



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD

DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

TEMA:

**APLICACIÓN DE UN ACABADO PARA OTORGARLE PROPIEDADES
ANTIBACTERIANAS UTILIZANDO EL EXTRACTO DE HIERBA MOSQUERA
“CROTÓN WAGNERI MÜLL. ARG” EN UN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN.**

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

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.

Autor: Pinchao Silva Dayana Estefanía

Director: MSc. Esparza Encalada Darwin José

Ibarra-enero-2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004080444		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pinchao Silva Dayana Estefanía		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui-Barrio San José		
EMAIL:	depinchaos@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2 620 173	TELÉFONO MÓVIL:	0992983016

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	APLICACIÓN DE UN ACABADO PARA OTORGARLE PROPIEDADES ANTIBACTERIANAS UTILIZANDO EL EXTRACTO DE HIERBA MOSQUERA "CROTÓN WAGNERI MÜLL. ARG" EN UN TEJIDO PLANO 100% ALGODÓN.
AUTOR (ES):	Pinchao Silva Dayana Estefanía
FECHA:	15-enero-2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Textil
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Darwin José Esparza Encalada.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 15 días del mes de enero de 2024

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Pinchao Silva Dayana Estefanía

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 09 de enero del 2024

MSc. Darwin Esparza

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

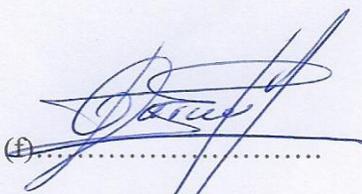
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darwin Esparza', is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and extends above and below the line.

MSc. Darwin Esparza

C.C.: 100158457-0

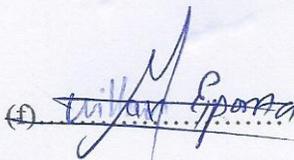
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de Integración Curricular “**Aplicación de un acabado para otorgarle las propiedades antibacterianas utilizando el extracto de hierba mosquera (*Crotón wagneri* Mull. Arg) en un tejido plano 100% algodón.**” Elaborado por la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



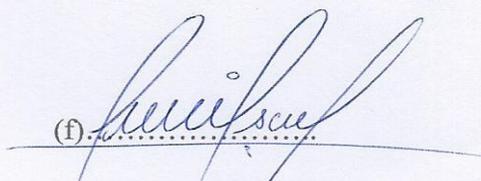
MSc: Darwin Esparza

C.C.: 100158457-0



MSc: William Esparza

C.C. 100158901-7



MSc: Wilson Herrera

C.C.:100286804-8

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia, principalmente a mis padres quienes me apoyaron y contuvieron en momentos difíciles en mi formación académica y en la vida en general, gracias por enseñarme a afrontar las dificultades siempre de la mejor manera.

Gracias a mi madre por enseñarme valores y principios por enseñarme lo que es la perseverancia y empeño siempre con una gran dosis de amor y paciencia, gracias por enseñarme a ser la persona que hoy soy.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi familia Maritza, Javier, Damaris, Fernando, Digna por haber sido una gran motivación y un pilar fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación y en toda mi vida universitaria los amo infinitamente.

A mi madre que ha sido un ejemplo de lucha y resiliencia en los momentos más difíciles, por llenarme de motivación cuando carecía de ella y brindarme siempre sus consejos con gran sabiduría, por esperarme siempre con un abrazo cálido y por todos sus valores que diariamente practicare en mi vida personal y profesional.

A mi tutor el MSc Darwin Esparza por apoyarme en todo el proceso del trabajo de investigación, por la paciencia demostrada y compromiso en esta etapa.

A mis Ing. Fausto y Valeria quienes me ayudaron con la mejor energía en el desarrollo del proyecto y supieron guiar mis pasos con paciencia y compromiso.

A todos los docentes de la carrera de textiles quienes compartieron sus conocimientos profesionales y enseñanzas personales que dejaron una gran huella en mi tanto en el campo académico como en la formación como ser humano en especial al Ing. Wilson Herrera que con sus palabras de aliento y sus anécdotas me motivaron a seguir adelante en la carrera también al Ing. Elvis Ramírez que en varias ocasiones tomo el papel de un amigo y consejero.

A mis amigas Marisol y Angelica por haberme apoyado en los momentos difíciles y darme ánimos sin ustedes esta etapa universitaria no habría sido igual.

RESUMEN

La investigación se centra en aplicar propiedades antibacterianas a tejido de algodón utilizando extracto de hierba mosquera a través de una micro emulsión de silicona. Se llevaron a cabo experimentos con cinco muestras, variando el porcentaje de fijador, manteniendo constantes otros parámetros. Las pruebas bacteriológicas se realizaron antes y después del lavado, siguiendo la norma ISO 6330:2012, junto con mediciones de compuestos orgánicos volátiles (VOC).

Las muestras desarrolladas fueron M01 al 20% de fijador, M02 al 20% de fijador y resina, M03 al 5% de fijador, M04 al 2.5% de fijador, y M05 sin fijador. Se incluyó una muestra de control (M0) sin tratamiento para comparar el crecimiento bacteriano. Se observó que un mayor porcentaje de fijador aumenta la eficacia antibacteriana. La M03, con 20% de fijador, mostró el menor crecimiento bacteriano (33% más bajo que M0), indicando una eficacia del 67% contra bacterias como el estafilococo y la Escherichia coli.

Se destacó la importancia del fijador en la adherencia del acabado al tejido y su influencia en la permanencia del mismo. Aunque el acabado es semipermanente, su eficacia disminuyó después del lavado, siendo la M03 un ejemplo con una eficacia del 64% antes del lavado y reduciéndose al 58% después, aunque este descenso fue menor en muestras con mayor porcentaje de fijador.

En conclusión, se destaca la relevancia del fijador en la calidad y durabilidad del acabado antibacteriano en el tejido de algodón. Los resultados indican que un mayor porcentaje de fijador mejora la eficacia, pero la semipermanencia del acabado destaca la necesidad de considerar la durabilidad a través del lavado para su aplicación práctica en textiles.

ABSTRACT

The research focuses on applying antibacterial properties to 100% flat cotton fabric using extract from the mosquito grass known as "Crotón Wagneri Mull Arg" through a silicone microemulsion method. Experiments were conducted with five samples, varying the fixative percentage while keeping other parameters constant. Bacteriological tests were performed before and after washing, following the ISO 6330:2012 standard, along with measurements of volatile organic compounds (VOC).

The developed samples were labeled as follows: M01 with 20% fixative, M02 with 20% fixative and resin, M03 with 5% fixative, M04 with 2.5% fixative, and M05 without fixative. A control sample (M0) without treatment was included to compare bacterial growth. It was observed that a higher fixative percentage increases antibacterial efficacy. M03, with 20% fixative, exhibited the lowest bacterial growth (33% lower than M0), indicating a 67% efficacy against bacteria such as *Staphylococcus* and *Escherichia coli*.

The importance of the fixative in the adhesion of the finish to the fabric and its influence on its permanence was emphasized. Although the finish is semi-permanent, its efficacy decreased after washing. For example, M03 had an efficacy of 64% before washing, reducing to 58% afterward, although this decrease was less in samples with a higher fixative percentage.

In conclusion, the relevance of the fixative in the quality and durability of the antibacterial finish in cotton fabric is highlighted. The results indicate that a higher fixative percentage improves efficacy, but the semi-permanence of the finish underscores the need to consider durability through washing for practical application in textiles.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del tema	1
1.2 Contexto	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	6
1.5 Características del sitio del proyecto	6
1.6 Alcance.....	7
CAPÍTULO II	9
2 ESTADO DEL ARTE	9
2.1 Estudios previos	9
2.1.1 <i>Mosquera (Crotón Wagneri Mull Arg)</i>	9
2.1.2 <i>Usos y aplicaciones de la planta mosquera</i>	10
2.2 Marco legal.....	14
2.2.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i>	14
2.2.2 <i>Líneas de investigación</i>	15

2.3	Marco conceptual	16
2.3.1	<i>Planta mosquera</i>	16
2.3.2	<i>Composición química de la mosquera</i>	17
2.3.3	<i>Actividad antibacteriana</i>	18
2.3.4	<i>Usos etnomédicos</i>	19
2.3.5	<i>Maceración con etanol</i>	19
2.3.6	<i>Tiempo de maceración</i>	22
2.3.7	<i>Bacterias en los tejidos</i>	23
2.3.8	<i>Textiles antibacterianos</i>	23
2.3.9	<i>Proceso de agotamiento</i>	24
CAPÍTULO III.....		27
3.	METODOLOGÍA.....	27
3.1	Métodos de investigación.....	27
3.1.1	<i>Investigación bibliográfica</i>	27
3.1.2	<i>Método científico</i>	27
3.1.3	<i>Método experimental</i>	28
3.1.4	<i>Método comparativo</i>	29
3.2	Normativa utilizada.....	29
3.3	Flujograma del proceso general	31
3.3.1	<i>Flujograma de la obtención del extracto de mosquera</i>	35

3.3.2	<i>Flujograma muestral</i>	36
3.4	Equipos de laboratorio y parámetros.....	38
3.5	Preparación de las soluciones.....	39
3.6	Proceso de agotamiento.....	42
3.7	Curva de proceso.....	46
3.8	Prueba de lavado y secado domestico.....	49
CAPÍTULO IV.....		50
4.	RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	50
4.1.	Resultados obtenidos de las pruebas.	50
4.1.2	<i>Resultados de las pruebas bacteriológicas antes de lavado</i>	50
4.1.3	<i>Resultados pruebas bacteriológicas después de lavado</i>	52
4.1.4	<i>Resultados de la prueba de medición de VOC</i>	52
4.1.5	<i>Mediciones de VOC a los 5 días</i>	53
4.1.6	<i>Medición de VOC a los 10 días</i>	54
4.1.7	<i>Medición de VOC a los 15 días</i>	55
4.1.8	<i>Tabla general de Resultados de VOC</i>	56
4.2	Discusión de resultados.....	57
4.2.1	<i>Normalidad de datos</i>	57
4.2.2	<i>Selección de químicos</i>	58
4.2.3	<i>Análisis de muestras M03,M04 Y M05</i>	60

4.2.4 <i>Análisis general de VOC</i>	62
4.3 Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) promedio	64
CAPÍTULO V	66
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1 CONCLUSIONES	66
4.2 RECOMENDACIONES	68
Referencias bibliográficas	69
5. ANEXOS	73

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESULTADOS GENERALES DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE LA APLICACIÓN DE LIGNINA..	12
TABLA 2 EFECTO CICATRIZANTE DEL EXTRACTO DE CROTÓN ELEGANS KUNTH.....	13
TABLA 3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA UTN.....	15
TABLA 4 TAXONOMÍA DE LA PLANTA MOSQUERA	17
TABLA 5 MATERIALES Y MEDIOS DE CULTIVO	30
TABLA 6 PESO DE LAS 5 MUESTRAS.....	33
TABLA 7 EQUIPOS NECESARIOS PARA LA OBTENCIÓN DEL EXTRACTO	38
TABLA 8 DOSIFICACIÓN PARA LA MUESTRA 1 (M01).....	40
TABLA 9 RECETA PARA LA MUESTRA 1(M01)	40
TABLA 10 DOSIFICACIÓN PARA LA MUESTRA 2 (M02).....	41
TABLA 11 RECETA PARA LA MUESTRA 2 (M02).....	42
TABLA 12 VARIABLES Y CONSTANTES.....	43
TABLA 13 EQUIPOS PARA EL PROCESO DE AGOTAMIENTO	44
TABLA 14 EQUIPOS USADOS PARA LA MEDICIÓN DE VOC.....	45
TABLA 15 PARÁMETROS DEL PROCESO EN GENERAL	48
TABLA 16 PARÁMETROS DEL PROCESO DE LAVADO Y SECADO DOMESTICO	49
TABLA 17 RESULTADOS PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS AL	51
TABLA 18 RESULTADOS PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS DESPUÉS DE LAVADOS 3N Y 5N	52
TABLA 19 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE VOC A LOS 5 DÍAS AL	53
TABLA 20 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE VOC A LOS 10 DÍAS	54
TABLA 21 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE VOC A LOS 15 DÍAS	55
TABLA 22 RESULTADOS GENERALES	56
TABLA 23 SELECCIÓN DE QUÍMICOS ENTRE M01 Y M02	58

INDICE DE FIGURAS

FIGURA1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CARRERA DE TEXTILES	7
FIGURA2 PLANTA MOSQUERA.....	18
FIGURA3 EXTRACCIÓN DISCONTINUA POR MACERACIÓN.....	21
FIGURA 4 COMPORTAMIENTO DEL COLORANTE EN LA PRIMERA FASE.....	25
FIGURA5 FLUJOGRAMA GENERAL DE PROCESOS	32
FIGURA6 FLUJOGRAMA DE LA OBTENCIÓN DEL MACERADO	35
FIGURA7 FLUJOGRAMA MUESTRAL	37
FIGURA8 CURVA DE PROCESOS GENERAL.....	46
FIGURA 9 CURVA GENERAL DE LAVADO.....	47
FIGURA10 PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL CULTIVO DE BACTERIAS.....	51
FIGURA11 ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE DATOS.....	57
FIGURA12 ANÁLISIS VOC DE LAS M01 Y M02	59
FIGURA13 ANÁLISIS VOC 5 DÍAS.....	60
FIGURA14 ANÁLISIS VOC 10 DÍAS	61
FIGURA15 ANÁLISIS VOC 15 DÍAS	62
FIGURA16 ANÁLISIS VOC ANTES DE LAVADO.	63
FIGURA17 ANÁLISIS GENERAL VOC DESPUÉS DE LAVADO	64
FIGURA18 ANÁLISIS DE VOC PROMEDIO	65

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 EXTRACTO DE LA MOSQUERA	73
ANEXO 2 PROCESO DE AGOTAMIENTO	75
ANEXO 3 PROCESO DE SECADO.....	77
ANEXO 4 PROCESO DE LAVADO 5N	79
ANEXO 5 FICHA TÉCNICA DE LA MICRO EMULSIÓN	80
ANEXO 6 FICHA TÉCNICA DEL FIJADOR	81
ANEXO 7 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS M0,M01,M02	82
ANEXO 8 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS M04,M05	83
ANEXO 9 CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIOS.....	84

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se describen los puntos principales del porque se llevó a cabo el tema de la investigación y como se planteó realizarla, también se especifican los objetivos propuestos para llegar a concluir en tema de investigación.

1.1 Descripción del tema

El sector de la industria textil ha experimentado varios avances en las últimas décadas, debido al desarrollo tecnológico y la innovación se han logrado crear diferentes técnicas y materiales que ayudan a tener una mejor calidad y duración de los productos textiles y a su vez esta innovación va relacionada con otros campos como lo es la medicina tradicional, la cual fue utilizada por varias culturas y generaciones a través de la historia tratando algunas enfermedades.

“El consumo sistemático de plantas con atributos medicinales se remonta posiblemente a 2 millones de años en algún lugar de África, cuna de la humanidad” (Chifa,2010, p.242). Lastimosamente el uso de esta medicina fue rezagado cuando se desarrolló la química orgánica y con ella las industrias farmacéuticas a finales del siglo XIX, esta puede ser definida como los conocimientos, procedimientos, experiencias y creencias que los ancestros descubrieron empíricamente, para solucionar problemas de la salud, tengan o no explicación científica.

Sobre la medicina tradicional Organización Mundial de la Salud, (2003). Afirma que ha renacido en todo el mundo el interés por el uso de la medicina tradicional, y la atención que se le presta. En China, la medicina tradicional representa cerca del 40% de toda la atención de salud prestada. En Chile la ha utilizado el 71% de la población, y en Colombia el 40%. En la India el 65% de la población rural recurre

al ayurveda y a las plantas medicinales para ayudar a atender sus necesidades de atención primaria de salud.(p.1).

