



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

TEMA:

“ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIMICROBIANO MEDIANTE EL PROCESO DE MICRO ENCAPSULADO APLICANDO ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN MEDIAS TOBILLERAS LISAS DE 100% ALGODÓN”.

ELABORADO POR:

MAIGUA CALAPI SAMIA NARCISA

DIRECTOR DE TESIS:

MSc. ELVIS RAÚL RAMÍREZ ENCALADA

IBARRA – ECUADOR

2022



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:	1004493365
APELLIDOS Y NOMBRES:	MAIGUA CALAPI SAMIA NARCISA
DIRECCIÓN:	Imbabura, Cotacachi, Plaza del Sol, calle Alejandro Prohaño
EMAIL:	samiamaigua97@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	0997994943

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIMICROBIANO MEDIANTE EL PROCESO DE MICRO ENCAPSULADO APLICANDO ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN MEDIAS TOBILLERAS LISAS DE 100% ALGODÓN”.
AUTOR(ES):	Maigua Calapi Samia Narcisa
FECHA:	8 de marzo del 2022
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE SE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

2. CONSTANCIAS

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 la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de marzo del 2022.

LA AUTORA:



.....
Samia Narcisa Maigua Calapi

C.I.: 1004493365



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de director de Trabajo de Grado presentado por el egresado **Samia Narcisa Maigua Calapi**, para optar el título de INGENIERÍA TEXTIL, cuyo tema es **“ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIMICROBIANO MEDIANTE EL PROCESO DE MICRO ENCAPSULADO APLICANDO ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN MEDIAS TOBILLERAS LISAS DE 100% ALGODÓN”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 8 de marzo del 2022

MSc. Elvis Ramírez

Director del trabajo de grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

4. DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para mi papá Alfonso Maigua y mi mamá María Calapi que han estado junto a mí en todo el periodo de preparación académico desde pequeña y por haber puesto mis estudios como prioridad ante cualquier situación.

A mis hermanos Jomar, Patricio, Cristina, Geovanny, Greys, Guise, Julissa y familiares cercanos por sus sabios consejos y palabras de motivación constante que me han permitido seguir con mis estudios.

Samia Narcisa Maigua Calapi



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

5. AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de vivir todo este proceso de aprendizaje, también por haber sido mi refugio en momentos difíciles y mostrarme que todo es posible.

A mis padres, hermanos y familiares por haberme enseñado que la vida se trata de retos y que si iniciamos algo hay que culminarlo con éxito, también agradezco a mi papá Alfonso y mi mamá María por mostrarme que una persona siempre se define por valores como: humildad, respeto, educación y que estas serán la carta de presentación en todo lugar.

A mi director de tesis el MSc. Elvis Ramírez que a más de ser un docente y compartir sus conocimientos mediante una enseñanza constante, siempre fue una excelente persona, un buen amigo y confidente en todo el periodo de vida universitaria.

A nuestro estimado Coordinador Marco Naranjo y docente MSc, Willam Esparza por haber compartido sus conocimientos y haberme brindado sabios consejos tanto como para la realización de este trabajo como para mi vida profesional.

Samia Narcisa Maigua Calapi

6. ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
2. CONSTANCIAS	ii
3. CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	iii
4. DEDICATORIA	iv
5. AGRADECIMIENTO	v
6. ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
7. ÍNDICE DE TABLAS	xi
8. ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
PALABRAS CLAVES	xiv
ABSTRACT	xv
Capítulo I.	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del tema.....	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Importancia del estudio	2
1.4. Objetivo general	3
1.5. Objetivos específicos.....	3
1.6. Características del sitio del proyecto.....	3
Capítulo II.	6
ESTADO DEL ARTE.....	6
2.1. Estudios previos	6
2.1.1. Acabados antimicrobianos.	6

2.1.2.	Clavo de olor.....	7
2.1.3.	Micro encapsulados.	9
2.2.	Marco Conceptual	11
2.2.1.	Tejeduría de punto de calcetería.	11
2.2.2.	Acabados textiles.....	12
2.2.2.1.	<i>Tipos de acabados.</i>	13
2.2.3.	Aceite de clavo de olor.	15
2.2.3.1.	<i>Generalidades.</i>	15
2.2.3.2.	<i>Partes de la planta de clavo de olor.</i>	15
2.2.3.3.	<i>Composición nutricional del clavo de olor.</i>	16
2.2.3.4.	<i>Propiedades del clavo de olor.</i>	18
2.2.3.5.	<i>Usos del clavo de olor.</i>	18
2.2.3.6.	<i>Extracción del aceite de clavo de olor.</i>	19
2.2.3.7.	<i>Propiedades antimicrobianas del aceite de clavo de olor.</i>	20
2.2.4.	Silicona.....	22
2.2.4.1.	<i>Definición.</i>	22
2.2.4.2.	<i>Características y propiedades.</i>	23
2.2.4.3.	<i>Usos.</i>	23
2.2.4.4.	<i>Efectos de la silicona.</i>	24
2.2.4.5.	<i>Micro emulsión de silicona.</i>	25
2.2.5.	Micro encapsulado.....	25
2.2.5.1.	<i>Generalidades.</i>	25
2.2.5.2.	<i>Definición.</i>	26
2.2.5.3.	<i>Microcápsulas.</i>	27
2.2.5.4.	<i>Agentes encapsulantes.</i>	28

2.2.5.5.	<i>Métodos de aplicación de microcápsulas.</i>	28
2.2.5.6.	<i>Micro encapsulados aplicados en la industria textil.</i>	29
2.2.6.	Bacterias	31
2.2.6.1.	<i>Definición.</i>	31
2.2.6.2.	<i>Características.</i>	32
2.2.6.3.	<i>Clasificación de las bacterias.</i>	32
Capítulo III.		34
METODOLOGÍA		34
3.1.	Método para utilizar	34
3.1.1.	Método científico	34
3.1.2.	Método analítico.	34
3.1.3.	Método comparativo	35
3.2.	Norma para utilizar	35
3.2.1.	NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 529-5:2006 (adaptado)	35
3.2.2.	Método 61-2013 AATCC solidez del color al lavado acelerado (adaptado)	36
3.3.	Flujograma del proceso.	36
3.4.	Flujograma muestral del proceso	37
3.5.	Proceso de micro encapsulado	38
3.5.1.	Parámetros	41
3.5.2.	Materiales y equipos utilizados	42
3.5.3.	Aceite de clavo de olor	43
3.5.4.	Silicona	44
3.5.5.	Descripción del proceso	45
3.5.6.	Aplicación del aceite de clavo de olor en las medias 100%Co	46
Capítulo IV.		56

PRUEBAS DE LABORATORIO.....	56
4.1. Pruebas de laboratorio.....	56
4.1.1. Prueba antibacterial	56
4.1.1.1. Materiales utilizados.	56
4.1.2. Prueba de solidez al lavado	57
4.1.2.1. Materiales y equipos utilizados.	58
4.1.2.2. Condiciones de las pruebas de lavado.	59
4.1.2.3. Curva de lavado.	59
4.1.2.4. Descripción del proceso.	60
Capítulo V.....	62
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
5.1. Resultados.....	62
5.1.1. Tabla de la prueba antibacteriana	62
5.1.2. Tabla de solidez al lavado	64
5.2. Discusión de resultados.....	65
5.2.1. Análisis de la varianza	65
5.2.2. Normalidad de los datos	67
5.2.3. Análisis de resultados	68
Capítulo VI.....	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
6.1. Conclusiones	72
6.2. Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	81

7. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del clavo de olor <i>Syzygium aromaticum</i> en 100g de clavo. .	17
Tabla 2. Aplicaciones del clavo de olor en diversas áreas.....	19
Tabla 3. Componentes principales de los aceites esenciales con propiedades antimicrobianas...	21
Tabla 4. Características de la emulsión y micro emulsión de silicona.	25
Tabla 5. Sustancias utilizadas como recubrimiento en la micro encapsulación.	28
Tabla 6. Clasificación de las bacterias.....	33
Tabla 7. Parámetros a controlar en el proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor	42
Tabla 8. Equipo y materiales para el proceso de micro encapsulación	42
Tabla 9. Escala de valoración visual.....	47
Tabla 10. Medias tobilleras de algodón al 25% de aceite de clavo de olor.	48
Tabla 11. Medias tobilleras de algodón al 25% de aceite de clavo de olor.	49
Tabla 12. Medias tobilleras de algodón al 50% de aceite de clavo de olor.	50
Tabla 13. Medias tobilleras de algodón al 50% de aceite de clavo de olor.	51
Tabla 14. Medias tobilleras de algodón al 75% de aceite de clavo de olor.	52
Tabla 15. Medias tobilleras de algodón al 75% de aceite de clavo de olor.	53
Tabla 16. Medias tobilleras de algodón al 100% de aceite de clavo de olor.	54
Tabla 17. Medias tobilleras de algodón al 100% de aceite de clavo de olor.	55
Tabla 18. Materiales aplicados en las pruebas bacteriológicas.....	56
Tabla 19. Equipo y materiales para el proceso de prueba de solidez al lavado.	58
Tabla 20. Condiciones de las pruebas de lavado del Método 61-2013 AATCC	59
Tabla 21. Resultado general de ensayos antimicrobianos.	62
Tabla 22. Cantidad de bacterias eliminadas y porcentaje de reducción de las muestras.	63
Tabla 23. Bacterias eliminadas y porcentaje de reducción tras proceso de lavado.	65
Tabla 24. Análisis de la varianza.	66
Tabla 25. Test de normalidad de datos.	67

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del sitio del proyecto.	4
Figura 2. Ubicación geográfica del laboratorio Labinam de pruebas bacteriológicas.....	4
Figura 3. Planta Académica Textil	5
Figura 4. Vista de un tejido de punto jersey	11
Figura 5. Partes de una media.....	12
Figura 6. Planta de clavo de olor: a) hojas y b) tallo	16
Figura 7. Flor del clavo de olor.....	16
Figura 8. Fruto de la planta de clavo	16
Figura 9. Método de destilación por arrastre de vapor	20
Figura 10. Aceite de clavo de olor (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	20
Figura 11. Silicona líquida.....	22
Figura 12. Representación esquemática de la liberación del agente activo sobre la piel: 1) sustrato textil, 2) resina y 3) liberación del agente activo	26
Figura 13. Estructura del micro encapsulado.....	27
Figura 14. Curva de procesos	29
Figura 15. Micro encapsulado de Aloe vera	30
Figura 16. Bacterias	32
Figura 17. Flujograma general de procesos	37
Figura 18. Flujograma muestral.....	38
Figura 19. Equipo de laboratorio IR DYER Autoclave.....	39
Figura 20. Medidor de pH digital	40
Figura 21. Curva de acabados del proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor.....	41
Figura 22. Aceite de clavo de olor.....	43
Figura 23. Ficha del aceite de clavo de olor	44
Figura 24. Micro emulsión de silicona	44
Figura 25. Pesaje de las medias de algodón.....	45
Figura 26. Curva del proceso de lavado	60
Figura 27. Gráfico general de datos.....	69
Figura 28. Box plot	70
Figura 29. Matrix plot.....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Certificado de los ensayos bacteriológicos.....	81
Anexo N° 2. Ficha técnica de la micro emulsión de silicona	82
Anexo N° 3. Preparación de muestras: a) Selección de especímenes y b) Pesaje de especímenes	83
Anexo N° 4. Pesaje de los auxiliares para el proceso de micro encapsulado: a) Pesaje de aceite de clavo de olor y b) pesaje de micro emulsión de silicona	83
Anexo N° 5. Preparación del baño: a) Colocación de químicos en el vaso y b) Colocación del sustrato textil en el baño.	84
Anexo N° 6. Alimentación al Autoclave: a) Alimentación de los vasos en la máquina y b) Programación de la curva.....	84
Anexo N° 7. Descarga de material: a) Descarga de vasos de la máquina, b) Botar el baño y c) Retiro de material del baño	85
Anexo N° 8. Proceso de secado de las medias	85
Anexo N° 9. Preparación de muestras para el proceso de lavado: a) Selección de especímenes.	86
Anexo N° 10. Pesaje de auxiliares.....	86
Anexo N° 11. Preparación del baño para el proceso de lavado: a) Colocación de auxiliares en los vasos y b) Colocación de los sustratos textiles en el baño.....	87
Anexo N° 12. Alimentación a la máquina: a) Colocación de los vasos en la máquina y b) Programación de la curva de proceso de lavado.....	87
Anexo N° 13. Descarga de los vasos de la autoclave.	88
Anexo N° 14. Botar el baño de los vasos.	88
Anexo N° 15. Observaciones del baño después de la prueba de lavad: a) Aceite de clavo de olor al 25%, b) Aceite de clavo de olor al 50%, c) Aceite de clavo de olor al 75% y d) Aceite de clavo de olor al 100%,	89
Anexo N° 16. Contaminación de las medias.	89
Anexo N° 17. a) Disolución del agua de peptona.....	90
Anexo N° 18. Proceso de cultivo de bacterias.....	90
Anexo N° 19. a) Incubación de bacterias y b) Placas con el tiempo de incubación completo.....	91

RESUMEN

La presente investigación está direccionada en brindar un efecto antimicrobiano a medias de algodón a través de las propiedades antibacterianas con las que cuenta el aceite de clavo de olor mediante el proceso de micro encapsulado y así obtener un textil capaz de inhibir las bacterias que producen mal olor y molestia a las personas; este estudio se enfoca en dar solución a los inconvenientes originados por el crecimiento excesivo de bacterias en los pies con la utilización de un producto que tiene varias propiedades curativas y que no causa daños al ambiente, además de contribuir a la industria textil con nuevas alternativas que den respuesta a este tipo de problemas.

En la realización de esta investigación se aplicó aceite de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) en diferentes concentraciones (25%, 50%, 75% y 100%), mediante el proceso de micro encapsulado se aplicó el producto antibacterial en un tejido de algodón 100% como son las medias tobilleras, el acabado se realizó a un total de 8 muestras, las cuales posteriormente son expuestas a una prueba de solidez al lavado y finalmente a un ensayo bacteriológico.

Una vez finalizado el proceso de acabado y secado, 4 las muestras son expuestas a un proceso de lavado en el cual se utilizó la norma 61-2013 AATCC (adaptado) Test N° 3A, posteriormente las 8 muestras totales con acabado y expuestas a lavado son sometidas a un ensayo bacteriológico de aerobios mesófilos aplicando la norma NTE INEN 1529-5:2006 (adaptado).

Los valores obtenidos de los ensayos bacteriológicos son tabulados en el programa estadístico Past 4 en donde se obtuvo una confiabilidad del 95% debido a que $P > 0,05$, misma que proporciona veracidad al trabajo de investigación, también se utilizó figuras estadísticas para la interpretación y análisis de los resultados.

Al culminar el análisis e interpretación de resultados se obtiene lo siguiente: al 50% de aceite de clavo de olor presentó un porcentaje de reducción de bacterias 99,05% y expuestas al proceso de 5 lavados caseros el textil continúa inhibiendo las bacterias, razón por la que se concluye que es un acabado semipermanente.

PALABRAS CLAVES

Micro encapsulado, antimicrobiano, aceite de clavo de olor, medias de algodón, silicona.



