



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTIBACTERIANAS DEL
QUITOSANO APLICADO AL TEJIDO POLIÉSTER/ALGODÓN 65/35% CON
MICRO EMULSIÓN DE SILICONA POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”

AUTOR(A):

ARIAS AGUILAR DIANA CORALIA

DIRECTOR

MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

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		100447138-7	
APELLIDOS Y NOMBRES		ARIAS AGUILAR DIANA CORALIA	
DIRECCIÓN		Otavalo-San Blas Sur-Calle Bolívar/Aguilar	
EMAIL		dcariasa@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO	-	TELÉFONO MÓVIL	0939382991

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTIBACTERIANAS DEL QUITOSANO APLICADO AL TEJIDO POLIÉSTER/ALGODÓN 65/35% CON MICRO EMULSIÓN DE SILICONA POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN”
AUTOR:	ARIAS AGUILAR DIANA CORALIA
FECHA	27/04/2023
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera Textil
DIRECTOR	MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 27 días del mes de abril de 2023

Autor(a)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Diana Coralia Arias Aguilar", with a horizontal line extending to the right.

Nombre: Arias Aguilar Diana Coralia



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL
CERTIFICADO DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada Diana Coralia Arias Aguilar, para optar por el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTIBACTERIANAS DEL QUITOSANO APLICADO AL TEJIDO POLIÉSTER/ALGODÓN 65/35% CON MICRO EMULSIÓN DE SILICONA POR EL MÉTODO DE IMPREGNACIÓN", considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 27 de abril del 2023

MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho cariño y amor a mi padre Jaime Arias Amaguaña por ser el principal motivo por el que nunca me di por vencida a pesar de las dificultades, con mucho orgullo digo que fuiste el motor que necesitaba para continuar, te amo mucho.

A mi adorada madre Francisca Aguilar Otavalo por su amor, apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio, brindándome muchos consejos de trabajo duro, nos enseñaste tanto.

A todos mis hermanos y hermanas por su apoyo en todo momento, por sus consejos y palabras de aliento siendo las mejores compañías durante todo este proceso, por creer en mí siempre las llevare en mi corazón.

Gracias a todos ustedes hoy logro culminar una etapa de mi vida cumpliendo uno de mis mayores anhelos de ser Ingeniera Textil.

“Un ganador es un perdedor que nunca se dio por vencido”.

(Troncoso, 2015)

Diana Arias

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por la oportunidad que me dio de poder estudiar y por la maravillosa familia que me ha brindado.

A mis padres Jaime y Francisca gracias por su enorme sacrificio, dedicación y constancia; por los consejos de respeto, humildad y trabajo enseñándonos desde pequeños a salir adelante, honestamente.

A mis hermanas Lady, Sisa y Judith quienes han estado conmigo en momentos felices y tristes espero ser un ejemplo a seguir.

Agradezco a mis amigos Carito, Jonathan, Luchito, Estalin y Mauri, muchas gracias por los buenos momentos aprendí mucho de ustedes.

Además, agradezco a mis amigas Alexandra Cayambe y Montserrat Aguirre, a quienes tuve la oportunidad de conocer en esta institución mostrando siempre su amabilidad y generosidad, mil gracias por sus consejos, su ayuda incondicional y por todos los momentos vividos los más agradables de esta etapa estudiantil.

Agradezco a Michael Diaz y a Juanita Aguilar quienes me apoyaron en muchas ocasiones, además de sus consejos y palabras de aliento, ustedes fueron de gran ayuda cuando menos lo esperaba, gracias por tanto.

Finalmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los MSc. Wilson Herrera, Marco Naranjo, William Esparza, Elvis Ramírez y Elsa Mora por la paciencia que tuvieron hacia mí, por las anécdotas, por sus palabras de aliento, gracias por guiarme para cumplir este sueño.

Diana Arias

ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
CONSTANCIA	ii
CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del Tema	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Importancia del Estudio	3
1.4. Objetivo General.....	4
1.5. Objetivos Específicos	4
1.6. Características del Sitio del Proyecto	5
CAPÍTULO II.....	6
2. ESTADO DEL ARTE	6
2.1. Estudios Previos.....	6
2.1.1. Acabados antibacterianos con quitosano.....	7

2.2. Marco Legal.....	9
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	9
2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	10
2.3. Marco Conceptual.....	11
2.3.1. Quitina	11
2.3.2. Quitosano.....	12
2.3.3. Propiedades del quitosano	16
2.3.4. Micro encapsulado.....	16
2.3.5. Propiedades de la micro - emulsión de silicona	17
2.3.6. Tipos de acabados químicos	19
2.3.7. Procesos de impregnación	20
2.3.8. Modo de uso del Foulard HFR	22
CAPÍTULO III	25
3. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Método de investigación.....	25
3.2. Flujogramas	27
3.3. Caracterización del Tejido	29
3.4. Preparación del tejido	34
3.5. Pruebas de Aplicación del Acabado	37
3.5.1. Proceso de impregnación.....	40
3.6. Conteo de Compuestos Orgánicos Volátiles	47
3.7. Normas.....	52

CAPÍTULO IV	56
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
4.1. Resultados de las pruebas	56
4.2. Rangos de resultados del equipo VOC	60
4.3. Tabla de resultados generales	62
4.4. Tabla de resultados de solidez al lavado.....	63
4.5. Discusión de resultados	63
4.6. Análisis de resultados	69
CAPÍTULO V	72
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1. Conclusiones.....	72
5.2. Recomendaciones	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones de la Quitina y Quitosano	14
Tabla 2. Descripción de equipos.....	23
Tabla 3. Cálculo del porcentaje de mezcla	32
Tabla 4. Datos técnicos del tejido.....	34
Tabla 5. Equipos usados	35
Tabla 6. Proceso de descrude y blanqueo.....	37
Tabla 7. Dosificación del acabado antibacteriano	42
Tabla 8. Cálculo del Pick up.....	47
Tabla 9. Descripción de equipo VOC y Wascator.....	47
Tabla 10. Rangos de medición equipo VOC	49
Tabla 11. Asignación de probetas.....	51
Tabla 12. Resultados muestras SA	56
Tabla 13. Resultado de las muestras con acabado-CA.....	57
Tabla 14. Resultados de muestras SACT	57
Tabla 15. Resultados muestras CACT.....	58
Tabla 16. Resultados de las muestras SA después del lavado.....	58
Tabla 17. Resultados de las muestras CA después del lavado	59
Tabla 18. Resultados de las muestras SACT después del lavado.....	59
Tabla 19. Resultados de medición de muestras CACT después del lavado.	60
Tabla 20. Rangos de medición del equipo VOC.	61
Tabla 21. Datos generales de medición VOC.....	62
Tabla 22. Resultados en porcentajes de solidez al lavado	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Laboratorio de la Carrera de Textiles.....	5
Figura 2. Campus de la Carrera de Textiles	5
Figura 3. Cáscara de camarón reusable	6
Figura 4. Estructura de la Quitina.....	11
Figura 5. Estructura del quitosano.....	13
Figura 6. Obtención de quitosano a partir de los crustáceos.	15
Figura 7 Microcápsula.....	17
Figura 8. Micro emulsión de silicona PERISOFT HS conc.....	18
Figura 9. Partes y estructura del foulard.....	22
Figura 10. Flujograma General	27
Figura 11. Flujograma Muestral.....	28
Figura 12. Obtención de muestra	29
Figura 13. Adición de 50 ml de metanol en un vaso de precipitación.	29
Figura 14. Obtención de solución disolvente	30
Figura 15. Colocación y mezcla de solución y muestra	30
Figura 16. Observación de reacción de la muestra.....	31
Figura 17. Enjuague de la muestra	31
Figura 18. Secado de la muestra.....	31
Figura 19. Pesaje de la muestra disuelta.....	32
Figura 20. Obtención de muestras con la troqueladora.	33
Figura 21. Pesaje de muestras	33
Figura 22. Curva de tintura del Descrude.....	36
Figura 23. Pesaje del tejido a descrudar.	38
Figura 24. Pesaje y cálculo de auxiliares.....	38

Figura 25. Máquina de prelavados	39
Figura 26. Cargar tela.....	39
Figura 27. Máquina centrifuga	40
Figura 28. Pesaje de las muestras	41
Figura 29. Pesaje de quitosano	41
Figura 30. Preparación de soluciones.....	42
Figura 31. Control de pH.....	43
Figura 32. Verificación de pH.....	44
Figura 33. Soluciones con las diferentes concentraciones.	44
Figura 34. Uso del equipo Foulard.....	45
Figura 35. Peso en húmedo	45
Figura 36. Secado de las muestras en el túnel de secado.	46
Figura 37. Clasificación y empaque de muestras	46
Figura 38. JSM 131 SC Air Quality Detector	49
Figura 39. Estructura interna del VOC.....	50
Figura 40. Conteo de compuestos orgánicos volátiles.	52
Figura 41. Medición de muestras contaminadas	52
Figura 42. Lavadora Wascator FOM 71 CLS	53
Figura 43. Uso de la máquina Wascator.....	54
Figura 44. Secado al ambiente de las muestras	54
Figura 45. Medición de probetas equipo VOC.....	55
Figura 46. Rangos de medición del equipo VOC.....	61
Figura 47. Resultados generales conteo VOC.....	64
Figura 48 Resultados análisis bacteriano	65
Figura 49. Gráfico de resultados antes del lavado.....	66

Figura 50. Gráfico de resultados después del lavado	67
Figura 51. Comparación de permanencia del acabado.....	68
Figura 52. Resultados del Test de normalidad de datos	70
Figura 53. Análisis de la varianza	71

ANEXOS

Anexo 1. Procesos generales de la investigación.....	81
Anexo 2. Manual equipo medidor de calidad de aire.....	84
Anexo 3. Ficha técnica de Micro emulsión de silicona.....	87
Anexo 4. Datos técnicos del Chitosan Powder	88

RESUMEN

La presente investigación se basa en el estudio de características antibacterianas del quitosano y de permanencia del acabado con micro emulsión de silicona aplicado en un tejido con mezcla poliéster/algodón que al usar diferentes concentraciones de quitosano y una dosificación de micro emulsión de silicona se obtendrá resultados que evidencien cual receta es óptima para su uso, delimitando el proceso de aplicación con el método de impregnación.

Esta investigación nace de la necesidad de reducir el uso de productos contaminantes, tóxicos y peligrosos para la salud mediante la investigación bacteriana de productos de origen natural innovando y potenciando al sector textil. En un principio se realiza la investigación bibliográfica en fuentes bibliográficas debido a que este producto ya es utilizado en la industria textil como acabado antibacteriano, sin embargo no se ha profundizado su aplicación en tejidos como poliéster algodón de mezcla 65/35%; para ello se realizó 4 diferentes concentraciones que son de 1g/L, 2g/L, 3g/L y 4g/L de quitosano y una dosificación de 6g/L de micro emulsión de silicona además.

El acabado es evaluado en el equipo medidor de compuesto orgánicos volátiles que mide la calidad de aire; las muestras con el acabado, sin acabado y con transpiración son evaluadas antes y después del lavado mediante la norma ISO 6330 para así determinar la permanencia del acabado y la concentración más adecuada de eficiencia antibacteriana.

Los datos obtenidos fueron sometidas a análisis en el Past4 logrando conseguir un análisis de confiabilidad de datos del 95% demostrando que la concentración más adecuada es la de 3g/L dosificación más acertada para la eliminación de bacterianas o la reducción de estas probadas en bacterias de sudoración axilar.

Palabras clave: Quitosano, emulsión de silicona, antibacteriano, impregnación.

ABSTRACT

This research is based on the study of chitosan antibacterial characteristics and the finish permanence with silicone microemulsion applied to a fabric with a polyester/cotton mix that. When using different concentrations of chitosan and a silicone microemulsion dosage, results were obtained; that showed which recipe was more optimum for its use, delimiting the application process with the impregnation method.

This research aims to reduce the use of polluting, toxic, and health-hazardous products through bacterial research on products of natural origin, innovating and empowering the textile sector. At first, the bibliographical research was carried out through bibliographical sources because this product has been already used in the textile industry as an antibacterial finish; however, its application in fabrics such as 65/35% polyester-cotton mix has not been deepened; for this, 4 different concentrations were made, which are 1g/L, 2g/L, 3g/L and 4g/L of chitosan and a silicone microemulsion dosage of 6g/L.

The finish is evaluated through the measuring equipment for volatile organic compounds that measures air quality; the samples with finish, without finish and with perspiration were evaluated before and after washing using the ISO 6330 standard in order to determine the finish permanence and the most adequate concentration of antibacterial efficiency.

The data obtained were subjected to analysis in Past4, achieving a data reliability analysis of 95%, which demonstrated that the most appropriate concentration is 3g/L, the most accurate dosage for the elimination of bacteria or their reduction tested in axillary sweating bacteria.

Keywords: Chitosan, silicone emulsion, antibacterial, impregnation.

Reviewed by:

LUIS ALFONSO
PASPUEZAN
SOTO

Firmado digitalmente
por LUIS ALFONSO
PASPUEZAN SOTO
Fecha: 2023.02.07
10:49:51 -05'00'

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del Tema

La presente investigación tiene el propósito de evaluar el acabado antibacteriano con quitosano y micro emulsión de silicona aplicado por el método de impregnación, en diferentes concentraciones de quitosano que son al 1g/L, 2g/L, 3g/L y 4g/L y se pretende realizar un testeo de muestras en el equipo de compuestos orgánicos volátiles. Este proceso se realizará a nivel experimental en los laboratorios de la Carrera de Textiles.

Para empezar con el proceso de acabado el textil debe estar en condiciones adecuadas que se detallará más adelante. Para el proceso de impregnación se preparará el baño mediante un proceso experimental, aplicando micro emulsión de silicona más quitosano a diferentes concentraciones para esto se usará el equipo foulard y el túnel de secado, además las muestras se someterán a la acción de transpiración y serán analizadas en el equipo medidor de compuestos orgánicos volátiles denominado VOC.

Para el análisis de las pruebas antibacterianas se realizará el conteo bacteriano en las muestras con acabado y las muestras sometidas a transpiración realizando la comparación respectiva. Finalmente, las muestras sin acabado, con transpiración sin acabado, con acabado, con transpiración con acabado serán sometidas a las pruebas de solidez al lavado usando la norma ISO 6330 de lavado y secado doméstico para determinar la permanencia del acabado en el tejido también medido en el equipo VOC. Una vez obtenido las muestras se procede a la evaluación de los resultados mediante herramientas estadísticas para brindar información confiable acerca de este acabado.

1.2. Antecedentes

En la actualidad, existen una gran variedad de procesos textiles que involucra el uso de productos químicos como colorantes, auxiliares u otros. Hoy en día se busca mejorar en el aspecto ambiental y fomentar el uso de productos verdes que aporten a la sociedad. Una de las investigaciones más importantes son los textiles con protección antibacteriana, debido a que algunos textiles pueden ser portadores de microorganismos dañinos que pueden ser causantes de infecciones, malos olores, moho entre otros, sin embargo, el uso de productos verdes requiere ser explorado a mayor escala.

Es importante estar informado acerca de las bacterias que se producen en algunos productos textiles, el contacto de la tela con el cuerpo son causantes del crecimiento de microorganismos que podrían provocar varias infecciones microbianas; por ello es de gran importancia darle un acabado funcional a este tipo de tejidos; además, existe una gran probabilidad de que la aparición de microorganismos o bacterias afecten tanto al tejido como a la persona. (Jesica Roshima & Jayalakshmi, 2020)

Las constantes actividades humanas, el clima, los deportes y demás circunstancias suelen ser la principal causa de transpirabilidad que hoy en día sufren hombres y mujeres, las áreas que presenta mayor afección son las zonas axilares provocando malos olores, manchas a las prendas, y degradación del textil por consiguiente las prendas muestran el desgaste dando una mala presentación de la persona percibiendo poca higiene por ello es importante conocer que es el sudor propuesto a continuación.

El sudor es una sustancia líquida producida por las glándulas sudoríparas que está compuesto de agua en un 99% y el resto son sales, las axilas es una zona del cuerpo donde hay gran concentración de glándulas sudoríparas y a su vez esta son las que presentan mayor actividad en la producción de sudor. (Dermatología, 2019)

Por otra parte, un desecho que resulta ser reusable en las industrias es el quitosano, por sus propiedades se logró investigar varios acabados textiles obteniendo excelentes resultados, sin embargo, la aplicación en algunos materiales como mezclas resulta ser poco explorado. Por ello, se realizará el estudio en este tejido para evaluar la actividad antibacteriana y solidez al lavado. Por el método experimental se determinará la permanencia del acabado en el tejido y la variación antibacteriana de las muestras.

Tras estas investigaciones se da comienzo a oportunidades para aplicar productos de origen natural que se pueda aprovechar y reusar en la industria textil aplicándolo en productos que brinde características antibacterianas beneficiando a los usuarios y al ambiente con la utilización de productos de origen natural.

1.3. Importancia del Estudio

Debido a que la industria textil es una de las más contaminante por el uso excesivo de agua y de productos químicos tóxicos que perjudican al ambiente y las personas, por consiguiente, se busca generar cambios en cuanto a la mejora de propiedades en textiles añadiendo características de funcionalidad usando productos de menor contaminación.

En los últimos años, investigadores textiles dan énfasis al perfeccionamiento de productos textiles multifuncionales que ofrecen un extra en sus productos, considerando hoy en día se toman más conciencia al momento de elegir sus productos, enfocados al ambiente, sociedad y salud; muchos de estos productos logran ofrecer propiedades funcionales como fragancia, protección UV, repelente de mosquitos, propiedad antibacteriana, retardante de llama, entre otros (Ali et al., 2022).

Es de gran importancia comprender la evolución de los materiales textiles para un correcto entendimiento de producir productos acordes a los consumidores y que estos puedan ofrecer beneficios tanto para el ambiente como la sociedad.

Para realizar los acabados con micro emulsión de silicona, el principio activo a encapsular puede ser sólido, líquido o gaseoso; que será sometido a un proceso que brindará resultados de protección y prevención del potencial es decir brinda protección contra la degradación originada por el ambiente externo controlando la liberación de la sustancia o compuesto en específico.(Souza et al., 2014)

De esta manera se logra evaluar un tejido mediante la realización de un acabado antibacteriano con quitosano el cual es un producto de origen natural y que logra ser aprovechado para muchas aplicaciones dando al textil propiedades antibacterianas, además de la aplicación con micro emulsión de silicona para analizar la solidez al lavado permitiendo evaluar el acabado en el tejido de poliéster/algodón 65/35 %.

