



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

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

TEMA:

“DESARROLLO DE UN ACABADO CON EXTRACTO DE HELECHO
(*THELYPTERIS PALUSTRIS*) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN
PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD DE BLOQUEO UV”.

Autor: Vera Pichucho Melanie Cristina

Director: MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

Ibarra – 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:		0803792597	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Vera Pichucho Melanie Cristina	
DIRECCIÓN:		El Olivo- Ibarra	
EMAIL:		mcverap@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	062786832	TELF. MÓVIL:	0993740870

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DESARROLLO DE UN ACABADO CON EXTRACTO DE HELECHO (<i>THELYPTERIS PALUSTRIS</i>) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD DE BLOQUEO UV”.
AUTOR:	Vera Pichucho Melanie Cristina
FECHA:	04/08/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
DIRECTOR:	MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 04 días del mes de agosto del 2023.

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Vera Pichucho Melanie Cristina

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 04 de agosto de 2023

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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



(f)

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

C.C.: 0400900452

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “DESARROLLO DE UN ACABADO CON EXTRACTO DE HELECHO (*THELYPTERIS PALUSTRIS*) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD DE BLOQUEO UV” elaborado por Vera Pichucho Melanie Cristina, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



(f)

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

C.C.: 0400900452



(f)

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 1001589017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por otorgarme la vida, por ser mi fortaleza y guía, por haberme permitido llegar hasta este punto, a mis padres Anita Pichucho y Luis Vera por la educación que me dieron, por la disciplina que me enseñaron, por su entrega al cuidado y por ser un verdadero pilar de esperanza, sabiduría, respeto a Dios y amor en mi vida.

A mis hermanos Monserrate Vera y Luis Vera por su apoyo incondicional, su aliento constante, palabras de ánimo, por estar siempre presentes impulsándome a dar lo mejor de mí y por ser una fuente inquebrantable de motivación en mi vida.

A mi novio Guillermo Garzón por su amor, paciencia, comprensión, por creer siempre en mí y por ser mi soporte cuando creía imposible avanzar en el camino. A mis amigos y compañeros les dedico mi Proyecto de Titulación por todo el apoyo, cariño, logros, intercambio de experiencias, aclaración de dudas y todas las veces que fueron parte fundamental de mi travesía académica y personal.

A mi director de tesis MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay por su guía, colaboración, dedicación y profesionalismo. Todo el apoyo y la atención que me brindó fue fundamental para la realización de este trabajo. Les dedico también a todos los profesores que contribuyeron a mi investigación y proyecto en su conjunto.

Vera Pichucho Melanie Cristina

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a Dios por enseñarme que siempre hay una luz al final del túnel sin importar qué tan difícil sea la situación, por mantenerme en el camino correcto durante mi formación académica y personal, así como en el transcurso del actual proyecto de investigación otorgándome salud y fortaleza para alcanzar la meta final.

Quiero agradecer a mis padres y hermanos por ser mi fuente inagotable de motivación, quienes desde temprana edad me enseñaron el valor del respeto y educación para entender el mundo y quienes me demostraron con mucha paciencia y amor que no hay límites para la búsqueda de un sueño, para querer más de la vida y ser feliz. A mi novio por siempre estar para mí, por ser mi consuelo en días difíciles.

Agradezco especialmente a mi director de tesis MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay por su estímulo y dedicación de su limitado tiempo a mi proyecto de investigación. A mi asesor de tesis MSc. Willam Esparza por motivar constantemente a sus estudiantes en el transcurso de su vida profesional, su orientación ha sido fundamental para el desarrollo de mi proyecto.

Finalmente, extiendo mis agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, así como también a la Carrera de Textiles y a todos los profesores y técnicos docentes de los laboratorios por la alta calidad de la enseñanza ofrecida.

Vera Pichucho Melanie Cristina

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en determinar la propiedad de bloqueo UV al realizar un acabado a base de extracto de helecho (*Thelypteris Palustris*) por el método de impregnación a un textil 100% algodón. Para obtener el número de muestras a realizar y las formulaciones se elaboró un diseño de experimentos en Statgraphics, teniendo como variables las concentraciones de los productos a utilizarse: resina como agente de adhesión, y helecho como agente de protección o bloqueo UV, obteniéndose del programa 4 formulaciones y por cada formulación 3 muestras.

Posteriormente se realizó el acabado en los laboratorios de la Carrera de Textiles, cabe mencionar que, para este proyecto se utilizó dos tipos de resinas PATCH y CENTERGARD, luego, se llevó a cabo la medición de irradiancia a las muestras con ayuda del equipo Foto radiómetro en radiaciones UVA, UVB, UVC, con diferentes ángulos de inclinación del tejido (0°, 45° y 90°) y con los datos de irradiancia se obtuvo los porcentajes de bloqueo UV.

Finalmente, a través de gráficos estadísticos se analizó los resultados, determinando que la mejor formulación fue con (200g/L de helecho y 60g/L de resina), además se identificó que la posición del tejido con mayor porcentaje de bloqueo UV en todas las radiaciones es a 0° (ras), y al realizar comparaciones entre ambas resinas se comprobó que los resultados favorables se dieron en las muestras en las que se utilizó resina Patch como agente de adhesión. También se empleó pruebas de lavado, que demostraron la obtención de un acabado semi permanente.

Palabras claves: Extracto, Helecho, Tejido Plano, Bloqueo UV.

ABSTRACT

The present research is focused on determining the UV-blocking property by applying a finishing treatment based on *Thelypteris Palustris* (fern) extract using the impregnation method on 100% cotton textile. To determine the number of samples and formulations, an experimental design was developed in Statgraphics, with the concentrations of the products used as variables: resin as an adhesive agent, and fern extract as a UV protection or blocking agent. The program generated 4 formulations, and for each formulation, 3 samples were prepared.

Subsequently, the finishing process was carried out in the Textile Department laboratories. It is worth mentioning that, for this project, two types of resins, PATCH and CENTERGARD, were used. Then, the irradiance measurement was conducted on the samples using a photoradiometer equipment for UVA, UVB, and UVC radiation, with the fabric positioned at different angles of inclination (0° , 45° , and 90°). The obtained irradiance data allowed for the calculation of UV blocking percentages.

Finally, the results were analyzed through statistical graphs, determining that the best formulation was achieved with (200g/L of fern extract and 60g/L of resin). Additionally, it was identified that the fabric position with the highest percentage of UV blocking for all radiations was at 0° angle (ras). When comparing the two types of resins, it was confirmed that the favorable results were obtained in the samples where PATCH resin was used as the adhesive agent. Washing tests were also conducted, which demonstrated the achievement of a semi-permanent finish.

Keywords: Extract, Fern, Flat Weave, UV Blocking.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIAS	ii
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO I	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Descripción del tema	15
1.2. Antecedentes	16
1.3. Importancia del estudio	17
1.4. Objetivo general	18
1.5. Objetivos específicos	18
1.6. Características del sitio del proyecto.	19
CAPÍTULO II	20
2. ESTADO DEL ARTE	20
2.1. Estudios previos	20
2.1.1. Radiación Ultravioleta	21
2.1.2. Bloqueo de radiación UV en tejidos de fibras de algodón	21
2.1.3. Bloqueo de radiación UV en tejido plano	23
2.1.4. Helecho como protector UV	24
2.1.5. Método de obtención del extracto de una planta	25

2.2. Marco legal	26
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	26
2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	26
2.2.3. Tulsma	27
2.3. Marco Conceptual.....	27
2.3.1. <i>Helecho (Thelypteris palustris)</i>	27
2.3.2. Método de maceración.....	29
2.3.3. Acabado Textil	30
2.3.4. Aplicación del acabado por impregnación	30
2.3.5. Rayos UVA, UVB, UVC.....	31
CAPÍTULO III	32
3. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipos de investigación a aplicar.....	32
3.1.1. <i>Investigación analítica</i>	32
3.1.2. <i>Investigación experimental</i>	33
3.1.3. <i>Investigación comparativa</i>	33
3.1.4. <i>Investigación bibliográfica</i>	33
3.2. Normas.....	33
3.2.1. <i>Norma AATCC 183:2014 Transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta</i> 34	
3.2.2. <i>Norma ISO 6330:2012 Lavado y secado domésticos para ensayos textiles</i>	34
3.3. Flujogramas	34
3.3.1. <i>Flujograma general</i>	34
3.3.2. <i>Flujograma muestral</i>	35
3.4. Equipos y materiales	37
3.4.1. <i>Tejido plano 100% algodón</i>	37
3.4.2. <i>Extracto de helecho (Thelypteris palustris)</i>	39
3.4.3. <i>Productos auxiliares</i>	40
3.4.4. <i>Máquina foulard</i>	41

3.4.5. <i>Túnel de secado</i>	42
3.4.6. <i>Equipo foto radiómetro</i>	43
3.4.7. <i>Wascator</i>	44
3.5. Procedimiento	45
3.5.1. <i>Obtención del extracto de helecho</i>	45
3.1.1. <i>Proceso de impregnación</i>	47
3.6. Pruebas de laboratorio	50
3.6.1. <i>Prueba de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta</i>	50
3.6.2. <i>Prueba de solidez al lavado</i>	51
CAPÍTULO IV	53
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
4.1. Resultados	53
4.1.1. <i>Tablas de resultados de la irradiancia</i>	53
4.1.2. <i>Tabla de resultados de la irradiancia después del lavado</i>	55
4.1.3. <i>Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Patch</i> ...	56
4.1.4. <i>Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard</i>	57
4.2. Discusión de resultados.	58
4.2.1. Normalidad de los datos	58
4.2.2. Análisis de la varianza	60
4.2.3. Interpretación de resultados	61
CAPÍTULO V	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	67
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Partes y características del helecho	29
Tabla 2	Longitudes de onda de radiación UV	31
Tabla 3	Información técnica del tejido	37
Tabla 4	Gramaje del tejido plano.....	38
Tabla 5	Vista longitudinal en microscopio laboratorio Textil, fibra 100% algodón.....	39
Tabla 6	Alcohol etílico rectificado extra neutro al 96%	40
Tabla 7	Productos auxiliares.....	41
Tabla 8	Extracto obtenido.....	46
Tabla 9	Datos obtenidos de la destilación	47
Tabla 10	Variables de concentración.....	48
Tabla 11	Datos de Statgraphics	48
Tabla 12	Proceso de impregnación.....	50
Tabla 13	Condiciones para prueba de solidez al lavado doméstico	52
Tabla 14	Factores que influyen en la medición de irradiancia	54
Tabla 15	Promedio de irradiancia muestras sin tratar	54
Tabla 16	Promedio de irradiancia antes del lavado	55
Tabla 17	Promedio de irradiancia después del lavado.....	56
Tabla 18	Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Patch	57
Tabla 19	Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard ..	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica Laboratorio Textil.....	19
Figura 2 Resultados del factor de protección UV	22
Figura 3 Resultados de tratamiento de melasma	25
Figura 4 Helecho (Thelypteris palustris).....	28
Figura 5 Partes del helecho.....	28
Figura 6 Método de extracción de una planta	30
Figura 7 Flujograma General	35
Figura 8 Flujograma muestral	36
Figura 9 Foulard de Laboratorio Textil.....	42
Figura 10 Túnel de secado.....	42
Figura 11 Foto radiómetro.....	43
Figura 12 Termohigrómetro Digital Htc-1	44
Figura 13 Wascator.....	44
Figura 14 Normalidad de datos porcentaje de bloqueo UV con resina Patch.....	59
Figura 15 Normalidad de datos porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard	59
Figura 16 Análisis de la varianza porcentaje de bloqueo UV con resina Patch	60
Figura 17 Análisis de la varianza porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard	61
Figura 18 Comparación del porcentaje de bloqueo UV con Resina Patch.....	62
Figura 19 Comparación del porcentaje de bloqueo UV con Resina Centergard.....	64
Figura 20 Comparación del porcentaje de bloqueo UV con la mejor formulación.....	65
Figura 21 Resultado solidez al lavado con la mejor formulación	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de uso de laboratorio.....	74
Anexo 2 Pruebas para gramaje e identificar la composición del tejido	75
Anexo 3 Proceso de extracción de helechó	76
Anexo 4 Proceso de impregnación	77
Anexo 5 Pruebas de laboratorio	77
Anexo 6 Ficha técnica de la Resina PATCH	78
Anexo 7 Ficha técnica de la Resina Centergard D6i.....	80

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se proporciona una descripción del tema, los antecedentes relacionados con radiación ultravioleta y las propiedades del helecho. También, se exhiben los objetivos planteados, el lugar donde se efectuó el proyecto y la importancia del actual estudio.

1.1. Descripción del tema

La exposición prolongada a la Radiación Ultravioleta (UV) conduce a daños que puede provocar inflamación, envejecimiento prematuro de la piel (foto envejecimiento), desarrollo de cataratas oculares (principal causa de discapacidad visual en todo el mundo) y otros efectos perjudiciales como cáncer de piel. Un factor que influye en los niveles de radiación UV en la superficie de la tierra comprende la elevación del sol; cuanto más alto está el sol en el cielo, mayor es la cantidad de radiación UV que incide sobre la Tierra. Por lo tanto, el nivel UV varía con la hora del día y la época del año. Los niveles más altos ocurren cuando el sol está en verano (Yuji & Faria, 2022).

Los Andes sudamericanos experimentan las exposiciones más altas a los rayos UV en la Tierra. La radiación ultravioleta aumenta al acercarse a la línea Ecuatorial, por tanto, cuanto más cerca del Ecuador, mayor es la intensidad y el nivel de radiación UV recibido. Esto tiene implicaciones claras principalmente para los trabajadores agrícolas y pescadores ecuatorianos. Existe una variación mensual de la radiación solar en Ibarra-Ecuador por lo que es fundamental un tiempo mínimo de exposición de varios minutos en el sol en días de cielo despejado, se necesita estar expuesto a la radiación UV entre 4 a 6 minutos, únicamente para producir vitamina D en la piel, y no generar efectos adversos (Salum et al., 2020).

Las autoridades de salud pública recomiendan una variedad de formas de limitar la exposición al sol para evitar lesiones inducidas por la radiación ultravioleta, como el uso de protectores solares o usar ropa protectora. Los riesgos para la salud de la exposición al sol se pueden mitigar mediante la protección solar adecuada, como prendas con buenas características de bloqueo de los rayos UV (Organización Mundial de la Salud, 2015).

La presente investigación, busca prevenir los daños en la piel inducidos por los rayos UV, a través de la aplicación de un acabado textil utilizando extracto de helecho, puesto que se ha demostrado por medio de estudios que el extracto de diversas plantas, como el helecho cuenta con propiedades antiinflamatorias y fotoprotectoras en el ser humano.

1.2. Antecedentes

En la actualidad, es indispensable el uso de productos de protección debido a los altos efectos nocivos de los rayos ultravioletas por lo que los textiles son una barrera contra la radiación UV, motivo por el cual, se han realizado estudios para darle un tratamiento o acabado a textiles para que adquieran propiedades de foto protección (Otaviano et al., 2023).

Diversos compuestos naturales se han utilizado en la funcionalización de textiles para impartir o mejorar sus propiedades. Estos materiales naturales pueden derivarse de plantas. En los últimos años investigadores han utilizado compuestos naturales en sus trabajos para mejorar las propiedades de los textiles como otorgarles protección ultravioleta. Existe una tendencia reciente hacia las alternativas de protección solar usando ingredientes naturales de origen terrestre. Algunos de estos ingredientes se utilizan como extractos de plantas y se ha informado que protegen la piel contra daños inducidos por la radiación UV, tal es el caso del extracto de girasol (*Helianthus annuus*), el aceite de soja (*Glycine max*), el aguacate (*Persea gratissima*) utilizado en productos como agentes de protección solar, extracto de hojas de palma de coco (*Cocos nucifera*), extracto de helecho (*Polypodium leucotomos*) (Resende et al., 2022, p.12).