ABSTRACT

The goal of this research is to use clove oil's antibacterial properties in the microencapsulation process to create an antimicrobial effect in cotton media, resulting in a textile that can inhibit bacteria that cause bad odor and annoyance to people. This study aims to solve the problems caused by excessive bacteria growth on the feet by developing a product with various healing properties that is also environmentally friendly, as well as contributing to the textile industry by developing new solutions to these problems.

Clove oil (*Syzygium aromaticum*) was used in different concentrations (25 percent, 50 percent, 75 percent, and 100 percent) in this study, and the antibacterial product was applied using a microencapsulation process on a 100 percent cotton fabric, as are half anklets. A total of 8 samples were created for the textile finish, subjected to a solidity test, followed by a bacteriological test.

Once the finishing and drying process is finished, 4 the samples are exposed to a washing process in which the 61-2013 AATCC (adapted) Test N ° 3A standard was used, then the 8 total samples with finishing and after washing are subjected to a bacteriological test of mesophilic aerobes applying the standard NTE INEN 1529-5: 2006 (adapted).

The values obtained from the bacteriological tests are tabulated in the statistical program Past 4 where the reliability of 95% was obtained because $P > 0.05$, which provides veracity to the research work, statistical figures were also used for interpretation and analysis of the results.

At the end of the analysis and interpretation of the results, the following is obtained: 50% clove oil showed a percentage of 99.05% reduction of bacteria and after the process of 5 home washes, the textile continues to inhibit bacteria, which is why which is concluded to be a semi-permanent finish.

KEYWORDS

Microencapsulated, antimicrobial, clove oil, cotton socks, silicone.

Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

Capítulo I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del tema

La Industria Textil con el paso de los años ha ido innovando sus productos y a la vez creando nuevos artículos para lanzar al mercado, en la actualidad estas empresas han sacado al mercado telas inteligentes que solucionan algún tipo de problema al usuario. Es así como con el tema “Elaboración de un acabado antimicrobiano mediante el proceso de micro encapsulado aplicando aceite de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) en medias tobilleras lisas de 100% algodón”, se pretendió reemplazar el uso de aerosoles para pies con este compuesto que es un producto netamente de origen natural, que presenta excelentes propiedades antibacterianas, funciona como analgésico y otros. Se buscó aplicar este líquido mediante el método más propicio empleando equipos apropiados, además se hará los diferentes análisis y pruebas bacteriológicas con materiales e instrumentos esterilizados para obtener datos correctos, que permita demostrar la eficacia de este y así tener excelentes resultados. Para lograr lo antes mencionado se realizó una investigación profunda sobre las propiedades, beneficios y aplicaciones que tiene el clavo de olor y que será de gran utilidad para lograr los objetivos que hemos planteado al inicio.

1.2. Antecedentes

De acuerdo con los datos presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la contaminación del aire es muy perjudicial para la vida, por lo cual se busca disminuir los niveles de daño ambiental que existe en la atmósfera para de esta manera mejorar la vitalidad cardiovascular y respiratoria de toda una población. (Organización Mundial de la Salud, 2018). Por lo tanto, se puede señalar que uno de los principales contaminantes del entorno es el uso de aerosoles porque en sus ingredientes contiene productos dañinos para el ambiente en sí al oxígeno que al momento de respirar puede producir enfermedades muy serias.

Varias indagaciones realizadas anteriormente con el aceite de clavo de olor han dado a conocer que este es un producto muy utilizado dentro de lo que es la gastronomía y la medicina, esta presenta varias propiedades que son las siguientes: antibacteriana, mejora la circulación, combate el pie de atleta, antiinflamatorio, anestésico, ayuda a la digestión y sobre todo estimula el apetito estas por citar las más importantes. Debido a su propiedad bactericida se han realizado varios estudios bacteriológicos que han dado excelentes resultados. Se ha aplicado este compuesto en alimentos y en estomatología con el fin de inhibir o reducir los microorganismos que producían la putrefacción o en el caso de odontología impedir el crecimiento excesivo de bacterias que produzcan las caries. (González, Daniela, & Franco, 2018)

Los estudios realizados han ayudado a determinar la acción antimicrobiana que presenta esta sustancia abriendo paso a nuevas investigaciones en otras áreas de la industria, es así que en base a estas referencias se desea aplicar el aceite de clavo de olor en el campo textil aprovechando las propiedades bactericidas, antiinflamatorias, entre otras características, además este es un producto completamente natural que no causará ningún daño (Díaz, 2016). Por esta razón, debido a la gran capacidad antibacteriana que contiene se desea aplicar a las medias deportivas mediante un acabado con el fin de evitar la proliferación excesiva de bacterias y de esta manera poder brindar frescura a los pies y comodidad a los usuarios que tiene largas jornadas de trabajo como agricultores, comerciantes, deportistas u otros, a su vez busca sustituir un compuesto que daña el ambiente por un elemento de origen natural que no causa daños si no que más bien promovemos el uso de productos naturales.

1.3. Importancia del estudio

La importancia de este tema de investigación se centra principalmente en la conservación y reducción del impacto ambiental, en la actualidad todos los estudios deben proyectarse y contribuir con el cuidado del entorno, el deterioro del ecosistema es un problema que se trata a nivel mundial. Con esta indagación se pretende reducir la contaminación que produce la utilización de aerosoles y dar una alternativa para el uso de este producto que causa un deterioro ambiental, por lo tanto, el elemento más factible para reemplazar el aerosol es la utilización del aceite de clavo de olor, que es de origen natural y que se ha utilizado dentro de la medicina ancestral por algunos

años puesto que presenta excelentes propiedades antimicrobianas, antiinflamatorios entre otros que además no causa ningún tipo de daño al ambiente.

1.4. Objetivo general

- Elaborar un acabado antimicrobiano mediante el proceso de micro encapsulado aplicando aceite de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) en medias tobilleras lisas de 100% algodón.

1.5. Objetivos específicos

- Examinar las propiedades y beneficios que tiene el clavo de olor mediante la revisión de varias citas bibliográficas para dar sustento al trabajo de investigación.
- Aplicar el aceite de clavo de olor a nivel de laboratorio a diferentes concentraciones en medias tobilleras lisas de 100% algodón mediante el proceso de micro encapsulado para la elaboración de un textil antimicrobiano.
- Realizar pruebas antimicrobianas de conteo de bacterias y solidez al lavado Método 61 AATCC de las muestras con y sin acabado utilizando equipos de laboratorio para determinar la calidad del acabado antimicrobiano.
- Evaluar e interpretar los resultados con los datos obtenidos utilizando programas estadísticos para determinar la eficacia del acabado.

1.6. Características del sitio del proyecto

La presente investigación se realizó en la ciudad Ibarra de la provincia de Imbabura, ya que ahí se encuentran ubicados los laboratorios de la Universidad Técnica Del Norte, además se tomó este sitio de proyecto debido a la disponibilidad y acceso a los diferentes aparatos necesarios para la realización de este plan, cabe mencionar que se utilizó el equipo de tintura cerrado IR DYER autoclave de laboratorio para el acabado en general y las pruebas de lavado de la Planta Académica Textil que se encuentra situado en el sector de Azaya, también se trabajó en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos perteneciente a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica Del



Figura 3. *Planta Académica Textil*
Fuente: *Propia*

Capítulo II.

ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios previos

2.1.1. Acabados antimicrobianos.

Para la investigación es importante mencionar ciertos estudios donde se aplican los acabados antimicrobianos, ya que en la actualidad se desarrollan estos terminados en varios artículos textiles.

Los textiles con acabados antimicrobianos son artículos en los cuales se han agregado productos capaces de inhibir los gérmenes, el material puede ser aplicado directamente en la fibra o en la superficie; la sustancia será agregada de acuerdo con el tipo de terminado más apto de tal modo que este cumpla con su función, de esta forma se obtiene un textil capaz de matar o reducir el crecimiento excesivo de bacterias. (Maya Serna, González Echavarría, & Restrepo Osorio, 2017). El presente artículo presenta información sobre los diferentes compuestos bactericidas capaces de eliminar o reducir el crecimiento de microorganismos y que son aplicados en los textiles.

Por otro lado, el estudio de la elaboración de un textil capaz de inhibir los microbios mediante el uso de un producto de origen natural. “Elaboración de un acabado antimicrobiano en plantillas de algodón utilizando canela” (Lara Cevallos, 2017, pág. 1). Esta investigación tiene como objetivo realizar un acabado antibacteriano empleando canela en polvo de forma superficial, los textiles utilizados son: tejido de punto como tejido plano de algodón 100% y no tejidos. La cantidad de sustancia aplicada se basó en relación con la talla y material de las plantillas de la siguiente manera: primeramente, se planteó colocar el compuesto entre rangos de 3 a 20 g, aplicando así en tallas 36 la dosis de 3 a 5 g, talla 38 de 10 a 15g y para la talla 40 los 20g. El proceso de adhesión de la canela al artículo textil se realizó esparciendo las partículas por toda la plantilla, después colocaron una tela sobre esta y posteriormente cosida. El análisis bacteriológico se realizó con el PLATE AGAR COUNT mediante el método AOAC 989.10.

Los acabados antimicrobianos son textiles inteligentes que brindan a las personas confortabilidad y seguridad al momento de su uso, estos artículos tienen como finalidad evitar el crecimiento excesivo de bacterias por ello no emitirán malos olores producidos por la sudoración.

Para conseguir estos productos se puede agregar a la tela diferentes aditivos que proporcionen estas características bactericidas; hay varios análisis desarrollados aplicando sustancias naturales como aceites de clavo de olor, eucalipto, canela en polvo u otros.

2.1.2. Clavo de olor.

El clavo de olor a sido un producto muy utilizado dentro algunos proyectos de investigación, todos con el fin de lograr que este elimine o reduzca el crecimiento excesivo de bacterias.

Uno de los estudios en donde se aplica este compuesto es en el ámbito de la odontología. Díaz Ortiz (2016) afirma que: (Díaz Ortiz, 2016)

Durante estos años ha habido varias investigaciones que se han realizado con plantas medicinales, y una de ellas es el clavo de olor que en la odontología presenta muchos usos entre las cuales esta: anestésico, antimicrobiano, analgésico, entre otros más (pág.1).

El estudio que se detalla en líneas anteriores, busca inhibir los microorganismos que producen las caries dentales, esta investigación se realizó en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, es importante mencionar que aceite clavo de olor fue extraído por un método de destilación de arrastre de vapor, esta sustancia es aplicada sobre una bacteria en común que es el *Streptococcus mutans* que es aquella que produce el deterioro de dientes y muelas, el clavo impide el crecimiento de este germen para que de esta manera la dentadura se encuentre sano y libre de enfermedades bucales. El compuesto fue aplicado en porcentajes de 25, 50, 75 y 100%, la cantidad más óptima fue el de cincuenta por ciento.

Pero esta sustancia no solamente es aplicada en odontología también se encuentra en investigaciones en la industria alimenticia.

Otro artículo que involucra este producto natural como agente antimicrobiano es en los alimentos. El estudio de mantener tomates frescos y libres de algún tipo de bacterias aplicando aceite de clavo de olor (García Valladolid, 2016). El objetivo de esta investigación busca mantener este alimento fresco y libre de microorganismos evitando de esta manera que los tomates lleguen

a la putrefacción. Los tomates son sometidos a un baño con este compuesto y fueron conservados de dos formas: en refrigeración y al ambiente.

En alimentos cárnicos también se evalúa la capacidad antimicrobiana que posee el aceite de clavo de olor, a continuación, se detalla una investigación sobre los añadidos aplicados en los embutidos. Es de conocimiento general que los embutidos poseen ciertas sustancias que los mantienen frescos y que evitan la putrefacción, a la vez ayudan a estos comestibles a mantenerse con un buen aspecto y textura, evita los malos olores que esta puede generar con el paso de los días, actúan como antimicrobianos entre otros; dentro de la industria alimenticia son empleados varios aditivos en los cuales los más utilizados son los nitratos, nitritos y cloruro de sodio. Lo que este estudio pretende es buscar un producto de origen natural capaz de sustituir dichos agregados. (González, Daniela, & Franco, 2018)

En la realización de esta investigación se usaron como materia prima algunos microorganismos que son muy comunes en los alimentos y que algunos producen fermentación y crecimiento de microorganismo, además se aplicó aceite de clavo de olor 100% para el análisis de bacterias se aplicaron la norma NTC 1325 que es el método apropiado y que además es avalada por la International Commission on Microbiological Specifications for Foods, para exámenes microbiológico en alimentos. Con respecto a los porcentajes de clavo utilizados van desde 1,1 ml hasta 2,75 ml.

Otro estudio de suma importancia que se detalla a continuación es sobre el efecto bactericida que posee el clavo de olor; el artículo sobre la evaluación del efecto antibacteriano de este compuesto se basó en aplicar el aceite sobre tres bacterias que comúnmente habitan en la boca, la investigación se realizó en el laboratorio de Química de la Universidad de las Américas.

El aceite de clavo de olor fue extraído en el laboratorio mediante el proceso hidrodestilador, esta sustancia en mezcla con aceite de canela fue aplicado en bacterias como *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecali*, para el análisis bacteriológico se utilizó el Agar Mueller Hinton que es el más utilizado para pruebas antimicrobianas. (Jácome Jurado, 2019)

Los resultados presentados en esta investigación sobre el efecto bactericida se obtuvo con la cantidad de 150 mg/ml de aceite de clavo de olor en mezcla con aceite de canela.

2.1.3. Micro encapsulados.

Para efectos de la investigación es relevante mencionar ciertos estudios donde se aplica el micro encapsulado en la obtención de un textil inteligente.

El micro encapsulado, es el proceso mediante el cual se envuelve a una sustancia o compuesto utilizando una membrana protectora. Esta tecnología tiene la capacidad de desprender de forma gradual el elemento encapsulado de acuerdo con la finalidad con la que fue desarrollado el sustrato textil.

En la actualidad hay varios artículos referentes a los micro encapsulados en diversos campos principalmente en la industria farmacéutica, alimenticia y en cosméticos. En la empresa textil son una nueva forma de realizar acabados y obtener nuevos productos para lanzar al mercado.

Uno de los estudios en donde se realiza el proceso de micro encapsulado es en el siguiente trabajo. Capablanca Francés (2008) afirma que. “La presente investigación incluye el procedimiento experimental llevado a cabo en los laboratorios de Química Textil e Instrumental del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, situado en el Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia” (pág.23).

Las microcápsulas empleadas son de aroma de menta, referenciadas como Centerfinish 164/02, juntamente con las microcápsulas, se ha utilizado una resina de dispersión de base acrílica como ligante, con el nombre comercial Resina Center BC. Ambos productos han sido suministrados por Color-Center.

Otra investigación basada en la obtención de textiles inteligentes mediante este método; es el artículo de microencapsulación aplicado en tejidos de algodón.

Nava, Michelena, Iliná, & Martínez (2015) afirma que:

Incluir materiales activos mediante este método, tiene como finalidad mantener la sustancia microencapsulada en la parte externa del sustrato, así podrá liberar de forma controlada y progresiva de acuerdo con las necesidades y su función. Las primeras aplicaciones en el campo textil fueron en colorantes dispersos brindando al mercado un pigmento en polvo. (pág.67)

La microencapsulación permitirá que la sustancia no se desprenda del material textil de manera más rápida, el acabado tendrá mayor tiempo de duración. Este método cubre por completo a la sustancia a encapsular mediante una capa protectora.

