



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

CURRICULAR, MODALIDAD PRESENCIAL

TEMA:

**“DESARROLLO DEL ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR EN
TEJIDO JERSEY 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA
ESTABLECER EL COMPORTAMIENTO ANTE LA RADIACIÓN
ULTRAVIOLETA”**

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

Línea de investigación: Gestión, Producción, Productividad, Innovación y desarrollo Socioeconómico.

Autor (a): Guagalango Viracocha Mónica Maribel

Director: MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

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	100426601-9		
APELLIDOS Y NOMBRES	Guagalango Viracocha Mónica Maribel		
DIRECCIÓN	El Rosario - Urcuquí		
EMAIL	mmguagalangov@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO	-----	TELF. MÓVIL	0992113472

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DESARROLLO DEL ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR EN TEJIDO JERSEY 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA ESTABLECER EL COMPORTAMIENTO ANTE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA”
AUTOR:	Guagalango Viracocha Mónica Maribel
FECHA:	05/10/2023
PROGRAMA:	Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA TEXTIL
DIRECTOR:	MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

2. CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 05 días, del mes de octubre del 2023

Autor (a)

Firma:



MÓNICA GUAGALANGO

Nombre: Guagalango Viracocha Mónica Maribel

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 05 de octubre del 2023

MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

(f) 
.....

MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

C. CC.: 100286804-8

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “DESARROLLO DEL ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR EN TEJIDO JERSEY 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA ESTABLECER EL COMPORTAMIENTO ANTE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA” elaborado por Guagalango Viracocha Mónica Maribel, 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. Wilson Adrián Herrera Villarreal

C.C.: 100286804-8



firmado electrónicamente por:
ELSA SULAY MORA
MUNOZ

(f):

MSc. Mora Muñoz Elsa Sulay

C.C.: 040090045-2

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación en primer lugar quiero dedicar a Dios por todas las bendiciones recibidas, a mis queridos padres y hermanos, quienes han sido mi mayor motivación, fuerza, motor, apoyo e inspiración para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas. Además, con su amor, dedicación y esfuerzo me han apoyado e inculcado en mí la perseverancia y valores para ser una persona de bien.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mis amigas/os y demás familiares, quienes con sus consejos y palabras de motivación fueron un gran apoyo durante todo el proceso de mi formación profesional.

Guagalango Viracocha Mónica Maribel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría, vida, salud y ser mi fuente de fortaleza y guía en todo el proceso de mi etapa universitaria, por iluminar mi camino en los momentos de oscuridad, brindarme la perseverancia para superar obstáculos y otorgarme la sabiduría necesaria para adquirir nuevos conocimientos.

Quiero agradecer infinitamente a mis padres, Patricio Guagalango y Laura Viracocha, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio incansable. Su ejemplo de perseverancia y su inquebrantable fe en mí fueron la fuente de inspiración que me impulsó a alcanzar este logro.

A mis hermanos Nayeli y Kevin, que siempre estuvieron para mí, brindándome motivación, amor e incentivándome a seguir adelante para conseguir todos mis sueños anhelados.

A mis amigas/os que siempre estuvieron ahí presentes en los momentos más difíciles con una palabra de aliento y motivación para seguir adelante.

Agradezco también al MSc. Wilson Herrera, por ser mi director de tesis, por su orientación, dedicación, paciencia y apoyo durante el desarrollo de este proyecto de investigación. Igualmente quiero agradecer por sus enseñanzas, experiencias, conocimientos impartidos durante mi formación académica.

Sin duda quiero agradecer a la gloriosa Universidad Técnica del Norte especialmente a la Carrera de Textiles, y a cada uno de los docentes quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos durante mi formación personal y profesional, mi más profundo agradecimiento a todos.

Guagalango Viracocha Mónica Maribel

RESUMEN

En la presente investigación se analizó la funcionalidad de protección UV de un textil Jersey 65%/35% poliéster/algodón ante la radiación solar, mediante la aplicación de nácar pulverizado para el acabado por impregnación; posteriormente ser evaluado bajo la norma AATCC 183:2014 Determinar la transmisión o bloqueo de la radiación ultravioleta en tejidos.

Mediante este estudio nace la necesidad de utilizar un insumo natural menos contaminante y nocivo para el ambiente, el nácar tiene un amplio uso en otros campos industriales, por tal motivo, se buscó potencializar en el sector textil. En cuanto al avance de esta investigación, se determinó tres dosificaciones de partículas de nácar 25 g/L, 50 g/L y 75 g/L, además de 8 g/L de micro emulsión de silicona, 2 g/L de ligante e igualante; a un pick up del 92% \pm 2%, temperatura de secado 180°C.

Posteriormente el acabado es evaluado por el equipo Fotoradiómetro, radiación UVA, UVB y UVC con ángulos de inclinación del tejido (0°, 45° y 90°) para determinar el comportamiento del textil en color negro y blanco ante los rayos UV, la prueba de solidez al lavado se realizó según la norma ISO 6330: 2012 con el objetivo de evaluar la durabilidad del acabado.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron analizados con el software Past4, en el que se determina que los datos tienen una confiabilidad del 95% con valores de $p > 0.05$, concluyendo que las muestras tratadas (blanco y negro) con 75 g/L de concentración de nácar presentaron mejor resultados ante la protección UV.

Palabras claves: Impregnación, irradiancia, nácar, protección UV.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
EMPRESA PÚBLICA “LA UEMEPRENDE E.P.”



ABSTRACT

In this research, the UV protection functionality of a 65%/35% polyester/cotton Jersey textile against solar radiation was analyzed through the application of nacre sprayed for finishing by impregnation; subsequently to be evaluated under the AATCC 183:2014 standard, to determine the transmission or blocking of ultraviolet radiation in fabrics.

Through this study, it is necessary to use a natural input that is less polluting and harmful to the environment. Mother-of-pearl has a wide use in other industrial fields, for this reason, it was sought to potentialize it in the textile sector. As for the progress of this research, three dosages of nacre particles were determined: 25 g/L, 50 g/L and 75 g/L, in addition to 8 g/L of silicone micro emulsion, 2 g/L of binder and equalizer; at a pick up of 92% \pm 2%, drying temperature 180°C.

Subsequently, the finish was evaluated by the Photodiometer equipment, UVA, UVB and UVC radiation with angles of inclination of the fabric (0°, 45° and 90°) to determine the behavior of the black and white textile against UV rays. The wash fastness test was performed according to ISO 6330: 2012 to evaluate the durability of the finish.

Finally, the results obtained were analyzed with Past4 software, in which it is determined that the data have a reliability of 95% with values of $p > 0.05$, concluding that the samples treated (black and white) with 75 g/L of nacre concentration presented better results against UV protection.

Keywords: impregnation, irradiance, nacre, UV protection.

Reviewed by:
MSc. Luis Paspuezán Soto
CAPACITADOR-CAI
Septiembre 11, 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes	2
Importancia del estudio	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
Características del sitio del proyecto.....	5
CAPÍTULO I	6
1. ESTADO DEL ARTE	6
1.1. Estudios Previos	6
1.1.1. <i>Usos industriales del nácar</i>	6
1.1.2. <i>Radiación ultravioleta en textiles</i>	12
1.2. Marco legal	13
1.2.1. <i>Constitución de la Republica del Ecuador</i>	13
1.2.2. <i>Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte</i>	13
1.2.3. <i>Tulasma</i>	14
1.3. Marco conceptual	14
1.3.1. <i>La concha de nácar</i>	14
1.3.2. <i>Fibras textiles</i>	15
1.3.3. <i>Tejido de punto Jersey</i>	18
1.3.4. <i>Acabados químicos</i>	18
1.3.5. <i>Proceso de impregnación Foulard</i>	19
1.3.6. <i>Radiación solar en la industria textil</i>	20
1.3.7. <i>Factores que influyen en la protección UV</i>	23
Capítulo II	25

2. METODOLOGÍA	25
2.1. Normas	25
2.1.1. <i>Transmitancia o bloqueo de la radiación ultravioleta en tejidos (AATCC 183: 2014)</i>	25
2.1.2. <i>Procedimiento de lavado y secado doméstico para ensayos textiles (ISO 6330:2012)</i>	25
2.2. Tipos de investigación a aplicar	26
2.2.1. <i>Investigación analítica</i>	26
2.2.2. <i>Investigación experimental</i>	27
2.2.3. <i>Investigación comparativa</i>	27
2.3. Flujogramas	28
2.3.1. <i>Flujograma general</i>	28
2.3.2. <i>Flujograma muestral</i>	29
2.4. Equipos y Materiales.....	30
2.4.1. <i>Foulard</i>	30
2.4.2. <i>Equipo de laboratorio para lavado doméstico</i>	30
2.4.3. <i>Túnel de secado</i>	31
2.4.4. <i>Fotoradiómetro</i>	31
2.4.5. <i>Tejido Jersey 65%/35% poliéster/algodón</i>	32
2.4.6. <i>Concha de nácar en partículas</i>	33
2.4.7. <i>Instrumentos y auxiliares</i>	34
2.5. Procedimiento	35
2.5.1. <i>Planificación de pruebas</i>	35
2.5.2. <i>Formulaciones y parámetros</i>	36
2.5.3. <i>Preparación de muestras</i>	40
2.5.4. <i>Proceso de impregnación-acabado</i>	41
2.6. Pruebas de laboratorio.....	42
2.6.1. <i>Medición de la irradiancia UVA, UVB y UVC</i>	42
2.6.2. <i>Solidez del acabado al lavado doméstico</i>	43
2.6.3. <i>Medición de la transmitancia o bloqueo de los rayos UVA, UVB y UVC después del lavado</i>	43
CAPÍTULO III.....	45
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
3.1. Resultados	45
3.1.1. <i>Tabla de resultados de la irradiancia (W/m^2)</i>	45
3.1.2. <i>Tabla de resultados de la irradiancia después del lavado</i>	49
3.2. Discusión de resultados	50

	xii
3.2.1. <i>Análisis de la varianza</i>	50
3.2.2. <i>Normalidad de los datos</i>	51
3.2.3. <i>Discusión de resultados de las pruebas de protección UV</i>	52
CAPÍTULO IV	61
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
4.1. Conclusiones	61
4.2. Recomendaciones.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición Química de la fibra de algodón	17
Tabla 2 Información técnica de la muestra	33
Tabla 3 Cantidad de producto tamizado del nácar	33
Tabla 4 Instrumentos y auxiliares utilizados para el acabado.....	34
Tabla 5 Receta Preliminar	35
Tabla 6 Receta para el proceso de acabado	36
Tabla 7 Receta para muestras I en color Blanco y Negro, aplicando 25 g/L de nácar ..	37
Tabla 8 Receta para muestra II en color Blanco y Negro, aplicando 50 g/L de nácar ..	38
Tabla 9 Receta para muestra III en color Blanco y Negro, aplicando 75 g/L de nácar .	39
Tabla 10 Parámetros técnicos del Acabado con nácar	39
Tabla 11 Datos técnicos del proceso de impregnación y secado	41
Tabla 12 Condiciones de evaluación de muestras	42
Tabla 13 Muestra N°1 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.	46
Tabla 14 Muestra N°2 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.	47
Tabla 15 Muestra N 3 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.....	48
Tabla 16 Muestra lavada- Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del Laboratorio Textil	5
Figura 2 Usos del nácar en cosmetología	7
Figura 3 Proceso de obtención de fibras recicladas a partir del uso de conchas de ostras	9
Figura 4 Tela de revestimiento de PU de concha de ostra reciclada	10
Figura 5 Telas de conchas de ostras	11
Figura 6 Características de la Tela de concha de otras.....	11
Figura 7 Fibra de algodón.....	17
Figura 8 Tejido de punto	18
Figura 9 Impregnación y escurrido en foulard	19
Figura 10 Problema de radiación solar UVA, UVB y UVC en la piel.....	22
Figura 11 Flujograma General.....	28
Figura 12 Flujograma muestral	29
Figura 13 Foulard de Laboratorio Textil UTN	30
Figura 14 Túnel de secado.....	31
Figura 15 Fotoradiómetro	32
Figura 16 Análisis de la varianza de la protección UVA, UVB y UVC (0°)	50
Figura 17 Normalidad de datos del análisis de protección UV	51
Figura 18 Porcentaje de protección a (ras) 0° -UVA (Negro y Blanco)	52
Figura 19 Porcentaje de protección a (ras) 0°- UVB (Negro y Blanco).....	53
Figura 20 Porcentaje de protección a (ras) 0°- UVC (Negro y Blanco).....	53
Figura 21 Porcentaje de protección a 45° UVA (Negro y Blanco)	54
Figura 22 Porcentaje de protección a 45° UVB (Negro y Blanco)	55
Figura 23 Porcentaje de protección a 45° UVC (Negro y Blanco)	55
Figura 24 Porcentaje de protección a 90° UVA (Negro y Blanco)	56
Figura 25 Porcentaje de protección a 90° UVB (Negro y Blanco)	57
Figura 26 Porcentaje de protección a 90° UVC (Negro y Blanco)	57
Figura 27 Porcentaje de protección después del lavado a 0° – UVA, UVB y UVC. ...	58
Figura 28 Porcentaje de protección después del lavado a 45° – UVA, UVB y UVC ..	59
Figura 29 Porcentaje de protección después del lavado a 90° – UVA, UVB y UVC ..	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de uso del Laboratorio Textil.....	68
Anexo 2 Ficha técnica de PERISOFT HS	69
Anexo 3 Ficha técnica de NOVAPRINT FSH	70
Anexo 4 Ficha técnica MARVACOL ASC.....	71
Anexo 5 Pruebas de gramaje y caracterización del tejido método Microscópico	72
Anexo 6 Proceso de tamizado de la concha de nácar	72
Anexo 7 Proceso del acabado y ensayos de laboratorio.....	73

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema

El objetivo de este estudio es determinar las propiedades con respecto a la radiación UVA, UVB y UVC, que adquirirá un tejido jersey 65%/35% poliéster/algodón mediante la aplicación de la concha nácar, lo que permitirá analizar el comportamiento de este producto natural en un género textil expuesto a radiaciones.

El exceso de radiación ultravioleta es uno de los problemas más representativos en nuestro planeta, siendo así Ecuador uno de los países con mayores niveles de radiación de modo que está afectando gravemente a la salud humana, por lo que a lo largo del tiempo se ha generado muchas afecciones a la piel con la presencia de complicaciones agudas y crónicas debido a la exposición excesiva al sol (OMS, 2022). Por ende, la industria textil busca nuevas alternativas que sean sustentables y eco amigables con el ambiente. Así también permita al usuario obtener prendas que tengan la capacidad o propiedad de actuar ante esta problemática de radiación.

Por otra parte, la protección solar depende mucho del tipo de tejido, según las características que presenten tendrán la capacidad de absorber o bloquear los rayos ultravioletas. Si bien es cierto, existen un sinnúmero de factores que pueden influir en un tejido ante la radiación: tipo de fibra ya sea sintética o natural, destacándose así el poliéster en proteger más en comparación a la fibra de algodón; el color es otro de los factores representativos ante la radiación ultravioleta, es decir colores oscuros bloquean en mayor grado la penetración de rayos UV en relación a los colores claros (Jurado, 2021).

En correlación a la problemática expuesta se busca estudiar el comportamiento del acabado con concha de nácar en un tejido Jersey 65%/35% poliéster/algodón, siendo este un producto muy común en el área cosmetológica debido a que ostenta propiedades

de regeneración y estimulación celular de la piel producto de la exposición a los rayos UV (Bucheli & Lindao, 2022). Es por ello por lo que se plantea esta alternativa que podría ser factible en un tejido jersey, que permitirá al ser humano cuidar más de las enfermedades que pueden ocurrir en la piel por las altas radiaciones que se presentan actualmente.

Antecedentes

El uso de productos naturales para un acabado textil hoy en día es más relevante, pues se busca reducir la contaminación ambiental, en este estudio se realiza un acabado con nácar que posteriormente se evalúan en el laboratorio de la Carrera de Textiles con la finalidad de realizar los respectivos análisis sobre las radiaciones ultravioletas.

La aplicación del nácar en la industria textil se ha venido desarrollando paulatinamente de acuerdo con las propiedades que esta presenta a favor de la piel, por lo que este producto tiene una amplia aplicación en el área cosmética, médica, entre otros. Es más, la concha de nácar ha demostrado ser un producto eficaz por contar con características exfoliantes y nutritivas, que favorecen en la estimulación de células de la piel. Por otro lado, el nácar cuenta en su estructura con plaquetas de aragonito hexagonal, es decir está compuesto por carbonato de calcio cristalizado (CaCO_3) lo que facilita el uso de estos en beneficio de la salud (Vargas, 2016). Así mismo para la obtención del polvo de nácar se necesitó aplicar varios procesos de trituración y fases de tamizado hasta la obtención del polvo deseado.

De acuerdo con varias investigaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud con la ayuda de expertos en el tema de radiación ultravioleta se ha determinado que la presencia de la alta radiación UV en la actualidad se ha dado por el deterioro continuo de la capa de ozono. A pesar de las medidas de prevención y cuidado ambiental el exceso de radiación solar aun es muy fuerte por lo que expertos mencionan que este

cambio climático va causando graves secuelas en la salud humana refiriéndose así el tema de cáncer de piel (ONU, 2022). Sin embargo, orientan a cumplir ciertas normas de prevención, pero no solo depende de esto sino también del uso de la prenda de vestir en el que influye principalmente el tipo de tejido y el color como los parámetros principales que deben ser analizados ante la presencia de radiaciones UV.