“El extracto del helecho tiene compuestos fenólicos y es un potente antioxidante. Posee propiedades fotoprotectoras y efectos antioxidantes, antiinflamatorios” (Souza et al., 2021). Varios estudios han informado su aplicación para disminuir el daño inducido por los rayos UV y los procesos inflamatorios y oxidativos, así como su uso en algunos trastornos de la piel, como eritema solar, melasma y dermatitis atópica.

Diferentes estudios realizados a partir del siglo XX evidenciaron que los helechos presentan propiedades protectoras contra daños inducidos por los rayos UV, ayudando a prevenir el envejecimiento prematuro de la piel (foto envejecimiento), debido a las diferentes características que adquirió esta planta cuando pasó de vivir en el agua a la tierra por lo que tuvo que adaptarse desarrollando mecanismos de autodefensa y protegerse de las radiaciones solares (Cantabria, 2023).

1.3. Importancia del estudio

La actual investigación se enfocó en el desarrollo de un acabado de protección UV a nivel de laboratorio usando extracto de helecho para proporcionar efectos beneficiosos a personas que están expuestas constantemente a la radiación solar y así evitar implicaciones negativas en la piel. Según (Solé, 2015) uno de los elementos significativos para la capacidad de protección contra las radiaciones ultravioleta en un textil es la composición del material y en particular la estructura del tejido. El autor afirma que a medida que aumenta el grosor del tejido, también se incrementa su protección ultravioleta. Además, una mayor compacidad o densidad del tejido también se traduce en una mayor protección contra las radiaciones UV.

El proyecto permitió demostrar que tan efectivo es utilizar el extracto de helecho como acabado con bloqueo UV considerando que diversos tipos de helechos se han utilizado para el tratamiento de enfermedades inflamatorias y han demostrado propiedades fotoprotectoras tras la aplicación tópica o la ingestión oral de este extracto natural en cápsulas. Además, sus efectos fotoprotectores han resultado beneficiosos en el tratamiento del vitíligo (González et al., 2018).

La búsqueda de alternativas válidas de origen natural ha sido una tendencia creciente en diversos sectores. A medida que los consumidores se vuelven cada vez más conscientes de la toxicidad potencial de ciertos ingredientes, los productos formulados con ingredientes naturales llegan cada vez más al mercado de consumo. Hasta la fecha, ya se han incorporado a los protectores solares que se encuentran actualmente en el mercado una interesante cantidad de ingredientes provenientes de plantas con propiedades fotoprotectoras (Resende et al., 2022).

Por tales motivos el presente estudio aspiró no solo realizar un acabado con propiedades de bloqueo UV, si no ofrecer una alternativa que sea respetuosa con el ambiente al hacer uso del extracto natural de helecho en un textil. De esta manera presentar nuevas estrategias en la industria textil a partir de la utilización de recursos naturales como el uso de extractos de plantas y profundizar así en la investigación de su potencial fotoprotector.

1.4. Objetivo general

- Desarrollar un acabado con extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) en tejido plano 100% algodón para determinar la propiedad de bloqueo UV.

1.5. Objetivos específicos

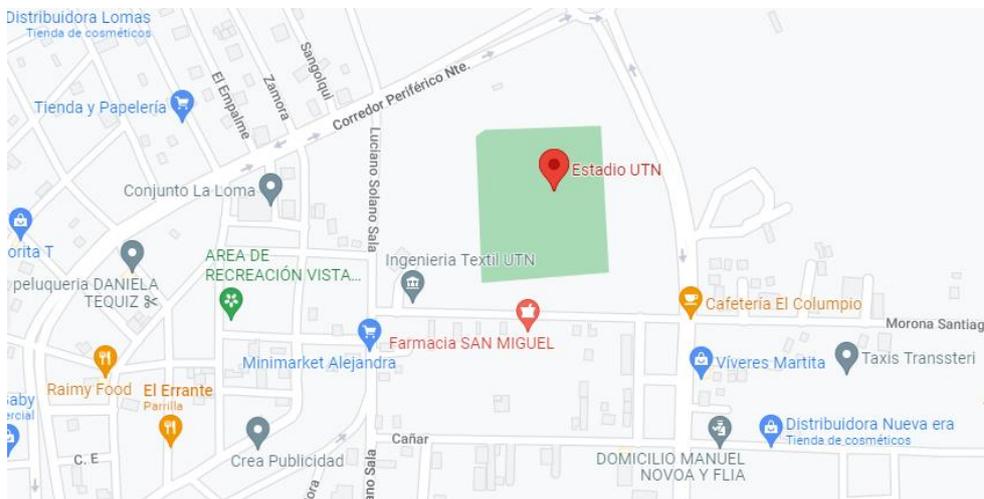
- Establecer una base teórica mediante la investigación en fuentes bibliográficas confiables como libros, revistas, artículos científicos para la obtención de información de radiación ultravioleta.
- Obtener el extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) mediante el método de maceración.
- Aplicar diferentes concentraciones de extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) en muestras de tejido plano 100% algodón por el método de impregnación y mediante el uso del equipo foto radiómetro con la Norma AATCC 183-2014 obtener datos relevantes de las muestras.
- Evaluar los resultados por medio de software y herramientas estadísticas.

1.6. Características del sitio del proyecto.

El actual estudio investigativo se llevó a cabo en la ciudad de Ibarra específicamente en la Carrera de Textiles, cuya ubicación exacta se encuentra detallada en la **Figura 1**. La Carrera pertenece a la Universidad Técnica del Norte, la cual cuenta con laboratorios equipados con tecnología de última generación, se trabaja con procesos de estándares normalizados, de esta manera se satisface tanto las exigencias de estudiantes como las necesidades de la comunidad.

Figura 1

Ubicación geográfica Laboratorio Textil



Nota: Calles Morona Santiago y Luciano Sala (sector Huertos Familiares).

Fuente: (Google Maps, 2023).

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se dan a conocer estudios previos relacionados al proyecto investigativo, del mismo modo se presentan conceptos que contribuyen a una mejor comprensión del tema, además, se aborda el marco legal que sustenta el actual proyecto incluyendo la Constitución de la República del Ecuador y las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.

2.1. Estudios previos

Diversas investigaciones han evidenciado que los textiles pueden bloquear la radiación UV en diferentes grados, ya sea un bloqueo simple (menor grado) o en mayor grado cuando un textil cuenta con un tratamiento previo. La propiedad de bloqueo ultravioleta también depende de diversos factores tal es el caso del: grosor del tejido (a medida que el grosor aumenta, el porcentaje de bloqueo ultravioleta también se incrementa), compacidad del tejido (los tejidos más compactos tienen mayor protección ultravioleta), el color del tejido (colores oscuros protegen más a la piel de los rayos UV que los colores claros) (Romero et al., 2015).

Otros factores relevantes también son: el origen de las fibras (las fibras de origen natural tienen menor grado de bloqueo ultravioleta que las fibras de origen sintético), no obstante, las fibras naturales han recibido una atención considerable frente a las fibras sintéticas por sus diversas propiedades como en el caso del algodón considerando a estos tejidos como excelentes protectores ultravioleta con diferentes tipos de acabados (Romero et al., 2015).

2.1.1. Radiación Ultravioleta

En las últimas décadas, los medios informativos han señalado el agotamiento de la capa de ozono como un fenómeno preocupante que provoca un incremento en la radiación ultravioleta, de este modo los rayos solares que ingresan a la tierra son capaces de causar daños significativos a la población humana (Organización Mundial de la Salud, 2015).

La propiedad de bloqueo UV proporcionada por textiles se ha convertido en un tema de gran interés tanto para productores como consumidores principalmente en áreas importantes de trabajo como en el estudio presentado por (Hossain, 2023) en donde se lleva a cabo textiles de camuflaje a base de tintes de plantas en telas de algodón, se realizaron pruebas de campo en diversos bosques obteniendo como resultados textiles con protección UV y camuflaje simultáneamente para defensa personal.

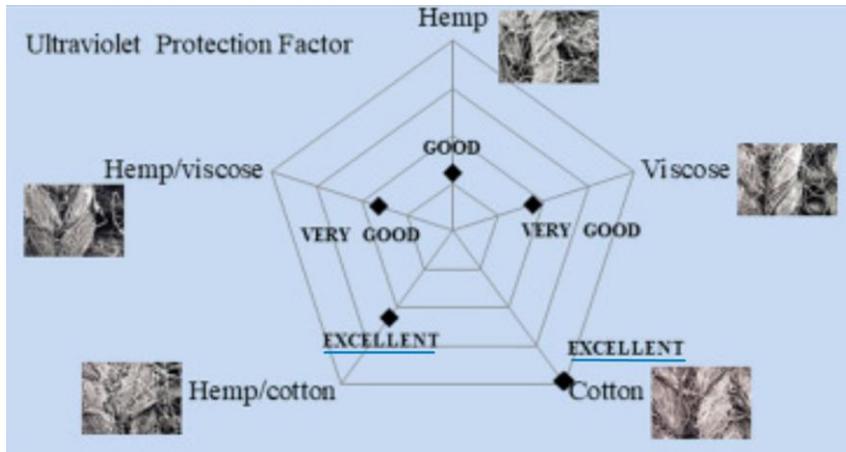
2.1.2. Bloqueo de radiación UV en tejidos de fibras de algodón

En su investigación (Kocic et al., 2019) referente al bloqueo o protección ultravioleta de tejidos fabricados con fibras celulósicas naturales (algodón, cáñamo) y fibras de celulosa regenerada (viscosa), concluyen que los tejidos a base de algodón obtuvieron resultados de protección ultravioleta clasificados como excelentes según la categoría de valores UPF (Factor de protección solar), de tal manera que por encima de 40 se clasificó con protección excelente, de 30-40 una categoría muy buena, y de 20-29 buena.

En la **Figura 2** se puede visualizar los resultados de la investigación en donde los tejidos con cáñamo se clasificaron según la categoría “buena”, los tejidos fabricados con viscosa en categoría “muy buena” y finalmente los tejidos a base de algodón 100% y mezcla con cáñamo se clasificaron en una categoría “excelente”.

Figura 2

Resultados del factor de protección UV



Fuente: (Kocic et al., 2019).

Al analizar el efecto de tejidos de algodón 100% tratados con partículas de dióxido de titanio (TiO₂) por el método de impregnación, se determinó la propiedad de bloqueo de la radiación UV puesto que los valores que se obtuvieron de UPF (Factor de protección ultravioleta) resultaron superiores a 40 lo que significó que los tejidos de algodón tratados cuentan con excelente protección ultravioleta (Bonet et al., 2014).

Por otro lado, se presenta un método de recubrimiento por inmersión utilizando dióxido de titanio en tejidos de algodón en donde se mostró su excelente resistencia a los rayos UVA y UVB, los tejidos no solo demostraron buena propiedad de bloqueo UV, si no también exhibieron excelentes propiedades de repelencia al agua (Jiang & Wang, 2018).

Las multifuncionalidades de los textiles de algodón resultan relevantes para diferentes aplicaciones prácticas, tal es el caso de hidrofobicidad o bloqueo UV. En el artículo de (Yang & Liu, 2019) se realizaron textiles super hidrofóbicos y con bloqueo efectivo de la radiación ultravioleta haciendo uso de óxido de zinc (ZnO), en donde los textiles de algodón modificados tuvieron buena capacidad de repelencia al agua y a su vez buena estabilidad UV con propiedades de protección luego de someter al textil a una irradiación durante 50 horas

observando que los tejidos de algodón tratados con nanopartículas de zinc aún conservaban buenas propiedades de bloqueo UV.

2.1.3. Bloqueo de radiación UV en tejido plano

Según (Solé, 2015) añade que la propiedad de bloqueo ultravioleta depende en gran parte del tipo de tejido, caracterizando al tejido plano como mejor protector UV en comparación con el tejido de punto debido a diversos parámetros como la compacidad del material puesto que los tejidos más compactos tienen mayor porcentaje de bloqueo ultravioleta por tanto este tipo de tejido al tener menos espacios abiertos impide en gran parte el paso de radiación UV.

El creciente interés por el uso de extractos naturales en aplicaciones textiles ha permitido la realización de diversos estudios como el de los autores (Rahman & Joonseok, 2022) donde emplean extractos de cáscara de cebolla, raíz de cúrcuma y cáscaras de granada en tejidos de algodón por el método de agotamiento aplicados en el textil de forma individual y en combinaciones, determinando que el tejido de algodón tratado con el extracto de cáscara de granada exhibió valores de protección UV más altos que los tejidos tratados con los extractos de cebolla blanca y raíz de cúrcuma.

En un amplio estudio sobre un acabado en tejido plano de algodón a base de un producto ecológico: quitosano (polímero proveniente de cáscaras de crustáceos) se determinó que los tejidos tratados proporcionaron una excelente propiedad de bloqueo UV, además de presentar propiedades ignífugas en los tejidos. Se encontró que el UPF (factor de protección ultravioleta) para el tratamiento con quitosano en los tejidos de mayor concentración eran más de 30 y 100 respectivamente caracterizándolos con propiedades de protección UV de buenos a excelentes (Patankar et al., 2022).

También, en un estudio del uso de extractos de residuos vegetales: hojas de té verde, cáscaras de granada, hojas de zumaque (pequeño árbol con hojas de otoño multicolores) y drupas (frutos que contienen una sola semilla) se determinaron los porcentajes de bloqueo UV en radiaciones

UVA y UVB en tejidos de algodón, de tal manera que los tejidos tratados con extracto de las hojas de té verde obtuvieron el mayor porcentaje de bloqueo UV (98,4% en UVA y 99,1% en UVB) mientras que los tejidos de algodón tratados con drupas obtuvieron el menor porcentaje de bloqueo UV (95,8% en UVA y 98,4% en UVB) sin embargo, se concluye que los resultados fueron satisfactorios referente a los porcentajes de bloqueo UV con el uso de cada uno de los ingredientes naturales utilizados (Verbic et al., 2022).

2.1.4. Helecho como protector UV

Diversas investigaciones han evidenciado que el extracto de helecho posee características fotoprotectoras y antiinflamatorias luego de ser utilizado en aplicaciones tópicas (cremas) o ingestión oral (cápsulas) (González et al., 2018).

En un estudio sobre una crema fotoprotectora con extracto de helecho “Rabo de mono” (*Phlebodium aureum*), se realizó la extracción de las hojas de helecho utilizando como solvente extractivo alcohol etílico al 40%, posteriormente se emplearon diversas formulaciones con concentraciones de extracto de helecho de 10, 15 y 20% en donde se determinó el FPS (factor de protección solar) mediante espectrofotometría concluyendo que la muestra con mejor protección UV se dio con la concentración del 10% de extracto de helecho (Daza et al., 2020).

En su investigación (Goh et al., 2018) referente al extracto de helecho PLE (*Polypodium Leucotomos*) utilizado en cápsulas para el tratamiento de melasma (enfermedad pigmentaria producida por la exposición al sol) y realizando una comparativa con 40 pacientes asiáticos donde a la mitad se les otorgó cápsulas de placebo (compuesto químico farmacológicamente inerte) y a la otra mitad cápsulas con extracto de helecho durante 12 semanas ingiriendo una diaria se determinó que los pacientes del segundo grupo durante el primer mes de tratamiento con cápsulas de extracto de helecho obtuvieron una mejora significativa (véase **Figura 3**).

Figura 3*Resultados de tratamiento de melasma***Fuente:** (Goh et al., 2018).

2.1.5. Método de obtención del extracto de una planta

En el proyecto de investigación para la obtención del extracto de ortiga mayor (*Urtica dioica*), se aplicó el método de extracción por maceración, empleando una solución hidroalcohólica con una proporción de 25% de alcohol y 75% de agua. El proceso de obtención del extracto inició con la recolección de la planta, seguido de una clasificación y limpieza, posterior a ello se realizó un triturado para proceder con la maceración, y finalmente se dejó macerando durante un periodo de 15 días (Yépez, 2022).