En América Latina varios países están retomando en gran porcentaje el uso de la medicina tradicional, ya que existe una alta demanda de alternativas terapéuticas que no incluyan el modelo biomédico, en América latina existe una gran infinidad de plantas endémicas que se utilizan para tratar las diferentes enfermedades.

En sus estudios sobre la planta mosquera Meneses, (2015) menciona que :

Ecuador posee muchas plantas endémicas que fueron utilizadas por los indígenas para el tratamiento de enfermedades como influenza, quemaduras ,cortaduras hasta la prevención de enfermedades como el cáncer, una de estas plantas es la mosquera que resulta sumamente fácil de encontrar en la región Sierra o Andina en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Carchi e Imbabura y es conocida por sus propiedades purgantes, antiinflamatoria, antialérgicas, cicatrizantes y antibacterianas.(p.5)

En la actualidad las enfermedades debido a la rápida proliferación de bacterias se ven reflejadas en graves infecciones y en casos más graves pudiendo llegar hasta la muerte es por ello que la presente investigación propone la aplicación de un acabado para otorgarle las propiedades antibacterianas utilizando el extracto de hierba mosquera en un tejido plano algodón 100%, el presente estudio se llevará acabo a nivel de laboratorio y busca demostrar que al aplicar el acabado antibacteriano con extracto de mosquera no exista la presencia de las bacterias (*Staphylococcus aureus*) y (*Escherichia coli*).

La innovación que ocurre en la industria textil permite indagar varias posibilidades en relación con el campo de la medicina tradicional, creando nuevos productos para mejorar la salud y bienestar de las personas, definitivamente la Industria Textil es un sector que siempre estará en evolución.

1.2 Contexto

Cuando en los textiles llegan a proliferarse, las bacterias pueden ocasionar algunos problemas, como por ejemplo pueden causar mal olor en los tejidos, esto se debe a que las bacterias pueden descomponer las sustancias orgánicas de las que están compuestos como el algodón u otras fibras naturales, otro problema es la aparición de manchas y decoloración de los textiles ya que los microorganismos son capaces de digerir y dañar los colorantes usados en los tejidos dando como resultado pérdidas de color y aparición de manchas antiestéticas en los tejidos. A más de esto las bacterias también puede alterar la duración del tejido ya que si las bacterias se proliferan rápidamente y en gran cantidad llegan a debilitar las fibras y logran que fácilmente se desintegren.

En su investigación Aguagallo et al., (2019). Explican las propiedades cicatrizantes y antibacterianas de la planta aplicado a 18 ratones en diferentes concentraciones mostrando así el gran beneficio en cuanto a la cicatrización que esta posee, así también se toma como base de investigación de Rea, (2016). donde explica las propiedades antibacterianas de la mosquera ante la presencia de algunas bacterias como *Staphylococcus* y *Streptococcus*.

En la actualidad la Industria Textil busca formas de evitar la proliferación de bacterias en los textiles y constantemente busca nuevas formas de desarrollar textiles antimicrobianos con diversos materiales, procesos y tecnologías aplicando agentes químicos o naturales. Explica que “Para los tratamientos químicos generalmente se usan productos como zinc, cobre, sales metálicas de iones de plata entre los más principales” (Muñoz Echeverri, 2020 , p. 21). Esto indica que existe

una gran variedad de agentes químicos que pueden ser aplicados para eliminar o inhibir en gran parte la proliferación de bacterias.

Como referencia de investigación se toman tres textos guías los cuales son “Desarrollo de microcápsulas rígidas de fragancia y de técnicas que permitan la cuantificación de la eficiencia de encapsulación” (Carmona, 2019,p. 1). “Acabado anti-pediculus humanus capitis (piojo) en géneros textiles de algodón con esencias de eucalipto y clavo de olor” de (Sangucho, 2018). Los cuales servirán de guía para el proceso de agotamiento por micro encapsulado y referente a la actividad cicatrizante de la planta se toma el texto “Comprobación de la actividad cicatrizante del extracto de hierba mosquera en ratones (*Mus musculus*)” (Tigse, 2015, p. 1),la cual muestra los beneficios de esta planta y la efectividad de su aplicación.

Los productos textiles con acabados antibacteriales a partir de productos naturales se han vuelto una alternativa muy popular en los últimos años ya que estos se vuelve una elección más saludable y ecológica, a comparación de los productos químicos, algunos de los productos más usados son aceites esenciales como el aceite de lavanda y eucalipto que pueden minimizar el crecimiento de bacterias y hongos, así como la planta de aloe vera y los textiles a partir de fibras de bambú.

En el presente trabajo de investigación se pretende realizar un textil con un acabado antibacterial a partir del extracto de la mosquera que es un agente natural del cual ya existen estudios previos que demuestran que tiene propiedades antibacteriales, es por esto por lo que se pretende aplicar el extracto de esta planta a un tejido plano para que este adquiera dichas propiedades.

1.3 Justificación

Los tejidos con acabados especiales como en el campo médico son ampliamente utilizadas y existe una gran variedad de ellos, como por ejemplo los tejidos con acabados siliconados, acabados ignífugos, acabados repelentes y los acabados para el campo médico no pierden su importancia como lo es el caso de los acabados antibacterianos.

La industria textil del país necesita ser potenciada es por ello, que varias empresas optan por la utilización de químicos al momento de fabricar productos novedosos como los tejidos técnicos o tejidos con acabados especiales o los dosificadores de medicamentos, lo cual hasta cierto punto resulta ser sumamente efectivo en el tratamiento de enfermedades pero también pueden traer consigo reacciones alérgicas o enfermedades por el uso desmedido de los químicos que se requiere para dar estos acabados.

Es por ello, que la presente investigación busca la aplicación de un acabado para otorgarle las propiedades antibacteriana utilizando el extracto de hierba mosquera (*Crotón wagneri* Müll.Arg) en un tejido plano algodón 100 %, recalando que esta planta es una especie endémica del Ecuador y su obtención es sumamente fácil por lo que resulta un proceso fácil económico, sostenible y sustentable.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Aplicar un acabado para otorgarle las propiedades antibacterianas utilizando el extracto de hierba mosquera (*Crotón wagneri* Müll.Arg) en un tejido plano algodón 100 %.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Analizar la composición química de la mosquera (*Crotón wagneri* Müll.Arg) para establecer su propiedad antibacteriana mediante fuentes bibliográficas.
- Obtener el extracto de mosquera mediante el método de maceración con etanol para realizar el proceso de acabado en el tejido plano algodón 100%.
- Aplicar el extracto de mosquera en de tejido plano algodón 100% mediante microencapsulación por el método de agotamiento.
- Determinar la presencia de bacterias como (*Staphylococcus aureus*) y (*Escherichia coli*) mediante el cultivo de microorganismos a nivel de laboratorio.

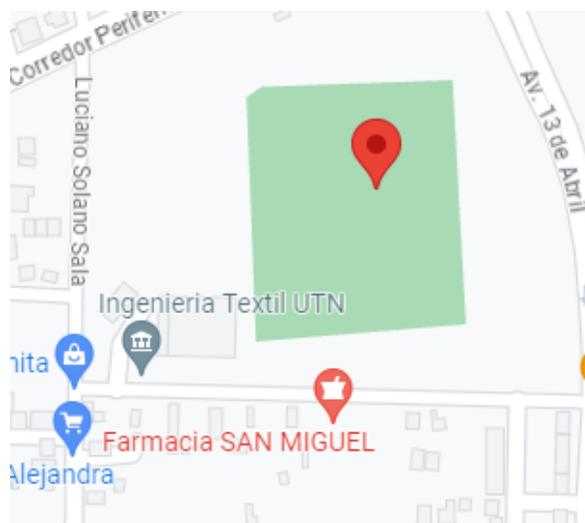
1.5 Características del sitio del proyecto

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la carrera de Textiles que pertenecen a la Universidad Técnica del Norte los cuales cuentan con una gran variedad de equipos y máquinas con procesos estandarizados de alta tecnología , estos están ubicados en la ciudad de Ibarra en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, provincia de Imbabura.

En la **Figura1** se indica la dirección geográfica del lugar donde se realizó el proyecto de investigación.

Figural

Ubicación Geográfica de la carrera de Textiles



Fuente: (Maps, 2015)

1.6 Alcance

El desarrollo del proyecto de investigación se lleva a cabo desde la obtención del tejido plano 100% algodón, como siguiente paso se realizará la caracterización del tejido mediante el método de microscopio y combustión los cuales ayudarán a determinar si el tejido realmente es de algodón 100%.

Luego se realizara la maceración de la mosquera con etanol con el proceso en frio el cual será realizado de forma artesanal, controlando los debidos parámetros para obtener un producto final de buena calidad, consiguiente a esto se realizaran pruebas piloto a nivel de laboratorio para determinar cuáles son las variables adecuadas para el proceso de agotamiento y posterior a esto, su aplicación mediante microencapsulación con micro emulsión de silicona por el método de agotamiento en el autoclave perteneciente a laboratorios de la Planta Académica Textil pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

Posterior a esto se deben acondicionar las muestras ya con el acabado antibacterial para las respectivas pruebas y determinar su resistencia según la norma ISO 6330:2012 (Lavado y secado domestico) en la cual se especifican los procedimientos de lavado, la maquinaria a usarse, el tipo de detergente y los contrapesos de referencia que se van a utilizar según el material textil.

Como penúltimo paso se realizará el secado de las muestras en el túnel de secado de igual forma perteneciente a los laboratorios de la Carrera de Textiles a una temperatura de 130°C y una velocidad de 15 rpm.

Para finalmente preparar las muestras para realizarles las debidas pruebas bacteriológicas al tejido en el laboratorio San Luis ubicado en la ciudad de Otavalo para concluir la investigación con la interpretación de resultados de las pruebas.

CAPÍTULO II

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Estudios previos

A continuación en este capítulo se realiza una descripción de los parámetros necesarios para llevar a cabo la investigación, los cuales están basados en argumentos de investigaciones anteriores las cuales ayudaron a tener un punto de partida.

2.1.1 Mosquera (*Crotón Wagneri Mull Arg*)

Según León et al., (2011). menciona que:

La mosquera es una especie distribuida en los valles secos del callejón interandino que ocupa el mismo hábitat de *Crotón elegans* y *C. menthodorus*, especies similares. También se ha reportado en páramo seco en la provincia del Chimborazo. Entre sus principales amenazas están el fuego provocado por el hombre, la introducción de especies como el pino y el ciprés y el pastoreo. Pese a su amplia distribución no se encuentra registrada dentro del SNAP. (p.324).

Esto indica que esta planta tiene una amplia distribución en el país pero a pesar de esto al no encontrarse registrado en el SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) no tiene un reconocimiento oficial como otras plantas ni la debida protección y la situación resulta algo preocupante por las amenazas que enfrenta la mosquera y es de mucha importancia concientizar y promover la conservación de especies como la mosquera que tienen varios principios activos y así conservar la diversidad biológica del ecosistema del país.

Sobre la mosquera Meneses, (2015). Indica que es una especie vegetal perenne la cual puede alcanzar una altura de hasta 1.2 metros generalmente crece en terrenos abandonados o al

borde de las carreteras, en su composición tiene un líquido o sustancia con aspecto gomoso conocida como látex esta es de color verde oliva y tiene la característica que al entrar en contacto con el aire se torna de un color amarillento y con un sabor astringente. Gracias a sus características esta planta se vuelve muy fácil de reconocer, como por su líquido de una densidad promedio con su aspecto y tacto gomoso que hace varias generaciones es usado para diversas aplicaciones como cicatrización de heridas, para fabricar tintes naturales gracias al tono rojizo de su látex y la elaboración de cosméticos como cremas o lociones.

2.1.2 Usos y aplicaciones de la planta mosquera

Un estudio de la revista *Journal of Ethnopharmacology* en el año 2018 “Comprobó que esta planta endémica tiene actividad antimicrobiana contra algunas cepas de bacterias y hongos entre ellos incluidos el *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*.” (Vidal & Hormazábal, 2016, p. 23). Este estudio resulta importante porque algunas de las principales bacterias que afectan a los textiles son la *Escherichia Coli* y el *Staphylococcus* en lo que es la ropa de trabajo, deportiva e indumentaria de hospital.

En 2021 la revista *Journal of Ethnopharmacology* demostró que sus extractos poseen actividad antiinflamatoria en algunos animales y en América latina también ha sido usado para aliviar algunas enfermedades como infecciones, fiebre hasta el dolor de cabeza. Varios investigadores han usado el extracto de esta planta para comprobar sus propiedades cicatrizantes o antiinflamatorias al aplicarse algunas gotas sobre heridas molares.

La mosquera posee algunos usos en la industria textil ya que al ser una planta posee celulosa y se pueden obtener fibras. “Los tallos de la mosquera poseen fibras largas y resistentes que pueden ser usadas en tejidos, dichas fibras al tener similitudes con otras son conocidas como fique y su apariencia es bastante similar con la fibra de yute o las de cabuya.”(Vidal & Hormazábal,

2016, p . 24). Por ende, los productos finales son similares a los de estas fibras como sogas, manteles, tapetes, cortinas o productos de artesanía.

Otro de los usos en la industria textil que se le puede atribuir es la creación de tintes naturales gracias al tono rojizo o a veces amarillento que proviene de su látex, ya que se pueden usar como una alternativa más sostenible a comparación de los colorantes tradicionales además que su látex posee propiedades antifúngicas y antibacterianas por lo que resulta de gran beneficio en la elaboración de textiles con propiedades antibacteriales.

En los últimos años la aplicación de productos naturales en los textiles ha ido tomando gran popularidad gracias al ser productos más sostenibles al igual que sus procesos, uno de los ejemplos claros es la aplicación de la lignina del bambú la cual cuenta con propiedades antibacterianas. Así lo asegura Bautista, (2022). en su investigación donde demuestra que:

De acuerdo con los datos obtenidos en las pruebas antibacteriales realizadas a las muestras con concentraciones al 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de lignina se puede concluir que el mejor resultado que se obtuvo de las pruebas realizadas se presenta en la muestra con aplicación al 8% de lignina, la cual disminuyó en 80.78% unidades formadoras de colonias. (p.51)

En la **Tabla 1** explica los resultados generales de la aplicación de lignina en diferentes porcentajes en el tejido jersey 100% poliéster de las pruebas antibacteriales en las diferentes muestras antes y después de realizar el proceso de solidez al lavado, para ver la resistencia del acabado en la formación de colonias.

Tabla 1

Resultados generales de las pruebas de laboratorio de la aplicación de lignina

Lignina (%)	UFC-SA	UFC-ADL	UFC-DL
	cm²	cm²	cm²
2	1900	195	50000
4	1900	185	50000
6	1900	145	425
8	1900	365	285
10	1900	80	1600

Nota: Las abreviaturas indicadas en la tabla toman en siguiente significado:

UFC: Unidades formadoras de colonias

UFC-SA: Total UFC sin acabado

UFC-ADL: Total UFC antes de lavado

UFC-DL: Total UFC después de lavado

Fuente: (Bautista, 2022)

Sobre el uso de la planta en animales Tigse, (2015). Indica que:

Ha sido usada en ratones para comprobar su propiedad cicatrizante y en su análisis demostró lo siguiente: el efecto cicatrizante del extracto de *Crotón elegans* Kunth evaluada mediante la medida del tiempo en días para la cicatrización, el tratamiento EC3 presentó un mayor efecto frente a los otros tratamientos y diferentes concentraciones obteniendo un promedio de cicatrización de 8 días, y sugiere que la mayor presencia de compuestos fenólicos en el extracto al 80% fue el que consiguió acelerar el proceso de cicatrización .(p 4). Esto nos indica que la aplicación del extracto de mosquera acelero notablemente el proceso de

cicatrización en los especímenes a comparación de una crema convencional o sin ningún tipo de tratamiento.