Para que el acabado tenga una mayor duración es necesario hacer un proceso que adhiera la sustancia al material. Capablanca Francés (2008) afirma que. “La fijación de las microcápsulas a los artículos textiles se realiza mediante el empleo de ligantes, la función de este producto es conseguir que las microcápsulas permanezcan el mayor tiempo sobre el tejido” (pág.43).

Los lavados realizados durante el uso del textil afectan la durabilidad de las microcápsulas sobre el sustrato, por ello es importante y necesario realizar la fijación del acabado.

Por otra parte, en la investigación acerca de la utilización del barro de arcilla como fuente térmica en camisetas algodón/poliéster, aplican el micro encapsulado para el desarrollo de un textil con características especiales.

En este estudio se utiliza arcilla como material activo, el objetivo es crear una fuente térmica utilizando el barro y la micro emulsión de silicona, el sustrato tendrá la capacidad de mantener la temperatura corporal del cuerpo con la finalidad de arropar en climas fríos sin la necesidad de usar varias prendas de vestir. (Guamán Obando, 2017, pág. 1)

En la investigación se aplica la arcilla en porcentajes desde 10 al 100 % y en peso la cantidad está valorada en el rango de 1 a 10 g. La micro emulsión de silicona en todas las muestras se utiliza en porcentajes de 90% en todas las muestras y la temperatura de acabado es de 40°C, antes de desarrollar la parte práctica se debe elaborar una curva de procesos como guía para una correcta colocación de productos de acuerdo con el tiempo y temperatura.

Al igual que la investigación anterior el proceso de micro encapsulado también se lo aplicó en la realización de un acabado antibacterial en calcetines. Benavidez Portilla (2017) afirma que “al aplicar el 90% de micro emulsión de silicona en el proceso de acabado y 1% de la sustancia antimicrobiana se obtuvo excelentes resultados porque el textil inhibió un 99,7% de bacterias” (pág.128). El proceso de micro encapsulado fue desarrollado a una temperatura de 40°C por 30 minutos.

En la industria de alimentos la microencapsulación es utilizada desde hace varios años, la encapsulación en el procesamiento de estos tiene como finalidad recubrir partículas muy pequeñas, estas pueden ser de tamaños nanométricos; las sustancias a encapsular son: grasas, saborizantes, aceites de diferentes materiales, vitaminas, minerales entre otros. (Luna Guevara, López, Jiménez González, & Guevara, 2016)

El material encapsulante en la industria alimenticia debe ser tratado con mucho cuidado porque este ingresará al estómago, por esta razón debe tener características biodegradables, tener

una baja viscosidad, baja higroscopicidad. La capa superficial que cubre a los aditivos debe desintegrarse al ser consumido caso contrario podría producir daños al cuerpo, además debe ser insípido para no alterar el sabor del producto y dar una sensación desagradable en el paladar.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Tejeduría de punto de calcetería.

2.2.1.1 *Definición de tejido de punto.*

El tejido de punto puede ser definido como aquella forma de crear un textil mediante el entrelazamiento de un hilo continuo. Para ser más puntuales la tela se va realizando al momento que los filamentos van formando mallas a lo ancho de la tela.

Los géneros de punto son desarrollados en máquinas planas o circulares. De estas últimas se obtiene tejidos de tipo tubular, que son utilizados para la realización de camisetas, sudaderas, etc. En ocasiones se realiza un corte para abrir el material obteniendo así una tela plana. (Lee Mejía & Núñez, 2001, pág. 5)

Las telas de punto son elásticas tanto de forma vertical como horizontal, moldeables y bastante cómodas, razón por la cual son utilizadas en trajes deportivos, calentadores, ponchos, etc. Es importante señalar que la obtención de este género puede ser de forma manual o mediante la utilización de una máquina.



Figura 4. Vista de un tejido de punto jersey

Fuente: (Lockuán, 2012)

2.2.1.2 Definición de calcetín.

El calcetín es un tipo de tejido que tiene como fin cubrir los pies de las personas, este cuenta con características como suave, cómodo, ligero, brinda frescura y es absorbente (Ramírez Encalada, 2020).

Se recomienda que la materia prima utilizada para la elaboración de los calcetines sea de fibras celulósicas como el algodón, porque tiene excelentes propiedades absorbentes y brindan frescura y comodidad a los pies; ocurre lo contrario con el poliéster y acrílico ya que estos humedecen las extremidades inferiores provocando inseguridad por los malos olores.

Las medias de 100 % algodón por lo general presenta un costo mayor al de las producidas con fibras sintéticas; se utiliza nylon o acrílico en poco porcentaje de mezcla del hilo, para agregar ciertas características como por ejemplo el brillo, o en otros casos simplemente para reducir costos.

Los calcetines son de gran importancia porque alivia los frotos del pie con el calzado y evita que haya una sudoración excesiva en el transcurso de su utilización y brinda seguridad al usuario en el lapso del día. Las medias cuentan con las siguientes partes.

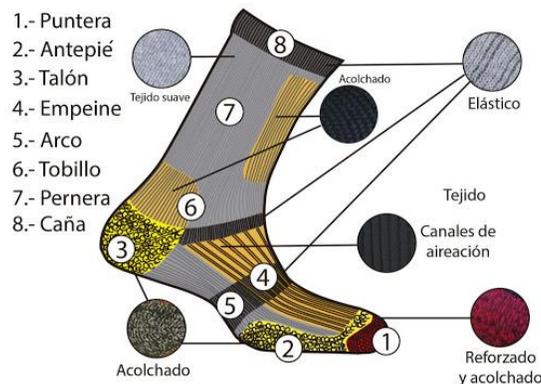


Figura 5. Partes de una media

Fuente: (Raga, 2017)

2.2.2. Acabados textiles

Se conoce por acabado textil a todos los procesos que tienen por finalidad embellecer e incorporar características carentes en el tejido, mejorando así su apariencia, esto puede ser realizado en hilos, tejidos y no tejidos antes de la confección. Estos tratamientos pueden ser físicos

o químicos y sus modificaciones pueden ser: no permanente, semipermanente y permanente. (Lee Ivester & Neefus, s.f.)

Los acabados textiles pueden ser realizados con fines estéticos, esto quiere decir que los sustratos se someten a dichos procesos con el fin de mejorar su apariencia como, por ejemplo: suavidad, antiarrugas, brillo, etc. También tenemos los acabados funcionales que en este caso tienen un objetivo en común como son: antimicrobiano, retardantes al fuego, repelentes al agua, etc.

2.2.2.1. Tipos de acabados.

Existen diferentes tipos de acabados textiles, estos pueden ser: físicos esto se logra utilizando medios mecánicos con los cuales se puede aplicar fricción, tensión, temperatura, etc. Químicos esto se obtiene aplicando productos que alteran y mejoran las propiedades químicas del sustrato, para una correcta aplicación de las sustancias es recomendable realizar una curva de procesos; los terminados varían de acuerdo con el uso final que se pretende dar al producto.

Algunos acabados son notables a simple vista como, por ejemplo: el calandrado, el perchado, cepillado y gofrado.

2.2.2.1.1. Acabados químicos.

Estos proporcionan a las fibras, hilos y tejidos mejores propiedades como solidez al lavado, a la transpiración, a la luz, etc. Para realizar estos terminados se aplican diversas sustancias, que de acuerdo con su durabilidad pueden formar películas de manera superficial obteniendo un acabado semipermanente y permanente cuando altera las propiedades químicas de la fibra. (Krishnendu, s.f.)

Para realizar un acabado químico se puede utilizar diferentes productos naturales o sintéticos, esto depende del uso final que se quiere obtener; antes de añadir una sustancia a la fibra se debe asegurar que este no dañe al material.

Entre los productos naturales se encuentra las grasas, almidones, grasas y otros; de tipo artificial se puede citar la celulosa o fécula modificada (Lavado Lockuán, 2012).

2.2.2.1.2. *Proceso por agotamiento.*

Existen varias formas de aplicar los elementos químicos al sustrato textil, entre estos procesos están: el foulardado, pulverizado, recubrimiento, agotamiento, etc. En los géneros de punto y calcetería es muy común dar los acabados necesarios mediante esta técnica.

Agotamiento es el proceso mediante el cual la fibra, hilo o tela es sumergida en un baño líquido donde se añade los diferentes productos químicos, en esta técnica se toma en cuenta puntos como: relación de baño, temperatura, tiempo, gradientes para obtener buenos resultados; el transporte de la sustancia a la fibra se da por medio del agua y la temperatura, además los diferentes elementos agregados deben ser solubles. (Environment Directorate Organisation for Economic Co-operation and Development , 2004, pág. 24)

A continuación, se detallan un ejemplo de acabado químico como el acabado antimicrobiano:

2.2.2.1.3. *Acabados antimicrobianos.*

Los acabados antimicrobianos permiten al sustrato inhibir el crecimiento de microorganismos, por lo tanto, en estos textiles se aplican cualquier producto que sea capaz de combatir las bacterias, estos pueden ser productos naturales o sustancias químicas.

Annapoorani & Saranya (s.f.) afirma que:

La humedad y el ambiente cálido al que se encuentran sometidos los textiles provocan la proliferación de bacterias, en consecuencia una cantidad excesiva de microorganismos puede generar malos olores provocando así la incomodidad de la persona al momento de utilizar alguna prenda, esto generalmente se presenta en las medias debido a que se encuentran sometidas al calor y a la humedad, en consecuencia produce la sudoración de los pies que genera la aparición de patógenos.(pág.4)

Básicamente el desarrollo de los acabados antimicrobianos se centra en el cuidado de la salud de las personas, además permite al usuario utilizar prendas confortables que brinden frescura en el transcurso del día; como se menciona en líneas anteriores se puede utilizar cualquier tipo de producto que tenga la capacidad de inhibir las bacterias como es el caso del aceite de clavo de olor.

2.2.3. Aceite de clavo de olor.

2.2.3.1. Generalidades.

El clavo de olor denominado científicamente como *Syzygium aromaticum*, forma parte de la familia de las Myrtaceae, se desarrolla en un clima tropical húmedo en zonas bajas, además no soporta un clima seco, son cultivadas en varios lugares de Asia y América del Sur; durante la dinastía china era utilizada para dar un mejor aliento bucal de la misma manera se usó como especia inició en Europa por el siglo IV d. C. En la actualidad son cultivadas en muchas áreas tropicales del mundo. (Parle & Khanna, 2011)

Los clavos son los capullos de las flores secas, generalmente se utiliza como especia debido a su sabor característico o con fines medicinales, por consiguiente, esta planta se ha usado durante varios años como un producto nutricional en los alimentos y como un remedio para diversos problemas de salud como dolores del cuerpo, dolor de muelas, antiséptico, antimicrobiano, analgésico, problemas de diabetes, etc. (Debjit, et al., 2012)

Se lo conoce como “clavo” debido a su particular forma similar a la de un clavo, además es muy utilizado dentro de la medicina ancestral para curar algunas dolencias.

Las plantas de clavo empiezan a dar sus primeras flores a los 6 años y la producción máxima se obtiene a los 20 años, pero el árbol continúa brindando flores durante 80 años o más. La recolección de esta especia se debe realizar con mucho cuidado porque puede perjudicar el futuro crecimiento de la planta, es por esta razón que se recoge con las manos para evitar el daño de las hojas, en ese momento el tamaño de los botones es de 2cm de largo; algo muy importante que se debe tomar en cuenta es que la especia debe ser cosechada antes de que las flores tiendan a abrirse. (Parle & Khanna, 2011)

2.2.3.2. Partes de la planta de clavo de olor.

El clavo de olor está estructurado de la siguiente manera:

- El tallo y hojas: el diámetro del tronco es de aproximadamente 39 cm y las hojas presentan una forma lanceolada con medidas de 12 cm de largo y un ancho de 3,8 cm (Díaz Ortiz, 2016).



Figura 6. *Planta de clavo de olor: a) hojas y b) tallo*
Fuente: (Violeta, 2019)

- Flores: cuenta con cuatro pétalos y pedículos pequeños.



Figura 7. *Flor del clavo de olor*
Fuente: (Bernad, 2020)

- Fruto: el tamaño del clavo fluctúa entre 2 a 2,5 cm de longitud (Díaz Ortiz, 2016).



Figura 8. *Fruto de la planta de clavo*
Fuente: (Sánchez, 2021)

2.2.3.3. Composición nutricional del clavo de olor.

La composición nutricional del clavo de olor puede variar de acuerdo con el tratamiento y cuidados de la semilla en el periodo de cultivo, además es una planta que debe ser tratada con cuidado si se desea obtener buenas cosechas.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes componentes nutricionales que tiene el clavo de olor.

Tabla 1.

Composición nutricional del clavo de olor Syzygium aromaticum en 100g de clavo.

Composición nutricional de 100 g de clavo de olor	
Componente	Valor
Proteína	5,98 g
Grasas	20,07g
Carbohidratos totales	61,21g
Sacarosa	0,02g
Glucosa	1,14g
Cafeína	0g
Humedad	6,86g
Minerales	
Calcio	646mg
Magnesio	264mg
Potasio	105mg
Fósforo	112mg
Sodio	243mg
Elementos traza	
Hierro	8,68mg
Cobre	1,09mg
Zinc	0,35mg
Manganeso	30mg
Selenio	5,9mg
Vitaminas	
Provitamina A	84µg
Vitamina E	8,52mg
Vitamina C	80,8 mg
Vitamina B1 (tiamina)	0,12mg
Vitamina B2	0,27mg

Fuente: *Adaptado de (García Valladolid, 2016)*

2.2.3.4. Propiedades del clavo de olor.

El clavo de olor presenta propiedades medicinales es por esta razón por la cual es aplicada en la industria alimenticia y la salud.

Las propiedades medicinales más destacadas del clavo de olor son:

- **Antiséptico, analgésico y antifebril.** – El clavo de olor es un producto capaz de inhibir las bacterias, alivia los diferentes síntomas del resfriado como: dolor muscular, dolor de cabeza, fiebre y otros.
- **Estimulante.** – Al momento de ser aplicada sobre el cuerpo el aroma produce un efecto tonificante y alivia la sensación de fatiga.
- **Digestivo.** – El clavo de olor mejora la digestión, reduce los problemas en el sistema digestivo.
- **Desinfectante.** – Es utilizado para tratar problemas bucodentales como mal aliento, dolor de muelas, caries, llagas, etc.
- **Antiespasmódico.** - Alivia los dolores abdominales como los cólicos (Gálvez, 2012).