Por otro lado, en un estudio de la obtención del extracto de helecho acuático (*Azolla spp*) el método de obtención se llevó a cabo con la cosecha de helecho y selección de la planta, luego el secado en un horno a 60°C, y con ayuda de una licuadora industrial se procedió a pulverizar y finalmente se realizó el proceso de macerado a diferentes concentraciones alcohólicas y distintos tiempos de maceración concluyendo que con una maceración de 12 horas ya se obtiene el extracto de helecho de manera óptima (Colorado et al., 2022).

2.2. Marco legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador

En la (Constitución de la República del Ecuador, 2008) en su Art.350 afirma que:

El propósito del sistema de educación superior es brindar una formación académica y profesional basada en la ciencia y humanismo, del mismo modo fomentar la investigación científica y tecnológica; promover la innovación y difundir el conocimiento y las culturas. Además, busca desarrollar soluciones para los desafíos del país, alineándose con los objetivos del régimen de desarrollo (p. 103).

Con respecto a la sección octava referente a la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales el Art. 385 establece que:

El sistema nacional se establece con el propósito de: 1) Promover la generación, adaptación y difusión de conocimientos científicos y tecnológicos; 2) Valorar, fortalecer y aprovechar los saberes ancestrales; 3) Fomentar el desarrollo de innovaciones para impulsar la producción nacional; mejorar la eficiencia y productividad, elevar la calidad de vida respetando el ambiente, la naturaleza, las culturas y la soberanía (p. 111).

2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

En la universidad Técnica del Norte se desarrollan proyectos de investigación científica que deben estar vinculados con 10 líneas de investigación específicas. En la Carrera de Textiles los proyectos de investigación se enfocan en dos líneas.

Líneas de Investigación de la Carrera de Textiles:

- Producción industrial y tecnología sostenible;
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico (Universidad Técnica del Norte, 2022).

2.2.3. Tulsma

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente tiene la responsabilidad de establecer normas relacionadas con el ambiente en el territorio ecuatoriano. En su Artículo 245 aborda las cuestiones referentes a las tecnologías y menciona lo siguiente:

La Autoridad Ambiental Nacional promoverá la investigación y desarrollo de diversas tecnologías mediante cooperación nacional e internacional. Se fomentará y fortalecerá el uso de productos orgánicos y tecnologías limpias respetando la soberanía alimentaria. Además, en el Art. 246 menciona que la Autoridad Ambiental impulsa una sociedad que preserve los recursos naturales, fomentando un mercado verde (Ministerio del Ambiente, 2017 p. 234).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Helecho (*Thelypteris palustris*)

De acuerdo con (Gillespie, 2016) el helecho *Thelypteris palustris* es originario de América del Norte, esta planta es conocida como helecho de pantano debido a su terminología “palustris” que en latín significa “del pantano”, esta especie crece en áreas pantanosas a pleno sol. Por otro lado, el autor indica que las hojas de helecho tienen contorno lanceolado (con forma de punta de lanza), y una longitud de 15 a 30cm. El helecho se reproduce por medio de esporas que se encuentran detrás de las hojas, las esporas maduran durante la época de verano.

El helecho *Thelypteris palustris* está constituido por ácidos fenólicos (compuestos orgánicos ampliamente distribuidos en el reino vegetal) y monosacáridos (carbohidratos que contienen una sola molécula de azúcar), los ácidos fenólicos son los que otorgan propiedades fotoprotectoras y antioxidantes contribuyendo a la disminución de la inflamación y el daño oxidativo inducido por los rayos UV, así también ayuda a combatir el foto envejecimiento de la piel y prevenir trastornos de piel como eritema solar, melasma y dermatitis atópica (Resende et al., 2022).

Figura 4*Helecho (Thelypteris palustris)***Fuente:** (Gillespie, 2016).

(Ota & Yokoyama, 2010) afirman que, los helechos de pantano crecen en masas en las orillas de arroyos y estanques generalmente en áreas soleadas y pocos en sombra ligera. Las principales partes del helecho se visualizan en la **Figura 5**, y de manera detallada en la **Tabla 1** se presentan las características de este.

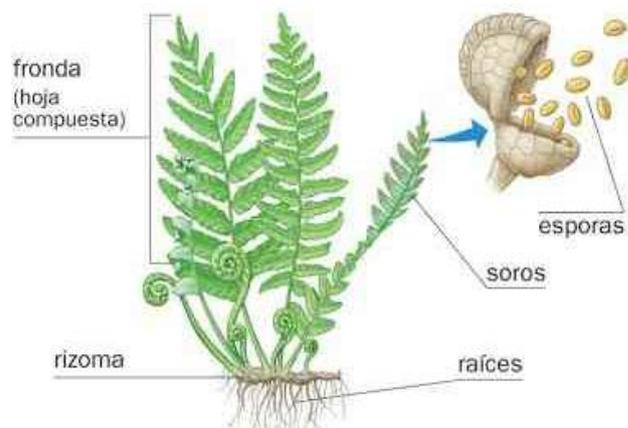
Figura 5*Partes del helecho***Fuente:** (Paredes, 2017).

Tabla 1*Partes y características del helecho*

Partes	Características
Frondas	Son las hojas del helecho, conformadas por numerosas secciones.
Rizomas	Tallos del helecho, pueden estar por encima o por debajo del suelo.
Soros	Donde se produce las esporas en grupo.
Esporas	Funcionan como semillas permitiendo que el helecho se reproduzca.
Raíces	Absorbe nutrientes y agua del suelo.

Adaptado de (Paredes, 2017).

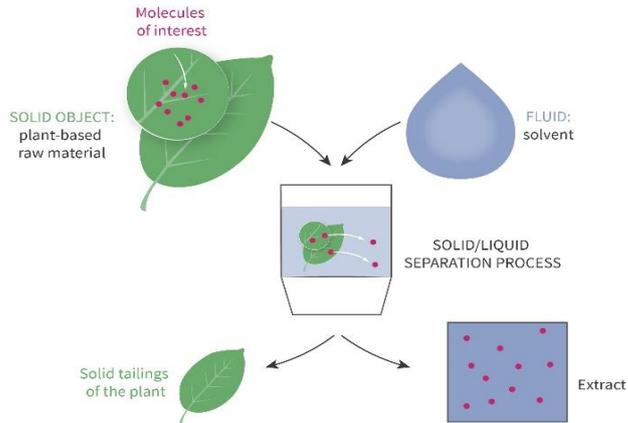
2.3.2. Método de maceración

La maceración generalmente se utiliza para la extracción de materiales vegetales, utilizando un solvente extractivo, por ejemplo: etanol, metanol o acetona. El proceso se lo realiza en un recipiente cerrado durante un periodo de tiempo en donde el material vegetal entero o en polvo se mantiene en contacto con el solvente (Srivastava et al., 2021).

(Berkem, 2018) afirma que la maceración radica en la separación de un sólido (planta) de un líquido (solvente) en donde luego de ponerse en contacto ambos durante un tiempo definido los componentes valiosos de la planta se disuelven y se contienen en el disolvente, formando así el extracto deseado, hasta que finalmente el solvente es eliminado para aislar o separar el extracto de la planta, tal como se muestra en la **Figura 6**.

Figura 6

Método de extracción de una planta



Fuente: (Berkem, 2018).

2.3.3. Acabado Textil

El acabado textil decide la apariencia final y las características estéticas del material. En algunos casos se puede medir objetivamente, pero en muchos otros está relacionado con los sentidos siendo subjetivo (Roy, 2017). Sin embargo, (Wazed et al., 2022) afirma que el acabado busca mejorar la apariencia de los textiles y es el último paso en su procesamiento. Se pueden distinguir dos tipos principales de acabados; físicos como el esmerilado y químicos que implican el uso de diferentes productos para lograr un acabado específico. Por otro lado, (Haule & Nambela, 2022) señalan que cualquier proceso aplicado a tejidos ya sean de punto o plano con el fin de mejorar su apariencia o utilidad forma parte del acabado textil.

2.3.4. Aplicación del acabado por impregnación

De acuerdo con la investigación de (Pont & Wolfart, 2017), el método de impregnación en el procesamiento de textiles implica sumergir continuamente el material en una bandeja que contiene el ingrediente funcional. Luego, el material a ser impregnado pasa a través de rodillos paralelos del equipo con nombre foulard, en donde se define el espesor final del material impregnado. El proceso continúa con un secado o curado para fijar el ingrediente en el tejido. El objetivo de la impregnación es lograr una incorporación homogénea del ingrediente en todo

el tejido. Y el autor clasifica al proceso en tres etapas: adsorción, difusión y fijación. Estas etapas cuentan con diversos parámetros como tiempo y temperaturas específicas para cada fase.

2.3.5. Rayos UVA, UVB, UVC

La radiación ultravioleta es producida por el sol, esta radiación se encuentra entre longitudes de onda de 100 a 400 nanómetros (1 nanómetro es 10^{-9} metros), la radiación UV se puede dividir en tres rangos según su longitud de onda: UVA, UVB, UVC. Los rayos UVC son los de mayor energía, por ende, los más dañinos, sin embargo, la capa de ozono actúa como un filtro absorbiendo casi por completo estos rayos e impidiendo que en su mayoría lleguen a la tierra, los rayos UVB son los causantes del bronceado o quemaduras solares y los UVA son los responsables de las arrugas (envejecimiento prematuro de la piel), y todos pueden causar alteraciones a nivel celular generando el cáncer de piel (Augustyn, 2023). En la **Tabla 2** se presenta los diversos rangos de longitudes de onda de los rayos ultravioleta.

Tabla 2

Longitudes de onda de radiación UV

Rayos	Rangos (nm)
UVA	400 a 315
UVB	315 a 280
UVC	280 a 100

Fuente: (Augustyn, 2023).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En el actual capítulo se da a conocer los distintos tipos de investigaciones para el desarrollo del proyecto, seguidamente de las normas utilizadas, los equipos y materiales que sirvieron para llevar a cabo el trabajo práctico investigativo, los flujogramas general y muestral, el procedimiento que se siguió en el transcurso del estudio y las pruebas de laboratorio utilizadas.

3.1. Tipos de investigación a aplicar

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario la utilización de diversos métodos de investigación como son: investigación analítica, investigación bibliográfica, experimental e investigación comparativa, siendo estos métodos importantes porque proporcionan el enfoque para realizar el acabado textil con extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) y como producto de adhesión resina en muestras de tejido plano 100% algodón que posteriormente fueron sometidas a pruebas de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta y pruebas de solidez al lavado para su comparación y determinar la formulación que presenta mejores resultados.

3.1.1. Investigación analítica

La investigación analítica es “El método de investigación que consiste en separar o subdividir un todo, de esta manera poder observar e interpretar las causas y los efectos de cada parte” (Ruiz, 2018, p.13). En el actual proyecto se utilizó esta investigación con el propósito de analizar los datos que se obtuvieron en los ensayos de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta utilizando el equipo foto radiómetro y luego de la prueba de solidez al lavado haciendo uso del equipo WASCATOR.

3.1.2. Investigación experimental

Esta investigación “se ajusta a un estudio que adapta un diseño tipo exploratorio de indagación científica” (Vásquez & Núñez, 2016). La investigación experimental es importante en este caso para conocer si con la aplicación del extracto de helecho en el tejido plano otorga propiedades de bloqueo de la radiación ultravioleta mediante el análisis de datos obtenidos durante el proceso, teniendo en cuenta la identificación de la formulación de extracto de helecho y resina idónea para el acabado.

3.1.3. Investigación comparativa

La investigación comparativa es “una forma sistemática que busca establecer similitudes y diferencias que se encuentran entre uno o más fenómenos” (Ruiz, 2018, p.15). Esta investigación se realizó entre las diferentes formulaciones con dos tipos de resinas, lo cual es importante debido a que según los resultados obtenidos se determinó la mejor formulación con la resina que sirvió como mejor agente de adhesión otorgando los mejores resultados en cuanto a los porcentajes de bloqueo de la radiación ultravioleta.

3.1.4. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica se la realiza con el fin de obtener información confiable y veraz para desarrollar el presente estudio, esta investigación se utilizó mediante la búsqueda de información de las propiedades de la planta de helecho, la radiación ultravioleta, estudios previos, entre otros, realizando esta búsqueda en plataformas y fuentes bibliográficas confiables como artículos, revistas, documentos académicos e incluso haciendo uso de las plataformas de investigación que brinda la Universidad Técnica del Norte a los estudiantes.

3.2. Normas

A continuación, se detallan las normas utilizadas en la investigación para determinar la propiedad de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta, además de la prueba de lavado y secado domésticos para ensayos textiles.

3.2.1. Norma AATCC 183:2014 Transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta

Para este método de prueba estándar se utiliza el equipo foto radiómetro el cual permite medir la cantidad de radiación ultravioleta que logra traspasar la tela textil, el equipo cuenta con diferentes sondas las cuales sirven para realizar las mediciones en radiaciones UVA, UVB, y UVC. El propósito de esta prueba es determinar la radiación ultravioleta que puede ser bloqueada y transmitida por textiles. La norma establece que se puede realizar el procedimiento con el textil en estado seco o húmedo (Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles, 2020).

3.2.2. Norma ISO 6330:2012 Lavado y secado domésticos para ensayos textiles

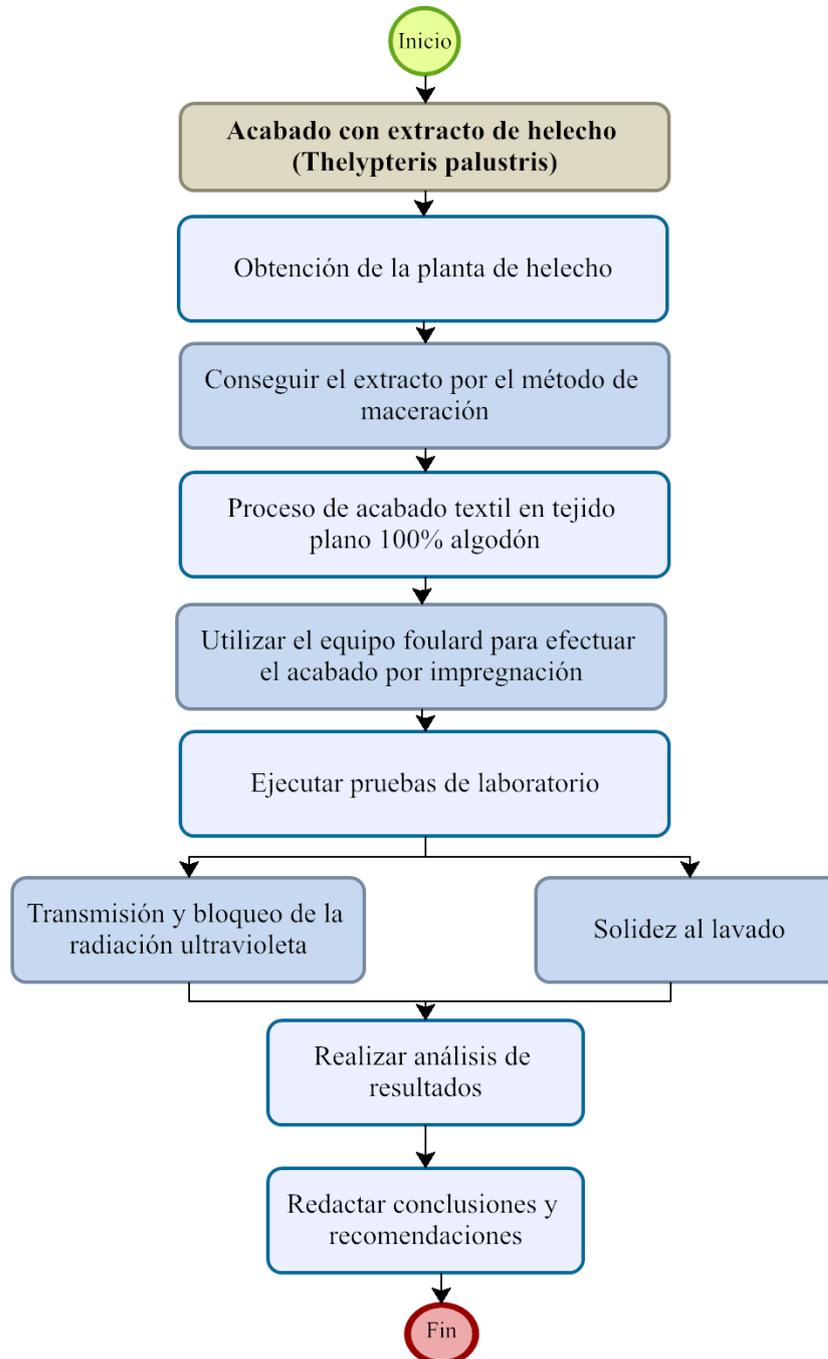
El procedimiento de lavado según la norma se puede llevar a cabo en tres diferentes tipos de lavadoras automáticas: lavadora de referencia tipo A (tambor horizontal, carga frontal), lavadora de referencia tipo B (tambor vertical, carga frontal tipo agitador), lavadora de referencia tipo C (tambor vertical, carga frontal tipo pulsador). Para el desarrollo del actual proyecto de investigación se utilizó la lavadora tipo A denominada WASCATOR que se encuentra en los laboratorios de la Carrera de Textiles. Este ensayo es aplicable a todo género textil, ya sean estas prendas, tejidos planos o de punto, entre otros (ISO, 2021).

