UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL

TEMA:

"APLICACIÓN DE GOMA ARÁBIGA PARA LA OBTENCIÓN DE UN ACABADO ANTIARRUGAS EN TEJIDO PLANO TIPO SARGA 100% ALGODÓN"

AUTOR: Alex Mauricio Guaman Guaman

DIRECTOR: MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

Ibarra – Ecuador

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

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	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guaman Guaman Alex Mauricio

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Aplicación de goma arábiga para la obtención de un acabado antiarrugas en tejido plano tipo sarga 100% algodón
AUTOR (ES):	Guaman Guaman Alex Mauricio
FECHA: DD/MM/AAAA	14 julio de 2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR /ASESOR:	MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

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 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 14 días del mes de julio de 2026.

EL AUTOR:



Firma: ……

Nombre: Guaman Guaman Alex Mauricio

C.I. 1050419165

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 14 de julio de 2026

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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



(f): ----------

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 100158901-7

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de Integración Curricular "Aplicación de goma arábiga para la obtención de un acabado antiarrugas en tejido plano tipo sarga 100% algodón", elaborado por Guaman Guaman Alex Mauricio previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el siguiente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
WILLAM RICARDO ESPARZA ENCALADA

(f): ----------

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 100158901-7

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
ELSA SULAY MORA MUÑOZ

(f): ----------

MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

C.C.: 040090045-2

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico principalmente a mis padres que siempre me apoyaron en mis sueños y siempre creyeron en mí, a mi papá Guillermo quien con su apoyo incondicional y gracias a su sacrificio he podido concluir esta etapa de formación académica, a mi mamá "Lolita" que siempre ha estado todos los días de mi vida brindándome apoyo, amor y compañía, y a mi hermano menor Andrés en quien me he visto reflejado y que gracias a sus ocurrencias, ayuda y motivación me ha llevado a seguir un camino de aprendizaje continuo.

También lo dedico a mis abuelitos que siempre estuvieron al pendiente de mí, gracias a sus consejos y vivencias que me enseñaron la importancia de la generosidad, la humildad, el respeto y los valores que se deben demostrar al prójimo. A toda mi familia, quienes han sido un pilar muy importante y siempre me alentaron en todo este proceso de formación universitaria.

También con profundo cariño y gratitud, les dedico este trabajo a todos con quienes he forjado una amistad en este camino académico, su apoyo, compañía y confianza fueron una fuente constante de motivación para seguir adelante, cada experiencia vivida junto a ustedes hizo que este proceso fuera más llevadero.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de mi vida durante este camino, algunas permanecieron a mi lado hasta el final, otras solo estuvieron por un momento, pero todos aportaron algo valioso a la persona que soy hoy, con gratitud por los buenos recuerdos y gracias por haber sido parte de este capítulo.

Alex Mauricio Guaman

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le doy gracias a Dios por darme sabiduría, salud y la bendición para culminar esta etapa de estudio universitario.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por su papel importante para la obtención del título de Ingeniero Textil.

Doy gracias a todos los docentes de la Carrera de Textiles, quienes me formaron como persona y también como profesional, en especial al MSc. Marco Naranjo Toro por guiarme gran parte de este proceso, a mi tutor MSc. Willam Esparza y a mi asesor MSc. Elsa Sulay Mora, por su orientación y acompañamiento en este trabajo de titulación.

Por último, gracias a todos quienes me brindaron su ayuda y estuvieron en momentos buenos y malos, gracias a mis compañeros y amigos que permitieron compartir momentos únicos que llevaré en el corazón.

Alex Mauricio Guaman

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal desarrollar un acabado antiarrugas mediante la aplicación de goma arábiga en un tejido plano tipo sarga de 100% algodón, por el método de impregnación en foulard. Este tema de investigación surge con el propósito de disminuir las arrugas en el tejido plano de algodón, además de dar una alternativa sostenible frente a los acabados convencionales con resinas sintéticas, los cuales generan impactos ambientales negativos. La goma arábiga, un polisacárido natural extraído del árbol de acacia, fue seleccionada por su capacidad para formar películas protectoras.

Se elaboraron formulaciones con concentraciones de goma arábiga de 5, 10 y 15 g/L, aplicadas sobre el tejido de algodón 100% mediante el método de foulardado. Posteriormente, las muestras fueron evaluadas mediante ensayos normalizados bajo la norma AATCC 128:2013 para resistencia a las arrugas y la norma ISO 2313:2021 para recuperación al doblez, incluyendo ciclos de lavado conforme a la norma ISO 6330:2021.

Los resultados demostraron que, a mayor concentración de goma arábiga, mejor fue la calificación obtenida en la resistencia a las arrugas. Las muestras tratadas con 15 g/L alcanzaron una calificación de 3 WR (Wrinkle Recovery), evidenciando una mejora frente a las muestras de referencia que obtuvieron la calificación de 1–2 WR. Asimismo, las muestras tratadas con 10 y 15 g/L presentaron los mayores ángulos de recuperación al doblez tanto en la urdimbre como en la trama. Sin embargo, durante las pruebas de ensayo preliminares se observó que una concentración de 20 g/L provoca un efecto acartonado y excesiva rigidez del tejido, por lo que dicha concentración fue descartada. El análisis estadístico realizado de las pruebas de normalidad y varianza confirmó la validez de los datos experimentales con un nivel de confianza superior al 95 %.

Palabras clave: tejido plano, goma arábiga, arrugas

ABSTRACT

The main objective of this research was to develop a wrinkle-resistant finish through the application of gum arabic to a 100% cotton twill woven fabric using the pad application method. This study was conducted to reduce wrinkling in cotton woven fabrics while providing a sustainable alternative to conventional wrinkle-resistant finishes based on synthetic resins, which are associated with negative environmental impacts. Gum arabic, a natural polysaccharide extracted from the *Acacia* tree, was selected due to its film-forming properties.

Formulations containing gum arabic concentrations of 5, 10, and 15 g/L were prepared and applied to the 100% cotton fabric by the padding process. Subsequently, the treated samples were evaluated using standardized test methods according to AATCC 128:2013 for wrinkle recovery and ISO 2313:2021 for crease recovery, including laundering cycles performed in accordance with ISO 6330:2021.

The results demonstrated that increasing the gum arabic concentration improved the wrinkle recovery performance of the treated fabric. Samples treated with 15 g/L achieved a rating of 3 WR (*Wrinkle Recovery*), showing a clear improvement over the untreated control samples, which obtained ratings between 1 and 2 WR. Likewise, the fabrics treated with 10 and 15 g/L exhibited the highest crease recovery angles in both the warp and weft directions. However, preliminary experimental trials revealed that a gum arabic concentration of 20 g/L produced a board-like handle and excessive fabric stiffness; therefore, this concentration was excluded from the study. Statistical analysis, including normality and analysis of variance tests, confirmed the reliability of the experimental data with a confidence level greater than 95%.

Keywords: plain weave, gum arabic, wrinkles

LISTA DE SIGLAS

GA. Goma Arábiga

CO. Algodón

TP. Tejido Plano

AATCC. Asociación Americana de Químicos Coloristas Textiles

WR. Wrinkle Recovery

AL. Antes del Lavado

DL. Después del Lavado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1 Problema de investigación 1

1.2 Antecedentes 2

1.3 Justificación 3

1.4 Objetivo general 4

1.5 Objetivos específicos 4

1.6 Características del sitio del proyecto. 5

CAPÍTULO II 6

MARCO TEÓRICO 6

2.1 Estudios previos 6

2.1.1 Uso de la Goma Arábiga en las Industrias 6

2.1.2 Aplicación de gomas naturales en el campo textil 7

2.1.3 Acabados antiarrugas sin contaminantes 7

2.2 Marco legal 8

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador 8

2.2.1 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte 9

2.3 Marco conceptual 9

2.3.1 Goma Arábiga 9

2.3.2 Tejido plano sarga 10

2.3.3 Acabado antiarrugas....11

2.3.4 Acabado por el método de impregnación 11

CAPÍTULO III....13

METODOLOGÍA....13

3.1 Tipos de investigación....13

3.1.1 Investigación Analítica 13

3.1.2 Investigación Comparativa 13

3.1.3 Investigación Experimental....14

3.2 Flujogramas....14

3.2.1 Flujograma general 14

3.2.2 Flujograma Muestral....16

3.3 Equipos y materiales....17

3.3.1 Equipos....17

3.3.2 Materiales....19

3.4 Normas de referencias....23

3.4.1 Norma AATCC 128 – 2013 Recuperación de Arrugas de los Tejidos: Método de Apariencia....23

3.4.2 ISO 2313 - 2021: Recuperación de los textiles al doblez. 24

3.4.3 ISO 6330 - 2021: Textiles. Procedimientos domésticos de lavado y secado para pruebas textiles....24

3.5 Procedimiento 25

3.5.1 Establecimiento de la cantidad de Marvacol AD ASA 25

3.5.2 Establecimiento de la cantidad de goma arábiga 26

3.5.3 Receta para el acabado antiarrugas 26

3.5.4 Datos técnicos del foulard para el proceso de impregnación en pruebas de arrugamiento 27

3.5.5 Receta para las pruebas del doblez 28

3.5.6 Datos técnicos del foulard para el proceso de impregnación en pruebas del doblez.....28

3.6 Pruebas de laboratorio.....29

3.6.1 Proceso de foulardado.....29

3.6.2 Proceso de secado 30

3.6.3 Prueba de resistencia a las arrugas AATCC 128:2013 31

3.6.4 Prueba de recuperación al doblez ISO 2313:2021 32

CAPÍTULO IV 34

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....34

4.1 Resultados.....34

4.1.1 Resultados del acabado antiarrugas antes y después del lavado.....34

4.1.2 Resultados de la prueba de recuperación al doblez de la urdimbre antes y después del lavado.....36

4.1.3 Resultados de la prueba de recuperación al doblez de la trama antes y después del lavado.....36

4.2 Discusión de resultados.....37

4.2.1 Normalidad de datos 37

4.2.2 Análisis de la Varianza 41

4.2.3 Análisis de resultados.....46

CAPÍTULO V.....53

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....53

5.1 Conclusiones.....53

5.2 Recomendaciones 54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....55

ANEXOS.....61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de productos para el acabado antiarrugas 27

Tabla 2 Parámetros del foulard para el acabado antiarrugas.....27

Tabla 3 Cantidad de productos para las pruebas del doblez 28

Tabla 4 Parámetros del foulard para la prueba del doblez 29

Tabla 5 Resultados del acabado antiarrugas antes y después del lavado 35

Tabla 6 Calificación promedio del acabado antiarrugas 35

Tabla 7 Recuperación del doblez de la urdimbre antes y después del lavado 36

Tabla 8 Recuperación del doblez de la trama antes y después del lavado 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del laboratorio CTEX 5

Figura 2 Goma Arábiga 10

Figura 3 Tipos de Sarga 11

Figura 4 Impregnación y escurrido en foulard 12

Figura 5 Flujograma general de procesos 15

Figura 6 Flujograma muestral de procesos 16

Figura 7 Equipo foulard 17

Figura 8 Equipo para medir arrugas 18

Figura 9 Equipo medidor del doblez 18

Figura 10 Túnel de secado 19

Figura 11 Tejido plano tipo sarga de algodón 100% 20

Figura 12 Goma arábiga 20

Figura 13 Marvacol AD ASA 21

Figura 14 Vaso de precipitación 22

Figura 15 Balanza digital 22

Figura 16 Papel pH 23

Figura 17 Establecimiento de la cantidad de auxiliar 25

Figura 18 Prueba en la cantidad de goma arábiga 26

Figura 19 Proceso de foulardado 30

Figura 20 Proceso de secado 31

Figura 21 Equipo probador de arrugas 32

Figura 22 Equipo probado de la recuperación al doblez 33

Figura 23 Normalidad de los datos del acabado antiarrugas antes y después del lavado 37

Figura 24 Normalidad de los datos del lado frontal de la urdimbre antes y después del lavado 38

Figura 25 Normalidad de los datos del lado revés de la urdimbre antes y después del lavado.....39

Figura 26 Normalidad de los datos del lado frontal de la trama antes y después del lavado40

Figura 27 Normalidad de los datos del lado revés de la trama antes y después del lavado...40

Figura 28 Varianza de los datos del acabado antiarrugas antes y después del lavado.....41

Figura 29 Varianza de los datos del lado frontal de la urdimbre antes y después del lavado.42

Figura 30 Varianza de los datos del lado revés de la urdimbre antes y después del lavado..43

Figura 31 Varianza de los datos de lado frontal de la trama antes y después del lavado 44

Figura 32 Varianza de los datos del lado revés de la trama antes y después del lavado 45

Figura 33 Calificación WR del acabado antiarrugas antes y después del lavado 47

Figura 34 Ángulo de recuperación de la prueba al doblez en urdimbre antes y después del lavado 49

Figura 35 Ángulo de recuperación de la prueba al doblez en la trama antes y después del lavado 51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Datos técnicos de la tela 61

Anexo 2 Certificación de la Goma Arábiga 62

Anexo 3 Ficha técnica de la Goma Arábiga 63

Anexo 4 Preparación de las soluciones en diferentes concentraciones 65

Anexo 5 Proceso de impregnación en el Foulard 65

Anexo 6 Proceso de secado 66

Anexo 7 Puesta de las muestras en el equipo probador de arrugas 66

Anexo 8 Evaluación de las Muestras 67

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El propósito principal de esta investigación está enfocado en la aplicación de un acabado empleando la goma arábiga en un tejido plano 100% algodón tipo sarga. Esto se hace con el objetivo de explorar el uso de la goma arábiga como una alternativa natural en la disminución de arrugas del tejido plano. Para llevar a cabo este estudio, se proyecta aplicar diferentes concentraciones de goma arábiga en el tejido de algodón para después ser sometido a pruebas de arrugado bajo la norma AATCC:128 y observar su comportamiento frente a la formación de arrugas. Con los resultados obtenidos se busca determinar la efectividad del acabado y definir la concentración adecuada en la que se los puede aplicar.

1.1 Problema de investigación

El algodón es una de las fibras de origen natural que más se emplean en la industria textil debido a su suavidad, comodidad y su excelente capacidad de absorción (Dehabadi et al., 2013), es así como se ha convertido en una de las materias primas que tienen preferencia para la confección de ropa de uso cotidiano. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2022), el algodón representó un estimado del 24 % del consumo mundial de fibras textiles en el año 2018. Además, la estructura celulósica que posee otorga una gran capacidad para la absorción de agua y sumado a esto, otros factores como la falta de investigación de materiales sostenibles influyen a una relación casi directa con los acabados químicos.

Una de las desventajas que presentan las fibras celulósicas es su tendencia a la formación de arrugas. Pedro Gargantilla (2023) menciona que el algodón tiende a

arrugarse debido a que sus moléculas se encuentran unidas por enlaces de hidrógeno, estos enlaces son muy débiles y al momento en que es expuesto a factores externos como el uso, la presión o también al aplicar peso, se rompen y no vuelven a su forma original por sí solas, formándose así las arrugas.