Por otro lado, basándose en el estudio realizado sobre la evaluación de las características antibacteriales con concha de nácar en un tejido jersey 100% Co da a conocer que fue factible dando como resultado un textil antibacterial con un alto porcentaje de eficacia, de este modo se afirma que la concha de nácar cuenta con ciertas propiedades beneficiosas una de ellas al ser antibacterial debido a la composición química (Ipiales, 2022). Por lo que mediante este estudio se pretendió analizar otro campo de reacción del nácar en el sector textil.

Importancia del estudio

Actualmente se ha presenciado un alto nivel de radiación solar en el planeta lo que a lo largo ha provocado el deterioro de la capa de ozono reduciendo así la protección ante las radiaciones ultravioletas que han generado graves consecuencias en la salud como cáncer y envejecimiento prematuro de la piel, siendo estas secuelas más comunes que notar. En base a estudios realizados por científicos se ha determinado que el funcionamiento del sistema inmunológico puede verse afectado por la sobreexposición a la radiación UV (EPA, 2022).

Sin embargo, hoy en día existen prendas con propiedades de protección ante rayos UV, cada una de ellas obtenidas en base a la evolución tecnológica y varios análisis realizados en laboratorios. Por tal motivo en esta investigación se busca nuevas alternativas que sean sustentables y ecológicas como el de estudiar un acabado con nácar sobre un textil, siendo este un producto que es eco amigable con el ambiente y a la misma

vez con propiedades cosmetológicas que favorecen en su mayor totalidad en el cuidado de la piel. Es decir, con iniciativas de evaluar nuevos textiles con funcionalidades que sean favorables para el uso del usuario ante la problemática del exceso de radiación solar presente en el mundo.

La concha de nácar al poseer un sinnúmero de propiedades naturales es muy aplicada en el área cosmética, por lo que es sustancial incentivar el uso de productos naturales que aportan al cuidado ambiental. De este modo se opta en implantar dentro de la industria textil como un elemento que puede ser útil en un acabado que permita establecer el comportamiento ante rayos UV. Todo lo descrito se realiza con la finalidad de verificar como actúa este tipo de acabado ante la exposición solar, dependiendo la zona horaria de mayor radiación solar en este caso alrededor del mediodía. Ante esto es indispensable el desarrollo de este trabajo de investigación ya que nos permitió determinar la funcionalidad que tienen los tejidos acabados con la concha de nácar, fortaleciendo el estudio de acabados eco amigables y sustentables dentro del proceso de producción textil.

Objetivo general

- Desarrollar un acabado con concha de nácar en tejido Jersey 65%/35% poliéster/algodón para establecer el comportamiento ante la radiación ultravioleta.

Objetivos específicos

- Investigar en fuentes bibliográficas confiables como artículos científicos, libros, revistas, bases de datos, etc., información acerca de las propiedades de la concha de nácar ante rayos UVA, UVB y UVC.
- Desarrollar un acabado con concha de nácar en un tejido Jersey 65%/35% poliéster/algodón mediante el proceso de impregnación a diferentes concentraciones para la obtención de muestras a analizar.

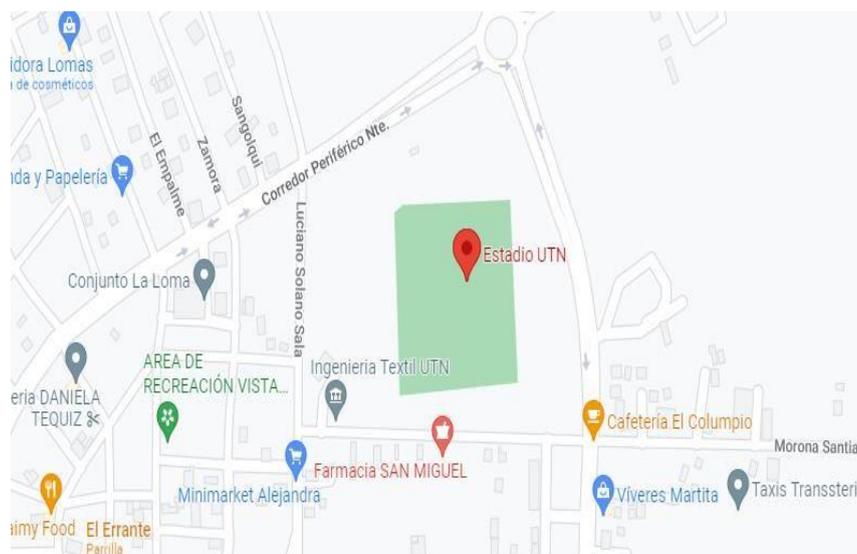
- Determinar el comportamiento del acabado ante rayos UVA, UVB, UVC mediante el equipo Fotoradiómetro y la Norma AATCC 183 para recopilar datos de laboratorio que facilitarán el análisis de resultados.

Características del sitio del proyecto

El presente estudio se desarrolló en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, en donde se puede encontrar una gran variedad de máquinas y equipos estandarizados de alta tecnología los cuales son de gran apoyo para la realización de los diferentes ensayos, ubicada en el barrio de Azaya, calle Morona Santiago y Luciano Solano Sala representado en la **Figura 1**.

Figura 1

Ubicación geográfica del Laboratorio Textil



Fuente: (Google Maps, 2023)

CAPÍTULO I

1. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se expone información relevante de la investigación incluyendo los estudios previos, marco legal y conceptual, primordiales en el estudio de la investigación.

1.1. Estudios Previos

El uso de nácar a nivel industrial ha sido amplio por la existencia de estudios sobre este en diferentes ámbitos, lo que lleva al uso masivo de este producto en el sector dedicado a la cosmetología ya que el nácar tiene excelentes propiedades. Si bien es cierto el uso del nácar en otros sectores no ha sido tan aceptado, sin embargo, existen estudios recientes de la concha de nácar en la industria de la construcción y en la industria textil, lo que permite y llama la atención para continuar con otras investigaciones de este producto para diferentes usos principalmente enfocándose a la industria textil.

1.1.1. Usos industriales del nácar

Sobre estudios realizados el uso de madre perla es muy relevante en la industria cosmética, recalcando los impactos positivos que este producto tiene en esta área, aunque también existen otras indagaciones del nácar enfocados a otros fines como en la medicina, que aporta en problemas relacionados con la piel. Además, se presentan otros estudios en donde el uso de la madre perla está enfocado en crear compuestos bio-inspirados, es decir, con ciertas similitudes al nácar. Esto indica que la concha de nácar puede estudiarse de muchas formas, ya que por sus características y propiedades pueden aplicarse en diferentes campos industriales.

1.1.1.1. En la industria cosmética.

La madre perla también conocida como concha de nácar (*Pteria Sterna*) es considerada como una sustancia biomineral con multipropiedades que son regeneradoras y reparadoras, tal es el caso que ha sido utilizados de generación en generación durante muchos siglos principalmente en países como Centroamérica, América Latina e incluido los países asiáticos, el uso del nácar prevalecía en estos lugares como tratamiento de belleza, debido a que empíricamente conocían los múltiples beneficios y la facilidad de uso de este producto (GRISI, 2021).

Al mismo tiempo es importante mencionar que debido a la composición de la madre perla con aragonita (carbonato de calcio) y conchiolina (fibroproteína), mostrado en la **Figura 2**, tiene una amplia aplicación en el sector de la medicina y la cosmética gracias a las composiciones vitamínicas del nácar para tratar problemas en la piel ocasionadas por la alta exposición a los rayos solares (GRISI, 2021).

Figura 2

Usos del nácar en cosmetología



Fuente: (GRISI, 2021)

1.1.1.2. En la medicina.

En relación al sector de la medicina, según Bucheli & Lindao (2022) afirman que: el uso del nácar aporta al cuidado de la piel tratando problemas muy comunes a notar, como: cicatrices, quemaduras, cortes, manchas solares, entre otros. No obstante, pueden existir otros beneficios que puede contribuir la concha de nácar a favor de la salud, pero

aún no existen investigaciones que demuestren esta hipótesis y estudios que manifiesten efectos negativos de este producto.

Sin embargo, existe un estudio sobre el polvo de nácar utilizado en la medicina en donde buscan acelerar la reparación y regeneración de heridas ya sea *in vitro* e *in vivo* en donde evidencian que se han obtenido resultados favorables, que el polvo de nácar con tamaño micro y nanométrico que podían generar el aumento tanto de la proliferación, así como la migración de las células de la piel y por ende aportar al cierre rápido de las heridas, demostrando así la efectividad de este estudio. Sabiendo también que la perla madre cuenta con un amplio uso en la medicina china desde hace varios años atrás, en donde su aplicación se basaba en tratar enfermedades como insomnio, palpitaciones y epilepsia, entre otros (Chen et al., 2019).

1.1.1.3. En la industria textil.

La aplicación de la concha de nácar en la industria textil ha sido escasa, ya que no se han llevado a cabo investigaciones previas de este crustáceo, que podría ser útil en el sector textil. No se puede negar que existen indagaciones de este tipo de moluscos en otros campos industriales donde sus resultados son positivos, por lo que se deduce que la perla madre podría jugar un buen papel en el sector textil, para lo que se requieren varios estudios que permitirán aprovechar lo mejor posible las propiedades de este elemento natural.

Existen indagaciones que se enfocan en realizar textiles a base crustáceos, he ahí el uso de las conchas de ostras para la producción de textiles sustentables y eco amigables con el ambiente. Desde luego, este proyecto inició en Taiwán debido a la gran producción de conchas de nácar y que básicamente estos desechos por lo general no contaban con una fuente de optimización adecuada y como resultado de esto se formó una gran cantidad de desperdicios, que a lo largo del tiempo afectaba a la naturaleza, generando de tal forma

incomodidad a los ciudadanos de la zona. Es base a esta problemática frecuente la empresa Ecomax Textile Co.,Ltd., opta por buscar una solución dando paso a la creación de fibras textiles recicladas a base de conchas de ostras, con la finalidad de optimizar y dar uso a desechos que son frecuentes en el sector (Ecomax Textile Co., 2023).

Figura 3

Proceso de obtención de fibras recicladas a partir del uso de conchas de ostras



Fuente: (Ecomax Textile Co., 2023)

Por otro lado, existe la empresa taiwanesa U-LONG High Tech Textile Co., Ltd., dedicada a la producción de tejido elástico más grande, compañía que cuenta con procesos de producción estandarizados e instalaciones de fabricación computarizados o incluso de un laboratorio de alta calidad. En cuanto al cuidado ambiental, esta organización cuenta con tecnología verde, su proceso de producción es respetuoso con el medio ambiente, por lo que produce productos sostenibles como las fibras de origen responsable. En cuanto al cuidado ambiental, esta compañía tiene tecnología verde, su proceso de producción es respetuoso con el ecosistema, por lo que produce productos sostenibles como las fibras responsables.

De este modo U-LONG High Tech Textile Co., Ltd., ha optado por crear la tela de revestimiento de PU (poliuretano) de concha de ostra reciclada, contando con un entretejido de PET 300D e hilo con a base de concha de ostra 300D, siendo este un

producto sostenible y de valor ecológico ya que en su proceso de producción optan por utilizar recursos naturales (U-LONG High Tech Textile Co., 2021).

Figura 4

Tela de revestimiento de PU de concha de ostra reciclada

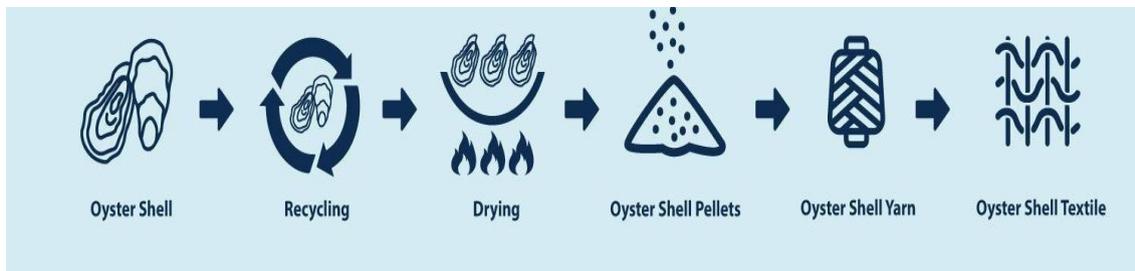


Fuente: (U-LONG High Tech Textile Co., 2021)

Si bien es cierto en Taiwán existe un gran volumen de ostras que por lo general al año se extraen alrededor de 160 000 Tn de residuos de conchas de ostras. En donde principalmente prevalece el uso de las cáscaras para la producción del polvo de óxido de biocalcio el cual cuenta con una alta absorción de humedad para así evitar la pérdida de calor, de manera que este compuesto tiene baja conducción de calor. Es sustancial mencionar que, para la producción del polvo de la concha de ostra, es necesario pasar por un proceso de tratamiento con alta temperatura con el objetivo de que en la fibra el óxido de biocalcio presente funciones antibacteriana y desodorante. Además, ciertos estudios científicos han determinado que la concha de ostra está compuesta en su estructura de un 80% carbonato de calcio (CaCO_3) y un 20% con elementos metálicos ligeros (U-LONG High Tech Textile Co., 2021).

Figura 5

Telas de conchas de ostras



Fuente: (U-LONG High Tech Textile Co., 2021)

Según la compañía U-LONG High Tech Textile Co. (2021) menciona una de las múltiples aplicaciones que puede tener la tela de concha de ostra reciclada, aludiendo en el uso de textiles para bebés enfocándose primordialmente en las telas para los coches con la finalidad de proporcionar la seguridad y sobre todo ser un textil sostenible con un acabado libre de químicos que no afecte a la salud.

Figura 6

Características de la Tela de concha de otras



Fuente: (U-LONG High Tech Textile Co., 2021)

Otro tema de investigación reciente de la concha de nácar en la industria textil, ha dado una pauta de las posibles aplicaciones que este producto natural puede tener dentro de este sector, generalmente este estudio se ha basado en analizar las características

antibacterianas realizando un acabado químico textil en un tejido jersey de composición 100% algodón (Co) con la finalidad de analizar otras funcionalidades de la madre perla en este caso enfocándose en sector textil, para ello que este estudio muestra varios análisis realizados en laboratorio y sobre todo la aplicación de las diferentes dosificaciones del nácar en el acabado, obteniendo así como resultado que a una dosificación de 20 y 30 g/L se ha logrado una eficacia del 90%, en cuanto a resultados obtenidos demostrando que el nácar cuenta con propiedades antibacterianas debido a la composición química y física de este crustáceo (Ipiates, 2022).

1.1.2. Radiación ultravioleta en textiles

Expertos en el tema demuestran que los acabados con protección UV son relevantes en la sociedad ya que pueden aportar al reducir problemáticas negativas producto de las altas radiaciones UV. Tal como el siguiente caso basado en obtener textiles recubierto a base de nanopartículas de óxido de zinc (ZnO), proyectando un resultado de valor UPF de 15 lo que deduce que tiene una buena protección UV con un porcentaje de eficacia del 90%, lo que permite la continuidad de nuevas investigaciones basadas en la protección UV en tejidos (Joseph et al., 2022).

Otro estudio investigativo demuestra resultados positivos ante la protección UV de un tejido con nano recubrimiento a base de Óxido de Titanio (TiO₂), punto cuántico de grafeno y PVA, en el que se especifica que receta óptima de este estudio es la dosificación de 20 g/L de TiO₂, permitiendo alcanzar una protección UV mayor al 50% y demostrando que este producto es capaz de absorber los rayos ultravioletas (Felipe et al., 2022).

1.2. Marco legal

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

Según la Constitución de la República del Ecuador menciona los siguientes artículos referentes al medio ambiente (Constitución de la República del Ecuador, 2008):

Art. 66.- Literal 27 menciona: El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

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

Art. 395.- Literal menciona: El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futura (p. 31, 38, 119).

1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

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

- Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
- Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico (Universidad Técnica Del Norte, 2021).

1.2.3. *Tulsma*

De acuerdo a (TULSMA, 2017), indica que: la norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente (pp. 308, 309).

1.3. Marco conceptual

1.3.1. *La concha de nácar*

Es fundamental hacer un breve recuento histórico sobre este tipo de molusco conocido como concha de nácar o madre perla, para conocer sus propiedades y la procedencia de esta concha. Por esta razón científicos señalan que la concha de nácar en efecto es un elemento natural, deduciendo de tal forma como una sustancia bio-mineral existente desde hace 530 millones de años atrás (Marie et al., 2009).

Además, según Zhang et al. (2023) aseveran que el grosor de las tabletas nacaradas en las conchas depende mucho de ciertos factores como la salinidad, temperatura, etc. De este modo se deduce que el grosor del nácar es inversamente proporcional al tamaño de la concha.

Desde una perspectiva más general se puede decir que la estructura cristalina de la madre perla está compuesta por aragonito y calcita, ambos polimorfos de CaCO_3 y una composición química de óxido de calcio (CaO) del 97,53%. Si bien es cierto expertos que se han dedicado al estudio de varios tipos de moluscos mencionan que los datos descritos anteriormente tienen similitud con otro tipo de conchas marinas (Melo et al., 2019).

1.3.2. Fibras textiles

Con respecto a las fibras textiles se puede mencionar que provienen de ciertos grupos en especial. Así que en la industria textil es muy útil saber sobre el tipo de fibra y sus propiedades para determinar su comportamiento en cuanto al tratamiento y uso.

Según estudios realizados reiteran que las fibras textiles según la composición química se clasifican en naturales, artificiales y sintéticas. Así mismo el análisis de cada una de las fibras textiles resulta ser complejo debido a la adquisición de una herramienta que permita analizar más a fondo su comportamiento (Nacci et al., 2022).

Ahora bien, se ha logrado determinar que el uso de una prenda con protección UV, actualmente se ha vuelto un tema super importante para la humanidad, sin embargo, algunos tipos de fibras no tienen buena capacidad de protección UV debido a sus características. Un claro ejemplo las fibras de celulosa natural como (algodón, cáñamo, lino) y de celulosa regenerada (viscosa y modal) son las fibras más comunes que se puede encontrar presentes en un tejido de verano, pero en sí estos tipos de fibras no aportan a la protección ante los rayos UV (Kocić et al., 2019).