En la **Tabla 2** explica el tiempo de cicatrización en días respecto al porcentaje de extracto aplicados en los especímenes (ratones) y la longitud en cm de los cortes realizados, en comparación con dos especímenes uno sin aplicar ningún tipo de tratamiento y el segundo aplicando una crema de acetato que corresponde al modelo biomédico.

Tabla 2

Efecto cicatrizante del extracto de crotón elegans Kunth

Grupo	Cicatrización (días)	Longitud (cm)
CN	15 ± 0.8	1.16 ± 0.037
CL	13 ± 0.7	1.12 ± 0.035
EC1	14 ± 0.7	1.11 ± 0.048
EC2	10 ± 0.5	0.85 ± 0.010
EC3	8 ± 0.4	0.91 ± 0.045

Nota: Las codificaciones de la tablan tienen el siguiente significado.

CN: (control negativo), espécimen sin tratamiento

CL: (control positivo), se aplicó crema dérmica a base de acetato con ayuda de un hisopo.

EC1: se aplicó 3 gotas del extracto al 20%

EC2: se aplicó 3 gotas del extracto al 40%

EC3: se aplicó 3 gotas del extracto al 80%

Fuente: Adaptado de (Aguagallo et al., 2019)

2.2 Marco legal

2.2.1 *Constitución de la República del Ecuador*

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en base a diferentes artículos de la Constitución del Ecuador los cuales están relacionados con el buen vivir, la preservación del ambiente y la innovación como el enfoque del tema presentado.

La Constitución de La República Del Ecuador, (2021) indica que: “Una forma de convivencia ciudadana, en diversidad y armonía con la naturaleza, para alcanzar el buen vivir, el sumak kawsay; una sociedad que respeta, en todas sus dimensiones, la dignidad de las personas y colectividades”.(p.14)

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

Apartado 3: Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.(pp. 14- 185).

2.2.2 Líneas de investigación

En la **Tabla 3** se presentan las líneas de investigación desarrolladas para la UTN en la resolución N° 122-SO- HCU-UTN, 05-08-2016.

Tabla 3

Líneas de investigación de la UTN

N°	Líneas de investigación de la UTN
1	Producción industrial y tecnología sostenible.
2	Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.
3	Biotecnología, energía y recursos naturales renovables
4	Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sostenible
5	Salud y bienestar integral.
6	Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas.
7	Desarrollo artístico, diseño y publicidad.
8	Desarrollo social y del comportamiento humano
9	Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico.
10	Desarrollo, aplicación de software y Cyber security (seguridad cibernética).

Según la Universidad Técnica del Norte, (2017). "La carrera de Ingeniería Textil direccionará sus investigaciones a las líneas 1 y 9, las cuales hacen referencia en:

- Producción industrial y tecnología sostenible.
- Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico (p.2)."

El presente trabajo de investigación se enfoca en la línea de investigación N°9, brindando una investigación sobre un acabado antibacterial usando el extracto de mosquera (*Crotón Wagneri* Mull Arg) mediante el método de agotamiento en un tejido plano 100% algodón, lo cual corresponde a una innovación al existir textiles antibacterianos, pero ninguno realizado con el extracto de mosquera.

2.3 Marco conceptual

En este punto del capítulo se recolectará información bibliográfica sobre el tema a desarrollarse y los estudios previos de diferentes autores relacionados con el tema.

2.3.1 *Planta mosquera*

Sobre la familia a la que pertenece la planta mosquera López, (2016). Afirma que :

Esta familia vegetal está presente en todo el mundo y es más abundante en Trópicos, existe una gran variedad de géneros Euphorbiaceae en tierras bajas de la selva Amazónica, gracias a la existencia de varios géneros endémicos presentan una extensa cantidad de hábitats y pueden estar presentes en bosques lluviosos, estacionales o en desiertos.(p. 12)

Esto indica que esta planta crece en la región Interandina del Ecuador y pertenece a la familia Euphorbiaceae la cual presenta varias especies en el país y pueden ser observadas muy comúnmente en terrenos áridos o lotes baldíos, ya que es una planta que no requiere mucha agua ni herbicidas para su crecimiento, es una planta muy resistente y puede crecer en climas húmedos o cálidos a continuación, se detalla la taxonomía de la planta.

La taxonomía es la rama de la biología que se encarga de clasificar las plantas según las afinidades que muestran, en la **Tabla 4** se presenta la taxonomía de la mosquera.

Tabla 4

Taxonomía de la planta mosquera

Nombre común	Mosquera, mosquero, purga, cucharilla
Nombre científico	Crotón Wagneri Mull Arg.
Familia	Euphorbiacea
	Crotón elegans Kunth
Sinónimos	Crotón matourensis Aublet
	Crotón menthodorus Bent
	Crotón bailloniaus Mull. Arg

Fuente: (Meneses, 2015)

2.3.2 *Composición química de la mosquera*

Agapito (2015, como se citó en Altamirano, 2015) menciona que :

Los componentes mayoritarios aislados son: catequia, epicatequina, galocatequina, epigalocatequina (monómeros de flava -3-oles) y proantocianidinas de diferentes tamaños. Es un oligómero proantocianidinico heterogéneo. Entre los compuestos minoritarios, se encuentran el alcaloide taspina, un lignano denominado dimetilcedrusina y diterpenos, bicantriol, ácido crolequinico, korberina A y korberina B. (p.12). Es importante conocer la composición de esta planta para así poder entender a cuál de sus compuestos químicos se le atribuye sus principios activos.

Así también Tigse, (2015). En su investigación de forma más resumida indica: “Que los compuestos de la plana en su investigación fitoquímica son: flavonoides, alcaloides, taninos y

esteroles”(p.23).Según varios investigadores uno de los principales compuestos para que esta planta brinde tantas propiedades favorables para la salud son los taninos y flavonoides.

La **Figura2** muestra la forma en que la planta mosquera puede ser apreciada visualmente y de esta forma se puede reconocer fácilmente.

Figura2

Planta mosquera



Fuente: (Abarca, 2019)

2.3.3 Actividad antibacteriana

Acerca de la propiedad antibacteriana de la planta Barrionuevo, (2020), en su investigación afirma que:

El extracto etanólico total de las hojas a una concentración de 2000 ppm (0,002 g) presenta una actividad del 100% sobre *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* (8000 ppm ó 0,008 g), *Salmonella typhi* (4000 ppm o 0,004 g), 75% sobre *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (4000 ppm o 0,004 g) (p. 9). Dicha planta a más de su propiedad antibacteriana presenta otras como por ejemplo actividad antimicótica, actividad antiviral, actividad gastro protectora, actividad antiinflamatoria y su propiedad más conocida la cicatrizante.

2.3.4 Usos etnomédicos

Sobre los usos de la mosquera López, (2016). Indica que Uno de los principales componentes que tiene la planta es la resina, a la cual es atribuida varios usos entre ellos uno de los usos más comunes es aplicar unas gotas en piezas dentales con presencia de caries también es usado para curar el sangrado en las encías y también para eliminar las verrugas, se puede mezclar con otras especies como con el llantén (Plantajo mayor), para realizar enjuagues bucales y así reducir la inflamación por amigdalitis y también es usado para desinfectar las heridas.

A más de los usos ya mencionados se pueden recalcar otros como la aplicación sobre heridas para acelerar su cicatrización y a su vez la desinfección de heridas, es usado también para curar el herpes labial, curar las úlceras y erupciones cutáneas en conclusión otro de los usos más frecuentes es curar afecciones de la piel, es importante mencionar que los usos de los que se hablan son de origen histórico social, es decir; vienen de generación en generación y es por ello que se deben usar con precaución.

2.3.5 Maceración con etanol

Sobre el proceso de maceración en plantas para obtener sus compuestos medicinales Meneses, (2015). Indica que:

La maceración es considerada como una técnica de separación entre sólidos-líquidos y tiene el objetivo de extraer los componentes solubles del material sólido el cual consiste en hidratar la materia prima en este caso la planta mosquera, el líquido o solvente para realizar la maceración suele ser agua pero también pueden ser utilizados diferentes líquidos, este proceso se lo lleva a cabo a temperatura ambiente y manteniéndolo en reposo durante un tiempo fijo el cual normalmente lleva entre 2 a 10 días, este proceso de maceración da como resultados dos

productos que pueden ser usados según los fines pertinentes: el sólido ausente de esencias y el extracto.(p .19). Básicamente esto indica que la maceración consiste en hidratar las hojas de la planta que se encuentran en un estado sólido para así poder extraer sus compuestos químicos.

“Es un proceso fisicoquímico en el cual se emplea alcohol etílico para la extracción de compuestos fenólicos tales como: sabores, aromas, colorantes y otros derivados con principios activos que se encuentran en materias primas como plantas frutas o vegetales” (Pineda, 2019, p 11). A más de alcohol etílico también pueden usarse otro tipo de solventes como agua, aceites, vinos, vinagres o jarabes, su extracción no queda limitada al uso de un único solvente y como se explica existe una gran variedad de ellos.

En la **Figura3** se puede observar el proceso de maceración en frío de forma discontinua iniciando con la mezcla del solvente con la materia vegetal, prosiguiendo con el reposo de la mezcla en un envase de cristal el cual debe encontrarse cerrado completamente, también se muestra cómo se realiza el movimiento de la mezcla el cual debe ser de 5 a 10 min por día, en la tercera imagen dentro de la figura se puede observar el proceso de filtración mediante un filtro de tela para obtener los compuestos en estado líquido y finalmente en la imagen 4 dentro de la figura se observa cual es la forma adecuada de guardar el extracto en un nuevo envase de cristal .

Figura3

Extracción discontinua por maceración



Fuente: (Meneses, 2015)

La maceración puede realizarse de dos maneras las cuales son en frío y en caliente a continuación, se explica el método a utilizarse en la investigación.

➤ **Maceración en frío**

La técnica de maceración en frío consiste en introducir las frutas hierbas o vegetales en un recipiente de vidrio que sea transparente o de color ámbar, esto dependiendo el sólido a macerar posteriormente se debe agregar alcohol y dejar reposar por un tiempo determinado para que pueda extraer los compuestos deseados de la planta, una clara ventaja del proceso de maceración en frío es que logra extraer el 100% los compuestos deseados sin tener ninguna alteración o disminución en su

composición. (Pineda, 2019, p.12). Claramente el proceso en frío resulta más económico ya que se puede realizar a temperatura ambiente y de esta forma se puede evitar que algunos de sus compuestos que pueden ser sensibles ante el calor sufran alteraciones, requiere equipos simples y de fácil acceso y la energía requerida es mínima, la única desventaja que se puede encontrar en este proceso es que requiere de mayor tiempo para obtener una extracción adecuada.

2.3.6 *Tiempo de maceración*

Sobre el tiempo correcto para una adecuada maceración Bastidas, (2011). Indica que:

La maceración es un proceso de difusión en el que se produce un intercambio continuo, el contenido de las células vegetales y el alcohol hasta lograr obtener la mayor parte de las sustancias solubles se basa en primer lugar en el contenido acuoso de las hierbas, las plantas frescas de elevado contenido acuoso (cáscaras de limón o hierbas aromáticas frescas) se extraen con alcohol del 70 al 96%. Las hierbas secas como la hoja de coca se extraerán con alcohol de 40 al 60% en un tiempo de 4 – 15 días. (p.7).

La variable del tiempo es de vital importancia para obtener un buen producto de la maceración ya que los componentes de la planta deben disolverse en su totalidad para quedarse en el líquido, el tiempo mínimo que sugieren diferentes investigaciones es de 24 horas, en la presente investigación se aplicara un periodo de 72 horas equivalentes a tres días para evitar que los compuestos salgan afectados por un tiempo excesivo de maceración.

2.3.7 Bacterias en los tejidos

“Una bacteria es un microorganismo unicelular por lo general posee un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0,5 y 5 μm) y se presentan de diversas formas: esferas (cocos), barras (bacilos) y hélices (espirales), entre otros”.(Departamento de Microbiología y Parasitología e Inmunología, 2019, p. 3) Las bacterias son la forma de vida más antigua de la tierra y la más abundante en la tierra y pueden sobrevivir en distintos hábitats.

“Las bacterias pueden transferirse desde la piel hacia la vestimenta siguiendo estas fases: adherencia, crecimiento y daño a la prenda, el crecimiento de las bacterias ocurre debido a la secreción de las glándulas sudoríparas.”(Jara, 2023, p.7).En los textiles pueden encontrarse diferentes bacterias como: Escherichia Coli que afecta a la ropa deportiva y la lencería de hospital, Staphylococcus que afecta a la ropa de trabajo y la deportiva.

2.3.8 Textiles antibacterianos

En su investigación Maya et al., (2017). menciona que “El desarrollo de textiles técnicos se caracteriza por la unión de varias disciplinas, tales como la electrónica. La ciencia de los polímeros, la nano ciencia y tecnología. La aplicación de estas disciplinas da lugar a textiles con características especiales”.(p.3). En este sentido la industria textil, está inmersa en casi todas las industrias que facilitan la vida del ser humano y por ello vive en constante innovación e investigación para mejorar sus productos y procesos.

Subramanian,(2016, como se citó en Muñoz, 2020). Indica que: “El aumento en la preocupación por la higiene y cuidado personal ha generado la necesidad de desarrollar nuevos productos textiles que tengan propiedades antibacterianas y antifúngicas”(p. 18). Es por esto por lo que los textiles antibacteriales son considerados en la industria textil como unos de los más importantes y explorados en los últimos años llevando al descubrimiento de nuevos productos.

Existen varios factores que vuelven a los textiles un lugar propicio e ideal para el crecimiento y rápida proliferación de bacterias, las cuales suelen ocasionar problemas como pérdida del color en los textiles, disminución de elasticidad debido a que dañan las fibras y malos olores debido a las bacterias además que existen cepas microbianas que pueden poner en riesgo la salud de quienes los usan.

Al aplicar un acabado antibacterial es importante evaluar si cumple con un cierto y número de requerimientos para así proveer el mejor desempeño al aplicar el agente antibacteriano en el textil, a continuación, se mencionan algunos de estos requerimientos.

- Debe tener una baja toxicidad y no generar ningún tipo de reacción alérgica o irritación en la piel
- Deben ser efectivos para combatir una amplia gama de microorganismos.
- Debe tener resistencia a los futuros procesos textiles como los lavados.
- Debe ser compatibles con otros procesos químicos u otros acabados.
- Debe ser amigable con el ambiente y económicamente variable.(Muñoz, 2020, como se cito en Bautista,2022)

2.3.9 *Proceso de agotamiento*

Según Cabanes Sole, (2013). En un proceso de tintura por agotamiento, el colorante se encuentra disuelto o disperso en un baño de tintura, de un volumen determinado, en función de la capacidad de la máquina. Este baño de tintura está en contacto con la materia a teñir, que corresponderá a un peso determinado, también en función de la capacidad de la máquina de tintura. En los procesos de tintura por agotamiento, el colorante se encuentra diluido en una solución llamada baño de tintura y se fija en la tela debido a la transferencia del colorante del baño de

tintura, esta transferencia ocurre gracias a las fuerzas de afinidad entre el colorante y las fibras o materia textil usada para la tintura. Para comprender mejor la teoría de la tintura por agotamiento es necesario explicar las etapas en las que ocurre la tintura.

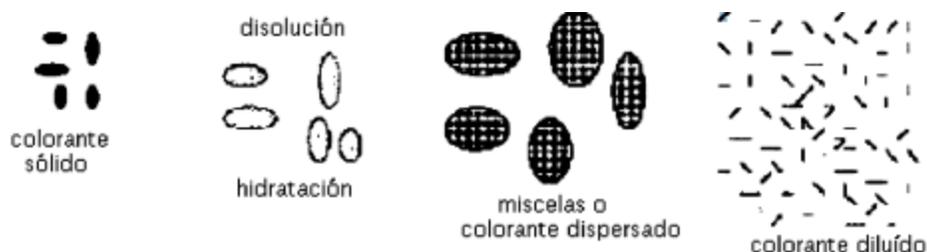
- **Disolución y dispersión del colorante**

En esta etapa lo que ocurre es que el colorante llega a un equilibrio en el baño de tintura, este puede ser de forma molecular o de forma micelar o ya de forma dispersa. (Lockuán, 2012).

En la **Figura 4** se muestra cuáles son las etapas por las que pasa el colorante hasta disolverse en el baño e iniciar el proceso de penetración en la fibra.

Figura 4

Comportamiento del colorante en la primera fase



Fuente:(Lockuán, 2012).

En la anterior figura se puede observar como las moléculas del colorante se comportan en el baño de tintura hasta lograr disolverse.

- **Adsorción**

“En esta etapa es donde el colorante es adsorbido en la superficie de la fibra gracias a la afinidad entre el colorante y la fibra formando así enlaces químicos entre ellos”.(Lockuán, 2012,

p. 33). Esta fase de adsorción es un paso fundamental para que los colorantes logren penetrar adecuadamente las fibras.

- **Difusión**

“Durante esta etapa el colorante, adsorbido en forma molecular por la superficie mediante la ruptura y formación de enlaces, muchas veces tiende a penetrar dentro de las fibras a través de sus zonas amorfas, distribuirse homogéneamente y fijarse continuamente”.(Lockuán, 2012, p. 36). La difusión ocurre debido a las diferencias de concentración y la energía térmica que tiene el proceso.

- **Fijación**

“El colorante queda dentro de la fibra durante esta etapa y esto ocurre gracias a que se forman enlaces químicos estables los cuales aseguran que el colorante sea retenido en el sustrato textil.”(Lockuán, 2012, p .37). Cuando los colorantes hayan penetrado en su totalidad en las fibras es necesario fijarlos para que la tintura sea resistente al lavado y a la luz.

Para el trabajo de investigación se usará el método de agotamiento en la maquina IR DYER también conocida como autoclave en el laboratorio de procesos físicos perteneciente a la carrera de textiles de la Universidad Técnica del Norte.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se presentan los métodos empleados en la parte práctica de la investigación para recopilar datos y así brindar un entendimiento más claro y confiable sobre la parte experimental.

3.1 Métodos de investigación

En este capítulo, se definen los métodos de investigación adecuados para realizar los procesos de la investigación como la obtención del extracto de mosquera, la aplicación de dicho extracto en el tejido mediante el método de agotamiento, el proceso de lavado y secado doméstico según la norma ISO 6330-2012 y las pruebas para determinar si existe la proliferación de bacterias, donde se usaron los siguientes métodos; método científico, método experimental, método comparativo para la interpretación de los datos obtenidos.

3.1.1 *Investigación bibliográfica*

En la presente investigación se puede apreciar la relevancia de las fuentes bibliográficas utilizadas para desarrollar este proyecto, estas fuentes son de varios autores que han desarrollado artículos científicos, investigaciones y proyectos de titulación en las que ya se habla de la mosquera su composición química, morfología y demás características y como se aplica el extracto en contra de algunas bacterias.

3.1.2 *Método científico*

Según Labajo, (2015). Indica que es un método o un proceso para investigar que se lleva a través de una serie de pasos ordenados, gracias a esto permite llevar un estudio adecuado, obtener nuevos conocimientos o constatar la realidad de algunos fenómenos, este método se basa en

algunos pasos como la observación, el planteamiento del problema, la formulación de la hipótesis, el desarrollo de la parte experimental, el análisis de datos y finalmente las conclusiones que se basan en las evidencias.(p.19) El método científico se aplicó para realizar las diferentes técnicas, paso y procedimientos para llegar a resolver la hipótesis de si al aplicar el extracto de la hierba mosquera en un tejido plano 100% algodón esto le puede otorgar propiedades antibacterianas.

3.1.3 Método experimental

En esta etapa del presente trabajo de investigación se usa el método experimental, ya que este permitirá la demostración de la hipótesis formulada sobre la propiedad antibacteriana en el tejido plano aplicando el extracto de mosquera gracias a datos obtenidos luego de las pruebas correspondientes.

La hipótesis indica que la planta posee varias propiedades y entre ellas la antibacteriana y al ser aplicada a un sustrato textil este puede obtener dichas propiedades.

Una vez recolectada la materia prima se procede a secar sus hojas durante un periodo de 96 horas ya que de esta forma se puede obtener mejor sus compuestos, posterior a esto se prepara la solución con etanol y la relación de baño correspondiente para obtener el extracto de igual forma dejando reposar durante 72 horas para evitar un tiempo excesivo en la maceración y que se puedan perder algunos componentes esenciales , terminado este proceso se procede a realizar pruebas piloto para determinar la curva de acabado correcta para cada muestra finalmente luego de determinar las variables correctas se aplicara el extracto en el tejido plano mediante el método de agotamiento.

3.1.4 Método comparativo

Sobre el método comparativo Nohlen, (2006). Indica que: Es un procedimiento como su nombre lo dice que sirve para comparar de forma sistemática un conjunto de elementos o casos y examinarlos para ver si entre ellos poseen similitudes o diferencias para conseguir la información más relevante de cada caso, es usado para llegar a comprobar hipótesis o para llegar a generalizaciones empíricas.

El método comparativo fue usado para conocer en cuál de las tres muestras se obtiene un mejor acabado antibacterial, se compararon los datos obtenidos de cada muestra antes y después de lavado con la finalidad de analizar en cuál de las muestras se obtuvo un mejor resultado, así también para determinar cuál es el mejor proceso y con cuál de los dos productos se obtuvo la mayor eficiencia.

3.2 Normativa utilizada

Una vez que se realizaron las diferentes pruebas para el agotamiento del extracto en el tejido se procede a realizar el proceso de lavado y secado domestico según la norma:

ISO 6330-2012 (Procedimientos de lavado y secado domésticos para los ensayos de textiles), el cual es usado para una gran variedad de ensayos como: cambio dimensional, apariencia de los textiles, eliminación de arrugas, repelencia de los textiles, solidez del color al lavado.(Normalización, 2014).

Para las pruebas de análisis de bacterias el laboratorio se rige en el manual de Cabezas et al., (2018). El cual indica el siguiente procedimiento para realizar los cultivos.

Tabla 5

Materiales y medios de cultivo

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Jeringa estéril	Tubos generalmente de cristal o plástico utilizados para introducir o aspirar líquidos del cuerpo humano u otros.
Guantes de látex	Guantes utilizados para la protección de las manos al estar en contacto con químicos u otras sustancias.
Alcohol al 70%	Sustancia química que a este porcentaje resulta ser un rápido bactericida, utilizado para desinfectar superficies.
Contenedor rígido de material contaminado	Recipiente de cristal que contiene las bacterias para realizar el cultivo.
Placas de agar chocolate: (Achoc) y agar sangre (AS)	Recipientes de plástico que favorecen el crecimiento de bacterias.

Procedimiento

Los cultivos se deben realizar en una cabina de bioseguridad o cerca de un mechero de Bunsen. Si no se usa cabina, es recomendable utilizar protección facial y siempre se deben utilizar guantes.

- Para realizar los cultivos es necesario desinfectar la tapa de goma del frasco frotando intensamente con alcohol al 70% esperar que se seque. Mientras tanto homogeneizar el frasco.
- Colocarse los guantes y tener cuidado con la cercanía al mechero.
- Con una jeringa estéril, extraer a través del tapón una muestra de sangre de aproximadamente 1 ml. Descartar la aguja en recipiente para residuos cortopunzantes.
- Inocular una gota de la muestra de sangre en un extremo de la superficie de las placas de Achoc y AS. Se pueden agregar otros medios de cultivo según hallazgos de la tinción de Gram.
- Colocar otra gota sobre una lámina portaobjetos para hacer frotis y coloración de Gram.
- Utilizando el ansa de siembra y tomando como referencia central el inóculo de la muestra, se realiza la siembra por agotamiento en los cuatro cuadrantes de la placa, con el propósito de obtener colonias aisladas.
- Incubar las placas de Achoc y AS a 35°C en atmósfera enriquecida en CO₂ por 24 horas.
- Observar la lámina coloreada y buscar la presencia de bacterias o levaduras.
- Si no hay crecimiento a las 24 horas seguir incubando hasta por 48 horas, de acuerdo con hallazgos de tinción de Gram.(pp.12-13).

3.3 Flujograma del proceso general

El presente trabajo de investigación desarrolló la parte practica en siete fases con el apoyo de los equipos perteneciente a los laboratorios de la Carrea de Textiles.

En la

Figura5 se describe de forma general las etapas de la parte experimental del trabajo.

Figura5

Flujograma general de procesos



El flujograma general es esencial en el proyecto de investigación ya que esta es una guía de cuáles son los procesos generales que se deben seguir en la fase experimental y sirven como punto de partida para realizar los subprocesos que conlleva cada proceso general.

➤ **Obtención del tejido plano**

El tejido plano es indispensable en el desarrollo del trabajo de investigación ya que es una de las materias primas para llevar a cabo la fase experimental, el tejido fue obtenido en un centro comercial del mercado Amazonas ubicado en la ciudad de Ibarra.

➤ **Caracterización del tejido**

La caracterización del tejido es una prueba muy importante para comprobar que los productos a utilizarse sean compatibles con el tejido y para determinar algunas variables como la temperatura que deben ser variables específicas según las fibras, a utilizarse.

➤ **Gramaje del tejido**

El gramaje o densidad es conocido como el peso que tiene el tejido por cada metro cuadrado, para calcular el gramaje se deben seguir los pasos a continuación.

- Se coloca el tejido sobre una superficie plana, extendido completamente.
- Con la cortadora circular se deben realizar 5 cortes en la tela en forma escalonada.
- Se debe pesar cada una de las muestras y calcular el promedio.
- Finalmente se multiplica por 100 el resultado para obtener el gramaje.

En la **Tabla 6** se muestran los pesos obtenidos de las muestras del tejido para calcular el gramaje.

Tabla 6

Peso de las 5 muestras

Muestras	Peso (g)
1	1,066
2	1,070

3	1,066
4	1,049
5	1,056
Suma	5,307g/100
Gramaje	106,14 g/m²

➤ Prueba de combustión

Esta prueba es usada para evaluar cómo reaccionan los materiales textiles ante la combustión y la calidad de los mismos, en conclusión, nos permite determinar si el tejido es completamente de algodón o posee alguna mezcla según algunos aspectos como.

- **Tacto:** se presenta de forma sensible al tacto y las cenizas se deshacen rápidamente
- **Vista:** al estar en la llama se quema con rapidez, y no se encoge.
- **Olfato:** tiene un olor como el papel quemado que es característico de las fibras celulósicas como el algodón.

➤ Obtención del extracto de mosquera

La obtención del extracto se realizó de forma casera mediante la aplicación de etanol en las hojas previamente secadas y divididas en partes más pequeñas con la relación 1:10 (por cada 1 g se aplica 10 ml del solvente). Esto se aplica en un recipiente de cristal y se deja reposar durante 72 horas en un lugar fresco y apartado de la luz.

3.3.1 *Flujograma de la obtención del extracto de mosquera.*

En la **Figura6** se muestran los pasos detallados de cómo se logró obtener el macerado de la planta en el cual se encuentran los compuestos bioactivos a los que se le atribuye la actividad antibacterial.

Figura6

Flujograma de la obtención del macerado



Para obtener un extracto de buena calidad es necesario lavar las hojas para eliminar impurezas como polvo o insectos, posterior a esto se realizó la selección de hojas ya que no todas se encontraban en el mejor estado para este proceso solamente se usó agua potable, finalizando el lavado se procede a secar para eliminar el exceso de agua y así se pueda extraer de mejor forma los compuestos de la planta como uno de los últimos pasos se debe pesar el solvente y el material vegetal para colocar en un recipiente de cristal y dejarlo reposar en un lugar oscuro y finalmente realizar el filtrado.

3.3.2 *Flujograma muestral*

El flujograma muestral representado en la **Figura7** indica el proceso realizado para aplicar el acabado antibacterial, iniciando con la aplicación del acabado en dos muestras (M01 Y M02) con productos diferentes a una concentración del 20 % por el método de agotamiento de acuerdo a la curva de procesos establecida, para luego pasar a las pruebas de lavado según la norma ISO 6330-2012 (Lavado y secado domestico) finalizando este proceso secando las muestras en el túnel de secado, posterior a esto se trasladan las muestras al laboratorio para las pruebas bacteriológicas y así poder determinar en cual muestra y con qué productos el acabado tuvo mayor resistencia. Posterior a este análisis se realizan tres muestras más a diferentes concentraciones que la inicial y así determinar en cuál de todas las muestras y sus diferentes concentraciones se conserva mejor el acabado

Figura7

Flujograma muestral



3.4 Equipos de laboratorio y parámetros

En la **Tabla 7** se especifican los equipos y materiales que fueron necesarios para obtener el extracto de la mosquera (*Crotón Wagneri Mull Arg*).

Tabla 7

Equipos necesarios para la obtención del extracto

Materiales	Descripción
Hojas de mosquera	Parte de la planta para obtener el extracto de color verde y un olor característico.
Balanza digital	Es usada para pesar con gran precisión a nivel de laboratorio los productos.
Etanol	Conocido también como alcohol etílico es un compuesto químico orgánico incoloro y con un olor picante.
Recipiente	Es un envase de cristal, que se usó para contener las hojas de mosquera con el etanol.
Agitador metálico	En forma de varilla usado para mezclar líquidos o soluciones de laboratorio.

Es necesario usar los materiales adecuados para no tener inconvenientes en el proceso de obtención del extracto ya que al usar equipos o materiales no apropiados se pueden alterar las propiedades de la planta y no dar el resultado deseado al final de las pruebas.

➤ Consideraciones que seguir

En este proceso es necesario seguir las siguientes consideraciones:

- Las hojas de la planta deben ser cosechadas del mismo lugar ya que al tener varias especies pueden variar algunos componentes de una a otra.
- Se debe realizar una limpieza de las hojas ya que al estar expuestas al ambiente llegan a tener contaminaciones como el polvo, llegando a afectar el producto final.
- Posterior al lavado se deben dejar secar las hojas a temperatura ambiente para eliminar el exceso de agua.
- El extracto de la mosquera debe conservarse en un envase de cristal transparente o de color ámbar, se debe dejar reposar en un lugar fresco y lejos de la luz solar.

3.5 Preparación de las soluciones

Para preparar las soluciones es necesario contar con un lugar limpio, previamente desinfectado. materiales previamente esterilizados y que el macerado de la mosquera se encuentre en un recipiente de cristal debidamente sellado sin contacto con la luz solar para evitar alteraciones en su composición. Las soluciones deben ser calculadas correctamente y pesadas con gran precisión ya que un mal pesaje puede afectar el resultado final para el acabado antibacterial que se desea obtener.

En la **Tabla 8** se detallan las dosificaciones usadas para las primeras muestras y aplicadas a los tejidos con los parámetros y variables mencionados anteriormente.

Tabla 8

Dosificación para la muestra 1 (M01)

Químicos	Dosificaciones	
	ml	g
Extracto de mosquera	30 ml	-
Micro emulsión de silicona	-	0,6g
Fijador	-	0,6g
Ligante	-	0,12g

La dosificación detallada para la M01 fue determinada según experimentación y anteriores investigaciones.

En la **Tabla 9** se indica la receta utilizada para la aplicación del acabado en la muestra N° 1.

Tabla 9

Receta para la muestra 1(M01)

Material	100% CO		
Volumen del extracto	30 ml		
Tiempo de agotamiento	30 min		
T° de agotamiento	60 °C		
Tiempo de lavado	10 min		
T° de lavado	40°C		
Tiempo de secado	7 min		
Auxiliares	Micro emulsión	Fijador	Ligante
	0,6	0,6	0,12

La receta detallada para la M01 fue determinada según experimentación, anteriores investigaciones, y las fichas técnicas de los agentes químicos utilizados, en este caso para determinar la temperatura de secado.

En la **Tabla 10** se indica la dosificación correspondiente de auxiliares usados para la muestra N° 2.

Tabla 10

Dosificación para la muestra 2 (M02)

Químicos	Dosificaciones	
	ml	g
Extracto de mosquera	30 ml	-
Resina	-	0,6g
Fijador	-	0,6 g
Ligante	-	0,12 g

La dosificación detallada para la M01 fue determinada según experimentación y anteriores investigaciones.

En la **Tabla 11** se muestra la receta utilizada para la aplicación del acabado en la muestra N° 2

Tabla 11

Receta para la muestra 2 (M02)

Descripción		Cantidad
Material		100% CO
Volumen del extracto		30 ml
Tiempo de agotamiento		30 min
T° de agotamiento		60 °C
Tiempo de lavado		10 min
T° de lavado		40°C
Tiempo de secado		7 min
Auxiliares	Resina	0,6 g
	Fijador	0,6 g
	Ligante	0,12 g

La receta detallada para la M02 fue determinada según experimentación, anteriores investigaciones, y las fichas técnicas de los agentes químicos utilizados, en este caso para determinar la temperatura de secado.

3.6 Proceso de agotamiento

Sobre el proceso de agotamiento Melendez, (2018) indica que: En el ámbito textil el proceso de agotamiento es conocido como una etapa en el proceso de tintorería en donde se usa un baño para transferir el colorante al tejido o en algunos casos en forma de hilos, para que luego de un tiempo este se agote es decir elimine el exceso de baño, este método es usado para que la

tintura se realice de manera uniforme, a más de esto es usado para reducir en gran cantidad la cantidad de agua usada en los baños y químicos usados.

En el trabajo de investigación el método por agotamiento ayuda a que los auxiliares y el extracto de mosquera queden mejor fijados en el textil, ya que al estar en un ambiente cerrado y en constante agitación penetran de mejor forma en el tejido, de igual forma como estuvo expuesto a una temperatura constante beneficia el proceso de agotamiento y al acabado para que las propiedades del extracto se traspasen en su mayoría a la tela.

➤ **Variables y constantes**

En la **Tabla 12** se muestran las variables y constantes usadas en la fase experimental del trabajo de investigación.

Tabla 12

Variables y constantes

Constantes	Variables
Ext. Mosquera,	
Ligante,	Fijador
Micro emulsión	

El fijador se usó como variable para analizar si al aumentar o reducir la cantidad del mismo se ve afectado el acabado antibacterial, presentando una mayor o menor cantidad de unidades formadoras de colonias, mientras que los demás auxiliares se mantuvieron constantes, como el

extracto de mosquera que al contar con estudios previos quedo comprobado su actividad antibacterial.

En la **Tabla 13** de detallan los materiales y equipos usados para el proceso de agotamiento del acabado antibacteriano en el tejido plano 100% algodón.

Tabla 13

Equipos para el proceso de agotamiento

Materiales	Descripción
Autoclave	Es una máquina usada para la tintura de tejidos en un ambiente cerrado que permite un consumo más bajo de agua.
Balanza digital	Es usada para pesar con gran precisión a nivel de laboratorio los productos.
Muestras	Es un tejido de algodón con dimensiones de 16 cm x 15 cm y un peso de 3 gramos.
Resina	Compuesto químico que al aplicar sobre tejidos les brinda características específicas.
Micro emulsión	Silicona con una dimensión de partículas pequeñas que se adhiere en la superficie del tejido y retiene el acabado.
Ligante	Sustancia química que actúa en el textil formando una capa para una mayor resistencia en los acabados.

Materiales	Descripción
Fijador	Agente que sirve para dar una mayor fijación de los productos en el textil.
Termómetro	Equipo de laboratorio usado para medir y controlar la temperatura en soluciones.
PH metro	Equipo usado para medir el pH que poseen las soluciones.

Los equipos, instrumentos y agentes químicos mencionados en la tabla anterior fueron los elementos básicos para el desarrollo de la primera fase experimental del proyecto de investigación.

Tabla 14

Equipos usados para la medición de VOC

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Air Quality Detector	Equipo usado para medir las partes por millón de compuestos orgánicos volátiles, y la calidad del aire.
Wascator FOM (Marca Electrolux)	Equipo utilizado para simular las condiciones de lavados domésticos.
Termocupla	Equipo usado para medir la temperatura y humedad relativa al momento de medir los VOC en tiempo real

3.7 Curva de proceso

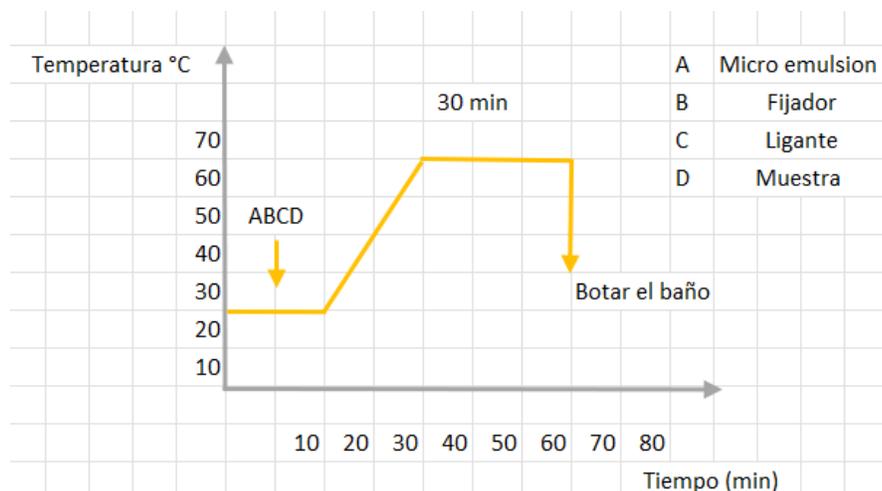
Una curva de procesos es una representación gráfica de los pasos que se deben seguir para realizar un proceso de tintura o un acabado. En esta curva lo que se puede ver de forma visual es el orden de los pasos, su duración, los materiales a usarse, las temperaturas que se debe aplicar entre otras.

En el desarrollo de la parte práctica de la investigación, se utilizó la siguiente curva de procesos en donde se detalla cómo se realiza la aplicación de los productos, en donde se inicia con el ingreso del sustrato textil en este caso una muestra de 15x16 cm que pesa 3 gramos, micro emulsión de silicona, fijador y ligante a 40°, subiendo la temperatura con una gradiente de 1,3°C/min hasta llegar a 60°C para permanecer durante 30 min en agotamiento, al finalizar este tiempo se procede con botar el baño para realizar un lavado durante 10 min a 40°C.

En la **Figura8** se indica la curva de procesos general en todas las muestras para aplicar el acabado mediante el método de agotamiento en el autoclave.

Figura8

Curva de procesos general.

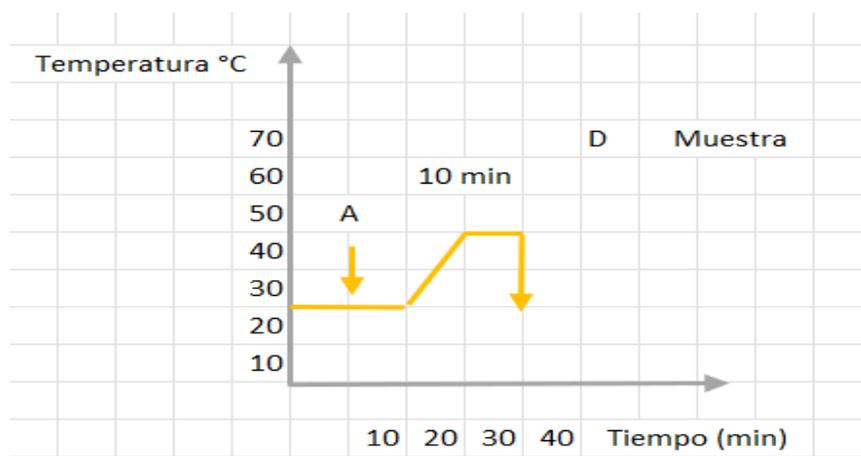


La curva de procesos indica que el proceso inicia a una temperatura ambiente de 22 a 23° C en donde ya se deben colocar los productos previamente pesados en las probetas de la máquina, luego se sube la temperatura hasta los 60°C para permanecer durante 30 min en agotamiento para que los productos penetren en las fibras, terminado este tiempo se debe botar el baño.

En la **Figura 9** se observa visualmente los pasos que se siguieron para realizar el lavado de las muestras luego de realizar el proceso de agotamiento.

Figura 9

Curva general de lavado



Luego de terminar el tiempo de agotamiento se realiza un lavado iniciando a temperatura ambiente, hasta llegar a 40°C dejando un lapso de 10 min para que se realice el lavado y finalmente botar el baño.

➤ Variables

A continuación se presentan variables más importantes que se deben considerar para un proceso de agotamiento adecuado.

- La temperatura adecuada
- El tiempo de agotamiento
- Pesos correctos
- Relación de baño

La relación de baño en los procesos de tintorería es definida como la inmersión de las telas en una solución que tiene una relación directa con el peso del tejido por ejemplo en el trabajo de investigación se está realizando una relación 1: 10 ya que se está usando una máquina de tintura cerrada lo que quiere decir que por cada gramo de material corresponde 10 ml de solución en este caso como las muestras pesan 3 gramos en cada probeta se colocó 30 ml de extracto de mosquera.

En la **Tabla 15** se indican los parámetros generales usados para la aplicación del acabado en todas las muestras.

Tabla 15

Parámetros del proceso en general

Parámetro	Valor	
Tiempo del proceso	50 min	
Temperatura del proceso	Ti= 22°C	Tf= 60°C
Temperatura de secado	150°C	
Tiempo de secado	7 min	
Tiempo de lavado	60 min	
Tiempo de secado luego de lavado	4 min	

Los parámetros mostrados son esenciales para el proceso de agotamiento ya que son las variables bases para repetir el proceso en muestras posteriores o futuras investigaciones.

3.8 Prueba de lavado y secado domestico

Para esta prueba se utiliza el equipo Wascator según lo recomienda a norma ISO 6330:2012 la cual indica los parámetros a seguir durante el lavado y secado doméstico para los diferentes ensayos en textiles. Los procedimientos también son aplicables a los tejidos, prendas u otros artículos textiles confeccionados que estén sometidos a las combinaciones adecuadas de procedimientos de lavado. Después del proceso de agotamiento y su respectivo secado en el túnel de secado las muestras fueron sometidas al proceso de lavado, inicialmente en el ciclo 3N que equivale a 5 lavados domésticos, posterior a esto las muestras restantes se someten al ciclo 5N.

En la **Tabla 16** se detallan los parámetros que se usaron para el proceso de lavado y secado domestico según la norma ISO 6330-2012

Tabla 16

Parámetros del proceso de lavado y secado domestico

Equipo	Wascator (tambor horizontal)
Detergente	Tipo A (10 gramos)
Lavado	Tipo A
Tiempo de lavado	60 min
Tiempo y t° de secado	4 min/ 130°C

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos de las muestras que se sometieron al proceso de agotamiento con los diferentes productos y el extracto de mosquera y las respectivas pruebas bacteriológicas y la solidez al lavado doméstico, para posterior realizar el análisis de varianza y normalidad de los datos para determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación.

4.1.Resultados obtenidos de las pruebas.

En este punto se muestran los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el trabajo de investigación: pruebas bacteriológicas antes y después de lavado según el Manual de recolección, procesamiento e interpretación de cultivos en muestras clínicas obtenidas para estudio bacteriológico, al cual el laboratorio San Luis rige sus procedimientos, medición de VOC(compuestos orgánicos volátiles) antes y después de lavado según la norma ISO6330:2012 de la misma forma la temperatura y humedad relativa del ambiente en el momento que se realizó la medición de ppm en cada muestra, de igual forma se encuentra la tabla de calificación de VOC y AQI para evaluar si el acabado es permanente, semi permanente o no permanente.

4.1.2 Resultados de las pruebas bacteriológicas antes de lavado

En el desarrollo de las pruebas mediante cultivo de bacterias se recortaron muestras de aproximadamente 2cmx 2cm para sembrar en los agares, se realizó el cultivo de las bacterias a una temperatura de 37°C con la ayuda de un mechero de Bunsen y se realizó la lectura a las 24,48 y 72 horas con la ayuda de un microscopio y un horno de incubación marca Fanen.

Figura10

Preparación de muestras para el cultivo de bacterias



En la **Tabla 17** se muestran los resultados de las pruebas luego de 72 horas de exposición a las bacterias antes de lavado.

Tabla 17

Resultados pruebas bacteriológicas AL

MUESTRAS CON ACABADO AL		
N°	% Extracto	UFC
1	10%	0
2	10%	0
3	10%	0
4	10%	0
5	10%	0
6 (S.A)	-	>100.000

Nota: la sigla **S.A** significa Sin acabado, **AL**: Antes de lavado, **UFC**: Unidades formadoras de colonias.

4.1.3 Resultados pruebas bacteriológicas después de lavado

En la **Tabla 18** se muestran los resultados obtenidos después de exponer las muestras lavadas según la norma ISO 6330:2012 con los ensayos 3N y 5N para analizar la resistencia del acabado después de someterse a los procesos de lavado.

Tabla 18

Resultados pruebas bacteriológicas después de lavados 3N y 5N

MUESTRAS CON ACABADO DL			
Nº	Tipo de ensayo	% Extracto	UFC
1	3N	10%	0
2	3N	10%	0
3	5N	10%	0
4	5N	10%	0
5	5N	10%	0
6 (S.A)	-	-	>100.000

Nota: la sigla **S.A** significa Sin acabado, **DL**: Después de lavado, **UFC**: Unidades formadoras de colonias.

4.1.4 Resultados de la prueba de medición de VOC

Las mediciones hechas con el VOC son hechas con el objetivo de determinar y analizar la presencia de compuestos orgánicos volátiles en las muestras tanto en las que se aplicó el acabado como en la que no tuvo ningún tipo de tratamiento.

Después de someter las muestras a las pruebas de lavado se evaluó si el acabado en el textil aún conservaba su capacidad para inhibir la proliferación de bacterias en el tejido luego de algunos lavados, este estudio resulta importante para textiles que requieren una mayor cantidad de lavados como ropa de cama, uniformes médicos o la ropa deportiva.

4.1.5 Mediciones de VOC a los 5 días

En la **Tabla 19** se indican los resultados obtenidos de la medición de los compuestos orgánicos volátiles en las muestras de tejido plano aplicadas el acabado antibacterial con extracto de mosquera, posterior a esto fueron expuestas a la contaminación mediante el cultivo de bacterias.

Tabla 19

Resultados de la medición de VOC a los 5 días AL

MEDICIÓN DE VOC (5 DIAS)								
N°	%Extracto	Micro Emulsión(%)	Fijador (%)	Ligante g/l	Temperatura °C	Humedad %	VOC ppm	VOC ppm Al DL
0					23.5	51	3,590	
1	10	20	20	2	24	44	2,663	3,288
2	10	20	20	2	23	56	2,934	3,051
3	10	20	5	2	23	54	1,010	1,199
4	10	20	2,5	2	23	58	1,094	1,641
5	10	20	5	2	22,5	46	2,310	2,575

Nota: las siglas **VOC**: Compuestos Orgánicos Volátiles, **AL**, Antes de lavado el símbolo * se usa para indicar que en la muestra dos fue aplicada resina en lugar de micro emulsión.

En la tabla se puede observar los resultados obtenidos de la medición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en las diferentes muestras después de su contaminación a los 5 días, de igual forma se puede apreciar las concentraciones usadas de cada agente químico para la aplicación del acabado teniendo como única variable el fijador, también se pueden observar las condiciones en las que fueron realizadas las mediciones como la temperatura y la humedad relativa.

4.1.6 Medición de VOC a los 10 días

Las pruebas de lavado son necesarias para determinar la durabilidad del acabado que se está aplicando al tejido, estas pruebas simularon las condiciones de lavado domestico reales y el desgaste que este puede ocasionar en los tejidos a lo largo de su vida útil.

En la **Tabla 20** se detallan los resultados obtenidos de la medición de VOC luego de 10 días de contaminación de las muestras antes y después del proceso de lavado.

Tabla 20

Resultados de medición de VOC a los 10 días

MEDICIÓN DE VOC (10 DIAS)								
N°	Extracto (%)	Micro Emulsión(%)	Fijador (%)	Ligante g/l	Temperatura °C	Humedad %	VOC ppm AL	VOC ppm DL
0	-	-	-	-	24	54	4,268	-
1	10%	20%	20%	2 g/l	22.5	54	3,619	3,831
2	10%	*20%	20%	2 g/l	23	56	3,130	3,651
3	10%	20%	5%	2 g/l	23,5	49	1,487	2,021
4	10%	20%	2.5%	2 g/l	22	59	1,861	2,233
5	10%	20%	0%	2 g/l	22,5	57	3,481	4,189

Nota: las siglas **VOC**: Compuestos Orgánicos Volátiles, **AL**, Antes de lavado el símbolo * se usa para indicar que en la muestra dos fue aplicada resina en lugar de micro emulsión.

En la tabla se puede observar la medición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en las diferentes muestras después de su contaminación a los 10 días, de igual forma se puede apreciar las concentraciones usadas de cada agente químico usado para la aplicación del acabado teniendo como única variable el fijador y los demás auxiliares son constantes, de igual forma se pueden

observar las condiciones en las que fueron realizadas las mediciones como la temperatura y la humedad relativa.

4.1.7 Medición de VOC a los 15 días

En la **Tabla 21** se detallan los resultados obtenidos de la medición de VOC luego de 15 días de contaminación de las muestras antes y después del proceso de lavado.

Tabla 21

Resultados de medición de VOC a los 15 días

MEDICIÓN DE VOC ANTES (15 DIAS)								
N°	Extracto (%)	Micro Emulsión(%)	Fijador (%)	Ligante g/l	Temperatura °C	Humedad %	VOC ppm AL	VOC ppm DL
0	-	-	-	-	25	42	4,642	-
1	10%	20%	20%	2 g/l	24,5	43	3,627	4,357
2	10%	*20%	20%	2 g/l	22	53	4,082	4,618
3	10%	20%	5%	2 g/l	22	53	1,987	2,155
4	10%	20%	2.5%	2 g/l	22	53	3,418	4,357
5	10%	20%	0%	2 g/l	25	42	3,622	4,067

Nota: las siglas **VOC**: Compuestos Orgánicos Volátiles, **AL**, Antes de lavado el símbolo * se usa para indicar que en la muestra dos fue aplicada resina en lugar de micro emulsión.

En la tabla se puede observar la medición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en las diferentes muestras después de su contaminación a los 15 días, de igual forma se puede apreciar las concentraciones usadas de cada agente químico usado para la aplicación del acabado teniendo como única variable el fijador y los demás auxiliares son constantes, de igual forma se pueden

observar las condiciones en las que fueron realizadas las mediciones como la temperatura y la humedad relativa.

4.1.8 *Tabla general de Resultados de VOC*

Luego de haber realizado las pruebas de medición de los compuestos orgánicos volátiles VOC en unidad de ppm, se obtuvieron los resultados generales que se presentan en la siguiente tabla donde se especifica el N° de muestras al que se aplicó el acabado, el porcentaje de fijador que se aplicó en las muestras como única variable del proceso, VOC antes del lavado, VOC después del lavado (ppm).

En la **Tabla 22** se muestran los resultados generales de las mediciones de VOC realizadas a todas las muestras aplicadas el acabado antibacterial.

Tabla 22

Resultados generales

MEDICIÓN DE VOC							
N°	Fijador (%)	5 días(ppm)	5 días DL(ppm)	10 días(ppm)	10 días DL(ppm)	15 días(ppm)	15 días DL(ppm)
M0		3,590		4,268		4,642	
M01	20	2.663	3,288	3,627	3,831	3.627	4,357
M02	20	3.651	3,051	3,130	3,651	4,082	4,251
M03	5	1,010	1,199	1,487	2,021	1,987	2,056
M04	2,5	1,094	1,641	1,861	2,233	2,138	2,256
M05	0	2,310	2,575	2,341	2,881	3,481	4,067

Nota: **AL:** Antes de lavado, **DL:** Después de lavado, **VOC-AL:** Compuestos Orgánicos Volátiles

Antes de lavado, **VOC-DL:** Compuestos Orgánicos Volátiles Después de lavado.

4.2 Discusión de resultados

En este punto se presentan los datos que se obtuvieron en el desarrollo experimental de la investigación y son evaluados en el programa PAST 4 el cual es un método estadístico para determinar la confiabilidad de los datos.

4.2.1 Normalidad de datos

El análisis de normalidad de datos se realiza con el objetivo de determinar el grado de confiabilidad que presentan los valores obtenidos en cada una de las mediciones realizadas. En el presente trabajo de investigación la normalidad de datos fue realizada por los siguientes métodos numérico y sus autores: Shapiro-Wilk W; Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-Bera JB teniendo en cuenta que estos cuatro métodos estadísticos como requisito para tener una confiabilidad de 95% deben tener valores superiores a 0.05.

Figura11

Análisis de normalidad de datos

Tests for normal distribution						
	5 días(ppm)	5 días DL(ppm)	10 días(ppm)	10 días DL(ppm)	15 días(ppm)	15 días DL(ppm)
N	6	5	6	5	6	5
Shapiro-Wilk W	0,8819	0,9197	0,9611	0,9024	0,913	0,7776
p(normal)	0,278	0,5283	0,8282	0,4235	0,4566	0,05256
Anderson-Darling A	0,3363	0,2655	0,1813	0,2874	0,3107	0,5795
p(normal)	0,3637	0,5158	0,8478	0,4573	0,4279	0,06088
p(Monte Carlo)	0,4025	0,5992	0,9077	0,5185	0,4816	0,0593
Lilliefors L	0,2013	0,1982	0,1606	0,2145	0,2247	0,3215
p(normal)	0,625	0,7487	0,899	0,6342	0,4474	0,09052
p(Monte Carlo)	0,6317	0,784	0,907	0,6525	0,4595	0,0921
Jarque-Bera JB	0,5983	0,5717	0,4986	0,5886	0,5356	0,8015
p(normal)	0,7414	0,7514	0,7793	0,745	0,7651	0,6698
p(Monte Carlo)	0,4646	0,4306	0,6065	0,4058	0,5657	0,1478

En la **Figura11** se puede apreciar que todas las muestras fueron sometidas al test de normalidad en el programa PAST 4 en los diferentes métodos anteriormente mencionados y se

obtuvo datos superiores al 0.05 afirmando que la confiabilidad del estudio es superior al 95% y pueden ser usados como base para futuras investigaciones.

4.2.2 Selección de químicos

Tras realizar las primeras muestras con diferentes químicos como es la micro emulsión y la resina para determinar con cual agente químico el acabado tendría mayor permanencia, tanto antes como después de lavado aplicando la norma ISO 6330:2012 se procedió a seleccionar cual químico es el que mejor resultado obtuvo, en este caso se determinó que la micro emulsión es el agente químico que ayuda al textil a retener mejor la propiedad antibacterial a comparación de la resina.

En la **Tabla 23** se indican los valores obtenidos de la medición de VOC en las muestras con micro emulsión y resina, para llegar a la selección de cual muestra presenta un mejor acabado antibacterial.

Tabla 23

Selección de químicos entre M01Y M02

N° muestras	Fijador	Ligante	Micro Emulsión	Resina	VOC AL	VOC DL	VOC promedio
M0	-	-	-	-	3,590		3,590
M01	20%	2g/l	20%	-	2,663	3,051	2,857
M02	20%	2g/l	-	20%	2,934	3,288	3,111

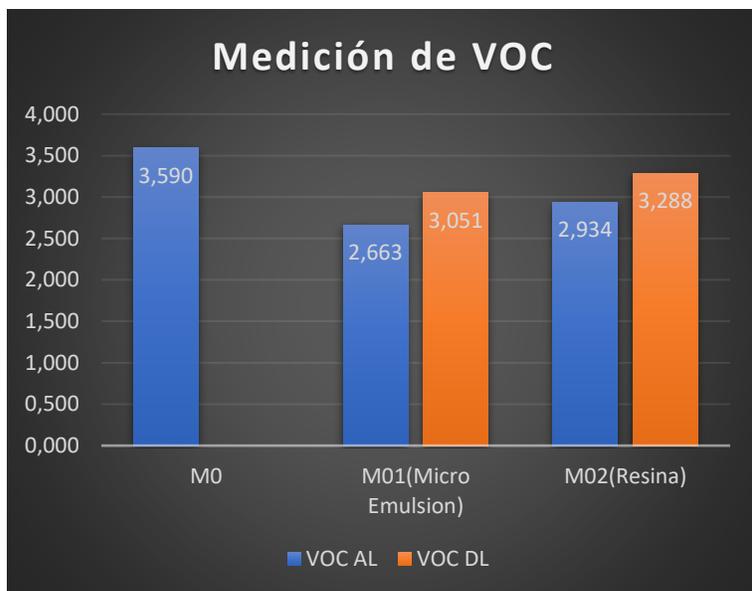
Nota: las siglas propuestas **AL:** Antes de lavado, **DL:** Después de lavado

En la tabla se aprecian los datos obtenidos en las primeras muestras realizadas de la parte experimental del proyecto con diferentes factores de experimentación como la micro emulsión y la resina, se analiza los valores de VOC obtenidos para seleccionar en cual muestra es mejor el

acabado antibacterial, determinando que la mejor muestra es la M01 con una diferencia de 254 ppm en relación de la M02 de acuerdo con los compuestos orgánicos volátiles.

Figura12

Análisis VOC de las M01 Y M02



En la figura se presentan los datos obtenidos de las primeras muestras en las cuales fue aplicado el acabado con micro emulsión en la M01 y con resina en la M02 y fueron sometidas al proceso de lavado y secado domestico según la norma ISO 6330:2012, luego de analizar los datos se llega a la conclusión que el resto de las muestras serán tratadas con micro emulsión de silicona al presentar la M01 un porcentaje menor en la medición de compuestos orgánicos volátiles tanto en la muestra antes de lavado dando una reducción de VOC del 16.98 % y después de lavado presentando una reducción de VOC de 6% a comparación de la muestra tratada con resina luego del proceso de lavado.

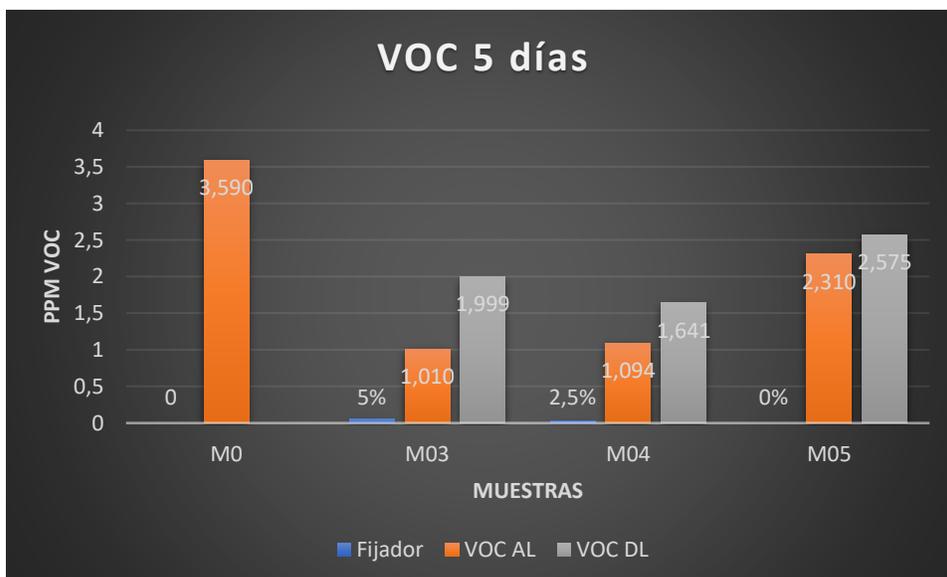
4.2.3 Análisis de muestras M03, M04 Y M05

Luego de la selección entre las muestras M01 Y M02, se desarrollan tres muestras más con micro emulsión de silicona como constante al comprobarse que con dicho químico ayuda a que el acabado tenga una mayor permanencia en el tejido. de igual forma el ligante aplicado en cada muestra y como única variable el porcentaje de fijador para analizar que dosificación funciona mejor en la aplicación del acabado.

- **Análisis a los 5 días**

Figura13

Análisis VOC 5 días



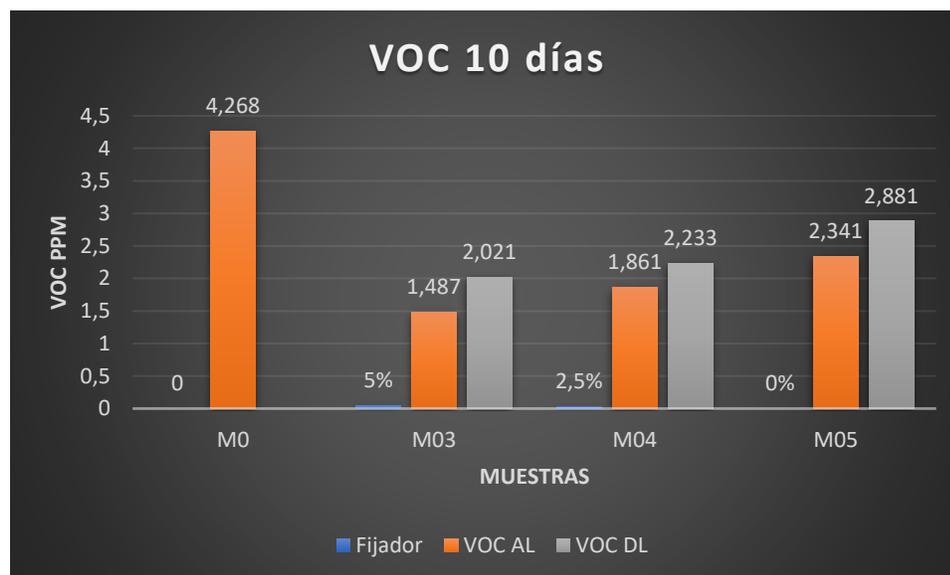
La **Figura13** muestra los datos obtenidos de las muestras M03, M04 y M05 que fueron tratadas con micro emulsión de silicona. Al analizar los datos, se observa una variación en los compuestos orgánicos volátiles (VOC) entre las muestras, directamente relacionada con la cantidad de fijador aplicado. En el caso de la M03, en la que se aplicó un porcentaje de 5% de fijador, el VOC antes del lavado fue del 25.56%, mientras que después del lavado aumentó al 30.35

%. Por otro lado, la M05 no contenía fijador y presentaba un VOC del 58.48 % antes del lavado, aumentando al 65.18 % después del lavado en relación con la muestra 0.

- **Análisis a los 10 días**

Figura14

Análisis VOC 10 días

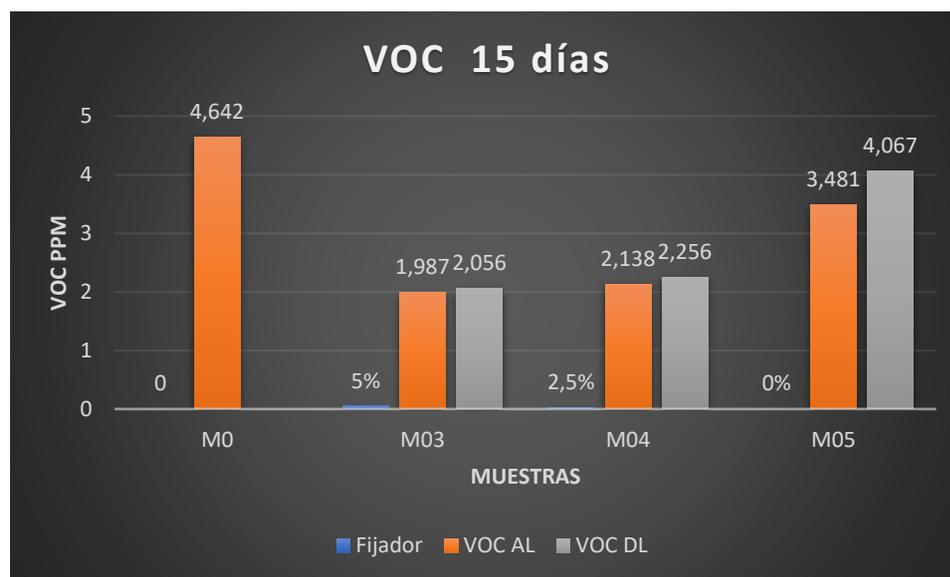


En la **Figura14** se presentan los datos obtenidos de las muestras M03, M04 y M05 las cuales fueron tratadas con micro emulsión de silicona. Al analizar los datos, se observa una variación significativa entre las muestras, la cual está directamente relacionada con la cantidad de fijador aplicado. Cuanto mayor es la cantidad de fijador, menor es la presencia de compuestos orgánicos volátiles (VOC). Como se evidencia en la muestra M03, que se trató con un 5% de fijador, y presento un porcentaje de VOC del 34.84% antes del lavado y posterior al lavado aumentó al 47.35%. En contraste, la muestra M05, que no recibió fijador, mostró un porcentaje de VOC del 54.85% antes del lavado que aumentó al 67.50% después del lavado en relación con la muestra 0.

- **Análisis a los 15 días**

Figura15

Análisis VOC 15 días



En la **Figura15** se muestran los datos obtenidos de las muestras M03, M04 y M05 que fueron tratadas con micro emulsión de silicona. Al analizar los datos, se observa una notable variación en los compuestos orgánicos volátiles (VOC) entre las muestras, directamente relacionada con la cantidad de fijador aplicado. En el caso de la M03, en la que se aplicó un porcentaje de 5% de fijador, el VOC antes del lavado fue del 42.80%, mientras que después del lavado aumentó al 44.29%. Por otro lado, la M05 no contenía fijador y presentaba un VOC del 74.98% antes del lavado, aumentando al 87.61% después del lavado en relación con la muestra 0.

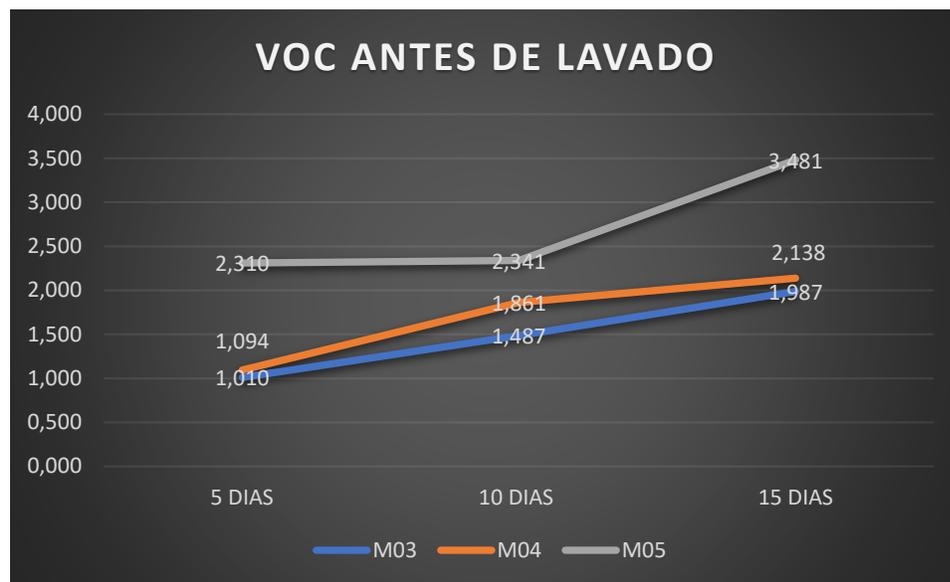
4.2.4 Análisis general de VOC

La medición general de VOC antes y después de lavado se realiza con el objetivo de tener una idea más general de eficiencia del acabado tanto antes como después del lavado para analizar si el acabado es permanente, semipermanente o no permanente.

- **Análisis de VOC antes de lavado**

Figura16

Análisis Voc antes de lavado.



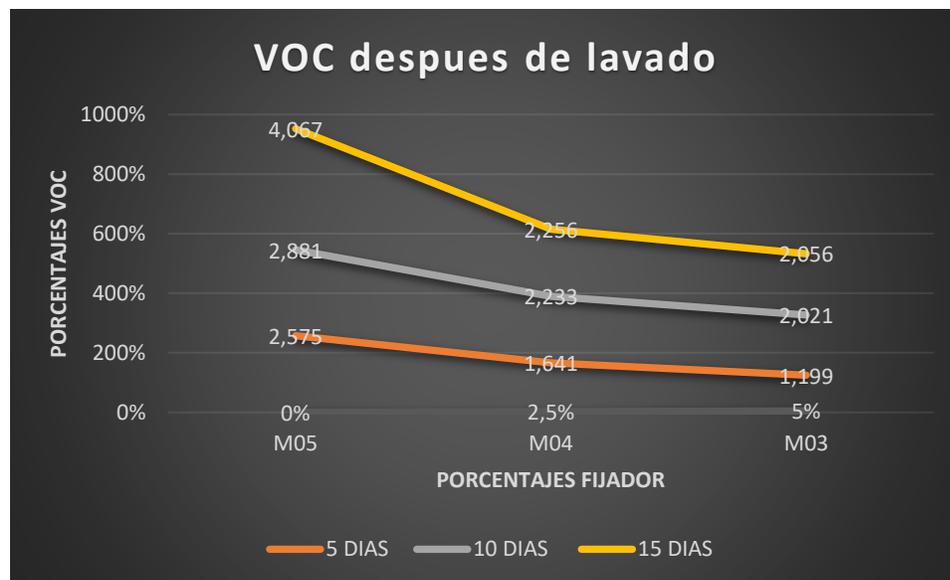
La **Figura16** muestra la tendencia de crecimiento de VOC en las muestras M03,M04 Y M05 de acuerdo con los días en la que fue realizada la medición, la figura evidencia que a mayor cantidad de días la ppm de VOC van aumentando como es el caso de la M03 que tuvo un aumento desde la medición en el día 5 hasta los 15 días de 997 ppm, de igual forma en la M04 se evidencio el crecimiento de 1,044 desde la primera medición hacia la última y en la M05 un crecimiento de 1,531 ppm.

- **VOC después de lavado**

En la **Figura17** se muestra la interpretación visual de los resultados de VOC en las muestras M03,M4 Y M05.

Figura17

Análisis general VOC después de lavado



En la figura se puede analizar los datos obtenidos, los cuales se observan de manera descendente, y va relacionado con la cantidad de fijador aplicada, a mayor cantidad de fijador aplicada los compuestos orgánicos volátiles disminuyen obteniendo una mejor calidad de aire y por ende un mejor acabado antibacterial, dando un aumento de 1,482 en la M05 y en la M03 un incremento de 857 ppm , esto confirma la premisa anterior ya que la M05 no contiene fijador a comparación de la M03 que fue aplicado un 5% de fijador y existe una diferencia de VOC entre las muestras de 635 ppm.

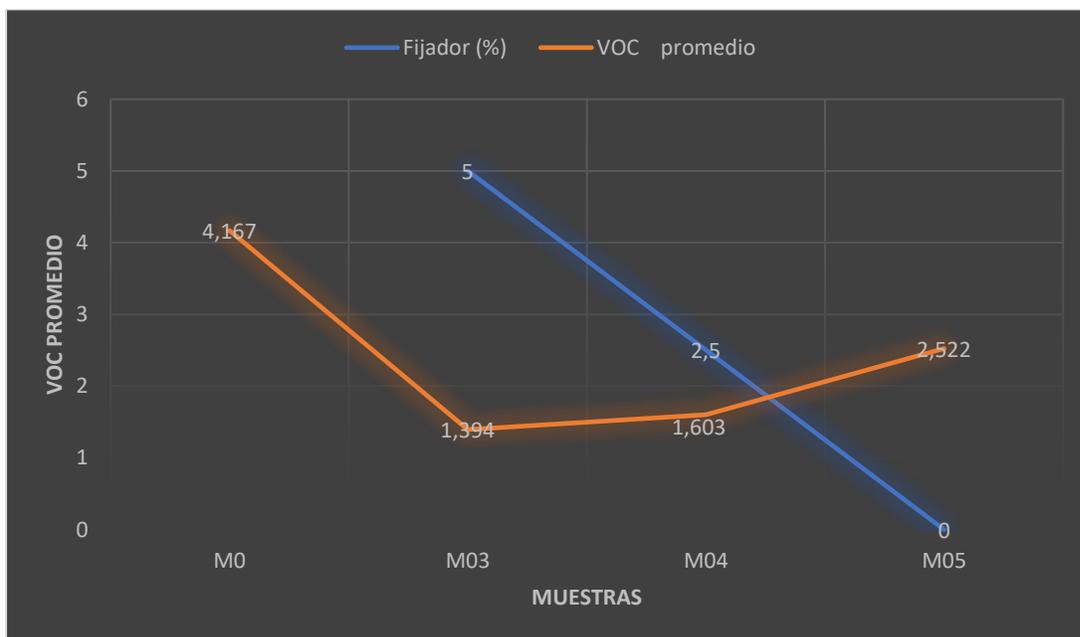
4.3 Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) promedio

Los compuestos orgánicos volátiles son todas las sustancias químicas que se encuentran en un estado gaseoso en una temperatura ambiente normal o pueden llegar a evaporarse en la misma temperatura y por este hecho resultan ser muy volátiles.

En este caso se analizan los VOC promedio para definir la eficiencia del acabado en las muestras M03, M04 Y M05.

Figura18

Análisis de VOC promedio



En la **Figura18** se observan los VOC promedio de todas las y el comportamiento de las ppm según los días en los que fue hecha la medición, visualizando que el fijador tiene una gran influencia en el crecimiento de los VOC como es el caso de la M05 que presenta un aumento de 1,128 VOC a comparación de la M03 y un crecimiento de 919 VOC en relación con la M04.

CAPÍTULO V

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a través de la investigación bibliográfica y experimental que se realizó para desarrollar el tema de investigación presentado.

4.1 CONCLUSIONES

- Tras investigar diversas fuentes bibliográficas, se recopiló información sustancial sobre el extracto de la mosquera “Crotón Wagneri Mull Arg”. La conclusión principal es que este extracto cuenta con propiedades antibacterianas, respaldadas por varios autores citados en la investigación. Esta premisa proporcionó una base confiable de información. Posteriormente, se aplicó dicho extracto en el tejido utilizando un enfoque experimental apropiado para el proyecto. Los resultados demostraron que las propiedades antibacterianas del extracto de la mosquera se transfirieron al textil, reduciendo la proliferación de bacterias en las muestras tratadas en comparación con el tejido sin ningún tipo de tratamiento.
- En la investigación realizada se ha determinado que el método de maceración en frío fue el adecuado para aplicar las propiedades intrínsecas de una planta en un sustrato textil, ya que este permite obtener todos los principios activos de las plantas, además resulta ser un proceso económico por la mínima cantidad de energía requerida.
- Luego de comparar las muestras M01 y M02, las cuales fueron tratadas con micro emulsión de silicona y resina respectivamente, se evidencian resultados con una notable diferencia de 254 ppm a favor de la M01, y supera a la M02 donde el acabado fue aplicado con resina, presentando una disminución del 6,36% en comparación con la M02.

- Luego del análisis realizado, se llega a la conclusión según la Figura 18, que el fijador es el agente químico que tiene una mayor influencia en la adherencia del acabado en el tejido de algodón, debido a esto en las muestras M03, M04 y M05 se varia el porcentaje de fijador al 5%, 2,5% y 0% respectivamente, en todas las muestras se aplicó ligante a razón de 2g/l para crear una capa protectora que contribuya a una mejor conservación del acabado, los resultados muestran que la M03 que fue tratada con un porcentaje de 5% de fijador obtuvo mejores resultados, se observó una reducción promedio de 1,394 ppm equivalente a 209 ppm en comparación con la M04 y una reducción de 1,128 ppm de compuestos orgánicos volátiles respecto a la M05 dando una disminución del 66,55% en la M03.
- Se llegó a la conclusión que el acabado aplicado en el sustrato textil es semipermanente, debido a que presenta una disminución en su efectividad posterior al proceso de lavado, como se evidencia en la muestra M03, que contiene el mayor porcentaje de fijador (5%) en referencia a las demás. Esta muestra antes de lavado presenta 1,495 ppm (partes por millón) de compuestos orgánicos volátiles, sin embargo, el valor aumento a 1,759 ppm después del proceso de lavado generando un incremento del 15% en VOC.
- Finalmente, se concluye que a mayor porcentaje de fijador, existe menor presencia de compuestos orgánicos volátiles, esto significa que su relación es directa, mientras más porcentaje de fijador el acabado tiene una mayor permanencia en el tejido, como es el caso de la M03 con un porcentaje de 5% de fijador teniendo un promedio de 1,394 ppm a comparación de la M04 con un porcentaje de 2,5 % de fijador con un promedio de 1,603 ppm teniendo así la M04 una diferencia de 209 ppm en relación con la M03, mostrando un incremento del 8,28%, por otro lado la M05 presenta 2,522 ppm tiene una diferencia de

919 ppm en relación con la muestra M04 representando un incremento del 36,43% en compuestos orgánicos volátiles.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere considerar las propiedades de la planta para su aplicación en diversos sustratos textiles con el objetivo de evaluar su durabilidad y eficacia, utilizando esta investigación como punto de partida y referencia comparativa. Además, se aconseja obtener la materia prima para el macerado de una única zona geográfica, ya que la variación en la especie de la planta de diferentes regiones podría afectar sus propiedades. Asimismo, se recomienda realizar extractos de mosquera a diferentes concentraciones para identificar posibles variaciones en los resultados en comparación con los obtenidos en la presente investigación.
- Se sugiere llevar a cabo la aplicación del acabado mediante procesos diferentes al de agotamiento, variando concentraciones y utilizando distintos productos químicos, con el fin de analizar posibles variables adicionales al fijador identificado como el agente químico predominante que influye en la durabilidad del acabado antibacterial.
- Es recomendable analizar el extracto de mosquera como una posible alternativa de colorante natural en futuras investigaciones, ya que se evidencio en las primeras muestras M01 y M02 las cuales contenían un porcentaje de fijados de 20% que después del proceso de lavado se obtuvo un color habano, el cual en el área de tintorería es considerado uno de los tonos más difíciles de obtener.
- Se recomienda emplear los equipos de protección personal adecuados al manipular bacterias, dado que existe el riesgo de sufrir irritaciones cutáneas o, en situaciones más severas, contraer enfermedades transmitidas por vía aérea

Referencias bibliográficas

- Abarca, M. C. (2019). 50226274307_bc34204a57_h. Flora de La Mitad Del Mundo. <https://floradelamitadeldmundo.wordpress.com/2019/02/07/mosquera-croton-elegans/>
- Aguagallo, C. T., Moposita, C. T., Vilema, E. E., Barros, M., & Toapanta, V. G. (2019). *Kunth) en ratones (Mus musculus). I.*
- Altamirano, I. V. (2015). Universidad Central del Ecuador. *Universidad Central Del Ecuador*, 200. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6320/1/T-UCE-0008-056.pdf>
- Barrionuevo, A. (2020). Universidad técnica de cotopaxi. *Universidad Técnica De Cotopaxi*, 104. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Bastidas, M. (2011). *T e s i s.*
- Bautista, C. G. (2022). *Universidad técnica del norte.* <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12379/2/04 IT 297 TRABAJO DE GRADO.pdf>
- Cabanes Sole, A. (2013). Concepto de tintura. *Tecnología Textil.* <https://asolengin.files.wordpress.com/2016/04/procesos-de-tintura-por-agotamiento-e-impregnacion3b3n.pdf>
- Cabezas, L., Caiata, L., & Gutiérrez, C. (2018). Manual de recolección, procesamiento e interpretación de cultivos en muestras clínicas obtenidas para estudio bacteriológico. *Interpretación Del Antibiograma En La Práctica Clínica Diaria*, 1–77. <https://redemc.net/campus/wp-content/uploads/2018/03/ATB-01-Seija-Manual-muestras->

ES-PUB.pdf

Chifa, C. (2010). La perspectiva social de la medicina tradicional. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(4), 242–245.

Departamento de Microbiología y Parasitología e Inmunología. (2019). Microbiología I SEMINARIO. *Introducción a la Bacteriología*, 34.
<https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-02/Seminario 1 2019.pdf>

Constitución de la república del Ecuador, 1 (2021).

García Carmona, C. (2019). *Desarrollo de microcápsulas rígidas de fragancia y de técnicas que permitan la cuantificación de la eficiencia de encapsulación*. 1–253.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/166963/TCGC1de1.pdf?sequence=1>

Jara, C. E. (2023). *Universidad técnica del norte*. 81.

Labajo, G. (2015). *El Método Científico 608104 EL MÉTODO PERICIAL*. 58.
[https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El Método Científico.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El_Método_Científico.pdf)

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. U., & Navarrete, H. (2011). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador, 2ª edición. In *Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_del-1.pdf

Lockuán, F. E. (2012a). *Fidel Eduardo Lockuán Lavado. IV*, 161.
https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5QaetohZtOBvbDS6o9zpSyVFhPrzyT6hdY-aI1ikHaB1BDG0kMIVp1j4yQESNV7_utRhNjN9TIE061Q-VhcrAa1ICckbDjVyygUx7WTK0WbfRI7jz5TrE_E1KnQPWvjx95iiwUpt-

h71yMKIyZ3UUcq7O-EcV272Lwkq62iWT7QvbWKLpK5RHEwfEiwLAppSFivQw

Lockuán, F. E. (2012b). Primera Fase. In *La idea de la industrialización en Colombia 1918-2018*.

(p. 161). <https://doi.org/10.2307/j.ctv2zp4sxp.10>

López, M. E. G. (2016). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. *Tesis*, 1–83.

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Maps, G. (2015). Ubicacion Geografica. In *Ubicacion Geografica* (p. 1).

<http://www.villanueva.gob.gt/ubicacion-geografica-villanueva-guatemala>

Maya, M. del P., González, L., & Restrepo, A. (2017). Compuestos antimicrobiales para textiles

y sus métodos de caracterización. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 33–

54. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a2>

Melendez, C. (2018). *Estudio de diferentes procesos innovadores de agotamiento en Autoclave*

para una mayor calidad de tintura y posible implantación teórica en la industria textil. 34.

Meneses, M. (2015). *Diseño de un proceso para la obtención de una crema cicatrizante a partir*

del extracto de las hojas de mosquera (Croton elegans kunth). 184.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13264>

Muñoz Echeverri, L. M. (2020). Acabados Antimicrobianos en Textiles: Tendencias y

Aplicaciones. *Encuentro Sennova Del Oriente Antioqueño*, 5(1), 17–32.

<https://doi.org/10.23850/26652447/5/1/2766>

Nohlen, D. (2006). El método comparativo. *Ciencia Poítica Comparada: El Enfoque Histórico-*

Empírico, 42–57.

Normalización, I. E. de. (2014). *EX AC*.

Organización Mundial de la Salud. (2003). Medicina tradicional Informe de la Secretaría.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD 56ª Asamblea Mundial De La Salud, A/56(18),

1–5. http://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/

Pineda, I. C. (2019). *Facultad de ciencia y tecnología.*

Rea, O. L. O. (2016). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. *Tesis*, 1–63.

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Sangucho, M. (2018). *Universidad técnica del norte* [UTN].

[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7872/1/04 IT 220 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7872/1/04_IT_220_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)

Tigse, C. (2015). *Comprobación de la actividad cicatrizante del extracto de hierba mosquera*

(Croton elegans kunth). 86.

[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4516/1/56T00573 UDCTFC.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4516/1/56T00573_UDCTFC.pdf)

Universidad Técnica del Norte. (2017). *Líneas de Investigación.*

https://textiles.utn.edu.ec/?page_id=2839

Vidal, G., & Hormazábal, S. (2016). Las Fibras Vegetales y sus aplicaciones. *Grupo de Ingeniería*

y Biotecnología Ambiental (GIBA-UDEC), 0, 1–100.

5. ANEXOS

Anexo 1

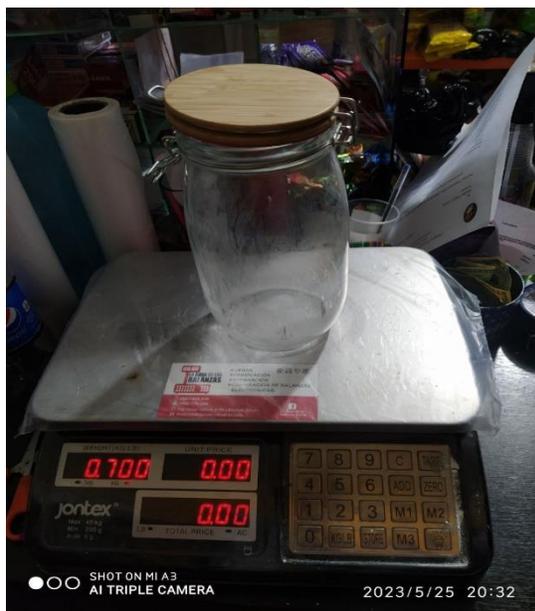
Extracto de la mosquera



Recolección de material



Recolección



Pesaje del recipiente



Pesaje de las hojas de mosquera



Introducción de las hojas en el recipiente
de cristal



Maceración en un ambiente libre de luz



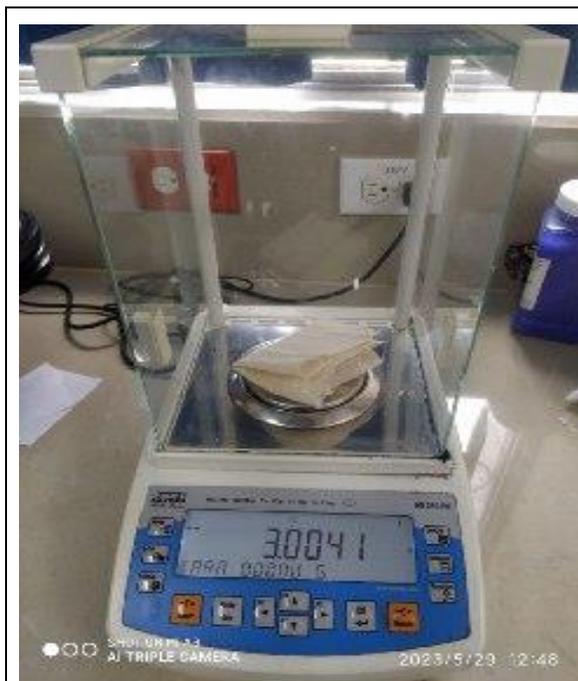
Macerado luego de reposo



Filtrado

Anexo 2

Proceso de agotamiento



Pesaje del tejido



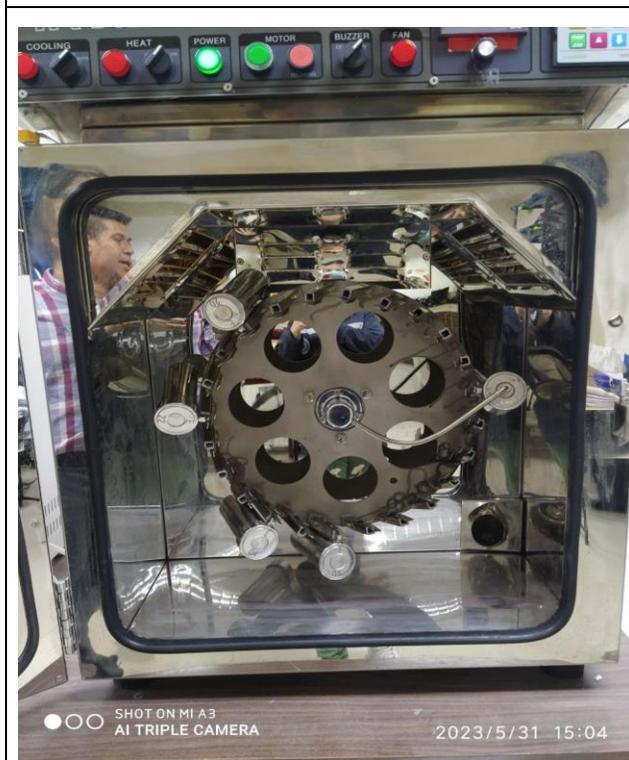
Micro emulsión



Ligante



Identificación de las muestras



Posición de las probetas



Programación del autoclave

Anexo 3

Proceso de secado



Secado de muestras al 5% de fijador



Secado de muestras al 2.5% de fijador



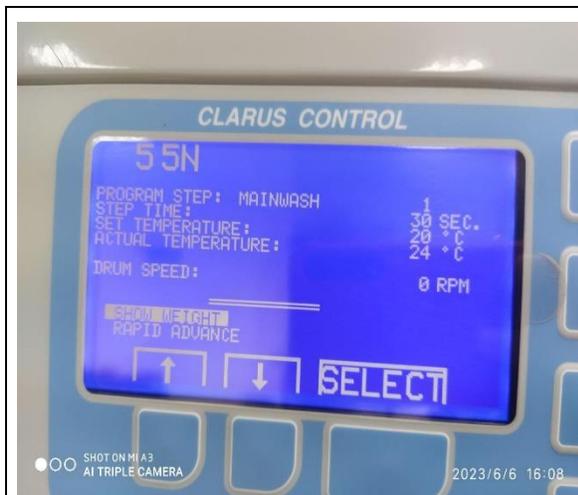
Secado de muestras



Parámetros de secado

Anexo 4

Proceso de lavado 5N



Parámetros de lavado



Proceso de lavado

Anexo 5

Ficha Técnica de la micro emulsión


Sarex Chemicals

(A Divn. Of Saraf Chemicals Pvt. Ltd.)

501 Waterford, C Wing, C.D. Barfiwala Marg, Juhu Lane), Andheri(W), Mumbai 400 058, INDIA

Phone +91 22 42184218 Fax +91 22 42184350

 Email tcmtkg@sarex.com URL www.sarex.com

PRODUCT LITERATURE

FABSOFT (CONC)

Product Information

Fabsoft (Conc) is an economical, concentrated, new generation polysiloxane softener available in free flowing pourable liquid which can be easily diluted to the desired concentration. Diluted emulsion of Fabsoft (Conc) have very good stability. Fabsoft (Conc) is suitable for all types of substrate. Fabsoft (Conc) is suitable by pad application and by exhaust in garment machine.

Key Features & Benefits

Key Features

 Concentrated

Versatile

Benefits

 Economical micro emulsion

Applied by padding and by exhaust in garment drum machine

General Characteristics

Physical appearance : Colourless to yellow, transparent to hazy viscous liquid
 Ionic nature : Nonionic
 pH of 1% solution : 5 +/- 1
 Miscibility : Miscible with water.
 Compatibility : Compatible with cationic, anionic and nonionic products
 Stability : Stable to dilute acids and dilute alkalies

Application

Padding process

 Dosage* : 3-8 g/l
 Pick-up : 65-70%
 Bath pH : 5.0-6.0
 Drying : 130-160 deg.C

Exhaust process

 Dosage* : 0.3-0.8%
 Bath pH : 5.0-6.0
 Bath Temp.: 30-40 deg.C
 Time : 20-30 mins.

* Dosages recommended are based on the concentrated product's strength

Anexo 6

Ficha Técnica del Fijador

SYQ94



SEYFIX-SYQ

INFORMACION TECNICA

Fijador para el post tratamiento catiónico para mejorar la solidez al lavado de los colorantes directos y reactivos sobre la fibra celulósicas.

PROPIEDADES

Composición:	Polímero Policondensado con nitrógeno
Carácter:	Catión activo
Apariencia:	Líquido traslúcido con notable viscosidad
Color:	Transparente
Olor:	Característico
pH:	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
Solubilidad:	Dilúible en agua fría en cualquier proporción.

CARACTERISTICAS

- Aumenta las solidez al agua, schitzen y al planchado húmedo y también la solidez al lavado de los colorantes directos sobre fibras celulósicas, naturales y de regeneración.
- Evita la baja solidez al lavado en el caso de colorantes reactivos, si hay hidrólisis de este colorante.
- Como todos los pos tratamientos catiónicos tiene una influencia insignificante en el tono del color y en la solidez a la luz.
- Es usado con colorantes que necesitan un pos tratamiento con sales de cobre el, se puede usar con éxito combinado con sulfato de cobre y ácido acético en el mismo baño.
- Es compatible con productos no-iónicos y catiónicos. Con productos aniónicos hay precipitación.

Anexo 7

Resultados bacteriológicos M0,M01,M02



Dirección: Modesto Jaramillo M 20-19 entre Piedrahita
y García Moreno
Telf.: (06) 2921-236 / 0993-176-332
Otavalo - Ecuador

INFORME DE MICROBIOLOGIA

CULTIVO PARA ESCHERICHIA COLI Y ESTAFILOCOCO AUREUS

MUESTRA:	GERMEN AISLADO	NUMERO DE COLONIAS
No. 0 Sin Acabado	Estafilococo aureus	mayor a 100.000 U.F.C.
No. 1 20 % Micro emulsión y Fijador sin lavado	No presencia de bacterias	
No. 1 después de lavado Micro emulsión y Fijador	No hay presencia de bacterias	
No. 2 20 % Resina y fijador sin lavado	No Hay presencia Bacterias	
No. 2 después de lavado Resina y Fijador	No Hay presencia de bacterias	



Anexo 8

Resultados bacteriológicos M04,M05



Dirección: Modesto Jaramillo M 20-19 entre Piedrahita y García Moreno
Telf.: (06) 2921-236 / 0993-176-332
Otavalo - Ecuador

BACTERIOLOGIA
CULTIVO BACTERIANO

MUESTRA No. 4 No Hay Crecimiento Bacteriano

- Micro emulsión 20%
- Fijador 2,5 %
- Sin Lavado

MUESTRA No. 4 No Hay Crecimiento Bacteriano

- Después de lavado

MUESTRA No. 5 No Hay Crecimiento Bacteriano

- Micro emulsión 20 %
- Sin Lavado

MUESTRA No. 5 No Hay Crecimiento Bacteriano

- Después de lavado

OBSERVACIONES:

NEGATIVO PARA Escherichia coli

NEGATIVO PARA Estafilococo aureus



Anexo 9

Certificado de uso de laboratorios



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



Ibarra, 17 de julio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que la señorita **Dayana Estefanía Pinchao Silva** portadora de la cedula de ciudadanía N° 1004080444, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "Aplicación de un acabado para otorgarle las propiedades antibacterianas utilizando el extracto de hierba mosquera (*Crotón wagneri* Mull. Arg) en un tejido plano 100% algodón.", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **IR DYER (AUTOCLAVE)**- Proceso de agotamiento aplicando calor y presión.
- **WASCATOR FOM 71 CLS** – Pruebas de lavado y secado domestico Norma ISO 6330:2012 que simulan las condiciones de lavados caseros en los textiles.
- **BALANZA ELECTRÓNICA.**

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

Atentamente:



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