1.4. Objetivo General

- Evaluar las características antibacterianas del quitosano aplicado al tejido poliéster/algodón 65/35% con micro emulsión de silicona por el método de impregnación.

1.5. Objetivos Específicos

- Investigar las propiedades antibacterianas del quitosano en tejidos textiles en bases de datos científicos.
- Establecer concentraciones de micro emulsión de silicona y quitosano en el tejido plano de poliéster/algodón 65/35% mediante el método de impregnación.
- Evaluar resultados en el equipo medidor de compuestos orgánicos volátiles (VOC).
- Realizar pruebas de solidez al lavado utilizando la norma ISO 6330 para determinar la concentración más adecuada de la permanecía del acabado en el tejido.

1.6. Características del Sitio del Proyecto

La investigación se llevará a cabo en la prestigiosa Universidad Técnica del Norte específicamente en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Textil ubicado en la ciudad de Ibarra sector de Azaya en las calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago coordenadas 0.38 Norte y 78.12 Oeste, cuya ubicación se muestra en la **Figura 1** y la **Figura 2**.

Figura 1.

Ubicación del Laboratorio de la Carrera de Textiles.



Nota. La figura muestra la ubicación en tiempo real de la Carrera de Textiles ubicado en el estadio universitario. Fuente: (Google Maps, 2022).

Figura 2.

Campus de la Carrera de Textiles



Nota. Extraída de la página oficial de Facebook. Fuente:(CTEX, 2022)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios Previos

Las industrias que procesan productos del mar generan grandes cantidades de contaminación, por sus altos volúmenes de consumo generando desechos que se origina con la producción de camarón, cangrejos, conchas, mariscos, etc. Esto implica el aumento de residuos en los basureros, como son las cáscaras de camarones, entre otros; aunque este elemento puede ayudar a limpiar aguas residuales no tendría la eficiencia adecuada porque no es soluble en agua ocupando espacios en los basureros por ello, para mejorar sus propiedades se debe pasar por un proceso que se detallará más adelante.

El desarrollo de nuevas investigaciones ha permitido la utilización de residuos que generalmente se tiran a la basura dándole una segunda oportunidad de utilización tomando en cuenta la gran importancia de los productos de origen natural. Hay que considerar que los desechos antes mencionados son de origen natural aprovechando y reduciendo la contaminación generada por las mismas industrias.

En la **Figura 3** se puede observar los residuos de camarón que son usados para reducir la contaminación, algunas de estas investigaciones se describirán más adelante.

Figura 3.

Cáscara de camarón reusable



Nota. La cáscara de camarón ayuda a purificar el agua. Fuente: (Endara, 2018)

2.1.1. Acabados antibacterianos con quitosano

Los avances dentro de la industria textil han evolucionado a gran escala como los acabados antibacterianos se han convertido en tendencia debido al desarrollo de tejidos funcionales, realizadas para optimizar y perfeccionar propiedades biológicas, físicas y químicas; características que demuestra innovación en productos textiles.

El uso de quitosano inicio con la idea de reusar desechos con el fin de disminuir la contaminación, los desechos de mariscos se encuentran en grandes cantidades su composición principalmente es de quitina, pero tiene desventaja por su baja solidez al lavado y también existe limitación por su durabilidad no tan resistente.

Estudios recientes muestran que existen múltiples usos de quitosano en varias industrias alcanzando aprovechar la mayor cantidad de recursos y propiedades de este producto como acabado antibacteriano; muchos de estas investigaciones tienen gran acogida por sus excelentes resultados como menciona (Chandrasekar et al., 2020):

La aplicación de quitosano y nanocompuesto de hiervas en tejido de algodón en el que se utilizó *Cassia angustifolia* y *Tamarindus* como nanocompuestos más una solución de quitosano mejoró las propiedades antibacterianas, propiedades físicas y la biocompatibilidad del tejido, este producto se utilizó en hospitales específicamente en tejidos higiénicos que previene la transmisión bacteriana. (p.1)

Una de las investigaciones iniciales en la aplicación de acabados con quitosano se dio con la extracción de las conchas de camarones unido a rayón de bambú injertado; a este textil se evaluó actividad antibacteriana siendo resistentes a bacterias grampositivas y gramnegativas sin embargo su durabilidad fue de hasta 30 lavados lo que ha afectado su calidad demostrando que su durabilidad no es la más adecuada (Teli & Sheikh, 2012).

Otro producto innovador y del que se pueden partir para futuras investigaciones es el acabado con propiedades repelentes y antibacterianos que beneficien a la población. Siempre buscando mejorar en el aspecto ambiental por lo cual se realizó una investigación que implico:

Efectuar un textil con propiedades de repelencia de mosquito, antibacteriano, protección UV e imparta color para ello se utilizó un colorante polimérico, repelente de mosquito con quitosano. Esta investigación se la evaluó en tejido de algodón el cual fue 100% efectiva en repelencia de mosquito con buena durabilidad; su actividad antibacteriana fue de $> 78 \%$; la protección UV paso de buena muy buena. (Singh & Sheikh, 2022)

Un producto revolucionario en la aplicación de acabados antibacterianos es el quitosano, su amplia gama se extiende para usarlo en diferentes materiales, otra fibra textil al que se le ha aplicado este producto es la lana mejorando sus propiedades con el objetivo de mejorar esta fibra en este caso la principal problemática que se logra encontrar es que este se enfieltra fácilmente, por tal motivo se realizó una investigación en el que se utilizó 10 gr de tejido de lana con 300 ml de solución de polímero preparado y se dejó actuar por un promedio de 6 horas a 50°C (Y. Wang et al., 2021). Es así como el quitosano se ha desarrollado en las industrias por sus grandiosas innovaciones.

Otra investigación es un acabado resistente al encogimiento lana conservando propiedades iniciales, se recubrió con biopolímeros de goma arábica, quitosano y almidón de trigo. Se midió la resistencia a la tracción, la flexión, junto con la resistencia al encogimiento antes y después del tratamiento (Rani et al., 2020).

2.2. Marco Legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador

Para realizar esta investigación se procede al registro en base a la normativa como lo manifiesta la (Constitución de la República del Ecuador, 2008) con su última modificación en el año 2018, en el que cita el Título II Derechos como el Buen vivir haciendo referencia en la sección primera del agua y alimentación mencionando en los siguientes artículos:

Art.12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible y esencial para la vida.

Art.14.- El derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Art.15.- El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientales limpias y de energía alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Art.276.-El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: Mejorar la calidad y esperanza de vida, aumentando las capacidades y potencialidades de la población construyendo un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable; promover un ordenamiento territorial equilibrado y equitativo que integre y articule las actividades socioculturales, administrativas, económicas y de gestión, que coadyuve a la unidad del Estado; proteger y promover la diversidad cultural y respetar sus espacios de reproducción e intercambio; recuperar, preservar y acrecentar la memoria social y el patrimonio cultural.

Art. 411.- El estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que afecte la calidad y el equilibrio de los ecosistemas.

2.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

La Universidad Técnica del Norte cuenta con 10 líneas de investigación demostradas a continuación:

- Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
- Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible.
- Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables.
- Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable.
- Salud y Bienestar Integral.
- Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas.
- Desarrollo Artístico, diseño y publicidad.
- Desarrollo Social y del Comportamiento Humano.
- Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.
- Desarrollo, aplicación de software y cyber security (Universidad Técnica Del Norte, 2022)

Nota: Para la Carrera de Textiles se alinean las líneas 1 y 9 correspondientemente permitiendo ser un ente de gran relevancia dentro del desarrollo en ciencia y tecnología tal como lo menciona la Universidad Técnica del Norte.

2.3. Marco Conceptual

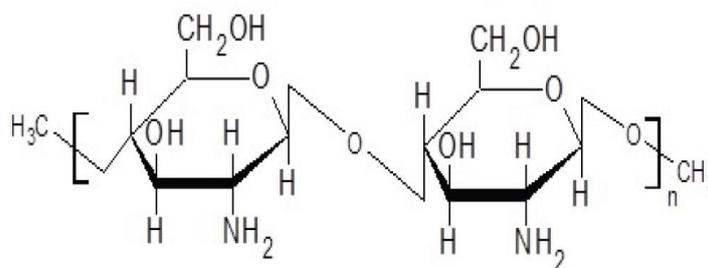
2.3.1. Quitina

Es importante comprender el concepto del quitosano, su origen y su estructura química para que este pueda ser usado correctamente en esta investigación, entendiendo su forma de obtención y sus principales características que influirán más adelante al aplicar en un acabado antibacteriano; por ello es importante recordar su origen, es así como el quitosano se obtiene a partir de la quitina explicado a continuación.

La quitina tiene propiedades de origen natural, no tóxicos y biodegradables. Su estructura lineal está compuesta de poli [β -(1-4)-2 acetamida-2-desoxi-D-glucopiranosas], extraídas por métodos químicos; insolubles en agua limitando su uso. (Espinosa-Cavazos et al., 2020). La **Figura 4** muestra la estructura química de la quitina.

Figura 4.

Estructura de la Quitina



Fuente: (Espinosa-Cavazos et al., 2020)

Generalmente, la quitina se encuentra clasificado en componentes de origen natural por ser el segundo polímero natural más abundante en la naturaleza, la mayoría de estos componentes son obtenidos de especies marinas como caparzones de crustáceos, pero también se obtienen de hongos, insectos, etc. (Roy et al., 2022) explica :

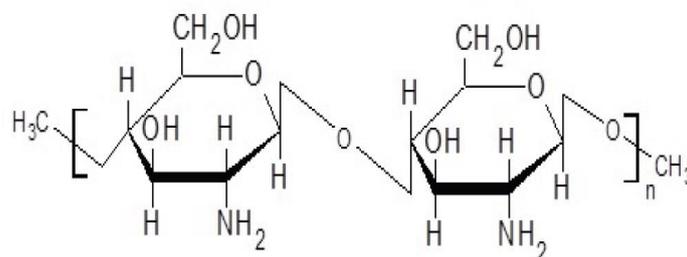
La quitina debido a sus propiedades biodegradables, biocompatible y hematocompatibles son utilizados en sectores como farmacéuticas, cosmeceútico y sanitario teniendo aceptación ya que son biopolímeros versátiles. A partir de la quitina se obtiene el quitosano que tiene propiedades antimicrobianas en un sinnúmero de bacterias, hongos y virus, además, tiene características mucoadhesivas y potencial de penetración por lo que optimiza la absorción.

Así mismo, el quitosano se obtiene a partir de la quitina como lo menciona (Barra et al., 2012) “Cuando la quitina se somete a la acción de un medio alcalino muy concentrado, y a temperaturas superiores a 60 °, se produce la reacción de des acetilación” (p.3), este proceso consiste en la utilización del medio alcalino para obtener el quitosano a partir de residuos del mar.

2.3.2. Quitosano

(Macea et al., 2015) afirma que “El quitosano es un polímero natural derivado de la desacetilación de la quitina con propiedades tales como biocompatibilidad, biodegradabilidad y formación de filmes, de gran aplicación en el campo de la industria, alimentación y medicina” (p. 1) por ello su aceptación en el mercado ha incrementado por sus favorables funciones.

Al igual que la quitina en la **Figura 5** se muestra la estructura química del quitosano exponiendo aso las diferencias de estos dos componentes.

Figura 5.*Estructura del quitosano*

Fuente: (Espinosa-Cavazos et al., 2020)

El quitosano tiene una infinidad de funciones ya que se utiliza en varias industrias por ser de origen natural. Gran cantidad de desechos de crustáceos sirven para la reutilización de esta y todo es posible gracias a la estructura del quitosano.

Compuesto de forma repetitiva por β-(1-4)-2-acetamida-dglucosa y β-(1-4)-2-amino-d-glucosa⁶ tiene buenas características antimicrobianas tanto de bacterias hongos y levaduras. El quitosano tiene grupos funcionales primarios, secundarios y grupos aminos gracias a estas características se logran realizar varios cambios en su estructura molecular que mejora la amplia aplicación de varios usos industriales como son las industrias alimenticia, textil, agricultura, medicina, tratamiento de aguas residuales, biosensores, entre otros. Recientemente se logró aplicar el quitosano en la industria como fármacos periodontales gastrointestinales y bucales que tuvo gran éxito. (Espinosa-Cavazos et al., 2020)

El quitosano es considerado un amino polisacárido no tóxico, biodegradable y biocompatible permite que este compuesto pueda ser encapsulado, brindando protección frente a ataques antimicrobianos, antioxidantes. (Raza et al., 2020). En la [referencia](#) se detalla varias aplicaciones de la quitina y el quitosano utilizadas a nivel industrial.

Tabla 1.*Aplicaciones de la Quitina y Quitosano*

X		QUITINA Y QUITOSANO			
CRUSTÁCEOS	Carne	Productos	Productos	Cremas	Salsas
		congelados	enlatados		
	Desechos de proteína	Alimentos	Peces		
		Desproteínización	Quitina		<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Cosméticos
	Conchas	Desproteínización	Des	Quitosano	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de aguas
		Decoloración	acetilación		<ul style="list-style-type: none"> • Medicina • Biosensores

Nota. Adaptada de (Lárez Velásquez, n.d.)

2.3.2.1. Origen del Quitosano

Los avances científicos permitieron el desarrollo de artículos que benefician a gran cantidad de la población, sin embargo, muchos de estos productos conllevan el incremento de contaminación al planeta por sus múltiples procesos químicos; aunque hoy en día ya se busca las soluciones más adecuadas al momento de producir dichos elementos sin dañar el ambiente. Una de las investigaciones de gran importancia es la aplicación de quitosano por sus características y propiedades.

El quitosano es una de las más prometedoras investigaciones por sus múltiples aplicaciones, este fue descubierto en el año 1859 por Rouget quien encontró el proceso de des acetilación de la quitina obteniendo así el quitosano, sin embargo, quien le dio el nombre de quitosano fue Hoppe Seyler en el año de 1894 (Y. Wang et al., 2021)

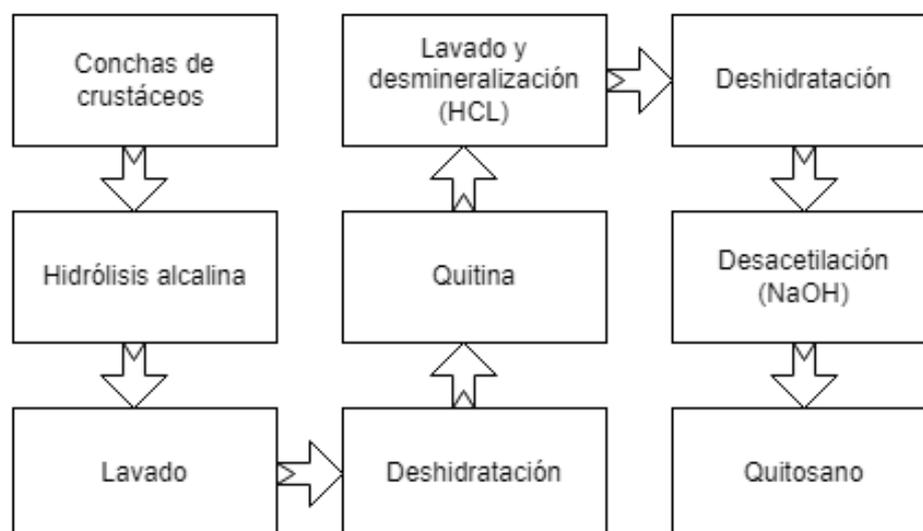
Además, el quitosano es un polímero natural sus propiedades biodegradables, biocompatibles, no tóxicos y mucoadhesivas son características que resultan ser prometedoras en distintas industrias, una de las aplicaciones más destacadas en el uso del quitosano es en estudios médicas. (Dmour & Islam, 2022)

Por su parte (Espinosa-Cavazos et al., 2020) asegura que el quitosano “es una sustancia blanca, dura, inelástica y constituye la fuente principal de contaminación superficial en áreas costeras. Debido a que su biodegradación es muy lenta...” (párr.2) de ahí parten las investigaciones obteniendo el quitosano mejorando sus propiedades funcionales.

Para obtener el quitosano se debe pasar por algunos procesos desde la adquisición de crustáceos para la obtención de quitosano que se detallan en la **Figura 6** hasta la obtención del quitosano.

Figura 6.

Obtención de quitosano a partir de los crustáceos.



Nota. Adaptada de la Fuente: (Espinosa-Cavazos et al., 2020)

Los nuevos estudios también se centran en el uso de este componente con otros para perfeccionar sus afanes. Así mismo (J. Wang & Zhuang, 2022) menciona que “anualmente se generan grandes cantidades de desechos asociados con la industria pesquera. La eliminación de estos desechos se convierte en un problema al que enfrentan muchas plantas de procesamientos de productos del mar” (p.3), es realmente impresionante la cantidad de residuos que se les pueda dar una segunda oportunidad.

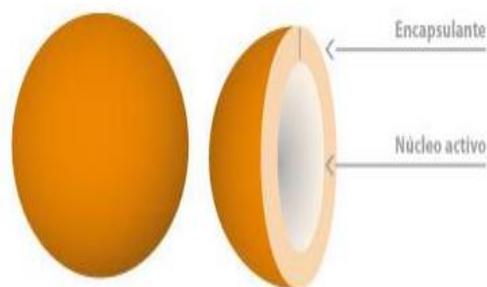
2.3.3. Propiedades del quitosano

Para empezar la quitina es un compuesto insoluble en soluciones acuosas lo que hace difícil su uso en otras aplicaciones, para tener más propiedades de la quitina se debe realizar el proceso químico correspondiente para obtener mejores resultados.

La transformación de la quitina en quitosano busca mejorar sus propiedades haciéndolos más solubles en soluciones acuosas, actúa en la mayoría de los compuestos orgánicos e inorgánicos, generalmente se trabaja con pH menor a 6,5; ventajas como su alta densidad de carga, adherencia a las superficies que contienen cargas negativas son las principales características biológicas de este polímero natural, no tóxicos que resultan ser biodegradable, bioactivas funcionales además disminuye el colesterol (Loaiza Córdova, 2016)

2.3.4. Micro encapsulado

La microencapsulación empezó con la industria papelera para dar apertura a industrias farmacéutica, medica, textil, alimentos, pesticida, cosmética, química, tintes, fragancias, etc. Para esto se utilizan microcápsulas que son partículas individuales o gotas de un material activo que tienen tamaños desde 1 a 100 μ m; los cuales son cubiertas por una membrana externa tal como se muestra en la **Figura 7**. (Ferrándiz García, 2015)

Figura 7*Microcápsula*

Nota. Extraído de la Fuente: (Ferrándiz García, 2015)

Los materiales activos para encapsular pueden ser líquidos hidrofóbicos, soluciones acuosas, dispersiones, emulsiones y gases. Para materiales que encapsularan el compuesto se utiliza polímeros naturales como polisacáridos y proteínas; polímeros sintéticos como poliuretanos; polímeros semisintéticos como los almidones, derivados de celulosa y lípidos como ceras. (Ferrándiz García, 2015)

Existe gran variedad de técnicas de microencapsulación, pero estas dependen de los materiales a usar tanto en compuesto activo como el material que actuará como membrana además dependerá de su aplicación final.

2.3.5. Propiedades de la micro - emulsión de silicona

La industria en general ha utilizado variedad de componentes encapsulantes que contienen productos con el fin de retener sustancias, manteniendo sus propiedades.

Estas partículas se utilizan para el mejoramiento del textil proporcionando nuevas propiedades funcionales como son en textiles después del lavado entre las más destacables el color, olor, suavidad, antibacterianos, etc. Tal como telas con fragancias y aceites esenciales en el que implica lavar el tejido y el material en

este caso el perfume encapsulado libera su compuesto de forma progresiva en cada lavada o mediante la abrasión (Manga et al., 2022b)

Para la industria textil uno de los principales problemas al encapsular un producto activo ha sido la retención del producto encapsulado y que por lo general este depende del tamaño de la partícula.

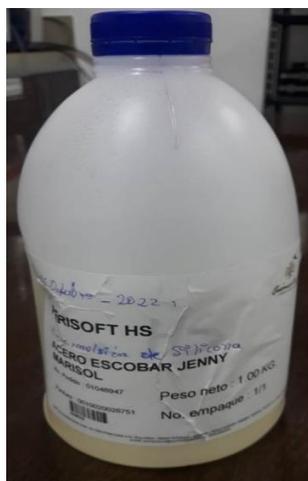
a) PERISOFT HS conc.

Es un producto auxiliar igual a la microemulsión de silicona en su ficha técnica indica que es muy utilizado en el acolchado y en procesos de agotamiento, este producto fue adquirido en la ciudad de Quito específicamente en la empresa Quimicolors S. A. que tiene varias aplicaciones.

Ofrece a los textiles un tacto muy suave y voluminoso, da efectos hidrofílicos, alta resiliencia, aumenta la dimensional estabilidad, reduce las arrugas estas propiedades permiten su aplicación en el proceso de agotamiento también en máquinas de reacción. (Hs, 2015). En la **Figura 8** se muestra el producto microencapsulante de silicona.

Figura 8.

Micro emulsión de silicona PERISOFT HS conc



Nota. El producto se adquirió en la empresa Quimicolours SA.

Otras aplicaciones hoy en día en cuanto a encapsulación son las de protección UV, antibacteriano, resistencia de arrugas, fragancias, humectación, etc.

Sin embargo, la microencapsulación tiene deposición y retención baja como son las microcápsulas de perfume que se determinó que su eficiencia y durabilidad alcanza el 60% en lana ,el 38 % en poliéster y el 2% en elastano en este proceso se utilizó el quipo foulard, pero no se obtuvieron resultados alentadores ya que en tan solo un ciclo de lavado doméstico el acabado se redujo a un 46% por tanto en tan solo 20 lavadas se obtuvo un 97% (Manga et al., 2022a)

Se debe considerar que la mezcla de poliéster/algodón puede tener diferente reacción del acabado siendo variables importantes el quitosano, Perisoft hs y el tipo de tejido. Así mismo la eficiencia de este acabado influirán en la cantidad de lavados que soporte el tejido.

El uso de lavado doméstico en el que los fabricantes se encuentran buscando mejoras en sus productos buscando obtener mejoras en la aceptación de su producto y que en muchos casos ocupan gran cantidad de productos químicos en sus formulaciones intentando encontrar mejores resultados en sus lavados sin embargo esto es una desventaja para medio ambiente por la producción de aguas residuales. (Manga et al., 2022a)

2.3.6. Tipos de acabados químicos

Los acabados textiles según (Dabeban, 2016) se pueden clasificar en 4 tipos de acabados que son: mecánicos, químicos, estampados y tintura. Los acabados mecánicos dan características físicas a los tejidos como textura, densidad, dureza, etc. Existen algunos procesos como el chamuscado, sanforizado, calandrado, batanado, acolchado,

perchado o esmerilado, tundido, decatizado, cepillado, prensado, gofrado, chinz y vaporizado.

Los acabados químicos son aquellas técnicas de pigmentación o blanqueo que implica cambiar el color del textil brindándoles características adicionales que mejoran al textil. Dentro de este tipo de acabados se encuentran los procesos de aprestado, desaprestado, suavizado, inarrugable, incogible, wash and wear, hidrofugo, ignifugo, antiséptico, antideslizante, etc. (Dabeban, 2016)

2.3.7. Procesos de impregnación

La encapsulación se utiliza para recubrir un agente activo brindando protección, estabilidad y durabilidad reduciendo el impacto ambiental. Los agentes activos suelen ser enzimas, hormonas, proteínas, etc. La encapsulación permite la liberación controlada ,dirigida y estabilidad química.(Sampedro-Guerrero et al., 2022)

La encapsulación según (Ferrándiz García, 2015) “es la tecnología mediante la cual se logra confinar compuestos activos dentro de una matriz polimérica. Esta técnica crea un microambiente en el sistema capaz de controlar las interacciones entre el interior y el exterior” (p. 31), es decir el compuesto encapsulado logra ser liberado de forma progresiva mediante la abrasión del tejido con el exterior.

Los objetivos de la encapsulación son: proteger compuestos activos retardando su degradación, separar sustancias incompatibles, enmascarar olores o sabores manteniendo las propiedades del compuesto, conservar y difundir el compuesto lenta y controladamente y convertir líquidos en forma solida fácilmente(Ferrándiz García, 2015)

Los métodos utilizados para aplicar microcápsulas en textiles son: sistema por impregnación, por agotamiento, sistema de recubrimiento, estampado y sistemas especiales. El sistema por impregnación implica absorber el producto químico de

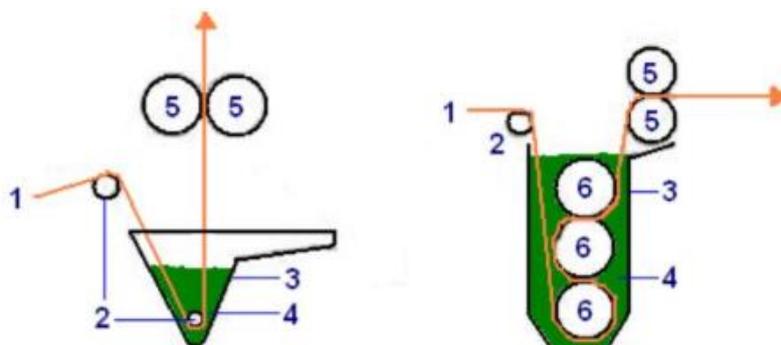
manera rápida en el textil quedando depositada mecánicamente sobre la superficie para este proceso se utiliza la máquina foulard. (Ferrándiz García, 2015)

El proceso por foulard se caracteriza por ingresar el tejido en una cubeta que contiene el baño con microcápsulas de algún componente; este será pasado de manera continua por los rodillos exprimidores con el fin de eliminar excesos del baño, para este proceso se considera las características del sustrato a emplear, velocidad de la máquina, presión de los cilindros, números de pasos del proceso de foulardado, cantidad de baño, cantidad de productos, volumen, composición y por último viscosidad del baño. (Ferrándiz García, 2015)

El proceso de impregnación se caracteriza por ser uno de los procesos en el que se usa menor cantidad de agua, lo que beneficia tanto a los procesos con cuidado ambiental como al consumo de energía incluyendo los costos de producción. Al ingresar el tejido en el equipo existe una tensión del tejido evitando arrugas ingresando el tejido al baño de impregnación y continua por los rodillos exprimidores reduciendo el exceso de baño en el textil. (Lockuán, 2012)

Las partes más importantes del foulard son: los rodillos exprimidores los cuales por lo general son de caucho o más o menos flexible que se encuentra sobre un tubo de acero rígido comúnmente de igual tamaño, pero más grandes con relación a los demás cilindros, también existen los cilindros guías que ayudan a trasladar el tejido y enrollarlo, la batea que es un recipiente donde se debe colocar una sustancia, baño o solución a impregnar.

En la **Figura 9** se visualiza la parte lateral del funcionamiento del Foulard y su funcionamiento.

Figura 9.*Partes y estructura del foulard*

Nota. La figura muestra el funcionamiento del foulard y sus partes.

2.3.8. Modo de uso del Foulard HFR

Para el uso adecuado del foulard que se encuentra en el laboratorio de la Carrera de Textiles se debe seguir las instrucciones y se debe tomar en cuenta algunos datos importantes mostrados a continuación según menciona (Mathis, 2022):

- a) Prender la llave general botón color rojo.
- b) Cerciorarse que la bandeja protectora de manos este colocada por bajo de los rodillos exprimidores.
- c) Regular la velocidad y la presión deseada, de acuerdo con el peso húmedo que se obtendrá y calibrar a lo que se requiera obtener de pick up.
- d) Mantener los sellos laterales de los rodillos exprimidores abiertas mientras se coloca el tejido manualmente.
- e) Colocar el baño o la solución en la tina de impregnación.
- f) Cuando el tejido y la solución se encuentre en su sitio se debe cerrar los rodillos exprimidores con la manija de presión.
- g) Prender el transporte de la tela con el pedal.

- h) Ajustar la tela a los rodillos del des enrollador y el enrollador, para mantener la tela un poco estirada.
- i) Después de hecho el proceso de impregnación descargar el baño.
- j) Lavar los cilindros y la tina con ayuda de la ducha
- k) Des accionar el aire comprimido, lavar a los cilindros y secarlos
- l) Apagar el equipo (p.8-9)

Así también se usará otros elementos en este proceso que apoyan para realizar un correcto proceso de impregnación. En la **Tabla 2** se detalla los equipos usados en el proceso de impregnación.

Tabla 2.

Descripción de equipos

Equipo	Características
Foulard	Es una maquinaria característica por sus rodillos que ofrece un índice de escurrido muy alto.
Termómetro	Instrumento usado para medir temperatura.
Papel pH	Es un elemento usado para medir la concentración de iones de Hidrógeno en las soluciones.
Balanza digital	Es un instrumento de pesaje utilizado para determinar la masa de un objeto.

Formulación de soluciones

Para empezar, se debe tener claro los cálculos y cantidades a aplicar de los productos involucrados por ello se requieren de algunas fórmulas o ecuaciones como se describirá más adelante.

El volumen total se obtiene por medio de la ecuación 1 mostrada a continuación:

$$VT = \text{Peso del textil}(kg) * \text{pick up} + \text{capacidad de la tina} \quad (1)$$

Para iniciar con el proceso se deberá colocar el sustrato textil en el foulard que cumplirá la función de pasar por el baño y retirar el exceso con los cilindros exprimidores obteniendo un porcentaje de humedad dato correspondiente al pick up como se muestra en la ecuación 2.

$$\text{Pick up} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso en seco}}{\text{Peso en seco}} \times 100\% \quad (2)$$

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En el siguiente apartado se detalla el desarrollo del acabado antibacteriano con quitosano a diferentes concentraciones en tejido poliéster/algodón aplicado por el método de impregnación, inicialmente se realizó la caracterización del tejido, seguido por el proceso de descruce, proceso del acabado, posteriormente las pruebas de laboratorio como el conteo de VOC y lavado doméstico que ayudo a comparar muestras sin acabado, con acabado y muestras con transpiración y poder constatar el acabado antibacteriano realizando las respectivas comparaciones.

3.1. Método de investigación

La siguiente investigación se ejecutó mediante un enfoque experimental, cuantitativo y comparativo, al realizar un acabado antibacteriano con quitosano a diferentes concentraciones se obtendrán datos numéricos mediante el proceso de experimentación, así mismo, se efectuó un análisis de resultados comparando las muestras sin acabado y con acabado. Además, se analiza la actividad bacteriana y solidez al lavado realizando el conteo de la ppm correspondiente a cada muestra.

3.1.1. Método Experimental

Es un conjunto de técnicas usadas para investigar fenómenos y poder adquirir nuevos conocimientos basado en la observación sistemática ya sea con la toma de medidas en base a una experimentación o más como también la formulación de pruebas que mejore suposiciones o estudios anteriores. Este método puede realizar en experimentación biológica, química, física, geológica y otras ciencias. Por lo general, este método se caracteriza por el hecho de que los investigadores puedan controlar deliberadamente las variables y poder delimitar relaciones entre sí (Investigadores, 2022).

3.1.2. Método Cuantitativo

Como su nombre lo indica el método cuantitativo consiste en contar ciertos parámetros o datos tal como lo menciona Fabiola et al. (2017):

La investigación cuantitativa es cuando se vale de datos cuantificables, a los cuales se accede a través de la medición y la observación. El análisis de los datos obtenidos de la metodología cuantificable la ejecutará mediante cálculos estadísticos, fijación de variables y patrones constantes, a partir de los cuales se obtiene los resultados y las conclusiones de la investigación. (p. 9)

Los datos obtenidos en la investigación servirán como medio para analizar la situación y obtener resultados de la investigación.

3.1.3. Método Comparativo

Es necesario realizar un análisis comparativo en esta investigación debido a las variables propuestas y que según Kane & Kahwati (2023) menciona que:

El análisis comparativo cualitativo es un método basado en la teoría, un método basado en la teoría de conjuntos que se puede utilizar para identificar relaciones causales complejas. Utiliza un enfoque basado en casos y puede integrar datos cualitativos y cuantitativos o ambos, lo que lo hace particularmente útil como parte de una evaluación de métodos mixtos. (p. 581)

3.1.4. Método Hipotético Deductivo

A través de observaciones de un caso particular se plantea un problema que permite inducción que remite el problema a una teoría para formular la hipótesis, que a través de un razonamiento deductivo intenta validar la hipótesis empíricamente (Kane & Kahwati, 2023).

3.2. Flujogramas

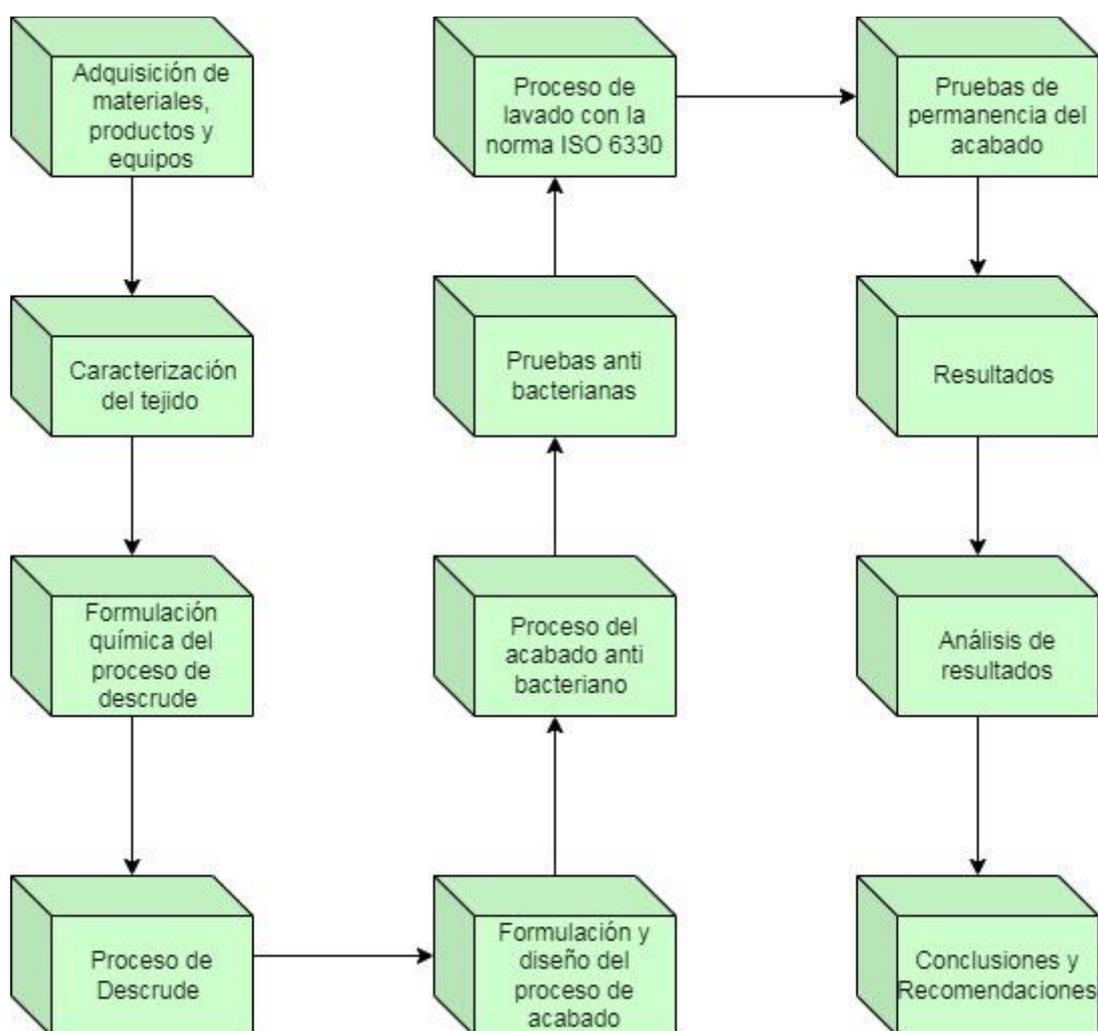
A continuación, se muestran los procesos descriptivos clasificados en 2 flujogramas que son el general y el muestral que explica paso a paso los procesos y los materiales usados para realizar la investigación propuesta.

3.2.1. Flujograma general

En la Figura 10 se muestra el proceso de forma general para realizar la evaluación del acabado antibacteriano con quitosano y micro emulsión de silicona.

Figura 10.

Flujograma General



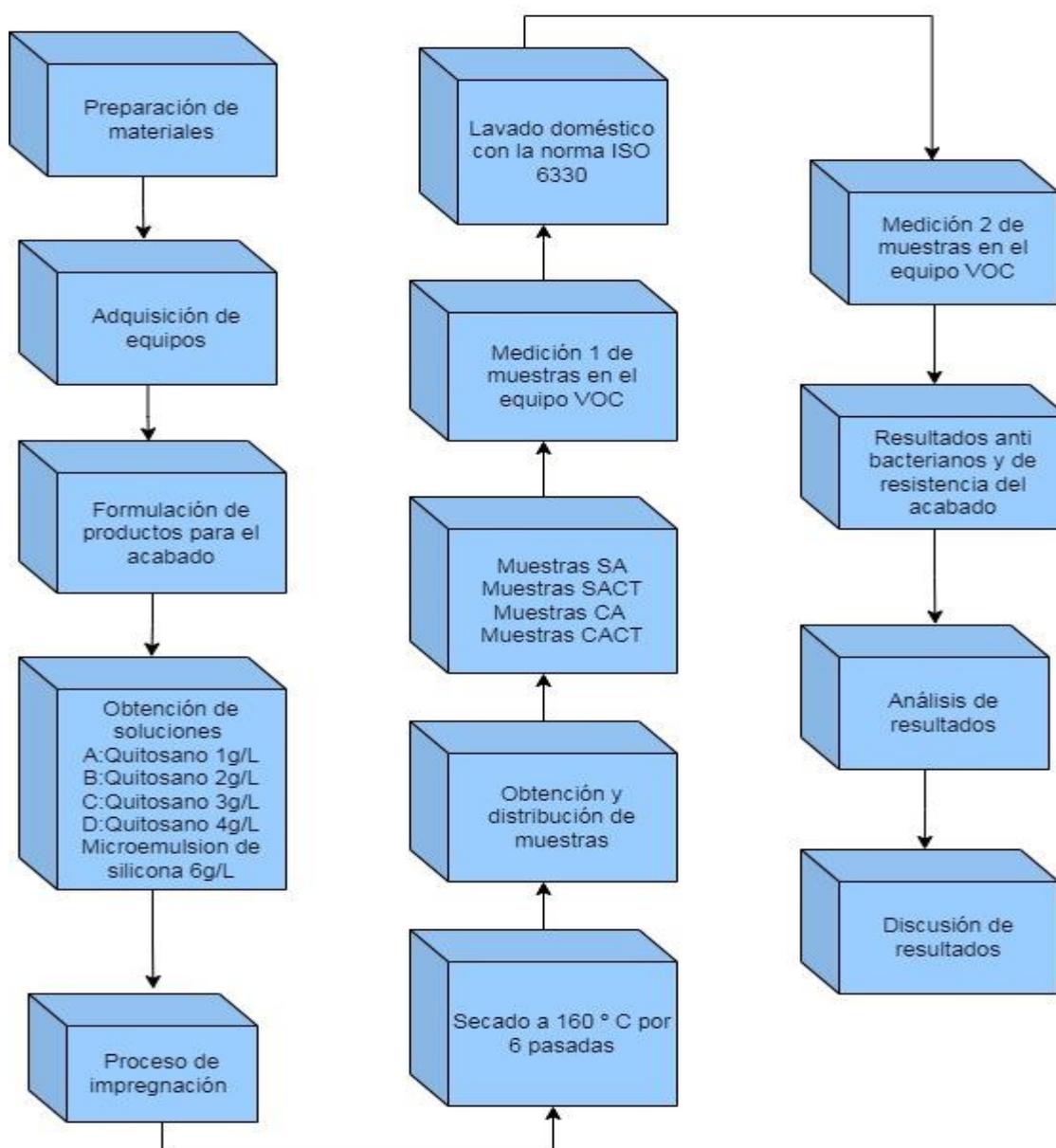
Nota: Se muestra el proceso muestral detallado en un flujograma.

3.2.2. Flujograma muestral

En la **Figura 11** se muestra el flujograma muestral del proceso de aplicación de quitosano como acabado antibacteriano, realizando 4 muestras con distintas concentraciones; así mismo la evaluación correspondiente.

Figura 11.

Flujograma Muestral



Nota. En este flujograma se detalla las concentraciones a aplicar del acabado con quitosano.

3.3. Caracterización del Tejido

Al contar con un tejido poliéster/algodón de mezcla 65/35% se debe comprobar composición de la mezcla indicada, para ello se debe realizar la disolución de uno de los componentes, en este caso se realizó la disolución con metanol y sosa cáustica para disolver el poliéster y así evidenciar el porcentaje de mezcla usada en esta investigación.

3.3.1 Prueba de disolución

- Se debe cortar la muestra de 5cm x 5cm y pesar hasta obtener 0.50 gr del tejido.

En la **Figura 12** se muestra el proceso de pesaje de la muestra obtenida.

Figura 12.

Obtención de muestra



- En un vaso de precipitación colocar 50 ml de metanol producto que ayudará a disolver el poliéster. En la **Figura 13** se muestra el producto metanol en su recipiente y la adición de este en el vaso de precipitación.

Figura 13.

Adición de 50 ml de metanol en un vaso de precipitación.



- Pesar 4.50g de Sosa cáustica producto que ayudo a disolver el poliéster junto con el metanol mezclar hasta que homogenice. En la **Figura 14** se muestra el pesaje de la sosa cáustica y su mezcla.

Figura 14.

Obtención de solución disolvente



- Colocar la muestra de poliéster/algodón en el vaso de precipitación con la mezcla y dejar actuar por 20 minutos a 60 ° C. En la **Figura 15** se muestra la solución.

Figura 15.

Colocación y mezcla de solución y muestra



- Cuidadosamente se debe dejar enfriar la solución por aproximadamente 2 minutos y observar la reacción tal como se muestra en la **Figura 16** obteniendo como resultado un líquido viscoso y un poco pegajoso.

Figura 16.

Observación de reacción de la muestra.



- Enjuagar por 5 minutos en agua caliente y mover constantemente para deshacer de los restos de poliéster, como se muestra en la **Figura 17** del enjuague de la muestra.

Figura 17.

Enjuague de la muestra



- Secar la muestra en el horno de secado tal como se muestra en la **Figura 18** por aproximadamente 5 minutos.

Figura 18.

Secado de la muestra



- Como se muestra en la **Figura 19** se debe pesar la cantidad de tejido que quedo mostrada a continuación.

Figura 19.

Pesaje de la muestra disuelta



Se debe realizar el respectivo cálculo para verificar la concentración al realizar la disolución con metanol y sosa cáustica se logra disolver el poliéster por lo tanto el 35.69 % que resta es algodón. En la **Tabla 3** se muestra el cálculo correspondiente a la verificación del porcentaje de mezcla del tejido.

Tabla 3.

Cálculo del porcentaje de mezcla

Peso (g)	% de mezcla
0.5088	100%
0.1816	X= 35.69%

3.3.2 Densidad del tejido

Para obtener datos acerca del tejido se debe cortar 5 muestras en forma escalonada con la troqueladora o también conocida como cortadora circular como se muestra en la **Figura 20** para obtener las muestras.

Figura 20.

Obtención de muestras con la troqueladora.



A continuación, se debe pesar cada una de las muestras individualmente en la balanza digital como se muestra en la **Figura 21** para que posteriormente se logre sacar el promedio y multiplicar por 100, el resultado obtenido es el gramaje en g/m^2 .

Figura 21.

Pesaje de muestras



En la **Tabla 4** se detalla los datos técnicos del tejido, datos de gran relevancia que evidencia las principales características del tejido.

Tabla 4.*Datos técnicos del tejido*

Datos técnicos						
Nombre	Tejido plano en crudo			X		X
Composición	Poliéster/algodón 65/35%		X		X	
Ligamento	Tafetán			X		X
Ancho	164 cm		X		X	
Gramaje		Número de pasadas				
Muestras	Pesos	Urdimbre		Trama		
1	1,2466 g	Densidad		1230 h	1230 h	
2	1,2332 g	Urdimbre	Trama	Rendimiento		
3	1,2250 g					
4	1,2329 g	68	68	4.94 m/kg		
5	1,2302 g					
Gramaje	123,358 g/m ²					

Nota. Los datos mostrados son datos técnicos del material escogido en esta investigación.

3.4. Preparación del tejido

Para empezar con cualquier proceso de acabado o tinturado de debe preparar los materiales y las medidas necesarios del tejido para el proceso de descrude explicado a continuación, así mismo se detalla los equipos usados en la curva de proceso.

3.4.1. Proceso de Descrude

El descrude consiste en remover las ceras, pectinas y otras impurezas que se encuentren en el tejido dejándola en condiciones adecuadas que permite que el tejido tenga características absorbentes que influirán en el teñido o acabado, así también este procedimiento ayuda a que el tejido obtenga un tacto más suave (Cotton works, 2022).

Así mismo, existen diferentes auxiliares usados en este proceso dependiendo del material, por tanto, el proceso de preparación del tejido es de gran importancia para que así se logre realizar los procesos posteriores adecuadamente. Tal como lo menciona Orcón Basilio et al. (2019) indicando que:

El descrude proporciona hidrofiliidad al sustrato por acción del álcali y tensoactivos. Actualmente, se usa el hidróxido de sodio para el descrude que elimina impurezas, pero también degrada la fibra bajo condiciones severas creando fisuras en ellas o disolviendo la cutícula o pared primaria. (p. 177)

Para este proceso se utilizará algunos equipos y materiales de gran relevancia para esta investigación como se muestran en la **Tabla 5** detallando cada uno de ellos.

Tabla 5.

Equipos usados

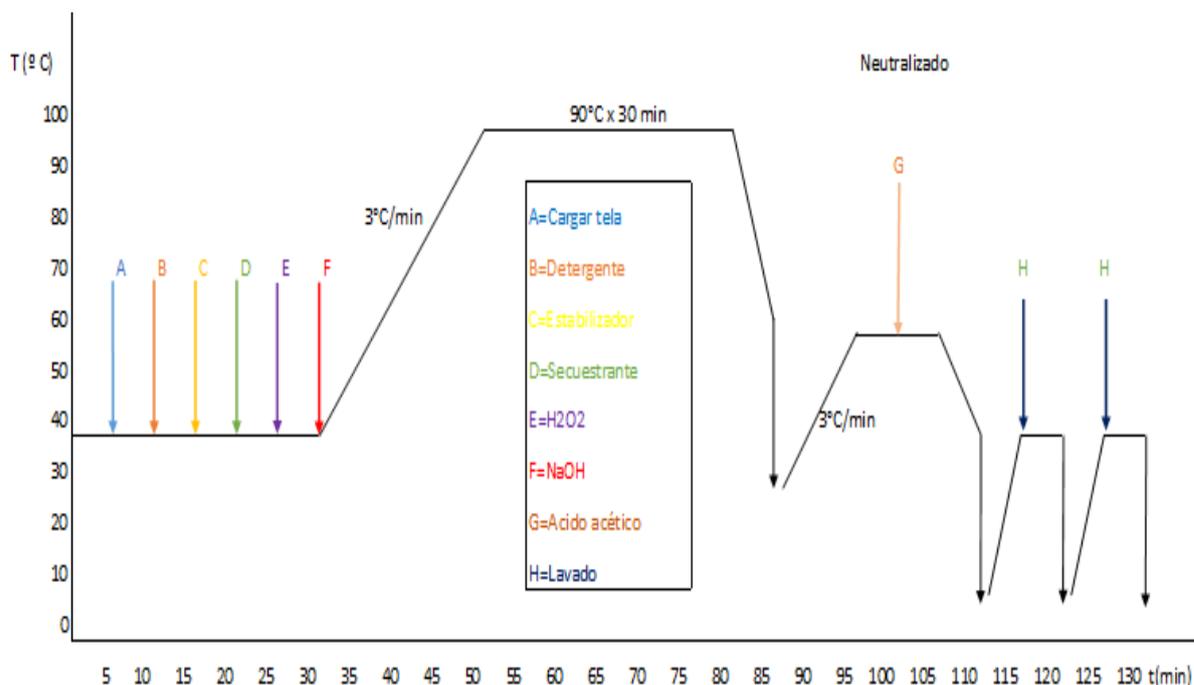
Equipo	Características
Máquina de prelavados	Es un equipo que se utiliza para procesos de tintura y acabado.
Balanza digital	Es un instrumento de pesaje utilizado para determinar la masa de un objeto
Tejido plano poliéster/algodón	Tejido plano de composición 65/35% Poli algodón
Agitador de metal	Es un fino cilindro macizo de vidrio usado para agitar soluciones, mezclar productos químicos.

Para empezar con el proceso de impregnación se debe preparar las probetas con las medidas adecuadas para ingresar al foulard; no sin antes, realizar el proceso de descrude y blanqueo químico del tejido para que este se encuentre en condiciones adecuadas para el proceso de acabado.

En la **Figura 22** se observa la curva de proceso en la que detalla el orden de aplicación de los productos, tiempo y temperatura. La simbología en cada uno de los procesos se detalla en la misma curva y su correspondiente gradiente.

Figura 22.

Curva de tintura del Descrude.



Nota. La curva de tintura fue desarrollada con la ayuda de apuntes de clase con parámetros, tiempos y temperaturas indicadas en la curva.

Variables y Parámetros

En el proceso se debe pesar el tejido (1.2kg) y se calcula la relación de baño (1/20) que hace referencia a los litros de agua (24 L). En la **Tabla 6** se muestra los pesos de los auxiliares a usarse en este proceso.

Tabla 6.*Proceso de desgrude y blanqueo*

Producto	g/L	g	kg
Detergente	2	48	0,048
Estabilizador	1	24	0,024
Secuestrante	1	24	0,024
Agua oxigenada	4	96	0,096
Sosa cáustica	2,4	57,6	0,0576
Neutralizado	-	-	-
Ácido acético	0,33	7,92	0,00792

Nota. Experimentada en las muestras. Fuente adaptada de notas de clase.

3.5. Pruebas de Aplicación del Acabado

Para realizar el acabado antibacteriano por impregnación con quitosano y micro emulsión de silicona en el tejido plano poliéster/algodón 65/35% se debe tener en cuenta ciertos parámetros como: pick up, presión de los rodillos y la velocidad, además, el cálculo de los respectivos productos a aplicar controlando el pH de las soluciones. Para realizar la aplicación de acabado de debe seguir los siguientes pasos.

- Pesar el tejido de mezcla poliéster/algodón en la balanza tal como se muestra en la **Figura 23** este dato ayudará a los respectivos cálculos.

Figura 23.

Pesaje del tejido a descrudar.



- En la **Figura 24** se muestra el proceso de pesaje y cálculos correspondientes a cada proceso, pesando los diferentes auxiliares a utilizarse.

Figura 24.

Pesaje y cálculo de auxiliares.



- Preparar la máquina de prelavados como se muestra en la **Figura 25** y dosificar los auxiliares de acuerdo a la curva de tintura mencionada en la **Figura 22**.

Figura 25.

Máquina de prelavados



- En la **Figura 26** se muestra cómo se introdujo tela de la mezcla poliéster/ algodón en la máquina de prelavados.

Figura 26.

Cargar tela.



- Secar el tejido proveniente de la máquina de prelavado en la centrífuga cuyo principal objetivo es retirar el exceso de humedad. Tal como se muestra en la **Figura 27** máquina que se encuentra en el galpón de textiles.

Figura 27.*Máquina centrífuga***3.5.1. Proceso de impregnación**

Este proceso se caracteriza por adherir un producto en un tejido por medio de rodillos exprimidores y una cuba de impregnación en la que se encuentra el baño o la solución. Para ello se debe tener en cuenta ciertos parámetros como: pick up, presión de los rodillos y la velocidad, además, el cálculo de los respectivos productos a aplicar controlando el pH de las soluciones.

- Realizar el corte del tejido poliéster/algodón 65/35% de las diferentes muestras a impregnar con las dimensiones de 35cm x100cm de longitud.
- Realizar el pesaje de las muestras cortadas como se muestra en la **Figura 28** considerando el peso en seco que ayudará a calcular el pick up más adelante.

Figura 28.

Pesaje de las muestras



- Pesar el quitosano a diferentes concentraciones como se muestra en la **Figura 29** con ayuda de la balanza digital.

Figura 29.

Pesaje de quitosano



- Realizar las soluciones aplicando quitosano al 1g/L; 2g/L; 3g/L; 4g/L en 500ml de agua tal como se muestra en la **Figura 30**.

Figura 30.*Preparación de soluciones.*

- En la **Tabla 7**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla los pesos, volumen total y las dosificaciones de quitosano y micro emulsión de silicona.

Tabla 7.*Dosificación del acabado antibacteriano*

# M	Peso muestra	Vol. Total	Quitosano		Micro emulsión de silicona 6g/L
			Concentración	Dosificación	
M1	74,276 g	563.682 ml	1 g/L	0.563 g	3.38 g/L
M2	72,276 g	561.435 ml	2 g/L	1.12 g	3.36 g/L
M3	76,548 g	565.06 ml	3 g/L	1.69 g	3.39 g/L
M4	75,491 g	564.16 ml	4 g/L	2.25 g	3.38 g/L

- Para realizar la solución se debe colocar en 500mL de agua la dosificación de quitosano correspondiente a cada muestra.
- La solución presenta un pH entre 8 a 9 por lo tanto se debe reducir ya que la ficha técnica de la micro emulsión de silicona recomienda aplicarla cuando la solución se encuentre entre 4 a 6 de pH, por lo tanto, se debe colocar ácido acético e ir controlando de acuerdo con la documentación.
- Mezclar las soluciones hasta obtener una mezcla homogénea y aplicar la micro emulsión de silicona correspondiente a cada muestra y nuevamente mezclar hasta homogenizar.
- Medir el pH de las soluciones usando la ficha técnica de la micro emulsión de silicona. En la **Figura 31** se muestra la medición de pH de las soluciones.

Figura 31.

Control de pH



- Una vez controlado los pH se debe colocar la dosificación calculada de micro emulsión de silicona. En la **Figura 32** se muestra la verificación de pH que debe estar entre 4 a 5.

Figura 32.

Verificación de pH.



- Mezclar hasta que la solución se encuentre homogénea y sin precipitaciones tal como se muestra en la **Figura 33** con las 4 soluciones a experimentar.

Figura 33.

Soluciones con las diferentes concentraciones.



- Preparar la máquina Foulard para el proceso de impregnación colocando la velocidad de máquina que es a 0.72 y la presión que debe estar en 1.2 psi para obtener un pick up de 85+-5 y colocar la solución en la cuba de impregnación.

- Pasar el tejido proveniente del baño en el Foulard y pesar haciendo referencia al peso en húmedo que contribuirá al cálculo del pick up.
- Colocar la tela y la solución en el foulard para el correspondiente proceso de impregnación. Como se muestra en la **Figura 34**.

Figura 34.

Uso del equipo Foulard.



- Pesar el tejido que proviene del proceso de impregnación y calcular el pick up.

En la **Figura 35** se aprecia el proceso de pesaje en húmedo.

Figura 35.

Peso en húmedo



- Finalmente secar las muestras en el túnel de secado a una temperatura de 150 ° C por 6 pasadas. En la **Figura 36** se muestra el proceso de secado.

Figura 36.

Secado de las muestras en el túnel de secado.



- Obtener muestras para las correspondientes pruebas de laboratorio con medidas de 22cm x 30cm.
- Empacar cada una de las muestras con los diferentes parámetros aplicados para evitar que las muestras se contaminen. En la **Figura 37** se muestra la clasificación y empaque de muestras.

Figura 37.

Clasificación y empaque de muestras



- Pesar cada una de las muestras húmedas y calcular el pick up como se muestra en la **Tabla 8** descrita a continuación

Tabla 8.*Cálculo del Pick up*

Cálculo de Pick Up		Pick up a obtener: 85 ±5	
Muestras	Peso en seco.	Peso en húmedo	Pick Up
Muestra 1	74,276	381,987	80,55
Muestra 2	72,276	364,123	80,15
Muestra 3	76,548	432,685	82,30
Muestra 4	75,491	394,984	80,88

Nota. Datos recolectados pesando las muestras en la balanza Fuente: (PAH, 2022)

3.6. Conteo de Compuestos Orgánicos Volátiles

Para realizar el conteo bacteriano en el acabado con quitosano y micro emulsión de silicona aplicado por el método de impregnación en el tejido plano poliéster/algodón 65/35%. En la **Tabla 9** se detalla los equipos usados en el laboratorio después de realizar el acabado antibacteriano para demostrar su efectividad.

Tabla 9.*Descripción de equipo VOC y Wascator*

Equipo	Características
Sensor electroquímico	Es un equipo usado para detectar y medir las concentraciones de una gama de gases tóxicos.
Software Data Logger	Programa que permite recolectar, mostrar y analizar datos de una manera fácil
Wascator FOM 71 CLS	Es una máquina usada para valorar rendimientos de pruebas de lavado.

3.6.1 Medidor de compuestos orgánicos volátiles

Es un equipo con un sensor semiconductor óxido metal que tiene una medida de calibración para medir olores, que se usan en mediciones cualitativas o semi cualitativas de especies químicas con compuestos orgánicos volátiles y de gases de Cox. Este equipo es de gran relevancia ya que este al estar en contacto con el textil hará que el sensor actúe a través de un ordenador que mostrara la presencia de partes por millón o las llamadas ppm que puede contener un textil.

- **Variables y Parámetros**

Para analizar las muestras en el laboratorio tomar en cuenta las indicaciones de la norma y los equipos. Para comprender de mejor manera se detalla los parámetros que mide el equipo Air Quality longer.

- **TVOC**

Se refiere a los compuestos orgánicos volátiles totales que se logran medir aire interior como otras sustancias orgánicas por ejemplo el benceno, tolueno, glicoles y terpenos. Al entrar en contacto con los elementos antes mencionados o gases y vapores puede afectar la piel, salud y causar daño como alergias e irritaciones.(PAH, 2022)

- **JSM – 131SC Air Quality Detector**

Es un equipo pequeño de medición que se encarga de monitorear la calidad del aire doméstico inteligente multifuncional civil, por lo general este equipo detecta sustancias como formaldehído cuya nomenclatura es HCHO, también mide contaminantes químicos con su nomenclatura TVOC, Dióxido de carbono que es CO₂ y el nivel de calidad del aire AQI. En la **Figura 38** se muestra el equipo mencionado anteriormente.

Figura 38.*JSM 131 SC Air Quality Detector*

Fuente: (PAH, 2022)

En el manual de uso del equipo VOC modelo JSM 131 SC muestra los rangos de medición de los diferentes parámetros a medir como lo indica en la **Tabla 10** detallando los rangos de HCHO, TVOC, CO_2 Y AQI. Es de gran importancia recordar que el parámetro a analizar será el TVOC que hace referencia a los compuestos orgánicos volátiles totales los cuales serán evaluados y comparados más adelante.

Tabla 10.*Rangos de medición equipo VOC*

X	Excelente calificado	Bien calificado	Contam. leve	Contam. moderada	Contam. grave	Contam. muy grave
HCHO	0 - 0,08	0,081-0,1	0,101-0,2	0,201-0,5	0,501-1,0	1,001-1,999
TVOC	0 -0,5	0,501-0,6	0,601-1,5	1,501-3	3,001 -6	6,001 - 12
CO_2	0-450	451-1000	1001-1500	1501-2000	2001-3000	3001 - 5000
AQI	1	2	3	4	5	6

Nota. La palabra Contam significa Contaminación. Fuente:(Manual JSM-131SC, n.d.)

Junto con el equipo VOC se usará una caja de cristal de medida de 30cmx30cm para mantener la ppm concentrada en un solo espacio tal como se muestra en la **Figura 39**. Además, las probetas serán medidas en un rango entre 15 a 60 minutos en cada muestra.

Figura 39.

Estructura interna del VOC



Para medir con exactitud la ppm de cada muestra a analizar se deberá colocar en una cámara de 30x30 cm que se encuentre totalmente fuera de contaminación para que así sean introducidas las probetas y así ser analizadas con exactitud obteniendo datos certeros.

Así se logrará determinar la contaminación que ha sufrido el textil ya que existirá muestras sin acabado, con acabado, y las muestras con concentraciones diferentes y finalmente las muestras con el acabado y la transpiración. En la **Tabla 11** se muestra la distribución de las probetas a analizar.

Tabla 11.*Asignación de probetas*

Distribución de muestras	
S.A.	Sin acabado
C.A.	Con acabado
S.A.C.T.	Sin acabado con transpiración
C.A.C.T.	Con acabado con transpiración
C.A.D.L.	Con acabado después del lavado
S.A.C.T.D.L.	Sin acabado con transpiración después del lavado
C.A.C.T.D.L.	Con acabado con transpiración después del lavado

Nota. La distribución de las muestras se dará en relación con lo asignado a continuación.

Para ello, se deberá comenzar con la medición del conteo de compuestos orgánicos volátiles de las muestras sin ningún tipo de acabado y sin transpiración haciendo referencia a las muestras SA y poder verificar la permanencia del acabado en el tejido, determinando si este es un acabado permanente, semipermanente o no permanente. Además, se realizará una comparación de muestras con transpiración para ver la efectividad bacteriana.

3.6.2 Proceso de conteo VOC

- Medir los compuestos orgánicos volátiles de cada muestra para verificar si el acabado permanece en el tejido. En la **Figura 40** se realiza la medición de las muestras.

Figura 40.

Conteo de compuestos orgánicos volátiles.



- Someter cada una de las muestras a transpiración de un deportista y dejar actuar las muestras por 24 horas en un lugar oscuro para que las bacterias se concentren.
- Realizar la medición VOC de las muestras con acabado y con contaminación; manipular las muestras con guantes para mantener valores reales. En la **Figura 41** se aprecia el proceso de medición de muestras contaminadas.

Figura 41.

Medición de muestras contaminadas

**3.7. Normas**

Esta investigación se lleva a cabo por medio de normas o especificaciones relacionadas para obtener resultados o también en el proceso de aplicación para este caso la norma aplicada será implementada para evaluar los datos después del lavado.

3.7.1 Normas UNE-EN ISO 6330

Es una norma utilizada internacionalmente para realizar un sinnúmero de ensayos textiles que evalúan su calidad analizando el aspecto, dimensión, arrugas, resistencia, repelencia al agua, solidez al color y al lavado doméstico; además, evalúa el comportamiento de un sinnúmero de productos textiles como prendas, productos para el hogar, entre otros. La norma detalla los procedimientos de lavado y secado doméstico para ser realizados en pruebas textiles explicando los detergentes a utilizarse y contrapesos de una manera adecuada.

- **Wascator FOM 71 CLS**

Para el proceso de pruebas de solidez al lavado se utiliza el siguiente equipo del laboratorio de la Carrera de Textiles como se muestra en la **Figura 42**.

Figura 42.

Lavadora Wascator FOM 71 CLS



3.7.2 Proceso de lavado

- Realizar el lavado doméstico con la norma ISO 6330. En la **Figura 43** se muestra la manipulación en la lavadora Wascator para realizar el lavado de las muestras.

Figura 43.

Uso de la máquina Wascator



- Secar las muestras conforme a la norma en un lugar sombreado y el tendido de forma plana dejar que se seque por 24 horas. En la **Figura 44** se muestra el secado que se realiza de forma plana.

Figura 44.

Secado al ambiente de las muestras



- Realizar la medición de las probetas lavadas. En la **Figura 45** se muestra la medición con el equipo VOC sometidas en la caja de cristal.

Figura 45.

Medición de probetas equipo VOC



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos mediante la medición de las muestras aplicadas el acabado antibacteriano con quitosano y micro emulsión de silicona, mediante el conteo de compuestos orgánicos volátiles antes y después del lavado, valores que servirán para comparar resultados de todas las muestras tanto de las probetas con el acabado, sin acabado, con transpiración y las probetas para que posteriormente sean lavadas por medio del equipo VOC por aproximadamente 20 a 60 minutos hasta que los valores se estabilicen. Así mismo, se realizará el análisis correspondiente de las muestras de forma estadística con tablas y gráficos para un mejor entendimiento.

4.1. Resultados de las pruebas

Inicialmente se realiza el conteo antes del lavado para realizar la respectiva comparación; las probetas sin ningún tipo de acabado son aquellas con las que se podrá partir para confirmar el cambio que existió en las mismas. Las muestras iniciales son denominadas SA como se muestra en la **Tabla 12** detallados a continuación.

Tabla 12.

Resultados muestras SA

Resultados de muestras Sin Acabado - SA			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
SA1	-	-	0,094
SA2	-	-	0,109
SA3	-	-	0,181
SA4	-	-	0,137



En la **Tabla 13** se visualizan los datos adquiridos en la experimentación de exposición del tejido acabado, de las muestras cuya concentración es de 1g/L, 2g/L, 3g/L y 4g/L de quitosano; además se aplicó 6g/L de micro emulsión de silicona como compuesto adicional en la solución para el acabado antibacteriano, y se midió las partes por millón presentes en estas probetas como se muestra a continuación.

Tabla 13.

Resultado de las muestras con acabado-CA

Resultados de muestras Con Acabado - CA				
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC	
CA1	6	1	0,314	
CA2	6	2	0,248	
CA3	6	3	0,385	
CA4	6	4	0,201	

Nota. La tabla muestra los valores medidos en el equipo VOC con acabado antibacteriano.

Así mismo, se obtiene resultados de las muestras sin acabado con aplicación de transpiración en el tejido. En la **Tabla 14** se encuentran los valores de las muestras de un deportista que utilizó el tejido por un tiempo aproximado de 45 minutos en la zona axilar.

Tabla 14.

Resultados de muestras SACT

Resultados de muestras Sin Acabado Con Transpiración - SACT				
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC	
SACT1	-	-	0,564	
SACT2	-	-	0,521	
SACT3	-	-	0,556	
SACT4	-	-	0,561	

Nota. Se muestra los valores de las muestras sin ningún tipo de acabado con transpiración.

En la **Tabla 15** se encuentra los resultados de medición del equipo VOC de las muestras sometida a la aplicación de transpiración que se obtuvo de un deportista realizando actividad deportiva por un periodo aproximado de 45 minutos. Estas muestras se midieron después de permanecer en un cuarto oscuro por 48 horas.

Tabla 15.

Resultados muestras CACT

Resultados de muestras Con Acabado Con Transpiración - CACT			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
CACT1	6	1	0,321
CACT2	6	2	0,481
CACT3	6	3	0,185
CACT4	6	4	0,454



Nota. Se visualiza los valores de las muestras CACT

A continuación, se visualizan las muestras sometidas a la acción de lavado y así poder determinar la permanencia del acabado realizando la comparación entre las muestras antes y después del lavado analizando los valores. En la **Tabla 16** se muestra los resultados de las muestras sin acabado después del lavado.

Tabla 16.

Resultados de las muestras SA después del lavado

Resultados de muestras Sin Acabado - SADL			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
SA1	-	-	0,094
SA2	-	-	0,102
SA3	-	-	0,181
SA4	-	-	0,133



Nota. La tabla resume los valores obtenidos de las muestras sin acabado después del lavado.

En la **Tabla 17** se logra apreciar los resultados obtenidos del tejido con acabado después del lavado.

Tabla 17.

Resultados de las muestras CA después del lavado

Resultados de muestras Con Acabado Después del lavado			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
CADL1	6	1	0,148
CADL2	6	2	0,081
CADL3	6	3	0,306
CADL4	6	4	0,079



Nota. La tabla muestra valores VOC después del lavado denominadas muestras CADL.

En la **Tabla 18** se muestra los valores obtenidos de las muestras SACT

Tabla 18.

Resultados de las muestras SACT después del lavado

Resultados de muestras Sin Acabado Con Transpiración - SACTDL			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
SACT1	-	-	0,474
SACT2	-	-	0,412
SACT3	-	-	0,462
SACT4	-	-	0,483



Nota. En este proceso no se aplicó ningún producto.

En la **Tabla 19** se muestra los datos obtenidos de las probetas que contienen el acabado y la transpiración de un deportista

Tabla 19.

Resultados de medición de muestras CACT después del lavado.

Resultados de muestras Con Acabado Con Transpiración después del lavado			
#M	g/L M. silicona	g/L quitosano	TVOC
CACTDL1	6	1	0,285
CACTDL2	6	2	0,298
CACTDL3	6	3	0,181
CACTDL4	6	4	0,254



Nota. La tabla muestra valores medidos de las muestras con acabado y transpirabilidad después del lavado.

Al realizar una investigación experimental se logra obtener resultados de la aplicación del acabado por medio del conteo de partes por millón en comparación a las muestras sin acabado. Así mismo se logra evaluar las partes por millón del acabado obteniendo como resultado efectividad en contra de bacterias que se encuentran en el tejido.

4.2. Rangos de resultados del equipo VOC

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en la investigación del acabado antibacteriano en la que se evalúa a cada una de las muestras considerando el antes y después el lavado, además se detalla la tabla de calidad de aire que determina los resultados por medio de rangos establecidos del equipo.

El equipo medidor de compuestos orgánicos volátiles cuenta con su propia valoración en cuanto a los rangos aceptados de partes por millón designando el nivel de contaminación como se muestra en la **Tabla 20**, mostrando además en la **Figura 46** el gráfico del modelo de rangos que mide el equipo.

Tabla 20.

Rangos de medición del equipo VOC.

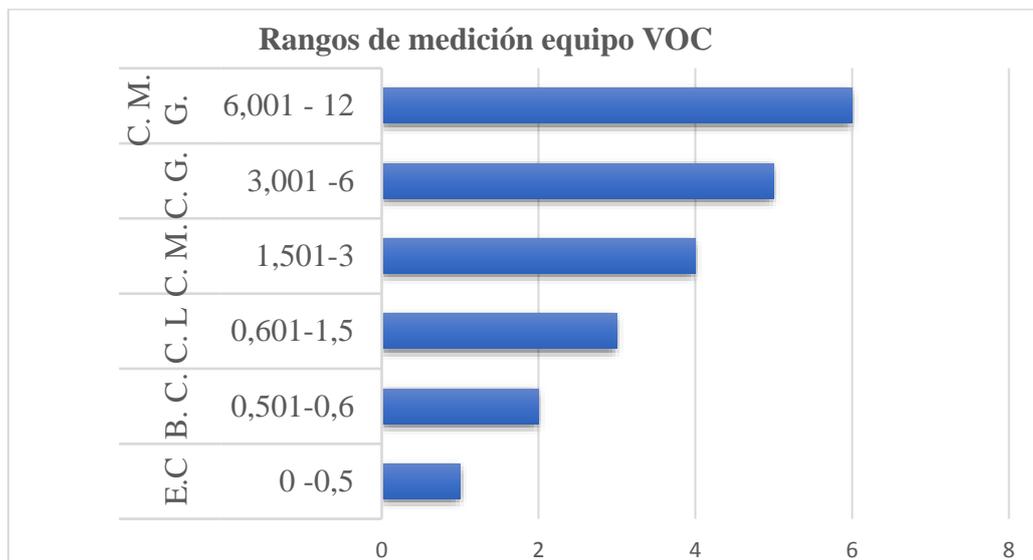
TVOC	Denominación	Siglas
0 -0,5	Excelente Calificado	E.C.
0,501-0,6	Bien Calificado	B.C.
0,601-1,5	Contaminación Leve	C.L.
1,501-3	Contaminación Moderada	C.M.
3,001 -6	Contaminación Grave	C.G.
6,001 - 12	Contaminación Muy Grave	C.M. G

Nota. Valoraciones de medición de los compuestos orgánicos volátiles totales.

En la **Figura 46** se muestra los rangos de valores a los que designan al grupo al que pertenecen cada una de las muestras con los rangos de aceptación de forma gráfica para una mejor comprensión.

Figura 46.

Rangos de medición del equipo VOC



Al medir diferentes muestras que son: sin acabado, con acabado, sin acabado con transpiración, con acabado con transpiración se obtendrá datos de distintos rangos que servirán para realizar la comparación correspondiente.

4.3. Tabla de resultados generales

En este ítem se tendrá en cuenta los valores adquiridos en la experimentación aplicado mediante el método de impregnación, los valores que se muestran en la tabla son: el número de muestra, la designación de las muestras, dosificación de quitosano, dosificación de micro emulsión de silicona, los valores de ppm de las muestras antes y después del lavado y los rangos de calidad de aire correspondientemente.

En la **Tabla 21** se visualiza los datos obtenidos de las muestras antes y después del lavado para así determinar cuan eficiente es la dosificación colocada en cuanto a la actividad bacteriana y además la permanecía del acabado.

Tabla 21.

Datos generales de medición VOC

#M.	Designación	Quitosano (g/L)	M. Silicona (g/L)	TVOC	RA Calidad del aire	TVOC DL	RA Calidad del aire
1	SA1	0	0	0,094	E.C.	0,094	E.C
2	SA2	0	0	0,109	E.C.	0,102	E.C
3	SA3	0	0	0,181	E.C.	0,181	E.C
4	SA4	0	0	0,137	E.C.	0,133	E.C
5	CA1	1	6	0,314	E.C.	0,148	E.C
6	CA2	2	6	0,248	E.C.	0,081	E.C
7	CA3	3	6	0,385	E.C.	0,306	E.C
8	CA4	4	6	0,201	E.C.	0,079	E.C
9	SACT1	0	0	0,564	B.C.	0,474	E.C
10	SACT2	0	0	0,521	B.C.	0,412	E.C
11	SACT3	0	0	0,556	B.C.	0,462	E.C.
12	SACT4	0	0	0,561	B.C.	0,483	B.C
13	CACT1	1	6	0,321	E.C.	0,285	E.C.
14	CACT2	2	6	0,481	E.C.	0,298	E.C.
15	CACT3	3	6	0,185	E.C.	0,181	E.C.
16	CACT4	4	6	0,454	E.C.	0,254	E.C

Nota. Los valores que contienen las siglas DL hacen referencia a que los que datos

son medidos después del lavado.

4.4. Tabla de resultados de solidez al lavado

A continuación, se muestra la **Tabla 22** en la que se detalla la cantidad y los porcentajes de reducción de ppm.

Tabla 22.

Resultados en porcentajes de solidez al lavado

	TVOC	TVOCDL	Reducción	% de efectividad
CA1	0,314	0,148	0,166 52,87%	47,13%
CA2	0,248	0,081	0,167 67,34%	32,66%
CA3	0,385	0,306	0,079 20,52%	79,48%
CA4	0,201	0,079	0,122 60,70%	39,30%
SACT1	0,564	0,474	0,09 15,96%	84,04%
SACT2	0,521	0,412	0,109 20,92%	79,08%
SACT3	0,556	0,462	0,094 16,91%	83,09%
SACT4	0,561	0,483	0,078 4,99%	95,01%
CACT1	0,321	0,285	0,036 11,21%	88,79%
CACT2	0,481	0,298	0,183 38,05%	61,95%
CACT3	0,185	0,181	0,004 2,16%	97,84%
CACT4	0,454	0,254	0,2 44,05%	55,95%

Nota. En la columna de reducción se muestra los valores en ppm reducidos y el porcentaje de este.

4.5. Discusión de resultados

Al realizar la evaluación antibacteriana se logra explicar de manera gráfica los resultados obtenidos así también los resultados de solides al lavado analizando los valores obtenidos antes y después del lavado.

4.5.1 Gráficos estadísticos

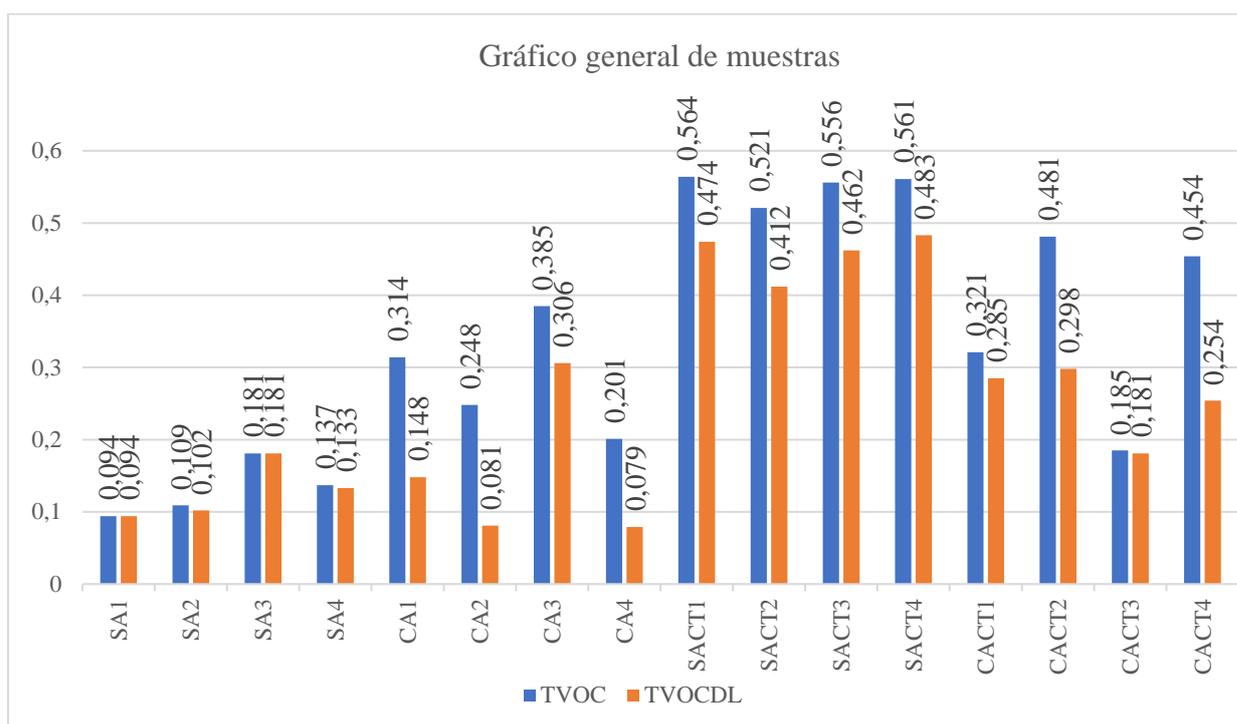
Para realizar el correspondiente análisis de las muestras se clasificará en 2 fases; en la primera fase se realizará el análisis del acabado antibacteriano y en la segunda fase se evaluará los datos obtenidos de las muestras antes y después de lavado.

4.5.2 Análisis acabado antibacteriano

Para la correspondiente evaluación del acabado antibacteriano se realiza la respectiva comparación de las muestras sin acabado, con transpiración, con acabado y con acabado y con transpiración.

Figura 47.

Resultados generales conteo VOC



En la **Figura 47** se observa gráficamente los resultados obtenidos de las muestras SA, CA, SACT, CA, CACT. En este gráfico se visualiza un cambio en cada una de ellas. Las muestras CA a diferencia de las muestras SA el nivel de ppm aumenta esto quiere decir que el acabado si se impregno en el tejido.

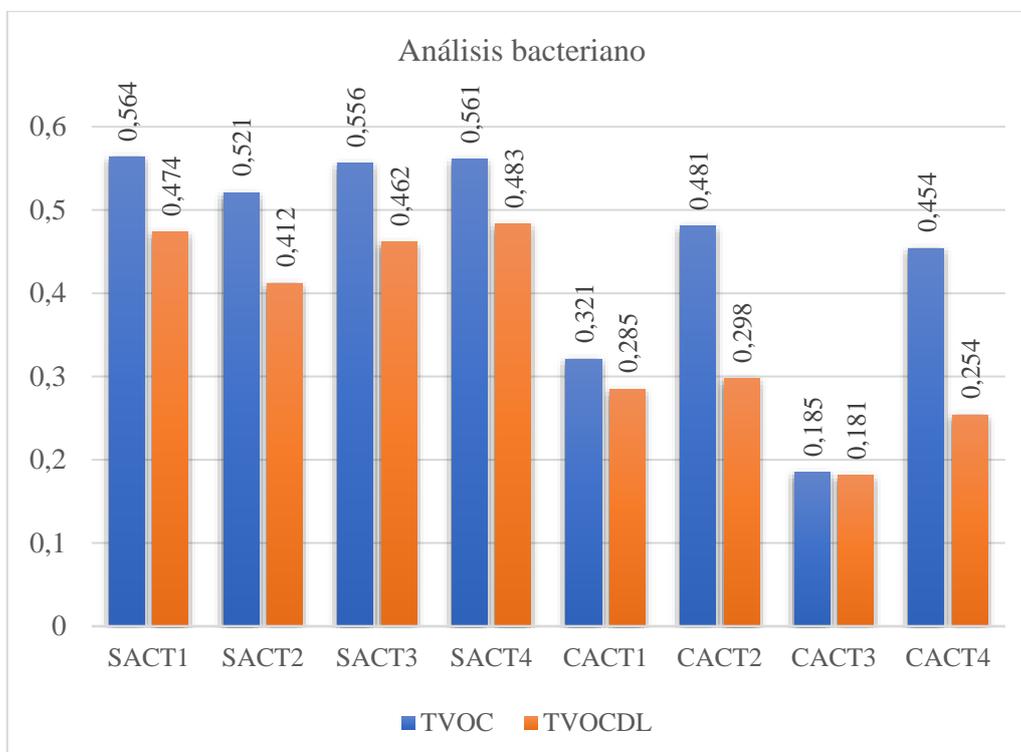
Como se puede observar en la figura los cambios son evidentes desde las muestras sin acabado en comparación con las muestras con acabado presenta un aumento en la ppm correspondiente a los compuestos orgánicos volátiles eso significa que el producto si se adhirió al textil ya que existe un aumento en las muestras con acabado.

Así mismo se logra observar las muestras con transpiración que contienen valores que sobrepasan a los demás, es decir, tienen mayor contaminación a diferencia de las muestras con acabado con transpiración que resultaron en niveles mucho más bajos teniendo como resultado que el acabado si tiene resultados favorables.

En la **Figura 48** se compara las muestras sin acabado con transpiración y las muestras con acabado con transpiración.

Figura 48

Resultados análisis bacteriano



Como se puede observar en la figura las muestras SACT1, SACT2, SACT3, SACT4 los niveles no cambian a mayor escala debido a que estas muestras fueron sometidas a la acción de transpiración que a pesar de haber realizado el lavado las ppm no reducen.

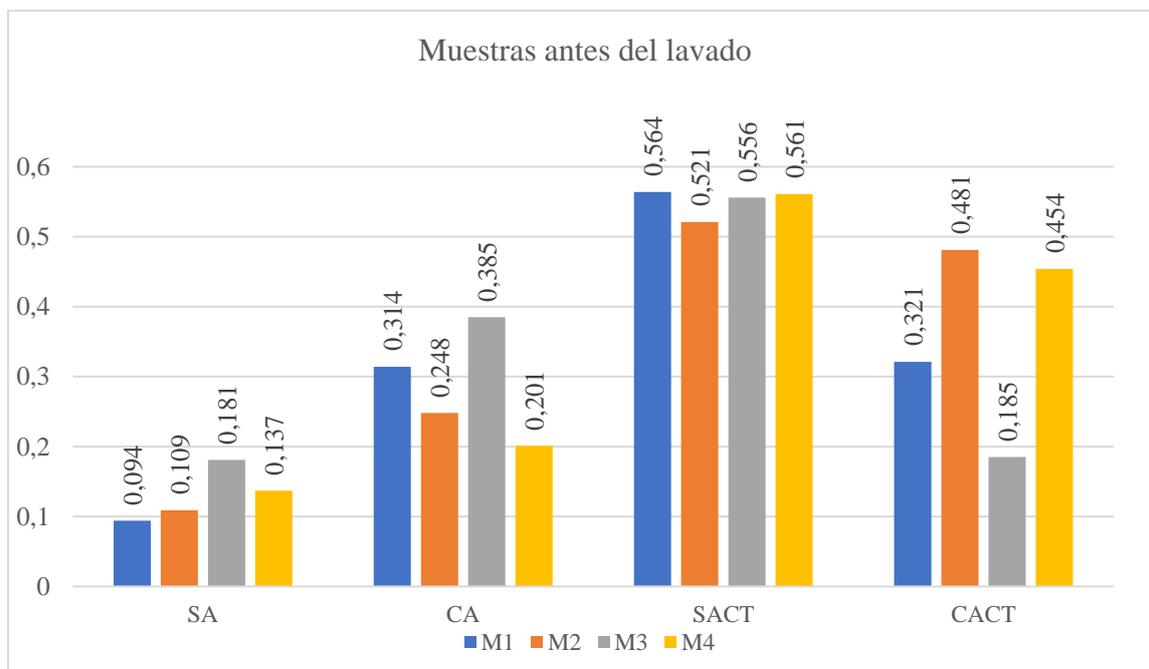
No obstante, las muestras CACT tiene una reducción considerable ya que al permanecer el tejido por 48 horas en una habitación oscura las bacterias aumentan, aunque en este caso la ppm redujo considerablemente debido a que el producto antibacteriano actúa desde el primer momento. Las muestras CACT3 demuestra la mejor concentración al eliminando la mayor cantidad de bacterias presentes en el tejido.

4.5.3 Análisis solidez al lavado

En la **Figura 49** esta el gráfico de los resultados de las muestras antes del lavado

Figura 49.

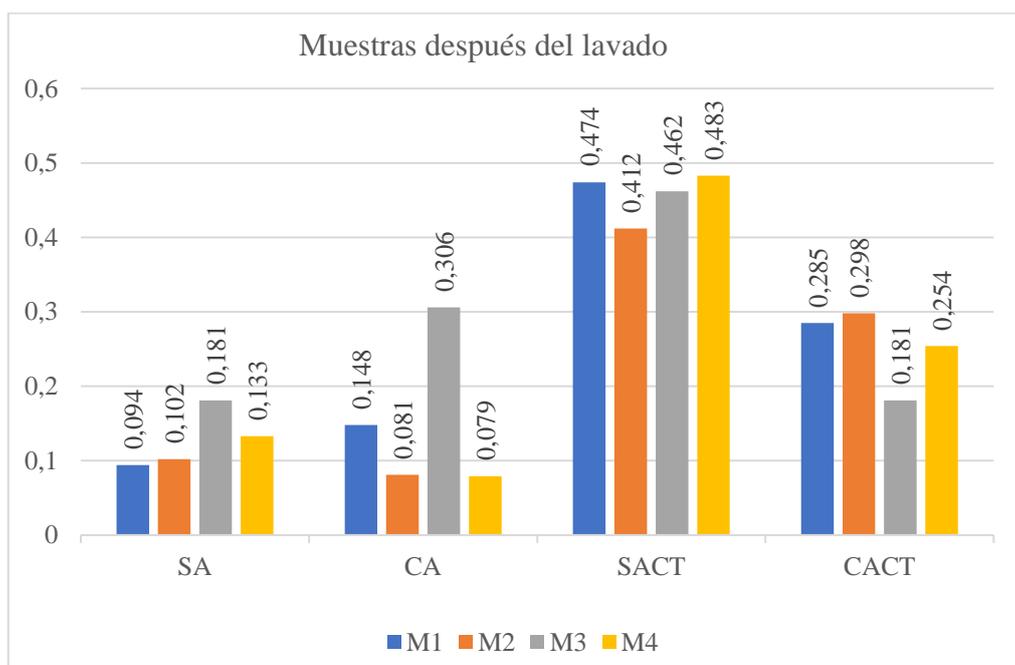
Gráfico de resultados antes del lavado



En la **Figura 50** se muestra la gráfica de los resultados obtenidos de las muestras después del lavado en el que se evidencia notoriamente los cambios.

Figura 50.

Gráfico de resultados después del lavado

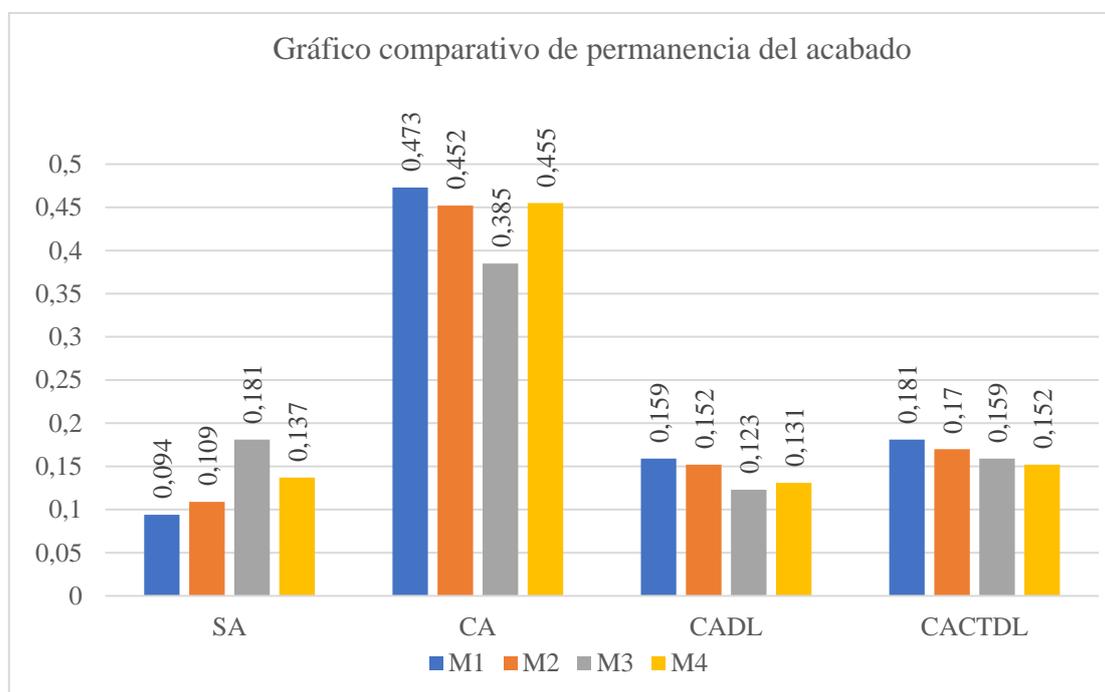


Nota. En la gráfica las barras de color azul representan las M1, la naranja representa las M2, gris representa las M3 y amarilla representa las M4.

Al realizar la respectiva comparación acerca de la permanencia del acabado en el tejido se puede visualizar un cambio en las muestras con acabado y las muestras con acabado después del lavado. En la **Figura 51** se muestra los rangos de comparación.

Figura 51.

Comparación de permanencia del acabado.



Al comparar las muestras que contienen el acabado se puede evidenciar que el lavado es un factor primordial para la comprobación de la resistencia del acabado en el tejido, demostrando notoriamente la eliminación del acabado en la muestra 3. al parecer tienen un rango similar sin embargo la concentración con menor cantidad de disminución de ppm fue la M3 haciendo referencia a las bacterias eliminadas junto con el lavado.

En la **Tabla 22** mostrada anteriormente se detalla cada una de las muestras y su correspondiente porcentaje de reducción. Las muestras más relevantes en este caso son las probetas con acabado obteniendo una reducción mediana en porcentajes del acabado, sin embargo, la muestra CA3 solo se redujo un 20,52% de su acabado y la muestra CACT3 tuvo una reducción tan solo de un 2,16% obteniendo una efectividad de solides al acabado de un 97,84 %.

4.6. Análisis de resultados

De acuerdo con los datos obtenidos las muestras M3 presentaron un mejor rendimiento al realizar su dosificación de 3g/l, obteniendo como resultado valores de reducción tanto de las muestras con transpiración como de las muestras después del acabado evidenciando mejoras en la disminución de la ppm del tejido. Hay que recordar que las muestras con acabado con transpiración son medidas después de 48 horas en un lugar oscuro y sellado para evidenciar el crecimiento de bacterias no obstante las bacterias disminuyeron notablemente comprobando las propiedades del quitosano.

En cuanto a la permanencia del acabado en el tejido de las muestras con acabado y con acabado después del lavado no evidencia un procedimiento ideal al colocar solo micro emulsión de silicona ya que para esta investigación se deberá buscar e investigar otro producto de origen natural para que la investigación.

Para cerciorarnos de que los datos sean confiables se debe analizar todos los datos obtenido en un programa de confiabilidad, en este caso se realizará la evaluación en el programa PAST4 demostrado a continuación.

4.6.1 Análisis de la varianza

Los valores obtenidos como se muestra en la **Figura 52** son evaluados en el Past4 programa estadístico que ayuda a tener un 95 % de confiabilidad.

Figura 52.

Resultados del Test de normalidad de datos

Tests for normal distribution		
	TVOC	TVOCDL
N	16	16
Shapiro-Wilk W	0,9072	0,9216
p(normal)	0,1049	0,1792
Anderson-Darling A	0,5391	0,4401
p(normal)	0,1403	0,2545
p(Monte Carlo)	0,1373	0,2696
Lilliefors L	0,157	0,1474
p(normal)	0,3556	0,4558
p(Monte Carlo)	0,3614	0,4501
Jarque-Bera JB	1,486	1,308
p(normal)	0,4756	0,5201
p(Monte Carlo)	0,1796	0,2354

Al realizar el test de normalidad se logra resolver que mediante los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque Bera JB. Se logró encontrar valores superiores a 0,05 haciendo referencia al 95% de confiabilidad aceptada que involucra la hipótesis nula de esta investigación.

4.6.2 Test de normalidad

En la **Figura 53** se muestra los datos obtenidos mediante el análisis de confiabilidad usando el programa Past4, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 53.*Análisis de la varianza*

Univariate statistics		
	TVOC	TVOCDL
N	16	16
Min	0,094	0,079
Max	0,564	0,533
Sum	5,408	4,123
Mean	0,338	0,2576875
Std. error	0,04140964	0,0368129
Variance	0,02743613	0,02168303
Stand. dev	0,1656386	0,1472516
Median	0,3175	0,228
25 prcnil	0,186	0,13675
75 prcnil	0,511	0,3855
Skewness	0,1317338	0,559613
Kurtosis	-1,570759	-0,8627413
Geom. mean	0,2956842	0,2173866
Coeff. var	49,00549	57,14347

Los resultados analizados son tomados de los datos medidos antes y después del lavado principalmente del parámetro de compuestos orgánicos volátiles totales de las respectivas muestras que son analizadas en el programa past4. En los resultados se presenta como valor mínimo el 0,094 ppm que son la muestra sin acabado y el valor máximo de 0,564 ppm correspondiente a la muestra 2 sin acabado con transpiración.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Por medio de la investigación realizada en diferentes fuentes de información bibliográficas se logró evaluar las características antibacterianas mediante el desarrollo experimental de la aplicación de quitosano y micro emulsión de silicona en un tejido poliéster/ algodón de mezcla 65/35% aplicado por el método de impregnación, gracias a que los parámetros investigados fueron los ideales para que producto sea impregnado en el textil con la ayuda de formulaciones y pruebas que se encontró en la bibliografía correspondiente, además de apuntes que se obtuvieron en clases para realizar la correspondiente curva de descruce.
- Se logró establecer 4 diferentes concentraciones de quitosano al 1g/L, 2g/L, 3g/L y 4g/L y se estableció la cantidad de micro emulsión de silicona con la ayuda de la ficha técnica que fue de 6g/L, las cantidades de los respectivos productos se realizó mediante la experimentación a nivel de laboratorio evidenciando que las soluciones no se precipite. Este acabado se pudo realizar gracias a los siguientes parámetros: velocidad 0.4m/min, presión 2.5 psi a 21° C, con un Pick Up de $\pm 85\%$, secado a 150°C, bajo estos parámetros se logró el proceso de impregnación para brindarle propiedades antibacterianas al textil.
- Se concluye que el acabado con micro emulsión de quitosano evidencia disminución en actividad bacteriana, a pesar de que sea un tejido con poca probabilidad de retención del acabado elimina la mayor cantidad de bacterias provenientes de sudor axilar con una dosificación de 3g/L de quitosano los cuales

evidenciaron después del lavado evidenciando que el producto reduce y elimina las bacterias.

- La permanencia del acabado en las muestras M1, M2, M4 no fue la esperada ya que las pruebas de solidez al lavado evidenciaron 52,87%, 67,34% y 60,70% correspondientemente sin embargo la muestra 3 logró obtener el menor número porcentual de reducción del acabado que fue de un 20,52%, este proceso se evidencia después del lavado doméstico aplicando la norma ISO 6330. Se puede determinar que el acabado es un acabado semipermanente en la dosificación de 3g/L se obtuvo mejores resultados.
- La concentración más adecuada de acabado antibacteriano es el de aplicar 6g/L de micro emulsión de silicona y 3g/L de quitosano debido a que con esta concentración se logró reducir una mayor cantidad de ppm presentes en el tejido, es decir se logró eliminar una gran cantidad de bacterias presentes en este caso proveniente de la sudoración axilar.
- Los datos evaluados en el programa past4 determina que la eficiencia del acabado y la eficiencia de la solidez los cuales son confiables debido a que al realizar el test de normalidad se logra resolver que mediante los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque Bera JB se obtuvieron valores superiores a 0.05 valor que evidencia una confiabilidad del 95%.

5.2. Recomendaciones

- Desde el inicio del proceso práctico de investigación se debe utilizar adecuadamente todo el equipo de protección como guantes, mandil, mascarilla. Además se debe manipular con cuidado los productos que puedan ser tóxicos o peligrosos debido a que estos pueden ocasionar accidentes en el transcurso de su manipulación; es muy importante el uso de guantes especialmente al trasladar cada muestra a la cámara de vidrio en el que será analizado con el equipo VOC para evitar posibles cambios en los resultados.
- Se recomienda expandir esta investigación y añadir otro producto que no sea tóxico ni peligroso de preferencia de origen natural para reemplazar a la microemulsión de silicona y mejorar las características del acabado y permanencia del mismo tratando de orientar el uso de productos de origen natural.
- Además se debería realizar el proceso de experimentación aplicado por el método de agotamiento para determinar los cambios suscitados en ambas investigaciones y poder determinar cuál de ellas es más conveniente y se obtenga mejores resultados.
- Se recomienda etiquetar cada una de las muestras con las diferentes asignaciones o nomenclatura para evitar confusiones en los resultados y que estos puedan ser evaluados correctamente y realizar el proceso en un lugar estable para no editar los resultados obtenidos.
- Se recomienda realizar una investigación más profunda en cuanto a las bacterias evaluando con equipos más modernos como microscopios y otros equipos y herramientas que puedan ayudar en esta investigación y lograr determinar con exactitud si el producto elimina el 100% de bacterias presentes en el tejido.

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>
- Barra, A., Romero, A., & Beltramino, J. (2012). Obtencion De Quitosano. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–10. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf
- Carolina, F. A. E. planos. pd. (2019). *Experimentación de bases textiles a partir de las incorporaciones de metales* [Universidad del Azuay]. <file:///C:/Users/Sony/Downloads/14874.pdf>
- Chandrasekar, S., Vijayakumar, S., & Rajendran, R. (2020). Acabado funcional del algodón para el cuidado de la salud para mejorar la eficiencia de la actividad antibacteriana mediante quitosano y nanocompuestos de hierbas. *Acta Ecologica Sinica*, 40(6), 473–477. <https://doi.org/10.1016/J.CHNAES.2020.08.004>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *No Title*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>
- Cotton works. (2022). *Soluciones para un procesamiento mínimo*. [https://www.cottonworks.com/es/temas/sustentabilidad/sustentabilidad-algodon/soluciones-procesamiento-minimo/#:~:text=El descrude es un proceso,incorpora el paso de teñido.](https://www.cottonworks.com/es/temas/sustentabilidad/sustentabilidad-algodon/soluciones-procesamiento-minimo/#:~:text=El%20descrude%20es%20un%20proceso,incorpora%20el%20paso%20de%20teñido.)
- CTEX. (2022). <https://www.facebook.com/ctex.utn/photos/pb.100064282143701.->

2207520000./104606151611833/?type=3

Dermatología. (2019). *El sudor: Qué es, por qué se produce y otros datos de interés.*

UNIDAD MÉDICA. <https://www.unidadmedica.com/blog/sudor-que-es-porque-se-produce/>

Dmour, I., & Islam, N. (2022). Recent advances on chitosan as an adjuvant for vaccine delivery. In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 200).

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.129>

Endara, C. (2018). *INGENIERÍA AMBIENTAL: CÁSCARA DE CAMARÓN PARA PURIFICAR EL AGUA.* <https://www.udla.edu.ec/2018/10/ingenieria-ambiental-cascara-de-camaron-para-purificar-el-agua/>

Espinosa-Cavazos, K. G., Sáenz-Galindo, A., & Castañeda-Facio, A. O. (2020). Películas de quitosano propiedades y aplicaciones. *Afinidad Lxxvii, December*, 203–208.

Fabiola, C. V. A., Fafricio, P. L. E., Jazmin, S. C. D., & Stayner, O. V. M. (2017). *MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.*

<http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/498/3/metodología.pdf>

Ferrándiz García, M. (2015). *No Title.*

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58990/FERR%C1NDIZ - Encapsulaci%F3n de aceites esenciales funcionales para su aplicaci%F3n en agricultura.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58990/FERR%C1NDIZ-Encapsulaci%F3n%20de%20aceites%20esenciales%20funcionales%20para%20su%20aplicaci%F3n%20en%20agricultura.pdf?sequence=1)

Google Maps. (2022). *No Title.*

<https://www.google.com.ec/maps/place/Estadio+Universitario,+Av.+Padre+Aurelio+Espinosa+Polit,+Ibarra+100112/@0.3467251,-78.1073602,17z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a2335c2146ed5:0xf0f1df0dd784a7f6!8m>

2!3d0.3470695!4d-78.1060158?hl=es

Hs, P. (2015). *PERISOFT HS conc.* 2–3.

Investigadores. (2022). *investigacioncientifica*. <https://investigacioncientifica.org/que-es-el-metodo-cientifico-experimental/>

Jesica Roshima, A., & Jayalakshmi, I. (2020). Effect of herbal microencapsulated antimicrobial and antilarvicidal finishes on selected natural fabrics. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.10.910>

Kane, H., & Kahwati, L. (2023). Mixed methods and qualitative comparative analysis. *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)*, 581–587. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.11057-7>

Kumari, S., & Kishor, R. (2020). Chitin and chitosan: origin, properties, and applications. *Handbook of Chitin and Chitosan: Volume 1: Preparation and Properties*, 1–33. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817970-3.00001-8>

Lafayette. (2019). *CONOCES LOS TIPOS DE TEJIDO EXISTENTES*. Lafayette. <https://lafayette.com/conoces-los-tipos-de-tejido-existentes/#:~:text=Tejido plano%3A Este tejido se,formando entre sí formas perpendiculares.>

Lárez Velásquez, C. J. (n.d.). *No Title*. https://www.researchgate.net/figure/Esquema-general-para-el-aprovechamiento-de-crustaceos-en-el-desarrollo-de-aplicaciones-a_fig2_44029333

Loaiza Córdova, F. A. (2016). *Análisis del proceso de extracción de Quitosano a partir del exoesqueleto de camarón (Litopenaeus vannamei), para su aplicación en la formulación de productos de uso personal*. [UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK]. <http://uio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1618>

- Lockuán, F. (2012). V. *La industria textil y su control de calidad*.
https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/v._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad
- Macea, R. B., Hoyos, C. F. De, Montes, Y. G., Fuentes, E. M., & Ruiz, J. I. R. (2015). *Síntesis y propiedades de filmes basados en quitosano/lactosuero*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0104-1428.1558>
- Manga, M. S., Adetomiwa, T., Marks, S., Gardy, J., Blackburn, R. S., Russell, S. J., & York, D. W. (2022a). Deposición y retención de micropartículas de diferentes formas en textiles durante el proceso de lavado. *Powder Technology*, 398, 117143.
<https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2022.117143>
- Manga, M. S., Adetomiwa, T., Marks, S., Gardy, J., Blackburn, R. S., Russell, S. J., & York, D. W. (2022b). Deposition and retention of differently shaped micro-particles on textiles during laundry processing. *Powder Technology*, 398, 117143.
<https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2022.117143>
- Manual JSM-131SC*. (n.d.).
- Mathis. (2022). Manual de instrucciones Foulard horizontal de laboratorio. In *file:///C:/Users/Sony/Documents/TESIS II/importantes/manual del foulard.pdf*.
- Orcón Basilio, B., Giraldo Borja, M., Flores Rúa, E., & Ynca Berrospi, A. (2019). Alternativas de pretratamiento textil: método integrado de descrude-blanqueo y blanqueo químico-enzimático, evaluación y comparación con el método clásico. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 85(2), 175–188.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- PAH. (2022). *Medidor de Co2 - Medidor de calidad del aire - Dióxido de carbono - HCHO - TVOC - AQI - Detector de CO2 - Formaldehído*.
<https://www.bol.com/nl/nl/p/co2-meter-lucht-kwaliteit-meter-koolstofdioxide-hcho-tvoc-aqi-co2-detector-formaldehyde/9300000014951657/>
- Rani, S., Kadam, V., Rose, N. M., Jose, S., Yadav, S., & Shakyawar, D. B. (2020). Wheat starch, gum arabic and chitosan biopolymer treatment of wool fabric for improved shrink resistance finishing. *International Journal of Biological Macromolecules*, *163*, 1044–1052. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.07.061>
- Raza, Z. A., Khalil, S., Ayub, A., & Banat, I. M. (2020). Recent developments in chitosan encapsulation of various active ingredients for multifunctional applications. *Carbohydrate Research*, *492*, 108004. <https://doi.org/10.1016/J.CARRES.2020.108004>
- Roy, S., Chakraborty, T., Begum, J., Hasnain, M. S., & Nayak, A. K. (2022). Chitosan: a versatile biopolymer. *Chitosan in Biomedical Applications*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821058-1.00005-8>
- Sampedro-Guerrero, J., Vives-Peris, V., Gomez-Cadenas, A., & Clausell-Terol, C. (2022). Improvement of salicylic acid biological effect through its encapsulation with silica or chitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*, *199*, 108–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.124>
- Singh, A., & Sheikh, J. (2022). Elaboración de algodón repelente de mosquitos, antibacteriano y protector UV utilizando un novedoso colorante polimérico a base de quitosano. *Carbohydrate Polymers*, *290*, 119466. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2022.119466>
- Souza, J. M., Caldas, A. L., Tohidi, S. D., Molina, J., Souto, A. P., Fangueiro, R., & Zille,

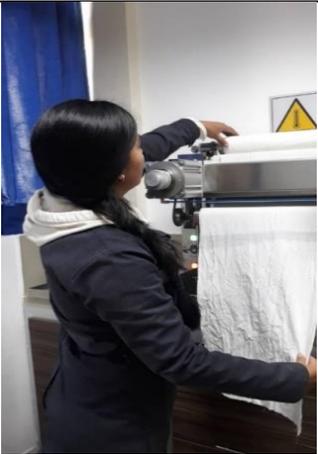
- A. (2014). Properties and controlled release of chitosan microencapsulated limonene oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(6), 691–698.
<https://doi.org/10.1016/J.BJP.2014.11.007>
- Teli, M. D., & Sheikh, J. (2012). Extraction of chitosan from shrimp shells waste and application in antibacterial finishing of bamboo rayon. *International Journal of Biological Macromolecules*, 50(5), 1195–1200.
<https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2012.04.003>
- Universidad Tecnica del Norte*. (2022). 1. <https://legislacion.utn.edu.ec/>
- Wang, J., & Zhuang, S. (2022). Chitosan-based materials: Preparation, modification and application. *Journal of Cleaner Production*, 355, 131825.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131825>
- Wang, Y., Zhang, N., Wang, Q., Yu, Y., & Wang, P. (2021). Chitosan grafting via one-enzyme double catalysis: An effective approach for improving performance of wool. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117157.
<https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2020.117157>

ANEXOS

Anexo 1.

Procesos generales de la investigación

	
<p>Proceso inicial: Caracterización del tejido</p>	<p>Cálculos y pesajes correspondientes.</p>
	
<p>Proceso de descruce: preparar máquina de prelavados y dosificar los auxiliares de acuerdo a la curva.</p>	<p>Corte de 4 probetas de tela con medidas de 35cm x100cm</p>

	
<p>Preparación de soluciones y medición el pH de las mismas</p>	<p>Proceso de impregnación: colocar la tela y la solución en el foulard.</p>
	
<p>Medición de compuestos orgánicos volátiles.</p>	<p>Uso de guantes para manipular las muestras</p>
	
<p>Proceso de lavado doméstico con la norma ISO 6330</p>	

Anexo 2.

Manual equipo medidor de calidad de aire



Manual JSM-131SC

Descripción general del instrumento: JSM-131 SC Air Quality Detector es un pequeño equipo de monitoreo de la calidad del aire doméstico inteligente multifuncional civil, instrumentación de prueba no profesional, los datos de prueba solo para los cambios en el entorno del aire de la vida hogareña como referencia.

Cumplir con el estándar de rango de prueba *cumplir con el estándar CE*

cumplir con el estándar ROHS

Consejos: Este detector es un producto doméstico, los datos de prueba son solo de referencia, no se pueden usar como base para ningún dato.

Sustancia detectable:

Formaldehído	Contaminantes	Dióxido de	Nivel de calidad
HCHO	químicos TVOC	carbono CO2	del aire AQI

Otra información de configuración: vista de registro promedio del detector

Lista de accesorios: host 1/línea USB 1/certificado de tarjeta de garantía manual 1 copia

Parámetros básicos del instrumento:

Tecnología de aplicación: tecnología de detección de flujo de aire natural	Modo de visualización: pantalla digital LCD LCD
Especificaciones del producto: 137 mmX66mmX25mm	Modelo de producto: JSM-131 SC
Flotación de error: 3% -30%	Voltaje de funcionamiento: 5V

Pre calentamiento de arranque: 120 segundos	Capacidad de la batería: 1000 mA
Longitud de carga: aproximadamente 4 horas	Longitud de espera: aproximadamente 240-360 minutos
Peso neto del producto: aproximadamente 120 gramos	Peso bruto del producto: alrededor de 173 gramos

Operación y uso de teclas del instrumento:

ON-OFF	<p>"Botón de interruptor" presione 3 segundos para encender o apagar el bloqueo de datos y desbloquear</p> <p>Consejo: (después del arranque, el sensor de formaldehído TVOC CO2 necesita 120 segundos de pre calentamiento) 0001-0120 tiempo de pre calentamiento</p>
◀	<p>"Botón de conversión" Presione la conversión para ver el valor promedio de los datos de registro de detección,</p> <p>Presione continuamente 5 veces: cambie la interfaz de visualización en chino e inglés</p>
▶	<p>"Botón de conversión" Presione la conversión para ver el valor promedio de los datos de registro de detección. Formaldehído HCHO prueba promedio 60 minutos actualización TVOC prueba promedio 30 minutos actualización, dióxido de carbono CO2 prueba promedio 10 minutos actualización</p>
+	<p>El "botón de calibración" durante 5 segundos de formaldehído HCHO contaminantes químicos TVOC dióxido de carbono detección de datos de calibración de calibración requiere 0-120 segundos de sincronización</p>

■	"Clave de limpieza" durante 3 segundos formaldehído HCHO contaminantes químicos TVOC datos de limpieza
---	--

Nota especial:

Formaldehído TVOC CO2 después de la necesidad de una buena ventilación de aire después de aproximadamente 30 minutos antes de que el instrumento se pueda utilizar normalmente.

Uso del instrumento de sentido común y precauciones:

1. Por favor, compruebe si el instrumento está intacto antes de su uso.
2. Después del arranque, los datos del instrumento se pueden usar para la prueba.
3. Las pruebas de formaldehído TVOC CO2 deben encenderse después de 0-120 segundos de estado de tiempo de pre calentamiento.
4. Las pruebas en interiores deben cerrar las puertas y ventanas, el tiempo de prueba de formaldehído TVOC tarda aproximadamente 60 minutos, gabinetes, cajones y otros espacios pequeños en aproximadamente 3-15 minutos.
5. Monitoreo a largo plazo, inestabilidad de datos en tiempo real, consulte el valor promedio de los datos de monitoreo del detector.
6. Por favor, no coloque el detector durante mucho tiempo en altas concentraciones de polvo y altas concentraciones de ambiente de gas contaminado.
7. Preste atención al fuego/impermeable/a prueba de polvo/anti-caída/exposición al sol/humedad/moho, para evitar sacudidas intensas.

8. Los niños con equipos electrónicos o retraso mental no se mueven.
9. A largo plazo, no lo coloque en un área segura y guárdelo adecuadamente, lejos de productos inflamables y explosivos.

Tabla de referencia del nivel de contaminación del aire:

HCHO	0-0.08	0.081-0.1	0.101-0.2	0.201-0.5	0.501-1.0	1.001-1.999
Concentración de formaldehído	Excelente calificado	Bien calificado	Contaminación leve	Contaminación moderada	Contaminación grave	Contaminación grave

TVOC	0-0.5	0.501-0.6	0.601-1.5	1.501-3	3.001-6	6.001-12
Contaminantes químicos	Excelente calificado	Bien calificado	Contaminación leve	Contaminación moderada	Contaminación grave	Contaminación grave

CO2	0-450	451-1000	1001-1500	1501-2000	2001-3000	3001-5000
Dióxido de carbono	Excelente calificado	Bien calificado	Contaminación leve	Contaminación moderada	Contaminación grave	Contaminación grave

AQI	1	2	3	4	5	6
Nivel de aire	Excelente calificado	Bien calificado	Contaminación leve	Contaminación moderada	Contaminación grave	Contaminación grave

ENVIRONOM T	1 GOOD	2 GOOD	3 POBILUTE	4 POBILUTE	5 POBILUTE	6 POBILUTE
Evaluación ambiental	Excelente calificado	Bien calificado	Contaminación leve	Contaminación moderada	Contaminación grave	Contaminación grave

*Si hay algún error u omisión en el contenido impreso anterior, la



Anexo 3.

Ficha técnica de Micro emulsión de silicona

		
DR. PETRY TEXTILE AUXILIARIES		
<small>Technician Dr. Petry GmbH Ferdinand-Lassalle-Strasse 27 72770 Reutlingen Germany Telefon +49 7121 9589-0 Telefax +49 7121 9589-33 E-Mail office@drpetry.de Internet www.drpetry.de</small>		
PERISOFT HS conc. Concentrated silicone micro emulsion		
Chemical type	Modified polysiloxane	
Characteristics	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]	
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.	
Page 1/2	Version 20151103	PERISOFT HS conc.

Quantity used	Padding process: 3 – 10 g/l PERISOFT HS conc. related to liquor-pick up 100 % dry-in-wet Exhaust process: 0.3 – 1.0 % PERISOFT HS conc. related to the weight of the goods	
Storage	We recommend to protect the product from direct sunlight and to store it in a dry area at temperatures of 10 – 35 °C. PERISOFT HS conc. is not sensitive to frost. The storage stability of the product is 6 months in the closed original packing unit.	
Packing	Polyethylene drums	
General note	The above indications are based on the latest state of our knowledge. Due to different operational conditions and requirements these are guidelines only. A legally binding assurance cannot be drawn from our indications. Our technical staff will always be at your disposal to support you in testing our auxiliaries and to answer further technical questions. Information on product hazards and toxicity as well as on safety measures are set out in the safety data sheet.	
Page 2/2	Version 20151103	PERISOFT HS conc.

Anexo 4.

Datos técnicos del Chitosan Powder



Certificate of Analysis
Chitosan Herbal Extract

Product information		Batch information	
Product name	Chitosan	Batch no.	4373103
Botanical name	/	Best Before End:	September 2022
Plant part			
Country of origin	P.R. CHINA		
Analysis item	Specification	Result	Analysis test method
Assay	90% Decacetylation	90.62%	Volumetry Titration
Organoleptic properties			
Appearance ¹	Fine White powder	Conform to specification	Visual
Taste	Typical to botanical	Conform to specification	Gustatory
Odor	Typical to botanical	Conform to specification	Olfactory
Physical properties			
Sieve analysis	90% pass 80 mesh	Conform to specification	Mesh screen or equivalent
Moisture content	≤10%	9.47%	IR balance or equivalent
Ash	≤5%	0.83%	2g/525°C/5hrs or equivalent
Heavy metals ²			
Arsenic (As)	≤ 1 ppm	Conform to specification	AA or equivalent
Cadmium (Cd)	≤ 1 ppm	Conform to specification	AA or equivalent
Lead (Pb)	≤ 3 ppm	Conform to specification	AA or equivalent
Mercury (Hg)	≤ 0.1 ppm	Conform to specification	AA or equivalent
Total heavy metals	≤ 10 ppm	Conform to specification	Colorimetry or equivalent
Microbiology			
Total plate count	≤10000cfu/g	Conform to specification	AOAC or equivalent
Yeasts & Molds	≤1000cfu/g	Conform to specification	AOAC or equivalent
Salmonella	Absent/10g	Conform to specification	AOAC or equivalent
E.Coli	Absent/1g	Conform to specification	AOAC or equivalent
Identification	Positive	Conform to specification	TLC
Additional information			
Bulk Density	0.3g/ml		
Molecular Formula	(C ₆ H ₁₁ O ₄ N) _n		
Molecular Weight	(161) _n		



Allergen Declaration
Chitosan Powder

Allergen Information

Component	Present in the product	Present in other products manufactured on the same line	Present in the same manufacturing plant
Peanut (and/or its derivatives,) e.g., protein oil	No	No	No
Tree Nuts (and derivatives)	No	No	No
Sesame Seeds (and derivatives)	No	No	No
Dairy Products (Lactose, Milk, Casein, Whey)	No	No	No
Coconut / Palm Fruit	No	No	No
Eggs	No	No	No
Fish	No	No	No
Shellfish	Yes	Yes	Yes
Soy (and derivatives)	No	No	No
Wheat	No	No	No
Corn	No	No	No
Sulphites (ppm level)	No	No	No
Gluten	No	No	No
Tartrazine			

If an allergen is present on the same line or in the same manufacturing plant but not in the product, please include a description of the procedures in place to prevent cross contamination.



Process Flow Chart of Chitosan Powder



Material Safety Data Sheet

1. IDENTIFICATION OF SUBSTANCE/COMPANY

Product Name: **Chitosan**
 Company Name: MADAR Corporation Limited
 19-20 Sandealth Industrial Estate
 Fordingbridge, Hampshire
 SP6 1PA
 Telephone Number: 01425 653574
 Approved Sellers: Mystic Moments, New Directions, World of Moulds

2. HAZARDS IDENTIFICATION:

No hazards identified under regulation 67/548/EEC.
 Reach Registration: Exempt as per Annex VI and V according to EU Regulation 1907/2006
 This product does not belong to any list of substances supposedly hazardous to human or animal health according to EU Regulation 1272/2008 and further amendments, not to those having recognised exposition limits. Care should be taken when handling hot oil as it may constitute a burn hazard. Spills constitute a spillage hazard.

3. COMPOSITION/ INFORMATION ON INGREDIENTS

Inci Name: CHITOSAN
 Chemical Composition: Chitosan is produced by deacetylation of chitin
 CAS No: 9012-76-4
 EINECS No: 222-311-2
 Function: Anti-Hypolipidemic

4. FIRST-AID MEASURES

Inhalation: Not expected, but in case of need remove from exposure site to fresh air. Keep at rest. Seek medical advice.
 Skin Contact: No measures, being a non-toxic product, in case any symptoms appear, remove contaminated clothes. Cover wash with water and soap, cover the irritated skin with emollient – may need to seek medical advice.
 Eye Contact: Check for and remove lenses. Flush with water for at least 15 minutes. Contact a doctor if symptoms persist.
 Ingestion: Generally, first aid is not necessary. Seek medical attention in case of any adverse effects.
 Other: When assessing action take Risk & Safety Phrases into account (Section 15).

5. FIRE FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media: Use CO2, Dry Powder or Foam type Extinguishers.
 Spaying Recommended: Extinguishing media to base of flames. Do not use direct water jet on burning material.
 Special Measures: Avoid vapour inhalation. Keep away from sources of ignition. Do not smoke. Wear positive pressure self-contained breathing apparatus & protective clothing.
 Extinguishing Procedures: Closed containers may build up pressure when exposed to heat and should be cooled with water spray.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES:

Personal Precautions: No special precautions required.
 Environment Precautions: No special precautions required.
 Cleaning Up Methods: Remove all potential ignition sources. Contain spilled material with an inert or non-combustible inorganic absorbent material, sweep up and remove to an approved disposal container. Observe state, federal & local disposal regulations.

7. HANDLING AND STORAGE

Precautions in Handling: Apply good manufacturing practice & industrial hygiene practices, ensuring proper ventilation. Observe good personal hygiene, and do not eat, drink or smoke whilst handling.
 Storage Conditions: In well filled and closed container protected from light at a temperature not exceeding 25°C.
 Fire Protection: Keep away from ignition sources & naked flames. Take precautions to avoid static discharges in working area.

8. EXPOSURE CONTROLS AND PERSONAL PROTECTION:

Respiratory Protection: No special measures under normal conditions.
 Ventilation: No special measures under normal conditions.
 Hand Protection: No special measures under normal conditions.
 Eye Protection: Use safety glasses.
 Work/ Hygiene Practices: Wash hands with soap and water after handling.

9. PHYSICAL DATA AND CHEMICAL PROPERTIES:

Appearance: Fine powder
 Colour: White
 Odour: Faint vegetable odor
 Oxidizing Properties: Avoid exposure to air.
 Flash Point °C: > 600
 Flammability: Avoid open flame.
 Melting Point/ Range °C: 30-36
 Specific Gravity @ 50°C: 0.89

10. STABILITY AND REACTIVITY:

Reactivity: It presents no significant reactivity hazards, by itself or in contact with water. Avoid contact with strong alkali, acid or oxidising agents.
 Decomposition: Liable to cause smoke and acrid fumes during combustion; carbon monoxide, carbon dioxide and non-identified organic compounds may be formed.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION:

Vegetable powder of natural origin. Non-toxic product.

12. ECOLOGICAL INFORMATION:

Biodegradability: > 90% (OECD) This product is unlikely to accumulate in the environment and environmental problems under normal use conditions are not expected
 Precautions: Prevent surface contamination of soil, ground and surface water.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS:

When possible recover spilled product. When product must be discarded, do so into an authorised dump or recycling service station. Act in accordance with local and national regulations

Product		Chitosan			
Name	Chitosan				
Botanical name	/				
OEI product code					
Plant part					
Country of origin	P.R. CHINA				
Physical and Chemical Properties				Microbiology	
Appearance	White, FINE POWDER	Visual	Total plate count	≤100000cfu/g	AOAC
Taste	Typical to botanical	Gustatory	Yeasts & Molds	≤10000cfu/g	AOAC
Odor	Typical to botanical	Olfactory	Salmonella	Absent /10g	AOAC
Sieve analysis	90% pass 80 mesh	Mash screen	E Coli	Absent /1g	AOAC
Moisture	≤10%	IR balance	Sterilization method	High Temperature & High Pressure	
Ash	≤5%	2g/525°C/3hrs		Short time (3" - 10")	
Packaging / Storage				Heavy metals¹	
Packaging	Carton drum / inner double layer plastic bag	Arsenic (As)	≤1 ppm	AA or equivalent	
Storage	Cool, dry, dark, airtight environment Storage of products at room temperature Keep away from sunlight and moisture Re-close packaging tightly after use	Cadmium (Cd)	≤1 ppm	AA or equivalent	
		Lead (Pb)	≤1 ppm	AA or equivalent	
		Mercury (Hg)	≤0.1 ppm	AA or equivalent	
		Total heavy metals	≤10 ppm	Calorimetry or eq.	
Re-test date	24 months after manufacture date in original packaging and advised storage conditions	Identification:	Positive	TLC	
Additional product information		Composition			
Bulk Density	0.3g/ml	Assay	90% Deacetylation	Volumentry	
Molecular Formula	(C ₆ H ₁₁ O ₄) _n				
Molecular Weight	(161) _n				

14. TRANSPORT INFORMATION

Road (ADR/ RID): N/a
 Air (IATA): N/a
 Sea (IMDG): N/a
 CHIP: See section 15
 NDPA Ratings: Health: 0, Flammability: 1, Reactivity: 0, Personal protection: A

15. REGULATORY INFORMATION:

Hazards: N/a
 Symbols: N/a
 Risk Phrases: N/a
 Safety Phrases: S25 Avoid contact with eyes
 S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical attention
 S 39 Wear eye protection

16. OTHER INFORMATION

Cosmetics Directive 7th Amendment: Not restricted

PACKAGING:

Type	Suitability
Glass	Yes
Lacquered lined steel/ tin	Yes
Aluminium	Yes
HPPE	Yes
F/HDPE	Yes
Other Plastic	Yes

Revision date 19-Jan-16

This material safety data sheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006

Disclaimer

The information provided in this Material Safety Data Sheet is correct to the best of our knowledge, information and belief at the date of its publication. The information given is designed only as a guide for safe handling, use, processing, storage, transportation, disposal and release and is not to be considered a warranty or quality specification. The information relates only to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any process, unless specified in the text.



Product
 Name **Chitosan**
 Botanical name /
 Product code **HECHIT**
 Plant part
 Country of origin **P R. CHINA**

Chitosan

Physical and Chemical Properties		Microbiology	
Appearance ¹	White, FINE POWDER	Visual	Total plate count
Taste	Typical to botanical	Gustatory	Yeast & Molds
Odor	Typical to botanical	Olfactory	Salmonella
Sieve analysis ²	80	Mesh screen	E. Coli
Moisture	≤5%	IR balance	Stenitization method
Ash	≤5%	2g/25°C/5hrs	High Temperature & High Pressure
			Short time (5° - 10°)

Packaging | Storage³

Packaging Carton drum / inner double layer plastic bag
 Storage Cool, dry, dark, airtight environment
 Storage of products at room temperature
 Keep away from sunshine and moisture
 Reclose packaging tightly after use

Heavy metals²

Arsenic (As)	≤ 1 ppm	AA or equivalent
Cadmium (Cd)	≤ 1 ppm	AA or equivalent
Lead (Pb)	≤ 3 ppm	AA or equivalent
Mercury (Hg)	≤ 0.1 ppm	AA or equivalent
Total heavy metals	≤ 10 ppm	Colloimetry or eq.

Re-test date 24 months after manufacture date in original packaging and advised storage condition

Identification Positive TLC

Additional product information

Bulk Density 0.3g/ml
 Molecular Formula (C₆H₁₁O₄N)_n
 Molecular Weight (161)_n

Composition

Assay 90% Deacetylation Volumetry

Product data

MADAR Corporation

Approved sellers: Mystic Moments, New Directions, World of Moulds

This document is in compliance with GHS, and EC food regulations.

1 This is a natural product; color variations may appear between extraction batches due to crop, harvest and seasonal fluctuations.
 2 Individual and total heavy metals are not being tested for each batch. Random analyses are being regularly performed minimum once a year.
 3 Packaging, storage and Re-test date are only applicable to container or quantity represented or special product features.

Analysis methods indicated in this product document are generally used methods. Equivalent methods can be applied to determine the product specifications.

Disclaimer

Before using, read, understand and comply with the information and precautions in the technical data sheet, material safety data sheet, corporate label and other product literature. The information presented herein, while not guaranteed, was prepared and used by technical personnel and, to the best of our knowledge and belief, to use and acquire as of the date hereof. No warranty, representation or guarantee, express or implied, can be made regarding accuracy, performance, reliability, suitability or use. This information is not intended to be definitive because the nature and condition, of use, handling, storage and other factors may involve other or additional safety or performance considerations. The user is responsible for determining the suitability of any material for a specific purpose and for adopting such safety precautions, as may be required. Refer to material safety data sheets for specific and handling instructions. Product might be an irritant. MADAR Corporation does not warrant the results to be obtained in using any material, and disclaims all liability with respect to the use, handling or further processing of any such material. No suggestion for use is intended, and testing herein shall be considered as a recommendation to mitigate any existing patent, trademark or copyright or to violate any federal, state or local law or regulation. This document is the property of MADAR Corporation. Document must be returned by receiver upon request. The information contained herein is confidential and may not be copied, shared, or otherwise disclosed, directly or indirectly, to any person not subject to a MADAR Corporation supply contract or confidentiality and nondisclosure agreement without the express, written consent of MADAR Corporation.

TDS

Ibarra, 27 de enero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que la señorita **Arias Aguilar Diana Coralía**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100447138-7, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado “**Evaluación de las características antibacterianas del quitosano aplicado al tejido poliéster/algodón 65/35% con micro emulsión de silicona por el método de impregnación**”, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **FOULARD DE IMPREGNACIÓN MODELO HFR-** Foulard horizontal para teñidos, impregnaciones y acabados ideal para pequeñas pruebas.
- **ELECTROLUX WASCATOR FOM 71 CLS-** Norma ISO 6330-2012 Proceso de lavado y secado doméstico para los ensayos de textiles.
- **EQUIPO MEDIDOR DE VOC MODELO JSM-131 SC Air Quality Detector**
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



Firmado electrónicamente por:
FAUSTO EDMUNDO
GUALOTO MAFLA

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