Por otro punto los tejidos elaborados a base de la fibra de poliéster o rayón tienden a tener un mejor FPU (Factor de Protección Ultravioleta) ya que presentan ciertas particularidades diferentes en cuanto a las propiedades con respecto a otro tipo de fibras que no sean de origen sintético (Jurado, 2021).

1.3.2.1. El poliéster

Sin duda alguna el uso de las fibras de poliéster se ha visto implicado en muchos campos industriales, es así como en el año 2020 la producción de este tipo de fibra sintética fue alrededor de 50 millones de toneladas. Es por ello que resulta lógico que actualmente estas fibras de poliéster (tereftalato de polietileno) están siendo hiladas con

otro tipo de fibras naturales con el fin de proveer ciertas características combinadas (Attar et al., 2022).

La fibra de poliéster cuenta con algunas características especiales lo que hace que sea muy utilizado en el sector textil gracias a las peculiaridades que presenta esta fibra sintética. Actualmente, el uso de fibras de poliéster aumenta por contar con aspectos de buena resistencia a la electricidad, humedad y productos químicos. Además, esta fibra sintética presenta evolución en el mercado la alta durabilidad, excelente secado, prenda liviana y no se decolora (Attar et al., 2022).

1.3.2.2. El algodón

En cuanto a la fibra de algodón, es una de las más utilizadas en productos textiles por sus cualidades destacables, desde su comodidad, versatilidad, durabilidad e hipoalergénico, además su importancia y calidad hace que la fibra de algodón sea uno de los materiales textiles más populares y versátiles en el mundo. En habidas cuentas el algodón es una fibra de origen vegetal que tiene variedad de usos en la industria textil. Es por ello que, entre las propiedades de esta fibra se sabe que es transpirable, encoge con facilidad, buena absorbencia, fibra inelástica y rígida (SupplyCompass, 2020).

Entre otros aspectos importantes del algodón está que el término Malvaceae corresponde a la familia de la fibra del algodón, visto de esta forma el algodón crudo está compuesto de 90% de celulosa, 7-8% de humedad, mientras que el algodón absorbente cuenta con un 100% de celulosa y una humedad estandarizada del 6-7% (Kumar et al., 2022). Es importante destacar que la celulosa es el componente clave de la fibra de algodón y por ende es el responsable en cuanto a las propiedades físicas que posee este.

Figura 7

Fibra de algodón



Fuente: (Kumar et al., 2022)

En la **Tabla 1**, se detallan algunas de las propiedades químicas de la fibra de algodón mediante datos porcentuales.

Tabla 1

Composición Química de la fibra de algodón

Componente	Porcentaje
	(%)
Celulosa	94
Proteínas	1,3
Pectinas	0,9
Minerales	1,2
Ceras	0,6
Ácidos orgánicos	0,8
Azúcares	0,3
Otros	0,9

Fuente: (Hauser, 2015)

1.3.3. Tejido de punto Jersey

Acerca de este tipo de tejido se puede mencionar que es uno de los métodos que a lo largo de la historia se ha venido desarrollando con el fin de obtener tejidos o prendas además, es considerando como un ligamento clásico y más básico en los tejidos de punto, dicho de este modo el avance para la evolución de estos tejidos es super notorio ya que hoy por hoy se pueden encontrar equipos automatizados que se dedican a la producción de tejidos de punto con variedad de diseños para sacar al mercado. Por lo general estos tejidos se caracterizan por tener en su estructura mallas entrelazadas permitiendo así una mejora en los tejidos (Cottonworks, 2023).

Ante esta perspectiva el tejido de punto presenta una menor estabilidad ante los tejidos planos, dicho de esta forma esto ocurre ya que su estructura cuenta con bucles de hilos que están entrelazados en dirección horizontal, sin embargo, estos tejidos ofrecen mejor comodidad a los usuarios (Rea, 2019).

Figura 8

Tejido de punto



Fuente: (Guzmán & Máter, 2019)

1.3.4. Acabados químicos

A los acabados químicos se lo define como un proceso industrial el cual brinda propiedades extras a la tela mediante procesos mecánicos, químicos, en decir, modificando la estructura del textil para determinado fin.

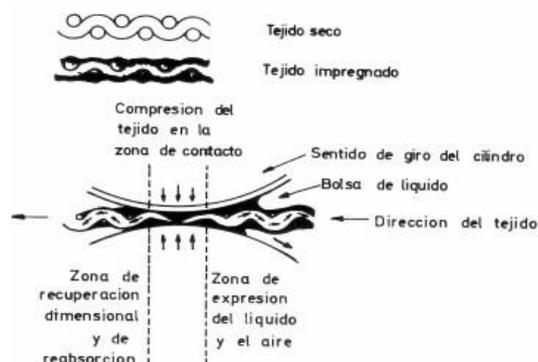
Según (Ali et al., 2022) afirman que los acabados químicos pueden brindar a un tejido propiedades especiales como acabados ignífugos, antimicrobiano, resistente a los rayos UV, entre otros. Además, los productos que se utilizan en este campo de la química pueden clasificar en naturales, artificiales y sintéticos según las especificaciones técnicas del acabado, por tanto, debe haber una elección cautelosa del método más factible.

1.3.5. *Proceso de impregnación Foulard*

Teniendo en cuenta que para los acabados textiles se requiere de métodos que faciliten dar cierta propiedad a los tejidos y entre uno de ellos radica el método de impregnación el cual consiste en la utilización de un foulard equipo enfocado en la tintura de géneros textiles y acabados. Por lo tanto, esta operación consiste en impregnar un género textil en un baño que contenga una solución determinada de acabado que posteriormente mediante los cilindros de presión pasa el sustrato textil para dar el acabado respectivo y quitar el exceso de baño presente. Así mismo para la fijación del acabado se requiere realizar el proceso de termofijado lo que permitirá que este se adhiera en su totalidad a la tela y poder determinar el tipo de acabado (Solé, 2013).

Figura 9

Impregnación y escurrido en foulard



Fuente: (Solé, 2013)

En cuanto a este proceso existe un parámetro que debe ser controlado, el pick up de un sustrato textil después de ser sometido a un proceso en húmedo con el fin de evaluar la cantidad de baño que ha logrado absorber el tejido (Morales, 2015).

Control del pick up facilita obtener datos para:

- El cálculo del volumen a utilizar en la preparación de las soluciones.
- Conocer los gramos de producto impregnado en el sustrato textil.

El pick up depende de la presión de los rodillos en el equipo foulard:

- Mayor presión de cilindros disminuye el pick up
- Menor presión de cilindros aumenta el pick up

Según (Córdova, 2022) menciona algunos factores que influyen en el proceso de Impregnación:

- Dureza de los rodillos del foulard
- Presión de exprimido
- Capacidad de absorción de las fibras
- Velocidad de los rodillos

1.3.6. Radiación solar en la industria textil

Uno de los componentes de alta relevancia en cuanto a la protección de la radiación solar se encuentra el sustrato textil el cual según investigaciones puede ser un material eficaz que aporte a la protección de la radiación ultravioleta. Dicho de otro modo, el factor de protección solar (SPF)/(UPF) factor de protección ultravioleta pueden ser mejores. Sin embargo, uno de los inconvenientes para el uso de prendas como un cierto

elemento de protección solar no se cuenta con un respaldo de etiquetado en él se especifique el dato de UPF de las prendas (Hatch & Osterwalder, 2006).

Según los autores (Hatch & Osterwalder, 2006) afirman que las telas de algodón y sus mezclas es decir una de las más comunes algodón/ poliéster y la de rayón con sus posibles mezclas adquieren la capacidad de absorber la radiación solar en una cantidad considerable. Dicho de este modo, de acuerdo con investigaciones anteriores se demuestra la existencia de compuestos que pueden aportar a tejidos en la protección de rayos UV y sobre todo evolucionar en un futuro con el propósito de obtener un respaldo de etiquetado respectivo ante las prendas que tengan un valor agregado de protección UV.

1.3.6.1. Radiación UVA.

En cuanto a la radiación UVA y demás tipos de radiación se designan como la potencia de energía solar UV por unidad de superficie UV. Además, estos tipos de radiaciones solares son medidos en (W/m^2) presentando de tal forma en tres tipos de longitudes de ondas (Saucedo et al., 2019).

La radiación UVA, por su parte, causa efectos adversos en la dermis y el envejecimiento prematuro, además de ser un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer a lo largo del tiempo, afectando así la salud. Ante esta perspectiva investigadores mencionan que el 1.3% de radiación UV llega a la superficie de la tierra en donde mediante estudios determinan que el 98% pertenece a la UVA y 2% de UVB (Saucedo et al., 2019).

1.3.6.2. Radiación UVB.

La radiación solar también cuenta con efectos positivos que aportan a la salud como el de proveer la vitamina D a la piel y sus posibles tratamientos en ella. Sin

embargo, los resultados de los efectos que puede causar el exceso de exposición son mayor en cuanto a sus beneficios (Kocić et al., 2019).

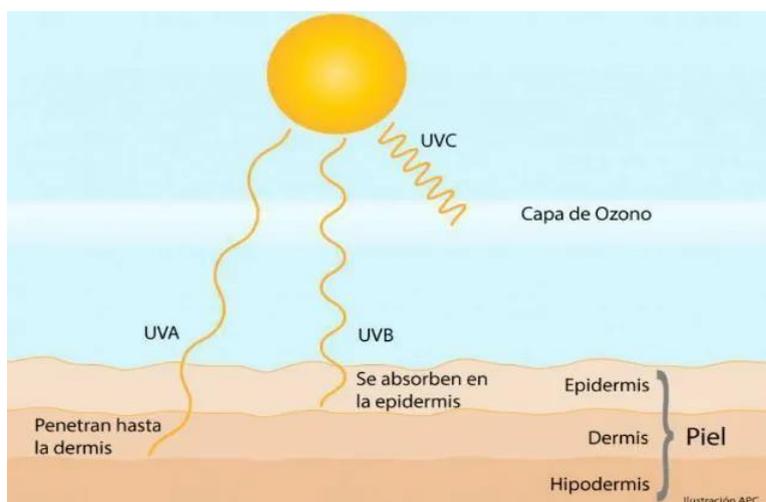
Por otro lado, la radiación ultravioleta UVB también puede causar daños completamente agudos entre ellos: foto envejecimiento, quemaduras solares y melanoma (tipo de cáncer más grave en la salud), considerados como las más principales amenazas a causa de este tipo de radiación (Fang et al., 2022).

1.3.6.3. Radiación UVC.

De acuerdo con la radiación ultravioleta UVC emitida por el sol no llega a la superficie terrestre ya que esta es filtrada por el ozono de la atmósfera, por tal motivo no causa efectos secundarios en la piel, sin embargo, todo depende de la estabilidad de la capa de ozono. Además, las radiaciones ultravioletas se encuentran divididas en tres categorías según su longitud de onda y la capacidad de interactuar con la materia, como se muestra a continuación: UVC con longitud de onda corta (200-280 nm), UVB media (280-320 nm) y UVA larga (320-400 nm) (Fang et al., 2022).

Figura 10

Problema de radiación solar UVA, UVB y UVC en la piel



Fuente: (Pulido, 2018)

1.3.7. Factores que influyen en la protección UV

Existen un sinnúmero de factores que pueden influir en un género textil ante la protección UV, entre los más destacados se describen a continuación:

1.3.7.1. Estructura de tejido.

Según los investigadores (Kocić et al., 2019) mencionan que la forma de elaboración de telas influye mucho en la capacidad de protección de rayos ultravioletas, por tal motivo a largo de la historia se han presentado algunos parámetros relevantes que pueden influir. Si bien es cierto, en la estructura de los tejidos planos y de punto hay presencia de varios vacíos como también poros, es decir, que los tejidos pueden tener espacios de aire entre los hilos que forman el tejido.

En efecto los textiles pueden presentar funcionalidades de protección UV porque consiguen ser capaces de reflejar, absorber y dispersar la luz solar, teniendo en cuenta varios factores que pueden llegar a influir en el tema de protección UV, uno de ellos la estructura de los géneros textiles en el que como problemática está presente la radiación solar que atraviesa por los espacios del tejido, técnicamente conocida como la transmitancia de rayos UV en textiles (Čuden & Urbas, 2023).

Con relación a lo mencionado anteriormente la estructura de los tejidos pueden verse influenciados en la protección UV, ya que a mayor grosor, capacidad o densidad del tejido existe una mayor protección UV, por esta razón cuando se habla de densidad se refiere a la cantidad de hilos por unidad de área en un tejido por lo tanto los tejidos de punto suelen ser menos densos que los tejidos planos (Bolaños, 2017).

1.3.7.2. Color

Es aquel proceso químico que consiste en aplicar un tipo de colorante y demás auxiliares con el fin de aportar una tonalidad diferente al material textil. En habidas

cuentas, estudios demuestran que los colores oscuros generalmente ofrecen una mayor protección contra las radiaciones UV, mientras que los colores claros proporcionan una protección menor. Además, los colorantes textiles cuentan con la capacidad de absorción de los rayos UV en menor o alto grado, todo esto depende del tipo de tejido y el colorante utilizado (Bolaños, 2017).

De hecho, una investigación anterior se enfoca en aplicar una técnica de coloración en fibra de lana con el fin de brindar propiedades de protección UV mediante la implementación de la síntesis in situ de nanopartículas de selenio logrando obtener una protección UV del 61,82 % de efectividad (Razmkhah et al., 2021).

1.3.7.3. Tipo de Acabado

Los acabados textiles son fundamentales en la industria textil ya que permiten crear productos con el fin de satisfacer necesidades y preferencias del consumidor, en efecto los textiles con FPU permiten proteger ante los daños causados por la radiación UV, este tipo de acabado puede ser aplicado a una amplia variedad de textiles así también, la durabilidad de este acabado depende del cumplimiento de las instrucciones de cuidado de parte del fabricante (Bolaños, 2017).

Por su parte, las investigaciones demuestran que las fibras celulósicas presentan un UPF bajo. Sin embargo, existen alternativas que pueden ayudar a mejorar este aspecto mediante el uso de diferentes elementos y químicos que aporten en la protección de rayos UV en tejidos, entre los productos a utilizar pueden ser: SiO_2 , TiO_2 , ZnO , CuO y Ag , agentes químicos que aportan a mejorar la protección UV en textiles (Felipe et al., 2022).

Capítulo II

2. METODOLOGÍA

Este capítulo se detalla información acerca de las normas, tipos de investigación, flujogramas, uso de equipos y materiales, procedimiento y pruebas de laboratorio, como parte esencial para el avance de esta propuesta de investigación.

2.1. Normas

Para la realización del presente trabajo de investigación se emplearon dos normas AATCC e ISO en el laboratorio de la carrera de Textiles, acordes al tema de estudio con el fin de garantizar y asegurar la transparencia para la obtención de resultados confiables.

2.1.1. Transmitancia o bloqueo de la radiación ultravioleta en tejidos (AATCC 183: 2014)

Esta normativa de laboratorio es utilizada con fines enfocados en la medición del bloqueo o transmitancia de los rayos UV en los textiles, es decir, esta norma permite analizar de manera rigurosa los resultados obtenidos para la obtención de criterios objetivos que puede facilitar la evaluación de calidad de un textil con o sin acabado ante la radiación ultravioleta. Por otro lado, esta norma cuenta con tres tipos de sondas UVA, UVB y UVC que requieren ser medidas a diferentes direcciones con el objetivo de determinar el ángulo de mayor radiación para ello se empieza con un ángulo de inclinación a 0°, seguidamente a 45° y una última medida de 90°.

2.1.2. Procedimiento de lavado y secado doméstico para ensayos textiles (ISO 6330:2012)

Esta norma específica detalladamente el proceso de lavado doméstico aplicado a ensayos textiles mediante el programa 3N. De hecho, este ensayo es aplicado a todo artículo textil como prendas, tejidos y entre otros.

Para la realización de este proceso de lavado y secado domésticos de géneros textiles se aplicó el uso respectivo de la norma ISO 6330: 2012, con el propósito de verificar el comportamiento del acabado con propiedades de protección UV luego de ser sometido a este proceso de lavado.

2.2. Tipos de investigación a aplicar

En el proceso de esta investigación enfocada en desarrollar un acabado para medir los efectos de la radiación UV mediante el uso de la concha de nácar en un tejido Jersey 65%/35% poliéster/ algodón, se han seleccionado los siguientes métodos de investigación: analítica, experimental y comparativa. Pasos secuenciales para la continuidad de la investigación hasta la obtención de resultados para el respectivo análisis.

2.2.1. Investigación analítica

La investigación analítica se basa en una serie de requerimientos a cumplir: primero la interrogante de investigación es donde se define el problema y una idea clara a las posibles soluciones, seguidamente la recolección de datos mediante el uso de fuentes bibliográficas confiables, por otra parte, se reporta la información para el análisis y predicción usando herramientas estadísticas y en último término la acción basada en la toma de decisiones (Bravo et al., 2021).

En contexto, una vez culminado con las pruebas de laboratorio por medio de la investigación analítica se recopilaron datos del proyecto de investigación de un acabado con concha de nácar para la protección UV, se registran datos acordes a las dosificaciones especificadas en las recetas, y por último dicha investigación permitió dar validez o no al tema de estudio conforme a los resultados obtenidos.

2.2.2. Investigación experimental

Esta investigación se ha considerado como una parte científica dentro del desarrollo de la investigación a fin de lograr obtener datos supuestos o teóricos sobre el tema de estudio, la investigación experimental se caracteriza por aquel manejo pertinente en las variables independientes y el impacto que presenta esta con respecto a la variable dependiente (Ramos, 2021).