El clavo de olor es un producto utilizado desde varios años atrás con fines medicinales, la cantidad de propiedades que presenta lo hace un producto que cura todo tipo de malestar por consiguiente se lo puede tomar vía oral o simplemente aplicarlo sobre la piel con una especie de masaje. Cuenca (2019) menciona que:

El aceite de clavo es una sustancia con varios beneficios y propiedades terapéuticas, a su vez es muy utilizado dentro de la cocina como condimento, dentro de la odontología es utilizado como anestésico y antimicrobiano, por lo tanto, tiene una amplia utilización. (pág.2)

2.2.3.5. Usos del clavo de olor.

El clavo de olor tiene varios usos desde siglos atrás y en la actualidad son muy utilizados dentro de la industria. Parle & Khanna (2011) afirman que. “El aceite de clavo de olor es aplicado en la odontología por tener propiedades antibacterianas, es usada para combatir los hongos en los pies, este también actúa como estimulantes en el sistema inmunológico” (pág.4). Por su extensa lista de propiedades el clavo presenta los siguientes usos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Aplicaciones del clavo de olor en diversas áreas.

Usos del aceite de clavo de olor	
En el ámbito medicinal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Odontología ➤ Antiinflamatorio ➤ Problemas digestivos ➤ Estimulante del sistema inmunológico ➤ Combate el pie la uña de atleta ➤ Previene el cáncer pulmonar ➤ Estimula el flujo sanguíneo ➤ Calma calambres musculares ➤ Reduce la somnolencia ➤ Mejora la retención de la memoria ➤ Antioxidante
Veterinaria	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analgésico ➤ Trata problemas de vómito en perros
Culinarios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ingrediente principal en el té de masala ➤ Brindar sabor a productos cárnicos ➤ Especia en cocinas
Usos diversos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brinda sabor a productos farmacéuticos y pasta dental. ➤ Brinda aroma a los perfumes

Fuente: *Adaptado de (Parle & Khanna, 2011)*

2.2.3.6. Extracción del aceite de clavo de olor.

El método de extracción del aceite de clavo de olor es realizado mediante la técnica conocida como destilación por arrastre de vapor, esta es una de las formas más conocidas para la obtención de esta sustancia, consiste en realizar una vaporización de un componente de tipo volátil y otros no volátiles, logrando tener un vapor de agua en el interior de la mezcla llamado vapor de arrastre. (Díaz Ortiz, 2016, pág. 15)



Figura 9. Método de destilación por arrastre de vapor

Fuente: adaptado de (Ferenc, s.f)

La extracción de aceite de clavo de olor por medio de destilación de arrastre de vapor es la más utilizada para la obtención de este líquido, pero presenta un inconveniente que es la poca cantidad de sustancia que se obtiene.

2.2.3.7. *Propiedades antimicrobianas del aceite de clavo de olor.*



Figura 10. Aceite de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)

Fuente: (Cedeño, 2020)

García Valladolid (2016) afirma que:

El aceite de clavo es considerado como un potente agente antimicrobiano, ha sido admitido por la FDA (Administración de Alimentos y Drogas) como una sustancia alimentaria, además se encuentra en la lista de elementos GRAS (Generalmente reconocida como segura) que lo convierte en un componente saludable. (pág.6)

El aceite de clavo de olor es considerado como una sustancia antimicrobiana porque contiene componentes que inhiben algunos patógenos. En la siguiente tabla se indica los diferentes aceites esenciales que presentan propiedades antibacterianas.

Tabla 3.

Componentes principales de los aceites esenciales con propiedades antimicrobianas.

Componentes principales de los aceites esenciales con propiedades antimicrobianas			
Nombre común	Nombre latino de la planta	Componentes químicos	% aproximado
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	➤ Carvacrol	80 %
		➤ Timol	64 %
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	➤ a-pineno	2-25%
		➤ 1,8-cineol	3-89 %
Clavo de olor	<i>Syzygium aromaticum</i>	➤ Eugenol	75-85 %
		➤ Acetato de eugenilo	8-15 %

Fuente: *Adaptado de (Burt, 2004)*

En la tabla 3 señala que el aceite de clavo de olor posee un alto contenido de eugenol y es aquel que le atribuye las propiedades antimicrobianas. “El eugenol es una sustancia presente en el aceite de clavo de olor es característico por destruir la membrana celular de los diferentes microorganismos provocando así la muerte” (Burt , 2004, pág.20).

- **Actividad farmacológica**

El aceite de clavo de olor realiza una actividad antimicrobiana por contener un ingrediente antiséptico.

El extracto de clavo es muy eficaz contra las bacterias de especies de *Staphylococcus*, hongos, *Aspergillus niger*. El aceite disperso a 0.4% v / v en una solución de azúcar concentrada, presentaba un efecto antibacteriano frente a varias bacterias como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, etc. (Parle & Khanna, 2011, pág. 5)

2.2.4. Silicona

Cucás Caiza (2020) menciona que:

El químico Frederick Kipping fue el primero en realizar estudios sobre los compuestos orgánicos del silicio. Este producto fue descubierto en 1990 en donde hicieron investigaciones sobre moléculas orgánicas las cuales contenían carbono y silicio. En el año 1930 se adquiere la silicona de forma industrial. (pág.28)

La silicona es un producto muy utilizado en la industria, en empresas textiles lo aplican en la realización de acabados que brindan más confortabilidad a sus usuarios. Esta sustancia puede venir en varias presentaciones, como gel, líquido, polvo, etc.

2.2.4.1. Definición.

La silicona es polímero incoloro e inodoro obtenido a partir del silicio. Para la obtención de este compuesto químico se combina al silicio con otros elementos como carbono, hidrógeno y oxígeno. Presenta características como ser estable a altas temperaturas y es un producto inerte, es por esta razón que las personas lo utilizan y lo aplican en la industria, la salud, en automotriz y a nivel doméstico. (Juma Yar, 2014)

El silicio es un elemento que se encuentra con gran facilidad en la arena y las piedras. Las personas tienden a usarla como un sellador y se adhiere en vidrios, algunos metales y ciertas superficies.



Figura 11. *Silicona líquida*
Fuente: (Mercado Libre, 2021)

2.2.4.2. Características y propiedades.

La silicona presenta una extensa lista de propiedades que se muestran a continuación:

- Propiedades antiespumantes.
- No se desgasta con facilidad frente a los rayos ultravioletas del sol.
- Estabilidad térmica.
- Resistencia microbiana.
- Resistencia química.
- Presenta un nivel de volatilidad demasiado baja.
- Cuenta con elasticidad duradera
- Presenta flexibilidad que no se deshace con facilidad.
- Inodora e insípida.
- Fácil de limpiar.
- No tóxica.
- No se funde ni se oxida.
- Presenta una gran resistencia a los diferentes efectos del paso del tiempo como: humedad, luz solar y alguna exposición a una sustancia química.
- En materiales de construcción ayuda a evitar los daños causados por la humedad.
- Soporta grandes presiones (Maldonado Maldonado, 2015).

2.2.4.3. Usos.

La silicona es utilizada para varias labores. Guamaní Oña (2014) menciona los siguientes usos:

- Es un buen sellador y protege los alrededores de las ventanas y puertas contra el agua.
- Sella bordes en los baños.
- Sella los parabrisas de automóviles y las lámparas de las luces.
- Tiene aplicaciones industriales como lubricantes, adhesivos e impermeabilizantes.
- Es un sellante utilizado en diferentes áreas de la construcción y mantenimiento de vehículos. Una parte de las siliconas reparan absorbiendo la humedad de la atmósfera, lo que ayuda en la instalación profesional.

- Sellado convencional de vidrio común o templado.
- Puede ser utilizado en plásticos y metales como un sellador para transportar materiales a un lugar de construcción.
- Son utilizadas para recubrir y sellar diferentes tipos de uniones y juntas en automóviles, embarcaciones, tuberías, etc.(pág.5)

2.2.4.4. *Efectos de la silicona.*

La silicona aplicada como acabado textil realza la calidad del sustrato mejorando el tacto, brillo, etc. Esta sustancia puede ser aplicada en las telas de varias formas, como se muestran a continuación.

- **Por foulard.** - En este proceso se puede utilizar suavizantes de cualquier tipo.
- **Por agotamiento.** – En este acabado es de suma importancia que el material tenga una carga iónica para que pueda adherirse a la fibra de mejor manera, en consecuencia, los indicados son los catiónicos (Chugá Chamorro, 2013).

Las siliconas en la actualidad para ser aplicados en acabados textiles se encuentran en dos presentaciones que son: emulsiones y micro emulsiones; la diferencia entre estos dos tipos de sustancias es el tamaño de la partícula, además el uno y el otro se disuelven con gran facilidad en el agua.

Los artículos textiles al ser sometidos a los acabados con silicona sufren los siguientes cambios.

- Hidrofilidad
- Brillo
- Tacto
- Adherencia de productos especiales
- Resistencia térmica
- Cuerpo
- Aumento de resistencia al rasgado (Cucas Caiza, 2020).

2.2.4.5. *Micro emulsión de silicona.*

La micro emulsión y emulsión de silicona se diferencian por el tamaño de la partícula, a continuación, se muestran en la siguiente tabla las diferentes características que estos poseen.

Tabla 4.

Características de la emulsión y micro emulsión de silicona.

Características	Micro emulsión	Emulsión
Apariencia	Opaca	Transparente
Tamaño de partícula	>1 μm	<0.1 μm
Formación	Homogenización	Espontánea
Estabilidad	No es estable	Si es estable

Fuente: *Adaptado de (Chugá Chamorro, 2013)*

2.2.5. **Micro encapsulado.**

2.2.5.1. *Generalidades.*

El término micro encapsulación es utilizado desde la antigüedad, el origen de este acabado remonta en el año 1931 con la publicación de un tema de investigación que se centró en las micro cápsulas de gelatina al cual llamó coacervación, este estudio abrió paso a otras en donde esta vez encapsularon colorantes para la fabricación de papel calco. (Parzanese, s.f.)

En la actualidad la micro encapsulación es utilizado en industrias farmacéuticas para desarrollar diferentes medicamentos, en las empresas textiles es aplicado para la creación de textiles inteligentes, esta tecnología también es empleado en las compañías de alimentos.

2.2.5.2. Definición.

Los sustratos micro encapsulados forman parte de los textiles inteligentes, este acabado tiene por finalidad encapsular sustancias sólidas o líquidas con pequeñas membranas. El objetivo de este tipo de telas es que el material encapsulado se libere poco a poco de forma gradual y no se desprenda de forma rápida del tejido. (Orbe Flores, 2014)

El material encapsulado se ira liberando de acuerdo con la utilización que tenga, si es adherido en un textil este se liberará de forma gradual mediante el frotamiento que romperá a la membrana encapsulante.



Figura 12. Representación esquemática de la liberación del agente activo sobre la piel: 1) sustrato textil, 2) resina y 3) liberación del agente activo

Fuente: (Teixeira, 2010)

Annapoorani & Saranya (s.f.) afirman que:

El método de encapsulación ha hecho permisible que se empleen aceites terapéuticos, humectantes, insecticidas y otras sustancias en diferentes sustratos textiles. Una nueva forma que los médicos utilizan para aplicar medicamentos a los pacientes es a través de la ropa como tratamientos farmacológicos, estos tejidos contienen microcápsulas de medicinas prescritas por los doctores; un ejemplo de este método es la administración de sustancias antimicrobianas que se encuentran encapsuladas en las prendas hospitalarias, mediante este tipo de acabado los compuestos antibacterianos también son aplicados en ropa deportiva, ropa interior y ropa de trabajo.(pág.17)

“Para la realización de acabados micro encapsulados se pueden emplear distintas sustancias en el recubrimiento estos pueden ser: polisacáridos naturales o modificados, gomas, lípidos, proteicos y una cantidad variada de polímeros sintéticos” (Teixeira, 2010, pág. 14). Los materiales encapsulantes para utilizar son de acuerdo con el uso final del producto porque algunos productos son ingeridos por él se humano; como se mencionó anteriormente se puede micro encapsular alimentos, fármacos, agentes antimicrobianos y otros.



Figura 13. Estructura del micro encapsulado

Fuente: (Diario de Ciencia, Producción y Tecnología (DCA NEWS), 2014)

2.2.5.3. *Microcápsulas.*

Se conoce como micro cápsulas a aquellas partículas que tiene un tamaño que oscila entre 50nm y 2mm. Estos elementos están formados por una membrana exterior y un núcleo. La parte exterior puede ser de algún polímero el cual protege a la sustancia encapsulada, la materia se irá liberando de manera gradual conforme se origine la rotura de la fase externa, esto puede ser ocasionados por frotamiento con la piel, reacción ante la humedad, u otras circunstancias al cual este sometido el textil. (Orbe Flores, 2014)

Las microcápsulas son los elementos principales para el desarrollo de una micro encapsulación, en la siguiente figura se detalla su estructura.

La forma de la microcápsula es un punto muy influyente al momento de la liberación del producto. “Los elementos encapsulados tienden a liberarse al momento de ser sometidos a fuerzas de presión, desgaste de la membrana ocasionado por la fricción, por cambios de temperatura, entre

otros” (Parzanese, s.f., pág. 19). La micro encapsulación ayudará a que el compuesto encerrado se libere de forma gradual poco a poco.

2.2.5.4. *Agentes encapsulantes.*

Los productos encapsulantes deben contar con ciertas especificaciones. “Hay agentes de varios tipos por ello es importante que los agentes cuenten con ciertas características como: viscosidad, higroscopicidad, solubilidad, capacidad de formación de películas sobre el sustrato y otros” (Parra Huertas, 2011, pág. 5670). Se deben aplicar productos de fácil obtención para que no tenga ningún contratiempo.

Los diferentes agentes enlistados en la siguiente tabla pueden ser de origen natural o sintético.

Tabla 5.

Sustancias utilizadas como recubrimiento en la micro encapsulación.

Tipos de cobertura	Cobertura Específica
Gomas	Agar, alginato de sodio, carragenina, goma arábica.
Carbohidratos	Almidón, dextranos, sacarosa, jarabes de maíz.
Celulosa	Etilcelulosa, metilcelulosa, nitrocelulosa.
Lípidos	Ceras, parafinas, diglicéridos, monoglicéridos, aceites, grasas, ácidos esteáricos.
Proteínas	Gluten, caseína, albúmina
Materiales inorgánicos	Sulfato de calcio, silicatos

Fuente: *Adaptado de (Nava, Michelena, Iliná, & Martínez, 2015)*

2.2.5.5. *Métodos de aplicación de microcápsulas.*

Hay varios métodos de encapsulación que pueden ser aplicados, pero se debe buscar el más indicado de acuerdo con el material activo a encapsular y al uso final al cual va a ser destinado el producto.

Existen varios sistemas de aplicación de las microcápsulas, entre esas se pueden citar: foulard, agotamiento, recubrimiento, rasqueta al aire y sobre cilindro.

Sangucho Chisaguano (2018) Afirma que:

El sistema de aplicación de microcápsulas por agotamiento consiste en sumergir el sustrato en un medio líquido en el cual anteriormente ya se ha colocado diferentes productos, este baño se va calentando en función de una gradiente que es la subida de temperatura en un lapso de tiempo para que haya una mejor reacción entre el textil y el baño, los diferentes auxiliares deben ingresar al material hasta que se fije o llegue a su punto de saturación, este acabado utiliza en sus procesos una cantidad elevada de agua teniendo una relación de material y agua de 1/5 a 1/60. (pág.12)

Para realizar el acabado por agotamiento es necesario aplicar una curva de procesos en el cual se detalle temperaturas, tiempos, gradientes ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$), pH y colocación de auxiliares. Con la utilización de este diagrama el desarrollo de este método puede ser llevado de mejor manera.