Uno de los elementos principales con los que se elaboran los agentes de acabado antiarrugas contiene formaldehído. Lou et al., (2021) expresa que, el formaldehído suele estar presente en las resinas de N-metilol siendo compuestos de alta reactividad que poseen un buen comportamiento en la reticulación de tejidos, una de las desventajas de este producto es que los enlaces éter que lo forman pueden hidrolizarse y romperse con mucha facilidad, esto provoca la liberación de formaldehido libre, siendo una sustancia que atenta contra la salud humana y a la contaminación del aire y del agua. Debido a estos impactos, existe el interés en encontrar una solución sostenible y biodegradable que resuelva estos problemas de manera efectiva y mantenga o mejore la apariencia del tejido plano.

1.2 Antecedentes

La goma arábiga es una de las gomas naturales con más antigüedad y se estima que el humano ya lo empezó a usar desde hace cinco mil años, este polisacárido se obtiene del exudado de árboles de la especie de acacia y se los puede encontrar en zonas desérticas y en lugares semiáridos, por tal motivo es que Sudán es uno de los países pioneros en la producción y exportación de este producto (Prasad et al., 2022). La investigación sobre los acabados textiles sostenibles y respetuosos con el medio ambiente ha cobrado importancia en los últimos años. Antes de la aparición de las resinas sintéticas para el tratamiento de las telas, se empleaban gomas naturales para el apresto de artículos de alta calidad (Jose & Sanchez, 1959).

Las características más importantes de la goma arábiga son su composición, la estructura y sus propiedades bioquímicas, que la hacen un material perfecto para usarla como estabilizante, emulsionante y como agente encapsulador, además de ser biocompatible y biodegradable, en consecuencia, no genera impactos negativos al medio ambiente ni al ser humano (Prasad et al., 2022). Este compuesto también produce materiales transparentes, una característica de suma importancia en los recubrimientos, ya que permite conservar la apariencia de los elementos que son aplicados sobre su superficie. Asimismo, se utiliza en procesos de impresión, litografía y pinturas de acuarela y en el sector textil, su uso se relaciona con la aplicación para el incremento de la resistencia a la tracción de los hilos (Patel & Goyal, 2015).

1.3 Justificación

El presente estudio se enfoca en la necesidad de desarrollar tecnologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la industria textil, considerando que la producción de textiles en función de los acabados textiles representa aproximadamente el 20% de la contaminación del agua potable del mundo (Parlamento Europeo, 2019). En este sentido, la búsqueda de soluciones innovadoras es un desafío importante que requiere investigación y desarrollo.

La investigación propuesta busca contribuir al desarrollo de un acabado antiarrugas para tejidos planos tipo sarga de algodón 100%, utilizando la goma arábiga como materia prima, lo que aportará una solución innovadora y sostenible para reducir el impacto ambiental negativo de la industria textil, además de ofrecer una alternativa ante los acabados que se componen de materiales químicos y formaldehído.

Aunque existen algunos estudios de diferentes usos de la goma arábiga como en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Patel & Goyal, 2015). No se han encontrado investigaciones ni artículos científicos en los que la GA se haya empleado específicamente para un acabado antiarrugas en un tejido plano de algodón 100%. En consecuencia, existe un vacío tecnológico relevante en el ámbito de los acabados con materiales naturales biodegradables.

1.4 Objetivo general

Aplicar la goma arábiga para la obtención de un acabado antiarrugas en tejido plano tipo sarga de 100% algodón.

1.5 Objetivos específicos

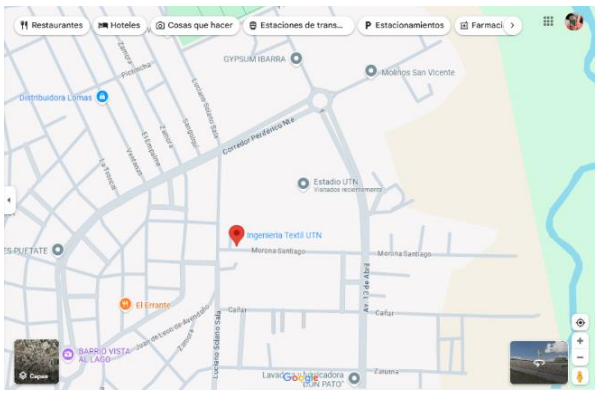
- Aplicar la goma arábiga en varias concentraciones en un tejido plano de gabardina 100% algodón mediante la técnica de impregnación en el equipo foulard.
- Someter a ensayos técnicos y evaluar las diferentes muestras a la resistencia de los textiles a las arrugas mediante la norma AATCC 128:2013
- Analizar y comparar los datos obtenidos mediante análisis estadísticos para comparar los resultados y establecer las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1.6 Características del sitio del proyecto.

El proyecto de investigación se desarrolló en el Campus de Azaya en la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, donde se encuentran los laboratorios con equipos normalizados, ubicados en las coordenadas 0.3782531210228751, -78.12389737777924.

Figura 1

Ubicación del laboratorio CTEX



Nota: La figura muestra en coordenadas la ubicación del laboratorio de la Planta Textil donde se encuentran las máquinas para los respectivos ensayos a realizarse.

Fuente: (Google Maps, 2025).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estudios previos

2.1.1 Uso de la Goma Arábiga en las Industrias

La goma arábiga ha sido un ingrediente que principalmente se ha usado en la alimentación durante siglos, utilizado como gelificante o solidificante. En la industria alimentaria es muy apreciada por su capacidad espesante. Se disuelve completamente en agua caliente y puede usarse en concentraciones bastante altas, lo que da lugar a mezclas con una gran elasticidad. Dependiendo del objetivo del uso, puede emplearse en cantidades que van desde el 1% del peso para la textura de una bebida y hasta el 45% para la elaboración de golosinas esponjosas (Carlos Juárez, 2020).

En el ámbito de la repostería, la goma arábiga ayuda a conservar el sabor original al "encapsular" los aromas, además de que evita que el azúcar se cristalice y asegura que los ingredientes, especialmente las grasas, se distribuyan de manera uniforme (Carlos Juárez, 2020). También se lo emplea en la industria farmacéutica formando parte de los elementos que ayuda a la encapsulación además de ser un solidificante para la elaboración de pastillas y tabletas (Patel & Goyal, 2015)

El tratamiento textil es uno de los procesos importantes en la elaboración de materiales textiles. A través de este proceso, se puede modificar o mejorar la apariencia y la textura del tejido, incluso se pueden añadir características especiales. Existen diferentes tipos de acabados, que se pueden clasificar en: mecánicos, químicos, funcionales, estéticos, inteligentes y según su durabilidad (Skychem, 2025).

2.1.2 Aplicación de gomas naturales en el campo textil

Se ha estudiado el uso de diferentes gomas naturales para su aplicación como un material espesante que evita el uso de una cantidad mayor de colorante en la estampación textil. Se evaluaron las gomas de azadirachta, acacia nilótica y moringa oleífera como espesantes en un proceso comparativo de estampación sobre un tejido de algodón, evaluando la solidez del color al lavado y la solidez del color al frote, dando como resultado de 4-5 en la calificación de la solidez del color al lavado en todas las gomas, 4-5 en la calificación de la solidez del color al frote en seco en todas las gomas, 4 en la calificación de la solidez del color al frote en húmedo de las gomas azadirachta y acacia nilotica a diferencia de la goma moringa oleífera que tuvo una calificación de 3-4 (Harlapur et al., 2020). Estos resultados evidencian una excelente relación de las gomas naturales con el tejido de algodón, aunque no se emplea específicamente la goma arábiga, existe evidencia de que las gomas sí son aplicables sobre un tejido.

2.1.3 Acabados antiarrugas sin contaminantes

La necesidad de encontrar productos naturales libres de formaldehído ha llevado a muchos investigadores a buscar productos como el ácido cítrico y el xilitol que probablemente ayudan a solucionar este problema. El ácido cítrico y el xilitol fueron aplicados por el proceso de reticulación en un tejido de algodón, el agente antiarrugas es el ácido cítrico y el xilitol es usado como un agente que evita amarillar la tela, teniendo como resultado la disminución de arrugas y además de que el CA/xilitol posee una gran capacidad de sustituir a las resinas con N-metilol usadas en acabados antiarrugas (Liu et al., 2016).

Además, un estudio de simulación molecular en las que se aplicaron glicosilpolialdehídos y ácidos poliurónicos para disminuir las arrugas en el tejido de algodón, obtuvo una disminución de arrugas con el 68% de retención de la resina natural y una blancura mayor a 70 (Lou et al., 2021). De esta manera se evidencia que sí existe la posibilidad de un acabado antiarrugas en un tejido de algodón que no sea contaminante.

2.2 Marco legal

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La presente investigación con base a la (Constitución de la República del Ecuador, 2008) se relaciona con los siguientes artículos:

> **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 declaran de interés público la prevención del daño ambiental, 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, importación, 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. 395.- Literal 1 dice. - 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 presentes y futuras (p. 36, 42, 176).

2.2.1 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

El presente trabajo de investigación está relacionado con los lineamientos de Investigación de la Universidad Técnica del Norte de la Carrera de Textiles (Universidad Técnica del Norte, 2022):

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

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Goma Arábiga

La goma arábiga es un polisacárido natural que se obtiene del árbol acacia y es muy valorada por su capacidad para actuar como espesante, emulsionante y estabilizante. Sus características la convierten en un ingrediente ideal para una amplia gama de aplicaciones, desde la estabilización de espumas y emulsiones hasta la elaboración de caramelos masticables. Además, se integra fácilmente en las preparaciones líquidas por lo que es soluble en agua (Mudgil & Mudgil, 2024).

Figura 2

Goma Arábiga



Fuente: (Norevo, 2025)

2.3.2 Tejido plano sarga

El tejido plano básicamente se puede definir como el entrelazamiento de los hilos de urdimbre en sentido vertical y la trama en sentido transversal con un patrón técnicamente establecido. La sarga es uno de los tres tipos principales de tejidos planos, junto con el tejido liso y el satén. Además, puede elaborarse con una amplia variedad de materiales, como algodón, lana, seda y otros (Khan et al., 2020).

La estructura de la sarga puede variar depende de su patrón, siendo los más comunes 2/1 y 3/1 para darle el aspecto diagonal que lo caracteriza(Canvas, 2025). Entre los tipos de sarga más comunes están:

- Sarga en S
- Sarga en Z
- Sarga en zig-zag
- Sarga en espiga

Figura 3

Tipos de Sarga



Fuente: (Canvas ETC, 2025)

2.3.3 Acabado antiarrugas

Este acabado es un tratamiento textil que recubre todo un tejido, empleando resinas, químicos y auxiliares con la finalidad de mejorar la estabilidad y disminuir las arrugas presentes (Pallavi Sunil Gudulkar, 2021). Los pliegues que se forman en la superficie del tejido son debido al manejo inadecuado de la tela y de factores externos (Ohscarf, 2023).

El tejido de algodón tiende a la formación de pliegues con mucha facilidad debido a su uso y manipulación, como al lavarlo o al doblarlo, esto ocurre con más frecuencia en los tejidos planos, a diferencia que en los tejidos de punto la formación de arrugas es menor debido a su estructura y también al material empleado (Yaiza de La Puente, 2021).

2.3.4 Acabado por el método de impregnación

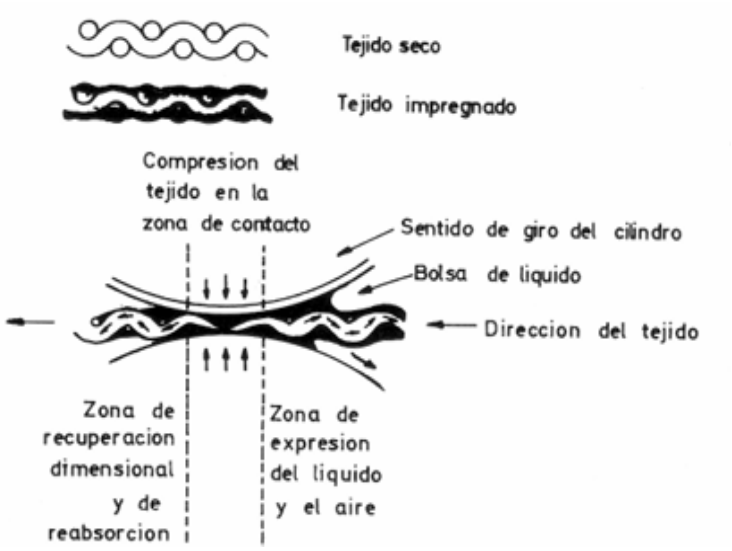
En el proceso de impregnación, existen dos tipos de máquinas: las de proceso continuo y las de proceso discontinuo. La elección entre una u otra dependerá de las

necesidades específicas de la persona o el laboratorio además del tipo de acabado que se desee aplicar al sustrato textil (Jurgem Strohle, 2018).

El método de impregnación se utiliza en el proceso de tintura y en la aplicación de acabados, se emplea una máquina conocida como foulard que se encarga de sumergir el textil en una solución, después de la impregnación el tejido se escurre mediante cilindros de presión, es de suma importancia verificar y controlar la presión en los cilindros ya que su sistema indirecto implica que, a mayor presión en los rodillos, menor será el porcentaje de pick up, y viceversa (Antonio Solé Cabanes, 2016).

Figura 4

Impregnación y escurrido en foulard



Fuente: (Antonio Solé Cabanes, 2016).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipos de investigación

Los diferentes tipos de investigación empleados para este trabajo fueron los siguientes: analítica, comparativa y experimental. Estos modelos ayudan a determinar y comparar los valores óptimos en las dosificaciones y concentraciones de goma arábiga para el acabado antiarrugas.

3.1.1 Investigación Analítica

La investigación analítica según Cristina Ortega (2025), es la descomposición de cada componente y elemento constitutivo para analizar sus características, causas y efectos, dando así paso al entendimiento y su reformulación. El objetivo principal es interpretar, criticar o comprender profundamente un fenómeno mediante la comprobación de hipótesis y el análisis crítico de información disponible (Jacqueline Hurtado, 2025).

Este método de investigación se relaciona con la evaluación del tejido plano después de la aplicación del acabado con goma arábiga. El uso de este tipo de investigación se desarrolla a través de los ensayos de laboratorio orientados a la medición de la recuperación de las arrugas en las muestras de tejido, el ángulo de recuperación al doblez y las cantidades de los auxiliares utilizados.

3.1.2 Investigación Comparativa

La investigación comparativa consiste en analizar y contrastar de manera ordenada diferentes objetos de estudio, con el propósito de identificar semejanzas y diferencias que permiten obtener conclusiones y verificar las hipótesis planteadas en la

investigación (Sánchez de la Barquera y Arroyo, 2020). Este tipo de investigación se emplea en la comparación de los resultados obtenidos entre las muestras sin tratamiento y las muestras con tratamiento a diferentes concentraciones, de manera que se analizan los valores obtenidos con la finalidad de identificar el contraste que se genera en el acabado con diferentes cantidades de goma arábiga.

3.1.3 Investigación Experimental

Este tipo de investigación científica conlleva a la modificación de todos los datos en el caso que se esté estudiando, observar y evaluar los resultados para poder dar una conclusión que sea fundamentada con evidencias claras y reales (Appinio Research, 2024). La investigación experimental se aplica en las pruebas y configuraciones de maquinaria, equipos y modificaciones de las concentraciones de los productos, esto se realiza a través de ensayos de laboratorio para el análisis de los resultados.

3.2 Flujogramas

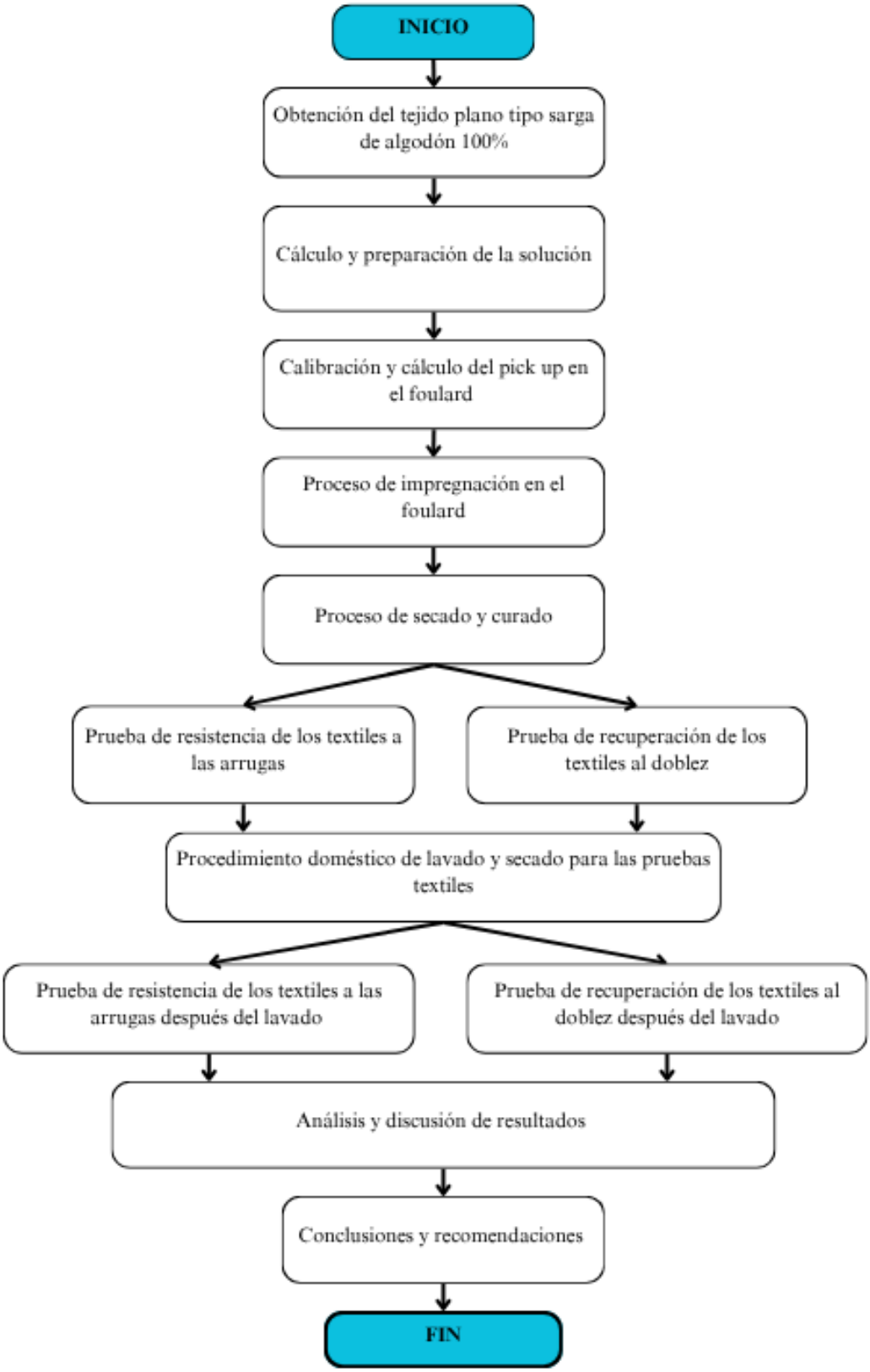
Este apartado representa de manera gráfica todos los pasos en un orden cronológico, con la finalidad de lograr una mejor comprensión del proceso de impregnación de la goma arábiga en el tejido plano.

3.2.1 Flujograma general

En la **Figura 5** se presenta el flujograma general del trabajo de investigación, donde se describen de manera clara y secuencial todas las etapas desarrolladas para la obtención del acabado.

Figura 5

Flujograma general de procesos



3.2.2 Flujograma Muestral

El flujograma muestral permite visualizar de manera clara y ordenada la clasificación y tratamiento de las muestras. Como se especifica en la **Figura 6**, las muestras son agrupadas según las concentraciones de goma arábiga

Figura 6

Flujograma muestral de procesos



3.3 Equipos y materiales

Los equipos que se usaron para realizar el proceso de dar el acabado antiarrugas con la goma arábiga en el tejido plano de algodón 100% se encuentran en el laboratorio y en la planta textil de la Carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte.

3.3.1 Equipos

- **Foulard de laboratorio**

El foulard empleado en este trabajo de investigación es un equipo utilizado en la industria textil para la impregnación uniforme de colorantes, resinas o productos químicos, removiendo el exceso de líquido mediante presión (Marife Marvel, n.d.). En la **Figura 7** se muestra el foulard empleado para dar el acabado a la tela.

Figura 7

Equipo foulard



- **Medidor antiarrugas**

El equipo empleado para medir las arrugas en la tela se indica en la **Figura 8**. Este equipo cumple las dimensiones y características acorde a la norma AATCC 128 que permite colocar muestras de 15 cm x 28 cm, aplicando un peso de 3,5 kg (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010).

Figura 8

Equipo para medir arrugas

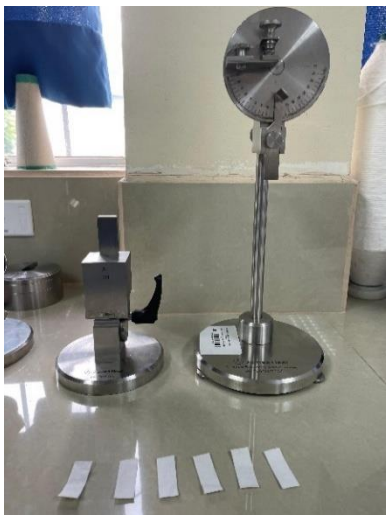


- **Medidor de doblez**

El medidor de doblez se emplea bajo la norma ISO 2313 que permite generar el doblez en las muestras de 15 mm x 40 mm al aplicar un peso de 10 N durante 5 min ± 5 s, para después evaluar el ángulo de recuperación (ISO, 2021a). El equipo se compone de dos elementos, en la **Figura 9** se muestran el aparato de carga vertical y el instrumento para medir el ángulo de recuperación.

Figura 9

Equipo medidor del doblez



- **Túnel de Secado**

El túnel de secado es una mesa con una banda giratoria y tiene una velocidad constante que se puede regular, esta mesa está cubierta por los elementos calefactores que proporcionan la temperatura deseada (Arkiplot, 2020). En la **Figura 10** se observa el túnel de secado utilizado en este trabajo de investigación.

Figura 10

Túnel de secado



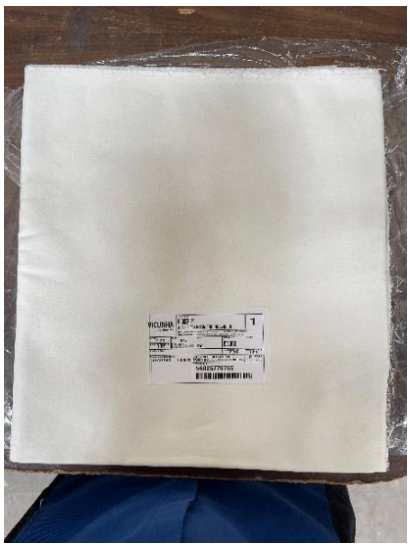
3.3.2 Materiales

- ***Tejido plano***

En la **Figura 11** se muestra el tejido plano tipo sarga de algodón 100% adquirido en la empresa VICUNHA. Todas las especificaciones técnicas del tejido se muestran en el **Anexo 1**, que indica la composición, gr/m^2, peso, ancho útil, color, metros y código del producto.

Figura 11

Tejido plano tipo sarga de algodón 100%



- ***Goma Arábiga***

La goma arábiga se destaca como un polímero natural ecológico, biodegradable y sostenible que pueden ser aplicados en tejidos de algodón y poliéster (Sharkawy et al., 2017). En la **Figura 12** se indica la goma arábiga que se utilizó para realizar el acabado antiarrugas.

Figura 12

Goma arábiga

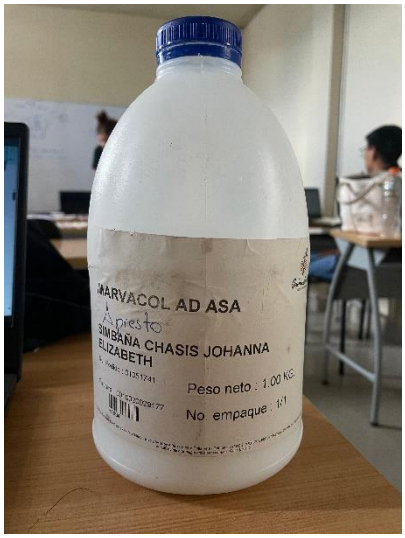


- ***Auxiliar***

El Marvacol AD ASA es un auxiliar versátil empleado en procesos de acabados, es compatible con el algodón y resinas, ayuda a la estabilización del tejido, también contribuye a mantener la uniformidad y la permanencia del acabado sobre el tejido (Colorquimíca, 2016). En la **Figura 13** se indica el auxiliar aplicado en el acabado antiarrugas.

Figura 13

Marvacol AD ASA



- ***Vasos de precipitación***

Los vasos de precipitación fueron utilizados para preparar las soluciones a diferentes concentraciones, como se especifica en la **Figura 14**, los vasos tienen una capacidad de 500 ml lo que es suficiente para sumergir las muestras de tejido.

Figura 14

Vaso de precipitación

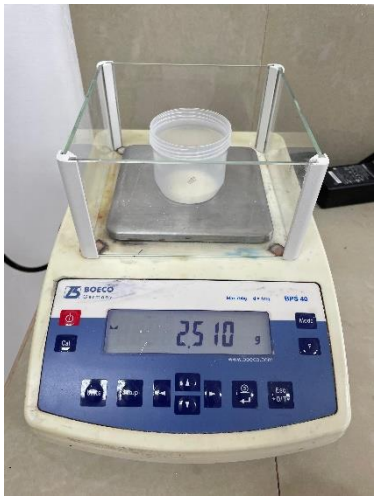


- ***Balanza***

En la **Figura 15** se observa la balanza digital utilizada para pesar los productos y los auxiliares. La balanza tiene una precisión de 0.01 oz que permite pesar con mayor exactitud, además tiene las funciones de tara, conteo, memoria y visualización de fallos (Agrotech, 2020).

Figura 15

Balanza digital

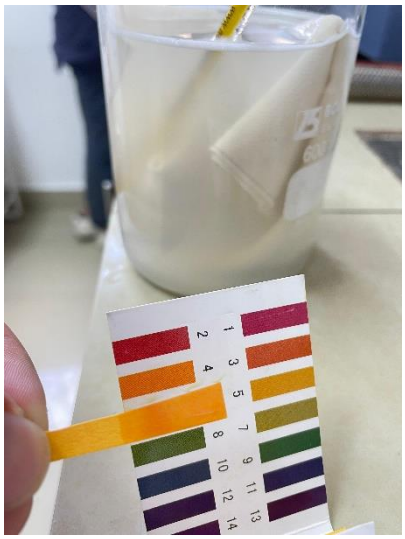


- ***Papel pH***

El papel pH se emplea para medir la acidez o la alcalinidad de una solución, se lo sumerge en el líquido y este se pintará automáticamente de uno de los 14 colores, esto dependiendo del nivel de pH (Labdin, 2025). En la **Figura 16** se evidencia el pH de la solución que tiene un valor de 5.

Figura 16

Papel pH



3.4 Normas de referencias

3.4.1 Norma AATCC 128 – 2013 Recuperación de Arrugas de los Tejidos: Método de Apariencia

La norma AATCC 128 tiene como objetivo determinar la apariencia de los textiles después de haber sido arrugados bajo condiciones controladas. Las especificaciones generales que dicta la norma son que el ensayo se debe realizar en condiciones atmosféricas de 21 ± 1 °C con una humedad relativa de 65 ± 2 %. Posteriormente, las muestras de tela deben ser cortadas de acuerdo a las dimensiones establecidas, el ensayo inicia colocando la muestra textil en el equipo generador de arrugas, donde es aplicado

un peso de 3500 gramos durante 20 min, la evaluación se lo realiza al cabo de 24 horas de reposo, se clasifica visualmente en un rango de 1 a 5 mediante la comparación con los patrones estándar de referencia o también denominado como *Wrinkle Recovery Rating* (WR), siendo el valor de uno a la presencia excesiva de arrugas y el valor de 5 cuando no se observa arrugas sobre la tela (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2010).

3.4.2 ISO 2313 - 2021: Recuperación de los textiles al doblez.

Esta norma tiene como objetivo medir la recuperación del ángulo de doblez de los tejidos. Las probetas se deben acondicionar un mínimo de 24 horas antes de realizar las pruebas de laboratorio, el molde plástico que otorga la norma ayuda a señalar el contorno de las probetas, se necesitan una cantidad de 12 muestras con una medida de 40 x 15 mm, 6 se cortan en dirección vertical del tejido y 6 en dirección transversal, el dispositivo de carga que aplica es de 10 N. Para manipular las probetas se utiliza una pinza metálica, de esta manera se evita que la superficie de las muestras sea manipulada de manera incorrecta (ISO, 2021)

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

La norma ISO 6330 establece procedimientos de lavado y secado doméstico que son aplicables a tejidos, prendas de vestir y artículos textiles. El nivel de lavado ya programado en la máquina es el 3N, que es un nivel moderado con una duración de 40 minutos a 1 hora, de acuerdo con la norma se coloca 20 gramos de detergente en una carga de 2,0 ± 0,2 kg de tela, finalmente las muestras son secadas a condiciones ambientales normales (ISO, 2021).

3.5 Procedimiento

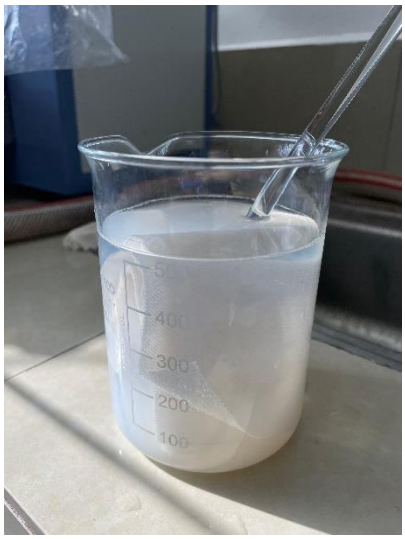
Para realizar el acabado utilizando la goma arábiga, se elaboraron tres formulaciones distintas, cada una con parámetros variables según la concentración de goma en g/L. Esta información permitió establecer el pick up correspondiente para el proceso. Además, se especifican las cantidades empleadas de cada auxiliar en cada una de las formulaciones.

3.5.1 Establecimiento de la cantidad de Marvacol AD ASA

Para poder establecer la cantidad óptima de auxiliar para aplicar sobre el tejido sin que esta interfiera en la reducción de arrugas, se realizaron ensayos con concentraciones de 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L y 20 g/L. Los resultados indicaron que la concentración de 10 g/L no genera una disminución significativa de arrugas, por lo que se considera adecuada para no alterar los resultados en las pruebas del acabado antiarrugas. Como se puede evidenciar en la **Figura 17**, la solución ya contiene el auxiliar con la cantidad adecuada.

Figura 17

Establecimiento de la cantidad de auxiliar



3.5.2 Establecimiento de la cantidad de goma arábiga

La determinación de la cantidad de goma arábiga a emplear en la solución se basó en pruebas experimentales, las cuales se evaluaron a concentraciones de 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L y 20 g/L, aplicadas juntamente con la concentración previamente establecida de 10 g/L de auxiliar. Los resultados mostraron un desempeño óptimo en todas las concentraciones, excepto en la de 20 g/L, la cual generó un efecto acartonado en el tejido, presentando quiebres del acabado tras una manipulación intensiva. Por esta razón, las concentraciones seleccionadas para su aplicación final fueron 5 g/L, 10 g/L y 15 g/L. En la **Figura 18** se indica la cantidad de goma arábiga que será disuelta en el agua.

Figura 18

Prueba en la cantidad de goma arábiga



3.5.3 Receta para el acabado antiarrugas

En la **Tabla 1** se especifican la cantidad de la goma arábiga en las diferentes concentraciones ya establecidas y los auxiliares empleados, así como las condiciones de pH de la solución. Para cada concentración se prepararon tres probetas, además de una muestra de referencia (0 g/L) sin tratamiento.

Tabla 1

Cantidad de productos para el acabado antiarrugas

Datos para el proceso de impregnación					
Receta	Muestra	Goma Arábiga (g/L)	Auxiliar (g/L)	Ácid RB (g/L)	pH del Proceso
0	M0	-	-		-
1	M1	5 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M2	5 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M3	5 g/L	10 g/L	1 g/L	5
2	M1	10 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M2	10 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M3	10 g/L	10 g/L	1 g/L	5
3	M1	15 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M2	15 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	M3	15 g/L	10 g/L	1 g/L	5

3.5.4 Datos técnicos del foulard para el proceso de impregnación en pruebas de arrugamiento

En la **Tabla 2** se especifica los datos técnicos que se emplearon en el foulard para el proceso de impregnación de las muestras a diferentes concentraciones.

Tabla 2

Parámetros del foulard

Datos del foulard para el proceso de impregnación				
Receta	Muestra	Pick up (%)	Presión (psi)	Velocidad (m/min)
0	M0	-	-	-
1	M1	82,80 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M2	86,21 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M3	86,24 %	2,5 psi	2,3 m/min
2	M1	88,23 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M2	86,67 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M3	87,40 %	2,5 psi	2,3 m/min
3	M1	85,17 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M2	88,20 %	2,5 psi	2,3 m/min
	M3	85,77 %	2,5 psi	2,3 m/min

3.5.5 Receta para las pruebas del doblez

En la **Tabla 3.** Se detalla las cantidades de los diferentes productos para las 6 muestras de tejido que fueron sometidos a pruebas del doblez. Cada receta se aplica a dos muestras de tela, de esta manera, permite recortar y evaluar el doblez en sentido de la urdimbre y la trama.

Tabla 3

Cantidad de productos para las pruebas del doblez

Datos para el proceso de impregnación					
Receta	Muestra	Goma Arábiga (g/L)	Auxiliar (g/L)	Ácid RB (g/L)	pH del Proceso
0	M0	-	-		-
1	Urdimbre	5 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	Trama	5 g/L	10 g/L	1 g/L	5
2	Urdimbre	10 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	Trama	10 g/L	10 g/L	1 g/L	5
3	Urdimbre	15 g/L	10 g/L	1 g/L	5
	Trama	15 g/L	10 g/L	1 g/L	5

3.5.6 Datos técnicos del foulard para el proceso de impregnación en pruebas del doblez

En la **Tabla 4** se especifican todos los datos técnicos que se emplearon en el foulard para impregnar el acabado en las muestras que posteriormente serán sometidas a pruebas de doblez.

Tabla 4

Parámetros del foulard

Datos del foulard para el proceso de impregnación				
Receta	Muestra	Pick up (%)	Presión (psi)	Velocidad (m/min)
0	M0	-	-	-
1	Urdimbre	89,04	2,5	2,3
	Trama	87,47	2,5	2,3
2	Urdimbre	88,38	2,5	2,3
	Trama	88,26	2,5	2,3
3	Urdimbre	88,60	2,5	2,3
	Trama	87,89	2,5	2,3

3.6 Pruebas de laboratorio

3.6.1 Proceso de foulardado

El método de foulard consiste en aplicar una mezcla química sobre un textil, utilizando un baño específico que puede corresponder a un proceso de teñido, apresto o acabado. Posteriormente, el exceso de solución es eliminado mediante rodillos de presión regulados por un sistema neumático. A través de pruebas experimentales, se determina el nivel de absorción del producto, conocido como pick up. Es importante señalar que, si la solución corresponde a un agente colorante, este se fijará en el interior del material otorgándole color; mientras que, si se trata de un compuesto destinado a proporcionar un acabado, su acción será principalmente superficial sobre el tejido. El orden adecuado para realizar de manera correcta los diferentes pasos son los siguientes:

1. Ajuste y calibración del foulard para tener una correcta fuerza de compresión (presión), cantidad de absorción (pick up) y la velocidad de los rodillos.

2. Elaboración de la solución utilizando todos los productos auxiliares en un vaso precipitado.
3. Introducir las muestras en la solución preparada.
4. Hacer que las muestras atraviesen los cilindros de compresión del foulard con un pick up de 85% ± 5%.
5. Retirar la muestra tras haber atravesado completamente por los cilindros.

Las muestras de tela se deben introducir en el foulard de manera uniforme, evitando que el tejido se introduzca doblado, en la **Figura 19** se puede observar la presión de los rodillos en la muestra con el acabado.

Figura 19

Proceso de foulardado



3.6.2 Proceso de secado

Para eliminar la humedad en las muestras, se empleó el túnel de secado, dejando reposar las muestras en la malla transportadora para que puedan pasar por dentro de la máquina en donde se genera el calor, también se empleó para el proceso de termofijado, como se observa en la **Figura 20**. Para llevar a cabo este proceso, se configuró la máquina a una velocidad de 9 rpm y una temperatura de 130 °C.

Figura 20

Proceso de secado



3.6.3 Prueba de resistencia a las arrugas AATCC 128:2013

El equipo evaluador de la recuperación de arrugas de los textiles se emplea para analizar el aspecto de los tejidos tras la generación de pliegues de manera intencional tras aplicarles un peso durante un tiempo establecido. Esta prueba se aplica a tejidos planos y de punto. Para determinar el nivel de arrugamiento, se utilizan patrones de referencia conforme a la norma AATCC 128, cuya escala va de 1 WR a 5 WR. Para llevar a cabo la evaluación de la resistencia a las arrugas, se deben seguir los pasos que dicta la norma y que se detallan a continuación:

1. Recortar tres muestras (por cada concentración de goma arábiga) de 15 x 28 cm, el lado más largo de la muestra recortada debe ser en sentido de la urdimbre.
2. Colocar la probeta en el dispositivo de prueba de resistencia al arrugamiento y fijarla con los sujetadores metálicos, la probeta debe estar con el lado frontal de la tela hacia afuera.
3. Aplicar una carga de 3,5 kg sobre la parte superior del equipo, liberar el mecanismo de sujeción y permitir que la presión actúe sobre el tejido doblado durante un tiempo de 20 minutos

4. Retirar las muestras con cuidado y dejarlas reposar sobre una superficie plana durante 24 horas
5. Alinear las probetas junto a los modelos de referencia para recuperación de arrugas, conforme a lo establecido por la norma AATCC 128
6. Evaluar visualmente el nivel de recuperación, comparando la muestra con la réplica correspondiente
7. Anotar el valor de recuperación obtenido para cada una de las probetas

En la **Figura 21** se muestra el peso aplicado en una de las probetas, de esta manera, es como se simula la generación de arrugas en la tela.

Figura 21

Equipo probador de arrugas



3.6.4 Prueba de recuperación al doblez ISO 2313:2021

El equipo para medir el ángulo de recuperación al doblez se emplea específicamente para evaluar la capacidad que tiene una muestra plegada horizontalmente para volver a su forma original, determinando el ángulo de recuperación correspondiente. Para llevar a cabo la prueba de recuperación al doblez, se deben seguir los siguientes procedimientos:

1. Verificar que el dispositivo para medir el ángulo de recuperación al doblez se encuentre correctamente nivelado mediante los pies ajustables.
2. Cortar seis muestras con dimensiones de 40 x 15 mm para la urdimbre y otras seis con las mismas medidas para la trama utilizando la plantilla.
3. Dividir las muestras en dos grupos: tres para doblar la cara frontal de urdimbre-trama y tres para doblar la cara posterior de urdimbre-trama
4. Colocar la muestra en el equipo de doblado para aplicar una fuerza de 10 N durante cinco minutos
5. Retirar las muestras con cuidado usando una pinza y ubicarlas en el medidor de ángulo de recuperación, dejarlas reposar cinco minutos y registrar los grados de recuperación, asegurándose de que el observador mantenga un ángulo de 90° entre el punto de observación y el punto de medición
6. Repetir los pasos 4 y 5 para cada una de las probetas
7. Calcular el promedio de los resultados para los grupos de muestras: frontal urdimbre-trama, revés urdimbre-trama y determinar el nivel final de recuperación.

En la **Figura 22** se puede apreciar la prueba de la recuperación al doblez, la probeta se le está aplicando un peso de 10 N y posteriormente se pone en el dispositivo medidor del ángulo de doblez.

Figura 22

Equipo probado de la recuperación al doblez



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos después de haber realizado las diferentes pruebas en el laboratorio de la Carrera de Textiles, donde se detallan los resultados antes y después de los procesos del lavado tanto del acabado antiarrugas como de las pruebas de doblez, mismas que han sido agrupadas en tablas dependiendo de las concentraciones de goma arábiga que se aplicaron en las diferentes recetas.

4.1.1 Resultados del acabado antiarrugas antes y después del lavado

Tras efectuar el ensayo de recuperación a las arrugas, los resultados se organizaron según las distintas cantidades de goma arábiga utilizadas en cada formulación. Para cada nivel de concentración se prepararon tres especímenes, incluyendo uno de referencia al que no se aplicó ningún acabado. La valoración se realizó de forma visual, contando con el criterio de tres evaluadores y utilizando modelos tridimensionales que proporciona la norma, los cuales disponen de una escala numérica de 1 WR a 5 WR. En dicha escala, la puntuación 1 WR corresponde a una baja capacidad de recuperación y las arrugas son evidentes, mientras que el valor 5 WR representa una recuperación óptima, sin señales visibles de arrugamiento.

En la **Tabla 5** se indican los resultados WR AL (antes del lavado) y WR DL (después del lavado) obtenidos de las muestras tras ser sometidas a pruebas de arrugado mediante la norma AATCC 128.

Tabla 5

Resultados del acabado antiarrugas antes y después del lavado

Concentración de Goma arábiga (g/L)	Muestra	Calificación antes del lavado WR AL	Calificación después del lavado WR DL
0	M1	1	1
	M2	1-2	1-2
	M3	1	1
5	M1	1-2	1-2
	M2	1-2	1
	M3	1	1
10	M1	2-3	2
	M2	2	1-2
	M3	2	2
15	M1	3	3
	M2	3	2-3
	M3	3-4	3

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se calcularon los valores promedio de las tres evaluaciones realizadas para cada concentración de goma arábiga, tanto antes como después del lavado. En la **Tabla 6** se indica la calificación promedio por cada concentración de goma arábiga

Tabla 6

Calificación promedio del acabado antiarrugas

Concentración de Ga (g/L)	Calificación antes del lavado WR AL	Calificación después del lavado WR DL
0	1	1
5	1-2	1
10	2	2
15	3	3

4.1.2 Resultados de la prueba de recuperación al doblez de la urdimbre antes y después del lavado

La **Tabla 7** representa los ángulos de recuperación al doblez en la urdimbre, son 3 muestras del lado frontal y 3 muestras del lado revés, los resultados son antes del lavado (AL) y después del lavado (DL) a diferentes concentraciones de goma arábiga.

Tabla 7

Recuperación del doblez de la urdimbre antes y después del lavado

		GA (0 g/L)		**GA (5 g/L)**		**GA (10 g/L)**		**GA (15 g/L)**	
Muestra	**Lado**	**A L**	**D L**	**A L**	**D L**	**A L**	**D L**	**A L**	**D L**
M1	Frontal	62	62	64	63	68	64	64	62
M2	Frontal	59	59	60	59	65	66	65	65
M3	Frontal	58	58	62	60	66	65	63	64
M1	Revés	72	72	78	77	85	84	76	76
M2	Revés	74	74	81	79	87	86	78	78
M3	Revés	75	75	79	78	86	85	77	75

4.1.3 Resultados de la prueba de recuperación al doblez de la trama antes y después del lavado

La **Tabla 8** muestra los ángulos de recuperación al doblez de la trama, son 3 muestras del lado frontal y 3 muestras del lado revés, los resultados son antes del lavado (AL) y después del lavado (DL) a diferentes concentraciones de goma arábiga.

Tabla 8

Recuperación del doblez de la trama antes y después del lavado

	GA (0 g/L)		GA (5 g/L)		GA (10 g/L)		GA (15 g/L)	
	A L	**D L**	**A L**	**D L**	**A L**	**D L**	**A L**	**D L**
Frontal	84	84	86	85	91	90	85	84
Frontal	81	81	89	87	93	91	86	83
Frontal	82	82	87	84	90	87	88	85
Revés	73	73	77	74	81	81	75	72
Revés	69	69	75	77	84	80	76	75
Revés	71	71	79	76	80	78	77	77

4.2 Discusión de resultados.

4.2.1 Normalidad de datos

- **4.2.1.1 Normalidad de los datos del acabado antiarrugas antes y después del lavado**

En la **Figura 23** que se presenta a continuación, se indica la normalidad de los datos del acabado antiarrugas antes del lavado (AL) y después del lavado (DL), los resultados se dividen en cada columna que pertenece a cada concentración de goma arábiga.

Figura 23

Normalidad de los datos del acabado antiarrugas antes y después del lavado

Tests for normal distribution

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
p(normal)	0	0	0	0	0	0	0	0
Anderson-Darling A	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878	0,4878
p(normal)	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651	0,05651
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Lilliefors L	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848	0,3848
p(normal)	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879	0,08879
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Jarque-Bera JB	0,5312	0,5312	0,5312	0,5312	0,5313	0,5312	0,5313	0,5313
p(normal)	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667	0,7667
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

La imagen indica los datos del acabado antiarrugas antes y después del proceso de lavado, también se puede evidenciar la normalidad de los valores obtenidos tras el procesamiento con el programa Past 4. Los valores de p(normal) superan el valor de 0.05 a excepción del método de Shapiro-Wilk W ya que el tamaño muestral es muy reducido (N3), por otra parte, en el método de Anderson-Darling existe el valor de p(normal) favorable, lo que respalda la fiabilidad de los resultados con un nivel de confianza del 95 %.

- **4.2.1.2 Normalidad de los datos de la prueba del doblez en la urdimbre antes y después del lavado**

1. Normalidad de los datos del lado frontal de la urdimbre

En la **Figura 24** que se presenta a continuación se aprecia la distribución normal de los distintos valores de la recuperación al doblez antes del lavado (AL) y después del lavado (DL), los resultados se dividen en cada columna que pertenece a cada concentración de goma arábiga.

Figura 24

Normalidad de los datos del lado frontal de la urdimbre antes y después del lavado

Tests for normal distribution

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9231	0,9231	1	0,9231	0,9643	1	1	0,9643
p(normal)	0,4633	0,4633	1	0,4633	0,6369	1	1	0,6369
Anderson-Darling A	0,2769	0,2769	0,1895	0,2769	0,2296	0,1895	0,1895	0,2296
p(normal)	0,3337	0,3337	0,6307	0,3337	0,4867	0,6307	0,6307	0,4867
p(Monte Carlo)	0,4706	0,472	1	0,4581	0,6378	1	0,9999	0,6434
Lilliefors L	0,2923	0,2923	0,1747	0,2923	0,253	0,1747	0,1747	0,253
p(normal)	0,4228	0,4228	3,574	0,4228	0,652	3,574	3,574	0,652
p(Monte Carlo)	0,459	0,4596	1	0,4579	0,6325	1	1	0,6353
Jarque-Bera JB	0,4206	0,4206	0,2813	0,4206	0,3541	0,2813	0,2813	0,3541
p(normal)	0,8103	0,8103	0,8688	0,8103	0,8377	0,8688	0,8688	0,8377
p(Monte Carlo)	0,4609	0,4609	1	0,4544	0,6331	1	1	0,6315

Para determinar la normalidad de los datos de la prueba del doblez antes y después del lavado bajo las concentraciones de 5, 10, y 15 g/L, se evaluó mediantes las pruebas de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Berra. Los resultados demuestran que, en la totalidad de las concentraciones y muestras analizadas, el valor de

p(normal) es mayor a 0.05, concluyendo que todos los datos presentan un comportamiento estadísticamente normal con una confiabilidad del 95%.

2. Normalidad de los datos del lado revés de la urdimbre

En la **Figura 25** se indica la distribución normal de los valores de la recuperación al doblez antes del lavado (AL) y después del lavado (DL), los resultados se dividen en cada columna que pertenece a cada concentración de goma arábiga.

Figura 25

Normalidad de los datos del lado revés de la urdimbre antes y después del lavado

Tests for normal distribution

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9643	0,9643	0,9643	1	1	1	1	0,9643
p(normal)	0,6369	0,6369	0,6369	1	1	1	1	0,6369
Anderson-Darling A	0,2296	0,2296	0,2296	0,1895	0,1895	0,1895	0,1895	0,2296
p(normal)	0,4867	0,4867	0,4867	0,6307	0,6307	0,6307	0,6307	0,4867
p(Monte Carlo)	0,6278	0,6316	0,6414	1	1	1	1	0,6385
Lilliefors L	0,253	0,253	0,253	0,1747	0,1747	0,1747	0,1747	0,253
p(normal)	0,652	0,652	0,652	3,574	3,574	3,574	3,574	0,652
p(Monte Carlo)	0,6338	0,6318	0,6362	1	1	1	1	0,6338
Jarque-Bera JB	0,3541	0,3541	0,3541	0,2813	0,2813	0,2813	0,2813	0,3541
p(normal)	0,8377	0,8377	0,8377	0,8688	0,8688	0,8688	0,8688	0,8377
p(Monte Carlo)	0,6244	0,6425	0,644	1	1	1	1	0,631

Al analizar los datos de la prueba del doblez antes y después del lavado a las concentraciones de 5, 10, y 15 g/L en el programa Past 4. Los resultados demuestran que, en la totalidad de las concentraciones y muestras analizadas, el valor de p(normal) es mayor a 0.05, concluyendo que todos los datos presentan un comportamiento estadísticamente normal con una confiabilidad del 95%.

- **4.2.1.3 Normalidad de los datos de la prueba del doblez en la trama antes y después del lavado**

1. Normalidad de los datos del lado frontal de la trama

En la **Figura 26** se indica la normalidad de los distintos valores de la prueba al doblez antes del lavado (AL) y después del lavado (DL), los resultados se dividen en cada columna que pertenece a cada concentración de goma arábiga.

Figura 26

Normalidad de los datos del lado frontal de la trama antes y después del lavado

Tests for normal distribution

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9643	0,9643	0,9643	0,9643	0,9643	0,9231	0,9643	1
p(normal)	0,6369	0,6369	0,6369	0,6369	0,6369	0,4633	0,6369	1
Anderson-Darling A	0,2296	0,2296	0,2296	0,2296	0,2296	0,2769	0,2296	0,1895
p(normal)	0,4867	0,4867	0,4867	0,4867	0,4867	0,3337	0,4867	0,6307
p(Monte Carlo)	0,6364	0,6363	0,6417	0,6385	0,6321	0,4632	0,6313	1
Lilliefors L	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,2923	0,253	0,1747
p(normal)	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,4228	0,652	3,574
p(Monte Carlo)	0,6394	0,6342	0,6373	0,6317	0,6419	0,4622	0,6395	1
Jarque-Bera JB	0,3541	0,3541	0,3541	0,3541	0,3541	0,4206	0,3541	0,2813
p(normal)	0,8377	0,8377	0,8377	0,8377	0,8377	0,8103	0,8377	0,8688
p(Monte Carlo)	0,6355	0,6354	0,6377	0,6387	0,6288	0,4641	0,6401	1

Al analizar los datos de la prueba del doblez antes y después del lavado a las concentraciones de 5, 10, y 15 g/L, existe el valor de p(normal) mayor a 0.05 en los métodos de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Berra, indicando que todos los datos presentan un comportamiento estadísticamente normal con una confiabilidad del 95%.

2. Normalidad de los datos del lado revés de la trama

En la **Figura 27** que se presenta a continuación se aprecia la distribución normal de los distintos valores de la recuperación al doblez antes del lavado (AL) y después del lavado (DL), los resultados se dividen en cada columna que pertenece a cada concentración de goma arábiga.

Figura 27

Normalidad de los datos del lado revés de la trama antes y después del lavado

Tests for normal distribution

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	1	1	1	0,9643	0,9231	0,9643	1	0,9868
p(normal)	1	1	1	0,6369	0,4633	0,6369	1	0,7804
Anderson-Darling A	0,1895	0,1895	0,1895	0,2296	0,2769	0,2296	0,1895	0,2042
p(normal)	0,6307	0,6307	0,6307	0,4867	0,3337	0,4867	0,6307	0,5652
p(Monte Carlo)	1	1	1	0,6382	0,467	0,6325	1	0,7783
Lilliefors L	0,1747	0,1747	0,1747	0,253	0,2923	0,253	0,1747	0,2194
p(normal)	3,574	3,574	3,574	0,652	0,4228	0,652	3,574	0,8367
p(Monte Carlo)	1	1	1	0,6271	0,4725	0,6432	1	0,7807
Jarque-Bera JB	0,2813	0,2813	0,2813	0,3541	0,4206	0,3541	0,2813	0,3098
p(normal)	0,8688	0,8688	0,8688	0,8377	0,8103	0,8377	0,8688	0,8565
p(Monte Carlo)	1	1	1	0,6357	0,4633	0,6365	1	0,7839

Al examinar los datos de la prueba del doblez antes y después del lavado a las concentraciones de 5, 10, y 15 g/L mediante los métodos de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Berra. Los resultados también demuestran que, en la totalidad de las concentraciones y muestras analizadas, el valor de p(normal) es mayor a 0.05, concluyendo que todos los datos presentan un comportamiento estadísticamente normal con una confiabilidad del 95%.

4.2.2 Análisis de la Varianza

- **4.2.2.1 Análisis de la varianza de los resultados del acabado antiarrugas**

La evaluación de la varianza fue efectuada con el objetivo de determinar la dispersión existente entre cada uno de los valores obtenidos en las diversas mediciones previamente realizadas, tanto en el acabado antiarrugas y la recuperación a doblez. En la **Figura 28** se muestran los resultados del análisis de varianza de los datos del acabado antiarrugas antes del lavado (AL) y después del lavado (DL).

Figura 28

Varianza de los datos del acabado antiarrugas antes y después del lavado

Univariate statistics

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	1	1	1	1	2	1,5	3	2,5
Max	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2	3,5	3
Sum	3,5	3,5	4	3,5	6,5	5,5	9,5	8,5
Mean	1,166667	1,166667	1,333333	1,166667	2,166667	1,833333	3,166667	2,833333
Std. error	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667
Variance	0,08333333	0,08333333	0,08333333	0,08333333	0,08333333	0,08333333	0,08333333	0,08333333
Stand. dev	0,2886751	0,2886751	0,2886751	0,2886751	0,2886751	0,2886751	0,2886751	0,2886751
Median	1	1	1,5	1	2	2	3	3
25 prcntil	1	1	1	1	2	1,5	3	2,5
75 prcntil	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2	3,5	3
Skewness	1,732051	1,732051	-1,732051	1,732051	1,732051	-1,732051	1,732051	-1,732051
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	1,144714	1,144714	1,310371	1,144714	2,154435	1,817121	3,15818	2,823108
Coeff. var	24,74358	24,74358	21,65064	24,74358	13,32347	15,74592	9,116057	10,18853

Bootstrap

Bootstrap type:

Simple

Bootstrap N:

9999

Recompute

De acuerdo con los resultados estadísticos, los valores más altos del coeficiente de variación (CV) pertenecen a las muestras sin acabado con el 24,74%, también existe valores altos en las muestras de 5 g/L, siendo de 21,65% y 24,74% antes y después del

lavado respectivamente, estos datos indican la relación entre la desviación estándar (Stand. dev) y la media (Mean) lo que se traduce a que en estas concentraciones hay mayor dispersión de los datos y el acabado no es muy uniforme. A 10 g/L, el CV disminuye a 13,32% AL y 15,74% DL, mientras que los valores más bajos se observan en la concentración de 15 g/L con el 9,11% AL y 10,18% DL. El descenso radical del CV del 24,74% al 9,11% demuestra que, a mayor concentración de goma arábiga, el acabado antiarrugas se vuelve más uniforme y estable en cada una de las 3 muestras tratadas (N).

- **4.2.2.2 Análisis de la varianza de los resultados del doblez en urdimbre antes y después del lavado**

1. Varianza de los datos del lado frontal de la urdimbre

En la **Figura 29** se indican los resultados de la varianza correspondiente a la recuperación al doblez de las muestras de la parte frontal de la urdimbre antes del lavado (AL) y después del lavado (DL).

Figura 29

Varianza de los datos del lado frontal de la urdimbre antes y después del lavado

Univariate statistics

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	58	58	60	59	65	64	63	62
Max	62	62	64	63	68	66	65	65
Sum	179	179	186	182	199	195	192	191
Mean	59,66667	59,66667	62	60,66667	66,33333	65	64	63,66667
Std. error	1,20185	1,20185	1,154701	1,20185	0,8819171	0,5773503	0,5773503	0,8819171
Variance	4,333333	4,333333	4	4,333333	2,333333	1	1	2,333333
Stand. dev	2,081666	2,081666	2	2,081666	1,527525	1	1	1,527525
Median	59	59	62	60	66	65	64	64
25 prcntil	58	58	60	59	65	64	63	62
75 prcntil	62	62	64	63	68	66	65	65
Skewness	1,293343	1,293343	0	1,293343	0,9352195	0	0	-0,9352195
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	59,64269	59,64269	61,97849	60,64308	66,32166	64,99487	63,99479	63,65439
Coeff. var	3,488826	3,488826	3,225806	3,431318	2,302802	1,538462	1,5625	2,399254

El valor del coeficiente de variación (CV) tiene un porcentaje de 3,48% en la muestra de referencia, lo que refleja la uniformidad natural de la tela del algodón. Al aplicar la concentración de 5 g/L, el CV baja ligeramente a 3,22% AL y 3,43% DL, lo que

no significa un cambio notorio. Al aplicar la concentración de 10 g/L, el CV desciende a los puntos mínimos absolutos de 2,30% AL y 1,53% DL, estos valores indican que el acabado se distribuyó de manera uniforme en la tela, además de tener una ligera resistencia al proceso de lavado. Por el contrario, en la muestra de 15 g/L el CV vuelve a incrementarse levemente a 1,56% AL y 2,39% DL, indicando que el exceso de goma arábiga genera irregularidades en el acabado y se empieza a saturar en las muestras.

2. Varianza de los datos del lado revés de la urdimbre

En la **Figura 30** se indica los resultados de la varianza correspondiente a la recuperación al doblez de las muestras del lado revés de la urdimbre antes del lavado (AL) y después del lavado (DL).

Figura 30

Varianza de los datos del lado revés de la urdimbre antes y después del lavado

Univariate statistics

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	72	72	78	77	85	84	76	75
Max	75	75	81	79	87	86	78	78
Sum	221	221	238	234	258	255	231	229
Mean	73,66667	73,66667	79,33333	78	86	85	77	76,33333
Std. error	0,8819171	0,8819171	0,8819171	0,5773503	0,5773503	0,5773503	0,5773503	0,8819171
Variance	2,333333	2,333333	2,333333	1	1	1	1	2,333333
Stand. dev	1,527525	1,527525	1,527525	1	1	1	1	1,527525
Median	74	74	79	78	86	85	77	76
25 prcntil	72	72	78	77	85	84	76	75
75 prcntil	75	75	81	79	87	86	78	78
Skewness	-0,9352195	-0,9352195	0,9352195	0	0	0	0	0,9352195
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	73,65606	73,65606	79,32357	77,99573	85,99612	84,99608	76,99567	76,32319
Coeff. var	2,073564	2,073564	1,925452	1,282051	1,162791	1,176471	1,298701	2,001125

El valor del coeficiente de variación (CV) en el lado revés de la urdimbre tiene un porcentaje del 2,07% en la muestra de referencia, indicando la variabilidad natural de la tela de algodón. Al aplicar la concentración de 5 g/L, el CV baja ligeramente a 1,92% AL y 1,28% DL demostrando que no hay un cambio notorio. Al aplicar la concentración de 10 g/L, el CV desciende a los puntos mínimos de todos los datos, llegando a 1,16% AL y 1,17% DL, aunque tampoco existe una diferencia muy notoria, estos valores indican que

en todas las concentraciones el acabado se distribuyó de manera uniforme en la tela, además de tener una ligera resistencia al proceso de lavado. Por el contrario, en la muestra de 15 g/L, el CV vuelve a incrementarse levemente a 1,27% AL y 2% DL, evidenciando que también existe un pequeño excedente de goma arábiga. En todos los resultados del CV existe un mínimo porcentaje de variación, siendo la concentración de 10 g/L el óptimo.

- **4.2.2.3 Análisis de la varianza de los resultados del doblez en la trama antes y después del lavado**

1. Varianza de los datos del lado frontal de la trama

En la **Figura 31** se muestran los resultados de la varianza correspondiente a la recuperación al doblez de las muestras del lado frontal de la trama antes del lavado (AL) y después del lavado (DL).

Figura 31

Varianza de los datos de lado frontal de la trama antes y después del lavado

Univariate statistics

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	81	81	86	84	90	87	85	83
Max	84	84	89	87	93	91	88	85
Sum	247	247	262	256	274	268	259	252
Mean	82,33333	82,33333	87,33333	85,33333	91,33333	89,33333	86,33333	84
Std. error	0,8819171	0,8819171	0,8819171	0,8819171	0,8819171	1,20185	0,8819171	0,5773503
Variance	2,333333	2,333333	2,333333	2,333333	2,333333	4,333333	2,333333	1
Stand. dev	1,527525	1,527525	1,527525	1,527525	1,527525	2,081666	1,527525	1
Median	82	82	87	85	91	90	86	84
25 prcntil	81	81	86	84	90	87	85	83
75 prcntil	84	84	89	87	93	91	88	85
Skewness	0,9352195	0,9352195	0,9352195	0,9352195	0,9352195	-1,293343	0,9352195	0
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	82,32392	82,32392	87,32446	85,32425	91,32485	89,31705	86,32436	83,99603
Coeff. var	1,855294	1,855294	1,749075	1,790069	1,672473	2,330223	1,769334	1,190476

Los datos del coeficiente de variación (CV) del lado frontal de la trama son mínimos ya que están por debajo del 2,33%. El valor del CV inicia con el 1,85% en la muestra sin tratamiento, seguido por la concentración de 5 g/L con los valores de 1,74% AL y 1,79% DL, por lo que no existe mayor diferencia. El panorama cambia en la

concentración de 10 g/L, aumentando de 1,67% AL a 2,33% DL, indicando que el lavado del tubo influye en el acabado y altera la superficie de la tela, generando variaciones en los resultados. Finalmente, a 15 g/L se registra el punto máximo de homogeneidad con un CV de 1,75% AL, pero después de este resultado desciende hasta su punto más bajo de 1,19% DL, esto demuestra que, a diferencia de la urdimbre, la trama alcanza una uniformidad del acabado en toda la superficie del lado frontal con la concentración de 15 g/L.

2. Varianza de los datos del lado revés de la trama

En la **Figura 32** se muestran los resultados de la varianza correspondiente a la recuperación al doblez de las muestras del lado revés de la trama antes del lavado (AL) y después del lavado (DL).

Figura 32

Varianza de los datos del lado revés de la trama antes y después del lavado

Univariate statistics

	AL (0g/L)	DL (0g/L)	AL (5g/L)	DL (5g/L)	AL (10g/L)	DL (10g/L)	AL (15g/L)	DL (15g/L)
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	69	69	75	74	80	78	75	72
Max	73	73	79	77	84	81	77	77
Sum	213	213	231	227	245	239	228	224
Mean	71	71	77	75,66667	81,66667	79,66667	76	74,66667
Std. error	1,154701	1,154701	1,154701	0,8819171	1,20185	0,8819171	0,5773503	1,452966
Variance	4	4	4	2,333333	4,333333	2,333333	1	6,333333
Stand. dev	2	2	2	1,527525	2,081666	1,527525	1	2,516611
Median	71	71	77	76	81	80	76	75
25 prcntil	69	69	75	74	80	78	75	72
75 prcntil	73	73	79	77	84	81	77	77
Skewness	0	0	0	-0,9352195	1,293343	-0,9352195	0	-0,5855827
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	70,98122	70,98122	76,98268	75,65634	81,64911	79,65686	75,99561	74,63826
Coeff. var	2,816901	2,816901	2,597403	2,018756	2,548979	1,917396	1,315789	3,370462

El comportamiento del coeficiente de variación (CV) en los resultados del reverso de la trama varía en comparación con el lado frontal. Las muestras sin acabado tienen un CV de 2,81%, al aplicar la concentración de 5 g/L, mejora a 2,59% AL y 2,01% DL, lo que indica una mejora en el comportamiento de los datos después del proceso de lavado. Con la concentración de 10 g/L, el acabado se estabiliza porque existe el mismo valor del

CV en la concentración de 5 g/L con el 2,5% AL, pero logra una mejora, llegando a 1,91% DL, demostrando así que el acabado no presenta deformaciones. Por el contrario, en la concentración de 15 g/L se evidencia un aumento, pasando del 1,31% AL hasta alcanzar el pico más alto de 3,37% DL, indicando que la trama empieza a tener una ligera saturación de goma arábiga y como consecuencia, genera irregularidades en los datos de las muestras tratadas.

4.2.3 Análisis de resultados

En este apartado se analizan detalladamente los diferentes resultados obtenidos de todas las pruebas realizadas tanto en el acabado antiarrugas como en las pruebas de doblez para comprender el comportamiento del acabado a diferentes concentraciones.

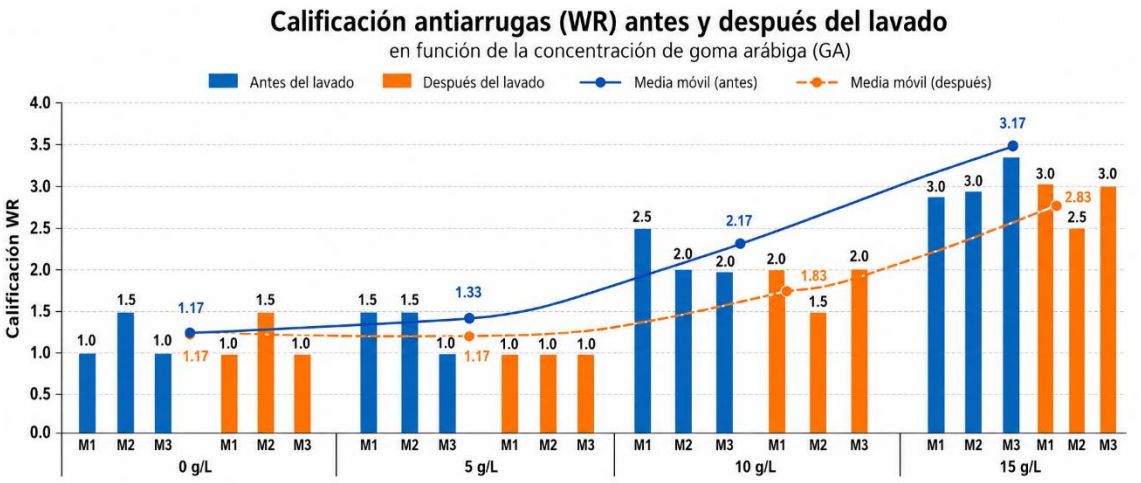
- **4.2.3.1 Análisis de los resultados del acabado antiarrugas**

Con el fin de realizar una comparación entre las diferentes concentraciones de goma arábiga y evaluar cuantitativamente el efecto del tratamiento, las calificaciones WR obtenidas en cada muestra fueron transformadas a valores numéricos y posteriormente promediadas para tener el valor de las medias móviles, este procedimiento permitió expresar los resultados mediante valores decimales, facilitando el análisis estadístico y la determinación de tendencias entre los tratamientos.

En la **Figura 33** se muestran resultados obtenidos después de la evaluación visual a las muestras sometidas al acabado antiarrugas.

Figura 33

Calificación WR del acabado antiarrugas antes y después del lavado



Como se puede observar, la figura muestra el comportamiento de la calificación WR del tejido plano tratado a diferentes concentraciones de goma arábiga. Los resultados antes del lavado (AL) muestran un aumento progresivo de la resistencia a las arrugas conforme sube la concentración de goma arábiga de 0 g/L hasta 15 g/L. El promedio general de la calificación WR pasa de 1,17 en la muestra sin tratamiento a 3,17 en la concentración de 15 g/L, lo que representa un aumento de dos escalas en la calificación WR. En la muestra de referencia se observan las calificaciones más bajas con los valores de 1WR, 1,5WR y 1WR para M1, M2 y M3 respectivamente, lo que presenta una alta presencia de arrugas. La baja resistencia del algodón a las arrugas se debe a la ruptura y al reordenamiento de los enlaces de hidrógeno en las zonas amorfas de la fibra y también porque no posee un agente reticulante capaz de restringir la movilidad de las cadenas poliméricas de celulosa (Wang et al., 2023). Al aplicar una concentración de 5 g/L, se aprecia una ligera mejora porque la goma arábiga comienza a interactuar con los grupos hidroxilo (-OH) presentes en la celulosa, sin embargo, a esta concentración la cantidad de goma arábiga no es suficiente para disminuir las arrugas.

Los resultados óptimos están en las concentraciones de 10 g/L y 15 g/L, donde la calificación es de 2WR y 3WR, respectivamente, esto se debe a que una mayor concentración de goma arábiga hace que las zonas amorfas de la fibra mejoren su estructura polimérica y, por ende, se hagan más estables. La concentración que tiene el mejor efecto antiarrugas es de 15 g/L, dando un valor de 3 WR, aunque el valor máximo en la escala WR es de 5, se nota una mejora significativa en la disminución de arrugas. Este resultado coincide con las investigaciones realizadas sobre agentes antiarrugas libres de formaldehído, donde el agente reticulante produce mejoras en la recuperación de arrugas debido a que los enlaces de hidrógeno originales no se rompen porque la posición de grupos hidroxilos no cambian (Wang et al., 2023).

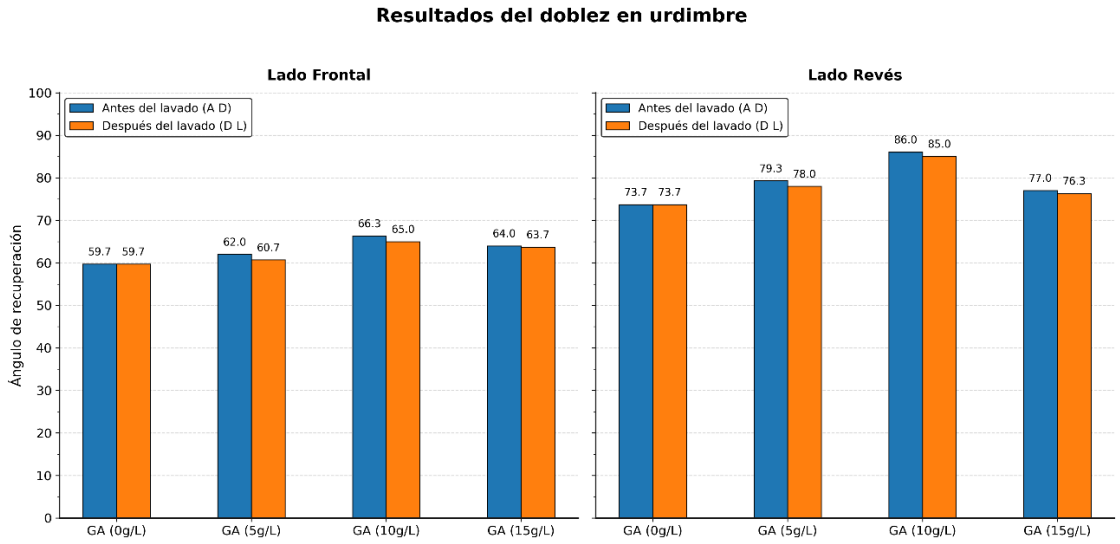
Al observar los resultados después del lavado (DL), se nota una reducción progresiva de la calificación WR en comparación con los valores antes del lavado (AL), sin embargo, el valor no cae a cero ni regresa a los valores del tejido sin acabado (0 g/L), sino que mantiene la subida de la calificación WR conforme aumenta la concentración de goma arábiga, pasando de 1,17 WR a 2,83 WR en la media móvil tras el lavado. Los resultados obtenidos indican que la goma arábiga tiene resistencia a las arrugas y que disminuye después del lavado, pero no desaparece, este comportamiento va acorde a la definición de un acabado semipermanente, donde la adhesión del biopolímero en el algodón resiste en gran parte al lavado, pero tampoco es suficiente para calificarlo como permanente. Un acabado se clasifica como permanente si resiste múltiples ciclos de lavado sin pérdida significativa del acabado, temporal si desaparece con el primer lavado, y semipermanente si indica una degradación gradual, pero retiene parte de la funcionalidad original tras el lavado (Karmakar, 1999).

- **4.2.3.2 Análisis de resultados de la prueba del doblez en Urdimbre**

Los resultados obtenidos de cada muestra sometido a las pruebas del doblez de la urdimbre se indican en la **Figura 34**, en la que se puede evidenciar el ángulo promedio de recuperación al doblez de cada una de las 3 muestras evaluadas antes del lavado (AL) y también el promedio de las 3 muestras evaluadas después del lavado (DL), se agrupan ordenadamente por concentración de goma arábiga (g/L) y se divide por el lado frontal y el lado revés.

Figura 34

Ángulo de recuperación de la prueba al doblez en urdimbre antes y después del lavado



Los resultados del lado frontal de la tela en dirección de la urdimbre sin acabado antes del lavado (AL) presentan un promedio de recuperación al doblez de 59,7°, este valor indica su capacidad que tiene la tela en condiciones naturales para recuperar su forma original después de aplicarle el peso de 10 N. Conforme la concentración de goma arábiga aumenta, el ángulo de recuperación también tiene un comportamiento alcista de 62° y 66,3° AL para las concentraciones de 5 g/L y 10 g/L respectivamente, sin embargo al aplicar a concentración de 15 g/L el valor promedio del ángulo disminuye ligeramente a 64° AL. Este comportamiento evidencia que la goma arábiga mejora la resistencia al arrugamiento hasta alcanzar una concentración óptima, lo que sucede a nivel molecular

es igual al comportamiento que se evidenció en el análisis de los resultados del acabado antiarrugas, al aumentar el ángulo de recuperación puede atribuirse a la formación de los enlaces de hidrogeno entre los grupos hidroxilo de la celulosa con los grupos moleculares de la goma arábiga, de esta manera llenan ciertas partes amorfas del algodón ayudando a una menor deformación.

Al comparar los valores después del lavado (DL) se observa una tendencia creciente en la recuperación a medida que aumenta la concentración, hasta llegar a 10 g/L, donde se alcanza el valor máximo de 65,0° al pasar de 10 g/L a 15 g/L después del lavado, el ángulo cae de 65,0° a 63,7°. Estos datos indican que existen principios de saturación, superar la concentración de 15 g/L podría generar un exceso de película rígida sobre la superficie y son justamente los resultados que se observaron en las muestras de prueba con la concentración de 20 g/L, la tela tuvo un efecto rígido y acartonado.

En el lado revés de la tela se observa una tendencia similar, pero los valores son superiores a los del lado frontal, esto se relaciona con la diferencia estructural que posee el tejido de sarga al poseer un lado frontal y un lado revés. Los resultados indican que las muestras sin tratamiento antes del lavado (AL) tienen un promedio de 73,7°, mientras que a concentraciones de 5 g/L y 10 g/L alcanzan los valores de 79,3° y 86°, respectivamente, además se evidencia que en la concentración de 15 g/L tiene el mismo comportamiento al lado frontal, ya que su valor desciende a 77°, este comportamiento coincide con el principio de saturación superficial de acabados poliméricos. A concentraciones elevadas, el biopolímero puede generar una película más rígida y menos flexible, limitando parcialmente la movilidad elástica de las fibras y reduciendo la capacidad de recuperación (Josefa Aguilar et al., 2020). De esta manera se puede argumentar que la concentración optima de goma arábiga como agente antiarrugas en este trabajo de investigación es de

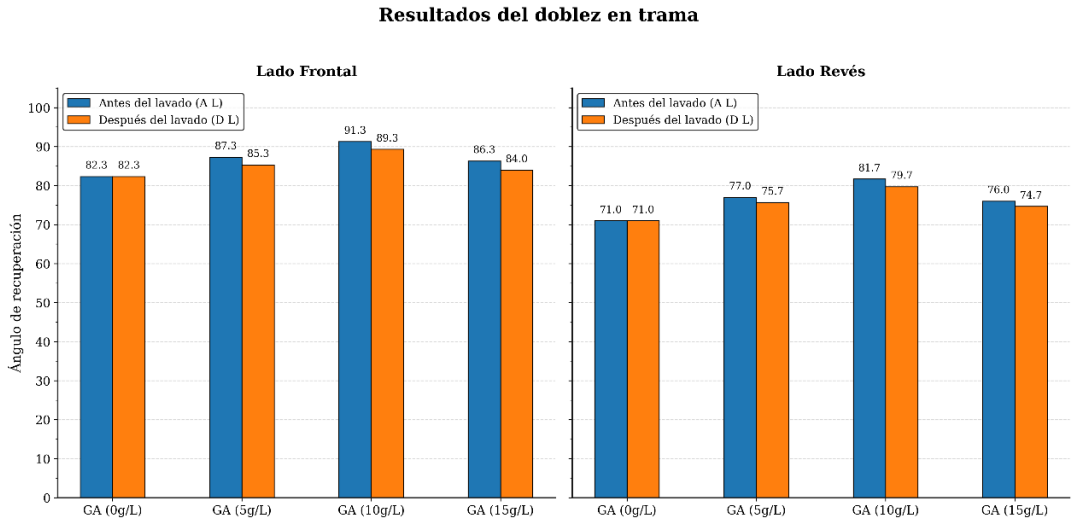
10 g/L debido a que a 15 g/L empieza a saturarse, aunque no con valores exageradamente diferentes, pero existe y ese cambio se refleja en los resultados de las diferentes pruebas.

- **4.2.3.3 Análisis de resultados de la prueba del doblez en la Trama**

Los resultados obtenidos de cada muestra sometida a las pruebas del doblez de la urdimbre se indican en la **Figura 35**, indicando el ángulo promedio de recuperación al doblez de cada una de las 3 muestras evaluadas antes del lavado (AL) y también el promedio de las 3 muestras después del lavado (DL), se agrupan ordenadamente por concentración de goma arábiga (g/L) y se dividen por el lado frontal y el lado revés.

Figura 35

Ángulo de recuperación de la prueba al doblez en la trama antes y después del lavado



En la gráfica de resultados de doblez en sentido de la trama se evidencia valores más altos a comparación de los resultados en la urdimbre, estos resultados se relacionan directamente con el proceso de tejeduría ya que según Víctor Arias (2021) argumenta que, durante el proceso de tejeduría, los hilos de urdimbre permanecen sometidos a una tensión constante para mantener la estabilidad en el tejido, lo que provoca que presenten una estructura más recta, compacta y rígida a comparación de los hilos de trama que se insertan transversalmente con menor tensión, conservando mayor ondulación y libertad de movimiento dentro del tejido. Por ende, la menor tensión y el mayor espacio que existe

entre los hilos de trama ayudan a que se generen ángulos de recuperación superiores a los de la urdimbre.

Los resultados en la dirección de la trama antes del lavado (AL) muestran una tendencia creciente del ángulo de recuperación hasta la concentración de 10 g/L, donde se alcanza el valor máximo de 91,3° en el lado frontal y 81,7° en el revés, a 15 g/L una vez más, se observa una ligera disminución del ángulo de recuperación en ambos lados de la tela. Después del lavado (DL), los ángulos de recuperación en el lado frontal disminuyen 2,0°, 2,0° y 2,3° para las concentraciones de 5, 10 y 15 g/L, respectivamente, como también en el lado revés se registra la reducción de 1,3°, 2,0° y 1,3° para las mismas concentraciones, estas variaciones indican que una pequeña parte del acabado aplicado se pierde durante el proceso de lavado, afectando ligeramente su desempeño. Sin embargo, debido a que las diferencias observadas son reducidas y los valores posteriores al lavado permanecen por encima de los obtenidos en el tejido sin tratamiento (0 g/L), se puede concluir que el acabado mantiene gran parte de su efectividad, por lo que puede clasificarse como un acabado semipermanente con una resistencia al lavado aceptable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se logró aplicar satisfactoriamente la goma arábiga como acabado antiarrugas sobre tejido plano tipo sarga 100 % algodón mediante la técnica de impregnación en foulard, las formulaciones desarrolladas con concentraciones de 5, 10 y 15 g/L permitieron obtener una impregnación uniforme sobre el tejido, manteniendo valores de pick up comprendidos entre 82,80 % y 89,04 %, lo que demuestra la viabilidad técnica de emplear este biopolímero natural para el desarrollo de acabados textiles.
- Los ensayos de resistencia a las arrugas realizados mediante la norma AATCC 128:2013 evidenciaron una mejora progresiva del comportamiento antiarrugas conforme aumentó la concentración de goma arábiga, la muestra sin tratamiento presentó una calificación de 1 WR, correspondiente a una elevada presencia de arrugas, mientras que las concentraciones de 5, 10 y 15 g/L alcanzaron valores promedio de 1,50 WR, 2,17 WR y 3,17 WR antes del lavado, respectivamente. Después del lavado, los valores promedio disminuyeron ligeramente a 1,33 WR, 1,83 WR y 2,83 WR, sin embargo, las clasificaciones WR finales se mantuvieron dentro de la misma categoría visual establecida por la norma, estos resultados demostraron que la aplicación de goma arábiga incrementa significativamente la resistencia a las arrugas del tejido y que a pesar de experimentar una ligera pérdida del acabado después del lavado, conserva gran parte de sus propiedades funcionales lo que permite clasificarlo como un acabado antiarrugas semipermanente.

- El análisis estadístico confirmó la confiabilidad de los resultados obtenidos, las pruebas de normalidad mostraron valores de p(normal) superiores a 0,05 para la mayoría de los conjuntos de datos analizados, validando el comportamiento normal de las variables analizadas con un nivel de confianza del 95 %. Además, el coeficiente de variación disminuyó progresivamente conforme aumentó la concentración de goma arábiga, pasando de 24,74 % en la muestra sin tratamiento a 9,11 % en la concentración de 15 g/L, lo que evidencia una mayor uniformidad y estabilidad del acabado aplicado sobre el tejido.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda investigar la incorporación de agentes reticulantes o fijadores compatibles con la goma arábiga con el fin de incrementar la permanencia del acabado sobre la tela de algodón, la utilización de diferentes elementos de fijación podría mejorar la resistencia del acabado y aumentar su durabilidad sin afectar las propiedades físicas del tejido.
- Estudiar con mayor profundidad los efectos producidos por concentraciones elevadas de goma arábiga, ya que durante el desarrollo experimental se observó que la concentración de 20 g/L generó un efecto de acartonamiento aumentando de la rigidez superficial en el tejido, razón por la cual fue descartada de las evaluaciones posteriores.
- Realizar estudios complementarios con otras fibras o mezclas textiles, así como explorar combinaciones de goma arábiga con otros agentes de acabado, para evaluar su comportamiento y ampliar las aplicaciones en la industria textil de acabados sostenibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrotech. (2020). *Bascula digital Analitica de laboratorio de alta precision*. https://agrotechhn.com/products/bascula-digital-analitica-de-laboratorio-de-alta-precision

American Association of Textile Chemists and Colorists. (2010). *Resistência Ao Amarrotamento (Winkle Tester) - AATCC 128 - 2009 | PDF | Textiles*. https://es.scribd.com/document/519895982/Resistencia-ao-amarrotamento-Winkle-tester-AATCC-128-2009

Antonio Solé Cabanes. (2016). *TINTURA POR AGOTAMIENTO E IMPREGNACIÓN*.

Appinio Research. (2024, May 14). *Investigación experimental: definición, tipos y ejemplos | Blog de Appinio*. https://www.appinio.com/en/blog/market-research/experimental-research

Arkiplot. (2020, January 9). *Tunel de secado para serigrafía* . https://www.arkiplot.com/arkiplotblog/2020/07/14/tunel-de-secado-para-serigrafia/

Canvas ETC. (2025). *¿Qué es la sarga? Guía completa de tejidos, tipos y usos | Canvas ETC*. https://www.canvasetc.com/what-is-twill/

Carlos Juárez. (2020, May 7). *Goma arábiga: propiedades funcionales - THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas*. https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/goma-arabiga-propiedades-funcionales/

Colorquimíca. (2016). *NOVACTIVE ® Colorantes Reactivos*. www.colorquimica.com.co

Cristina Ortega. (2025). *Investigación analítica: Qué es, importancia y ejemplos*. https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-analitica/

Dehabadi, V. A., Buschmann, H. J., & Gutmann, J. S. (2013). Durable press finishing of cotton fabrics: An overview. *Textile Research Journal*, *83*(18), 1974–1995. https://doi.org/10.1177/0040517513483857;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:TRJC;WGROUP:STRING:PUBLICATION

El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente | Temas | Parlamento Europeo. (n.d.). Retrieved November 15, 2024, from https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20201208STO93327/el-impacto-de-la-produccion-textil-y-de-los-residuos-en-el-medio-ambiente

Harlapur, S. F., Airani, N. R., Harlapur, S. F., & Ss, G. (2020). Natural Gums as Thickeners in the Process of Cotton Fabric Printing. *J Fashion Technol Textile Eng*, *8*, 3. https://doi.org/10.37532/jftte.2020.8(3).188

ISO. (2021a). *Determination of the recovery from creasing of a folded specimen of fabric by measuring the angle of recovery*. www.iso.org

ISO. (2021b). *Textiles-Domestic washing and drying procedures for textile testing*. www.iso.org

Jacqueline Hurtado. (2025, May 2). *Investigación analítica: una guía para tesistas*. https://saberinvestigar.com/investigacion-analitica-una-guia-para-tesistas/

Jose, I., & Sanchez, C. (1959). *FUNDAMENTO, POSlBllDADES Y APLICACIONES DE LOS ACABADOS CON RESINAS SOBRE LAS FIBRAS TEXTILES**.

Josefa Aguilar Franco Mercedes Colorado Soriano Ruth Jiménez Saavedra María Teresa Sánchez Cabo María de la Encarnación Sousa Rodríguez. (2020). *RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A NANOMATERIALES EN EL SECTOR TEXTIL*.

Jurgem Strohle, B. A. (2018, December 5). *COMPARACIÓN ECONÓMICA Y ECOLÓGICA ENTRE EL PRETRATAMIENTO CONTINUO Y DISCONTINUO*. https://apttperu.com/comparacion-economica-y-ecologica-entre-el-pretratamiento-continuo-y-discontinuo/

Karmakar. (1999, November 1). *Chemical Technology in the Pre-Treatment Processes of Textiles, Volume 12 - 1st Edition | Elsevier Shop*. https://shop.elsevier.com/books/chemical-technology-in-the-pre-treatment-processes-of-textiles/karmakar/978-0-444-50060-1

Khan, M., Mahmud, H., Das, T. S., Abdullah, M., Khan, T. R., Shohan, R. H., Rafi, S. Al, & Solaiman, M. (2020). Analysis the Influenced of Plain and Twill Structures on Woven Fabric Properties. *Journal of Textile Science and Technology*, *06*(03), 107–113. https://doi.org/10.4236/JTST.2020.63008

Labdin. (2025). *labdin, equipos, laboratorio, biobase, rocker, thomas, atago, milwauke*. https://www.labdin.com/papel-indicador

Liu, J., Wang, B., Xu, X., Chen, J., Chen, L., & Yang, Y. (2016). Green Finishing of Cotton Fabrics Using a Xylitol-Extended Citric Acid Cross-linking System on a Pilot Scale. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, *4*(3), 1131–1138. https://doi.org/10.1021/ACSSUSCHEMENG.5B01213

Lou, J., Wang, D., Yuan, J., & Fan, X. (2021). Relationship between Anti-Wrinkle Property of Cotton Fabrics and Crosslinking Properties of Glycosyl Polyaldehydes and Polyuronic Acids Finishing Agents: A Molecular Simulation Study. *Applied Sciences 2021, Vol. 11, Page 10994*, *11*(22), 10994. https://doi.org/10.3390/APP112210994

Maps, G. (2023). *Mapa de google.pdf*.

Marife Marvel. (n.d.). *Foulardado: Proceso y Maquinaria Textil | PDF | Algodón | Absorción (Química)*. Retrieved May 17, 2026, from https://es.scribd.com/document/420881201/trabajo-FOULARDADO-docx

Mudgil, D., & Mudgil, S. (2024). Acacia gum: Chemistry, properties & food applications. *Food and Humanity*, *2*, 100264. https://doi.org/10.1016/J.FOOHUM.2024.100264

Norevo. (2025). *Goma Arábiga Estabilizador Acacia Norevo Encapsulante*. https://es.norevo.com/bereiche/gummi-arabicum/goma-arabiga-estabilizador-acacia-norevo-encapsulante

Ohscarf. (2023, May 11). *Cómo detectar defectos comunes de las telas |Georgette de seda*. https://es.ohscarf.com/article/how-to-spot-common-fabrics-defects.html

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2022). Tendencias recientes y perspectivas en el mercado algodonero mundial y evolución de las políticas. In *Tendencias recientes y perspectivas en el mercado algodonero mundial y evolución de las políticas*. FAO. https://doi.org/10.4060/cb3269es

Pallavi Sunil Gudulkar. (2021, September 6). *Wrinkle Resistant Finishing: Mechanism, Advantages and Disadvantages*. https://textilelearner.net/wrinkle-resistant-finishing/

Patel, S., & Goyal, A. (2015). Applications of natural polymer gum Arabic: A review. *International Journal of Food Properties*, *18*(5), 986–998. https://doi.org/10.1080/10942912.2013.809541;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

Pedro Gargantilla. (2023, August 19). *¿Por qué se arrugan tanto las prendas de algodón?* https://www.abc.es/ciencia/arrugan-prendas-algodon-20230811114536-

nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fciencia%2Farrugan-prendas-algodon-20230811114536-nt.html

Prasad, N., Thombare, N., Sharma, S. C., & Kumar, S. (2022). Gum arabic – A versatile natural gum: A review on production, processing, properties and applications. *Industrial Crops and Products*, *187*. https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2022.115304

Sánchez de la Barquera y Arroyo, H. (2020). *Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política. Volumen III: La metodología de la ciencia política*.

Sharkawy, A., Fernandes, I. P., Barreiro, M. F., Rodrigues, A. E., & Shoeib, T. (2017). Aroma-Loaded Microcapsules with Antibacterial Activity for Eco-Friendly Textile Application: Synthesis, Characterization, Release, and Green Grafting. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, *56*(19), 5516–5526. https://doi.org/10.1021/ACS.IECR.7B00741

Skychem. (2025, November 21). *Tipos de acabados en textiles - Grupo Skychem*. https://skychemi.com/es/types-of-textile-finishes/#what-are-textile-finishes

Universidad Técnica del Norte. (2022). *Convocatoria Investiga UTN 2022*. https://www.utn.edu.ec/investiga2022/

Victor Arias. (2021). *CONTROL DE TENSIONES DESDE LA PREPARACIÓN DE LA TEJEDURÍA*. https://apttperu.com/control-de-tensiones-desde-la-preparacion-de-la-tejeduria/

Wang, J., Fang, K., Liu, X., Zhang, S., Qiao, X., & Liu, D. (2023). A review on the status of formaldehyde-free anti-wrinkle cross-linking agents for cotton fabrics:

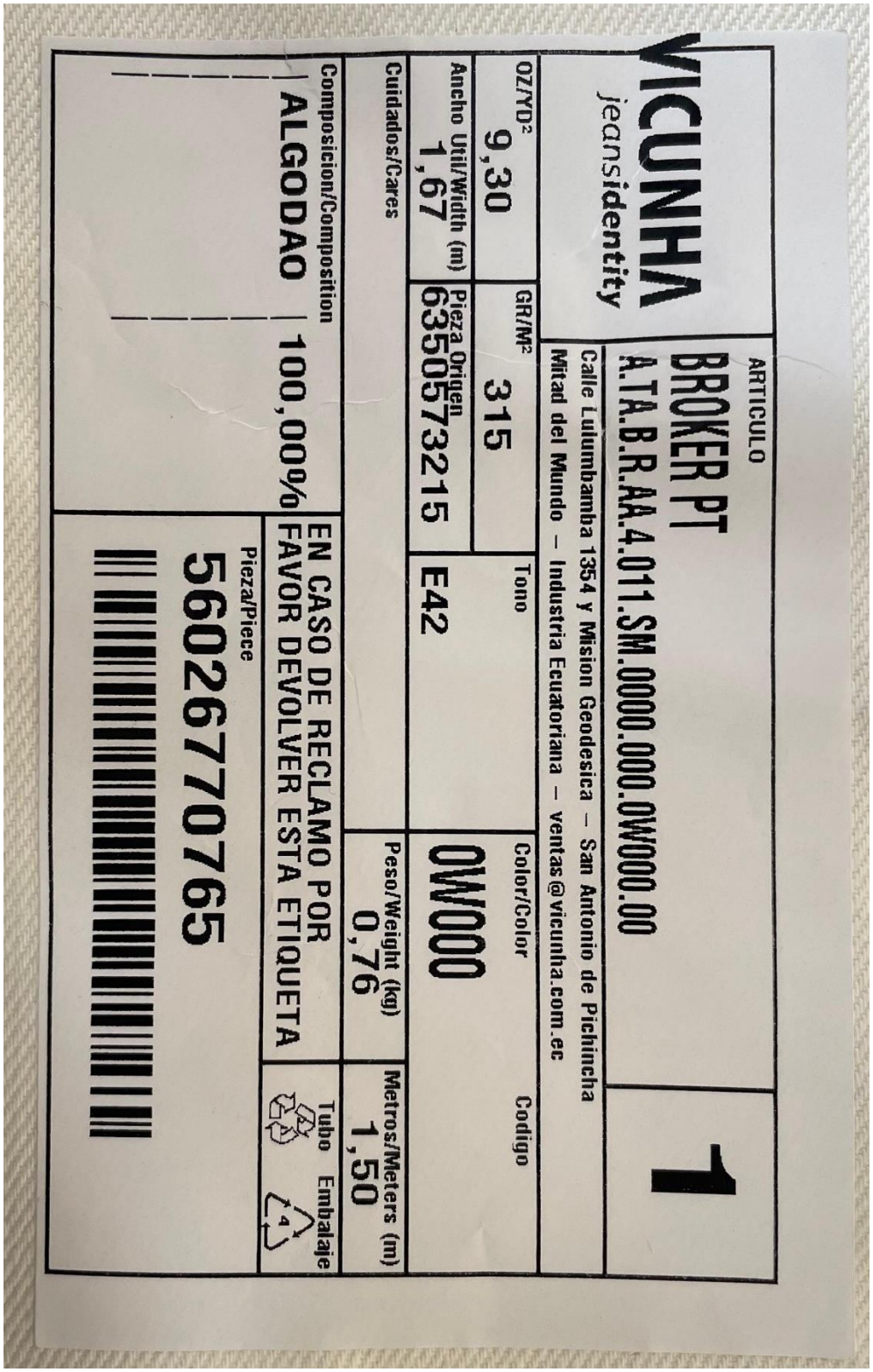
Mechanisms and applications. *Industrial Crops and Products*, *200*, 116831. https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2023.116831

Yaiza de La Puente. (2021, May 1). *¿Por qué se arrugan tanto los tejidos de algodón? – sokios*. https://sokios.com/blogs/noticias/por-que-se-arruga-algodon?srsltid=AfmBOoodZhjsavu2B7WebhvvjgNMQ2WKxK7MSdYGQxsxsobgDDalEdbt

ANEXOS

Anexo 1

Datos técnicos de la tela



Anexo 2

Certificación de la Goma Arábiga

129 chemin de Croisset
CS 94151 - 76723 ROUEN CEDEX
FRANCE
Tél. +33 (0)2 32 83 18 18
Fax +33 (0)2 32 83 19 19

nexira
Innovation Inspired by Nature

Name of product **INSTANTGUM BA**

Lot number **240382**

Date of manufacture **21/05/24** **Expiry date** **21/05/27**

Place of manufacture NEXIRA - Route de Neufchâtel 76440 SERQUEUX - FRANCE

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Test	Method	Specifications	Result
Description		White to yellowish white powder	White to yellowish white powder
pH of 25% solution	Eur.Ph	4.1 to 5.0	4,80
Color of 25% solution	Lovibond	≤ 10	7,6
Viscosity of 25% solution (mPa.s)	Brookfield LVF 60 rpm	60 to 100 mPa.s	70
Moisture (5H-105°C) (%)	USP 921 Method III	≤ 10%	8,30
Acid insoluble matters (%)	Eur.Ph	≤ 0.10%	0,06
Total ashes (%)	Eur.Ph	≤ 4.0%	3,70
Acid insoluble ashes (%)	USP 561	≤ 0.5%	≤ 0.5%
Mesh size through 63 µm (%)	Vibro sieving	≤ 15%	≤ 15%
Solubility and reaction*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Glucose and fructose*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Starch, dextrin and agar*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Sterculia gum*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Tragacantha*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Tannins*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Identification*	Eur.Ph	Passes test	Passes test
Lead* (ppm)	ICP-OES/ICP-MS	≤ 0.1 ppm	≤ 0.1 ppm
Arsenic* (ppm)	ICP-OES/ICP-MS	≤ 0.5 ppm	≤ 0.5 ppm
Mercury* (ppm)	SAA	≤ 0.1 ppm	≤ 0.1 ppm
Cadmium* (ppm)	ICP-OES/ICP-MS	≤ 0.1 ppm	≤ 0.1 ppm
Total heavy metal* (ppm)	FCC Method II	≤ 5 ppm	≤ 5 ppm
Total plate count (CFU per g)	ISO 4833-1	≤500/g	≤500/g
Mesophilic aerobic spores (CFU per g)	ISO 4833-1	≤300/g	≤300/g
Yeast and molds (CFU per g)	ISO 6611	≤100/g	≤100/g
E.coli	NF ISO 7251	ABS/5g	ABS/5g
Salmonella	NF EN ISO 6579-1	ABS/25g	ABS/25g

*/**/*** periodicity of the analysis as defined on the Technical Data Sheet

Comply with the EC regulation, 231/2012
Conform to Eur.Ph, USP/NF, BP

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification

SERQUEUX, June 12, 2024

Visa Labo Contrôle NEXIRA

The information here above is based on our current knowledge. NEXIRA cannot be hold responsible besides the guarantees written on its supply contracts, based on the fact that it does not control the final use of this product. It is the buyer's responsibility to comply with local texts and laws regulating its activity and the use of this product.

SAS au capital de 11 386 336 € - RCS ROUEN 344 770 870

LA CASA DE LOS QUÍMICOS
Av. América N18-17 y Asunción
2503475 / 2503428
QUITO - ECUADOR

Anexo 3

Ficha técnica de la Goma Arábiga

129, Chemin de Croisset
CS94151
76723 Rouen Cedex
France
Tel : +33 (0) 2 32 83 18 18
Fax : +33 (0) 2 32 83 19 19

nexira

TECHNICAL DATA SHEET — **INSTANTGUM BA**

Version : 13 **Created on** : 14/10/2005 **Last update** : 11/06/2018

Content : Acacia gum purified and instantised

Legal position : E414, Regulations 231/2012/EC and 1333/2008/EC, USP/NF, FCC, Eur.Ph.

Standard Packaging : Net 25 kg paper bags with inner polyethylene liner

Maximum Storage : 3 years **Storage Condition** : Keep closed in cool and dry place in original intact packaging

MATERIAL CHARACTERISTICS

Physical and chemical data

Analysis	Description	MINI	MAXI	UNIT	Test Method
Moisture	5h @ 105°C		10	%	USP <921> Method III
Colour @ 25%	Aqueous solution 25% - Lovibond AF900		10	-	-
pH	25% aqueous solution, @ 20°C	4,1	5,0	-	Eur. Ph. 2.2.3
Viscosity 25%	25%, Brookfield LVF 60 rpm @ 20°C	60	100	mPa.s	-
Total Ashes @ 600°C	8h @ 600°C		4	%	Eur. Ph.
Acid insoluble ashes	Ashes + acid hydrolysis		0,5	%	USP<561>
Acid insoluble matters	Gravimetric determination after acid hydrolysis		0,1	%	-
Mesh size powder through 63 µm	Vibro - sieving		15	%	-
[illegible]cose and Fructose*	Chromatography	Pass test		-	HPLC
Starch, Dextrin and Agar*	Iodine solution test	Pass test		-	Eur. Ph.
Sterculia gum*	Eur. Ph (A-B)	Pass test		-	Eur.Ph
Tragacantha*	Chromatography	Pass test		-	HPLC
Solubility and reaction*	solution in water	Pass test		-	USP
Identification test*	Eur. Ph (A-B-C-D)	Pass test		-	Eur. Ph
Tannin test*	reaction with ferric chloride solution	Pass test		-	Eur, Ph
Total heavy metal*			5	ppm	FCC (Method 2)

*tested 1/year (product of the same grade)

The information contained in this bulletin is correct to the best of our knowledge. The recommandations or suggestions herein are made without guarantee or representation as to result, since the conditions of use are beyond our control. We suggest that you evaluate the recommendations contained in this bulletin in your own laboratory prior to use. No statement is to be construed as violating any copyright or patent. They are intended only as source of information. (Used date format : dd/mm/yyyy).

Alt ...ic*	ICP-Mass spectrometry		0,5	ppm	ICP -OES/ICP-MS
...ead*	ICP-Mass spectrometry		0,1	ppm	ICP -OES/ICP-MS
Mercury*	Atomic Absorption spectrometry		0,1	ppm	SAA / ICP-MS
Cadmium*	ICP-Mass spectrometry		0,1	ppm	ICP -OES/ICP-MS

Bacteriology

Analysis	Description	MINI	MAXI	UNIT	Test Method
Total Plate Count	72 h @ 30°C - PCA		500	cfu/g	ISO 4833-1
Yeast	5 days @ 25°C - YGC		100	cfu/g	ISO 6611
Molds	5 days @ 25°C - YGC		100	cfu/g	ISO 6611
E. coli (test for the presence of)	48 h @ 44°C - EP without indole + Kovacs reagent		abs/5g	-	ISO 7251
Aerobic Mesophilic Sporeformers	10 min @ 80°C, 72 h @ 30°C - PCA		300	cfu/g	ISO 4833-1
Salmonella (presence)	Pre-enrichment, 24 h @ 41°C		abs/25g	-	ISO 6579-1

*tested 1/year (product of the same grade)

The information contained in this bulletin is correct to the best of our knowledge. The recommandations or suggestions herein are made without guarantee or representation as to result, since the conditions of use are beyond our control. We suggest that you evaluate the recommendations contained in this bulletin in your own laboratory prior to use. No statement is to be construed as violating any copyright or patent. They are intended only as source of information. (Used date format : dd/mm/yyyy).

Anexo 4

Preparación de las soluciones en diferentes concentraciones



Anexo 5

Proceso de impregnación en el Foulard



Anexo 6

Proceso de secado



Anexo 7

Puesta de las muestras en el equipo probador de arrugas



Anexo 8

Evaluación de las Muestras