Se aplicó esta investigación ya que se necesitó realizar estudios previos sobre el acabado con concha de nácar para verificar cuan efectivo o no resulta ser este producto como agente de protección UV en un tejido de punto jersey. Como punto de partida se realizó evaluaciones previas en donde se estableció la mejor receta para realizar el acabado, optando así por productos que ayudaron a mejorar la impregnación del nácar en el sustrato textil, posteriormente se realizó los dos ensayos: el de determinar la protección UVA, UVB y UVC en tejidos, el ensayo de lavado doméstico y con los datos obtenidos se procedió al análisis e interpretación de resultados.

2.2.3. Investigación comparativa

Esta investigación permite realizar varios análisis comparativos de una o varias variables que se presentan en el progreso de un estudio investigativo, a fin de obtener diferencias o similitudes entre los ensayos, este método tiende a ser muy eficaz ya que ostenta de un objetivo principal de la generalización empírica y para dar paso a una verificación de una hipótesis (Gómez et al., 2014). En contexto, esta investigación se aplicó a fin de ver las posibles similitudes y diferencias de los acabados realizados con productos como: nácar, micro emulsión de silicona, ligante, igualante. Además, esta investigación permitió dar veracidad sobre la receta indicada para el proceso.

2.3. Flujogramas

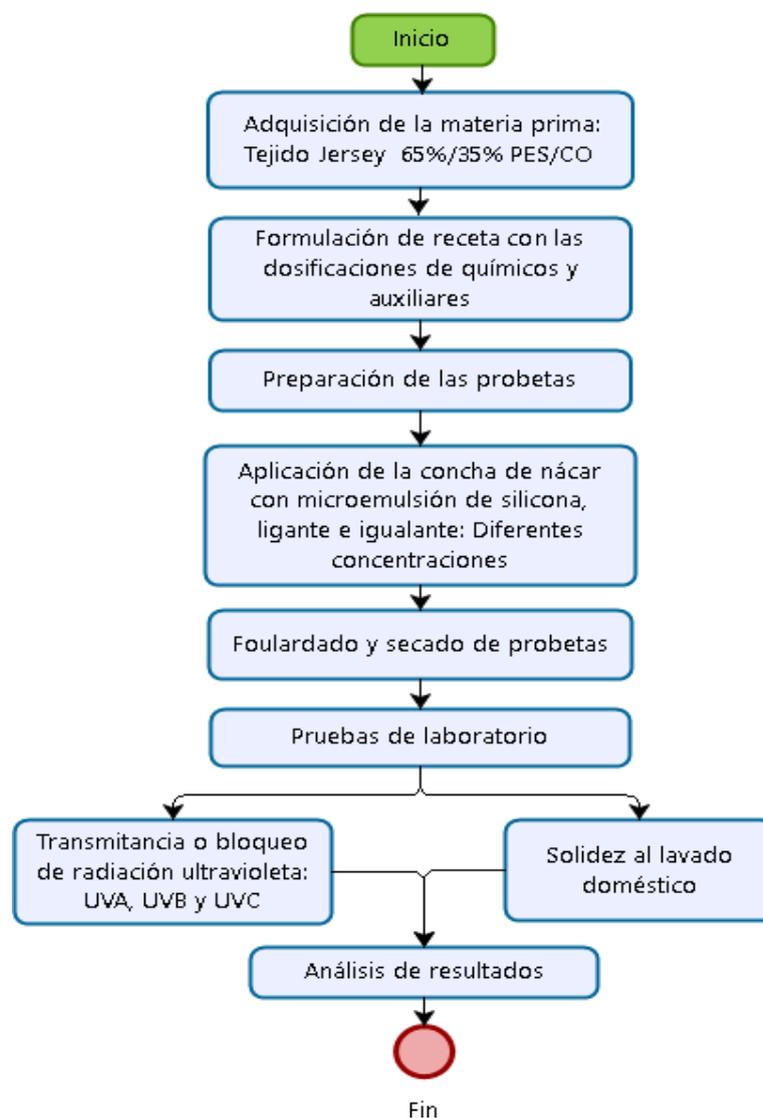
En esta sección se detalló cada uno de los flujogramas tanto el general como el muestral que se aplicaron en el desarrollo de la investigación.

2.3.1. Flujograma general

Para el desarrollo del caso práctico de la investigación **Figura 11**, se muestran los pasos a seguir para la obtención del acabado y sus pruebas posteriores que verifican la posible efectividad del acabado textil ante la radiación ultravioleta.

Figura 11

Flujograma General

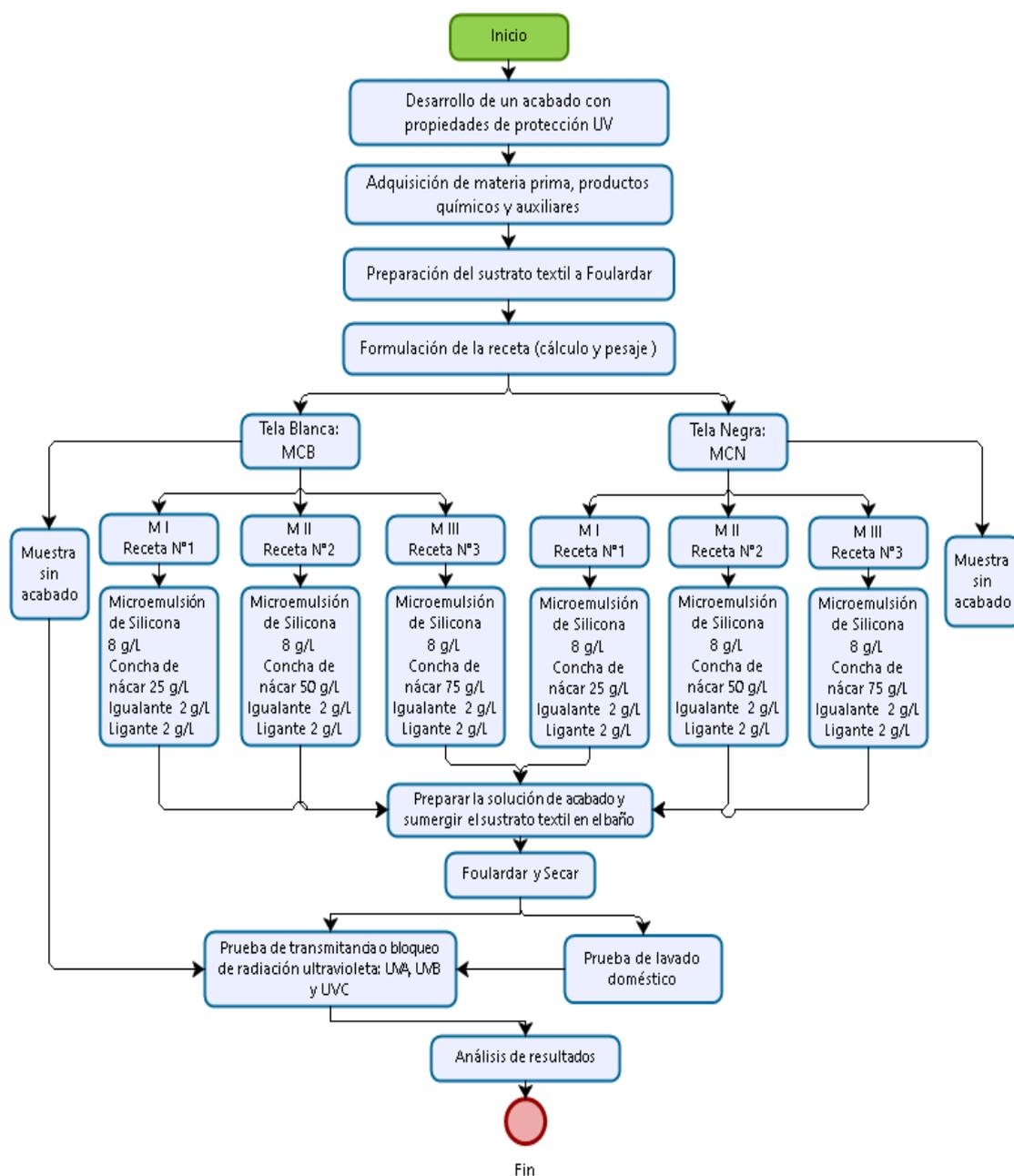


2.3.2. *Flujograma muestral*

En el flujograma muestral **Figura 12**, se detalla más a profundidad el proceso del acabado, además de las recetas para cada muestra acorde a las tonalidades del tejido según lo planteado en la investigación. Además, se da a conocer el número total de muestras y las concentraciones de los productos para cada receta.

Figura 12

Flujograma muestral



2.4. Equipos y Materiales

Para el desarrollo de la parte práctica de la investigación se utilizó diferentes tipos de materiales y equipos acorde a las necesidades, como se describe a continuación:

2.4.1. *Foulard*

El equipo utilizado en la fase práctica del proyecto fue el foulard horizontal del laboratorio, con el propósito de realizar acabados textiles en el tejido, este equipo cuenta con una cuba (cantidad de baño mínimo 250 ml) y rodillos (medida sustrato 25cm x 1m) que hacen presión con el fin de exprimir e impregnar mejor la solución en el sustrato textil. Además, este equipo cuenta con sensores que ayudan a controlar la velocidad, presión y pick up en el proceso.

Figura 13

Foulard de Laboratorio Textil UTN



2.4.2. *Equipo de laboratorio para lavado doméstico*

El equipo denominado “Wascator” de la marca Electrolux que se dispone en el laboratorio permite realizar pruebas de solidez al lavado de un género textil con acabado a fin de determinar la permanencia o no del mismo en el tejido luego de ser sometido a un proceso de lavado. No obstante, esta lavadora está estandarizada para el uso en

laboratorios textiles, ya que es un equipo que se maneja mediante el uso de normas europeas que validan los ciclos de lavado de los sustratos textiles.

2.4.3. Túnel de secado

El túnel de secado o también conocido como secadora de bandas es un equipo que permite realizar el secado de textiles acorde a las condiciones requeridas por el material textil, entre las características del túnel de secado están: longitud de 2,50 m, altura y ancho de 1.10 m, entre sus características técnicas están: voltaje del motor de 220 v, velocidad de 0 a 15 m/min y una temperatura de 0 a 300 °C (Córdova, 2022). El funcionamiento radica mediante la programación de la velocidad y temperatura en el equipo, así mismo el respectivo movimiento de las bandas con el propósito de que el secado de los sustratos sea el más adecuado y uniforme.

Figura 14

Túnel de secado



2.4.4. Fotoradiómetro

Es un equipo de la marca Delta OHM que tiene la capacidad de medir la radiación ultravioleta en W/m^2 , tanto UVA, UVB y UVC en tejidos textiles. Hay que considerar algunos parámetros o instrucciones técnicas del manejo del equipo para la medición UV: las sondas deben estar conectadas antes de encender el equipo para que sea detectada de

forma automática, es decir, para asegurar un correcto funcionamiento es necesario apagar el fotoradiómetro cada vez que se realice el cambio de sonda (DeltaOHM, 2017). Por consiguiente, para llevar a cabo las pruebas de radiación fue necesario el uso de un termohigrómetro para medir la temperatura y humedad relativa del medio antes de llevar a cabo el ensayo.

Figura 15

Fotoradiómetro

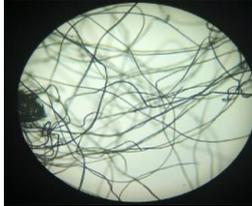


2.4.5. Tejido Jersey 65%/35% poliéster/algodón

Materia prima esencial para el desarrollo del proyecto de investigación, es aquel tejido que está conformado por dos tipos de fibras: el 65% de fibra sintéticas y el 35% de fibra natural, es una de las composiciones más comunes dentro del mercado textil.

Del mismo modo este tipo de tejido se caracterizan principalmente debido a ventajas de suavidad, elasticidad y aspecto ligero del mismo. Además, un tejido de polialgodón puede aportar mejor comodidad y transpirabilidad durante el uso.

Tabla 2*Información técnica de la muestra*

Tipo de Tejido		Composición		Análisis Microscópico
Jersey Mayer		65%/35% PES/CO		
Gramaje (g/m^2)	Rendimiento (m/kg)	Ancho (m)		
185	3.00	1.80		

Fuente: El Autor

2.4.6. Concha de nácar en partículas

Es un polvo obtenido del caparazón de la madre perla el cual tiene múltiples propiedades y usos en la industria, sabiendo que es un producto que no genera alergias a la piel logrando incursionarse en diferentes campos de aplicación. Con respecto a la obtención de este producto natural se optó en la adquisición de la concha de nácar completamente molida, se realizó el proceso de tamizado con ayuda de una malla de estampación. En la **Tabla 3**, se muestra la cantidad obtenida de partículas de nácar mediante el proceso de tamizado.

Tabla 3*Cantidad de producto tamizado del nácar*

DATOS OBTENCIÓN DEL NÁCAR			Evidencia del proceso
Gramaje Inicial	60 g		
Gramaje Final	33,5 g		
Cant. Desperdicio	26,5 g		
Tamizado	Malla de estampación N 90		

Fuente: El Autor

2.4.7. Instrumentos y auxiliares

El proyecto de investigación se desarrolló mediante el uso de diferentes instrumentos y materiales pertenecientes a la Carrera de Textiles, para el proceso de acabado con nácar se optó en utilizar diferentes productos auxiliares, como se especifica a continuación:

Tabla 4

Instrumentos y auxiliares utilizados para el acabado

Instrumentos	Descripción
Vaso de precipitación	Recipiente de vidrio, en el que se utilizó medidas de 500 ml, 50ml y 25 ml
Pipetas	Permite medir líquidos con más precisión.
Varilla de agitación	Facilita la mezcla de productos hasta que sea homogénea
Medidor pH	Indica si la mezcla es ácida, neutra o alcalina
Probetas	Ayuda a medir líquidos con mayor precisión
Sera Wash CRL	Detergente utilizado para procesos de lavado doméstico
Perisoft HS	Producto utilizado para acabados textiles para fijar o como agente suavizante
Novaprint FSH	Sirve para sujetar el nácar en el tejido
Marvacol ASC	Permite mantener dispersas a las partículas de nácar en la solución
Partículas de nácar	Polvo con propiedades antibacterianas, protección UV, ignífugo, etc.

Fuente: El Autor

2.5. Procedimiento

En cuanto al proceso del acabado y su posterior evaluación mediante equipos de laboratorio, es necesario seguir los siguientes pasos:

2.5.1. Planificación de pruebas

En cuanto a la planificación de pruebas se optó en realizar algunos ensayos preliminares los que ayudaron a identificar efectos negativos y parámetros importantes durante la preparación de la solución con el fin de verificar la reacción del nácar al estar en contacto con agua y productos auxiliares hasta lograr una solución realizable para dar el respectivo acabado. Ante esto, se optó en realizar un ensayo previo en el que se buscó principalmente que la solución sea homogénea y que las partículas de nácar no se precipite. Ahora bien, en la **Tabla 5**, se detallan las dosificaciones de cada producto.

Tabla 5

Receta Preliminar

Receta Preliminar			
Material	Tejido Jersey	Pick up	92% \pm 2%
	65%/35% PES/CO		
Volumen	350 ml	T° Secado	180°C
Producto Químico - Auxiliar	Dosificación		Cantidad
		(g/L)	(g)
Nácar		50	17,5
Micro emulsión de silicona		8	2,8

Nota: Receta preliminar para el análisis de la solución y acabado

Sin embargo, al mezclar productos como (nácar, agua y micro emulsión de silicona) se logró evidenciar que, la mayor parte del nácar se precipitaba debido al tamaño

de sus partículas, de todas maneras, la solución se tornó de color blanquecina, pero manteniéndose aún transparente debido a la escasa disolución del nácar.

De este modo, en la **Tabla 6**, se planteó la formulación de una nueva receta tomando en cuenta a esta como la definitiva, en la que tomó parte de la receta anterior para posteriormente añadir otros auxiliares como: igualante y ligante siendo el complemento para lograr una solución adecuada para el acabado.

Tabla 6

Receta para el proceso de acabado

Receta			
Material	Tejido Jersey 65%/35% PES/CO	Pick up	92% \pm 2%
Volumen	350 ml	T° Secado	180 °C
Producto Químico – Auxiliar	Dosificación (g/L)	Cantidad (g)	
Nácar	50	17,5	
Igualante	2	0,7	
Micro emulsión de silicona	8	2,8	
Ligante	2	0,7	

2.5.2. Formulaciones y parámetros

Se detallan de manera más profunda los procesos previos y las recetas para el desarrollo del acabado, en el que como principal variante está la concentración de concha de nácar. Para ello, se utilizaron 3 diferentes dosificaciones de nácar teniendo en cuenta que las cantidades a utilizar radica principalmente a partir de los ensayos preliminares realizados anteriormente. En virtud de ello, el uso del nácar parte de 50 g/L en el que se

obtuvo resultados favorables en cuanto a la homogenización de la solución. A continuación, se detallan las tablas con cada una de las recetas acorde a la investigación:

En la **Tabla 7**, se especifica la primera formulación en la que se opta en emplear 25 g/L de concha de nácar en el baño, teniendo en cuenta que la cantidad de los demás productos como igualante, micro emulsión de silicona y ligante son iguales para todas las recetas. Es importante resaltar que se estableció 3 dosificaciones de nácar para esta investigación teniendo como referencia estudios anteriores, Evaluación de características antibacterianas en tejido Jersey 100% CO con nácar y Ecomax Textile Co., Ltd que en su investigación hace uso del 20% de la concha de nácar.

Tabla 7

Receta para muestras I en color Blanco y Negro, aplicando 25 g/L de nácar

Receta N°1			
Material	Tejido Jersey 65%/35% PES/CO	Pick up	92% ± 2%
Volumen	350 ml	T° Secado	180°C
Producto Químico - Auxiliar	Dosificación	Cantidad	
	(g/L)	(g)	
Nácar	25	8,75	
Igualante	2	0,7	
Micro emulsión de silicona	8	2,8	
Ligante	2	0,7	

Por consiguiente, en la **Tabla 8**, se aplicó una dosificación de 50 g/L de nácar a la receta logrando evidenciar mayor uniformidad en la solución del baño y el tiempo de

precipitación es más lento, permitiendo obtener un acabado con un mejor aspecto. Por tal motivo a esta formulación se tomó como punto base y medio ante las demás recetas.

Tabla 8

Receta para muestra II en color Blanco y Negro, aplicando 50 g/L de nácar

Receta N°2			
Material	Tejido Jersey 65%/35% PES/CO	Pick up	92% ± 2%
Volumen	350 ml	T° Secado	180°C
Producto Químico - Auxiliar	Dosificación (g/L)	Cantidad (g)	
Nácar	50	17,5	
Igualante	2	0,7	
Micro emulsión de silicona	8	2,8	
Ligante	2	0,7	

Tras haber realizado las formulaciones anteriores, se procedió a una tercera concentración de 75 g/L de nácar detallada en la **Tabla 9**, a pesar de ser una dosificación alta en este estudio investigativo este acabado obtuvo un buen aspecto visual en cuanto al brillo, color, textura y suavidad. Además, esta dosificación se realizó en base a punto de partida de estudios anteriores sobre el uso del nácar ya sea como fibra o insumo para acabados textiles. Respecto a la muestra IV está no fue expuesta a ningún tipo de tratamiento con nácar puesto que servirá como testigo de referencia ante los demás acabados para el respectivo análisis e interpretación de los mismo, a fin de verificar el comportamiento de este acabado ante la radiación UV.

Tabla 9

Receta para muestra III en color Blanco y Negro, aplicando 75 g/L de nácar

Receta N°3			
Material	Tejido Jersey 65%/35% PES/CO	Pick up	92% ± 2%
Volumen	350 ml	T° Secado	180°C
Producto Químico - Auxiliar	Dosificación	Cantidad	
	(g/L)	(g)	
Nácar	75	26,25	
Igualante	2	0,7	
Micro emulsión de silicona	8	2,8	
Ligante	2	0,7	

Se utilizaron los parámetros descritos en la **Tabla 10**, con el objetivo de obtener un resultado favorable en el proceso de acabado.

Tabla 10

Parámetros técnicos del Acabado con nácar

DATOS TÉCNICOS DEL ACABADO			
Tipo de Acabado	Textil con FPU	pH	7.5-8
Artículo	Tejido Jersey 65%/35% PES/CO	Presión	1.5 psi
Medida de muestra	1m x 25 cm	Velocidad	1 m/min
Tipo de proceso	Impregnación	T° Secado	180 °C
Pick up	92% ± 2%	V. Secado	10 m/min

Los parámetros expuestos en la **Tabla 10**, fueron obtenidos a base de ensayos previos realizados principalmente en el equipo foulard el cual tiene como función para dar acabados textiles, como también se detallan datos técnicos del túnel de secado.

2.5.3. Preparación de muestras

A continuación, se detallan puntos importantes ante la preparación de las muestras previas al proceso:

- **Medidas de las muestras**

Las probetas utilizadas para la evaluación de la transmitancia o bloqueo de la radiación UVA, UVB y UVC en tejidos requiere que las mediciones sean de (50x50) mm para realizar el ensayo de rayos UV en el equipo fotoradiómetro. Además, durante el corte de las muestras se recomienda no maltratar, manchar o mojar el sustrato.

- **Número de muestras**

Para este ensayo de transmitancia o bloqueo de rayos UV en tejidos se requieren 2 especímenes de cada probeta tratada como requisito principal para el ensayo como especifica la norma AATCC 183: 2014. Por consiguiente, una vez establecida las recetas para el acabado se plantea la cantidad de probetas a utilizar en la parte práctica de la investigación. Además, el número de muestras de lavado es con relación al ensayo que se va a aplicar a las probetas en este caso prueba de transmitancia o bloqueo de radiación ultravioleta.

- **Preparación de la muestra**

Para la preparación de la muestra, en primer lugar, se realizó un prelavado de las dos tonalidades de tejido color negro y blanco con el objetivo de retirar el acabado presente en el mismo, para ello se optó en aplicar un lavado doméstico método 3N. Luego,

se deja que el secado de la tela sea a temperatura ambiente, posterior a esto el respectivo acondicionamiento de 24 horas para garantizar su estabilidad dimensional. Finalmente, se realizó el corte de las muestras para el acabado por impregnación en el foulard.

2.5.4. *Proceso de impregnación-acabado*

En cuanto a este proceso, en primer lugar, tiene como fin mejorar y modificar diversas propiedades de los géneros textiles, así mismo depende de las recetas planteadas y la calibración del Foulard.

En segundo lugar, se procedió a realizar la preparación del baño dependiendo a las dosificaciones establecidas del uso del nácar, por esta razón; para la primera receta se especifica en la **Tabla 7**, en cuanto a la segunda receta se detalla en la **Tabla 8**, y finalmente para la última receta presentada en la **Tabla 9**. Resaltando que para para todas las recetas la única variante es la dosificación de la concha de nácar. A continuación, se especifica algunos parámetros tomados en cuenta en esta fase:

Tabla 11
Datos técnicos del proceso de impregnación y secado

FICHA DE MUESTRAS- PRUEBA I, II y III				
IMPREGNACIÓN			SECADO	
Tipo de Tejido	Jersey	65%/35%	Temperatura	180 °C
	PES/CO			
Color	Blanco y Negro		Velocidad	10 m/min
Presión	1.5 psi		Tiempo	10 min
Volumen	350 ml			
Medida Tela	25cm x 1m			

2.6. Pruebas de laboratorio

Para realizar ensayos de laboratorios de manera efectiva, es esencial seguir las normativas específicas que se aplican a las pruebas de laboratorio, con el fin de garantizar resultados óptimos que pueden ser analizados mediante herramientas gráficas y estadísticas con su correcta interpretación.

2.6.1. Medición de la irradiancia UVA, UVB y UVC

Para llevar a cabo la prueba de radiación ultravioleta de manera adecuada, es importante definir un horario específico para las pruebas, el uso del termohigrómetro es fundamental para establecer las condiciones climáticas antes del ensayo de radiación ultravioleta en tejidos, además de contar con el equipo adecuado y las sondas correspondientes de UVA, UVB y UVC, todo ello en conformidad con las especificaciones técnicas establecidas por la norma AATCC 183: 2014. En la **Tabla 12**, se muestran datos a considerar para el análisis de rayos UV.

Tabla 12

Condiciones de evaluación de muestras

MEDICIÓN DE RADIACIÓN UV				
Hora	Tipo UV	Radiación	Ángulo	T y HR
12 p.m. a 14 p.m.	UVA, UVB y UVC	20 a 26 W/m ²	0°, 45° y 90°	21°C y 65% HR



2.6.2. Solidez del acabado al lavado doméstico

Este proceso se realizó para evaluar la duración del acabado realizado y así determinar cuan efectivo es este después del lavado. Así mismo, este proceso requiere ciertos pasos establecidos por la norma ISO 6330: 2012 como se describe a continuación:

- Para el lavado doméstico se hace uso del equipo Wascator, por lo que antes de su uso se hace la respectiva configuración de datos acorde al lavado que se requiere emplear.
- Se utilizó el programa 3N para realizar el lavado de los artículos textiles, además el peso requerido para este proceso consta ingresar 2 Kg de tela en el cual también se hace el uso de dos tipos de detergentes en polvo y líquido.
- Proceso realizado con el propósito de ver cuanto producto queda aún impregnado en el textil, lo que permite evaluar el tipo de acabado y durabilidad.
- Para el secado de las probetas luego del lavado se utilizó el túnel de secado, acorde a la siguiente configuración: temperatura 180° C, velocidad 10 m/min, tiempo 5 min.

2.6.3. Medición de la transmitancia o bloqueo de los rayos UVA, UVB y UVC

después del lavado

El lavado doméstico tiene importancia ante los acabados textiles ya que este proceso evidencia el comportamiento de estos sustratos luego del ensayo de lavado independientemente del proceso de acabado realizado. Se realizó el siguiente procedimiento:

- Una vez que los sustratos con acabado sean analizados por el fotoradiómetro se continua con el proceso siguiente.

- Se realiza el proceso de lavados de las muestras en base al programa 3N especificadas por el Wascator para acabados textiles.
- Una vez realizado el lavado y secado se procede a realizar nuevamente el ensayo de transmitancia o bloqueo de radiación en tejidos, bajo la normativa AATCC 183: 2014.
- El ensayo debe ser realizado en diferentes ángulos de inclinación del tejido, teniendo en cuenta que la medición a 0° del tejido es la más relevante en este proyecto ya que no intervienen factores externos que alteren el resultado.
- Finalmente, se procede a obtener los resultados para su posterior tabulación e interpretación en término de datos estadísticos relacionados con el tipo de acabado.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos del tema de investigación referente al ensayo analizado sobre la transmitancia o bloque de rayos UV bajo especificaciones de la norma AATCC 183: 2014. Además, los datos obtenidos son tabulados mediante el uso de programas estadísticos para el análisis e interpretación de estos.

3.1. Resultados

Una vez finalizada la parte práctica de ensayos realizados en laboratorio se han obtenido resultados sobre el comportamiento de un tejido ennoblecido con concha de nácar ante las radiaciones ultravioletas. En contexto, para obtener estos datos numéricos en la prueba de irradiancia se hace el uso adecuado del fotoradiómetro, equipo apto y calibrado en mediciones de tres tipos de radiación.

3.1.1. *Tabla de resultados de la irradiancia (W/m^2)*

Para llevar a cabo este análisis de prueba se establecen los resultados acordes a los datos de irradiancia en unidades de W/m^2 que facilita el equipo fotoradiómetro, teniendo en cuenta que para el ensayo se optó en realizar mediciones UVA, UVB y UVC para tejidos en tonalidades (blanco y negro) para establecer sus respectivas diferencias de protección UV. Además, sabiendo que la variante en este caso es la concentración del nácar en cada una de las muestras tratadas y verificar que tonalidad de tejido tiene mayor FPU. Sin embargo, para la obtención de resultados de los tejidos tratados mediante un acabado a base del uso de concha de nácar ante la alta exposición solar requiere seguir y cumplir con aquellos parámetros como la radiación solar normal, humedad relativa y zona horaria. Ahora bien, los resultados han sido obtenidos en base a un promedio de 10 tomas para los tres tipos de medidas mencionadas.

Tabla 13

Muestra N°1 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.

MUESTRA N 1																				
Tipo de Radiación		Radiación UVA						Radiación UVB						Radiación UVC						
Material Textil	Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)	Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)					Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)				
Radiación Normal	25,2740		24,3133						2,3972			1,8656			0,0059			0,0055		
Posición del tejido	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°		
Muestra sin Acabado	0,4495	0,5258	3,4902	0,2868	0,5184	2,2592	0,0531	0,0635	0,5128	0,0203	0,0359	0,4654	0,0006	0,0008	0,0017	0,0004	0,0009	0,0013		
Muestra con Acabado	0,393	0,4688	3,1223	0,2013	0,3801	1,9321	0,0390	0,0473	0,4366	0,0135	0,0239	0,3656	0,0005	0,0007	0,0015	0,0003	0,0007	0,0011		
% Protección	12,57	10,84	10,54	29,81	26,68	14,48	26,55	25,51	14,86	33,50	33,43	21,44	16,67	12,50	11,76	25	22,22	15,38		

Nota. La prueba de radiación se realizó alrededor del mediodía (12:00 p.m. a 14:00 p.m.) ya que es considerada el tiempo de mayor radiación solar.

En la **Tabla 13**, se detallan los resultados obtenidos de la receta 1, sobre el paso de radiación en muestras sin acabado y con acabado acorde a los diferentes tipos de medición UV. Además, se muestra el porcentaje de protección de la tela con acabado en comparación a la sin acabado.

Tabla 14

Muestra N°2 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC

MUESTRA N 2																			
Tipo de Radiación		Radiación UVA						Radiación UVB						Radiación UVC					
Material Textil	Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)	Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)					
Radiación Normal	21,4500		21,7630			1,7261			1,9220			0,0040			0,0041				
Posición del tejido	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	
Muestra sin Acabado	0,3492	0,3543	1,8996	0,3235	0,3324	1,7962	0,0482	0,0524	0,2196	0,0345	0,0467	0,2181	0,0004	0,0005	0,0007	0,0003	0,0004	0,0006	
Muestra con Acabado	0,2645	0,2751	1,4876	0,2149	0,2230	1,2160	0,0299	0,0346	0,1711	0,0211	0,0301	0,1630	0,0003	0,0004	0,0006	0,0002	0,0003	0,0005	
% Protección	24,26	22,35	21,69	33,57	32,91	32,30	37,97	33,97	22,09	38,84	35,55	25,26	25	20	14,29	33,33	25,00	16,67	

Nota. La prueba de radiación se realizó alrededor del mediodía (12:00 p.m. a 14:00 p.m.) ya que es considerada el tiempo de mayor radiación solar.

En la **Tabla 14**, se detallan los resultados obtenidos de la receta 2, sobre el paso de radiación en muestras sin acabado y con acabado acorde a los diferentes tipos de medición UV. Además, se muestra el porcentaje de protección de la tela con acabado en comparación a la sin acabado.

Tabla 15*Muestra N 3 Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC*

MUESTRA N 3																			
Tipo de Radiación		Radiación UVA						Radiación UVB						Radiación UVC					
Material Textil	Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			
Radiación Normal	21,0100			22,1710			1,9847			2,3111			0,0048			0,0052			
Posición del tejido	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	
Muestra sin Acabado	0,2998	0,5994	2,2582	0,2783	0,3896	2,1095	0,0264	0,0439	0,2993	0,0152	0,0269	0,2795	0,0006	0,0007	0,0014	0,0005	0,0006	0,0013	
Muestra con Acabado	0,1702	0,3507	1,4832	0,1232	0,2153	1,1895	0,0146	0,0262	0,2172	0,0069	0,0132	0,1901	0,00035	0,00045	0,0010	0,00025	0,00035	0,0008	
% Protección	43,23	41,49	34,32	55,73	44,74	43,61	44,70	40,32	27,43	54,61	50,93	31,99	41,67	35,71	28,57	50	41,67	38,46	

Nota. La prueba de radiación se realizó alrededor del mediodía (12:00 p.m. a 14:00 p.m.), tiempo de mayor radiación solar.

En la **Tabla 15**, se detallan los resultados obtenidos de la receta 3, sobre el paso de radiación en muestras sin acabado y con acabado acorde a los diferentes tipos de medición UV. Además, se muestra el porcentaje de protección de la tela con acabado en comparación a la sin acabado.

3.1.2. Tabla de resultados de la irradiancia después del lavado

Tabla 16

Muestra lavada- Tejido Blanco y Negro – Radiación UVA, UVB y UVC.

MUESTRA N 3																			
Tipo de Radiación		Radiación UVA						Radiación UVB						Radiación UVC					
Material Textil		Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)			Jersey 65%/35% PES/CO (Blanco)			Jersey 65%/35% PES/CO (Negro)		
Radiación Normal		21,3135			21,9048			1,3879			0,9629			0,0056			0,0057		
Posición del tejido		Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°	Ras (0°)	45°	90°
Muestra sin Acabado		0,2998	0,5994	2,2582	0,2783	0,3896	2,1095	0,0264	0,0439	0,2993	0,0152	0,0269	0,2795	0,0006	0,0007	0,0014	0,0005	0,0006	0,0013
Muestra Lavada		0,1795	0,3745	1,6061	0,1415	0,2328	1,3104	0,0165	0,0284	0,2282	0,0077	0,0146	0,2109	0,0004	0,0005	0,0011	0,0003	0,0004	0,0009
% Protección		40,13	37,52	28,88	49,16	40,25	37,88	37,50	35,31	23,76	49,34	45,72	24,54	33,33	28,57	21,43	40,00	33,33	30,77

Nota. La prueba de radiación se realizó alrededor del mediodía (12:00 p.m. a 14:00 p.m.) ya que es considerada el tiempo de mayor radiación

solar.

En la **Tabla 16**, se detallan los resultados obtenidos de la muestra lavada, sobre el paso de radiación en muestras sin acabado y con acabado acorde a los diferentes tipos de medición UV. Además, se muestra el porcentaje de protección de la tela lavada en comparación a la sin acabado.

3.2. Discusión de resultados

En esta sección se hace referencia a los resultados obtenidos para el adecuado análisis de confiabilidad de datos y la normalidad de este, mediante el uso del programa estadístico PAST 4.

3.2.1. *Análisis de la varianza*

Es una técnica estadística utilizada con la finalidad de analizar diferencias significativas en la media entre los grupos que se están comparando, se utiliza el ANOVA puesto que tiene la capacidad de comparar múltiples grupos y tiene control de las variables en el estudio investigativo (Dagnino, 2014). Mediante el uso del programa PAST 4 se ha permitido determinar la variación existente de datos obtenidos en el ensayo. Por lo tanto, este análisis se lo realiza a fin de encontrar diferencias entre los parámetros comparados para evidenciar cuanta dispersión se presenta en los resultados alcanzados.

Figura 16

Análisis de la varianza de la protección UVA, UVB y UVC (0°)

	0°-MCB-%UV	45°-MCB-%UV	90°-MCB-%UV	0°-MCN-%UV	45°-MCN-%UV	90°-MCN-%UV
N	9	9	9	9	9	9
Min	12,57	10,84	10,54	25	22,22	14,48
Max	44,7	41,49	34,32	55,73	50,93	43,61
Sum	272,62	242,69	185,55	354,39	313,13	239,59
Mean	30,29111	26,96556	20,61667	39,37667	34,79222	26,62111
Std. error	3,981579	3,829808	2,773703	3,755835	3,189434	3,518496
Variance	142,6767	132,0069	69,24085	126,9567	91,55239	111,4183
Stand. dev	11,94474	11,48942	8,321109	11,26751	9,568302	10,55549
Median	26,55	25,51	21,69	33,57	33,43	25,26
25 prcnil	20,465	16,25	13,025	31,57	25,84	16,025
75 prcnil	42,45	38,015	28	52,305	43,205	35,38
Skewness	-0,1346982	-0,1273152	0,3445292	0,5213288	0,3749534	0,3503049
Kurtosis	-1,588205	-1,515926	-1,186403	-1,366253	-0,7884499	-1,269196
Geom. mean	27,92203	24,46124	19,10556	37,997	33,63108	24,74971
Coeff. var	39,43314	42,60778	40,36108	28,61468	27,50127	39,65082

En cuanto a los resultados obtenidos del caso de estudio, se ha logrado evidenciar que el coeficiente de variación más alto es (CV= 42,60) perteneciente a la MCB evaluada

a 45°, mientras que el coeficiente de variación más bajo ($CV= 27,50$) de la MCN a 45°, por lo tanto se deduce que la dispersión de datos no es tan significativo ya que la mayoría de los datos son cercanos, sin embargo, la variación en las muestras mencionadas se debe a factores importantes como las condiciones climáticas que son muy cambiantes, el tipo de radiación a medir y las diferentes recetas aplicadas.

3.2.2. Normalidad de los datos

Con el fin de analizar la confiabilidad de los datos obtenidos en la **Figura 17**, se expone el respectivo análisis basado en la normalidad de datos obtenidos de las pruebas de laboratorio. Ahora bien, al ser analizados dichos datos en el software PAST 4 arrojan valores de normalidad $> 0,05$ en las muestras analizadas, por lo tanto, se confirma la validez del estudio propuesto con respecto al estudio sobre la protección UV de un textil con acabado de concha de nácar, demostrando de tal manera datos estadísticos con un porcentaje del 95% de confiabilidad en los resultados obtenidos, según los métodos, Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-Bera JB.

Figura 17

Normalidad de datos del análisis de protección UV

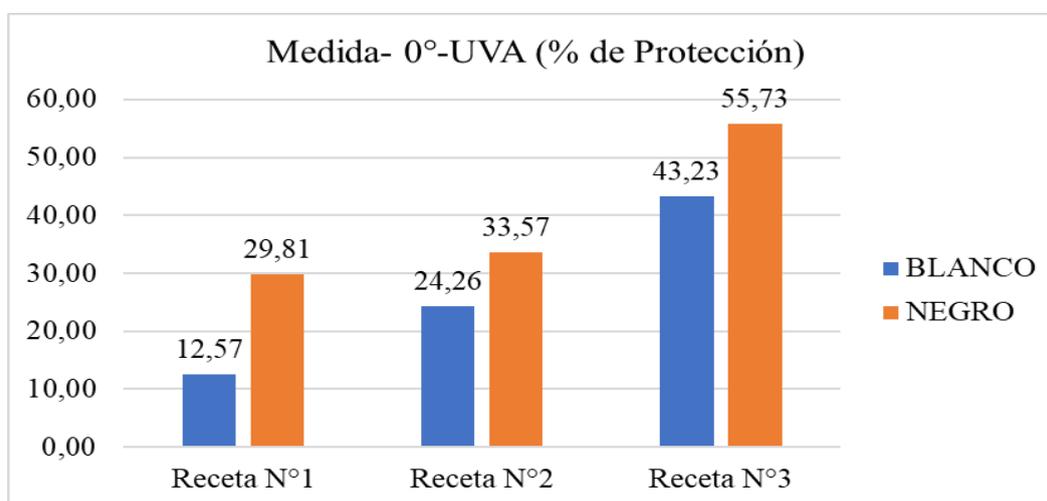
	0°-MCB-%UV	45°-MCB-%UV	90°-MCB-%UV	0°-MCN-%UV	45°-MCN-%UV	90°-MCN-%UV
N	9	9	9	9	9	9
Shapiro-Wilk W	0,909	0,9267	0,9336	0,8828	0,9605	0,9262
p(normal)	0,3087	0,4501	0,5166	0,1679	0,8036	0,4462
Anderson-Darling A	0,3783	0,2747	0,2917	0,5242	0,1982	0,2896
p(normal)	0,3248	0,5682	0,5247	0,1297	0,8347	0,5291
p(Monte Carlo)	0,3451	0,6233	0,5724	0,1301	0,8673	0,5799
Lilliefors L	0,1843	0,1734	0,1999	0,2524	0,1351	0,1604
p(normal)	0,502	0,601	0,3712	0,09611	0,9076	0,7191
p(Monte Carlo)	0,4964	0,6106	0,3744	0,1007	0,9052	0,7279
Jarque-Bera JB	0,7894	0,7472	0,6819	0,9282	0,529	0,7266
p(normal)	0,6739	0,6882	0,7111	0,6287	0,7676	0,6954
p(Monte Carlo)	0,3945	0,4142	0,4876	0,2762	0,6414	0,4449

3.2.3. *Discusión de resultados de las pruebas de protección UV*

En cuanto a la **Figura 18**, se puede evidenciar datos comparativos sobre la medición 0° de las tres recetas evaluadas en este proyecto investigativo, es decir, incluyendo desde la menor dosificación hasta la más alta. Ahora bien, de acuerdo a los porcentajes especificados en la gráfica se deduce que la tercera receta con 75 g/L de concentración de nácar resulta ser la más efectiva para tratarse de un textil con protección UV, otros de los factores que influyen en este estudio investigativo es el color del tejido, por tal motivo tratándose de un análisis comparativo de protección ultravioleta en tejidos con acabados con nácar tanto en color blanco y negro, existen resultados en el que se observó que el color negro proporciona un 55,73% de protección en comparación con el tejido blanco que alcanzó un nivel de protección UVA del 43,23%.

Figura 18

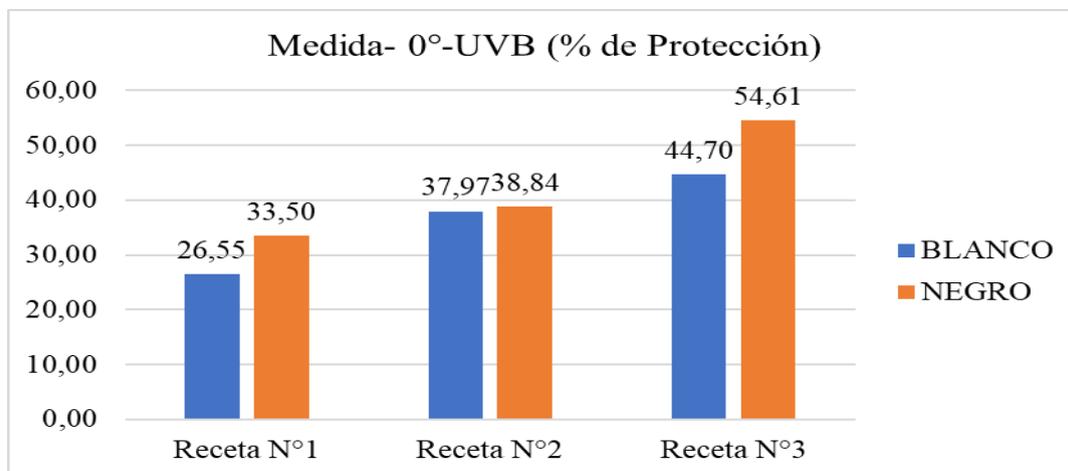
Porcentaje de protección a (ras) 0° -UVA (Negro y Blanco)



Por otro lado, en la medición UVB, es importante mencionar que el porcentaje de protección prevalece en la receta de mayor concentración del producto de nácar, así mismo los resultados muestran que el tejido con mejores resultados es el de tonalidad negro con un 54,61% de protección y un 44,70% en tela blanca especificados en la **Figura 19**, siendo estos aquellos resultados obtenidos en cuanto a radiación UVB.

Figura 19

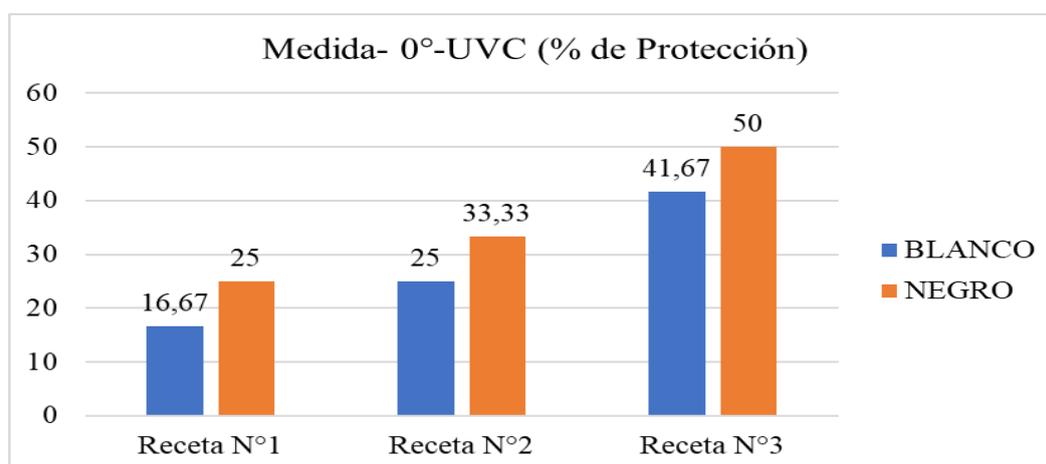
Porcentaje de protección a (ras) 0°- UVB (Negro y Blanco)



Otro punto importante por destacar son los porcentajes de radiación UVC, como se muestra en la **Figura 20**, donde indica que el porcentaje de protección más alto radica en el tejido de color oscuro, es decir, con el 50% para la tela negra y un 41,67% de protección UV en tejido blanco. Además, se puede notar que el porcentaje de protección aumenta en función a la cantidad de nácar impregnado en el textil.

Figura 20

Porcentaje de protección a (ras) 0°- UVC (Negro y Blanco)

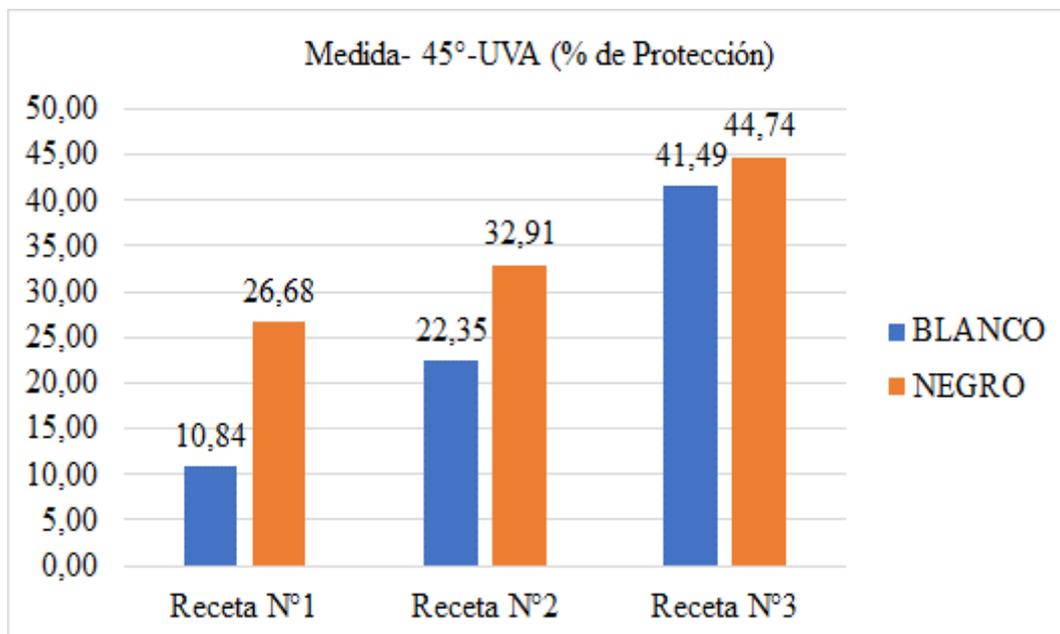


Dentro de la **Figura 21**, se detallan los resultados de protección ultravioleta en tejido blanco y negro a medida de 45° de inclinación, obteniendo los siguientes

porcentajes de protección UV: para el tejido de color negro del 44,74% y para el color blanco del 41,49% de protección UVA. Es conveniente aclarar que el factor de protección UVA es de mayor relevancia en el estudio puesto que es el tipo de radiación con mayor longitud de ondas y a pesar de ser una radiación débil puede generar daños severos en la salud con el pasar del tiempo, por tal motivo fueron las de mayor importancia en el proyecto investigativo.

Figura 21

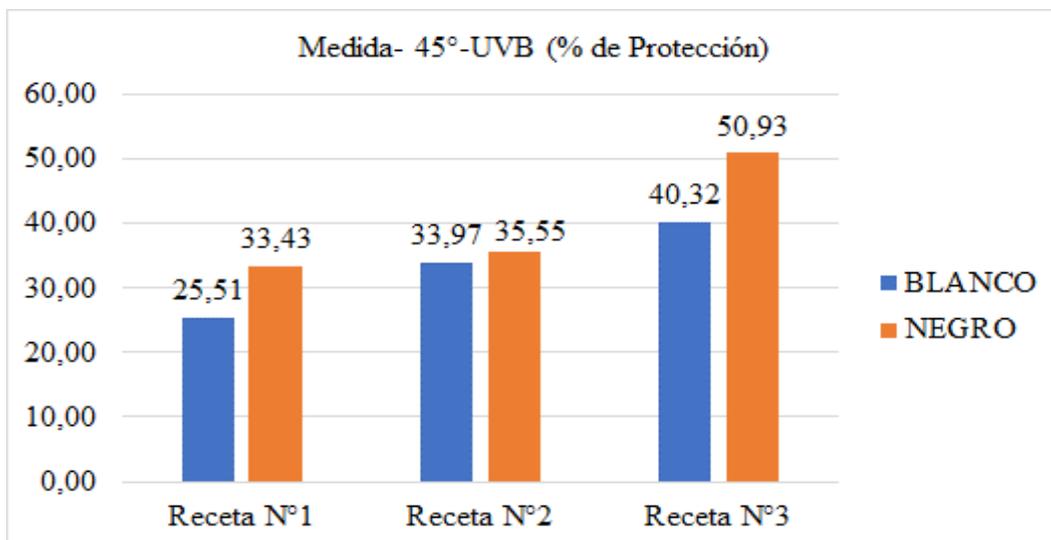
Porcentaje de protección a 45° UVA (Negro y Blanco)



Referente a la radiación UVB de la **Figura 22**, el porcentaje de protección en la receta de 75 g/L de nácar fue del 50,93% en color negro y 40,32% de protección UV en color blanco. Dicho de este modo se puede verificar que existe una considerable discrepancia de protección en cuanto al acabado con nácar dependiendo principalmente de la dosificación aplicada de este producto y también la tonalidad de los sustratos textiles al estar expuestos ante la radiación solar.

Figura 22

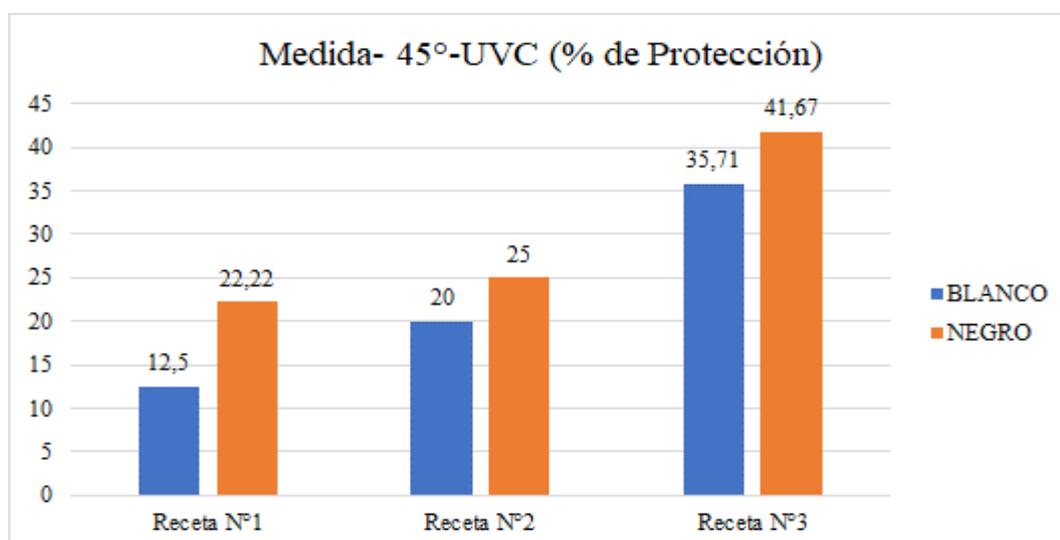
Porcentaje de protección a 45° UVB (Negro y Blanco)



En la **Figura 23**, se exponen los resultados pertenecientes a la medición de radiación UVC a 45° en el que se aprecia mayor protección en las probetas con concentración de 75 g/L de nácar, obteniendo mayor protección en tela negra. En este caso estadísticamente se obtuvo resultados del 41,67% en tela negra sin embargo en tela blanca la mejor protección del 35,71% en cuanto a los resultados obtenidos.

Figura 23

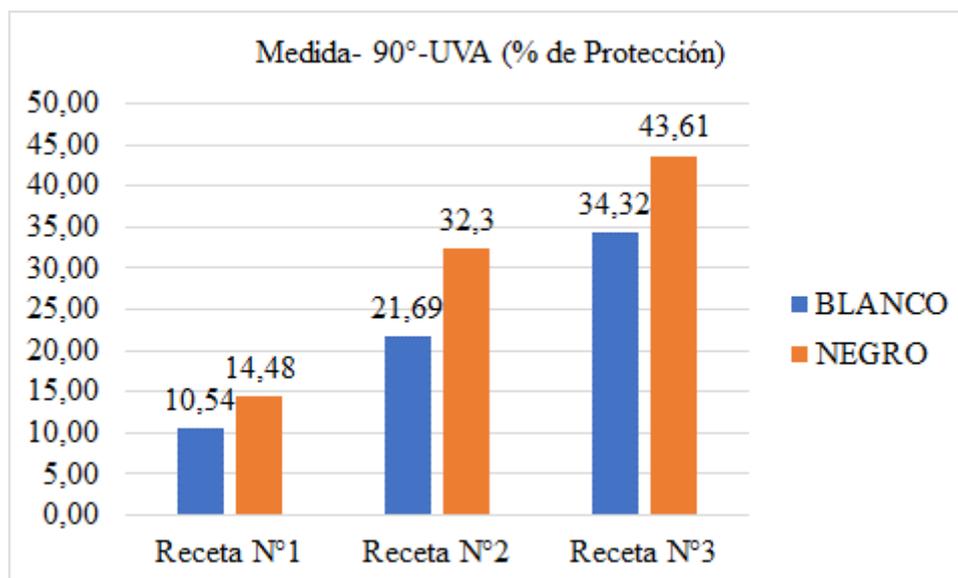
Porcentaje de protección a 45° UVC (Negro y Blanco)



En la medición de irradiancia en tejidos como muestra la **Figura 24**, hace referencia al porcentaje de protección en telas de color negro y blanco evaluadas a un ángulo de 90° en donde el traspaso de radiación solar no llega en su totalidad al lente de la sonda de radiación, además la formulación 3 como se detalla en la **Tabla 9**, permite obtener mejores resultados ante la evaluación de radiación ultravioleta, alcanzando un porcentaje del 43,61% en tela negra y en tonalidad blanca del 34,32% de protección ante la radiación solar.

Figura 24

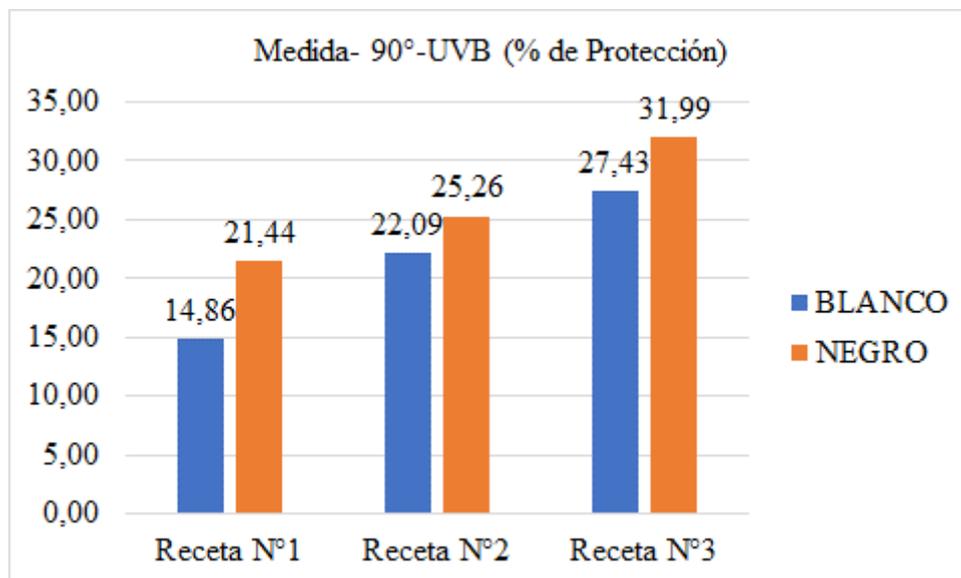
Porcentaje de protección a 90° UVA (Negro y Blanco)



Por otra parte, en cuanto a la radiación UVB a 90° mostrados en la **Figura 25**, los resultados de protección al igual que las gráficas anteriores van en aumento acorde a la dosificación de nácar aplicado en los sustratos textiles (blanco y negro) puesto que el color también influye al momento del análisis. Por lo tanto, en este tipo de radiación se obtuvieron datos de protección del 31,99% en el sustrato de color negro mientras que, del 27,43% de protección en el tejido blanco, resultados obtenidos de bloqueo de radiación en tejidos con acabados comparados a tejidos sin acabados.

Figura 25

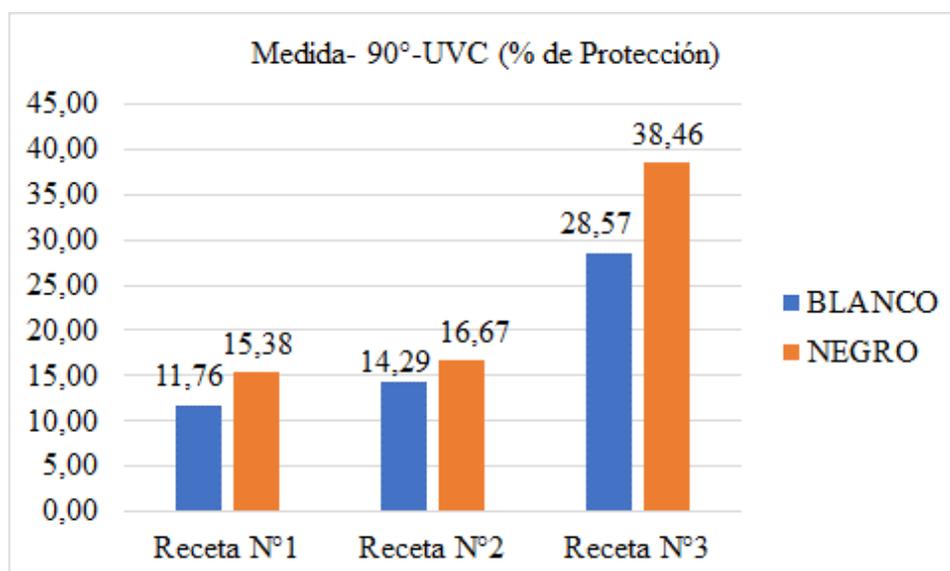
Porcentaje de protección a 90° UVB (Negro y Blanco)



Por consiguiente, en la radiación UVC a 90° los resultados de protección obtenidos se presentan en la **Figura 26**. En esta gráfica, se destaca que para la tela con acabado en tonalidad negra se logró alcanzar el 38,46% de protección y en la tela blanca el 28,57% arrojando diferencias significativas en cuanto al nivel de protección UV.

Figura 26

Porcentaje de protección a 90° UVC (Negro y Blanco)



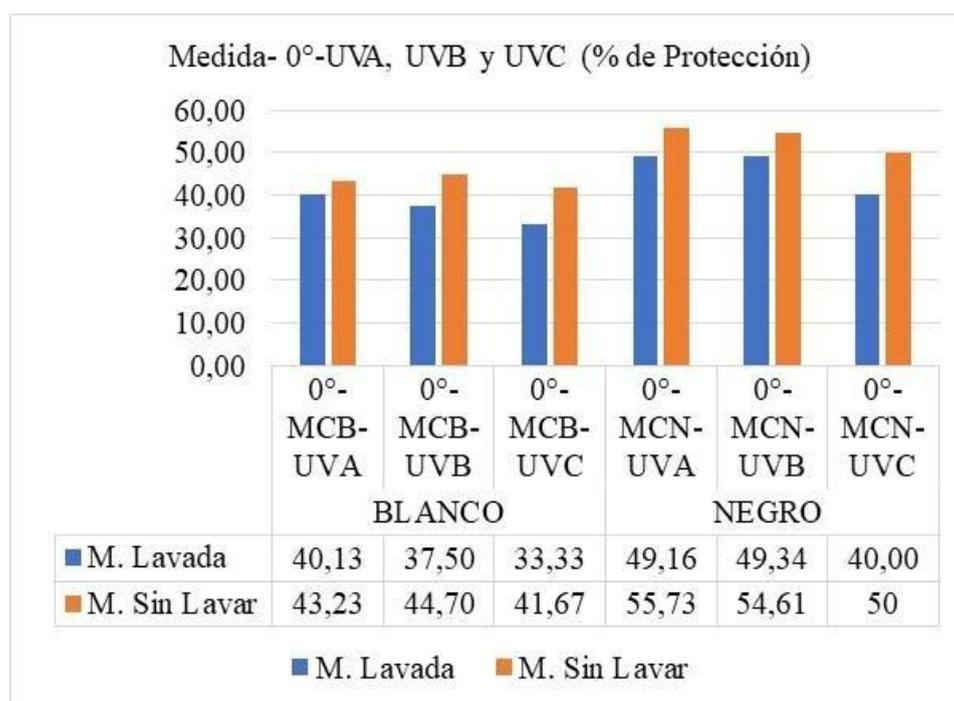
3.2.3.1. Análisis de la tabla general de resultados de la irradiancia antes y después del lavado

A continuación, se exponen los resultados comparativos de las probetas tratadas con probetas sometidas a lavado doméstico con el objetivo de ver la durabilidad del acabado y la efectividad de este después del lavado.

En la **Figura 27**, según los resultados obtenidos en porcentajes de protección de radiación UVA, UVB y UVC a medida de 0° se puede evidenciar una reducción en protección UV de los tejidos tratados después de la prueba de solidez al lavado doméstico, obteniéndose una disminución en radiación UVA de la MCN del 11,79%, para MCB del 7,18%, en radiación UVB de la MCN del 9,66%, para MCB del 16,11% y por último en radiación UVC de la MCN del 20% y para MCB del 20,01% de protección UV, llegando a determinar como un acabado semipermanente.

Figura 27

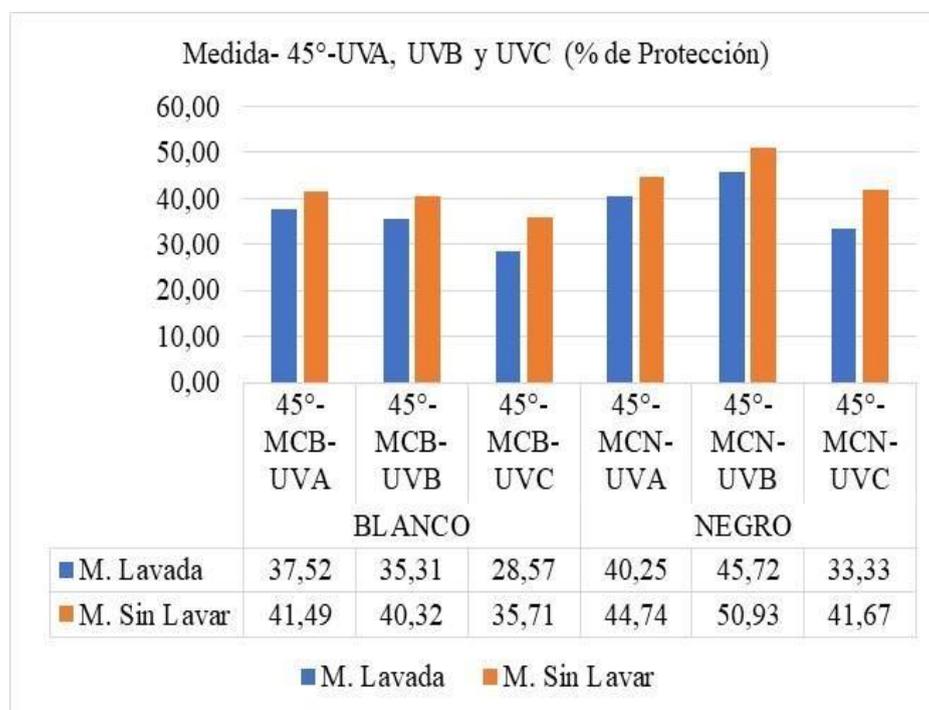
Porcentaje de protección después del lavado a 0° – UVA, UVB y UVC.



A continuación, en la **Figura 28**, se exponen los resultados a 45° de medición, en donde se puede apreciar una disminución en protección UVA, UVB y UVC de los tejidos tratados luego de ser sometidos al lavado, es decir, la reducción de protección UV en radiación UVA para la MCN del 10,04% y en MCB del 9,57%, en radiación UVB para la MCN del 10,23% y en MCB del 12,43% y finalmente para la radiación UVC en MCN del 20,02% y en MCB del 20%.

Figura 28

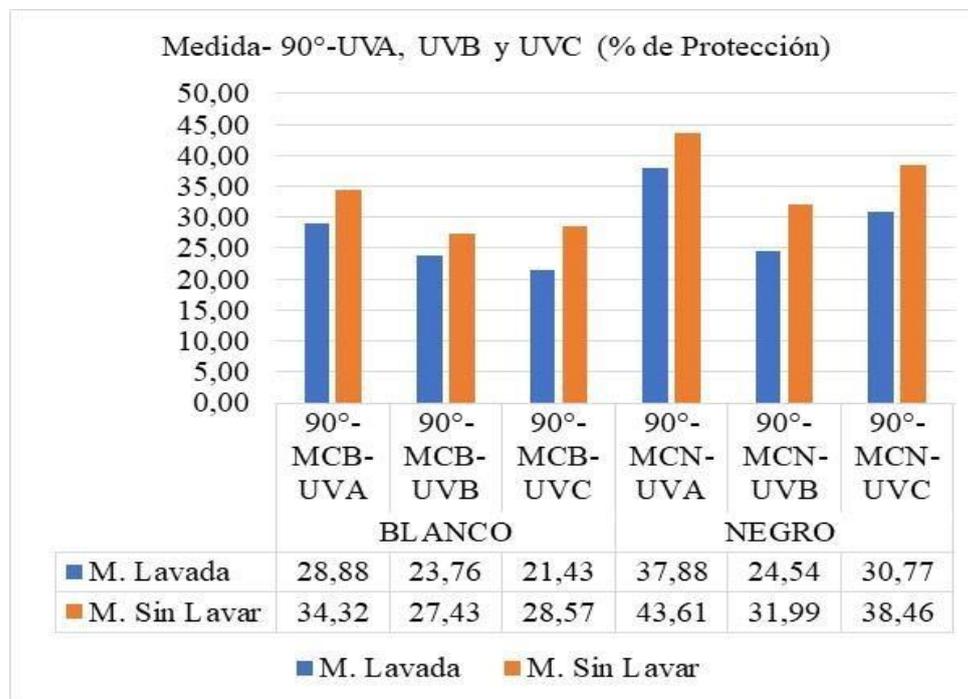
Porcentaje de protección después del lavado a 45° – UVA, UVB y UVC



En la **Figura 29**, se aprecian los resultados obtenidos a medición de 90°, evidenciando una reducción de protección UV en radiación UVA para la MCN del 13,14% y en MCB del 15,86%, en radiación UVB para la MCN del 23,29% y en MCB del 13,38% y finalmente para la radiación UVC en MCN del 20% y en MCB del 25%.

Figura 29

Porcentaje de protección después del lavado a 90° – UVA, UVB y UVC



En el estudio realizado, la efectividad del acabado con concha de nácar en un tejido Jersey 65%/35% poliéster/ algodón ha resultado ser positivo ante pruebas de transmitancia o bloque de radiación solar en tejidos, demostrando que el textil de color negro tiene más protección UV que uno de color blanco. Además, los textiles con protección UV en la actualidad y en el futuro van a ser esenciales para combatir la problemática del exceso de radiación solar para en cierta forma reducir daños severos en la piel de los seres humanos. Por lo tanto, en el estudio sobre tejidos adecuados para la protección solar, se resalta la importancia del color del tejido, es decir un textil de color oscuro bloquea más la radiación UV mientras que en los colores blancos la protección ultravioleta será menos (Jurado, 2021).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al estudio realizado sobre el comportamiento de un acabado con concha nácar ante los rayos ultravioletas, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

4.1. Conclusiones

- Tras investigar en diversas fuentes bibliográficas confiables como artículos científicos, revistas, libros, se concluye que la concha de nácar puede ser utilizada en la industria textil, puesto que hay investigaciones sobre el desarrollo de textiles sustentables y eco amigables con el ambiente. Además, el nácar cuenta con propiedades especiales como: antibacteriano, resistente a la radiación ultravioleta, resistente al fuego, entre otros, que permitieron ser la base principal para el desarrollo de este proyecto de investigación.
- Luego de haber realizado las pruebas preliminares se concluye que, las concentraciones y productos auxiliares aplicados por el proceso de impregnación en el tejido de punto Jersey 65%/35% poliéster /algodón son: 25 g/L, 50 g/L y 75 g/L de nácar, ligante 2 g/L, igualante 2 g/L, microemulsión de silicona 8 g/L, pH 8, siendo la concentración óptima de 75 g/L de nácar , además los parámetros que se establecieron para esta investigación, fueron los siguientes: Pick Up del 92% \pm 2%, velocidad de impregnación de 1 m/min, presión 1,5 psi a 21°C, temperatura de secado a 180°C.
- Según los resultados se determina que las probetas tratadas a la dosificación de 75 g/L de nácar resultaron con mayor protección UV para el tejido negro. Es decir, para el bloqueo de radiación UVA de la MCN es del 55,73%, en MCB es del 43,23%, en cuanto al bloqueo de radiación UVB de la MCN es del 54,61%, en

MCB del 44,70% y finalmente para el bloqueo de radiación UVC de la MCN es del 50% y en MCB del 41,67%.

- Según los resultados de la prueba de solidez al lavado indicaron una reducción en protección UV de los tejidos, registrando una disminución en bloqueo de radiación UVA para la MCN del 11,79%, en MCB del 7,18%, en radiación UVB para la MCN del 9,66%, en MCB del 16,11% y por último en radiación UVC para la MCN del 20% y en MCB del 20,01% de protección UV, llegando a determinar como un acabado semipermanente.
- Después de haber analizado el efecto de exposición a los rayos ultravioletas en un tejido de punto jersey 65%/35% poliéster/ algodón de color blanco y negro con acabado de concha de nácar, se concluye que el tejido de color negro presentó un rendimiento superior en comparación con el tejido blanco con un promedio del 36% más de protección en radiación UVA, un 13,71% más de protección en UVB y 24,99% más de protección en UVC.
- Después de llevar a cabo los ensayos, se procedió a validar los datos mediante el uso del software Past 4, en el que se realizó el análisis de la varianza y la prueba de normalidad datos según los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-Bera JB mismos que arrojaron un p valor $>$ al 0,05 indicando una confiabilidad del 95%, con lo cual se puede concluir que los resultados de esta investigación son confiables y que los procedimientos fueron adecuados dentro de los procesos investigativos planteados.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar futuras investigaciones con el uso del nácar utilizando otro tipo de productos que sean compatibles y evite la sedimentación de la preparación

ya que este fácilmente tiende a precipitarse como también se sugiere buscar nuevos métodos de aplicación como agotamiento y racleado.

- En cuanto a la dosificación utilizada de nácar se recomienda que estos no sean muy altos puesto que al momento de foulardar y secar el tejido ennoblecido puede presentar apariencias de machas, lo que puede generar un tejido áspero y reducir su efectividad ante las pruebas de irradiancia en el tejido tratado.
- Referente al análisis de los rayos UVA, UVB y UVC en textiles se recomienda considerar parámetros clave como la temperatura, humedad relativa, estación del año puesto que esto influye en la toma de medidas. Además, el ensayo debe ser realizado a condiciones similares de radiación, para que los datos obtenidos sean lo más similar posible.
- Se sugiere tratar adecuadamente los residuos generados después de realizar el acabado, evitando desecharlos directamente en el desagüe, ya que esto puede ocasionar obstrucciones en las tuberías.
- Para un proyecto investigativo basado en realizar comparaciones respectivas en base los resultados obtenidos, es recomendable hacer uso de programas estadísticos para identificar, analizar y comprender las relaciones y diferencias que pueden darse entre los grupos de muestras sometidas a ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, S. W., Chowdhury, A., Banerjee, S., & Bairagi, S. (2022). Bio resources mediated technological advancements in chemical finishing of textiles. *Applications of Biotechnology for Sustainable Textile Production*, 187–220. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85651-5.00009-8>
- Attar, R. M. S., Alshareef, M., Snari, R. M., Alaysuy, O., Aldawsari, A. M., Abu-Melha, S., & El-Metwaly, N. M. (2022). Development of novel photoluminescent fibers from recycled polyester waste using plasma-assisted dyeing toward ultraviolet sensing and protective textiles. *Journal of Materials Research and Technology*, 21, 1630–1642. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2022.09.115>
- Bolaños, S. (2017). “Aplicación de un acabado textil con nuva ttc para determinar el grado de repelencia al agua y grado de protección de rayos uv con óxido de zinc en tela 100% algodón para ropa de trabajo a la intemperie.”
- Bravo, L. E. C., Molano, J. I. R., & López, H. J. F. (2021). Analítica académica: nuevas herramientas aplicadas a la educación. *Revista Boletín Redipe*, 10(3), 137–158. <https://doi.org/10.36260/RBR.V10I3.1225>
- Bucheli, Z., & Lindao, K. (2022). *Estudio de las propiedades dermatológicas de la concha de nácar y la arbutina en cremas para tratar el melasma facial*. www.fcq.ug.edu.ec
- Chen, X., Peng, L. H., Chee, S. S., Shan, Y. H., Liang, W. Q., & Gao, J. Q. (2019). Nanoscaled pearl powder accelerates wound repair and regeneration in vitro and in vivo. *Https://Doi.Org/10.1080/03639045.2019.1593436*, 45(6), 1009–1016. <https://doi.org/10.1080/03639045.2019.1593436>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). www.lexis.com.ec
- Córdova, F. (2022). “Aplicación de un acabado retardante a la llama a base de caolín en lona algodón 100% por el método de impregnación”.
- Cottonworks. (2023). *Fundamentos del tejido de punto | CottonWorks™* Cottonworks. (2023). *Fundamentos del tejido de punto | CottonWorks™*. <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-de-punto/fundamentos-tejido-de-punto/>. <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-de-punto/fundamentos-tejido-de-punto/>
- Čuden, A. P., & Urbas, R. (2023). Advances in ultraviolet (UV) ray blocking textiles. *Functional and Technical Textiles*, 213–273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91593->

9.00013-4

- Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(4), 306–310.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvvn8k0.7>
- DeltaOHM. (2017). *Operating manual. 5911*, 29. <https://doi.org/10.4401/ag-3560>
- Ecomax Textile Co., L. (2023). *Recycled Oyster Shells Fiber*.
<https://www.ecomaxtex.com/recycled-oyster-shells-fiber/>
- EPA. (2022, June 14). *Efectos de la radiación UV en la salud | US EPA*.
<https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-de-la-radiacion-uv-en-la-salud>
- Fang, Y., Chen, L., Wang, X., Li, X., Xiong, W., Zhang, X., Zhang, Y., Han, L., Cao, K., Chen, X., Li, H., & Zhou, J. (2022). UVB irradiation differential regulate miRNAs expression in skin photoaging. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 97(4), 458–466.
<https://doi.org/10.1016/J.ABD.2022.01.003>
- Felipe, B. H. S., Cabral, R. L. B., Ladchumananandasivam, R., Zille, A., Kim, S., Fechine, P. B. A., & Nascimento, J. H. O. (2022). Nanocoating on cotton fabric with nitrogen-doped graphene quantum dots/titanium dioxide/PVA: an erythematous UV protection and photoluminescent finishing. *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 2435–2450. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2022.03.078>
- Gómez, C., De León, D., De, E. A., De, L., & Garza, L. A. (2014). *Método comparativo*.
- Google Maps. (2023). *Ubicación Laboratorio Textil*.
- GRISI. (2021). *Concha de nácar: despigmentante natural - GRISI España*.
<https://www.biosaludecologia.es/2021/04/12/concha-de-nacar-despigmentante-natural/>
- Guzmán, E., & Mátar, A. (2019). *Tejidos de punto a máquina Bernuy Capcha , Fabiola*.
- Hatch, K. L., & Osterwalder, U. (2006). Garments As Solar Ultraviolet Radiation Screening Materials. *Dermatologic Clinics*, 24(1), 85–100.
<https://doi.org/10.1016/J.DET.2005.09.005>
- Hauser, P. (2015). Fabric Finishing: Pretreatment/Textile Wet Processing. *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology*, 459–473. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00018-0>
- Ipiates, E. (2022). “Evaluación de las características antibacteriales en tejido de punto jersey 100% CO aplicando un acabado químico textil con nácar.”
- Joseph, M., Nampoori, V. P. N., & Kailasnath, M. (2022). Biofunctionalized zinc oxide

- nanoflowers coated textiles for UV protection. *Materials Today: Proceedings*, 68, 363–366. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.06.069>
- Jurado, J. (2021, January 18). *Tejidos adecuados para la protección solar*. <https://www.semg.es/index.php/component/k2/item/630-proteccion-solar>
- Kocić, A., Bizjak, M., Popović, D., Poparić, G. B., & Stanković, S. B. (2019). UV protection afforded by textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibres. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1229–1237. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.355>
- Kumar, P., Sai Ram, C., Srivastava, J. P., Behura, A. K., & Kumar, A. (2022). Synthesis of Cotton Fiber and Its Structure. *Natural and Synthetic Fiber Reinforced Composites*, January, 17–36. <https://doi.org/10.1002/9783527832996.ch2>
- Marie, B., Le Roy, N., Marie, A., Dubost, L., Milet, C., Bedouet, L., Becchi, M., Zanella-Cleon, I., Jackson, D., Degnan, B., Luquet, G., & Marin, F. (2009). Nacre evolution: A proteomic approach. *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 1187(1), 3–8. <https://doi.org/10.1557/PROC-1187-KK01-03/METRICS>
- Melo, P. M. A., MacÊdo, O. B., Barbosa, G. P., Ueki, M. M., & Silva, L. B. (2019). High-density polyethylene/mollusk shell-waste composites: Effects of particle size and coupling agent on morphology, mechanical and thermal properties. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(2), 1915–1925. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2019.01.008>
- Morales, V. (2015). “*Estudio del proceso de planchado permanente para mejorar la calidad del producto calcetines aplicado a microempresas.*”
- Nacci, T., Sabatini, F., Cirrincione, C., Degano, I., & Colombini, M. P. (2022). Characterization of textile fibers by means of EGA-MS and Py-GC/MS. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 165, 105570. <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2022.105570>
- OMS, O. M. de la S. (2022, June 21). *Radiación ultravioleta*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
- ONU. (2022, June 21). *¿Seguro bajo el sol? La ONU lanza una nueva aplicación para ayudar a combatir el cáncer de piel | Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2022/06/1510592>
- Pulido, P. (2018). *¿Qué son los rayos UV y por qué son tan peligrosos?* <https://codigoespagueti.com/noticias/ciencia/que-son-rayos-uv-y-por-que-peligrosos/>
- Ramos, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Razmkhah, M., Montazer, M., Bashiri Rezaie, A., & Rad, M. M. (2021). Facile technique for

- wool coloration via locally forming of nano selenium photocatalyst imparting antibacterial and UV protection properties. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 101, 153–164. <https://doi.org/10.1016/J.JIEC.2021.06.018>
- Rea, L. (2019, July 21). *Control de calidad en el tejido de punto*. <https://aptpperu.com/control-de-calidad-en-el-tejido-de-punto/>
- Saucedo, M. O., Rodríguez, S. H. S., Flores, C. F. A., Valenzuela, R. B., & Luna, M. A. L. (2019). Effects of ultraviolet radiation (UV) in domestic animals. Review. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(2), 416–432. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4648>
- Solé, A. (2013). Concepto de tintura. *Tecnología Textil*. <https://asolengin.files.wordpress.com/2016/04/procesos-de-tintura-por-agotamiento-e-impregnacion3b3n.pdf>
- SupplyCompass. (2020). *Sustainable Material Guide // 01 Cotton*.
- TULSMA. (2017). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. www.lexis.com.ec
- U-LONG High Tech Textile Co., L. (2021a). *Tela de conchas de ostras | Fabricante de textiles y telas - U-long*. <https://www.u-long.com/es/category/Oyster-Shell-Fabric.html>
- U-LONG High Tech Textile Co., L. (2021b). *Tela de revestimiento de PU de concha de ostra reciclada | Fabricante de textiles y telas - U-long*. <https://www.u-long.com/es/product/Q22W002.html>
- Universidad Técnica Del Norte. (2021). *Líneas de Investigación*. https://textiles.utn.edu.ec/?page_id=2839
- Vargas, Á. (2016). “*Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de crema facial, a base de concha de nácar, en la ciudad de Loja.*”
- Zhang, A., Wei, Z., Huang, J., & Liu, C. (2023). Shell proteins and microstructural analysis identify the origin of shell arts with species resolution in pearl oysters. *Journal of Archaeological Science*, 151, 105729. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2023.105729>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de uso del Laboratorio Textil

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



Ibarra, 20 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 **GUAGALANGO VIRACOCCHA MÓNICA MARIBEL**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100426601-9, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: “**DESARROLLO DEL ACABADO CON CONCHA DE NÁCAR EN TEJIDO JERSEY 65%/35% POLIÉSTER/ALGODÓN PARA ESTABLECER EL COMPORTAMIENTO ANTE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA**”, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD** – Acabado por el Método de Impregnación
- **FOTORADIÓMETRO**- Prueba de transmitancia o bloqueo de la radiación ultravioleta en tejidos AATCC 183: 2014
- **EQUIPO DE SOLIDEZ AL LAVADO DOMÉSTICO (WASCATOR)**- Proceso de lavado y secado doméstico Norma ISO 6330: 2012
- **BALANZA ELECTRÓNICA**
- **TUNEL DE SECADO**

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

Atentamente:



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

Anexo 2

Ficha técnica de PERISOFT HS



DR. PETRY
TEXTILE AUXILIARIES

PERISOFT HS conc.

Concentrated silicone micro emulsion

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

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

Anexo 3

Ficha técnica de NOVAPRINT FSH

DISPERSIÓN ACRÍLICA	LIGANTE PARA ESTAMPACIÓN	
	NOVAPRINT FSH	
VERSIÓN N°4	FICHA TÉCNICA	

1. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

NOVAPRINT FSH es una dispersión acrílica pura, auto reticulable, de tamaño de partícula fino.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA DISPERSIÓN

PROPIEDAD	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO COLORQUÍMICA
Aspecto	Líquido blanco lechoso	I – L – 500
Sólidos (135°C, 1h)	40.0 % ± 1.0	I – L – 520
Viscosidad (Br, 60 RPM)	150 ± 100 cps	I – L – 536
pH	7.0 ± 0.5	I – L – 522

3. APLICACIÓN – Aspectos generales

El ligante **NOVAPRINT FSH** permite conseguir estampados particularmente suaves y de muy buenas solidez.

NOVAPRINT FSH es aplicable en pastas pigmentarias sin varsol y con bajo contenido del mismo. Cantidades de varsol superiores a 200 g/Kg. deterioran el tacto.

NOVAPRINT FSH puede usarse en estampación directa por reserva o por corrosión. En el caso de la estampación directa puede ser en color, en blanco cubriente, etc.

NOVAPRINT FSH contiene la dosis necesaria de biocida para su preservación durante el almacenamiento a las condiciones indicadas abajo (ver ALMACENAMIENTO). Si las condiciones no son adecuadas se deben poner dosis adicionales. La dosis adicionada es insuficiente para dar garantía de estabilidad en las mezclas finales de usuario con otros componentes y por ello se recomienda formularlas también con biocida.

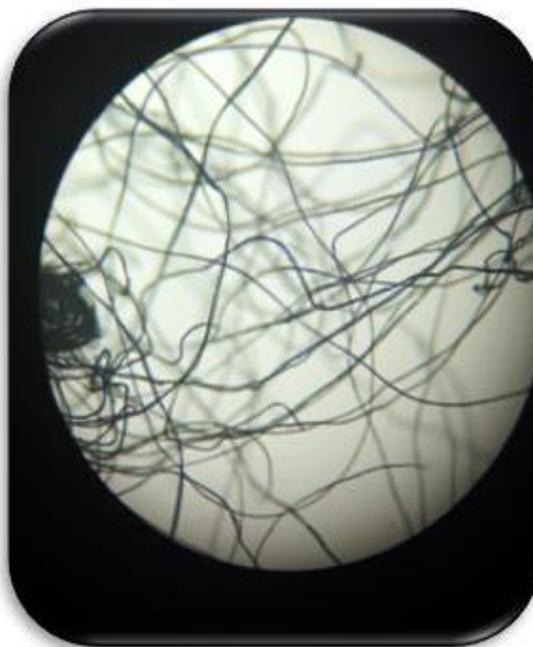
Anexo 4

Ficha técnica MARVACOL ASC

FICHA TECNICA	
	MARVACOL ASC
Cód. FT 0239891359	
Carácter Iónico	: Aniónico.
Constitución	: Compuesto a base de sal sódica de ácidos orgánicos de alto peso molecular.
FUNCIONES Y CAMPOS DE EMPLEO	<p>MARVACOL ASC es un producto auxiliar de tintura con propiedades de coloide protector, dispersante y secuestrante de iones de calcio en tinturas con colorantes tinas, dispersos, directos, reactivos, sulfurosos, etc, que puede ser empleado en procesos por agotamiento o continua.</p> <p>MARVACOL ASC previene deposiciones de colorantes sobre la fibra cuando estos se precipitan por formación de complejos insolubles o al verse disminuida la solubilidad a causa de la adición de electrólitos como soda cáustica, sal común, carbonato de sodio, sulfato de sodio, etc.</p>
CARACTERISTICAS	<p>Aspecto : Líquido transparente ligeramente amarilloso.</p> <p>Densidad : Aprox. 1.3 g/ml</p> <p>pH : 7,5 +/- 0,5 (Solución al 10%).</p> <p>Solubilidad : Ilimitada en agua.</p> <p>Compatibilidad : Compatible con productos Aniónicos y No Iónicos en un alto rango de pH (3 – 13).</p>
OBSERVACIONES	<p>MARVACOL ASC posee un magnífico poder dispersante de iones calcio. Esta propiedad varía poco con la temperatura.</p> <p>MARVACOL ASC no forma complejos con colorantes metal-complejos; propiedad que lo hace muy útil en tinturas con este tipo de colorantes que desaconsejan el uso de secuestrantes a base de EDTA.</p> <p>MARVACOL ASC gracias a sus propiedades dispersantes y secuestrantes, se puede utilizar para el descruce, tintura y jabonado de textiles.</p>

Anexo 5

Pruebas de gramaje y caracterización del tejido método Microscópico

**Anexo 6**

Proceso de tamizado de la concha de nácar



Anexo 7*Proceso del acabado y ensayos de laboratorio*