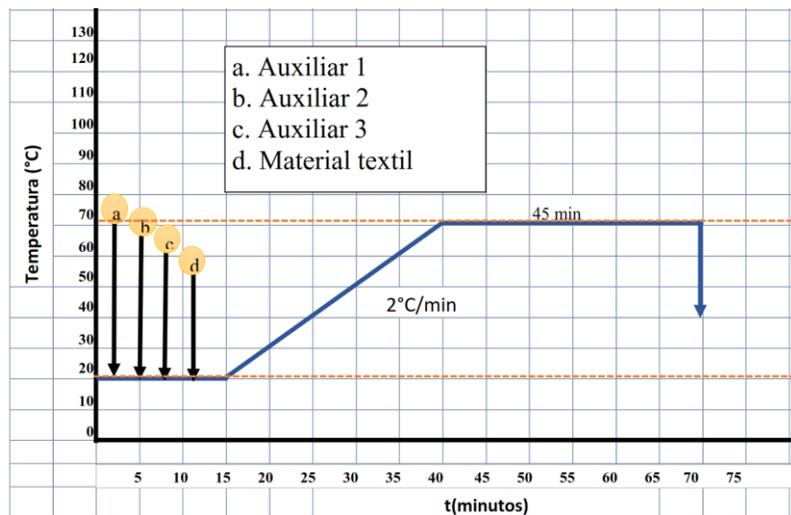


Figura 14. Curva de procesos
Fuente: Propia

2.2.5.6. *Micro encapsulados aplicados en la industria textil.*

La aplicación del proceso de micro encapsulado en la empresa textil aún no llega a su clímax como en otras industrias. En la actualidad el encapsulado se ha vuelto un método de

obtención de acabados textiles el cual forma parte del grupo de telas inteligentes debido a las propiedades que presentan aquellos sustratos. En el campo textil la primera vez que se realizó la micro encapsulación fue en el desarrollo de colorantes dispersos encapsulados. (Benavides Portilla, 2017)

En la industria textil se han encapsulado varias sustancias antimicrobianas con el fin de inhibir las bacterias en estos sustratos se han agregado aceites de menta, albaca, eucalipto, aloe vera, etc (Nava, Michelena, Iliná, & Martínez, 2015).

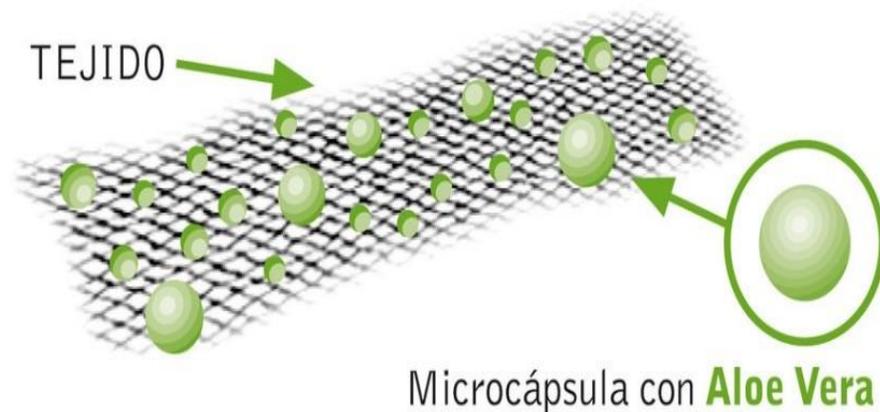


Figura 15. *Micro encapsulado de Aloe vera*
Fuente: (ASOLENGIN , 2015)

Con la micro encapsulación se puede encapsular los siguientes elementos:

- Fragancias
- Sustancias terapéuticas, hidratantes, ambientadores
- Elementos antimicrobianos
- Mezcla de ingredientes como aromas y repelentes.
- Repelentes antimosquitos
- Colorantes
- Agentes contra los rayos UV, etc (Orbe Flores, 2014).

Los elementos mencionados anteriormente son agregados en tejidos con las cuales se elaboran ropa de vestir como camisetas, ropa interior, conjuntos deportivos, ropa de trabajo y otros; también se puede realizar el micro encapsulado directamente en la prenda ya confeccionada.

El micro encapsulado permite obtener textiles con diferentes propiedades que brindan confort, cumplen alguna función como repeler a los mosquitos, etc. A continuación, se detalla algunos ejemplos de textiles micro encapsulados que tienen un contacto directo con la piel.

- Tejidos anti-estrés
- Textiles antimicrobianos
- Textiles aromáticos
- Textil repelente de mosquitos
- Textiles anti-olor
- Textiles hidratantes con Aloe Vera
- Textiles termorreguladores, etc (Sangucho Chisaguano, 2018).

Las fórmulas para la realización del proceso de micro encapsulación son de acuerdo con los siguientes parámetros.

- Tipo de fibra
- Tipo de prenda
- Tipo de microcápsula
- Resistencia de lavado
- Liberación progresiva del material activo (Colomera Ceba, 2003).

2.2.6. Bacterias

2.2.6.1. Definición.

Marcano (2008) afirma que:

Se define a las bacterias como aquellos microorganismos procariotas unicelulares de diversos tamaños en una escala de micrómetros, estas pueden oscilar entre dimensiones de 0,5 y 10 μm , son muchas las formas que tienen, pero de acuerdo con esto se las puede

identificar de manera más rápida, mediante la silueta se las puede dividir en: cocos, bacilos, espirilos y vidrios. (pág.2)

En el planeta tierra lo más abundante y presente en todo lugar son las bacterias, además se reproducen de forma muy rápida mediante una fisión binaria.



Figura 16. *Bacterias*
Fuente: *Propia*

2.2.6.2. Características.

Las bacterias son microorganismos vivos que se reproducen de forma muy rápida, han estado presentes en el planeta desde hace miles de millones de años evolucionando constantemente (Pírez & Mota, s.f.). Son muy pequeños por lo cual es necesario utilizar un microscopio para poder visualizarlos y conocer el tipo de grupo al cual corresponde.

Las bacterias tienen la capacidad de formar una envoltura o cápsula, son microorganismos unicelulares de varias formas y tipos, en algunos casos estas necesitan de oxígeno para poder vivir y seguir reproduciéndose (bacterias aerobias); pueden reproducirse mediante una bipartición que básicamente es la duplicación del ADN. (Pírez & Mota, s.f.)

2.2.6.3. Clasificación de las bacterias.

Las bacterias pueden clasificarse de la siguiente forma:

Tabla 6.

Clasificación de las bacterias.

<p>Por su forma de respiración</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aerobias estrictas: estos necesitan de oxígeno para la respiración celular. ➤ Anaerobias estrictas: utilizan sales orgánicas en lugar de oxígeno, porque es tóxico para ellas. ➤ Aerobias y anaerobias facultativas: pueden vivir en presencia o ausencia de oxígeno, porque cuentan con sistemas enzimáticos.
<p>Por su metabolismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dentro de la taxonomía bacteriana uno de los puntos a tomar en cuenta en el metabolismo, porque mediante este se puede identificar y agrupar las bacterias.
<p>Por relaciones interespecíficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Esto se produce cuando dos especies tiene la necesidad de interactuar entre ellas, razón por la cual las bacterias pueden ser paracitos. ➤ Comerciales cuando habitan o adquieren alimentos de él, pero no le causan ningún tipo de afección. ➤ Flora comercial cuando se encuentran en zonas particulares del cuerpo humano.

Fuente: Adaptado de (Benavides Portilla, 2017)

Capítulo III.

METODOLOGÍA

3.1. Método para utilizar.

Los diferentes métodos utilizados en la investigación son:

3.1.1. Método científico

Es un método de investigación el cual es aplicado en la realización de diferentes estudios, los documentos o artículos científicos son elaborados a base de datos empíricos, hablar de este tipo de método es referirse a la ciencia. Toda indagación realizada mediante esta técnica debe estar sometida a la razón además es muy utilizada para hacer mediciones, formulaciones, análisis u otros. (González, 2016, pág. 4)

En la presente investigación el método científico ayuda a tomar un inicio de la toma de datos empíricos de estudios confiables y probados. Con la aplicación de esta técnica se busca obtener un documento sostenido en información real y adquirir conocimientos importantes y necesarios para la realización de la misma.

3.1.2. Método analítico.

Hernández (2017) afirma que:

Es un método de investigación el cual permite separar y descomponer la información de una forma correcta para posteriormente realizar un diagnóstico de las posibles causas, efectos, fallos, errores y otros. Al analizar los diferentes datos de la hipótesis esta nos será de gran utilidad para buscar posibles soluciones. (pág.6)

En el trabajo de investigación el método analítico será muy importante, los diferentes datos obtenidos de los ensayos antimicrobianos y pruebas de solidez al lavado serán sometidos a comparaciones y análisis mediante la separación de información para posteriormente exponer los

resultados obtenidos, argumentos o algún tipo de falencia en el desarrollo de los diferentes experimentos.

3.1.3. Método comparativo

Es un conjunto de técnicas mediante el cual se compara dos o varios datos con la finalidad de analizar y refutar los diagnósticos obtenidos en una investigación. Con este método se busca examinar variaciones, semejanzas, diferencias de un número de estudios para posteriormente deducir e interpretar la información (Villarroel, 2021).

En esta investigación el método comparativo es aplicado en la comparación de diferentes datos para poder analizar y obtener un diagnóstico sobre los distintos puntos o aspectos de los ensayos antimicrobianos y pruebas de lavado. Esta técnica permitirá deducir la información para obtener un resultado basado en algo racional.

3.2. Norma para utilizar.

3.2.1. NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 529-5:2006 (adaptado)

El proceso de la realización de los análisis microbiológicos se realizó mediante la aplicación de la norma NTE INEN 1 529-5:2006 (adaptado).

Esta norma se basa en el control microbiológico y determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos totales en una muestra de tela, después de realizar las pruebas bacteriológicas se procedió al conteo de UFC/cm² que son las unidades formadoras de colonias en un centímetro cuadrado.

Los análisis bacteriológicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos perteneciente a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica Del Norte por un técnico docente especializado en este tipo de ensayos.

3.2.2. Método 61-2013 AATCC solidez del color al lavado acelerado (adaptado)

Para conocer la resistencia al lavado que tiene las medias con micro encapsulado de aceite de clavo de olor, se aplicó el Método 61-2013 de solidez del color al lavado acelerado (adaptado) de la norma Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles (AATCC).

Con el método 61- 2013 AATCC se pretende conocer la calidad del acabado; por lo tanto se desarrolló el proceso de solidez al lavado en muestras de medias de algodón 100%, los especímenes cuentan con porcentajes de aceite de clavo de olor de 25%, 50%, 75% y 100%.

En la norma se encuentra detallado los materiales, químicos y tamaño de muestra que se va a utilizar durante el proceso de prueba de lavado.

3.3. Flujograma del proceso.

En la siguiente figura se muestran los diferentes pasos desde la obtención de la materia prima hasta los diferentes análisis bacteriológicos y pruebas de solidez al lavado, las cuales posteriormente se realizaron las respectivas interpretaciones y discusión de resultados.

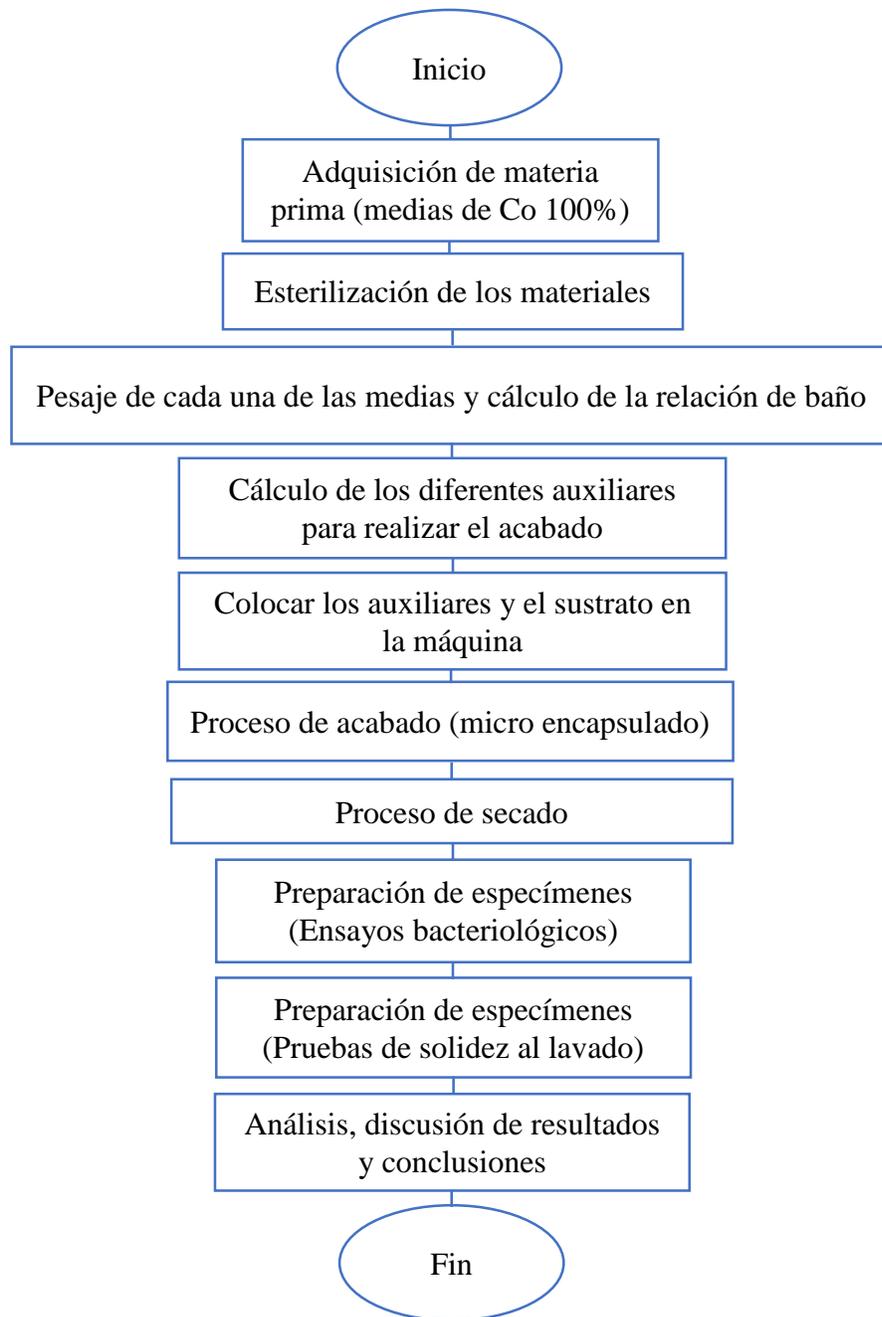


Figura 17. *Flujograma general de procesos*
Fuente: *Propia*

3.4. Flujograma muestral del proceso

En la siguiente figura se detalla el número de probetas por concentración del clavo de olor, se obtendrá un total de 9 especímenes.

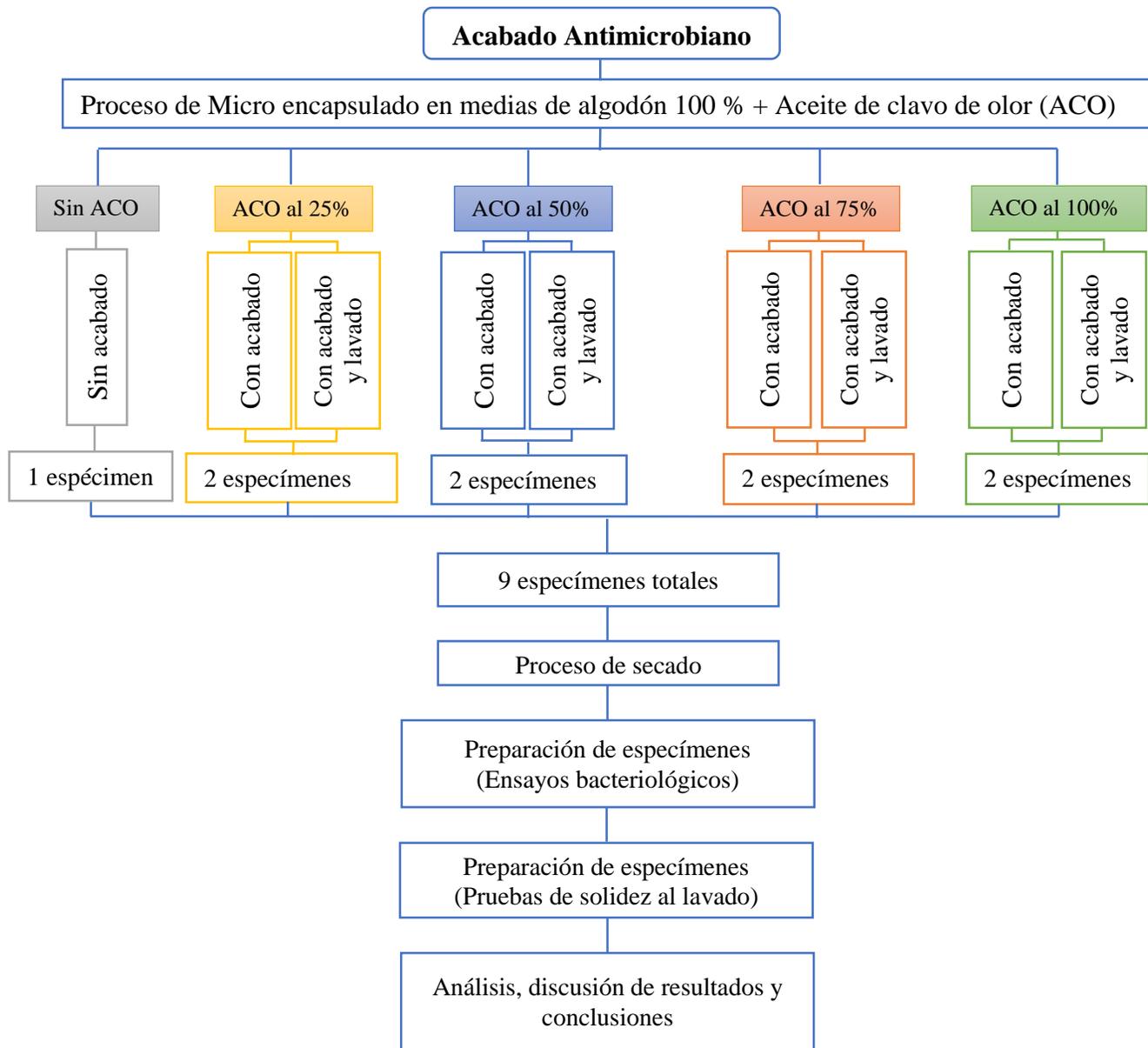


Figura 18. *Flujograma muestral*
Fuente: *Propia*

3.5. Proceso de micro encapsulado

En la realización de un textil antibacteriano con aceite de clavo de olor mediante el proceso de micro encapsulado se debe tomar en cuenta ciertos puntos como: relación de baño,

temperatura, pH, concentración del ACO y una curva de procesos. Este acabado se realizó en el equipo IR DYER Autoclave de laboratorio.



Figura 19. Equipo de laboratorio IR DYER Autoclave.
Fuente: Propia

- **Relación de baño**

La relación de baño es la cantidad de agua que se va a utilizar en el proceso de micro encapsulado. Este está directamente ligado con el peso del material a trabajar (media 100% Co), en el proceso de micro encapsulado se trabajó con una relación de baño de 1/10, se utilizó esta relación porque el autoclave es un equipo cerrado, esto significa que se aplicó por cada gramo del sustrato textil 10 ml de agua.

- **Temperatura**

La temperatura en este proceso de acabado es un factor muy importante porque este ayuda a la fijación de los diferentes auxiliares químicos y del aceite de clavo de olor en el sustrato textil.

Se controló de manera muy meticulosa que la temperatura llegue a un límite máximo de 40°C; los altos grados pueden provocar que la micro emulsión de silicona reaccione de otra forma y se produzcan grumos, como consecuencia el acabado no se fijaría en la tela y la apariencia sería poco agradable.

- **Determinación de pH**

En el micro encapsulado el pH del baño debe estar en un valor de 5 que es una solución ácida. El pH se lo puede medir mediante un peachímetro que es un instrumento digital o con el papel pH.



Figura 20. *Medidor de pH digital*

Fuente: *(Valiometro, Tocnomab Soluciones Generales SAC, 2021)*

- **Concentración de aceite de clavo de olor**

La concentración del aceite de clavo de olor se realizó en cantidades del 25%, 50%, 75% y 100% para de esta manera contar con más datos al momento de realizar el análisis de resultados, se seleccionaron 2 muestras por dosis de ACO, el porcentaje de micro emulsión de silicona se aplicó al 90% en todos los especímenes.

- **Curva de acabados**

En la realización del micro encapsulado es necesario aplicar una curva de procesos en el que se detalle el tiempo, temperatura, los productos químicos a utilizar y gradientes, los mismos se encuentran en la siguiente figura.

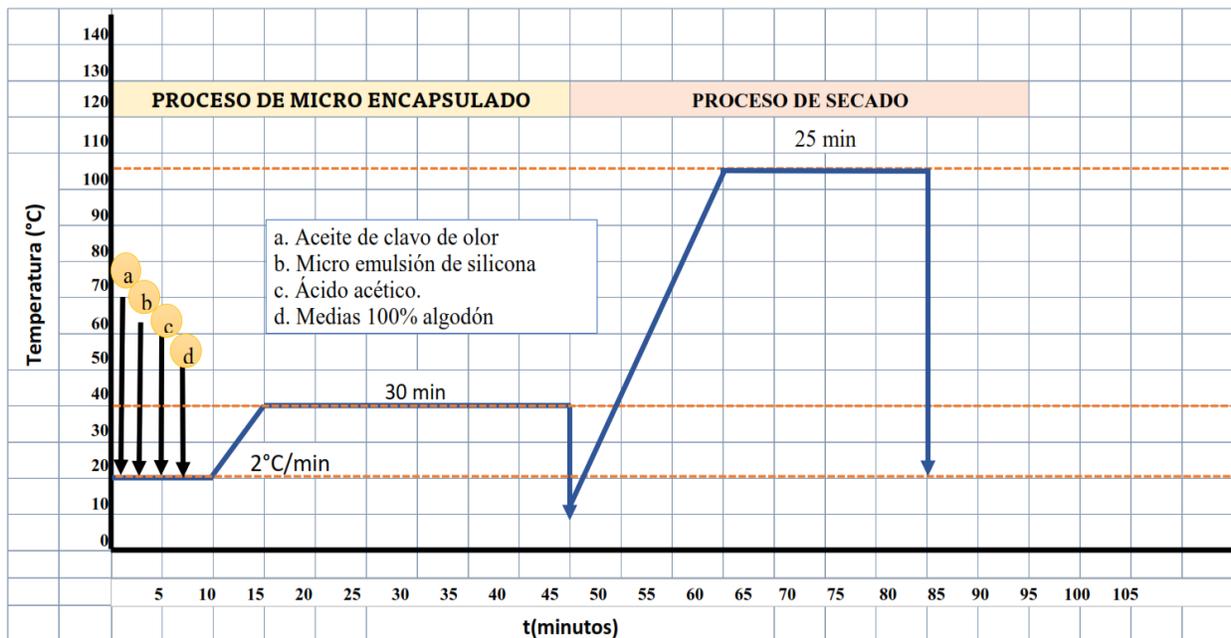


Figura 21. Curva de acabados del proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor
Fuente: Propia

3.5.1. Parámetros

En la realización del micro encapsulado es importante tener en cuenta algunos parámetros que se enfocan en el correcto efecto de los diferentes productos sobre el textil. Estos datos son importantes al momento de hacer el acabado antimicrobiano.

Las concentraciones de aceite de clavo de olor y de los otros auxiliares es de suma importancia para la realización de este trabajo de investigación porque de estos dependerá el obtener el acabado antimicrobiano o no. Los diferentes parámetros se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Parámetros a controlar en el proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor

Parámetros	
Parámetros por controlar	Valores
Temperatura	Máximo 40°C (temperatura que soporta la micro emulsión de silicona)
Tiempo de agotamiento	30 minutos
PH del baño	5 (ácido)
Disolución de ACO y auxiliares	Disolución en agua fría

Fuente: *Propia*

Las concentraciones del clavo de olor y de los demás auxiliares están ligados a la relación de baño y esta a su vez depende del peso del sustrato textil a utilizar. Para el desarrollo del acabado se toma como punto de partida las siguientes concentraciones de ACO 25%, 50%, 75% y 100%.

3.5.2. Materiales y equipos utilizados

Para el proceso de micro encapsulado se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

Tabla 8.

Equipo y materiales para el proceso de micro encapsulación

Equipos y materiales	
Equipo	➤ Autoclave
Instrumentos	➤ Balanza analítica
	➤ Vasos de precipitación
	➤ Agitador
	➤ Tijeras
	➤ Pipeta

Equipos y materiales	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vidrio reloj ➤ Cuchara
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guantes ➤ Instrumento medidor de pH digital ➤ Bolsas Zip
Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medias tobilleras lisas de algodón 100%
Auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ácido acético ➤ Micro emulsión de silicona
Producto antimicrobiano	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceite de clavo de olor

Fuente: *Propia*

El equipo y los instrumentos deben estar previamente esterilizados para no tener variaciones al momento de la realización de las pruebas antimicrobianas

3.5.3. Aceite de clavo de olor

3.5.3.1. Ficha técnica del Aceite de clavo de olor.

El aceite de clavo de olor cuenta con varias propiedades, como son: refrescar y aliviar la piel, hidratante, estimulante, antiestrés, antimicrobiano, además de ser ideal para la realización de masajes y para aroma terapia.



Figura 22. Aceite de clavo de olor
Fuente: *Propia*

El aceite de clavo de olor cuenta con las siguientes características, las mismas que se muestra en la posterior figura.



Figura 23. Ficha del aceite de clavo de olor
Fuente: Propia

3.5.4. Silicona

3.5.4.1. Ficha técnica de la micro emulsión de silicona.

El producto fue aplicado en la elaboración de micro encapsulado de aceite de clavo de olor en medias de algodón 100%. Dr.Petry (2021) afirma que:

La micro emulsión de silicona brinda a los textiles un tacto suave y voluminoso, este no altera la capacidad de absorción de los sustratos que fueron sometidos al acabado, en fibras celulósicas como el algodón ofrece efectos de hidrofiliad bastante buenos. (pág.1)

Observar la ficha técnica en el [Anexo N° 2](#)



Figura 24. Micro emulsión de silicona
Fuente: Propia

3.5.5. Descripción del proceso

El proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor en medias de algodón 100% se realizó de la siguiente manera:

- **Paso 1. Preparación de las medias 100% Co**

Selección de muestras (medias 100% Co) y pesaje de estas. Observar PROCESO DE ACABADO



Figura 25. *Pesaje de las medias de algodón*
Fuente: *Propia*

- **Paso 2. Cálculo de los litros de agua y productos auxiliares**

Para obtener el volumen de agua para realizar el acabado, se procedió a calcular de acuerdo con el peso obtenido de la media de algodón 100%.

En el cálculo de la cantidad en gramos de los diferentes auxiliares químicos, aceite de clavo de olor, micro emulsión de silicona se aplicó la siguiente fórmula:

Fórmula

$$\text{Cantidad de auxiliar} = \frac{\text{Peso material} \times \%}{100}$$

Los porcentajes que se calcularon son de 25%, 50%, 75% y 100% de clavo de olor y de la micro emulsión de silicona será del 90 % en todas las muestras. Una vez obtenido las cantidades de los diferentes productos se procedió al pesaje de cada uno de ellos. Observar *Anexo N° 4*

Como se ha mencionado en líneas anteriores, el baño para el acabado debe estar en un pH de 5-6 que corresponde a un pH ácido, esto se logró con la aplicación del ácido acético, la solución debe estar con esa acidez para que la micro emulsión de silicona reaccione.

- **Paso 3. Proceso de micro encapsulado de aceite de clavo de olor.**

Para iniciar el proceso de micro encapsulado se aplicó la curva de acabados que se presentó en líneas anteriores; a 20°C se añade el primer auxiliar que es el aceite de clavo de olor, después de pocos minutos se colocó la micro emulsión de silicona y así sucesivamente los demás productos; al ir colocando las diferentes sustancias se debe mover la solución con ayuda de un agitador. Observar *Anexo N° 5*

Una vez colocado todos los auxiliares químicos y el aceite de clavo de olor en el agua se procedió a introducir el sustrato textil en el baño, observar *Anexo N° 5*, posteriormente se mueve la solución con la tela de manera muy cuidadosa para evitar daños al material y de esta manera la tela empieza a absorber las sustancias de forma lenta.

Seguidamente se colocó los vasos en el equipo (Autoclave), observar *Anexo N° 6*, se programó la curva de acabados, la temperatura comenzó a ascender hasta los 40°C con un gradiente de 4°C/min, una vez llegado a los 40°C se mantiene durante 30 minutos para que los productos se fijen en la fibra.

Posteriormente al culminar el tiempo de agotamiento se procedió a enfriar la máquina y se retira los vasos para botar el baño. Observar *Anexo N° 7*

Finalmente se envió las muestras húmedas a un proceso de secado. Observar *Anexo N° 8*

3.5.6. Aplicación del aceite de clavo de olor en las medias 100%Co

El aceite de clavo de olor se aplicó en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% y la micro emulsión de silicona al 90%.

En las siguientes tablas (fichas de muestras) se señala cada uno de los ensayos realizados en el laboratorio de pruebas físicas y químicas de la carrera de Ingeniería Textil de la Universidad

Técnica del Norte, en el cual se detalla la composición del material textil, el peso, los productos químicos y las cantidades empleadas en el desarrollo del acabado de micro encapsulación de aceite de clavo de olor y temperatura aplicada.

Se realizó un análisis visual del baño una vez culminado el proceso de acabado porque se observó residuos de aceite de clavo de olor en el agua, las cuales se calificaron utilizando una escala de valoración bastante sencilla; de esta manera se pudo ver si el clavo de olor penetró en la fibra o por el contrario todo quedó en el baño.

Tabla 9.

Escala de valoración visual

Escala de valoración	Valor
No se visualiza residuos de aceite de clavo de olor	Excelente
Se visualiza un poco de residuos de aceite de clavo de olor	Bueno
Se visualiza abundante residuo de aceite de clavo de olor	Regular

Fuente: *Propia*

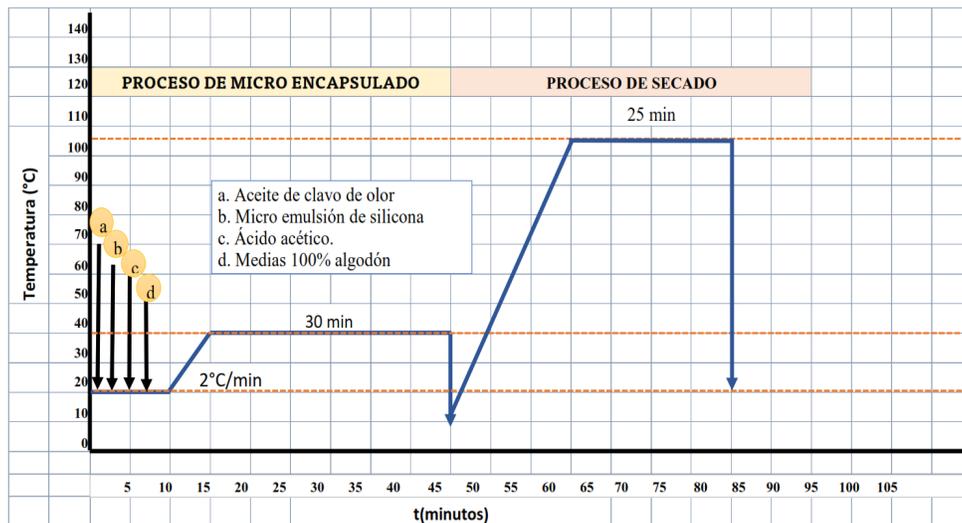
En cuanto al aspecto visual del sustrato textil no presentó ninguna alteración ninguna de las muestras, adquirieron un aroma agradable característico del aceite de clavo de olor, además las medias de 100% algodón presentaron un aspecto suave y no indicaron un tacto desagradable.

Tabla 10.

Medias tobilleras de algodón al 25% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:01	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	9,801		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	G
Micro emulsión de silicona:		90	8,82
Aceite de clavo de olor:		25	2,45
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

Observaciones:

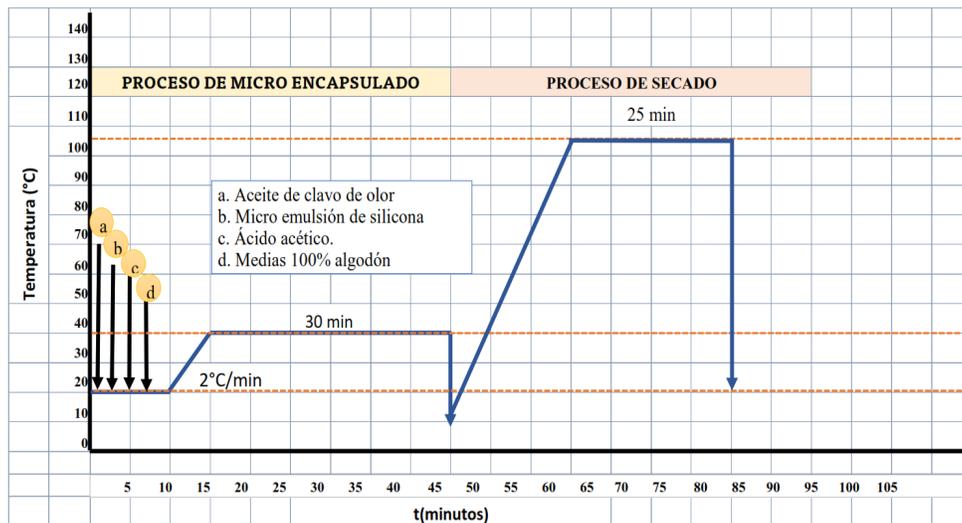
- Según la escala de valor establecida (Tabla 9), en la muestra N°1 al 25% de aceite de clavo de olor no se visualizó residuos del producto antibacterial en el baño, razón por la cual se otorgó un valor de excelente porque visualmente el aceite penetró por completo en el sustrato.

Tabla 11.

Medias tobilleras de algodón al 25% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:02	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	9,882		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	g
Micro emulsión de silicona:		90	8,89
Aceite de clavo de olor:		25	2,47
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

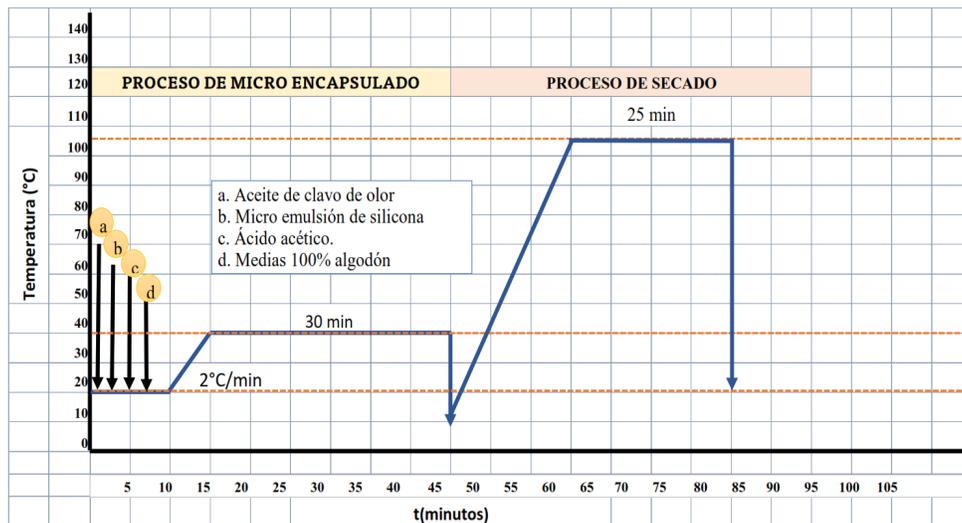
Observaciones:

- Según la escala de valor establecida (**Tabla 9**), en la muestra N°2 al 25% de aceite de clavo de olor no se visualizó residuos del producto antibacterial en el baño, por el cual se confirió un valor de excelente porque visualmente el aceite penetró por completo en el sustrato.

Tabla 12.

Medias tobilleras de algodón al 50% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:03	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	10,014		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	G
Micro emulsión de silicona:		90	9,01
Aceite de clavo de olor:		50	5,00
Ácido acético:	0,1		
Curva de procesos			



Fuente: Propia

Observaciones:

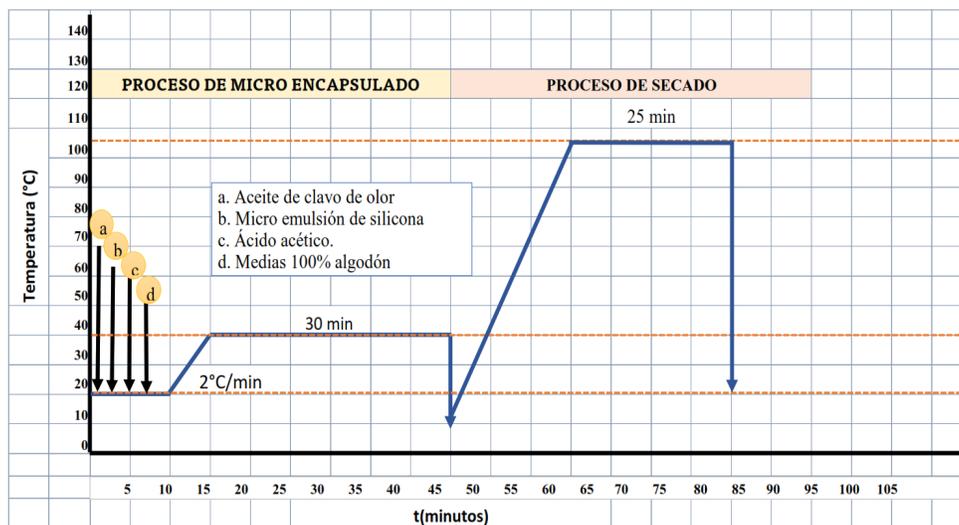
- Según la escala de valor establecida (**Tabla 9**), en la muestra N°3 al 50% de aceite de clavo de olor se visualizó un poco de residuo del producto antibacterial en el baño, por lo que se confirió una valoración de bueno, esto debido a que visualmente la mayor parte del aceite penetró en el sustrato.

Tabla 13.

Medias tobilleras de algodón al 50% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:04	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	10,124		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	g
Micro emulsión de silicona:		90	9,11
Aceite de clavo de olor:		50	5,06
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

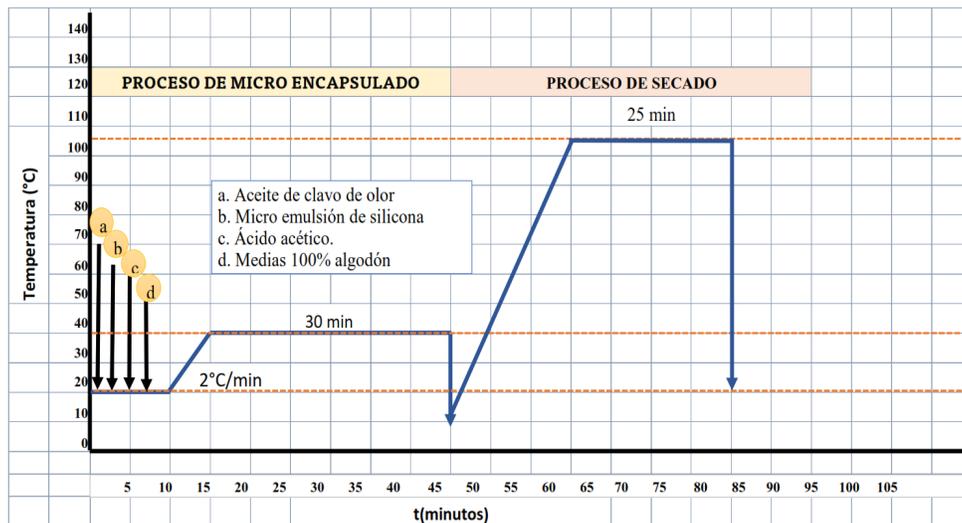
Observaciones:

- Según la escala de valor establecida (**Tabla 9**), en la muestra N°4 al 50% de aceite de clavo de olor se visualizó un poco de residuo de aceite en el baño, razón por la cual se otorgó una valoración de bueno, esto debido a que visualmente se observa que la mayor cantidad del producto antibacterial penetró en el sustrato.

Tabla 14.

Medias tobilleras de algodón al 75% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:05	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	9,984		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	g
Micro emulsión de silicona:		90	8,99
Aceite de clavo de olor:		75	7,49
Ácido acético:	0,1		
Curva de procesos			



Fuente: Propia

Observaciones:

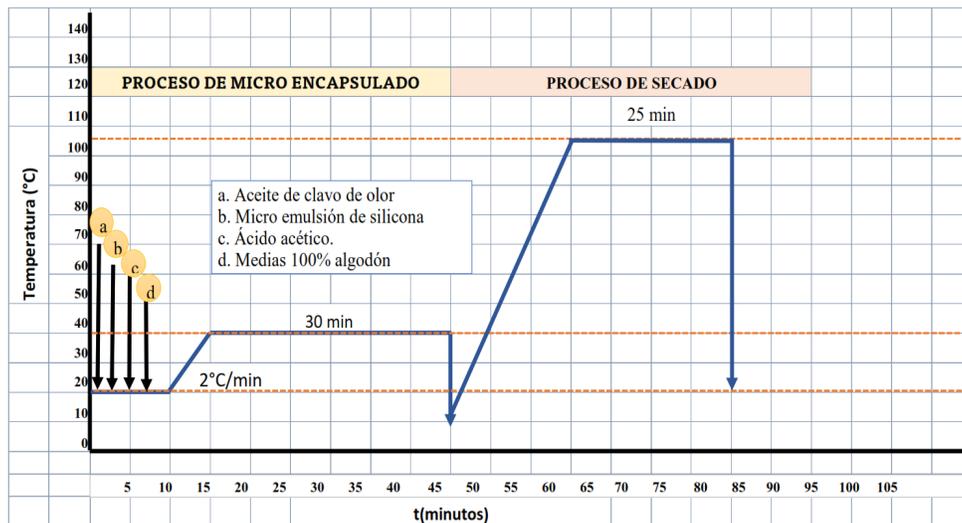
- Según la escala de valor establecida (**Tabla 9**), en la muestra N°5 al 75% de aceite de clavo de olor se visualizó un poco de residuo de aceite en el baño, razón por la que se otorgó una valoración de bueno.

Tabla 15.

Medias tobilleras de algodón al 75% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:06	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	10,079		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	g
Micro emulsión de silicona:		90	9,07
Aceite de clavo de olor:		75	7,55
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

Observaciones:

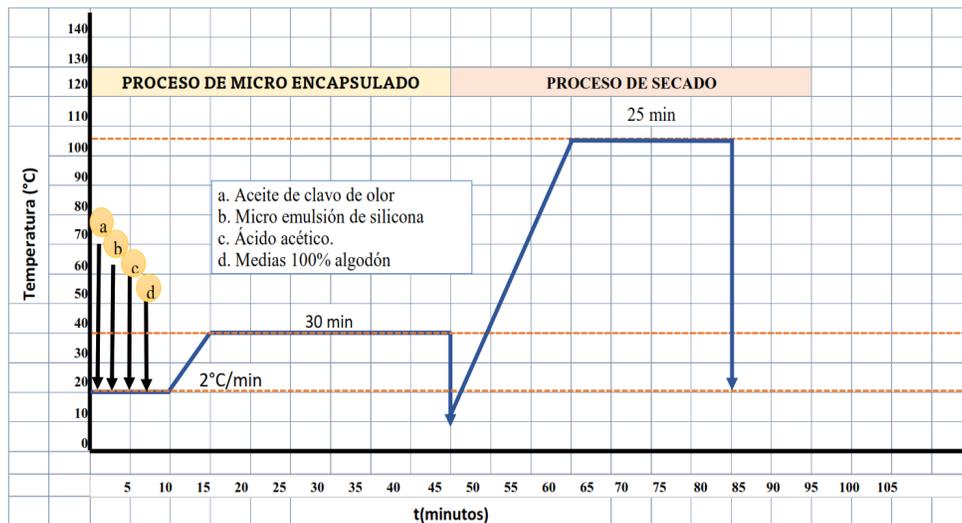
- Según la escala de valor establecida (Tabla 9), en la muestra N°6 al 75% de aceite de clavo de olor se visualizó un poco de residuo del producto antibacterial en el baño, por la cual se otorgó una valoración de bueno porque el aceite si penetró en el sustrato en su mayor parte.

