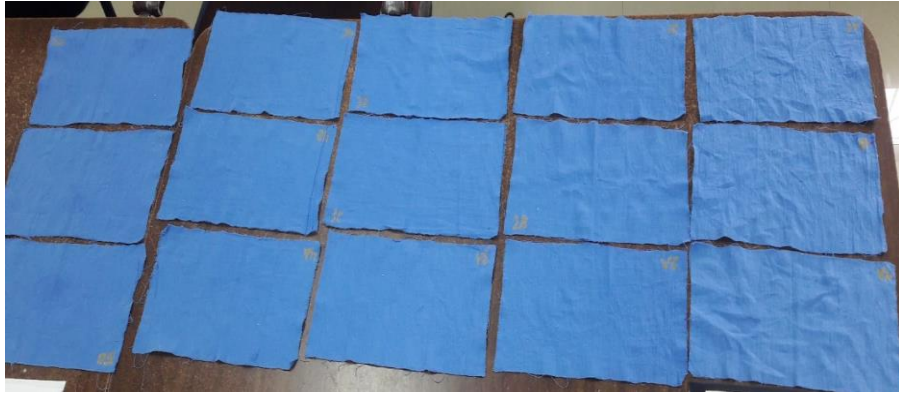
Anexo 9. Procedimiento en el recuperador de arrugas

Fuente: (Autor)



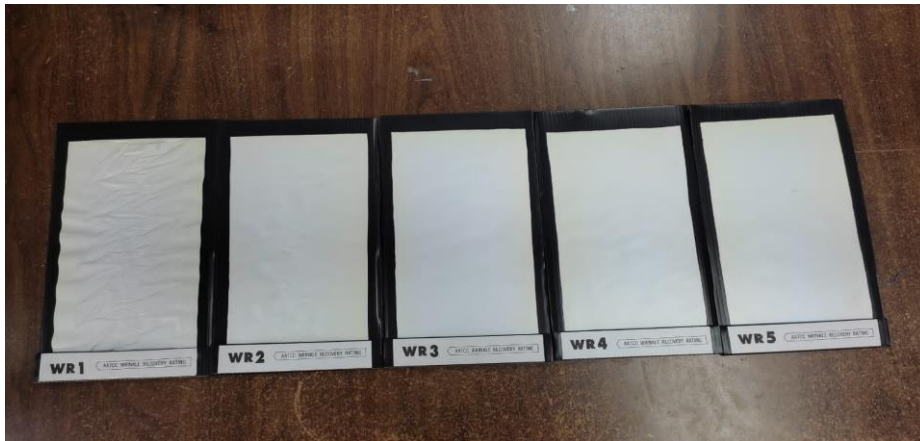
Anexo 10. Aplicación de 3500 g en el tejido

Fuente: (Autor)



Anexo 11. Reposo de muestras por 24h de acuerdo con lo establecido por la norma

Fuente: (Autor)



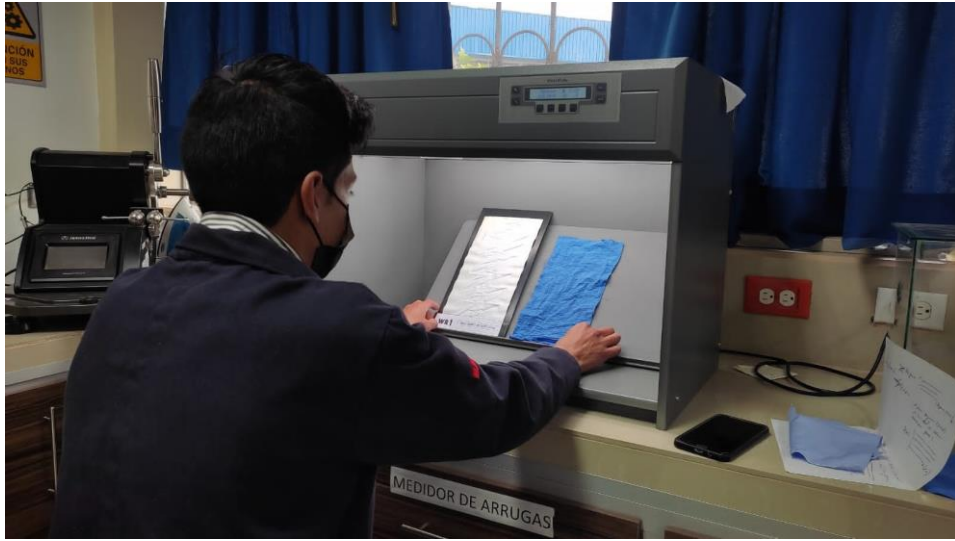
Anexo 12. Muestras estandarizadas para calificación

Fuente: (Autor)



Anexo 13. Cámara de luces

Fuente: (Autor)



Anexo 14. Análisis para valoración de muestras

Fuente: (Autor)



Anexo 15. Comparación de muestras

Fuente: (Autor)



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



Ibarra, 01 de Febrero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que el señor **PITACUAR MENESES KEVIN ALEXIS**, portador de la cedula de ciudadanía N° 040205713-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado **"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN DE ARRUGAS EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN APLICANDO MICRO EMULSIÓN DE SILICONA MEDIANTE EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN."**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MEDIDOR DE ARRUGAS:** Medidor de resistencia a la arruga de los materiales textiles-Norma AATCC 128-2013
- **CÁMARA DE LUCES:** Visualización de color inmediata en condiciones compatibles, iluminaciones controlables-Norma ASTM D1729
- **FOULARD**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



ING. GUALOTO FAUSTO M.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX