



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,
MODALIDAD PRESENCIAL**

TEMA:

**“APLICACIÓN DE SANGRE DE DRAGO (*Croton lechleri*) EN
TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA EVALUAR LA RETARDACIÓN
A LA LLAMA.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Textil

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

Autor: Iles Galarza Luis Xavier

Directora: MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

Ibarra – Enero – 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003411277		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Iles Galarza Luis Xavier		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Juan José Flores 1-145 y Juan Montalvo		
EMAIL:	xavicho9000@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062607848	TELÉFONO MÓVIL:	0993065231

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"APLICACIÓN DE SANGRE DE DRAGO (<i>Croton lechleri</i>) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA EVALUAR LA RETARDACIÓN A LA LLAMA."
AUTOR (ES):	Iles Galarza Luis Xavier
FECHA: DD/MM/AAAA	29/01/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 29 días del mes de enero de 2024

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Iles Galarza Luis Xavier

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 26 días de enero del 2024

MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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



(f).....
MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz
C.C.: 040090045-2

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “**Aplicación de sangre de drago (*croton lechleri*) en tejido plano 100% algodón para evaluar la retardación a la llama.**” elaborado por Iles Galarza Luis Xavier previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Firmado electrónicamente por:
ELSA SULAY MORA
MUÑOZ

(f)

MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz

C.C: 040090045-2



Firmado electrónicamente por:
DARWIN JOSE ESPARZA
ENCALADA

(f)

MSc. Darwin José Esparza Encalada

C.C: 100158457-0

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de grado a Dios por haberme dado la fortaleza para seguir adelante con mis estudios y culminar esta etapa importante en mi vida.

A mis padres Luis Iles y Rosalía Galarza, que con cariño, esfuerzo y humildad me han brindado grandes enseñanzas que se ven reflejadas en mis acciones estudiantiles y personales.

A mis hermanas: Mirian y Carolina y mis hermanos: Edison, Danilo, Juan y Marco que son un ejemplo a seguir por toda su confianza y enseñanzas brindadas en las buenas y en las malas situaciones.

Luis Xavier Iles Galarza

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a Dios, por haber sido mi guía y protector en todo momento mediante su bendición.

A mis padres, hermanos y hermanas, agradezco el apoyo que me han brindado en el transcurso de la carrera que elegí para mi vida profesional, por el cariño, las palabras de aliento y los consejos brindados en cada una de las etapas de mi vida.

A mis amigos y compañeros, por cada una de las anécdotas compartidas dentro y fuera de nuestra Alma Mater, por las risas y consejos que me han brindado para continuar.

Con toda la planta docente de la Carrera Textil, a los ingenieros quienes con paciencia y sus vastos conocimientos me han guiado en mi carrera universitaria y en este trabajo de investigación, y muy en especial a la MSc. Elsa Mora, y al MSc. Darwin Esparza, les agradezco muy profundamente, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. “Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional”

Luis Xavier Iles Galarza

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es aplicar sangre de drago (*Croton lechleri*), mediante el método de impregnación en un tejido plano algodón 100%, para evaluar el grado de retardación a la llama. Para el desarrollo de este trabajo, se aplicó las concentraciones de 40, 60 y 80 g/L de sangre de drago, ligante y humectante en tejido previamente descrudado. Las muestras obtenidas del proceso de foulardado, se someten a ensayos, de retardación a la llama (norma ISO 15025: 2000), y solidez al lavado (norma ISO 6330:2012).

Los resultados obtenidos fueron procesados con el programa PAST 4, donde se obtuvieron los valores de $p > 0,05$, es decir, se tienen una confiabilidad del 95%. Los gráficos obtenidos con base en los datos, explican y detallan los parámetros que se analizaron en cada uno de estos, concluyendo que, la aplicación de la sangre de drago funciona como un retardante a la llama en determinadas concentraciones; la muestra 6 con 80g/L sangre de drago, ligante novaprint FSH a 40g/L y humectante Marvacol PAL SHA a 2 g/L, sin el tratamiento del lavado doméstico, fue la receta que presentó menor tiempo de duración de llama y mayor tiempo de incandescencia, además presentó $65\% \pm 5\%$ de residuos, en las pruebas realizadas, después del ensayo de solidez al lavado y posterior a la prueba de resistencia a llama, se obtuvo mayor tiempo de duración de llama y menor tiempo de duración de incandescencia y presentó 0% de residuos, se consumió toda la muestra, al analizar las muestras posterior al lavado doméstico, presentan una pérdida del 57.3% del acabado, por lo tanto se concluye que, es un acabado no permanente.

Palabras claves: Retardación a la llama, Sangre de drago, Solidez al lavado, Tejido Plano

ABSTRACT

The objective of this research is to apply dragon's blood (*Croton lechleri*) using the impregnation method on 100% cotton flat fabric to evaluate the degree of flame retardancy. For the development of this work, concentrations of 40, 60, and 80 g/L of dragon's blood, binder, and humectant were applied to previously scoured fabric. The samples obtained from the foulard process are subjected to tests for flame retardancy (ISO 15025:2000 standard) and wash fastness (ISO 6330:2012 standard).

The results obtained were processed with the PAST 4 program, where p values of > 0.05 were obtained, indicating a 95% reliability. The graphs based on the data explain and detail the parameters analyzed in each of these, concluding that the application of dragon's blood functions as a flame retardant at certain concentrations. Sample 6 with 80g/L dragon's blood, binder novaprint FSH at 40g/L, and humectant Marvacol PAL SHA at 2 g/L, without domestic washing treatment, was the recipe that showed the shortest flame duration and longest incandescence time, and also presented $65\% \pm 5\%$ residue in the tests conducted. After the wash fastness test and subsequent flame resistance test, a longer flame duration and shorter incandescence time were obtained, with 0% residue; the entire sample was consumed. Upon analyzing the samples after domestic washing, a 57.3% loss of finish was observed, therefore it is concluded that it is a non-permanent finish.

Keywords: Flame retardancy, Dragon's blood, Wash fastness, Flat fabric

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del tema.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Importancia del estudio	3
1.4 Objetivo General	4
1.5 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Características del sitio del proyecto.....	4
CAPÍTULO II	6
2. ESTADO DEL ARTE	6
2.1 Estudios previos	6
2.1.1 Acabados Ignífugos	6
2.1.2 Sangre de drago (<i>Croton Lechleri</i>)	7
2.2 Marco legal.....	9
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.....	9
2.2.2 Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte	10
2.3 Marco conceptual	10
2.3.1 Acabados Textiles.....	10

2.3.2 Acabado Ignífugo	12
2.3.2Sangre de drago (<i>Croton lechleri</i>)	16
2.3.3Tejido Plano	19
2.3.4Algodón	24
CAPÍTULO III	28
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1 Metodologías de la investigación.....	28
3.1.1Investigación analítica	28
3.1.2Investigación experimental.....	28
3.1.3Investigación Comparativa	29
3.2 Normas de referencia	29
3.2.1Norma ISO 15025:2000 (retardación a la llama)	29
3.2.2 Norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado).....	29
3.3 Flujograma	29
3.3.1Flujograma general	30
3.3.2Flujograma muestral	31
3.4 Equipos y materiales	32
3.4.1Caracterización del Tejido	33
3.5 Procedimiento para realizar el acabado.....	34
3.5.1Determinación de la receta	35

3.6 Pruebas de retardación a la llama y solidez al lavado	41
3.6.1 Prueba al Fuego	41
3.6.2 Sólidez al lavado.....	42
CAPÍTULO IV	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Resultados	43
4.1.1 Preparación del baño para la impregnación.....	43
4.1.2 Análisis de las muestras sometidas al lavado doméstico ISO 6330:201243	
4.1.3 Resultados a la retardación a la llama	44
4.1.4 Resultados a la retardación a la llama después del lavado	51
4.1.5 Resultados Generales.....	60
4.2 Discusión de resultados.....	61
4.2.1 Análisis de la Normalidad.....	61
4.2.2 Análisis de Resultados	62
CAPÍTULO V	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1 Conclusiones	77
5.2 Recomendaciones.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades térmicas y retardantes a la llama de algunas fibras:</i>	13
Tabla 2 <i>Tabla de las familias y especie</i>	16
Tabla 3 <i>Contenido químico de la sangre de drago</i>	18
Tabla 4 <i>Composición química del algodón:</i>	27
Tabla 6 <i>Materiales y Equipos para la aplicación del acabado</i>	32
Tabla 6 <i>Caracterización del Tejido</i>	34
Tabla 7 <i>Número de muestras y concentraciones</i>	36
Tabla 8 <i>Parámetros de aplicación del acabado</i>	36
Tabla 9 <i>Datos de la muestra 1</i>	37
Tabla 10 <i>Datos de la muestra 2</i>	37
Tabla 11 <i>Datos de la muestra 3</i>	38
Tabla 12 <i>Datos de la muestra 4</i>	38
Tabla 13 <i>Datos de la muestra 5</i>	39
Tabla 14 <i>Datos de la muestra 6</i>	39
Tabla 15 <i>Lavado doméstico 3N, según la norma ISO 6330:2012</i>	40
Tabla 16 <i>Resultado de pesos iniciales y posteriores al lavado</i>	44
Tabla 17 <i>Resultado Muestra 0 sin Acabado</i>	45
Tabla 18 <i>Resultado Muestra 1</i>	46
Tabla 19 <i>Resultado Muestra 2</i>	47
Tabla 20 <i>Resultado Muestra 3</i>	48
Tabla 21 <i>Resultado Muestra 4</i>	49
Tabla 22 <i>Resultado Muestra 5</i>	50

Tabla 23 <i>Resultado Muestra 6</i>	51
Tabla 24 <i>Resultado Muestra 1 lavado</i>	52
Tabla 25 <i>Resultado Muestra 2 lavado</i>	53
Tabla 26 <i>Resultado Muestra 3 lavado</i>	54
Tabla 27 <i>Resultado Muestra 4 lavado</i>	55
Tabla 28 <i>Resultado Muestra 5 lavado</i>	56
Tabla 29 <i>Resultado Muestra 6 lavado</i>	57
Tabla 30 <i>Resultados del ensayo de retardación a la llama</i>	58
Tabla 31 <i>Resultados del ensayo de R. a L. con muestras posterior al lavado</i>	59
Tabla 32 <i>Tabla de los datos reunidos de prueba sin lavar y lavadas</i>	60
Tabla 33 <i>Condiciones para evaluar los resultados</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del laboratorio textil-UTN</i>	5
Figura 2 <i>Maquina foulard</i>	11
Figura 3 <i>Triangulo de fuego</i>	15
Figura 4 <i>Tetraedro del fuego</i>	15
Figura 5 <i>Sangre de drago (Croton lechleri)</i>	16
Figura 6 <i>Corte que se lo realiza al árbol</i>	17
Figura 7 <i>Tejido plano (Urdimbre – Trama)</i>	20
Figura 8 <i>Diagrama Tafetán</i>	21
Figura 9 <i>Diagrama Satín</i>	21
Figura 10 <i>Diagrama Sarga</i>	22
Figura 11 <i>Diagrama Jacquard</i>	23
Figura 12 <i>Planta de Algodón</i>	24
Figura 13 <i>Flujograma de procesos</i>	30
Figura 14 <i>Flujograma muestral</i>	31
Figura 15 <i>Prueba de combustión</i>	33
Figura 16 <i>Residuos de la combustión</i>	33
Figura 17 <i>Test de Normalidad</i>	62
Figura 18 <i>Pesos de las muestras antes y después del lavado</i>	63
Figura 19 <i>Pérdida de acabado posterior al lavado</i>	64
Figura 20 <i>Retardación a la llama en muestras sin lavar</i>	66
Figura 21 <i>Longitud de daño y residuos</i>	69
Figura 22 <i>Retardación a la llama de muestras lavadas</i>	70

Figura 23 <i>Porcentaje de daño y residuos en muestras posterior al lavado</i>	74
Figura 24 <i>Gráfico matrix</i>	75

ANEXOS

Anexo 1. <i>Certificado de uso de laboratorio Planta textil UTN</i>	85
Anexo 2. <i>Procesos de Corte y preparación</i>	86
Anexo 3. <i>Proceso de Foulardado</i>	87
Anexo 4. <i>Pruebas lavado</i>	88
Anexo 5. <i>Pruebas en el flexiburn</i>	89

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo proporciona información general sobre el tema de investigación y destaca su importancia, lo que permite comprender de mejor manera lo que se va realizar en este proyecto de investigación.

1.1 Descripción del tema

La presente investigación tiene la finalidad de aplicar sangre de drago (*Croton lechleri*) mediante el proceso de impregnación en tejido plano 100% algodón.

Para realizar el acabado se utiliza diferentes muestras, tomando en cuenta algunas variables como la concentración de la sangre de drago (*Croton lechleri*), debido a que se debe obtener una gama de ensayos, se realizarán pruebas para determinar la fórmula óptima de impregnación; también se especifican los resultados de las pruebas de retardo a la llama, para determinar la receta que permita una funcionabilidad eficaz del tejido.

Posterior a los ensayos; con los datos recolectados, se lleva a cabo un análisis estadístico con el programa PAST 4 para verificar la confiabilidad de estos y poder realizar gráficos estadísticos para el respectivo análisis e interpretación.

1.2 Antecedentes

En la actualidad, el sector textil se encuentra inmerso en una transformación hacia la producción sostenible, impulsada por las últimas tecnologías disponibles. En esta dinámica, destacan como protagonistas diversos actores, tales como grandes empresas, líderes empresariales, organizaciones, gobiernos, entre otros, que muestran recursos significativos en términos de

legislación y financiamiento. Estos agentes están a la vanguardia, liderando iniciativas que abarcan desde investigaciones hasta la implementación de acciones concretas. Su compromiso se refleja en la búsqueda de alternativas para una producción textil más higiénica y eco amigable. (Barcia, 2021).

El algodón, uno de los principales cultivos agrícolas del mundo, es abundante y económico, lo que hace que los productos de algodón sean relativamente baratos. Las telas de algodón pueden ser extremadamente duraderas y resistentes a la abrasión. El algodón acepta muchos tintes, generalmente es lavable y se puede planchar a temperaturas relativamente altas (Weigmann, 2023).

El uso de retardantes a la llama en materiales textiles es esencial para responder la seguridad de los compradores y prevenir incendios en diversas aplicaciones, como en la ropa de protección, en los textiles utilizados en vestimenta o automóviles y aeronaves. Sin embargo, muchos retardantes comerciales contienen sustancias químicas tóxicas y perjudiciales que afectan a la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, existe una creciente necesidad de desarrollar retardantes a la llama más seguros y sostenibles.

La sangre de drago (*Croton lechleri*) en sus propiedades químicas se identificó esteroides, cumarinas, alcaloides [fenantrénico (taspina) y tipo isoquinoléico], taninos (54%), flavonoides (Ramirez, 2003).

Se desarrolló un novedoso revestimiento ecológico a base de biomasa que no utilizaba elementos tradicionales como Cl, Br, P ni disolventes orgánicos tóxicos para proporcionar a los tejidos de algodón de un retardo de llama duradero a partir del tanino de biomasa (Zhang et al., 2021).

Los taninos, compuestos fenólicos naturales abundantes en muchas plantas, exhiben baja conductividad térmica y baja inflamabilidad y han inspirado enfoques biónicos en el desarrollo de materiales ignífugos. Aun así, los taninos se han utilizado como fijador de teñido para el algodón, y aún no se ha examinado su posible contribución al algodón ignífugo (Nam et al., 2017).

1.3 Importancia del estudio

En las últimas décadas han tenido un interés creciente en mejorar la resistencia a la llama de los tejidos de algodón. Entre ellos, el tratamiento de acabado ha sido considerado como el método ignífugo más eficaz para las telas de algodón (Zhang et al., 2021).

Debido a que algunos productos retardantes a la llama pueden aumentar la liberación de monóxido de carbono, gases corrosivos y tóxicos que dañan el cuerpo humano y el ambiente, se busca minimizar la contaminación, y que los materiales utilizados sean de bajo impacto ambiental, la preservación de recursos y que faciliten el reciclado.

Por medio de este estudio se pretende analizar la sangre de drago que genera en una prenda 100% algodón con un acabado ignífugo elaborado a base de un producto mineral remplazándole con un producto de origen vegetal.

La sangre de drago (*Croton lechleri*), es una sustancia que se obtiene de la naturaleza y tienen grandes beneficios y en su concentración se ha encontrado una cantidad considerable de taninos, se utiliza ampliamente en la industria del cuero, en la producción de tintes, polímeros, biocidas y bebidas, en la determinación de proteínas y alcaloides en laboratorios, en la industria farmacéutica, en el tratamiento de aguas y como adhesivo en la producción de tableros de partículas, en pequeñas investigaciones también los taninos son un

compuesto aplicados en los géneros textiles o madera que ayuda a la retardación de a la combustión (Gonçalves et al., 2021).

Los recubrimientos ignífugos de base ecológica para tejidos de algodón, son utilizados en la industria, pero siguen siendo un gran desafío en el mercado por su durabilidad y resistencia (Zhang et al., 2022).

1.4 Objetivo General

Aplicar sangre de drago (*Croton lechleri*) en tejido plano 100% algodón para evaluar la retardación a la llama.

1.5 Objetivos Específicos

- Determinar las concentraciones de la sangre de drago para impregnar en tejido plano 100% algodón.
- Evaluar la resistencia a la propagación de la llama según el procedimiento de la norma ISO 15025:2000, mediante el uso del equipo flexiburn.
- Evaluar la solidez al lavado doméstico del acabado con sangre de drago mediante la norma ISO 6330:2012.
- Evaluar e interpretar los resultados obtenidos mediante programas estadísticos.

1.6 Características del sitio del proyecto

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica de Norte, en donde se encuentra una gama de equipos y máquinas estandarizadas de alta tecnología, ubicada en las calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala ubicado en el barrio Azaya, ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Localización: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: Sagrario

Sector: Norte

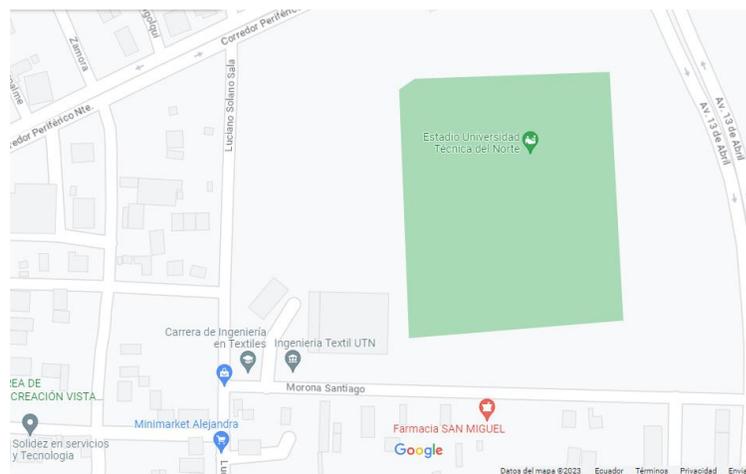
Altitud: 2 183 m

Latitud: 0.379008

Longitud: -78. 22063

Figura 1

Ubicación del laboratorio textil-UTN



Fuente: (Google Maps, 2023)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Estudios previos

En el presente capítulo se da a conocer la indagación de referencias bibliográficas de investigaciones que aborda temas pertinentes a la sangre de drago (*Croton lechleri*), y los acabados ignífugos que ostentan una afinidad importante con la investigación.

2.1.1 Acabados Ignífugos

Li, et al, (2022) investigaron acerca de los retardantes ignífugos y antibacterianos de la celulosa, con el fin de aumentar la eficiencia de modificación, inspirada en enlaces de hidrógeno múltiples de la seda de araña, sintetizando un retardante de llama basado en SiO_2 (SiAPH) y una sal de amonio cuaternario de dodecilo (HDAC). Los autores incorporaron tanino (TA) como medio para proporcionar retardante de llama sinérgico y antibacteriano con SiAPH y HDAC, las telas de algodón modificadas tenían capacidad de autoextinguirse. La resistencia a la llama, la antibacteriana y la biocompatibilidad de las telas de algodón funcional, indicaron que eran candidatas ideales para aplicaciones de interiores de vehículos, decoración suave en escenarios médicos y públicos.

Zhang, et al, (2022) mencionan que se necesita recubrimientos ignífugos duraderos y ecológicos para tejidos de algodón, aun siendo un gran desafío, resultando que, los tejidos de algodón tratados muestran una excelente resistencia a la llama duradera, hasta después de 50 ciclos de lavado, la tela llega a mostrar una liberación calórica mucho menor y pasar la prueba de inflamabilidad horizontal, mientras que las muestras lavadas con agua desionizada redujeron la retardación de llama debido a la falta de suplementos de iones de Ca^{2+} . La densa capa de carbón

grafitado formada en la fase condensada y el abundante CO₂ liberado en la fase gaseosa pueden prevenir efectivamente la transferencia de calor y diluir el gas combustible, respectivamente.

Wang, et al, (2022), utilizaron una variedad de iones metálicos (Ca²⁺, Fe²⁺, Co²⁺, Ni²⁺ y Zn²⁺) para coordinar el tanino de biomasa (TA), el tártaro emético (TE) y una variedad de iones metálicos diferentes (Me) se coordinaron con TATE para elaborar telas de algodón ignífugas duraderas (TATEMe). Los sistemas ignífugos de Ca²⁺ y Zn²⁺ mostraron un rendimiento de combustión lenta mucho mejor en comparación con los recubrimientos que contienen Fe²⁺, Co²⁺ y Ni²⁺. Además, el proceso de carbonización catalítica de diferentes iones metálicos en tanino de biomasa termino rastreado, el proceso de pirólisis del material y se aclaró el mecanismo ignífugo duradero de los complejos de tanino-metal de biomasa fueron revelados. Mientras que, el sistema ignífugo Ca²⁺ promovió la liberación de CO₂ y la formación de carbón grafitado tanto en las fases gaseosa como la condensada.

2.1.2 Sangre de drago (*Croton Lechleri*)

Zhang, et al, (2021), inspirándose en el proceso clásico de fijación de tintes, desarrollaron un novedoso revestimiento ecológico a base de biomasa sin utilizar Cl, Br, P, ni disolventes orgánicos tóxicos para dotar a los tejidos de algodón de un retardo de llama duradero a partir del tanino de biomasa, tártaro emético y Fe²⁺. En consecuencia, los tejidos resultantes mostraron una gran resistencia a la llama y una excelente durabilidad inclusive después del lavado. Gracias al análisis del mecanismo ignífugo demuestran que el recubrimiento podría promover que las fibras de algodón creen capas de carbono grafitadas densas y regulares y proteger eficazmente la matriz de la descomposición en gases inflamables a altas temperaturas. Además de la resistencia a la llama duradera, las propiedades mecánicas y la hidrofilia del algodón se vieron influenciadas por el revestimiento retardante de llama. El revestimiento ignífugo ecológico a base de biomasa

proporciona una nueva estrategia para elaborar sistemas ignífugos ecológicos sin compuestos peligrosos.

Nam, et al, (2017), mencionan que los compuestos fenólicos naturales encontrados en las plantas: madera, tallos, cortezas, como el palo de drago, (Sangre de grado, sangre de dragón, sangregado, balsa macho) exhiben una baja conductividad térmica y baja inflamabilidad e inspiraron enfoques biónicos en el desarrollo de materiales ignífugos. Aun así, los taninos utilizados como fijador de teñido para el algodón. Este estudio muestra que el ácido tánico ayudado de iones de sodio puede producir algodón ignífugo intumescente. El tratamiento con ácido tánico solo alteró los patrones térmicos de pirólisis y la combustión del algodón y aumentó el rendimiento de carbón, pero el índice de oxígeno limitante (LOI) no mejoró significativamente. La adición de bajas concentraciones de hidróxido de sodio mejoró la adsorción del ácido tánico sobre el algodón y catalizó la descarboxilación del ácido tánico y la deshidratación de la celulosa del algodón a temperaturas más bajas.

Yang et al., (2018), En este estudio, por primera vez, se aplicó el tanino condensado de los tubérculos de una planta al tratamiento retardante a la llama (FR) de textiles de seda utilizando una técnica de adsorción, y se discutió el mecanismo FR de la seda tratada. Los agentes FR utilizados comercialmente para textiles incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos. La aplicación de tanino que se encuentran en gran cantidad de plantas que generan sabia originaria de sectores silvestres de la familia euphorbiaceae, Dioscorea cirrhosa. Los tejidos tratados exhibieron un LOI superior al 27% y una longitud de carbonización inferior a 12 cm en la prueba de combustión vertical, incluso después de 20 ciclos de lavado.

González Pepinos (2018), registró que, en la zona de Intag, provincia de Imbabura se emplea a la sangre de drago para obtener tintes naturales, para lo cual se extrae la corteza de las ramas gruesas previamente cortadas del árbol, la corteza se hace hervir por dos horas; se retira la corteza y se sumerge las fibras a ser teñidas; se deja de reposar por dieciséis horas, luego se extrae la fibra para lavarla y secarla, el color obtenido es rojo – café claro.

2.2 Marco legal

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

En base a la Constitución de la República del Ecuador (2008), este trabajo se basa en los siguientes artículos que están mencionados en la misma:

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

Art. 395.- Literal 1 menciona. El estado garantiza 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 (Lexis, 2008,p.38,119)

En base al Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo menciona algunos artículos referidos a los riesgos laborales (IESS, 2019).

Art. 11.- Literal 5 menciona. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesaria.

Art. 13.- Literal 3 menciona. Usar correctamente los medios de protección personal y colectiva proporcionados por la empresa y cuidar de su conservación (IESS, 2019,p.6.8)

2.2.2 Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte

El presente trabajo se articula en las siguientes líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte, Facultad Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Textiles:

- Desarrollo agropecuario y forestal sostenible
- Biotecnología, energía y recursos naturales renovables
- Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable
- Salud y bienestar integral
- Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas
- Desarrollo artístico, diseño y publicidad
- Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Acabados Textiles

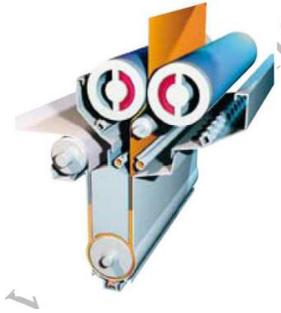
El acabado es una etapa del procesamiento textil que define una serie de operaciones realizadas sobre tejidos que han sido blanqueados, teñidos o estampados con el fin de mejorar aún más sus propiedades y posiblemente agregar algunas nuevas, en definitiva, optimizando algunas propiedades del material sustancias valiosas (Lockuán, 2012).

2.3.1.1 Acabados Textiles por impregnación

La acción de foulardado, consiste en impregnar una materia textil, en una solución que contenga un baño determinado (de tintura, de apresto, etc.), para seguidamente ser escurrida mediante cilindros de presión (Solé, 2014).

En la **Figura 2**, está representado el mecanismo de la maquina foulard:

Figura 2
Maquina foulard



Fuente: (Solé, 2014)

Mediante el cual, el equipo foulard ayuda a presionar por medio de dos rodillos la cantidad del pick up de la tela.

En caso de que la solución de foulardado contenga un colorante, éste se depositará sobre el tejido, pero no quedará completamente adherido a las fibras. Por lo tanto, será preciso llevar a cabo una serie de pasos adicionales después del foulardado con el fin de lograr una fijación adecuada del colorante y, en consecuencia, obtener un resultado de tintura correcto. Este mismo principio se aplica si se utiliza un agente de apresto (Solé, 2014).

La cantidad de colorante depositado en la materia textil, depende de:

- Cantidad de baño de tintura depositado (impregnado/escurrido)
- Absorción de la materia
- Cantidad de colorante (producto), en el baño de impregnación

2.3.2 Acabado Ignífugo

Desde la antigüedad el hombre ha demostrado interés por reducir la inflamabilidad de los materiales. En la actualidad mediante procedimientos químicos apropiados, se puede variar la actuación de la llama y al calor de las fibras convencionales, Para alcanzar un efecto de retardo de la acción de la llama en las fibras, el ciclo de combustión debe interrumpirse en una o más de sus 3 etapas (Pérez, 2008).

- Etapa 1 (pirólisis): Absorción de calor por la fibra, tras la aplicación de una fuente de calor (fase sólida).
- Etapa 2 (combustión): Reacción exotérmica en fase gaseosa, por la oxidación de los compuestos volátiles de la fibra recalentada en medio oxidante (oxígeno atmosférico).
- Etapa 3 (propagación): Es la continuación de las fases anteriores, que hace que el ciclo continúe hasta que se consuma la fibra o el oxígeno se agote.

El índice límite de oxígeno (LOI) es el factor principal utilizado para evaluar cuán inflamable es un material. Este índice representa el porcentaje mínimo de oxígeno en el ambiente que se necesita para mantener la combustión. El aire en condiciones normales contiene alrededor del 21% de oxígeno. Por lo tanto, se puede decir que los materiales con un LOI inferior al 21% se incendiarán fácilmente, mientras que aquellos con un LOI superior al 21% tendrán una mayor resistencia al fuego o simplemente no se incendiarán (Pérez, 2008).

A continuación, se resumen en la **Tabla 1** las propiedades térmicas y retardantes de llama de algunas fibras:

Tabla 1*Propiedades térmicas y retardantes a la llama de algunas fibras:*

Fibra	Tg °C	Tm °C	Tp °C	Tc °C	LOI %
Lana	-	-	245	600	25
Algodón	-	-	350	350	18.4
Viscosa	-	-	350	420	18.9
Triacetato	172	290	305	540	18.4
Nylon 6	50	215	431	450	20-21.5
Nylon 6.6	50	265	403	530	20-21
Poliéster	80-90	255	420-477	480	20-21.5
Poliéster FR					28-30
Acrílica	100	>320	290	>250	18.2
Polipropileno	-20	165	469	550	18.6
Modacrílica	<80	>240	273	690	29-30
PVC	<80	>180	>180	450	37-39
PVDC	-17	180-210	>220	532	60
PTFE	126	>327	400	560	95
Acrílica ox	-	-	>640	-	55
Aramida (Nomex)	275	375	310	500	28.5-30
Aramida (Kevlar)	340	560	590	>550	29
PBI	>400	-	>500	>500	40-42

Nota: En la tabla se detalla las propiedades térmicas y retardantes de llama de algunas fibras de origen vegetal, animal y sintéticas. **Fuente:** (Pérez, 2008)

Tg: temperatura de transición vítrea.

Tm: temperatura de fusión.

Tp: temperatura de pirólisis.

Tc: temperatura de combustión.

2.3.1.2 Fuego

El fuego es una reacción química entre un combustible y un oxidante producida por energía de activación. Los combustibles pueden ser muy diferentes, pero el agente que suministra oxígeno suele ser oxígeno, que constituye el 21% de la atmósfera. (Confederación de empresarios de Jaén, 2014).

La presencia de una temperatura adecuada en el combustible es fundamental para que se genere el fuego. Podemos afirmar que el fuego está constituido por tres elementos esenciales: el comburente, el combustible, y la energía de activación. Si alguno de estos componentes falta en el proceso de combustión, no se producirá el fuego (Confederación de empresarios de Jaén, 2014).

Triángulo del fuego:

Así como existen varios modelos que explican los fenómenos físicos, también existe un modelo geométrico: el "triángulo de fuego", que se propone esencialmente para explicar el mecanismo de acción de los distintos elementos extintores en un incendio. El fuego entonces está representado por un triángulo con un coeficiente en cada lado (Segumar, 2015).

En la **Figura 3**, triángulo de fuego, si se destruye, acorta o evita ciertos aspectos, el fuego se extinguió. El oxígeno causado por la exclusión del aire puede eliminar el fuego mediante el enfriamiento, y el combustible líquido se puede eliminar debido a su eliminación o evaporación. (Segumar, 2015).

Figura 3
Triangulo de fuego

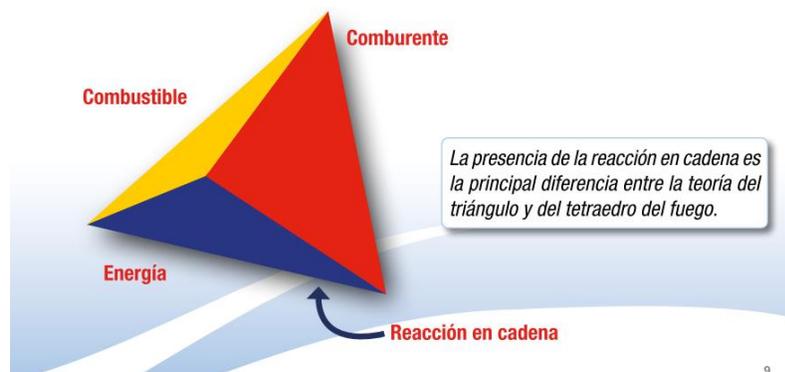


Fuente: (Albornoz et al., 2016)

Tetraedro del fuego

La combustión comienza cuando el oxidante y el combustible se mezclan en las proporciones adecuadas y reciben energía de la fuente de ignición mientras producen suficiente energía para impulsarse y moverse a través del material. Las llamas se encienden y comienza una reacción en cadena. El tetraedro del fuego de la **Figura 4**, consta de cuatro partes (Albornoz et al., 2016).

Figura 4
Tetraedro del fuego



Fuente: (Segumar, 2015)

2.3.2 Sangre de drago (*Croton lechleri*)

La sangre de drago representado en la **Figura 5**, se produce principalmente en zonas tropicales y subtropicales de América del Sur. El árbol mide de 10 a 20 metros de altura. Su cultivo requiere suelos arenosos o arcillosos profundos o medio-profundos, bien drenado, rico en nutrientes y que reciban buena luz solar (Ramirez, 2003).

Figura 5

Sangre de drago (Croton lechleri)



Fuente:(Obando Barrera, 2015)

La sangre de drago látex, es un producto de nuestra Amazonía utilizado por etnias nativas y conocido en diversas regiones a continuación en la **Tabla 2**, se detallas su familia y especie:

Tabla 2

Tabla de las familias y especie

Título	Denominación
• Familia:	Euphorbiaceae
• Especie:	<i>Croton lechleri</i> Mue/l. Arg.
• Nombres populares:	Palo de drago, Sangre de grado, sangre de dragón, sangregrado, balsa macho, <i>dragon's blood</i> (inglés), irare, racurana, uksavakiro, pacure, masakamboya (v. amahuaca), widnku (v. amarakaeri), kosamáti (v. matsigenka), jimi (v. shipibo-conibo), palo de dragón, huampo o topa roja.

Nota: En la tabla se detalla la familia, especie y nombres populares de la sangre de drago.

Fuente: (Ramirez, 2003)

El nombre de la savia se debe a la semejanza con la sangre humana. Para obtenerla, se practica incisiones transversales sobre la corteza, por donde fluye y se recolecta en depósitos en el extremo terminal del corte (Sandoval et al., 2006b).

Figura 6

Corte que se lo realiza al árbol



Fuente: (Obando Barrera, 2015)

2.3.2.1 Uso y Propiedades

En el estudio que realizó (Ramirez, 2003), la sangre de drago en el uso medicinal, se puede emplear la corteza, la savia extraída (látex) se usa para el tratamiento de gastritis, diarreas crónicas, úlceras, como cicatrizante, estimulante de defensas del organismo, bactericida, bacteriostático, fungicida, antiviral, antioxidante, anticancerígeno (hígado, estómago, útero), antirreumático, antiinflamatorio, antifúngico; es usado además en el tratamiento de influenza, quemaduras, acné, resfriados, afecciones de amígdalas, tonsilitis, herpes, uta, anemias, tuberculosis, gingivitis, cervicitis; para mejorar la fertilidad, bajar de peso, controlar hemorragias.

2.3.2.2 Composición Química

Según ensayos de (Cabello, I., Shironoshita, M. & Lock, 1998), se determinó los porcentajes que contiene la sangre de drago detallados en la **Tabla 3**:

Tabla 3*Contenido químico de la sangre de drago*

Ensayo	Rango
Equivalente en peso de muestra seca	0,237 – 0,282 g/mL
Gravedad específica	1,085 – 1,092
Viscosidad	0,323 – 0,377 g/mL
Porcentaje de cenizas	0,325 – 0,682%
Porcentaje de taspina	1,65 – 3,24%
Porcentaje de taninos	72 – 95%
Índice afrosimétrico	2670 – 4015
Ensayo Artemia salina, LD	14,24 – 19,41ug/mL

Nota: En la tabla se indica, componentes químicos de la sangre de drago y su rango. **Fuente:** (Cabello, I., Shironoshita, M. & Lock, 1998)

2.3.2.3 Tanino en el uso de retardación a la llama

Los taninos, compuestos fenólicos naturales abundantes en muchas plantas, exhiben baja conductividad térmica y baja inflamabilidad y han inspirado enfoques biónicos en el desarrollo de materiales ignífugos. Aun así, los taninos se han utilizado como fijador de teñido para el algodón, y aún no se ha examinado su posible contribución al desarrollo de algodón ignífugo (Nam et al., 2017).

Los taninos, referentes en la **Tabla 3**, que son responsables del color del algodón marrón, se han relacionado con una mayor resistencia térmica de la fibra, es decir, una menor capacidad de liberación de calor y una combustión más lenta, en comparación con la fibra de algodón blanco.

Además de su estabilidad térmica inherente, los taninos pueden adsorber iones metálicos, lo que rescata un papel significativo en la mejora de la resistencia térmica de la fibra.

Una de las características encontradas en varios estudios sobre los taninos es su amargor y astringencia, que es el resultado de una mezcla compleja de compuestos, pero en general, los ésteres de azúcares con diferentes cantidades de ácidos fenólicos son un ejemplo notable. El tanino más importante es la pentagalactoglucosa y esta mezcla de ésteres fenólicos se llama tanino. Por tanto, son sustancias con estructura polifenólica, solubles en etanol, agua, acetona, insolubles en benceno, éter y tienen proteínas duraderas y flexibles (Ingeniería & Biotecnología, 2019).

Tanino (Ácido tánico): es una sustancia natural que se encuentra en la corteza de los árboles, las agallas del roble, las hojas de té y otras partes de las plantas. El ácido tánico se utiliza comúnmente como aditivo de aluminio. Sin embargo, sólo se puede utilizar como mordiente para oscurecer el color (Ponce Guevara, G. M. & Morales Jácome, 2011).

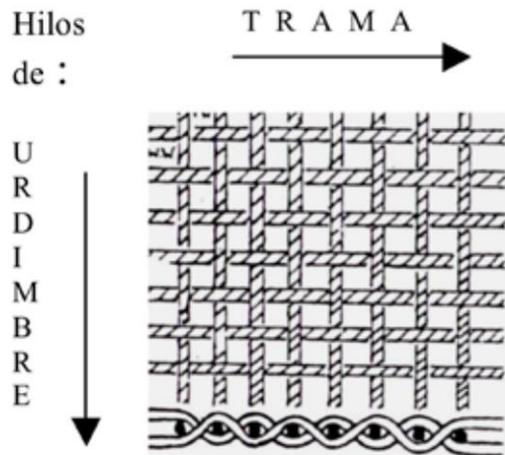
2.3.3 Tejido Plano

Los tejidos que tienen dos conjuntos de hilos en su estructura se llaman tejidos con trama y urdimbre. Uno de los conjuntos de hilos, llamado urdimbre, se encuentra en la dirección longitudinal y el otro, llamado trama, se encuentra en la dirección transversal. Estos dos conjuntos de hilos se entrelazan en un ángulo de 90 grados para formar el tejido. Los hilos en la urdimbre se colocan longitudinalmente mientras que los hilos de la trama se colocan horizontalmente. La forma en que estos hilos se unen se llama ligamento (Barretto, 2011).

El tejido plano de la **Figura 7**, dispone de hilos de urdimbre y trama que a su vez se entrelazan de forma ordenada para formar cualquiera de sus tipologías tales como tafetán, sarga, satín, y jacquard (Carrillo & Webster, 2019).

Figura 7

Tejido plano (Urdimbre – Trama)



Fuente: (Carrillo & Webster, 2019)

2.3.3.1 Ligamentos

a. Tafetán

Este es el ligamento más sencillo constituido por urdimbre y una trama de grosor similar, la trama pasa por encima de los hilos alternos de una urdimbre para crear el tejido que puede ser de 1/1 o 2/2.

- Generalmente es muy tupido.
- No tiene revés ni derecho.
- Tejido con mayor yuxtaposición.
- Tiene efecto un visual semejante a un tablero de ajedrez.
- Tienden a deshilacharse menos.

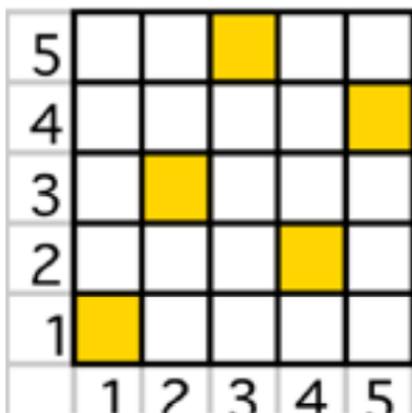
Figura 8*Diagrama Tafetán*

Fuente: (Carrillo & Webster, 2019)

b. Satín

El tejido se conforma por 5-8 de 5- 8/1 y los de urdimbre arriba y uno de trama abajo, siempre que el número sea mayor al denominador.

- Tiene un efecto más liso y brillante.
- Siendo este tejido de seda, la superficie parecerá brillante, se debe a que tiene la urdimbre pocos enlaces en la trama.

Figura 9*Diagrama Satín*

Fuente: (Carrillo & Webster, 2019)

c. Sarga

Este tejido se conforma de 2/1, cada hilo de urdimbre o de tramas entrelaza con dos o más hilos de trama o de urdimbre con una progresión de un entrecruzamiento de uno a derecho o izquierdo para formar una línea diagonal identificable.

- Efectos de espiga ya que el orden en el que se entrelazan formas diagonales.
- Forman en su diseño un ángulo de 45°.

Figura 10

Diagrama Sarga

4				
3				
2				
1				
	1	2	3	4

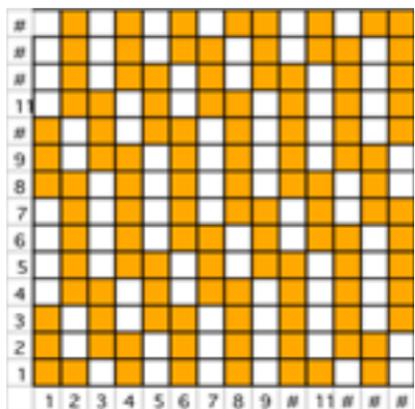
Fuente: (Carrillo & Webster, 2019)

a. Jacquard

Este diseño de tejido se forma a partir de gráficos y motivos que involucran movimientos aleatorios de trama y urdimbre.

- La creación de los diseños o motivos es infinita.

Figura 11
Diagrama Jacquard



Fuente: (Carrillo & Webster, 2019)

2.3.3.2 Análisis de los tejidos

Peso por área de tejidos:

Este parámetro se llama densidad o peso en gramos, y representa la cantidad de peso o masa por unidad de área de un tejido. La unidad de expresión son gramos por metro cuadrado u onzas por yarda cuadrada (Lockuán Lavado, 2012).

$$Pm^2 = \frac{\text{peso (gramos)} \times 10000}{\text{area (cm}^2\text{)}}$$

Densidad de urdimbre y trama:

La densidad de hilos de urdimbre y trama en un tejido afecta su peso por unidad de área y nivel de cobertura. Por lo tanto, es importante saber cuántos hilos de urdimbre hay en un centímetro de ancho o en un centímetro de longitud.

La densidad de las pasadas depende de la velocidad del mecanismo desenrollador de urdimbre del telar, mientras que la densidad de la urdimbre está determinada por el pase de la urdimbre por el peine en el telar (Lockuán Lavado, 2012).

2.3.4 Algodón

El algodón representado en la **Figura 12**, corresponde a la familia Malváceas, el género *Gossypium*, con aproximadamente 20 especies, se distribuye en regiones subtropicales y tropicales de ambos hemisferios (Medina et al., 2020).

Figura 12
Planta de Algodón



Fuente: (Equipo editorial, 2018)

A nivel microscópico, la estructura del algodón está compuesta por células vegetales alargadas y aplanadas, llamadas fibras. Estas fibras tienen una longitud de varios milímetros y un diámetro de entre 12 y 20 micrómetros. Las fibras de algodón tienen una pared celular gruesa, formada por celulosa, que les da resistencia y elasticidad. Además, la superficie de las fibras de algodón es escamosa, lo que les permite unirse entre sí formando hilos y tejidos (Ladaga, 1952).

2.3.4.1 Propiedades Físicas

Según el estudio de (Egas, 2012), el algodón tiene distintas cualidades físicas que lo convierten en una de las fibras textiles de mayor relevancia. De las diferentes propiedades que presenta la fibra en el ámbito textil destacan:

- **Resistencia.** Va proporcionalmente de acuerdo con la finura, siendo su resistencia a la rotura de 3 a 5 g/denier ó 27 a 45 g/tex.
- **Higroscopicidad.** Absorbe hasta un 10% de agua, sin mostrar que esta mojada, sin embargo, la tasa legal de humedad (regain) es de un 8,5% de agua.
- **Color.** Va desde el blanco, pasando por el color crema, ligeramente amarillento y gris. Mientras más blanco sea su color se podrán conseguir buena tintura y estampación, más aún si el algodón se le hace un blanqueado químico y óptico.
- **Longitud de fibra.** Va de 18 a 60 mm; dependiendo de la clase de algodón, procedencia, cultivo. En la fibra de menor calidad es la que mayor longitud alcanza.
- **Elasticidad, alargamiento.** Muestra una elongación del 5 al 10% y su elasticidad va en función del alargamiento, presentando de un 80% a un 40% a mayor longitud de alargamiento
- **Densidad o peso específico.** Esta establecida entre 1,45 a 1,60 g/cm² de su estructura.

2.3.4.2 Propiedades Químicas

Por su constitución química (celulosa) que son cadenas lineales y ordenadas, las cuales se empaquetan en forma cristalina en dirección de su eje longitudinal, muestra algunas características relevantes (Egas, 2012).

- **Resistencia a la tracción.** - Cuando se aplica una fuerza en la dirección longitudinal de las fibras, los esfuerzos se distribuyen de manera uniforme a lo largo de todas las cadenas de celulosa, lo que les permite resistir tensiones más altas sin sufrir rupturas.
- **Absorción del colorante.** Debido a la presencia de grupos OH sin enlace, tienen la capacidad de absorber agua a través de una reorganización molecular, lo que a su vez les permite tener una alta capacidad de absorción de colorantes gracias a esa absorción de agua.
- **Efecto de los reactivos.** - Principalmente los ácidos minerales que, dependiendo de su concentración y edad de uso, lo debilitarán o diluirán. Los álcalis no afectan esto, sino que reaccionan químicamente con las fibras para lograr diferentes propiedades, como lo que sucede cuando el algodón se trata con sodio cáustico (NaOH), que les da a las fibras una mayor resistencia, además de agregar brillo y suavidad, fuerza y mayor absorción de agua.
- **Afinidad tintórea.** - Es posible colorearla utilizando diferentes métodos de tintura. Se puede aplicar colorantes directos a través de un proceso de absorción, lo que resulta en tinturas de baja solidez. También se puede utilizar colorantes reactivos que reaccionan químicamente con la fibra, lo cual produce resultados sorprendentemente duraderos. Otro enfoque es el uso de colorantes complejo-metálicos mediante un proceso de mordentado. Además, se puede emplear colorantes de tipo tina, en los cuales el color queda físicamente atrapado en las cadenas de celulosa mediante la formación de moléculas más grandes que se incorporan a las fibras.

En la **Tabla 4**, se detalla los contenidos totales que están separados en los siguientes componentes:

Tabla 4

Composición química del algodón:

Compuesto químico	Porcentaje %
Celulosa	80-85 %
Agua	6-8 %
Compuestos minerales	1-8 %
Compuestos nitrogenados	1 - 2,8 %
Materias Pépticas	0,4 – 1%
Grasas, ceras y cenizas	0,5 – 1%

Nota: En la tabla se presenta la composición químicos del algodón y sus porcentajes. **Fuente:** (Egas, 2012)

Los compones que contiene el algodón son celulosa, agua, compuestos minerales y nitrogenados, con estos datos el material celulósico ayuda a una mayor afinidad al proceso de un acabado, para que no se produzca manchas ni genere pérdida de productos químicos.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Metodologías de la investigación.

En este capítulo se detalla los procedimientos, materiales y parámetros que se tomaron en cuenta para el planteamiento de la investigación.

3.1.1 Investigación analítica

El enfoque de este estudio se centra en la aplicación de sangre de dragón con sus respectivos auxiliares, empleando el método de impregnación, para lograr un acabado de retardación a la llama, esta investigación analizara la eficacia en la protección contra el fuego y la evaluación de la durabilidad del acabado después del lavado doméstico, utilizando el procedimiento de la norma ISO 6330;2012 solidez al lavado y la norma ISO 15025;2000 retardación a la llama.

3.1.2 Investigación experimental

Esta investigación proporciona información sobre la viabilidad de la sangre de drago como un agente retardante de fuego en textiles de algodón, con el objetivo de mejorar la seguridad en situaciones propensas a incendios. La aplicación de la sangre de drago se realiza por el método de impregnación a diferentes concentraciones: 40, 60 y 80 g/L y sus respectivos auxiliares, para determinar el nivel de retardación a la llama que tiene el tejido plano 100% algodón antes y después de un lavado doméstico para determinar si el acabado es permanente, semipermanente o no permanente.

3.1.3 Investigación Comparativa

La investigación comparativa sobre la aplicación de la sangre de dragón en tejido de algodón, mediante el método de impregnación con las concentraciones de 40, 60 y 80 g/L y auxiliares, implica analizar los efectos del lavado doméstico. Este enfoque resulta esencial para comprender los efectos de la sangre de drago en la durabilidad del tejido. Se presta especial atención a cómo el proceso de lavado doméstico influye en los resultados finales, generando información sobre la resistencia y estabilidad del acabado.

3.2 Normas de referencia

3.2.1 Norma ISO 15025:2000 (retardación a la llama)

Esta norma describe un método de ensayo para la determinación de la retardación a la llama, en materiales textiles y productos industriales, en forma de capa única o multicomponente (recubierto, acolchado, multicapa, tipo sándwich o combinaciones similares), orientadas verticalmente, cuando se someten a la acción de una pequeña llama (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.2.2 Norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado)

Esta norma describe los procedimientos de lavado y secado domésticos para los ensayos de textiles. Los procedimientos son aplicables a los tejidos, prendas u otros artículos textiles, mediante procedimientos de lavado y secado domésticos (UNE - ISO, 2021).

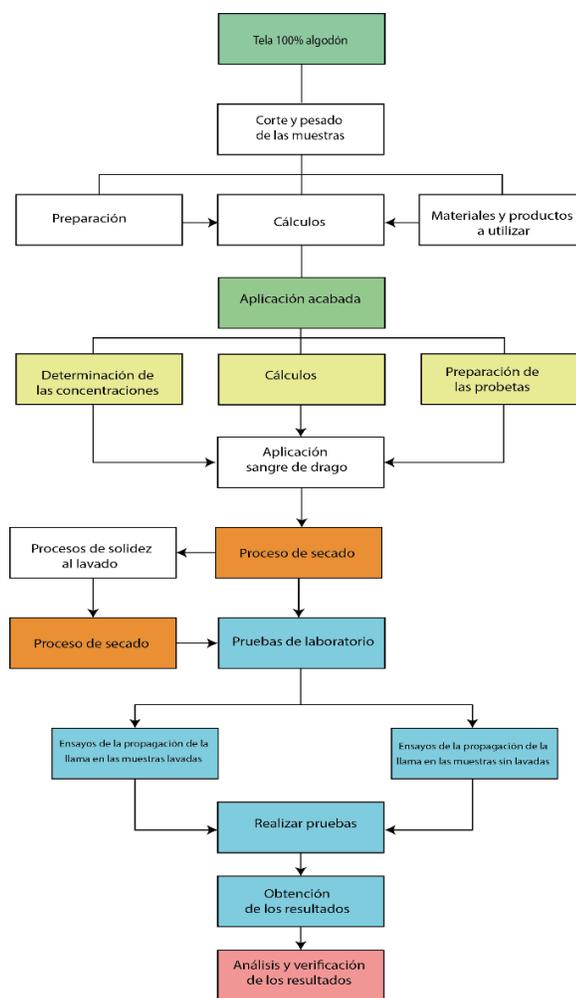
3.3 Flujograma

En esta sección se presenta los flujogramas: general y muestral, en los que se describen de forma general los procedimientos y normas a utilizar en esta investigación.

3.3.1 Flujograma general

En la **Figura 13**, se presenta el flujograma de procesos, de forma ordenada y consecutiva los pasos a realizar en el acabado ignífugo a base de sangre de drago, por medio de la metodología de impregnación y seguidamente sus ensayos y análisis en el laboratorio.

Figura 13
Flujograma de procesos

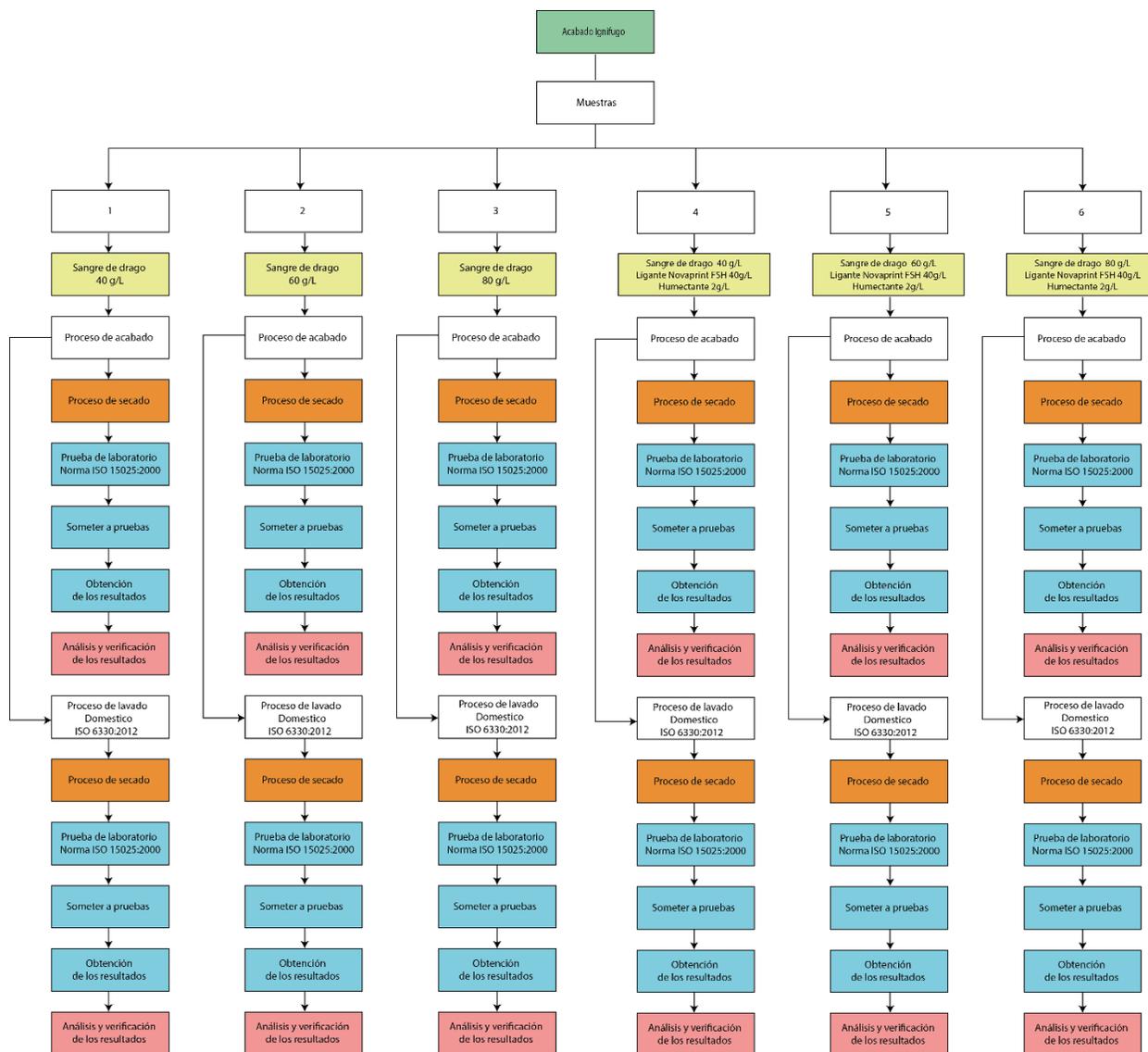


Fuente: Autor

3.3.2 Flujograma muestral

En la **Figura 14**, se presenta el flujograma muestral que detalla la ejecución del acabado ignífugo con sangre de drago mediante el método de impregnación.

Figura 14
Flujograma muestral



Fuente: Autor

3.4 Equipos y materiales

Para el desarrollo de la parte práctica del proyecto, se trabaja con distintos instrumentos, materiales y equipos para la aplicación del acabado, como se observa a continuación en la **Tabla 5**:

Tabla 5
Materiales y Equipos para la aplicación del acabado

Materiales	Concepto
Tela 100% algodón	Sustrato textil al cual será puesto a prueba
Sangre de drago	Compuesto al cual será impregnada en el sustrato
Probeta	Accesorio para medir en mililitros la cantidad de líquidos y productos auxiliares
Materiales	
Detergente	Producto ocupado para el lavado doméstico
Agitador	Accesorio para homogenizar la solución
Vaso de precipitación	Recipiente de cristal el cual esta dotado por medidas en mililitros
Papel pH	Ayuda a determinar el nivel de pH de la solución
Equipos	
Balanza	Equipo para pesar el sustrato textil
Foulard	Máquina de laboratorio para brindar un acabado por medio de impregnación
Wascator	Máquina para el lavado doméstico
Flexiburn	Equipo para determinar la retardación a la llama

Fuente: Autor

3.4.1 Caracterización del Tejido

Para la caracterización del tejido, se realizó la prueba de combustión, que consiste en: tomar hilos del sustrato y exponer a la llama, observar las características resultantes para determinar su composición (Avila & Lescano, 2018). Para este propósito, se realizó el análisis pirognóstico para evaluar su comportamiento en términos de combustión representado en la **Figura 15**:

Figura 15

Prueba de combustión



Fuente: Autor

Al momento del contacto con el fuego el sustrato se combustiona, presenta una llama de color amarilla y un humo de color gris, se percibe un aroma a papel quemado.

En la **Figura 16** se presenta los residuos después de la combustión del material textil, los residuos se desvanecen al contacto; no contiene restos sólidos.

Figura 16

Residuos de la combustión



Fuente: Autor

En la **Tabla 6** se presentan las características del tejido, composición, ligamento y gramaje.

Tabla 6
Caracterización del Tejido

Clasificación	Característica	Figura	
Composición:	Algodón 100%		
Tipo:	Tejido Plano		
Ligamento:	Tafetán		
Gramaje:	430 g/pulg ²		
Ancho de tela:	1,20 metros		

Fuente: Autor

3.5 Procedimiento para realizar el acabado

A continuación, se describe las actividades para realizar el acabado:

- a) **Materia prima:** tejido plano, diseño tafetán, algodón 100%.
- b) **Corte y pesaje de las muestras:** Se procede a cortar y pesar la tela, a la que se le aplicará el acabado, determinándose el peso de cada muestra.
- c) **Preparación y cálculos de los materiales y productos a usar:** se revisa las muestras y se elimina impurezas, se calcula los productos en g/L
- d) **Impregnación de la sangre de drago:** se aplica la sangre de drago en el tejido mediante el proceso de impregnación.
- e) **Secado e identificación de las muestras:** Una vez obtenidas las muestras se procede a secar e identificar seguidamente se realizará las pruebas de laboratorio.

- f) **Medición de la efectividad y durabilidad del acabado, en laboratorio:** se realiza las pruebas según el método de la norma ISO 15025:2000 retardación a la llama y la norma ISO 6330:2012 solidez al lavado de las muestras.
- g) **Análisis de los resultados obtenidos:** Una vez obtenidos los datos de las pruebas se analiza mediante gráficos estadísticos, se determina la cantidad efectiva para futura elaboración.

3.5.1 Determinación de la receta

De acuerdo a la investigación con la sangre de drago en diversa aplicaciones y con el estudio realizado de (Sandoval et al., 2006), su disolución se puede realizar en agua destilada, y en la investigación de (Melo et al., 2018), menciona que se puede diluirla en solventes como agua o etanol.

Para la aplicación del acabado con sangre de drago se realizaron seis recetas de 40, 60 y 80 g/L, las recetas 1, 2 y 3 se utilizó sangre de drago y las recetas 4, 5 y 6 se añadió ligante novaprint FSH a 40 g/L y humectante Marvacol PALL SHA 2 g/L.

En la **Tabla 7**, se especifican las cantidades de muestras a realizar, cada una correspondiente a las respectivas concentraciones. La misma cantidad de muestras se realizaron tanto en sentido de urdimbre como en sentido de trama, y se replicaron para el proceso de lavado, seguido para la prueba de fuego.

Tabla 7*Número de muestras y concentraciones*

Receta	S.D.	L.	H.	U.	N.º de Muestras	Detalles
Muestras 1	40			g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.
Muestras 2	60			g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.
Muestras 3	80			g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.
Muestras 4	40	40	2	g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.
Muestras 5	60	40	2	g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.
Muestras 6	80	40	2	g/L	12(6 x prueba)	P. S. al lavado posterior, ensayo al F.

Fuente: Autor

El número de muestras que se realizan en estos ensayos se detallan en la **Tabla 7**, con el acabado de impregnación, los parámetros utilizados para el acabado se presentan en la **Tabla 8**:

Tabla 8*Parámetros de aplicación del acabado*

Parámetro de las Muestras		
Material	Característica	
Tela	Plano, 100% algodón	
Proceso	Dosificación	Unidades
Presión	45	PSI
Velocidad de foulardado	41.8	rpm
Velocidad de secado	15.0	rpm
Pick up en urdimbre	85± 5	%
Pick up en trama	85± 5	%
Temperatura de curado	140	°C

Fuente: Autor

En la **Tabla 9**, se detallan los datos de la muestra 1, para su impregnación y acabado, a una dosificación de 40 g/L:

Tabla 9*Datos de la muestra 1*

	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	34.2	63.8
Trama	33.8	63.2
Proceso de Impregnación		
Producto		Dosificación
		(g/L)
Sangre de drago		40

Fuente: Autor

En la **Tabla 10**, se detallan los datos de la muestra 2, para su impregnación y acabado, a una dosificación de 60 g/L:

Tabla 10*Datos de la muestra 2*

	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	35.8	66.6
Trama	35	65.4
Proceso de Impregnación		
Producto		Dosificación
		(g/L)
Sangre de drago		60

Fuente: Autor

En la **Tabla 11**, se detallan los datos de la muestra 3, para su impregnación y acabado, a una dosificación de 80 g/L:

Tabla 11*Datos de la muestra 3*

	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	36.2	67.6
Trama	36.8	68.6
Proceso de Impregnación		
Producto	Dosificación	
	(g/L)	
Sangre de drago	80	

Fuente: Autor

En la **Tabla 12**, se detallan los datos de la muestra 4, para su impregnación y acabado:

Tabla 12*Datos de la muestra 4*

	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	33.2	64.8
Trama	31.8	66.2
Procesos de Impregnación		
Producto	Dosificación	
	(g/L)	
Sangre de drago	40	
Ligante Novaprint FSH	40	
Humectante Marvacol PAL SHA	2	

Fuente: Autor

En la **Tabla 13**, se detallan los datos de la muestra 5, para su impregnación y acabado:

Tabla 13*Datos de la muestra 5*

	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	32.8	68.6
Trama	32	67.4
Procesos de Impregnación		
Producto	Dosificación	
	(g/L)	
Sangre de drago	60	
Ligante Novaprint FSH	40	
Humectante Marvacol PAL SHA	2	

Fuente: Autor

En la **Tabla 14**, se detallan los datos de la muestra 6, para su impregnación y acabado:

Tabla 14*Datos de la muestra 6*

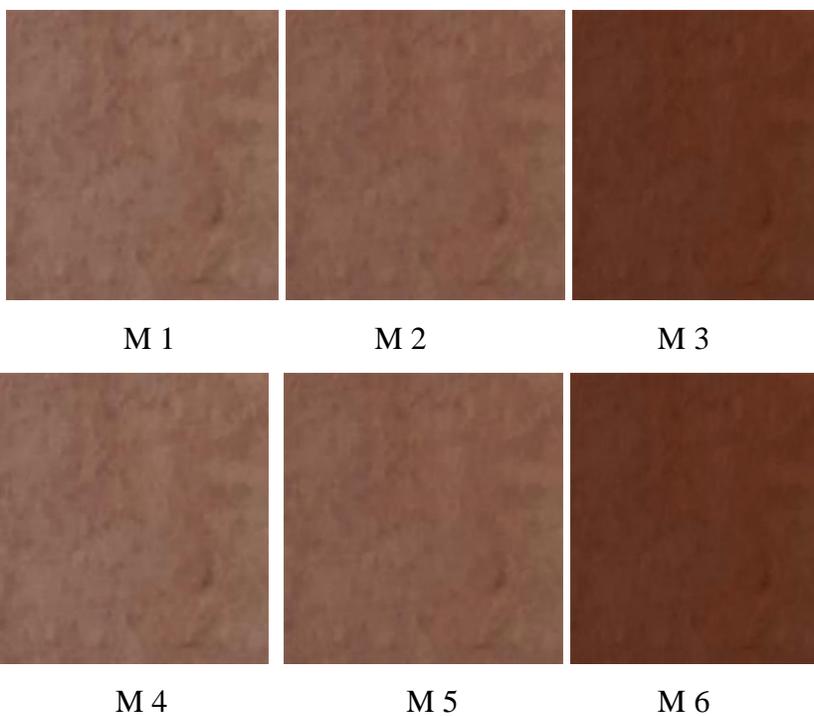
	Peso seco	Peso húmedo
	(g)	(g)
Urdimbre	36.2	67.6
Trama	36.8	68.6
Procesos de Impregnación		
Producto	Dosificación	
	(g/L)	
Sangre de drago	80	
Ligante Novaprint FSH	40	
Humectante Marvacol PAL SHA	2	

Fuente: Autor

En la **Tabla 15** se detalla el proceso de lavado, a las muestras previamente realizadas el acabado:

Tabla 15
Lavado doméstico 3N, según la norma ISO 6330:2012

Número de ensayo		Muestras lavadas	
	Muestras	Detalle	Unidades
Cantidad	36	Muestras con el acabado 1,2,3,4,5,6	g/L
Ciclo	3N	lavado doméstico	
Tiempo		50	min.
Equipo		Wascator	
Producto		Dosificación	Unidades
Sera Wash CRL detergente		10	g/L
Agua temperatura		20 a 24	°C



Fuente: Autor

Las muestras obtenidas previamente después del lavado doméstico serán sometidas a la prueba de laboratorio utilizando la norma ISO 15025:2000 retardación a la llama.

3.6 Pruebas de retardación a la llama y solidez al lavado

Las muestras fueron sometidas al ensayo de retardación a la llama según la norma ISO 15025:2000 y solidez al lavado según la norma ISO 6330:2012.

3.6.1 Prueba al Fuego

Para el desarrollo de las pruebas de retardación a la llama, según la norma ISO 15025:2000, se considera ciertos parámetros y condiciones tanto en la calibración del equipo como durante la ejecución de las mismas, (véase **Anexo 5**):

- **Dirección del tejido.** Para las pruebas se debe tomar en cuenta la dirección del tejido que son en sentido longitudinal y transversal (sentido de trama y en sentido de urdimbre).
- **Altura de la llama.** La altura de la llama a (40 ± 2) mm, medida como la distancia desde la punta del estabilizador del quemador para el extremo final de la parte de color amarilla de la llama.
- **Distancia de la llama.** Se debe tomar en cuenta que la distancia entre la punta del estabilizador del quemador y el borde inferior de la muestra de ensayo es de 20 ± 1 mm.
- **Ángulo del quemador.** El ángulo del quemador al momento de la ignición debe tener 30° según lo especifica la norma ISO 15025: 2000.
- **Temperatura de la cámara.** Para realizar las pruebas correspondientes de Ignición, la temperatura será de 24 ± 2 °C.
- **Tiempo afterflame.** Se somete a la prueba de la retardación según la norma ISO 15025 que corresponde a los 10 s hasta el último resplandor si fuese el caso que continúe quemándose.
- **Escombros.** Material que se separa de la muestra durante el procedimiento de prueba.

- **Humedad Relativa de la cámara.** Para realizar las pruebas correspondientes de Ignición, la humedad relativa de la cámara será de 61 ± 5 % HR.

3.6.2 Solidez al lavado

Para el desarrollo de las pruebas de solidez al lavado se realiza en el equipo wascator según la norma ISO 6330:2012, se considera ciertos parámetros y condiciones (Véase **Anexo 4**), que se detalla en **Tabla 15**:

- Pesar las diferentes muestras con el acabado
- Pesar 10 g/L de detergente normalizado
- Encender el equipo wascator
- Ingresar los contrapesos con las muestras en el equipo
- Agregar el detergente al lavado
- Configurar el software e iniciar el lavado
- Al terminar el lavado, retirar los contrapesos y las muestras, secar a condiciones ambientales.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se muestra los resultados obtenidos en el acabado de impregnación con sangre de drago con y sin lavado doméstico, las cuales serán sometidas a ensayos de determinación de la retardación a la llama según la norma ISO 15025: 2000, norma ISO 6330:2012 solidez al lavado, también se realiza un análisis a estos, para verificar la confiabilidad.

4.1 Resultados

En los resultados se obtiene los datos de diferentes muestras realizadas, como son: resistencia a la llama, duración de la llama y residuos, organizadas en tablas, para un adecuado análisis estadístico tanto de las muestras sin lavar como las sometidas a un lavado doméstico.

4.1.1 Preparación del baño para la impregnación

La preparación del baño se realiza de la siguiente manera: mezclar agua (H₂O), sangre de drago, ligante novaprint FSH y humectante Marvacol PAL SHA con las condiciones detalladas en la **Tabla 8**, las muestras se sumergieron en las cantidades, representadas en la **Tabla 9**, **Tabla 10**, **Tabla 11**, **Tabla 12**, **Tabla 13** y **Tabla 14**, la cantidad de muestras indicadas en la **Tabla 7**, en la máquina de laboratorio foulard, y secada para realizar las pruebas ISO 15025:2000 y ISO 6330:2012, en el laboratorio.

4.1.2 Análisis de las muestras sometidas al lavado doméstico ISO 6330:2012

Las muestras obtenidas después de ser sometido al lavado doméstico, presenta una pérdida de peso en comparación con las muestras iniciales.

En la **Tabla 16**, refleja los promedios de los pesos iniciales y posteriores al lavado, a continuación, estas muestras serán sometidas a la prueba de la llama lo que permitirá determinar la naturaleza del acabado, permanente, semi permanente o no permanente:

Tabla 16

Resultado de los promedios de pesos iniciales y posteriores al lavado

M.	Sentido	Sangre de drago		S. drago, ligante y humectante	
		Peso antes (g.)	Peso después (g.)	Peso antes (g.)	Peso después (g.)
0	Urdimbre	5.006 g.	-	-	-
	Trama	5.003 g.	-	-	-
1	Urdimbre	5.560 g.	5.110 g.	-	-
	Trama	5.546 g.	5.106 g.	-	-
2	Urdimbre	5.876 g.	5.250 g.	-	-
	Trama	5.870 g.	5.265 g.	-	-
3	Urdimbre	7.179 g.	5.637 g.	-	-
	Trama	7.344 g.	5.620 g.	-	-
4	Urdimbre	-	-	5.890 g.	5.550 g.
	Trama	-	-	5.906 g.	5.406 g.
5	Urdimbre	-	-	6.236 g.	5.790 g.
	Trama	-	-	6.200 g.	5.855 g.
6	Urdimbre	-	-	7.409 g.	6.407 g.
	Trama	-	-	7.484 g.	6.460 g.

Fuente: Autor

4.1.3 Resultados a la retardación a la llama

En esta sección se detalla los resultados de las muestras, seguido de los parámetros evaluados. Estos parámetros son identificados alfabéticamente desde (a) hasta la (h), se presentan los resultados tanto de las muestras previas al lavado como después del proceso, se empleó el procedimiento B ignición del borde inferior (aplicación a 30° con la llama vertical) de la norma ISO 15025:2000.

a. Si cualquier llameante alcanza el borde superior o bien borde vertical de la muestra de ensayo;

- b. Tiempo de duración de la llama
- c. Tiempo de duración de la combustión
- d. Si la post incandescencia se extiende más allá del área inflamada;
- e. Desprendimiento de residuos;
- f. Si los desechos se enciende el papel de filtro
- g. Si desarrolla un agujero
- h. Longitud máxima dañada

En la **Tabla 17**, se presenta los resultados de las muestras 0 sin acabado, en sentido de urdimbre y trama:

Tabla 17
Resultado Muestra 0 sin Acabado

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	mm
Urdimbre	1	10	S	1,18	0.54	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.16	0.55	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.16	0.54	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.16	0.54					200
Trama	1	10	S	1.15	0.53	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.14	0.54	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.16	0.53	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.15	0.53					200
	Observaciones		Se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 18**, se presentan los resultados de las muestras con sangre de drago de 40 g/L tanto en urdimbre como en trama.

Tabla 18
Resultado Muestra 1

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	mm
Urdimbre	1	10	S	1,25	0.46	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.22	0.44	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.23	0.49	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.23	0.46					200
Trama	1	10	S	1.19	0.43	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.22	0.47	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.22	0.46	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.21	0.45					200
	Observaciones		Se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 19** se presentan los resultados de las muestras con sangre de drago de 60 g/L, tanto en urdimbre como en trama.

Tabla 19
Resultado Muestra 2

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	Mm
Urdimbre	1	10	S	1.09	1.46	S	S	N	S	165
	2	10	S	1.08	1.50	S	S	N	S	160
	3	10	S	1.13	1.53	S	S	N	S	170
	Media aritmética			1.10	1.49					165
Trama	1	10	S	1,12	1.45	S	S	N	S	156
	2	10	S	1.09	1.40	S	S	N	S	160
	3	10	S	1.13	1.39	S	S	N	S	160
	Media aritmética			1.11	1.41					159
	Observaciones		No se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia no consume en su totalidad al sustrato, presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 20** se presentan los resultados de las muestras con sangre de drago de 80 g/L, tanto en urdimbre como en trama misma que será evaluada en los aspectos de duración de llama, duración de incandescencia y residuos de material.

Tabla 20
Resultado Muestra 3

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	Mm
Urdimbre	1	10	S	0.63	2.95	S	S	N	S	45
	2	10	S	0.66	2.88	S	S	N	S	50
	3	10	S	0.64	2.85	S	S	N	S	55
	Media aritmética			0.64	2.89					
Trama	1	10	S	0.61	2.88	S	S	N	S	70
	2	10	S	0.64	2.85	S	S	N	S	65
	3	10	S	0.59	2.83	S	S	N	S	70
	Media aritmética			0.61	2.85					
Observaciones		No se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia no consume en su totalidad al sustrato, presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 21**, **Tabla 22** y **Tabla 23**, se presentan los resultados de las muestras de 40, 60 y 80 g/L de sangre de drago, 40 g/L de ligante novaprint FSH y 2 g/L de humectante, tanto en urdimbre como en trama misma que será evaluada en los aspectos de duración de llama, duración de incandescencia y residuos de material.

Tabla 21
Resultado Muestra 4

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	mm
Urdimbre	1	10	S	1,09	1.08	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.10	1.02	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.11	0.95	S	N	N	N	200
	Media aritmética				1.10	1.01				
Trama	1	10	S	1.12	1.11	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.09	1.05	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.10	0.99	S	N	N	N	200
	Media aritmética				1.10	1.05				
Observaciones			Se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 22** se presentan los resultados de las muestras 60 g/L de sangre de drago, de ligante novaprint FSH y de humectante, tanto en urdimbre como en trama.

Tabla 22
Resultado Muestra 5

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	Mm
Urdimbre	1	10	S	1.02	1.73	S	S	N	S	155
	2	10	S	0.99	1.69	S	S	N	S	158
	3	10	S	0.92	1.70	S	S	N	S	160
	Media aritmética			0.97	1.70					
Trama	1	10	S	0.98	1.79	S	S	N	S	162
	2	10	S	1.01	1.78	S	S	N	S	168
	3	10	S	0.99	1.75	S	S	N	S	169
	Media aritmética			0.99	1.77					
Observaciones		No se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia no consume en su totalidad al sustrato, presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 23** se presentan los resultados de las muestras con 80 g/L de sangre de drago, de ligante novaprint FSH y de humectante, tanto en urdimbre como en trama.

Tabla 23
Resultado Muestra 6

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	S/N	Mm
Urdimbre	1	10	S	0.70	2.55	S	S	N	S	73
	2	10	S	0.75	2.50	S	S	N	S	75
	3	10	S	0.73	2.49	S	S	N	S	70
	Media aritmética			0.72	2.51					71
Trama	1	10	S	0.84	2.50	S	S	N	S	91
	2	10	S	0.82	2.55	S	S	N	S	90
	3	10	S	0.80	2.58	S	S	N	S	95
	Media aritmética			0.82	2.54					92
	Observaciones		No se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia no consume en su totalidad al sustrato, presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

4.1.4 Resultados a la retardación a la llama después del lavado

A continuación, se proporciona una descripción del tiempo de duración de la llama, incandescencia y presencia de residuos de las muestras tratadas con el acabado con sangre de drago de 40, 60 y 80 g/L, representadas en las muestras: 1, 2 y 3, En la **Tabla 24**, **Tabla 25** y **Tabla 26**, se presentan los resultados obtenidos después de someter la muestra a la prueba de la llama tras el proceso del lavado doméstico.

Tabla 24
Resultado Muestra 1 lavado

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	1,21	0.48	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.20	0.47	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.19	0.50	S	N	N	N	200
	Media aritmética				1.2	0.48				
Trama	1	10	S	1.15	0.57	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.14	0.54	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.16	0.59	S	N	N	N	200
	Media aritmética				1.15	0.56				
Observaciones		Se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 25**, se detalla los análisis de la prueba de la llama a la muestra 2, 60g/L de sangre de drago:

Tabla 25*Resultado Muestra 2 lavado*

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	1.20	0.62	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.21	0.64	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.22	0.61	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.21	0.62					
Trama	1	10	S	1,19	0.68	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.22	0.65	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.18	0.72	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.19	0.68					
Observaciones		Se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 26**, se detalla los análisis del tiempo de duración de llama, incandescencia, residuos, de la muestra 3, 80 g/L de sangre de drago:

Tabla 26*Resultado Muestra 3 lavado*

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	1.05	0.76	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.01	0.79	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.04	0.83	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.03	0.79					200
Trama	1	10	S	1.08	0.81	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.10	0.86	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.13	0.83	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.10	0.83					200
	Observaciones		Se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 27**, **Tabla 28** y **Tabla 29** se detalla los análisis de tiempo de duración de llama, incandescencia, residuos, de las muestras: 4,5 y 6 con sangre de drago a 40, 60 y 80 g/L, con la presencia de 40 g/L de ligante y 2 g/L de humectante:

Tabla 27
Resultado Muestra 4 lavado

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	1,25	0.68	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.23	0.67	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.21	0.60	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.23	0.65					
Trama	1	10	S	1.25	0.77	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.22	0.78	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.20	0.76	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.22	0.77					
Observaciones		Se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 28**, se detalla los análisis de tiempo de duración de llama, incandescencia, residuos, de la muestra 5, 60 g/L sangre de drago, ligante y humectante.

Tabla 28*Resultado Muestra 5 lavado*

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	1.20	0.79	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.21	0.75	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.22	0.72	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.21	0.75					
Trama	1	10	S	1,05	0.90	S	N	N	N	200
	2	10	S	1.03	0.89	S	N	N	N	200
	3	10	S	1.08	0.88	S	N	N	N	200
	Media aritmética			1.19	0.89					
Observaciones		Se quemó toda la muestra								

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 29**, se detalla los análisis de tiempo de duración de llama, incandescencia, residuos, de la muestra 6, 80 g/L sangre de drago, ligante y humectante:

Tabla 29
Resultado Muestra 6 lavado

Tejido	Muestras	Tiempo de aplicación de la llama seg.	Parámetros de evaluación según la Norma ISO 15025:2000							
			a	b	c	d	e	f	g	h
			S/N	min.	min.	S/N	S/N	S/N	Desc,	mm
Urdimbre	1	10	S	0.82	1.50	S	N	N	N	200
	2	10	S	0.85	1.55	S	N	N	N	200
	3	10	S	0.88	1.64	S	N	N	N	200
	Media aritmética			0.85	1.56					200
Trama	1	10	S	0.91	1.75	S	N	N	N	200
	2	10	S	0.98	1.65	S	N	N	N	200
	3	10	S	0.95	1.60	S	N	N	N	200
	Media aritmética			0.94	1.66					200
	Observaciones		Se quemó toda la muestra							

Fuente: Autor

El tiempo de exposición a la llama es de 10 s, la llama alcanza el borde superior de la muestra, la incandescencia consume todo el sustrato, no presenta desprendimiento de residuos, y no se incendió el papel filtro.

En la **Tabla 30** se representa de forma gráfica los resultados que se obtuvo en los ensayos realizados con el equipo flexiburn, con las muestras que se aplicó el acabado con sangre de drago por medio de impregnación:

Tabla 30*Resultados del ensayo de retardación a la llama*

Muestra	1	2	3	4	5	6
Sangre de drago	40g/L	60 g/L	80 g/L	40 g/L	60 g/L	80 g/L
Ligante				40 g/L	40 g/L	40 g/L
Humectante				2 g/L	2 g/L	2 g/L
Urdimbre						
Trama						
L. de daño	100%	80% ±5%	40%±5%	100%	79% ±5%	35%±5%
Residuo	0%	20% ±5%	60%±5%	0%	21% ±5%	65% ± 5%,

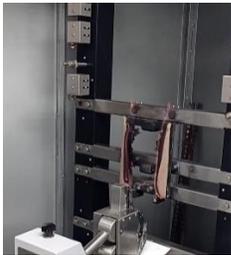
Fuente: Autor

En la tabla anterior se observa que a mayor concentración de sangre de drago disminuye la retardación a la llama y a menor concentración de sangre de drago, aumenta la retardación a la llama en el sustrato textil.

En la **Tabla 31** se representa los resultados que se obtuvo en las pruebas realizadas con el equipo Flexiburn, con las muestras lavadas que se aplico el acabado con sangre de drago por medio de impregnación

Tabla 31

Resultados del ensayo de R. a L. con muestras posterior al lavado

Muestra	1	2	3	4	5	6
Sangre de drago	40g/L	60 g/L	80 g/L	40 g/L	60 g/L	80 g/L
Ligante				40 g/L	40 g/L	40 g/L
Humectante				2 g/L	2 g/L	2 g/L
Urdimbre						
Trama						
L. de daño	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Residuo	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Autor

Las pruebas realizadas en las muestras previamente lavadas: 1,2,3,4,5 y 6, su resultado después del ensayo a la retardación a la llama, fue una combustión total de cada muestra expuesta al fuego.

4.1.5 Resultados Generales

Los datos obtenidos son organizados en la **Tabla 32**, para analizar en el software estadístico que permite evaluar la fiabilidad de las pruebas.

Tabla 32

Tabla de los datos reunidos de prueba sin lavar y lavadas

T.	USL				TSI				USLL				TSIL				USFHL				TSFHI				USFHLL				TSFHIL				US	TS	USL	TSL	USFH	TSFH	USFHL	TSFHL
	Pruebas sin lavado								Pruebas lavadas								Pruebas sin lavado								Pruebas lavadas								Longitud de daño				Longitud de daño			
N° de M.	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.					
0	1,16	0,54	1,15	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200	-	-	-	-	-	-						
1	1,23	0,46	1,21	0,45	1,2	0,48	1,15	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200	200	200	-	-	-	-							
2	1,10	1,49	1,11	1,41	1,21	0,62	1,19	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	159	200	200	-	-	-	-							
3	0,64	2,89	0,61	2,85	1,03	0,79	1,10	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	68	200	200	-	-	-	-							
4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,10	1,01	1,10	1,05	1,23	0,65	1,22	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200	200	200					
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	1,70	0,99	1,77	1,21	0,75	1,19	0,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	166	200	200						
6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64	2,89	0,72	2,51	0,85	1,56	0,94	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	92	200	200						

Se detalla sus siglas: USL: urdimbre, sangre de drago, llama, TSI: trama, sangre de drago, incandescencia, USLL: urdimbre, sangre de drago, llama, lavada, TSIL: trama, sangre de drago, incandescencia lavada, USFHL: urdimbre, sangre de drago, fijador, humectante, llama TSFHI: Trama, sangre de drago, fijador, humectante, incandescencia USFHLL: urdimbre, sangre de drago, fijador, humectante, llama, lavada TSFHIL: trama, sangre de drago, fijador, humectante, incandescencia, lavada US: urdimbre, sangre de drago, TS: trama, sangre de drago, USL: urdimbre, sangre de drago, lavada, TSL: trama, sangre de drago, lavada USFH: urdimbre, sangre de drago, fijador, humectante, TSFH: Trama, sangre de drago, fijador, humectante, USFHL: urdimbre, sangre de drago, fijador, humectante, lavada, TSFHL: trama, sangre de drago, fijador, humectante, lavada. Fuente: Autor

En los datos agrupados de las muestras, se señala los literales (b) tiempo de llama en min; (c) tiempo de incandescencia en min; corresponden al procedimiento de la ISO 15025:2000. (véase en el 0)

4.2 Discusión de Resultados

Las pruebas realizadas son recolectadas y se les somete a un análisis estadístico para dar constancia que el estudio efectuado está bajo condiciones adecuadas, permitiendo que los resultados tengan credibilidad.

Estos, deben presentar una confiabilidad para garantizar que la prueba esté realizada de una manera correcta y ser replicada en un futuro. La confiabilidad es un método necesario en todas las pruebas cuantitativas que se utilicen para evaluar a alguien o algo (Reidl-Martínez, 2013).

Al proceder a realizar pruebas, las condiciones en las que se efectúan deben estar o mantenerse estables; esto se requiere para reducir el error de varianza y hacer que, las calificaciones de las pruebas sean más confiables.

Los resultados que se obtuvo en las pruebas de retardación a la llama antes y post lavado reunidos en **Tabla 32** se someten a un análisis estadístico en el programa PAST 4, la **Figura 17** indica valores obtenidos de un test de normalidad, en este, se indica que el valor de p en los diferentes métodos como: p (normal), Anderson-Darling A, Shapiro Wilk W, Jarque Bera JB, entre los principales, muestran que la confiabilidad es del 95%, pues los valores de p en las pruebas son superiores a 0.05, dando a entender que los resultados son correctos. (Madrid & Martínez, 2014)

4.2.1 Análisis de la Normalidad

Se determinará mediante del programa PAST 4, valores obtenidos en un test de normalidad.

Figura 17
Test de Normalidad

Tests for normal distribution																
	USL	USI	TSL	TSI	USLL	USIL	TSLL	TSIL	USFHL	USFHI	TSFHL	TSFHI	USFHLL	USFHIL	TSFHLL	TSFHIL
N	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,8071	0,8704	0,766	0,8647	0,7915	0,9969	0,9959	0,9959	0,9407	0,977	0,9442	0,9999	0,7894	0,8313	0,8293	0,849
p(normal)	0,1155	0,2994	0,05393	0,2773	0,09444	0,8934	0,8776	0,8776	0,5303	0,709	0,5446	0,9849	0,08934	0,1917	0,1866	0,2379
Anderson-Darling A	0,4816	0,3422	0,5595	0,3528	0,4351	0,193	0,1941	0,1941	0,2565	0,2153	0,2525	0,1896	0,4379	0,386	0,3884	0,3645
p(normal)	0,09534	0,2693	0,05295	0,2491	0,0885	0,6142	0,6091	0,6091	0,3933	0,5268	0,406	0,6304	0,08648	0,1323	0,1295	0,1597
p(Monte Carlo)	0,0969	0,3274	0,0467	0,2814	0,095	0,8969	0,884	0,8802	0,5353	0,7133	0,5474	0,9839	0,0905	0,1943	0,1876	0,2458
Lilliefors L	0,3498	0,2616	0,3776	0,2579	0,3676	0,1923	0,1961	0,1961	0,2774	0,2362	0,2741	0,1758	0,3686	0,349	0,35	0,3398
p(normal)	0,08805	0,4451	0,0456	0,4684	0,125	0,9679	0,9355	0,9355	0,5071	0,7494	0,5259	3,022	0,1227	0,1766	0,1736	0,2073
p(Monte Carlo)	0,0923	0,4712	0,0455	0,5038	0,0948	0,8891	0,8752	0,8781	0,5156	0,717	0,5456	0,9845	0,0877	0,1924	0,1858	0,2429
Jarque-Bera JB	0,7899	0,5183	0,8615	0,5409	0,5258	0,2882	0,2904	0,2904	0,3944	0,3299	0,3888	0,2814	0,5264	0,5093	0,5104	0,4979
p(normal)	0,6737	0,7717	0,65	0,763	0,7688	0,8658	0,8649	0,8649	0,821	0,8479	0,8233	0,8688	0,7686	0,7752	0,7748	0,7796
p(Monte Carlo)	0,0793	0,3828	0,0466	0,3428	0,0915	0,897	0,8776	0,8747	0,5343	0,708	0,5484	0,9879	0,0872	0,1982	0,1864	0,2354

Nota. PAST (PAleontological STatistics) (Estadísticas Paleontológicas) Fuente: PAST 4

La **Figura 17**, muestra los valores obtenidos por los diferentes métodos y muestra que la confianza es del 95% debido a que los valores p (normales) en las pruebas son mayores a 0.05, es decir los valores encontrados son normales y los resultados son correctos.

4.2.2 Análisis de Resultados

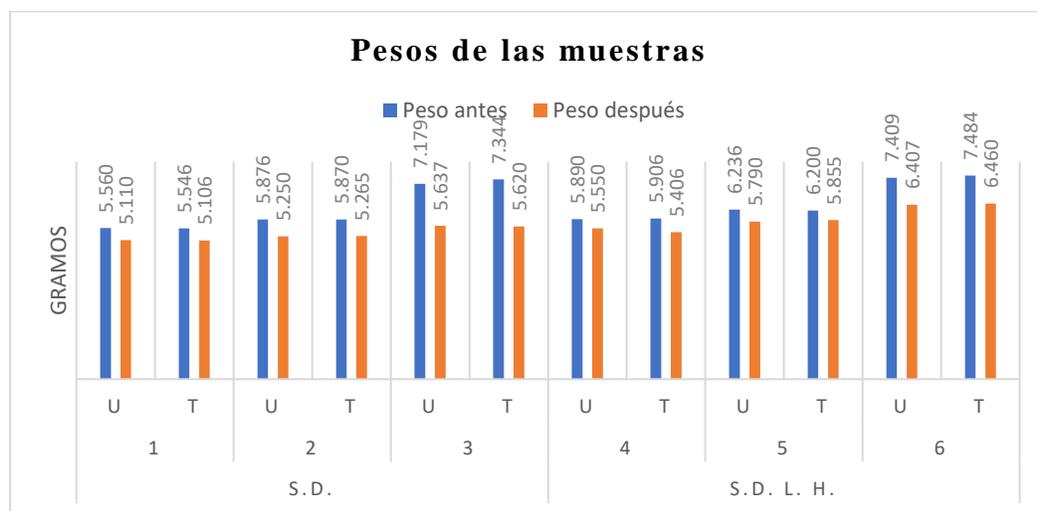
En este apartado se da a conocer un análisis detallado de las tablas previamente realizadas y los datos recopilados de todas las muestras realizadas en este proyecto referente a la retardación a la llama y solidez al lavado:

- **Resultados de los ensayos de la norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado):**

Los ensayos realizados utilizando la norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado), donde se le realizó un lavado doméstico 3N detallado en la **Tabla 15**, para determinar si el acabado es permanente, semi permanente o no permanente.

Los resultados de los pesos de las muestras antes y después de ser sometido al ensayo utilizando la norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado) especificados en la **Tabla 16** y representado en la **Figura 18**:

Figura 18
Pesos de las muestras antes y después del lavado



Fuente: Autor

En el gráfico se observa los pesos de las 6 muestras, seguidamente se realiza el promedio, de los pesos de las muestras 1, 2 y 3, (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80 g/L, antes de someterse al lavado en sentido de urdimbre es de 6, 20g. y después del lavado un promedio de 5,33g., en sentido de trama un promedio de los pesos antes de ser lavadas de 6,25g. y después de la prueba un promedio de 5.33g, en las muestras 4, 5 y 6, (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80 g/L, (L) ligante novaprint FSH 40g/L y (H) humectante 2 g/L, antes de someterse al lavado, el promedio de peso en sentido de urdimbre es de 6.51g. y después de la prueba un promedio de peso es de 5.91g, en sentido de trama un promedio de peso antes de ser lavadas es de 6.53g. y después de la prueba un promedio de peso de 5.90g, obteniendo como resultado que las muestras 4, 5 y 6 perdieron menor cantidad de peso después del lavado doméstico, obteniendo como resultado que el acabado

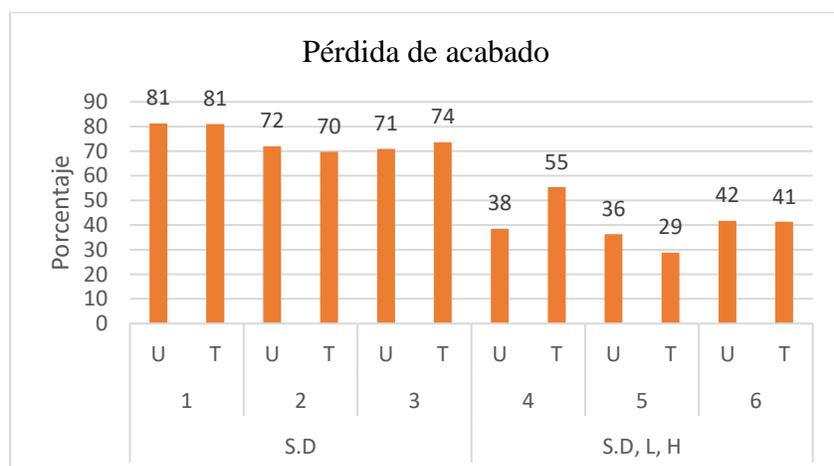
detallado en las **Tabla 12**, **Tabla 13** y **Tabla 14**, con sangre de drago, ligante novaprint FSH y humectante después de ser lavados han perdido en promedio menos peso a comparación de las muestras iniciales sin lavar.

Durante este tiempo de lavado, el acabado al contacto con factores como el agua, movimiento y detergente no resistió y se obtuvo un porcentaje de pérdida de acabado representado en la **Figura 19**, teniendo como base las muestras pesadas antes de ser lavadas, detalladas en la

Tabla 16:

Figura 19

Pérdida de acabado posterior al lavado



Fuente: Autor

En el gráfico, se representa en porcentajes la pérdida de acabado de las 6 muestras después del lavado doméstico, el promedio de las muestras 1, 2 y 3 con (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80g/L, después de ser lavadas en sentido de urdimbre es: 74.6% y el promedio en sentido de trama es: 75%, de pérdida de acabado, seguidamente se realiza el promedio de las muestras 4, 5 y 6 con (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80 g/L, (L) ligante novaprint FSH 40g/L y (H) humectante 2 g/L, después de ser lavadas en sentido de urdimbre es: 38.6% y el promedio en sentido de trama es:

41%, de pérdida de acabado, obteniendo como resultado que las muestras 4, 5 y 6 perdieron menor cantidad en el proceso del lavado doméstico,

Las muestras 1, 2 y 3 han perdido de acabado en promedio un 74.8% y las muestras 4, 5 y 6, han perdido de acabado en promedio un 39.8%, debido a esto en las pruebas sometidas a la ISO 15025:2000, prueba a la retardación a la llama, que se puede observar en la **Tabla 31**, todas las muestras fueron consumidas en su totalidad, con esto se concluye que el acabado realizado por medio del proceso de impregnación, en las muestras con sangre de drago y auxiliares en las diferentes cantidades, es un acabado no permanente ya que después del proceso de lavado disminuye su cantidad de acabado y pierde su resistencia ante la llama.

- **Resultados de los ensayos de la norma ISO 15025:2000 (retardación a la llama), en muestras sin lavar:**

En la **Tabla 32** se detalla los resultados de los ensayos realizados en esta investigación con la sangre de drago, mismo que se representa de forma gráfica en la **Figura 20, Figura 21, Figura 22 y Figura 23**, tomando en cuenta la **Tabla 33** para un mejor detalle.

En la **Tabla 33** se presenta las condiciones para evaluar misma se detalla a continuación:

Tabla 33

Condiciones para evaluar los resultados

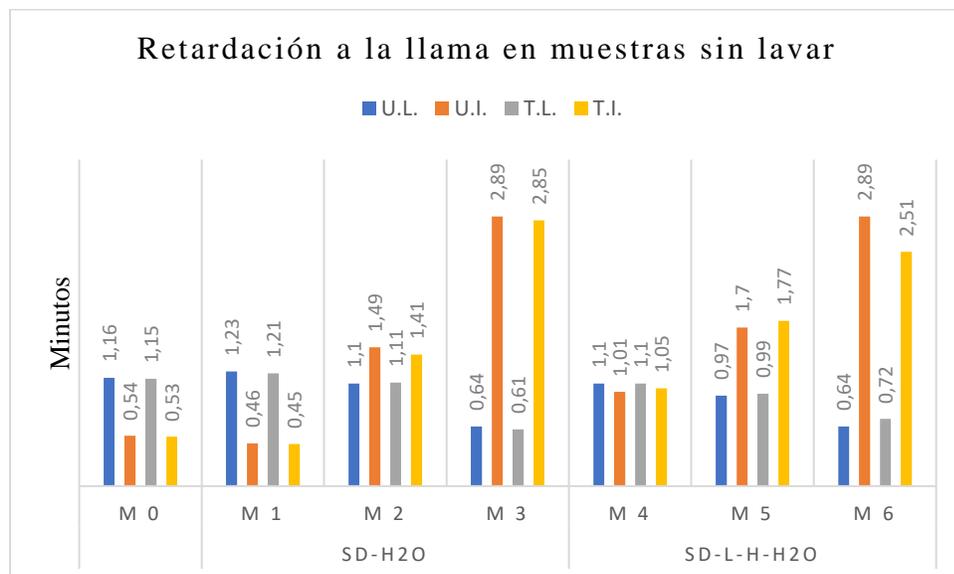
Parámetro	Condición
Tiempo de duración de llama (min.)	Entre más bajo sea el valor es mejor el resultado.
Tiempo de duración de incandescencia (min.)	Entre más alto sea el valor es mejor el resultado.
Longitud dañada	Entre más bajo sea el valor es mejor el resultado.

Nota. En el caso contrario de la condición, el resultado es desfavorable. Fuente: Autor

Los resultados de la **Tabla 32**, de cada muestra sometida a la norma ISO 15025:2000 prueba de resistencia a la retardación a la llama, en las diferentes concentraciones del acabado con sangre de drago, sin lavar representada en la **Figura 20**:

Figura 20

Retardación a la llama en muestras sin lavar



Fuente: Autor

En la muestra cero, al momento de obtener los datos y resultados de la **Tabla 17**, representados en la **Figura 20**, señala un tiempo medio de duración de llama de 1.16 min en urdimbre y una incandescencia de 0.54 min. y en trama y 1.15 min. y una incandescencia de 0.53 min.

Se puede observar en la **Figura 20** los resultados de la **Tabla 18**, muestras 1, un tiempo medio de duración de llama de 1.23 min en urdimbre y una incandescencia de 0.46 min. y en trama 1.21 min. y una incandescencia de 0.45 min. Se observó que las muestras 1, con el acabado se tardó 6% más, a comparación de la muestra cero en la **Tabla 32**.

En la muestra 2, representado en la **Tabla 19**, y observada en la **Figura 20**, señala un tiempo medio de duración de llama de 1.10 min en urdimbre y una incandescencia de 1.49 min. y

en trama 1.11 min. y una incandescencia de 1.41 min. Se observó que al comparar la muestras 2, con la muestra 1, detallada en la **Tabla 32**, el tiempo de duración de llama es de -0.13 min, y su incandescencia fue más duradera con +1.03 min, en sentido de urdimbre, en sentido de trama el tiempo de duración de llama de -0.10 min, y su incandescencia fue más duradera con +1.04 min, con estos datos se define que en esta muestra la duración de la llama fue menor y que la incandescencia fue más duradera.

Al momento de obtener los datos y resultados de la muestra 3 representado en la **Tabla 20**, y observada en la **Figura 20**, señala un tiempo medio de duración de llama de 0.64min. en urdimbre y una incandescencia de 2.89 min, y en trama de 0.61 min. y una incandescencia de 2.85 min. Se observó que al comparar la muestra 3 con la muestra 2, detallada en la **Tabla 32**, el tiempo de duración de llama de -0.46 min, y su incandescencia fue más duradera con +1.4 min. en sentido de urdimbre, en sentido de trama el tiempo de duración de llama de -0.57 min, y su incandescencia fue más duradera con +0.91min, con estos datos se define que en esta muestra la duración de la llama fue menor y que la incandescencia fue más duradera.

Se puede observar en la **Figura 20** los resultados de la **Tabla 21**, muestras 4, un tiempo medio de duración de llama de 1.10 min en urdimbre y una incandescencia de 1.01 min. y en trama 1.10 min. y una incandescencia de 1.05 min. Se observó que las muestras 4, con el acabado se tardó 5% más, a comparación de la muestra cero en la **Tabla 32**.

En la muestra 5, representado en la **Tabla 19**, y observada en la **Figura 20**, señala un tiempo medio de duración de llama de 0.97 min en urdimbre y una incandescencia de 1.70 min. y en trama 0.99 min. y una incandescencia de 1.77 min. Se observó que al comparar la muestras 5, con la muestra 4, detallada en la **Tabla 32**, el tiempo de duración de llama es de -0.19 min, y su incandescencia fue más duradera con +0.47 min, en sentido de urdimbre, en sentido de trama el

tiempo de duración de llama de -0.16 min, y su incandescencia fue más duradera con +1.24 min, con estos datos la muestra 5 es un 11% menos de duración de llama y un 68% más de incandescencia, que la muestra 4, se define que en esta muestra la duración de la llama fue menor y que la incandescencia fue más duradera.

Al momento de obtener los datos y resultados de la muestra 6 representado en la **Tabla 20**, y observada en la **Figura 20**, señala un tiempo medio de duración de llama de 0.64min. en urdimbre y una incandescencia de 2.89 min, y en trama de 0.72 min. y una incandescencia de 2.51 min. Se observó que al comparar la muestra 6 con la muestra 5, detallada en la **Tabla 32**, el tiempo de duración de llama de -0.33 min, y su incandescencia fue más duradera con +1.19 min. en sentido de urdimbre, en sentido de trama el tiempo de duración de llama de -0.27 min, y su incandescencia fue más duradera con +0.74min, con estos datos la muestra 6 es un 34% menos de duración de llama y un 70% más de incandescencia, que la muestra 5, se define que en esta muestra la duración de la llama fue menor y que la incandescencia fue más duradera.

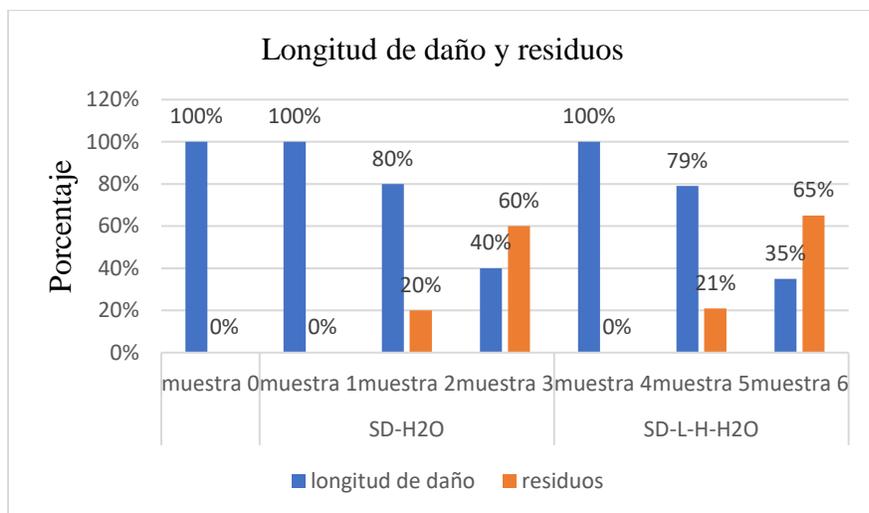
En conclusión y tomando en cuenta las condiciones de la **Tabla 33**, las muestras van disminuyendo el tiempo de duración de llama y aumenta el tiempo de incandescencia en la cual la que presentó estas condiciones más favorables es la muestra 6.

- **Resultados de longitud de daño y residuos de las muestras sin lavar:**

Con los datos generales de la **Tabla 32**, de las seis muestras representado en la **Tabla 30**, se detalla de forma gráfica en la

Figura 21, la longitud de daño y sus residuos para determinar que concentración que presenta menor daño en las pruebas realizadas:

Figura 21
Longitud de daño y residuos



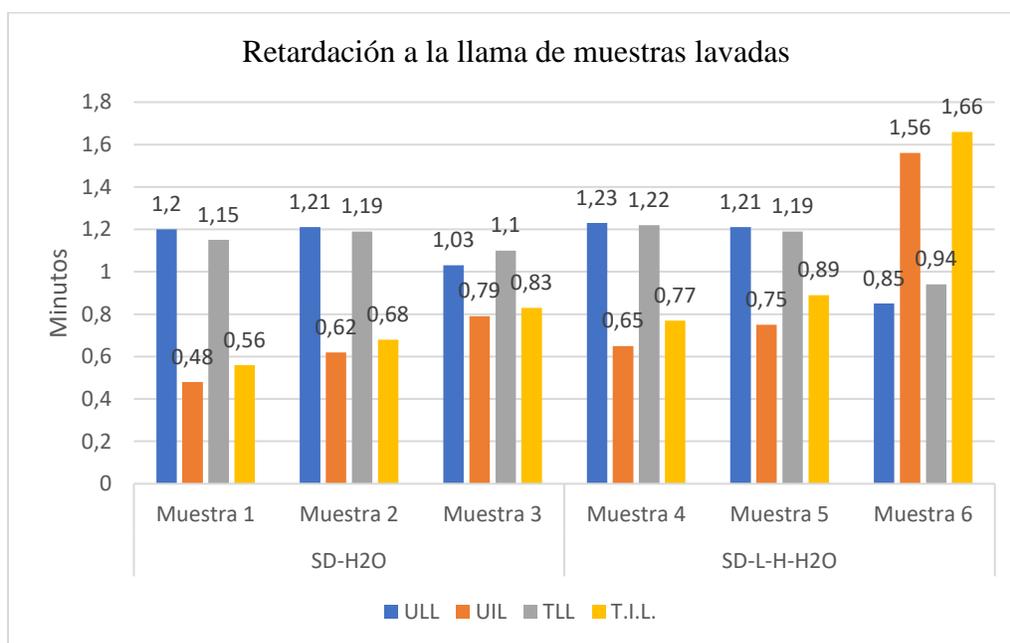
Fuente: Autor

En la **Figura 21**, se puede observar que las muestra cero fue consumidas en su totalidad y no se obtiene residuos, muestra 1, fue consumidas en su totalidad y no se obtiene residuos, la muestra 2, se observa que fue consumida un $80\% \pm 5\%$, presentó restos de material de $20\% \pm 5\%$, la muestra 3, fue consumida un $40\% \pm 5\%$, se pudo observar que las muestras no fueron consumidas en su totalidad, presenta restos de material del $60\% \pm 5\%$, con relación a las muestra 4, fue consumidas en su totalidad y no se obtiene residuos, la muestra 5, se observa que fue consumida un $79\% \pm 5\%$, presentó restos de material de $21\% \pm 5\%$, la muestra 6, fue consumida un $35\% \pm 5\%$, se pudo observar que las muestras no fueron consumidas en su totalidad, presenta restos de material del $65\% \pm 5\%$, para un mejor detalle véase en la **Tabla 30**, con estos datos se afirma que a mayor concentración de sangre de drago su resistencia a la llama es mayor, dado el caso de la muestra 6 de 80g/L de sangre de drago, 40g/L ligante y 2g/L de humectante, que presenta menor longitud dañada y mayor residuo ante las pruebas.

- **Resultados de los ensayos de la norma ISO 15025:2000 (retardación a la llama), en muestras posterior al lavado:**

Los resultados de la **Tabla 32**, de cada muestra sometida a la norma ISO 6330:2012 solidez al lavado y la norma ISO 15025:2000 prueba de retardación a la llama, en las diferentes concentraciones del acabado con sangre de drago, lavadas comparadas con las sin lavar representada en la **Figura 22**:

Figura 22
Retardación a la llama de muestras lavadas



Fuente: Autor

En la **Figura 22**, está representado de forma de barras, color azul, representa la duración de llama en urdimbre lavada (ULL), color naranja, representa la duración de incandescencia en urdimbre lavada (UIL), color gris, representa la duración de llama en trama lavada (TLL) y el color amarillo, representa la duración de incandescencia en trama lavada (TIL), en cada muestras,

los datos son los resultados obtenidos de cada muestra realizada en la **Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29** reunidas todo en la **Tabla 32**.

En la muestra 1 sometida al lavado doméstico, el tiempo medio de duración de llama de 1.2 min, e incandescencia de 0.48 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama de 1.15 min, e incandescencia de 0.56 min. a comparación de las muestras 1 sin lavar representada en la **Figura 20**, obteniendo como una variación en los tiempos de duración de llama de 0.03 min. he incandescencia de 0.02 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama 0.06 min. he incandescencia de 0.11 min. dando como resultado en la muestra 1 lavada un 2.5% más de duración de llama y un 4% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 5% menos de duración de llama y un 24 % mayor de incandescencia.

Mediante el ensayo de las muestras 2 sometido al lavado doméstico, resultados del tiempo medio de duración de llama de 1.21 min, e incandescencia de 0.62 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama de 1.19 min, he incandescencia de 0.68 min, a comparación de las muestras 2 sin lavar representada en la **Figura 20**, obteniendo como una variación en los tiempos de duración de llama de 0.11 min. he incandescencia de 0.87 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama 0.08 min. he incandescencia de 0.43 min. dando como resultado en la muestra 2 sometido al lavado doméstico un 10% más de duración de llama y un 41% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 7% más de duración de llama y un 48 % menor de incandescencia al consumirse toda la muestra sin dejar residuos.

En las muestras 3 previamente realizado el lavado doméstico y sometida a la prueba de la llama, el resultado del tiempo medio de duración de llama es de 1.03 min, he incandescencia es de 0.79 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama es de 1.10 min, he incandescencia es de 0.83 min, a comparación de las muestras 3 sin lavar representada en la **Figura**

20, obteniendo una gran variación en los tiempos de duración de llama de +0.39 min. he incandescencia de -2.10 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama +0.49 min. he incandescencia de -2.02 min. dando como resultado en la muestra 3 lavada un 62% más de duración de llama y un 72% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 80% más de duración de llama y un 70% menor de incandescencia al consumirse toda la muestra sin dejar residuos.

En la muestra 4 sometida al lavado doméstico, el tiempo medio de duración de llama de 1.23 min, e incandescencia de 0.65 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama de 1.22 min, e incandescencia de 0.77 min. a comparación de las muestras 4 sin lavar representada en la **Figura 20**, obteniendo como una variación en los tiempos de duración de llama de +0.13 min. he incandescencia de -0.36 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama +0.12 min. he incandescencia de -0.28 min. dando como resultado en la muestra 4, lavada un 11% más de duración de llama y un 35% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 10% menos de duración de llama y un 26% mayor de incandescencia.

Mediante el ensayo de las muestras 5 sometido al lavado doméstico, resultados del tiempo medio de duración de llama de 1.21 min, e incandescencia de 0.75 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama de 1.19 min, he incandescencia de 0.89 min, a comparación de las muestras 5 sin lavar representada en la **Figura 20**, obteniendo como una variación en los tiempos de duración de llama de +0.24 min. he incandescencia de -0.95 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama +0.20 min. he incandescencia de -0.88 min. dando como resultado en la muestra 5 sometido al lavado doméstico un 24% más de duración de llama y un 55% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 20% más de duración de llama y un 50 % menor de incandescencia al consumirse toda la muestra sin dejar residuos.

En las muestras 6 previamente realizado el lavado doméstico y sometida a la prueba de la llama, el resultado del tiempo medio de duración de llama es de 0.85 min, he incandescencia es de 1.56 min. en urdimbre y en trama del tiempo medio de duración de llama es de 0.94 min, he incandescencia es de 1.66 min, a comparación de las muestras 6 sin lavar representada en la **Figura 20**, obteniendo una gran variación en los tiempos de duración de llama de +0.21 min. he incandescencia de -1.33 min. en urdimbre y en trama el tiempo de duración de llama +0.22 min. he incandescencia de -0.85 min. dando como resultado en la muestra 6, lavada representa un 32% más de duración de llama y un 85% menos de incandescencia en sentido de urdimbre y en sentido trama un 30% más de duración de llama y un 51% menor de incandescencia al consumirse toda la muestra sin dejar residuos.

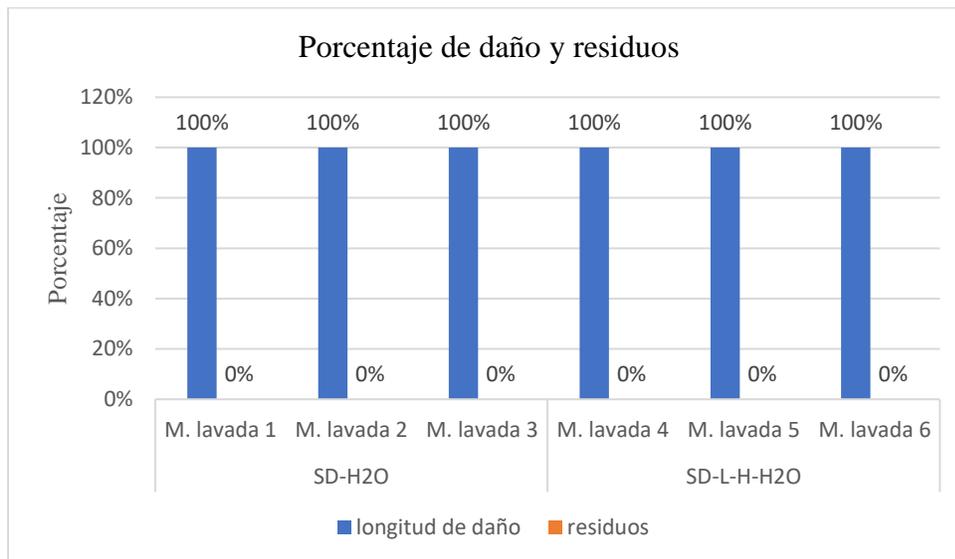
En conclusión, de las muestras lavadas y analizadas en el ensayo de retardación a la llama, no cumplen con las condiciones de la **Tabla 33**, ya que todas las muestras han perdido su acabado de impregnación explicado en la **Figura 19** y no presenta resistencia a la llama véase en la **Figura 23**.

- **Resultados de longitud de daño y residuos de las muestras lavadas:**

Con los datos de la **Tabla 32**, de las seis muestras lavadas y seguidamente sometidas a la prueba de retardación a la llama representado en la **Tabla 31** se detalla de forma gráfica en la **Figura 23**, la longitud de daño y sus residuos para determinar la concentración que menor daño presenta en los ensayos realizados.

Figura 23

Porcentaje de daño y residuos en muestras posterior al lavado



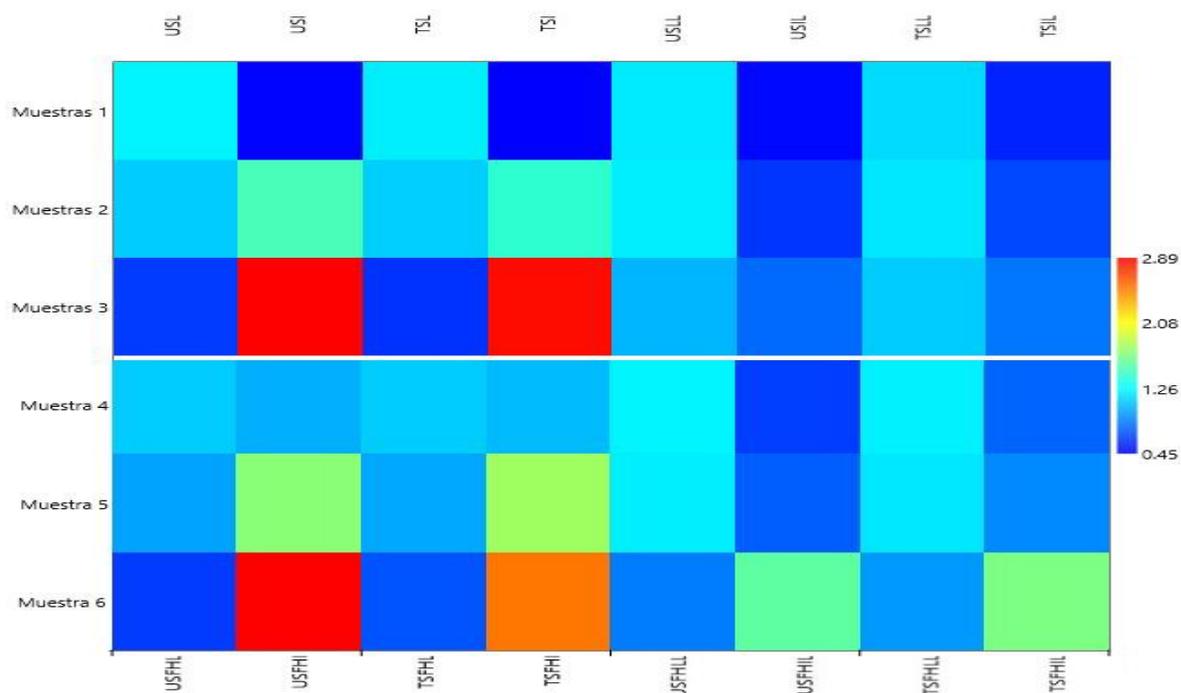
Fuente: Autor

En la **Figura 23** se puede observar que las muestras: 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se consumieron en su totalidad, no se obtuvo residuos, como resultados generales las muestras posteriores al lavado perdieron su acabado, fueron consumidas en su totalidad representados en la **Tabla 31**.