3.3. Flujogramas

A continuación, se presentan los flujogramas general y muestral del proceso utilizados en el actual proyecto de investigación.

3.3.1. Flujograma general

En la **Figura 7**, se detalla un flujograma de procesos que da a conocer de una manera clara, cada una de las operaciones y los pasos que se siguieron para llevar a cabo la aplicación del acabado textil con extracto de helecho, mediante el método de impregnación en tejido plano 100% algodón para determinar la propiedad de bloqueo de la radiación ultravioleta, desde la obtención de la materia prima, hasta las pruebas de laboratorio, análisis, y conclusiones.

Figura 7*Flujograma General*

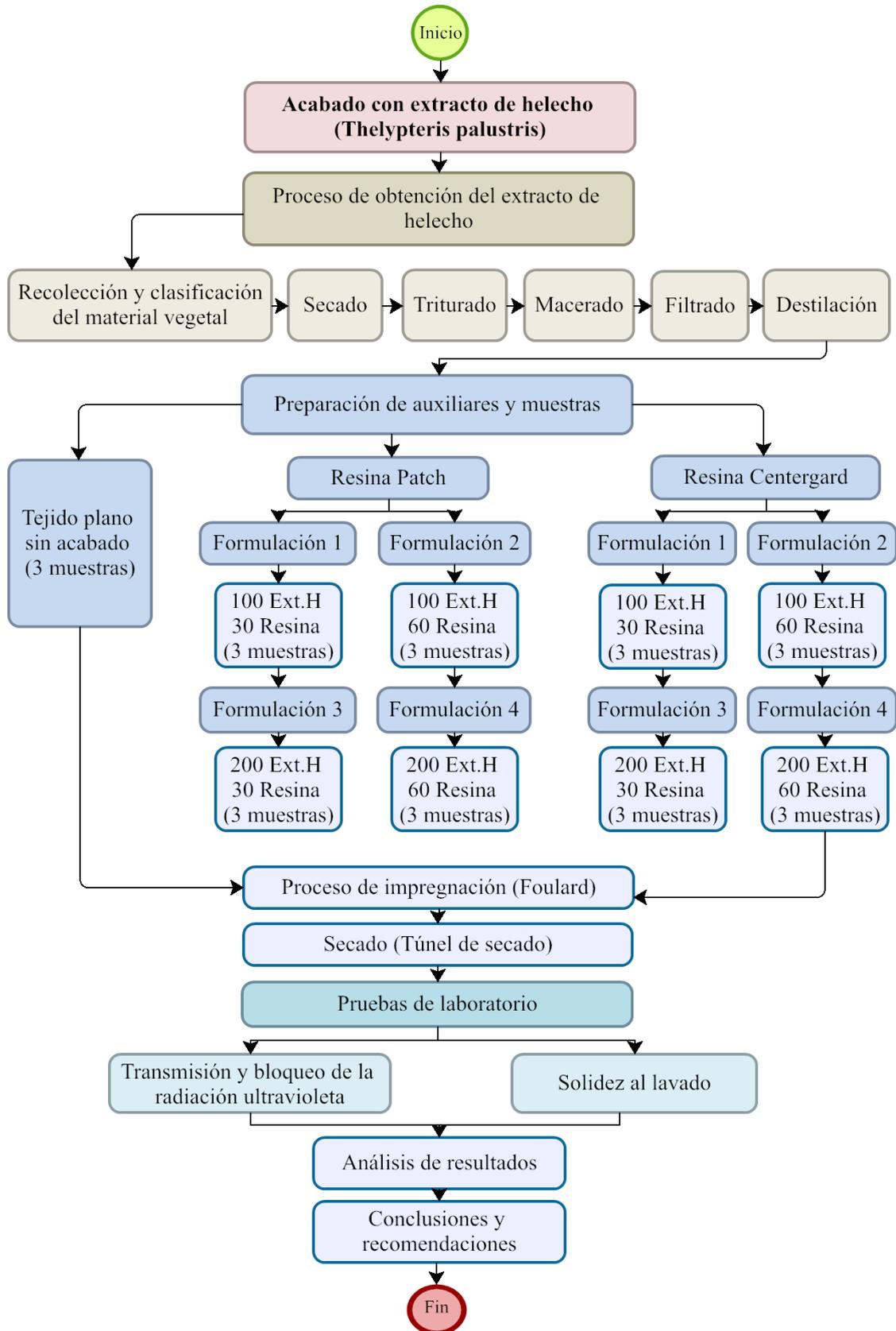
Fuente: Propia

3.3.2. *Flujograma muestral*

En la **Figura 8**, se presenta el flujograma muestral, en el cual se da a conocer de manera detallada el proceso y las distintas formulaciones del extracto de helecho y resina, además del total de muestras utilizadas, y las pruebas de laboratorio realizadas.

Figura 8

Flujograma muestral



Fuente: Propia

3.4. Equipos y materiales

Dentro del proyecto de investigación, se utilizó equipos y materiales que facilitaron el desarrollo y terminación de este, los cuales se mencionan a continuación:

3.4.1. Tejido plano 100% algodón

Es la materia prima utilizada para la realización del acabado con extracto de helechito para determinar la propiedad de bloqueo UV. El tejido plano es aquel que forma ángulos de 90° producidos por el entrelazamiento o entrecruzamiento de conjuntos de hilos en dos sentidos (trama y urdimbre); trama son los hilos que en conjunto forman el tejido en dirección transversal, mientras que se refiere a urdimbre cuando la dirección que forman el conjunto de hilos es longitudinal (Solé, 2015).

Para la realización del proyecto se utilizó tejido plano 100% algodón Germánica Elit APT con las características que se muestran a continuación:

Tabla 3

Información técnica del tejido

Germánica Elit	Característica	Especificación
	Ligamento	Tafetán
	Composición	Algodón 100%
	Ancho	1,50m ± 3
	Gramaje	123g/m ² ± 7

Nota: Datos proporcionados por la empresa Portofino Textil.

Para dar veracidad a la información técnica proporcionada se realizaron diferentes pruebas siguiendo dos Normas:

a) Prueba para determinación de gramaje según la Norma ISO 3801:2013

La ejecución de esta prueba se llevó a cabo en los laboratorios de la Carrera de Textiles, haciendo uso del equipo denominado sacabocados o también conocido como cortadora circular, (Ver **Anexo 2: A, B**). Para el desarrollo del proceso se inició cortando 5 muestras con ayuda del equipo en lugares o partes diferentes de la tela, posterior a ello se pesaron las 5 muestras y se realizó un promedio de estas, al obtener el promedio general se multiplicó por 100 dando los resultados que se presentan a continuación:

Tabla 4

Gramaje del tejido plano

N.º de muestras	g/m ²
M1	1,30
M2	1,30
M3	1,29
M4	1,29
M5	1,30
Promedio	1,296*100 = 129,60

Nota: El gramaje obtenido se encuentra dentro del rango de las especificaciones detalladas en la información técnica del tejido.

b) Prueba de análisis cualitativo de fibras según la norma AATCC 20:2007

Para identificar y verificar la composición del tejido se realizó la prueba de análisis cualitativo a través de los siguientes métodos:

- **Método de combustión**

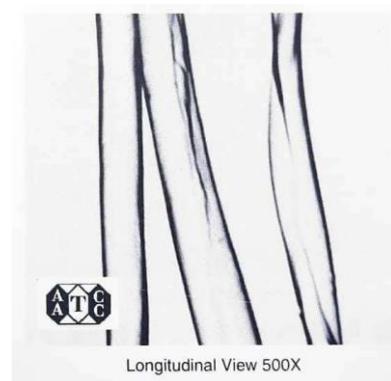
En primera instancia se preparó las fibras obtenidas de una muestra de 10x10 del tejido plano, por consiguiente, con ayuda de pinzas se acercó el mechón de fibras a la llama y se analizó el comportamiento de la misma, obteniendo como resultados los parámetros que especifica la norma para algodón 100%, tales como: obtención de cenizas de color grisáceo, se percibió un olor similar a papel quemado y al estar en la llama arde de manera rápida y vigorosa (Ver **Anexo 2: F**).

- **Método microscópico**

La evaluación de este método de identificación de fibras es completamente visual, de manera que se llevó a cabo con el microscopio a 500x (500 aumentos) según su vista longitudinal, y al realizar una comparación con la imagen de la **Tabla 5** obtenida del manual de laboratorio textil de la Asociación Americana de químicos y coloristas, se confirmó que el tejido es 100% algodón, además se pudo visualizar que el ligamento es tafetán (Ver **Anexo 2: C, D**).

Tabla 5

Vista longitudinal en microscopio laboratorio Textil, fibra 100% algodón.



Nota: Según la forma de la fibra se confirmó que tiene una composición de algodón 100%.

- **Método de solubilidad química**

Este método se basa en el comportamiento de las fibras frente a un agente químico, en este caso se utilizó ácido sulfúrico al 75% y como consecuencia la muestra reaccionó frente al agente químico disolviéndose por completo en el ácido sulfúrico (Ver **Anexo 2: E**).

3.4.2. Extracto de helecho (*Thelypteris palustris*)

Para la obtención del extracto de helecho se llevó a cabo el método de maceración el cual de manera sintetizada consiste en sumergir el material vegetal en distintos tipos de disolventes, para este estudio de investigación se utilizó etanol, o también conocido como alcohol etílico, tal como se muestra a continuación:

- **Alcohol etílico rectificado extra neutro al 96%**

Este tipo de alcohol se utiliza para diversas aplicaciones que van desde elaboración de bebidas alcohólicas hasta ser utilizado como medio de extracción, es un alcohol de alta calidad que se obtiene de granos fermentados (Química Universal, 2020). A continuación, se presenta sus características y especificaciones:

Tabla 6

Alcohol etílico rectificado extra neutro al 96%

	Parámetro	Especificación
	pH	6.0- 8.0
	Color	Líquido incoloro, transparente
	Olor	Limpio, fresco sin olores extraños
	Sabor	Limpio, fresco sin sabores extraños

Fuente: (Química Universal, 2020).

3.4.3. *Productos auxiliares*

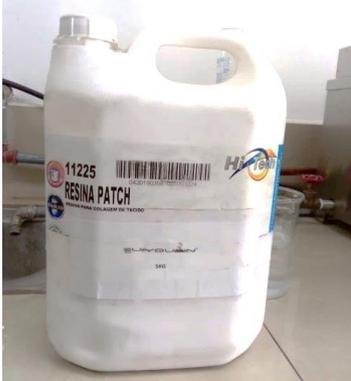
Los productos auxiliares utilizados en el proyecto de investigación son dos tipos de resinas: Patch y Centergard D6i, las cuales sirvieron como agente de adhesión ayudando a impregnar en el textil.

Se empleó dos tipos de resinas en el presente estudio investigativo con el propósito de identificar la resina más adecuada y eficaz al ser utilizada como producto de adhesión con extracto de helecho en el tejido, y así obtener la formulación idónea con la mejor resina en cuanto al porcentaje de bloqueo ultravioleta antes y después de la prueba de lavado.

Las características y especificaciones de ambas resinas se detallan a continuación:

Tabla 7

Productos auxiliares

Resina Patch		
	Característica	Especificación
	Apariencia	Semi pastosa
	Color	Blanco
	pH	6.0- 8.0
	Naturaleza iónica	Aniónico
Resina Centergard D6i		
	Característica	Especificación
	Composición Química	Emulsión acuosa
	Aspecto	Emulsión blanquecina
	pH	3.0- 5.0
	Carácter iónico	Ligeramente Catiónico

Para la parte de la experimentación relativa al acabado, se requieren equipos para determinar la propiedad de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta, una lavadora para establecer la durabilidad del acabado aplicado y un túnel para el secado de muestras es así como se detalla los siguientes equipos:

3.4.4. Máquina foulard

Se utilizó el foulard horizontal de laboratorio para llevar a cabo la impregnación de las muestras con las diferentes formulaciones, el proceso ejecutado en esta máquina inicia al realizar una calibración en cuanto a presión y velocidad requerida, por consiguiente, se coloca la solución en la cuba que posee el equipo, luego se pasa el sustrato por los cilindros encargados de exprimir el exceso y se procede a pesar para obtener el pick up.

Figura 9

Foulard de Laboratorio Textil



Fuente: Propia

3.4.5. Túnel de secado

Este equipo fue utilizado para el secado o curado de las muestras luego de ser sometidas al proceso de impregnación, el proceso ejecutado en esta máquina inicia al regular la temperatura y velocidad necesarias, generalmente esto se lo realiza de acuerdo con la composición del tejido, posterior a ello, se coloca sobre la malla del equipo las muestras que serán transportadas hasta obtener el secado requerido.

Figura 10

Túnel de secado



Fuente: Propia

3.4.6. Equipo foto radiómetro

Este dispositivo se utilizó para medir la irradiancia en las muestras tratadas con extracto de helecho más resina y las muestras sin tratar. Irradiancia es la cantidad de energía provocada por la radiación solar. La irradiancia solar se mide en W/m^2 . Para este método de prueba se utiliza la Norma AATCC 183:2014, la cual dispone que las mediciones deben realizarse a distintos ángulos de inclinación en las radiaciones UVA, UVB, UVC (Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles, 2020).

Figura 11

Foto radiómetro



Fuente: Propia

Cabe señalar que para realizar las mediciones en el equipo foto radiómetro es importante considerar ciertos parámetros que permiten tener un estándar en las medidas de las muestras, por ello se utilizó el aparato Termohigrómetro Digital Htc-1, el cual consta de una pantalla LCD en la que se refleja la medición de la temperatura, humedad relativa e incluso horas del día.

Figura 12

Termohigrómetro Digital Htc-1



Fuente: Propia

3.4.7. Wascator

Esta máquina es una lavadora tipo A denominada Wascator localizada en los laboratorios de la Carrera de Textiles. Para este método de prueba se utiliza la Norma ISO 6330:2012 lavado y secado domésticos para ensayos textiles, la cual determina que los procedimientos de lavado se pueden realizar en diferentes tipos de lavadoras, clasificándolas como tipo A, B y C, en este caso de estudio se usó la lavadora tipo A que representa a una lavadora con tambor horizontal y carga frontal, por tanto, el procedimiento se llevó a cabo según indica la norma para el tipo A (ISO, 2021).

Figura 13

Wascator



Fuente: Propia

3.5. Procedimiento

Para llevar a cabo la investigación, se inició con la obtención del extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) por el método de maceración, por consiguiente, se realizó la impregnación de las muestras de tejido plano 100% algodón para ser sometidas a los ensayos de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta y finalmente a pruebas de lavado y secado doméstico.

3.5.1. Obtención del extracto de helecho

Para obtener el extracto de helecho se empleó el método de maceración usando alcohol etílico rectificado extra neutro al 96%, y hojas de helecho secas, siguiendo el proceso que se detalla a continuación:

a) Recolección y clasificación del material vegetal

La planta de helecho se recolectó en la parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi. Una vez recolectado el helecho, se procedió a clasificar la planta de materiales extraños (Ver **Anexo 3: A**).

b) Secado

Luego de clasificar el material recolectado, se procedió a desprender del tallo únicamente las hojas de helecho que fueron utilizadas para el proyecto y se dejó secar al ambiente de 4 a 5 días hasta que todas las hojas estén totalmente secas para posteriormente proceder a realizar el triturado (Ver **Anexo 3: B**).

c) Triturado

Cuando las hojas se hallaban secas completamente se les trituró con ayuda de una licuadora casera hasta obtener pequeñas partículas (polvo) de hojas de helecho en tamaño uniforme (Ver **Anexo 3: C**).

d) Macerado

El triturado se colocó en un frasco de vidrio y luego se adicionó el solvente extractivo (alcohol etílico rectificado extra neutro) hasta cubrir el material vegetal y se dejó en maceración por un periodo de 48 horas (dos días) (Ver **Anexo 3: D**).

e) Filtrado

Una vez terminado el proceso de maceración, se procedió a filtrar mediante un colador de tela para evitar el paso de los sólidos y consecutivamente se realizó una segunda filtración con papel filtro de café para obtener la mayor concentración de helecho sin residuos (Ver **Anexo 3: E**).

En la **Tabla 8** se puede observar los valores en gramos de helecho y alcohol, que se usaron en el proceso de maceración, y posteriormente lo que se obtuvo del filtrado.

Tabla 8

Extracto obtenido

Helecho triturado	Alcohol etílico	Macerado	Filtrado
1500 g	4500 g	5000 g	1200 g

Fuente: Propia

f) Destilación

Se realizó la destilación del extracto de helecho separando los componentes de la mezcla líquida (helecho, alcohol), con el propósito de obtener las concentraciones finales de cada componente y a su vez hacer uso del extracto de helecho concentrado para llevar a cabo el proyecto de investigación, teniendo presente que el alcohol se evapora a los 78°C (Ver **Anexo 3: F**).

La destilación es un procedimiento que implica la aplicación de calor a un líquido (calentar un líquido en este caso la mezcla de helecho más alcohol) con el fin de convertir en vapor sus

componentes más volátiles. A continuación, este vapor se enfría y condensa nuevamente en forma líquida, por ende, el objetivo general de este proceso consiste en separar sustancias en base a sus distintas propiedades de volatilidad (AcademiaLab, 2018).

En el caso de este estudio la sustancia más volátil es el alcohol, puesto que los sólidos (helecho) son mucho menos volátiles que los líquidos, por ello la temperatura se mantuvo a 78°C para que el alcohol se transforme en vapor y luego se condense en líquido, y de esta manera separar el alcohol del extracto concentrado de helecho (AcademiaLab, 2018).

Para la destilación se utilizó los 1200 g de la mezcla de alcohol y helecho obtenidos, de lo cual se logró los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 9

Datos obtenidos de la destilación

Concentraciones del extracto		
	Alcohol etílico	Helecho
Gramos (g)	810	390
Porcentaje (%)	67,5	32,5

Fuente: Propia

3.1.1. Proceso de impregnación

Para el desarrollo del estudio de investigación se usó el extracto de helecho y como producto auxiliar la resina Patch y resina Centergard D6I en 300ml de agua. Se establecieron las concentraciones de helecho de acuerdo con estudios previos realizados para obtener una crema fotoprotectora con helecho Rabo de mono (*Phlebodium aureum*), en donde ocuparon concentraciones del 10, 15, y 20% de extracto (Daza et al., 2020).

Para el presente estudio se usaron las concentraciones del extracto de helecho más altas y bajas, es decir al 10 y 20%. Como el proceso es por impregnación se procedió a transformar a g/L para que se adhiriera al tejido, obteniendo como resultados 100 y 200 g/L respectivamente,

y en cuanto a las concentraciones de resina se ocupó las dosis recomendadas en la ficha técnica de la resina Centergard D6I, tal como se muestra en la **Tabla 10**.

Para obtener el número de muestras a realizar y las recetas se elaboró un diseño factorial de experimentos en Statgraphics, teniendo como variables las concentraciones más altas y bajas de helecho y resina, como se muestra a continuación:

Tabla 10

Variables de concentración

Factores	Bajo (g/L)	Alto (g/L)
Helecho	100	200
Resina	30	60

Fuente: Propia

Al ingresar los factores de concentración al programa Statgraphics, este arrojó los datos que se presentan en la **Tabla 11** que permitieron realizar las recetas o formulaciones para el acabado por impregnación.

Tabla 11

Datos de Statgraphics

Formulación	Dosificación helecho (g/L)	Dosificación Resina (g/L)	N.º muestras
F1	100	30	3
F2	100	60	3
F3	200	30	3
F4	200	60	3

Nota: Con los datos adquiridos del programa se obtuvieron 4 formulaciones para solución de 300ml de agua, cabe mencionar que por cada receta se realizaron 3 muestras

Para el desarrollo del proceso de impregnación realizado en el foulard horizontal de laboratorio se siguió los pasos que se detallan a continuación:

- a) Cortar las muestras de tejido plano con medidas de: 25cm x100cm para cada formulación.
- b) Pesar cada una de las muestras en seco.
- c) Preparar las soluciones para cada formulación o recetas establecidas.
- d) Medir el pH en cada una de las soluciones.
- e) Calibrar el foulard acorde a la presión y velocidad necesaria.
- f) Ubicar las muestras en el foulard y agregar la solución en la cuba del equipo para realizar el proceso de impregnación.
- g) Pesar las muestras de tejido en húmedo y calcular el Pick up.
- h) Finalmente, llevar las muestras al túnel de secado con el propósito de fijar la solución de manera adecuada en el sustrato textil.

Para el proceso de impregnación se tomó en cuenta los siguientes parámetros: presión, velocidad, pH y pick up. En todas las formulaciones la presión, velocidad y pH se mantuvo (presión: 1,5 Bar) (velocidad: 1rpm), (pH:7), sin embargo, el pick up se calculó con la siguiente fórmula:

$$Pick\ up\ (\%) = \frac{Peso\ húmedo - Peso\ seco}{Peso\ seco} \times 100 \quad (1)$$

Dando como resultado los siguientes pick up para cada formulación con ambas resinas:

Tabla 12

Proceso de impregnación

Formulación	Dosificación		Dosificación		Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Pick up (%)
	helecho (g/L)	g	Resina (g/L)	g			
F1 RP	100	30	30	9	31,15	57,68	85,17
F2 RP	100	30	60	18	31,55	58,50	85,42
F3 RP	200	60	30	9	31,82	58,87	85,01
F4 RP	200	60	60	18	31,85	58,95	85,09
F1 RC	100	30	30	9	31,25	57,85	85,12
F2 RC	100	30	60	18	31,33	58,33	86,18
F3 RC	200	60	30	9	31,41	58,46	86,12
F4 RC	200	60	60	18	31,75	58,82	85,26

Nota: Las siglas propuestas son: **F1 RP:** Formulación 1 resina Patch; **F1 RC:** Formulación 1 resina Centergard, consecutivamente.

Luego del proceso de impregnación, se pasó las muestras de forma extendida por el túnel de secado a una temperatura de 150°C y velocidad de 10m/min, se realizó dos pasadas por cada muestra para que el sustrato quede completamente seco. Cabe mencionar que luego de culminar con el proceso de impregnación con cada formulación de las 8 muestras generales (medidas de: 25cm x100cm) se procedió a recortar en diferentes partes del tejido 3 pequeñas muestras (medidas de: 20cmx20cm) obteniendo así las 24 muestras que se sometieron a las pruebas de laboratorio.

3.6. Pruebas de laboratorio

3.6.1. Prueba de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta

Para llevar a cabo esta prueba según la norma AATCC 183:2014 se deben utilizar muestras de al menos 5x5cm, en el caso de este proyecto de investigación se utilizaron muestras de 20x20cm para obtener los datos de irradiancia de cada muestra con las diferentes formulaciones, además, la norma precisa que se debe medir las muestras a diferentes direcciones, por ello es necesario utilizar distintos ángulos de inclinación para obtener el de mayor radiación, la primera

medida se la realiza a ras (0°), seguidamente a 45° acorde a la primera medida, y la tercera medida a 90° (Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles, 2020).

La prueba de transmisión y bloqueo de la radiación ultravioleta se la realizó en horas de 12:00 p.m. a 14:00 p.m. debido a que hay mayor radiación ultravioleta en ese intervalo de tiempo según la (Organizacion Mundial de la Salud, 2015). Se utilizó el equipo foto radiómetro en las instalaciones de la Carrera de Textiles haciendo uso de las diferentes sondas que posee el equipo, se tomó medidas a ras (0°), 45° y 90° de rayos UVA, UVB, UVC que fueron medidos en W/m^2 .

3.6.2. Prueba de solidez al lavado

Este ensayo se realizó en la máquina Wascator en los laboratorios de la Carrera de Textiles, mediante la norma ISO 6330:2012, la máquina se clasifica como una lavadora de referencia tipo A según la normativa con un diseño de tambor horizontal y carga frontal. La norma establece el uso de contrapesos para el desarrollo del lavado, en este proceso se utilizó el tipo de contrapesos para productos celulósicos. Después de realizar las mediciones con el equipo foto radiómetro, las muestras fueron sometidas a la prueba de solidez al lavado, el procedimiento se detalla a continuación:

- a) Se pesó el total de muestras destinadas al proceso de lavado obteniéndose 0,12 kg.
- b) Se ingresó las muestras al Wascator.
- c) De acuerdo con la norma se utilizaron contrapesos, empleándose el Tipo I (contrapesos de algodón) con un peso total de 0,88 kg.
- d) La cantidad de detergente utilizada fue en base al peso total de las probetas y contrapesos, para 2kg del peso del material se requiere 20g de detergente, por tanto, se ocupó 10g de detergente en el proceso de lavado.

- e) Se calibró el equipo con un tipo de lavado 3N el cual es considerado un proceso de lavado con intensidad suave.
- f) Al concluir el tiempo de lavado, se retiró las muestras y se llevó al túnel de secado con los parámetros requeridos.
- g) Se procedió a tomar las medidas de irradiancia nuevamente con el equipo foto radiómetro para obtener el porcentaje de bloqueo UV y realizar las comparaciones respectivas.

En la tabla presentada a continuación se da a conocer las condiciones utilizadas en la prueba de solidez al lavado.

Tabla 13

Condiciones para prueba de solidez al lavado doméstico

Parámetro	Especificación
Equipo	Wascator
Detergente	Perlavin PAM CONC
Tipo de lavado	3N
Tiempo de lavado	60 min
Túnel de secado temperatura	150°C
Túnel de secado velocidad	10 m/min
Tiempo de secado	3 min

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se dan a conocer los resultados de las mediciones obtenidas con el equipo foto radiómetro de las muestras que fueron sometidas a diferentes concentraciones de extracto de helecho y resina por el método de impregnación. Los datos son tabulados en Excel y analizados por el programa Past 4 con el fin de determinar la mejor formulación de extracto de helecho y resina que otorgó mayor porcentaje de bloqueo UV.

4.1. Resultados

En esta sección se presentan tablas, en donde se dan a conocer los resultados de las pruebas realizadas en la experimentación con el equipo foto radiómetro, para ello se tomó datos promedios del total de 10 tomas de irradiancia en mediciones UVA, UVB, UVC, con la finalidad de resumir la extensa cantidad de datos obtenidos por cada formulación.

4.1.1. *Tablas de resultados de la irradiancia*

A continuación, se presentan los resultados promedios de las tomas de irradiancia a las muestras con las diferentes formulaciones, y con ayuda de las sondas del equipo foto radiómetro se obtuvieron los datos según indica la norma en los rangos de (315nm-400nm) correspondiente a la radiación UVA, (280nm-315nm) correspondiente a la radiación UVB y (220nm-280nm) correspondiente a la radiación UVC, a distintos grados de inclinación 0° (ras), 45° y 90°, para posteriormente obtener el porcentaje de bloqueo UV y analizar los resultados obtenidos.

Según la (Organizacion Mundial de la Salud, 2015) la intensidad máxima de la radiación UV tiene lugar entre las 12:00 p.m. a 14:00 p.m. Por ello, las pruebas con el equipo foto radiómetro se las realizaron en las horas mencionadas con anterioridad.

Además, se consideró ciertos factores, tal como se detalla en la **Tabla 14** que contribuyen a tener un estándar en las medidas de las muestras.

Tabla 14

Factores que influyen en la medición de irradiancia

Factores	Valores
Temperatura	21°C - 22°C
Humedad Relativa	59% - 60%
Horas de medición	12:00 p.m. - 14:00 p.m.
Irradiancia normal UVA (W/m ²)	21,02830
Irradiancia normal UVB (W/m ²)	1,31390
Irradiancia normal UVC (W/m ²)	0,00400

Nota: Los datos presentados de irradiancia son promedio de diez tomas realizadas a la irradiancia normal, con las diferentes sondas del equipo para tener un estándar en las medidas de las muestras.

Fuente: Propia

Cabe mencionar que la temperatura, humedad relativa y horas de medición fueron determinadas con el dispositivo Termohigrómetro Digital Htc-1 (Ver **Figura 12**)

A continuación, se da a conocer el promedio de las lecturas de irradiancia realizadas a las 3 muestras sin tratar o sin acabado.

Tabla 15

Promedio de irradiancia muestras sin tratar

Parámetro	Radiación	90° (W/m ²)	45° (W/m ²)	Ras (W/m ²)
Muestras	UVA	3,11780	4,42180	3,62650
sin tratar	UVB	0,24940	0,25520	0,30670
	UVC	0,00110	0,00150	0,00120

Nota: Los datos presentados son promedio de diez tomas de irradiancia realizadas a las 3 muestras.

En la **Tabla 16** se presentan los datos promedios de irradiancia que se obtuvieron en W/m² de las diferentes muestras tratadas con extracto de helecho y resina, tomadas con las sondas del equipo en radiaciones UVA, UVB, UVC, con las posiciones del tejido a Ras, 45° y

90°, con las 4 formulaciones realizadas con cada resina (Ver **Tabla 11**), antes de la prueba de lavado doméstico.

Tabla 16

Promedio de irradiancia antes del lavado

Parámetro	IRP 90° (W/m²)	IRP 45° (W/m²)	IRP Ras (W/m²)	IRC 90° (W/m²)	IRC 45° (W/m²)	IRC Ras (W/m²)
UVA F1	2,70290	2,01160	1,42300	2,73690	2,05690	1,52180
UVA F2	2,40700	2,00980	1,37510	2,40970	2,01450	1,43760
UVA F3	2,35920	1,60080	1,12620	2,37260	1,72710	1,15140
UVA F4	2,10900	1,43860	1,00020	2,15570	1,51380	1,04370
UVB F1	0,17850	0,07850	0,06530	0,18120	0,08140	0,06830
UVB F2	0,17620	0,07520	0,06310	0,17970	0,07780	0,06610
UVB F3	0,17400	0,03510	0,02880	0,17740	0,04070	0,03130
UVB F4	0,16360	0,03220	0,02730	0,16700	0,03650	0,02940
UVC F1	0,00090	0,00100	0,00070	0,00100	0,00110	0,00080
UVC F2	0,00090	0,00090	0,00060	0,00090	0,00100	0,00070
UVC F3	0,00080	0,00080	0,00060	0,00090	0,00090	0,00070
UVC F4	0,00080	0,00070	0,00050	0,00080	0,00080	0,00060

Nota: Los datos presentados son promedio de las lecturas de irradiancia realizadas a las 3 muestras que se obtuvieron por cada formulación y cada muestra medida con diez tomas. Las siglas propuestas son: **IRP:** Irradiancia con Resina Patch, **IRC:** Irradiancia con resina Centergard, **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1, **UVB F1:** Radiación UVB formulación 1, **UVC F1:** Radiación UVC formulación 1, consecutivamente.

Cabe resaltar que, en el caso de la radiación UVC, las lecturas que se obtienen constan de valores muy bajos, esto se debe a que la capa de ozono impide que la mayor parte de este tipo de radiación llegue a la tierra (FDA, 2020).

4.1.2. Tabla de resultados de la irradiancia después del lavado

A continuación, en la **Tabla 17** se presentan los promedios de las lecturas de irradiancia realizadas a las muestras con las distintas formulaciones o dosificaciones después de llevar a cabo la prueba de lavado utilizando el equipo WASCATOR.

Para obtener los datos de irradiancia luego de realizar la prueba de lavado, se consideraron los mismos factores de medición utilizados antes del lavado, tales como, temperatura, humedad relativa, horas de medición e irradiancia normal (promedio de las medidas proporcionadas por las sondas del equipo foto radiómetro en UVA, UVB, UVC, sin obstrucción), (Ver **Tabla 14**).

Tabla 17

Promedio de irradiancia después del lavado

Parámetro	IRP 90° (W/m²)	IRP 45° (W/m²)	IRP Ras (W/m²)	IRC 90° (W/m²)	IRC 45° (W/m²)	IRC Ras (W/m²)
UVA F1	2,76000	2,31710	1,71080	2,78780	2,36090	1,80170
UVA F2	2,50050	2,31850	1,66470	2,50090	2,32880	1,73120
UVA F3	2,45410	1,96200	1,44900	2,46300	2,10050	1,48800
UVA F4	2,23060	1,80350	1,32240	2,28260	1,89400	1,38000
UVB F1	0,18750	0,10060	0,09600	0,19010	0,10350	0,09920
UVB F2	0,18520	0,09980	0,09470	0,18890	0,10230	0,09740
UVB F3	0,18400	0,06340	0,06310	0,18640	0,06580	0,06640
UVB F4	0,17420	0,05930	0,06150	0,17790	0,06520	0,06570
UVC F1	0,00092	0,00107	0,00075	0,00101	0,00115	0,00085
UVC F2	0,00092	0,00097	0,00068	0,00092	0,00107	0,00076
UVC F3	0,00084	0,00087	0,00067	0,00092	0,00098	0,00077
UVC F4	0,000839	0,00080	0,00059	0,00084	0,00089	0,00068

Nota: Las siglas propuestas son: **IRP:** Irradiancia con Resina Patch, **IRC:** Irradiancia con resina Centergard, **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1, **UVB F1:** Radiación UVB formulación 1, **UVC F1:** Radiación UVC formulación 1, consecutivamente.

4.1.3. Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Patch

En la **Tabla 18** se presentan los porcentajes de bloqueo UV de las cuatro formulaciones con extracto de helecho más la resina Patch, antes y después de la prueba de lavado doméstico, los porcentajes se obtuvieron al hacer una relación entre el material no tratado o sin acabado con las mediciones o tomas realizadas a las muestras tratadas con la resina.

Cabe mencionar que, el porcentaje de radiación recibida es el paso de radiación a las muestras tratadas y su diferencia es el porcentaje de protección que tienen las muestras con acabado para bloquear los rayos UV (Molina, 2015).

Tabla 18

Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Patch

Parámetro	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
UVA F1	13,31	54,51	60,76	11,48	47,60	52,83
UVA F2	22,80	54,55	62,08	19,80	47,57	54,10
UVA F3	24,33	63,80	68,95	21,29	55,63	60,04
UVA F4	32,36	67,47	72,42	28,46	59,21	63,54
UVB F1	28,43	69,24	78,71	24,82	60,58	68,70
UVB F2	29,35	70,53	79,43	25,74	60,89	69,12
UVB F3	30,23	86,25	90,61	26,22	75,16	79,43
UVB F4	34,40	87,38	91,10	30,15	76,76	79,95
UVC F1	18,18	33,33	41,67	16,36	28,67	37,50
UVC F2	18,18	40,00	50,00	16,36	35,33	43,33
UVC F3	27,27	46,67	50,00	23,64	42,00	44,17
UVC F4	27,27	53,33	58,33	23,73	46,67	50,83

Nota: Las siglas propuestas son las siguientes; **%BAL:** Porcentaje de bloqueo UV antes del lavado, **%BDL:** Porcentaje de bloqueo UV después del lavado, **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1 **UVB F2:** Radiación UVB formulación 2, consecutivamente.

4.1.4. Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard

En la **Tabla 19** se presentan los porcentajes de bloqueo UV de las cuatro formulaciones con la resina Centergard, los porcentajes se obtuvieron al hacer una relación entre el material no tratado o sin acabado con las tomas realizadas a las muestras tratadas con la resina.

Es importante señalar que los términos protección y bloqueo UV están sumamente relacionados, puesto que, al tener cremas, prendas, u otros productos con cierto porcentaje de bloqueo UV significa que impiden que la radiación UV dañina penetren en la piel y brindan así protección a la misma (Sociedad Americana del Cáncer, 2019).

Tabla 19

Tabla general de resultados de porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard

Parámetro	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
UVA F1	12,22	53,48	58,04	10,58	46,61	50,32
UVA F2	22,71	54,44	60,36	19,79	47,33	52,26
UVA F3	23,90	60,94	68,25	21,00	52,50	58,97
UVA F4	30,86	65,77	71,22	26,79	57,17	61,95
UVB F1	27,35	68,10	77,73	23,78	59,44	67,66
UVB F2	27,95	69,51	78,45	24,26	59,91	68,24
UVB F3	28,87	84,05	89,79	25,26	74,22	78,35
UVB F4	33,04	85,70	90,41	28,67	74,45	78,58
UVC F1	9,09	26,67	33,33	8,18	23,33	29,17
UVC F2	18,18	33,33	41,67	16,36	28,67	36,67
UVC F3	18,18	40,00	41,67	16,36	34,67	35,83
UVC F4	27,27	46,67	50,00	23,64	40,67	43,33

Nota: Las siglas propuestas son las siguientes; **%BAL:** Porcentaje de bloqueo UV antes del lavado, **%BDL:** Porcentaje de bloqueo UV después del lavado, **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1 **UVB F2:** Radiación UVB formulación 2, consecutivamente.

4.2. Discusión de resultados.

Mediante el programa estadístico Past 4 se examinó la normalidad de los datos y el análisis de la varianza considerando las tablas generales de resultados de porcentaje de bloqueo UV antes y después de las pruebas de lavado doméstico (Ver **Tabla 18** y **Tabla 19**). También, se presentan diagramas de barras agrupados que permitieron interpretar los resultados obtenidos de la investigación.

4.2.1. Normalidad de los datos

Se lleva a cabo el análisis de la normalidad de los datos, como se expone en la **Figura 14** y **Figura 15**, con el propósito de conocer el grado de confiabilidad de los valores obtenidos en las pruebas realizadas.

Se efectúa la normalidad de datos de las dos tablas generales de porcentaje de bloqueo UV con ambas resinas, antes y después del lavado, considerando que se deben obtener valores mayores a 0,05 para tener un nivel de confiabilidad del 95% en los siguientes métodos numéricos; Shapiro-Wilk (W), Anderson-Darling (A), Lilliefors (L) y Jarque-Bera (JB).

Figura 14

Normalidad de datos porcentaje de bloqueo UV con resina Patch

Tests for normal distribution

	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
N	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,9499	0,9624	0,9582	0,958	0,9636	0,9554
p(normal)	0,635	0,8181	0,7584	0,7546	0,8337	0,7173
Anderson-Darling A	0,3031	0,2116	0,202	0,2592	0,2239	0,2097
p(normal)	0,5198	0,8124	0,8411	0,6464	0,7723	0,8184
p(Monte Carlo)	0,5444	0,8326	0,8582	0,6886	0,7922	0,841
Lilliefors L	0,1927	0,1406	0,1208	0,1771	0,1444	0,1276
p(normal)	0,246	0,7315	0,8994	0,3675	0,6929	0,8499
p(Monte Carlo)	0,2422	0,736	0,8993	0,37	0,694	0,8483
Jarque-Bera JB	0,8036	0,3598	0,5903	0,7118	0,2998	0,643
p(normal)	0,6691	0,8353	0,7444	0,7005	0,8608	0,7251
p(Monte Carlo)	0,4532	0,8054	0,6293	0,5363	0,8515	0,5761

Figura 15

Normalidad de datos porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard

Tests for normal distribution

	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
N	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,9294	0,9689	0,9509	0,9272	0,9627	0,9509
p(normal)	0,3735	0,899	0,6505	0,3514	0,8222	0,6496
Anderson-Darling A	0,3875	0,1592	0,2228	0,3889	0,1797	0,2179
p(normal)	0,3293	0,9307	0,7762	0,3267	0,8935	0,7923
p(Monte Carlo)	0,3435	0,9534	0,8008	0,3387	0,9134	0,8144
Lilliefors L	0,2022	0,09104	0,1226	0,1946	0,1037	0,1165
p(normal)	0,1868	257,3	0,8871	0,2331	4,006	0,9316
p(Monte Carlo)	0,1842	0,9956	0,886	0,2407	0,9752	0,9238
Jarque-Bera JB	1,044	0,44	0,7295	1,089	0,4216	0,7335
p(normal)	0,5933	0,8025	0,6944	0,58	0,81	0,693
p(Monte Carlo)	0,2902	0,7452	0,5116	0,276	0,7642	0,4992

En la **Figura 14** y **Figura 15** se evidencia que los valores conseguidos en los cuatro métodos estadísticos mencionados con anterioridad tienen resultados superiores a 0,05 confirmando que, se tiene un nivel de confiabilidad del 95% por lo que se consideran valores seguros para continuar con el estudio propuesto.

4.2.2. Análisis de la varianza

Para el análisis de la varianza se utilizó el programa Past 4, el propósito de este análisis estadístico es determinar la variación entre los datos obtenidos y de este modo constatar la mayor y menor dispersión de los valores en cada parámetro requerido. A continuación, se presenta el análisis de la varianza con los dos tipos de resinas antes y después del lavado.

Figura 16

Análisis de la varianza porcentaje de bloqueo UV con resina Patch

Univariate statistics

	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
N	12	12	12	12	12	12
Min	13,31	33,33	41,67	11,48	28,67	37,5
Max	34,4	87,38	91,1	30,15	76,76	79,95
Sum	306,11	727,06	804,06	268,05	636,07	703,54
Mean	25,50917	60,58833	67,005	22,3375	53,00583	58,62833
Std. error	1,831406	4,841724	4,622877	1,585569	4,214589	4,016427
Variance	40,24859	281,3075	256,452	30,16835	213,1531	193,5803
Stand. dev	6,344178	16,77222	16,01412	5,492572	14,59976	13,91331
Median	27,27	59,175	65,515	23,685	51,615	57,07
25 prcnil	19,335	48,335	52,0825	17,22	43,1675	45,835
75 prcnil	30,01	70,2075	79,25	26,1	60,8125	69,015
Skewness	-0,5991314	0,1298294	0,09874315	-0,5926021	0,1268067	0,169927
Kurtosis	-0,4117416	-0,5658748	-0,9713007	-0,2192899	-0,4460483	-1,006127
Geom. mean	24,67555	58,36701	65,20445	21,62245	51,07499	57,09303
Coeff. var	24,87019	27,68226	23,89988	24,58902	27,54369	23,73138

En la **Figura 16** se visualiza los valores proporcionados por el programa, de los cuales se ocupó para el análisis: el Coeficiente de Variación (CV), el cual es el cociente entre la desviación estándar y la media, y para ser expresado como un porcentaje, multiplicado por 100 (Vásquez & Núñez, 2016). Se evidencia, que el coeficiente de variación más alto es (CV= 27,68) y se encuentra en el porcentaje de bloqueo UV a 45°, antes del lavado, mientras que el coeficiente de variación más bajo es (CV= 23,73) correspondiente al porcentaje de bloqueo UV a Ras después del lavado, determinando que hay variabilidad en cada uno de los datos, sin embargo, la variación es mínima, lo que permite establecer que no existe gran dispersión de datos entre los valores de porcentajes de bloqueo UV, antes y después del lavado.

A continuación, se presenta el análisis de la varianza de las formulaciones con extracto de helechito y resina Centergard, utilizando el programa estadístico Past 4, para poder determinar la dispersión de datos.

Figura 17

Análisis de la varianza porcentaje de bloqueo UV con resina Centergard

Univariate statistics

	% BAL 90°	% BAL 45°	% BAL Ras	% BDL 90°	% BDL 45°	% BDL Ras
N	12	12	12	12	12	12
Min	9,09	26,67	33,33	8,18	23,33	29,17
Max	33,04	85,7	90,41	28,67	74,45	78,58
Sum	279,62	688,66	760,92	244,67	598,97	661,33
Mean	23,30167	57,38833	63,41	20,38917	49,91417	55,11083
Std. error	2,157895	5,379929	5,510747	1,843911	4,71638	4,796616
Variance	55,87812	347,3237	364,4199	40,80008	266,9309	276,0903
Stand. dev	7,475167	18,63662	19,08979	6,387494	16,33802	16,61597
Median	25,585	57,69	64,305	22,32	49,915	55,615
25 prcnil	18,18	41,6675	43,7525	16,36	36,17	38,335
75 prcnil	28,64	69,1575	78,27	25,01	59,7925	68,095
Skewness	-0,7163009	-0,07071947	-0,08455207	-0,760846	-0,03423696	-0,06109149
Kurtosis	-0,4273914	-0,7442618	-1,171504	-0,3020554	-0,7225402	-1,183675
Geom. mean	21,90847	54,322	60,57196	19,22374	47,21969	52,64805
Coeff. var	32,07997	32,47458	30,10532	31,32788	32,73223	30,15009

En la **Figura 17** se evidencia que el coeficiente de variación más alto es ($CV= 32,73$) y se encuentra en el porcentaje de bloqueo UV a 45° después del lavado, mientras que el coeficiente de variación más bajo es ($CV= 30,10$) correspondiente al porcentaje de bloqueo UV a Ras antes del lavado, determinando que existe variabilidad en cada uno de los datos, sin embargo, la variación no es en gran cantidad, lo que permite establecer que existe una mínima dispersión de datos entre los valores de porcentajes de bloqueo UV, antes y después del lavado en la actual investigación.

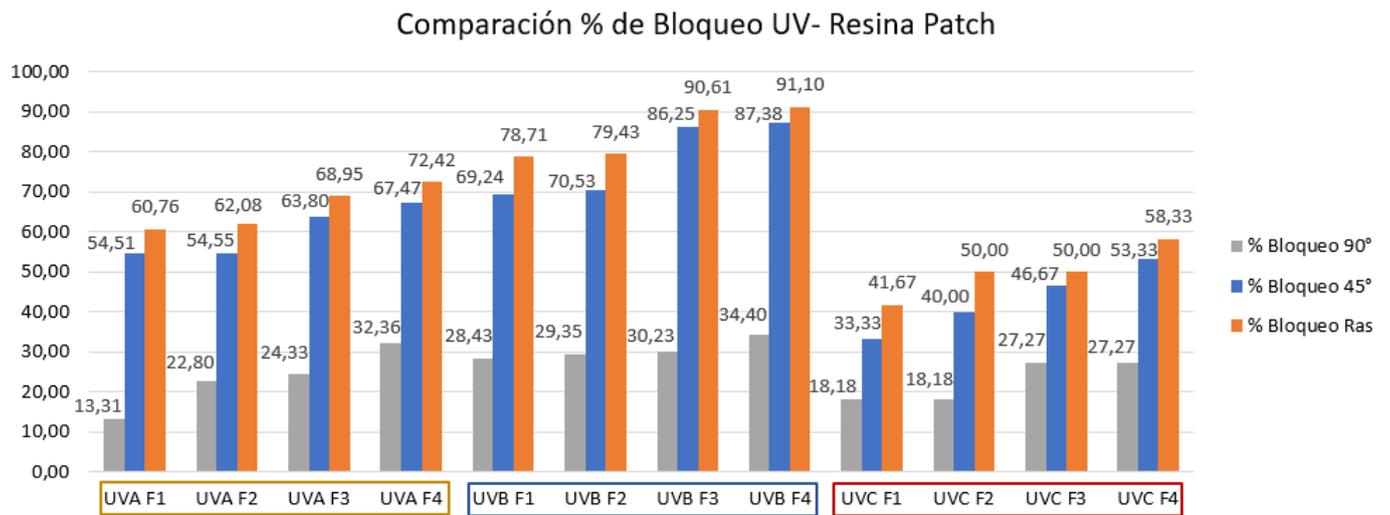
4.2.3. Interpretación de resultados

En esta sección se presenta la comparación del porcentaje de bloqueo UV antes y después del ensayo de lavado doméstico, de las muestras con las distintas formulaciones y con los dos tipos de resinas para analizar e interpretar los resultados alcanzados y de esta manera determinar la formulación que otorgó mejores propiedades de bloqueo UV al tejido.

En la **Figura 18** se visualiza la comparación grupal en radiaciones UVA, UVB, UVC, en las diferentes posiciones del tejido a Ras, 45° y 90° de los porcentajes de bloqueo UV con la resina Patch, antes de la prueba de lavado.

Figura 18

Comparación del porcentaje de bloqueo UV con Resina Patch



Nota: Las siglas propuestas son las siguientes; **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1 **UVB F1:** Radiación UVB formulación 1, consecutivamente.

En el diagrama de barras agrupadas se observa los resultados del porcentaje de bloqueo UV en las diferentes radiaciones, obteniéndose que, en la radiación UVA, la formulación que tiene mayor porcentaje de bloqueo UV es la Formulación 4 (F4) con 200g/L de extracto de helecho y 60g/L de resina Patch, dando como porcentaje de bloqueo UVA 72,42%. En la radiación UVB, de igual manera el mayor porcentaje de bloqueo UVB es con la Formulación 4 con 91,10% y finalmente en la radiación UVC también tiene como mayor porcentaje de bloqueo UVC a la Formulación 4 con 58,33%.

Determinando que la mejor formulación es la F4, teniendo como mayor porcentaje de bloqueo la radiación UVB, seguido del UVA, y finalmente el porcentaje en la radiación UVC. Esto se debe a la intensidad energética que emiten los rayos UV, puesto que son inversamente proporcional a su longitud de onda, de manera que la radiación UVA, que es la que tiene mayor

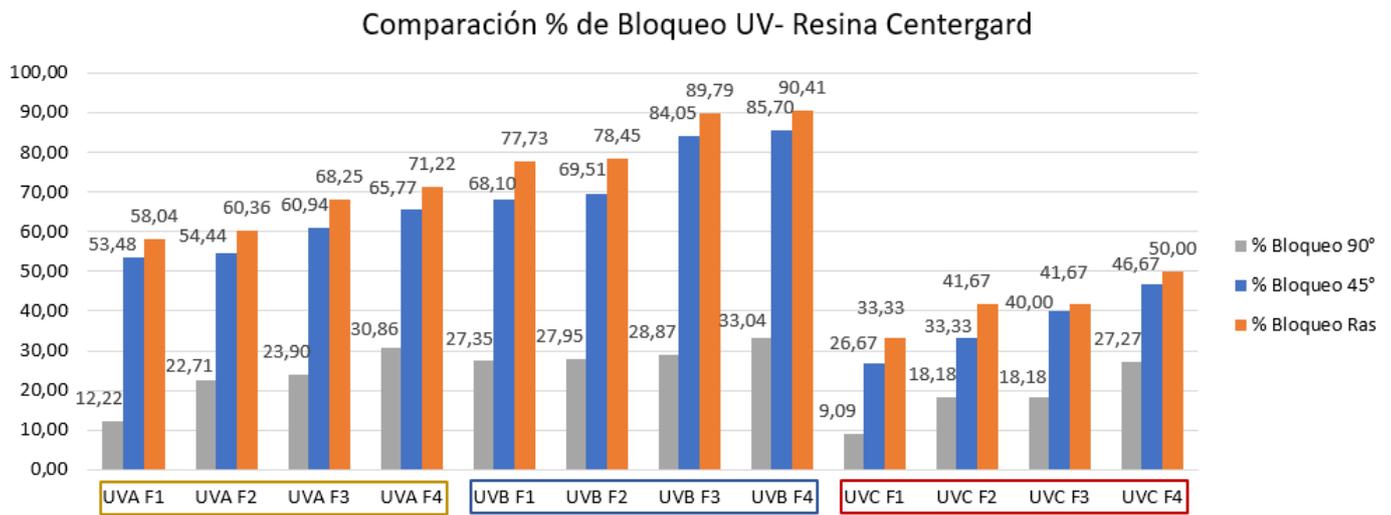
longitud de onda, emite menos energía que las demás, en el caso de la radiación UVB, emite más energía que el UVA, y la radiación UVC tiene mucha más energía que los otros rayos, sin embargo, la capa de ozono impide que la mayor parte de este tipo de radiación UVC llegue a la tierra. Cabe mencionar que, si la intensidad energética de los rayos UV es mayor, presenta más peligros para el ser humano (Instituto de Hidrología meteorología y estudios ambientales, 2015).

Al analizar la **Figura 18** también se establece que la posición del tejido que tiene mayor porcentaje de bloqueo UV en todas las radiaciones es la medición a Ras (0°). Esto se debe a que las superficies tienen la capacidad de absorber y reflejar la radiación, existiendo la posibilidad de que la radiación se reflejó en el ambiente donde se llevó a cabo las mediciones y al tener inclinaciones de 45° y 90° , la radiación ingresó a las sondas del equipo, mientras que a Ras la radiación llega directo al tejido sin dar espacio a que ingresé a las sondas del equipo, por tanto también se podría definir que las mediciones a Ras son las más exactas porque no influye los ángulos de inclinación y la radiación llega de forma directa. Además, las mediciones a ras (0°) hacen referencia a prendas de uso cotidiano en donde el sustrato se adapta o se amolda a la forma del cuerpo (Cuden & Urbas, 2023).

A continuación, en la **Figura 19** se visualiza la comparación grupal en radiaciones UVA, UVB, UVC, en las diferentes posiciones del tejido a Ras, 45° y 90° de los porcentajes de bloqueo UV con la resina Centergard, antes de la prueba de lavado.

Figura 19

Comparación del porcentaje de bloqueo UV con Resina Centergard



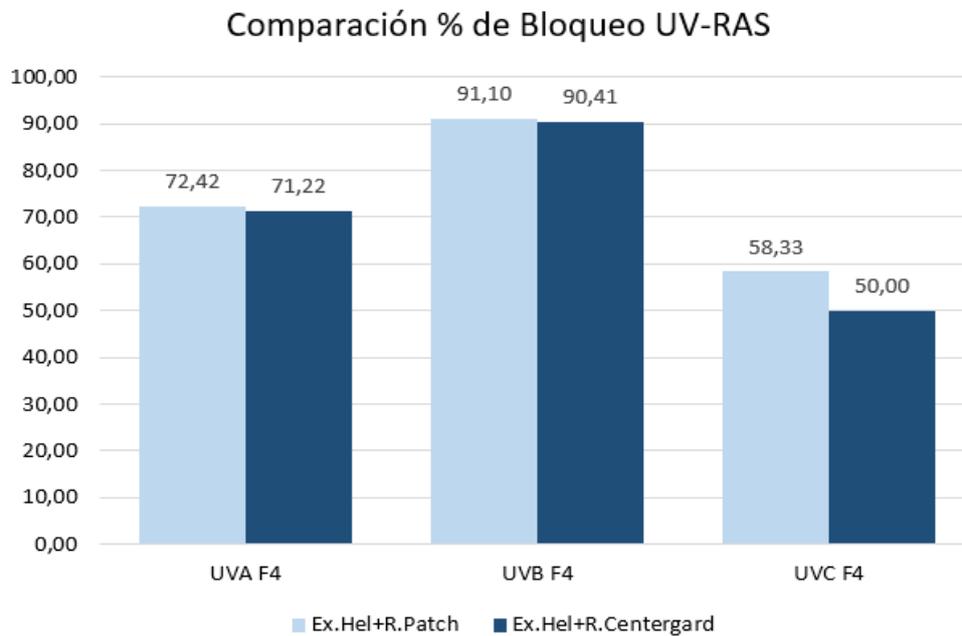
Nota: Las siglas propuestas son las siguientes; **UVA F1:** Radiación UVA formulación 1 **UVB F1:** Radiación UVB formulación 1, consecutivamente.

Como se puede visualizar en el diagrama de barras agrupadas en cuanto a los resultados de bloqueo UV, la formulación que tiene mayor porcentaje de bloqueo UV es la Formulación 4 (F4) con 200g/L de extracto de helecho y 60g/L de resina Centergard, dando como porcentaje de bloqueo UVA 71,22%. En la radiación UVB, de igual manera el mayor porcentaje de bloqueo UVB es con la Formulación 4 con 90,41% y finalmente en la radiación UVC también tiene como mayor porcentaje de bloqueo UVC a la Formulación 4 con 50,00%. Al igual que los resultados de bloqueo UV con resina Patch, también se establece que la posición del tejido que tiene mayor porcentaje de bloqueo UV en todas las radiaciones (UVA, UVB, UVC) es a Ras (0°).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la comparación de porcentajes de bloqueo UV antes del lavado (**Figura 18, Figura 19**), se concluye que la mejor formulación es la (Formulación 4) con 200g/L de extracto de helecho y 60g/L de resina, por tanto, a continuación, se presenta una comparación de los porcentajes de bloqueo UV entre la mejor formulación (F4) con ambas resinas (Patch y Centergard) a medida ras 0°.

Figura 20

Comparación del porcentaje de bloqueo UV con la mejor formulación



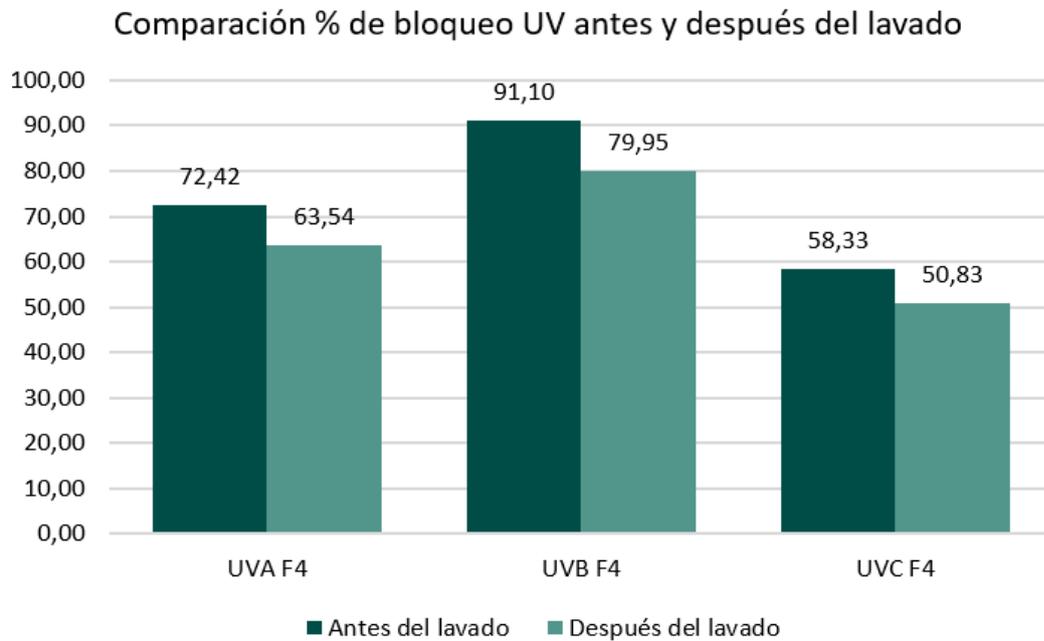
Nota: Las siglas propuestas son las siguientes; **Ex. Hel:** Extracto de Helecho, **R. Patch:** Resina Patch, **R. Centergard:** Resina Centergard.

Al analizar la **Figura 20** se determina que la resina que resultó como mejor agente de adhesión ayudando a conferir las mejores propiedades de bloqueo UV es la Patch, esto se debe a su característica semi pastosa, la cual tiende a recubrir los espacios abiertos del tejido y de esta manera ayuda a impedir el paso de la radiación UV.

A continuación, se presenta la comparación de resultados antes y después de realizar el ensayo de lavado doméstico en el WASCATOR de los porcentajes de bloqueo UV a Ras con la resina Patch, identificada como el mejor agente de adhesión.

Figura 21

Resultado solidez al lavado con la mejor formulación



En la **Figura 21** se puede apreciar que existe variación en los porcentajes de protección o bloqueo UV luego de realizar la prueba de solidez al lavado determinando que se tiene una disminución de (12,24%, 12,15%, y 12,49%) en las distintas radiaciones (UVA, UVB, UVC) respectivamente, de este modo se establece que se tiene un acabado semipermanente en el género textil.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- Mediante el proceso de investigación se examinaron diversas fuentes bibliográficas, de las cuales se obtuvo una amplia información sobre la radiación ultravioleta que afecta al ser humano y los beneficios de la planta de helecho como agente protector UV, utilizado en aplicaciones tópicas como cremas o ingestión oral mediante cápsulas, y sus propiedades generales, de esta manera se adquirió una base de información confiable y sustentable la cual sirvió de guía en cuanto a la ejecución de la parte práctica del proyecto.
- Se obtuvo el extracto de helecho (*Thelypteris palustris*) por el método de maceración utilizando hojas de la planta previamente secas y trituradas, y como solvente extractivo alcohol etílico rectificado extra neutro al 96% por un periodo de 48 horas (dos días), al culminar el periodo de maceración se realizó un filtrado en el que se consiguió 1200 g de mezcla y luego se llevó a cabo una destilación separando los componentes de la mezcla líquida (helecho, alcohol), en donde se obtuvo 67,5% de alcohol y 32,5% de extracto de helecho concentrado utilizados en el proyecto de investigación.
- El acabado se realizó por el método de impregnación, utilizando como producto de adhesión resina, sin embargo, para este estudio se usó dos tipos de resinas Patch, y Centergard D6I, y para obtener el número de muestras a realizar y las formulaciones se elaboró un diseño factorial de experimentos en Statgraphics, teniendo como variables las concentraciones de helecho y resina, obteniéndose del programa 4 formulaciones y por cada formulación 3 muestras (Ver **Tabla 11**), luego de culminar con el proceso de

impregnación, mediante el uso del equipo foto radiómetro se consiguieron los valores de irradiancia antes y después de la prueba de lavado en el WASCATOR para luego establecer el porcentaje de bloqueo UV.

- Por medio del software Past 4 se determinó la normalidad de datos de los porcentajes de bloqueo UV estableciéndose que los datos tienen una confiabilidad del 95%, puesto que, los resultados del p valor en los métodos estadísticos Shapiro Wilk, Anderson Darling A, Jarque Bera JB y Lilliefors L, son mayores a 0,05, además mediante el uso de gráficos estadísticos se realizó el análisis de resultados en donde se logró concluir que a medida que la cantidad de helechito y resina aumenta, el porcentaje de bloqueo UV aumenta en las diferentes radiaciones UVA, UVB, UVC.
- Se comparó el porcentaje de bloqueo UV en las diferentes formulaciones con los dos tipos de resinas, determinando que con ambas resinas la mejor formulación es la F4 con (200g/L) de extracto de helechito y (60g/L) de resina. En el caso de la resina Patch, dando como porcentaje de bloqueo (UVA: 72,42%), en la radiación (UVB: 91,10%) y en la radiación (UVC: 58,33%), mientras que los mejores porcentajes de bloqueo UV con la resina Centergard D6I son (71,22% en UVA), (90,41% en UVB), y (50,00% en UVC), de esta manera se identificó que la resina que sirvió como mejor agente de adhesión ayudando a otorgar las mejores propiedades de bloqueo UV es la resina Patch, esto se debe a su apariencia semi pastosa, la cual recubre los espacios abiertos del tejido textil y de este modo ayuda a impedir el paso de la radiación UV.
- Una vez realizada la comparación del porcentaje de bloqueo UV antes y después de la prueba de lavado con la mejor formulación (F4) de la resina Patch, se identificó que hubo una disminución del porcentaje de bloqueo UV de (12,24%, 12,15%, y 12,49%) en las distintas radiaciones (UVA, UVB, UVC) respectivamente, de este modo se establece que se tiene un acabado semipermanente en el género textil.

5.2.Recomendaciones

- Es recomendable establecer una base teórica mediante la investigación en fuentes bibliográficas confiables, para obtener información sólida y verídica sobre el trabajo de investigación que se lleva a cabo.
- Es indispensable regular la temperatura al realizar la destilación a nivel de laboratorio, considerando que el alcohol se evapora a los 78°C por ende se debe mantener a esta temperatura para que al momento de calentar la mezcla líquida (helecho y alcohol), el componente más volátil (alcohol) pase a fase vapor y posterior se recupere en forma líquida separando así ambas sustancias.
- Es fundamental al momento de tomar los datos de irradiancia con el equipo foto radiómetro, considerar los factores de temperatura, humedad relativa, horas de medición e irradiancia normal con las diferentes sondas del equipo para tener un estándar en las medidas de las muestras.
- Es importante hacer uso de programas estadísticos para verificar la confiabilidad de los datos que están siendo utilizados en el trabajo de investigación, además es recomendable emplear gráficos estadísticos para un mejor análisis e interpretación de resultados.
- Se recomienda utilizar diferentes tipos de agentes de adhesión como resinas para determinar los mejores resultados y que estos sean replicados en futuras investigaciones.
- Se sugiere elaborar diseños de experimentos en Statgraphics, para obtener las distintas formulaciones de manera aleatoria considerando como variables las concentraciones más altas y bajas de los productos a utilizarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AcademiaLab. (2018). *Volatilidad de sustancias en química*. <https://academia-lab.com/enciclopedia/volatilidad-quimica/>
- Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles. (2020). *Bloqueo de la radiación ultravioleta*. https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=AATCC183&item_s_key=00326499
- Augustyn, A. (2023). *Radiación ultravioleta y longitudes de onda*. <https://www.britannica.com/science/ultraviolet-radiation>
- Berkem. (2018). *Método de maceración*. <https://www.berkem.com/en/expertise-en/plant-extraction>
- Bonet, A., Bou, B., & Montava, S. (2014). *Tejidos tratados con TiO₂*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/71722>
- Cantabria. (2023). *Helecho Polypodium leucotomos*. <https://www.cantabrialabs.com/nosotros/id/tecnologia-fernblock/>
- Colorado, K., Aguilar, D., Pineda, J., Pineda, C., & Mora, I. (2022). *Extracto de helecho acuático (Azolla spp)*. <https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2023/01/Biorrefinería-5-1-2022-42-48.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Asamblea Constituyente*. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>
- Cuden, A., & Urbas, R. (2023). *Textiles que permiten bloquear los rayos ultravioleta*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323915939000134?via%3Dihub>
- Daza, K., Novoa, D., & Gilberto, L. (2020). *Emulsión cosmética con extracto de Phlebodium aureum*. https://www.researchgate.net/publication/344755083_Determinacion_del_factor_fotoprotector_del_extracto_acuoso_del_Helecho_rabo_de_mono_p_Aureum_en_una_emulsion_cosmetica
- FDA. (2020). *Radiación ultravioleta*. <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/tanning/ultraviolet-uv-radiation>
- Gillespie, R. G. (2016). *Biogeografía de helechos de pantano*.

<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780128004265/encyclopedia-of-evolutionary-biology>

Goh, C., Chuah, S., Vitale, M., & Delgado, A. (2018). *Extracto de helecho en tratamiento de melasma*. <https://jcadonline.com/effectiveness-polypodium-leucotomos-extract-melasma-asian-skin/>

González, S., Pathak, M., & Cuevas, J. (2018). *Quemaduras solares prevenidas con extracto de helecho (Polypodium leucotomos)*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9361129/>

Google Maps. (2023). *Estadio UTN*.

<https://www.google.com.ec/maps/place/Estadio+Universitario,+Av.+Padre+Aurelio+Espinoza+Polit,+Ibarra+100112/@0.3471427,-78.1082976,17z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a2335c2146ed5:0xf0f1df0dd784a7f6!8m2!3d0.3470695!4d-78.1060158?hl=es>

Haule, L. V., & Nambela, L. (2022). *Acabado de material textil: Aplicación sostenible*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128232965000113>

Hossain, A. (2023). *Textiles con propiedad de camuflaje UV*. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-31725-2>

Instituto de Hidrología meteorología y estudios ambientales. (2015). *Generalidades: Radiación UV*. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta>

ISO. (2021). *Prueba de lavado (textiles)*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6330:ed-4:v1:en>

Jiang, C., & Wang, Z. (2018). *Textiles autolimpiables y con durabilidad UV*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775718308549?via%3Dihub>

Kocic, A., Bizjak, M., Popovic, D., & Poparic, G. (2019). *Protección UV de tejidos con fibras celulósicas*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619314568?via%3Dihub#bib10>

Ministerio del Ambiente. (2017, March). *Texto Unificado de Legislación de medio ambiente*.

Molina, J. (2015). *Acabado de protección UV- con dióxido de titanio*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7902>

- Organizacion Mundial de la Salud. (2015). *Índice UV-Mundial*.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf>
- Ota, M., & Yokoyama, M. (2010). *Ingredientes naturales integrales II*.
<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780080453828/comprehensive-natural-products-ii>
- Otaviano, B., Sannomiya, M., Soares, F., & Lima, M. (2023). *Extracto de cáscara de granada con óxido de zinc para propiedades fotoprotectoras*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254058422010720>
- Paredes, H. (2017). *Partes del helecho*. <https://www.partesdel.com/helecho.html>
- Patankar, K., Biranje, S., Pawar, A., & Maiti, S. (2022). *Acabado con protección UV a base de quitosano*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352492822014787?via%3Dihub>
- Pont, F., & Wolfart, E. (2017). *Método de impregnación mediante un enfoque de laboratorio*.
[https://www.feevale.br/Comum/midias/9514e5cf-f568-43a8-bb10-d84e8209abdd/Incorporacao de ativos funcionais em tecido pelo metodo de impregnacao abordagem laboratorial - Morisso.pdf](https://www.feevale.br/Comum/midias/9514e5cf-f568-43a8-bb10-d84e8209abdd/Incorporacao%20de%20ativos%20funcionais%20em%20tecido%20pelo%20metodo%20de%20impregnacao%20abordagem%20laboratorial%20-%20Morisso.pdf)
- Química Universal. (2020). *Alcohol etílico rectificado extra neutro*.
<https://quimicauniversal.cl/www/wp-content/uploads/2020/08/Ficha-Tecnica-Alcohol-Extra-Neutro-96o-2020-min-1.pdf>
- Rahman, M., & Joonseok, K. (2022). *Distintas combinaciones de extractos naturales en tejidos de algodón*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669022010457?via%3Dihub#tbl0010>
- Resende, D., Jesus, A., Sousa, J., Sousa, E., Cruz, M., Cidade, H., & Almeida, I. (2022). *Ingredientes naturales en protectores solares*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8949675/>
- Romero, E., Zurita, G., Briones, M., Úraga, E., & Cornejo, M. (2015). *Protección ultravioleta: telas ecuatorianas*. <https://rmedicina.ucsg.edu.ec/index.php/ucsg-medicina/article/view/551/507>
- Roy, K. (2017). *Introducción al acabado*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081006467000011>

- Ruiz, R. (2018). *Etapas del método científico*. <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>
- Salum, G., Echeverría, P., Pereira, J., & Villalba, G. (2020). *Radiación ultravioleta: Ibarra-Ecuador*. <https://www.revistabionatura.com/2020.05.03.9.html>
- Sociedad Americana del Cáncer. (2019). *Radiación ultravioleta y su exposición*. <https://www.cancer.org/cancer/risk-prevention/sun-and-uv/uv-radiation.html>
- Solé, A. (2015). *Protección UV (textiles)*. <https://asolengin.files.wordpress.com/2013/03/proteccion-uv-en-textiles.pdf>
- Souza, V., Covre, J., & Correia, I. (2021). *Extracto de margarita (Bellis perennis) contra rayos UVA*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1011134421001263?via%3Dihub>
- Srivastava, N., Singh, A., Kumari, P., Nishad, J. H., Gautam, V. S., Yadav, M., Bharti, R., Kumar, D., & Kharwar, R. N. (2021). *Tecnologías de extracción de plantas*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128206553000215>
- Universidad Técnica del Norte. (2022). *Líneas de investigación*.
- Vásquez, E., & Núñez, A. (2016). *Variabilidad de experimento*. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193222357008.pdf>
- Verbic, A., Brencic, K., & Dolenc, M. (2022). *Tejidos con extractos de residuos biodegradables*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433222014751?via%3Dihub>
- Wazed, A., Chowdhury, A., Bairagi, S., & Banerjee, S. (2022). *Acabados textiles*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128231371000130>
- Yang, M., & Liu, W. (2019). *Textiles súper hidrofóbicos para bloqueo UV*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775719302122?via%3Dihub>
- Yépez, J. B. (2022). *Extracto de ortiga (Urtiga dioga) en tejido de punto como tinte natural*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12404>
- Yuji, C., & Faria, S. (2022). *Radiación ultravioleta: el ojo humano*. <https://aboonline.org.br/details/6382/en-US/ultraviolet-radiation-and-the-human-eye>

ANEXOS

Anexo 1 Certificado de uso de laboratorio



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



Ibarra, 09 de junio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que la señorita **VERA PICHUCHO MELANIE CRISTINA**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 080379259-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **"DESARROLLO DE UN ACABADO CON EXTRACTO DE HELECHO (*THELYPTERIS PALUSTRIS*) EN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN PARA DETERMINAR LA PROPIEDAD DE BLOQUEO UV"**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD HORIZONTAL**
- **TÚNEL DE SECADO**
- **EQUIPO DE DESTILACIÓN**
- **FOTO RADIÓMETRO**- Norma AATCC 183:2014 Transmisión o bloqueo de la radiación ultravioleta
- **WASCATOR** - Norma ISO 6330:2012 Lavado y secado domésticos para ensayos textiles

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

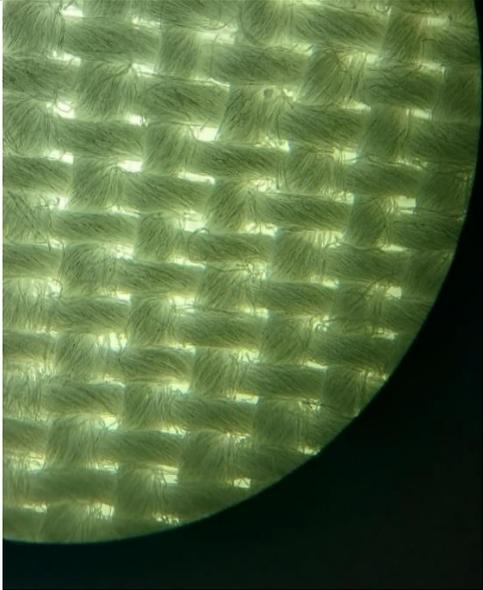
Atentamente:



Para verificar este certificado en:
FAUSTO EDUARDO
GUALOTO MAPLA

MSc. GUALOTO FAUSTO M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX

Anexo 2 Pruebas para gramaje e identificar la composición del tejido

A. Cortadora circular	B. Muestras para cálculo de gramaje
	
C. Método microscópico	D. Diseño de tejido: Tafetán
	
E. Método de solubilidad química	F. Método de Combustión
	

Anexo 3 Proceso de extracción de hehecho

A. Clasificación del material vegetal	B. Secado de hojas de hehecho
	
C. Triturado	D. Macerado
	
E. Filtrado	F. Destilación
	

Anexo 4 Proceso de impregnación**A.** Impregnación en Foulard**B.** Curado en el túnel de secado**Anexo 5** Pruebas de laboratorio**A.** Prueba de transmisión y bloqueo de radiación UV con el equipo foto radiómetro**B.** Prueba de solidez al lavado con el equipo WASCATOR

Anexo 6 Ficha técnica de la Resina PATCH



L2G024

RESINA PATCH

INFORMACION TECNICA

RESINA PATCH Es una resina especial para el encolado de solapas en forma de parche piezas realizadas en artículos de pantalones vaqueros.

PROPIEDADES

Apariencia	Semi pastosa
Color	blanco
Olor	característico
Naturaleza iónica:	Aniónico
pH	6.0 – 8.0

CARACTERISTICAS

- Está lista para usar y fácil de aplicar.
- Agrega mayor valor a la pieza



L2G024

RESINA PATCH

MODO DE USO

Aplique con una brocha, un cepillo y / o una espátula;

- 1- Pantalones vaqueros del corte del tejido, PT o mezclas sintéticas de los mismos
- 2- Aplicar con un cepillo, espátula o cepillo y RESINA PATCH
- 3- Deje curar al aire durante al menos 2 horas
- 4- Cortar el PARCHE de acuerdo con el formato raído o rasgado y debnado
- 5- Es necesario utilizar un tipo de prensa y ser convexa a temperatura 180 ° C
- 6- Prensado de 1 minutos cada una parchar y presionar con suficiente presión
- 7- Partes aligeradas, el uso de tela blanca es necesario sobre la pieza a sin amarilleamiento se produce en el mismo.
- 8- Dejar que la pieza de trabajo se enfríe por completo, a continuación, los ensayos de adhesión
- 9- El lavado puede aplicar a la corrosión, a la neutralización y el ablandamiento después de la unión al parche

PRECAUCIONES

- Mantener alejado de los niños
- En caso de ingestión, beber agua o leche poco a poco
- En caso de contacto con los ojos, enjuague con agua durante 10 minutos
- En ambos casos buscar atención médica
- No reutilizar el envase para fines alimenticios
- Debe ser almacenado en un lugar fresco, seco y que no están sujetos a la luz solar directa. Temperatura a 40 °C

La información contenida en esta ficha técnica es de carácter general y se debe evaluar en cada caso específico, por lo cual no representa un compromiso de nuestra parte.



Anexo 7 Ficha técnica de la Resina Centergard D6i



COLOR CENTER

CENTERGARD D6i

Producto hidrofugante/oleofugante

CARACTERÍSTICAS

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

PROPIEDADES Y VENTAJAS DE APLICACIÓN

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

APLICACIÓN

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

COLOR CENTER, S.A.
 Pta. Marie Curie, 3 Nau 6, 08223 TERRASSA, España
<http://www.colorcenter.es>
info@colorcenter.es





COLOR CENTER

CENTERGARD D6i

Producto hidrofugante/oleofugante

Las cantidades a aplicar varían considerablemente dependiendo del sustrato y del efecto a conseguir. A modo orientativo, las dosis de aplicación recomendadas en g/l se muestran en la siguiente tabla:

SUSTRATO	DOSIS
ALGODÓN	30 - 60
POLIESTER 100%	10 - 30
POLIESTER / ALGODÓN	10 - 50
POLIAMIDA 100%	10 - 40
ACRILICA 100%	10 - 40

- Pick-Up (60 - 80%)
- Secar a 100 - 110 °C
- Polimerizar 3 - 4 min. a 140 - 150 °C ó
30 - 40 seg. a 175 - 180 °C

ALMACENAMIENTO Y EMBALAJE

Bidones de 120 kg

Contenedores de 1000 kg

Almacenado correctamente en contenedores cerrados entre 15 y 25°C la **CENTERGARD D6i** tiene una estabilidad de 6 meses si se mantiene en los envases originales.

SEGURIDAD Y TOXICIDAD

Para más información consultar la hoja de datos de seguridad.

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

COLOR CENTER, S.A.
Ptga. Marie Curie, 3 Nau 6, 08223 TERRASSA, España
<http://www.colorcenter.es>
info@colorcenter.es