Finalmente se presenta de forma general las muestras sin lavar, posterior al lavado y su longitud de daño referente a la **Tabla 32** y tomando en cuenta las condiciones de la **Tabla 33**:

En la **Figura 24**, se aprecia el gráfico matrix en el cual emplea gamas de colores para realizar una diferenciación visual; los valores de 2.89 presentan un color rojo y los valores que se acercan a 0 tienen un color azul:

Figura 24
Gráfico matrix



Nota. PAST (PAleontological STatistics) (Estadísticas Paleontológicas) **Fuente:** PAST 4

En la **Figura 24** muestra de manera visual y con tonalidades de color los datos referentes. las muestras 1, 2 y 3, en las cuales la concentración de sangre de drago aumentó un 40, 60 y 80 g/L, presentan un tono azulado, llegando a la muestras 3, que presenta un todo celeste, por lo que se puede observar que a mayor concentración de sangre de drago, el tiempo de duración de la llama va disminuyendo, ha comparación de las muestras 1, 2 y 3, sometidas al proceso de lavado, presentaron un tono verde agua desde la muestra 1 hasta la muestras 3 donde esta cambia su tonalidad a un verde agua levemente más oscuro, se observa que las muestras lavadas han disminuido su retardación a la llama, a comparación de las muestras sin lavar, con lo referente a la incandescencia tanto en urdimbre como en trama su tonalidad va desde la muestra 0 hasta la muestras 3, para la muestra 0 de tonalidad azul claro, para la muestra 1 de tonalidad azul, para la

muestra 2 de tonalidad verde y para la muestra 3 de tonalidad rojo, observando que la tonalidad rojo nos indica mayor tiempo de incandescencia, las muestras 4, 5 y 6, en las cuales la concentración de sangre de drago se de 40, 60 y 80 g/L, Ligante novaprint FSH de 40 g/L y humectante de 2g/L, respectivamente, presentan un tono azulado, llegando a la muestras 6, que presenta un todo azul, por lo que se puede observar que a mayor concentración, el tiempo de duración de la llama va disminuyendo, ha comparación de las muestras 4, 5 y 6, sometidas al proceso de lavado, presentaron un tono verde agua desde la muestra 1 hasta la muestras 3 donde esta cambia su tonalidad celeste levemente más oscuro, se observa que las muestras lavadas han disminuido su retardación a la llama, a comparación de las muestras sin lavar, con lo referente a la incandescencia tanto en urdimbre como en trama su tonalidad va desde la muestra 4 hasta la muestras 6, para la muestra 4 de tonalidad celeste, para la muestra 5 de tonalidad verde oscuro, para la muestra 6 de tonalidad rojo, observando que la tonalidad rojo indica mayor tiempo de incandescencia.

En cuanto a la longitud de daño de las muestras sin lavar 1 y 4, es total y están representadas de una tonalidad azul, las muestras 2, 3, 5 y 6, con una tonalidad de azul más oscuro, el daño es menor como se aprecia en la **Tabla 30** para mayor entendimiento, con las muestras lavadas se representa en la **Tabla 31**, donde todas las muestras fueron quemadas en su totalidad, con las condiciones establecidas de la **Tabla 33**, de bajo tiempo de duración de llama y alto tiempo de duración de incandescencia, con una longitud de daño baja, la muestra 6 de 80g/L de sangre de drago, ligante novaprint FSH a 40g/L y humectante a 2 g/L, sin lavar, es la que satisface con los parámetros establecidos en este análisis.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones y los resultados derivados de la investigación, se mencionan recomendaciones que orientan el proyecto hacia la consideración de nuevas variables que podrían influir en los resultados.

5.1 Conclusiones

- Al analizar los resultados de los ensayos de determinación a la retardación a la llama según ISO 15025:2000, en el programa estadístico Past 4, se determinó que los datos de las pruebas realizadas tienen una confiabilidad del 95%, esto, producto de que los ensayos fueron desarrollados en condiciones estables y que, podrían ser replicadas en un futuro. Además, a las gráficas realizadas en el programa Past 4, se logró explicar de una manera clara, los resultados de las diferentes recetas impregnadas sobre el tejido plana algodón 100% testeadas en un equipo estandarizado de pruebas textiles como es el flexiburn.
- Se evidencio mayor resistencia a la llama, en las concentraciones más altas de sangre de drago, presenta un tiempo menor en duración de llama y un tiempo mayor en incandescencia, observando u promedio de residuos no consumidos entre un $59\% \pm 5\%$, mientras que a menor concentración su tiempo es mayor en duración de llama y un tiempo menor en incandescencia, observando residuos consumidos en su totalidad (véase **Tabla 30**), al añadir el ligante y humectante a concentraciones altas de sangre de drago, el tejido mejora un 34% menos de duración de llama y un 70% más en incandescencia, concluyendo que a concentraciones altas, sin el proceso del lavado doméstico, el acabado con sangre de drago resiste al ensayo a la llama.

- Las muestras sometidas a la norma ISO 15025:2000, en el equipo flexiburn, donde especifica la altura de la llama (40 ± 2) mm, las dimensiones del sustrato de 160 mm de ancho x 200 mm de alto respectivamente, con una temperatura ambiente de (24 ± 2) °C, con una inclinación de 30° de ángulo del quemador al momento de la ignición también, indica tres muestras por cada sentido del tejido, en este caso tres muestras en sentido de urdimbre y tres en sentido de trama, ya realizadas las pruebas en cada una de las dosificaciones las cuales son: de 40, 60 y 80 g/L más auxiliares, mediante el proceso de impregnación. Se concluye en base a los análisis realizados que la muestra 6, con sangre de drago a una dosificación de 80 g/L, ligante novaprint FSH a 40g/L y humectante marvacol PAL SHA a 2 g/L, con un pick up de 85 ± 5 %, a una presión de 45 PSI y velocidad de 41.8 rpm en el equipo foulard, un secado a 140 °C en la banda secadora, sin el proceso del lavado doméstico, se pudo valorar que su tiempo promedio de duración de llama es de 0,64 min; y su tiempo promedio de incandescencia es de 2.89 min; su longitud de daño promedio es: en urdimbre 0.19 m. y en trama 0.18 m, no se consumió por completo presenta residuos de $65\% \pm 5\%$, de tejido no consumido, con estos datos se puede concluir que la aplicación de sangre de drago en cantidades altas ayuda en gran parte a la retardación a la llama.
- Al analizar los resultados de las 6 muestras detallados en la **Figura 19**, después de ser sometidas a la norma ISO 6330:2012 (solidez al lavado), las muestras 1, 2 y 3, con (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80g/L, con pérdidas de acabado en promedio de 74.8% y las muestras 4, 5 y 6, con (S.D) sangre de drago a 40, 60 y 80 g/L, (L) ligante novaprint FSH 40g/L y (H) humectante 2 g/L, con pérdidas de acabado en promedio de 39.8%, teniendo como promedio general un 57.3% de pérdida de acabado en las 6 muestras, con esto se

concluye que el acabado realizado por medio del proceso de impregnación, en las muestras con sangre de drago y auxiliares en las diferentes cantidades, es un acabado no permanente ya que después del proceso de lavado disminuye más de la mitad del acabado en las muestras.

- Con los antecedentes antes mencionados, se procedió a realizar las pruebas a las muestras lavadas y previamente secadas con la norma ISO15025:2000, dando como resultado desfavorable ya que la longitud de daño de todas las muestras fue un 100% (véase **Tabla 31**), con estos datos se concluye que las muestras pierden su acabado de impregnación de retardación a la llama, al momento de ser lavadas, y se corrobora que es un acabado no permanente.

5.2 Recomendaciones

- Para futuras investigaciones sobre acabados ignífugos, se recomienda utilizar productos que sean respetuosos con el medio ambiente, evitando la presencia de compuestos tóxicos o metales pesados. Esto es importante para evitar la generación de humos tóxicos durante la combustión, lo cual puede ser perjudicial tanto para el medio ambiente como para las personas que manipulan dichos productos.
- Tras realizar el lavado de acuerdo con ISO 6330:2012 procedimiento de lavado y secado doméstico y mediante los resultados obtenidos en el ensayo de la retardación a la llama según ISO 15025:2000, se determinó que después del lavado, las probetas presentaron menor tiempo de ignición, por tal motivo se recomienda ampliar el estudio y utilizar algún producto que mantenga las características ignífugas en el tejido después del lavado.
- Se recomienda que en el momento de realizar los procesos de acabados textil en el equipo foulard y en el túnel de secado, él o los operarios deben utilizar en todo momento los equipos de protección personal; con esto se reduce la exposición a peligros y se minimizan los riesgos, lo propio sucede al realizar los ensayos en el equipo de laboratorio flexiburn.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, S., Chereau, J.-P., & Araya, S. (2016). El Fuego y los Incendios. In *Guian de auto-instruccion*. http://www.anb.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf
- Avila, G., & Lescano, L. (2018). *Identificación de fibras mediante análisis pirognóstico*.
- Barcia, Y. M. M. (2021). *Yanina M. Moscoso Barcia Cosmovisión textil actual*. 241–252.
- Barretto, D. I. (2011). Clasificación de los tejidos. *Estructuras de Los Tejidos de Punto- Primera Parte*.
- Cabello, I., Shironoshita, M. & Lock, O. (1998). *Protocolo para el control de calidad de la sangre de grado. XII*, 21–30.
- Carrillo, G., & Webster, G. (2019). *Diseño Y Registro Del Proceso Textil En El Telar De Pie*.
file:///C:/Users/User/Documents/TESIS/documentos tesis/informacion de tesis/universidad azuay.pdf
- Confederación de empresarios de Jaén. (2014). Naturaleza del Fuego. *Convocatoria 2014 Fundación Para La Prevención de Riesgos Laborales*, 138.
<http://www.cej.es/portal/asesoramientoprl/pdf/p4.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
<https://doi.org/10.1075/ttwia.40.16bee>
- Egas, Á. (2012). *Análisis comparativo de la regularidad e imperfecciones con las estadísticas uster 2001, en hilos 20 tex urdido y 23.5 tex trama en una mezcla 65/35 pes/co peinado del poliéster dupont (u.s.a), con respecto a los poliéster reliance (india), samsung (china)*.
file:///C:/Users/SUPERTRONICA/Downloads/TESIS.pdf
- Equipo editorial, E. (2018). “Algodón.” [Https://Humanidades.Com/](https://Humanidades.Com/).
<https://humanidades.com/algodon/>
- Gonçalves, F. G., Chaves, I. L. S., Vargas Fassarella, M., Brito, A. S., da Silva, É. S. G., López, Y. M., & de Oliveira, R. E. G. (2021). Tannin extraction from heat-treated pinus spp bark - Application as an adhesive. *Madera y Bosques*, 27(1), 1–9.

<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712041>

Google Maps. (2023).

IESS. (2019). *Decreto Ejecutivo 2393-Reglamento de Seguridad y Salud e los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo*. 1–130.

Ingeniería, C., & Biotecnología, E. N. (2019). *Comparación de los extractos naturales de sangre de drago (Croton lechleri) frente a la uña de gato (Uncaria tomentosa) para la valoración de mayor capacidad antioxidante*. 9–10.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17508/1/UPS-CT008351.pdf>

Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Ropa de protección. Protección contra el calor y las llamas. Método de ensayo para la propagación limitada de la llama - (ISO 15025:2000, IDT)*. Primera ed, 6.

Ladaga, J. B. (1952). El algodón : características de su producción, e industria en el país, su importancia y posibilidades en la economía nacional. *Biblioteca Digital de La Facultad de Ciencias Económicas -Universidad de Buenos Aires*.

Lexis. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Alteridad*, 219.

<https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>

Lockuán, F. (2012). *VI. La industria textil y su control de calidad*.

Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad IV. Tejeduría*.

Medina, S. E. L., León, J. M., Jara, C. H. Q., Rivero, A. E. G., & Leon, M. F. R. C. (2020). Caracterización del fruto, semilla y fibra de *Gossypium raimondii* Ulbrich. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 21(1).

Melo, G., Villacís Núñez, C. N., Vizuete, K., Arroyo, C., & Narváez, C. (2018). Usos de la Sangre de drago (Croton Lechleri Müll) en apósitos para heridas crónicas obtenidos mediante la técnica de Electrospinning. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, 13(1), 85–88. <https://doi.org/10.24133/cctespe.v13i1.813>

Nam, S., Condon, B. D., Xia, Z., Nagarajan, R., Hinchliffe, D. J., & Madison, C. A. (2017).

Intumescent flame-retardant cotton produced by tannic acid and sodium hydroxide. *Journal*

of Analytical and Applied Pyrolysis, 126, 239–246.

<https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2017.06.003>

Obando Barrera, L. H. (2015). Estudio de los alcaloides de *Croton draconoides* “sangre de grado”, su actividad cicatrizante y el diseño de una forma farmacéutica. *Tesis, I* (Facultad de Farmacia y Bioquímica), 9–12. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877378/estudio-de-los-alcaloides-de-croton-draconoides-sangre-de-grado_Zy7inM3.pdf

Pérez, F. (2008). *Estudio para el tratamiento ignífugo permanente, sólido al lavado de tejidos e hilados de poliéster 100%, para su uso en cortinas en el sector textil-hogar (UNE EN 13.773/2003): alternativas actuales al uso de poliéster “fire retardant” de productora.*

Ponce Guevara, G. M. & Morales Jácome, D. G. (2011). *Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal” (Juglans neotropica) y “Guarango” (Caesalpinia spinosa) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarmi M.*

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/823>

Ramirez, G. (2003). Sangre de drago (*Croton lechleri*). *Revista Natura Medicatrix*, 21(4), 214–217. <https://www.fitoterapia.net/vademecum/plantas/index.html?planta=379>

Sandoval, M., Ayala, S., Oré, R., Loli, A., Huamán, O., Valdivieso, R., & Béjar, E. (2006a). *Capacidad antioxidante de la sangre de grado (Croton palanostigma) Trabajos Originales Trabajos Originales Trabajos Originales Trabajos Originales Trabajos Originales Capacidad antioxidante de la sangre de grado (Croton palanostigma) sobre la mucosa gástr. 67(3), 199–205.*

Sandoval, M., Ayala, S., Oré, R., Loli, A., Huamán, Ó., Valdivieso, R., & Béjar, E. (2006b). *Capacidad antioxidante de la sangre de grado (Croton palanostigma) sobre la mucosa gástrica, en animales de experimentación. Anales de La Facultad de Medicina, 67(3), 199–205. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832006000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es*

Segumar, L. (2015). Química del fuego. *Unicen*, 14.

Solé, A. (2014). *Máquinas de tintura por Agotamiento.*

<https://asolengin.files.wordpress.com/2014/09/mc3a1quinas-de-tintura-por-agotamiento1.pdf>

UNE - ISO. (2021). *Norma Española Textiles Procedimientos de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles*.

Weigmann, H. (2023). *algodón* _ *Enciclopedia Britannica*. 9 de Mayo.

<https://www.britannica.com/topic/cotton-fibre-and-plant>

Yang, T. T., Guan, J. P., Tang, R. C., & Chen, G. (2018). Condensed tannin from *Dioscorea cirrhosa* tuber as an eco-friendly and durable flame retardant for silk textile. *Industrial Crops and Products*, *115*, 16–25. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2018.02.018>

Zhang, A. N., Liu, B. W., Zhao, H. B., & Wang, Y. Z. (2022). Eco-friendly and durable flame-retardant coating for cotton fabrics based on dynamic coordination of Ca²⁺-tannin acid. *Progress in Organic Coatings*, *170*, 106964.

<https://doi.org/10.1016/J.PORGCOAT.2022.106964>

Zhang, A. N., Zhao, H. B., Cheng, J. B., Li, M. E., Li, S. L., Cao, M., & Wang, Y. Z. (2021). Construction of durable eco-friendly biomass-based flame-retardant coating for cotton fabrics. *Chemical Engineering Journal*, *410*, 128361.

<https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.128361>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de uso de laboratorio Planta textil UTN



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



Ibarra, 20 de julio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

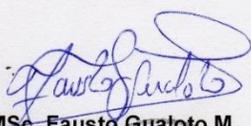
CERTIFICO

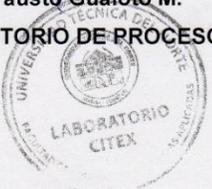
Que el Sr **ILES GALARZA LUIS XAVIER**, portador de la cedula de ciudadanía N° 100341127-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema. **“APLICACIÓN DE SANGRE DE DRAGO (Croton lechleri) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA EVALUAR LA RETARDACIÓN A LA LLAMA.”**, los equipos utilizados en el laboratorio son

- **Equipo Foulard**
- **Equipo Wascator**- lavado doméstico mediante la norma ISO 6330:2012
- **Equipo Flexiburn**- propagación de la llama norma ISO 15025:2000
- **Secadora de bandas**

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

Atentamente


MSc. Fausto Gualoto M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX



Anexo 2. Procesos de Corte y preparación

Proceso de trazado y corte del tejido
plano 100% algodón



Proceso de medición y mezcla de la
sangre de drago



Anexo 3. *Proceso de Foulardado*

Aplicación de sangre de drago en la tela



Procesos de foulardado



Procesos de secado



Anexo 1. Pruebas lavado

Pesar las diferentes muestras con el acabado

Pesar 10 g/L de detergente



Encender el equipo de laboratorio

wascator

Ingresar los contrapesos con las muestras en el equipo



Agregar el detergente al lavado

Configurar el software e iniciar el lavado



Al terminar el lavado, retirar los contrapesos y las muestras, secar a condiciones ambientales.



Anexo 2. Pruebas en el flexiburn

Flexiburn



Cortes de tela para la prueba
retardación a la llama norma ISO
15025:2000



Preparación de la muestra para la
prueba retardación a la llama norma
ISO 15025:2000



Aplicación de la llama sobre el tejido
con acabado impregnado sangre de
drago