Tabla 16.

Medias tobilleras de algodón al 100% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:07	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	9,944		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	G
Micro emulsión de silicona:		90	8,94
Aceite de clavo de olor:		100	9,94
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

Observaciones:

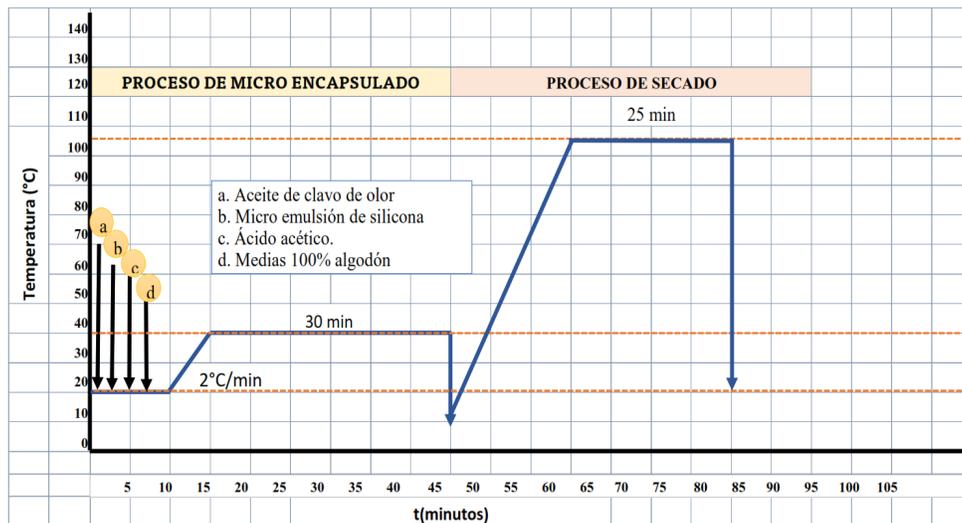
- Según la escala de valor establecida (*Tabla 9*), en la muestra N°7 al 100% de aceite de clavo de olor se visualizó abundante residuo de aceite en el baño, razón por la cual se otorgó una valoración de regular porque el producto antibacterial no penetró por completo en el sustrato.

Tabla 17.

Medias tobilleras de algodón al 100% de aceite de clavo de olor.

Ficha de muestras			
Características del textil		Muestra N°:08	
Material:	100% algodón		
Peso (g):	9,960		
Condiciones del proceso de Micro encapsulado			
Equipo:	Autoclave		
pH:	5-6		
Temperatura (°C):	40		
R/B:	1:10		
Auxiliares			
Productos	mg/l	%	G
Micro emulsión de silicona:		90	8,96
Aceite de clavo de olor:		100	9,96
Ácido acético:	0,1		

Curva de procesos



Fuente: Propia

Observaciones:

- Según la escala de valor establecida (Tabla 9), en la muestra N°8 al 100% de aceite de clavo de olor se visualizó abundante residuo de aceite en el baño, razón por la cual se otorgó una valoración de regular porque el producto antibacterial penetró en muy poca cantidad.

Capítulo IV.

PRUEBAS DE LABORATORIO

4.1. Pruebas de laboratorio

4.1.1. Prueba antibacterial

Se desarrolló la prueba antimicrobiana en los laboratorios de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la carrera de Agroindustrias de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) perteneciente a la universidad Técnica Del Norte, los ensayos fueron realizados por un docente especialista en este tipo de ensayos.

Para la prueba bacteriológica se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:2006 (adaptado) con el cual se determinó la cantidad de microorganismos aerobios presentes en el sustrato textil. Se realizaron dos repeticiones por cada muestra para obtener datos más precisos.

4.1.1.1. *Materiales utilizados.*

En la realización del cultivo de bacterias se aplicó los siguientes materiales e insumos:

Tabla 18.

Materiales aplicados en las pruebas bacteriológicas.

Materiales utilizados	
Equipo	<ul style="list-style-type: none">➤ Autoclave de laboratorio FICAYA➤ Horno para cultivo de bacterias
Instrumentos	<ul style="list-style-type: none">➤ Balanza analítica➤ Frascos boeco de 500ml➤ Micropipeta
Insumos	<ul style="list-style-type: none">➤ Guantes quirúrgicos➤ Alcohol antiséptico
Materiales utilizados	

Materia prima	➤ Medias tobilleras lisas de algodón 100%
Auxiliares	➤ Agua destilada ➤ Agua de Peptona
Material para recuento	➤ Placas petrifilm

Fuente: *Propia*

4.1.1.2. Descripción del proceso.

De acuerdo con lo señalado por el docente encargado de la realización del análisis bacteriológico, se hizo los siguientes pasos:

- **Paso 1. Preparación de la disolución (agua de peptona)**

Se hace una disolución del agua de peptona con agua destilada, este se utilizó como medio de cultivo para las bacterias. Observar **Anexo N° 17**

- **Paso 2. Pesaje de las muestras (medias de algodón 100%)**

Se utilizó una cantidad de 5g de cada una de las muestras con porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% de aceite de clavo de olor.

- **Paso 3. Proceso de cultivo de bacterias**

Primeramente, se colocó las muestras de medias en los frascos boeco de 500 ml, después se colocó la disolución del agua de peptona en los frascos, se cierran los mismos y se deja reposar por unos minutos, una vez culminado el tiempo se procedió a realizar el cultivo de las bacterias en las placas petrifilm con ayuda de la micropipeta. Observar **Anexo N° 18**

- **Paso 4. Incubación de bacterias**

Finalmente las placas fueron reservadas en el horno a una temperatura de 30°C por un tiempo de 72 horas, al culminar el tiempo se procedió al conteo de bacterias. Observar **Anexo N° 19**

4.1.2. Prueba de solidez al lavado

Se desarrolló la prueba de lavado aplicando la norma Método 61-2013 AATCC “Solidez del color al lavado acelerado (adaptado)”, en el cual se detalla los parámetros, materiales y auxiliares que se aplicaron en las diferentes muestras, mismas que ya fueron realizadas el acabado de micro encapsulado con distintos porcentajes de aceite de clavo de olor.

El método 61-2013 AATCC Solidez al lavado brinda varias pruebas del cual se seleccionó el test No.3A y se adaptó para realizar en medias deportivas sin la necesidad de cortar la muestra. La prueba hace la simulación de cinco lavados caseros el cual dura un tiempo de 45 minutos a una temperatura de 71 °C.

4.1.2.1. Materiales y equipos utilizados.

Para el proceso de lavado fueron necesarios los siguientes materiales e insumos:

Tabla 19.

Equipo y materiales para el proceso de prueba de solidez al lavado.

Equipos y materiales	
Equipo	➤ Autoclave
Instrumentos	➤ Balanza analítica
	➤ Vasos de precipitación
	➤ Agitador
	➤ Pipeta
	➤ Vidrio reloj
	➤ Cuchara
Materia prima	➤ Medias tobilleras lisas de algodón 100%
Auxiliares	➤ Detergente en polvo
	➤ Detergente líquido
	➤ Agua destilada

Fuente: *Propia*

4.1.2.2. Condiciones de las pruebas de lavado.

En la realización del lavado es importante tomar en cuenta las siguientes condiciones, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 20.

Condiciones de las pruebas de lavado del Método 61-2013 AATCC

Condiciones de las pruebas						
Test N°.	Temperatura (°C)	Volumen total de agua destilada (ml)	Porcentaje de detergente en polvo del volumen total	Porcentaje de detergente líquido del volumen total	No. Bolas de acero	Tiempo (min)
1^a	40	200	0.37	0.56	10	45
1B^c	31	150	0.37	0.56	0	20
2A	49	150	0.15	0.23	50	45
3^a	71	50	0.15	0.23	100	45

Fuente: *Adaptado de (AATCC, 2015)*

De las diferentes pruebas se seleccionó el Test N° 3A en el cual se aplicó un volumen de 100 ml de agua destilada para no cortar el sustrato textil, la cantidad de detergente en polvo es de 0.15%, el porcentaje de detergente líquido es de 0.23%; la temperatura del lavado es de 71°C por un tiempo de 45 minutos.

4.1.2.3. Curva de lavado.

Para el desarrollo del lavado se aplicó una curva en el cual se detallan el tiempo, temperatura, los productos químicos a utilizar y gradientes, los mismos se encuentran en la siguiente figura.

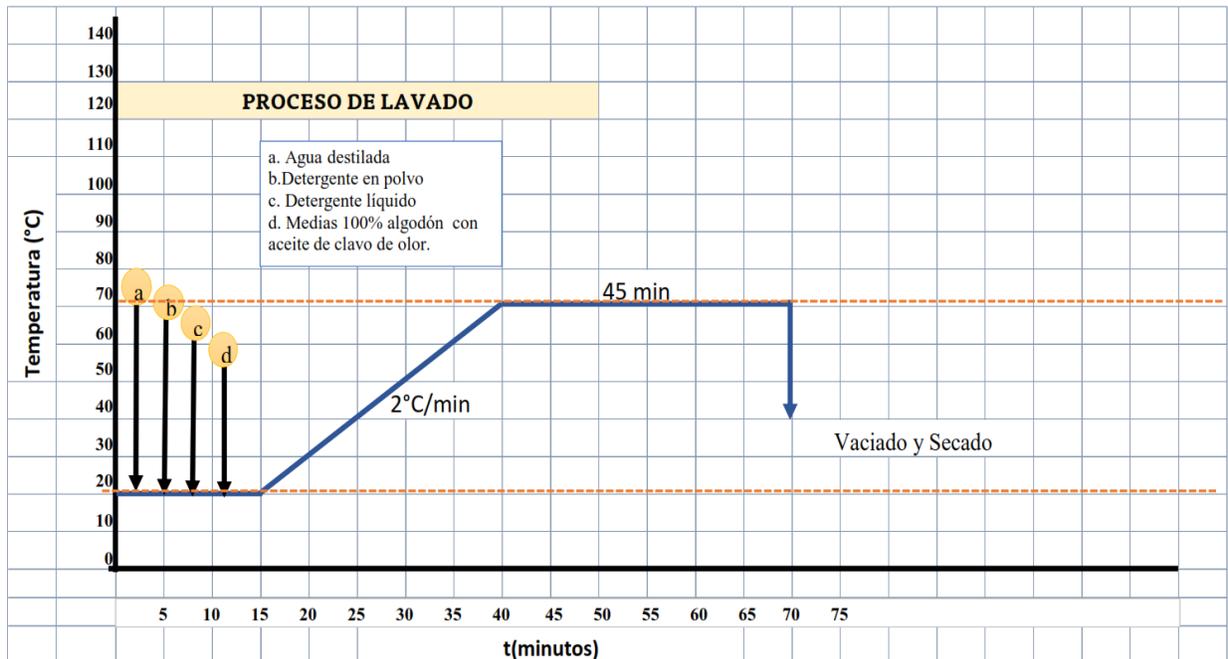


Figura 26. Curva del proceso de lavado
Fuente: Propia

4.1.2.4. Descripción del proceso.

El proceso de lavado de las medias de algodón 100% con acabado se realizó de la siguiente manera:

- **Paso 1. Pesaje de las muestras (medias de algodón 100%)**

Se seleccionó una muestra por porcentaje de clavo de olor aplicado, tomando así cuatro muestras con porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%. Una vez elegidas las muestras se procedió al pesaje de cada una de ellas. Observar Anexo N° 9

- **Paso 2. Pesaje de auxiliares para el proceso de lavado**

Los pesajes de los auxiliares se realizaron de acuerdo con lo establecido en la tabla de condición del Método 61 AATCC Test 3A (Tabla 20). Observar Anexo N° 10

- **Paso 3. Proceso de lavado de las muestras.**

Primeramente, para dar inicio al proceso se aplicó una curva de proceso de lavado que se presentó en líneas anteriores; a una temperatura de 20°C se añade los auxiliares (Detergente) en

los vasos, a medida que se colocan los auxiliares se mueve el baño con ayuda de un agitador. Observar **Anexo N° 11**

Al culminar de colocar todos los auxiliares en los vasos, se procedió a colocar los sustratos textiles en los vasos, observar **Anexo N° 11**; posteriormente se mueve la solución con ayuda de un agitador, los movimientos se los realizaron con mucho cuidado para evitar maltratos al material.

Posteriormente se colocaron los vasos en el equipo autoclave y se programó la curva de procesos en la máquina, observar **Anexo N° 12**; la temperatura de inicio es de 20°C, al llegar a los 71°C se mantuvo por un tiempo de 45 minutos como lo indica en la **Tabla 20**.

Una vez culminado el tiempo de lavado de 45 minutos se procedió a enfriar la máquina para evitar posibles accidentes, al terminar el proceso de enfriado se retiró los vasos del autoclave, observar **Anexo N° 13**; se bota el baño y se retira las muestras, observar **Anexo N° 14**

Finalmente se secan las muestras al ambiente.

Capítulo V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Resultados.

Una vez realizado el acabado antimicrobiano con aceite de clavo de olor en las medias 100% algodón se procedió a la entrega de cada una de las muestras a las personas para que sean utilizadas durante el tiempo que es de un día, observar *Anexo N° 16* al culminar esto se realizó la recolección de cada una de las muestras las cuales fueron enviadas al laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) perteneciente a la universidad Técnica Del Norte para sus respectivos análisis.

Los resultados obtenidos en el laboratorio de microbiología se plasman en las siguientes tablas.

5.1.1. Tabla de la prueba antibacteriana

Se envió al laboratorio muestras sin acabado y otras con diferentes concentraciones de aceite de clavo de olor al 25%, 50%, 75% y 100%, obteniendo así los siguientes resultados que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 21.

Resultado general de ensayos antimicrobianos.

ACO (%)	UFC/ cm ² - SA	UFC/ cm ² - CA	UFC/ cm ² - CAYL
25	1000000	147000	360000
50	1000000	9500	15500
75	1000000	9600	10200
100	1000000	17200	100000

Fuente: *Propia*

En la **Tabla 21** se describen los diferentes porcentajes de clavo de olor aplicados por el método de micro encapsulado, a su vez se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²** : Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado, **UFC/ cm² - CA:** Unidades formadoras de colonias en muestras con acabado y por último las **UFC/ cm² - CAYL:** Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

En la siguiente tabla se señala el número de bacterias eliminadas y el porcentaje de reducción de estas en cada una de las muestras de diferentes concentraciones de aceite de clavo de olor.

Tabla 22.

Cantidad de bacterias eliminadas y porcentaje de reducción de las muestras.

Análisis bacteriológicos de las muestras de algodón					
ACO (%)	UFC/ cm² - SA	UFC/ cm² - CA	Bacterias eliminadas	reducción de bacterias (%)	Método de ensayo
25	1000000	147000	853000	85,3%	NTE INEN
50	1000000	9500	990500	99,05%	1529-5:2006
75	1000000	9600	990400	99,04%	(adaptado)
100	1000000	17200	982800	98,28%	

Fuente: *Propia*

En la **Tabla 22** se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²** : Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado, **UFC/ cm² - CA:** Unidades formadoras de colonias en muestras con acabado.

En la tabla 22 propuesta anteriormente se obtiene el siguiente análisis: la muestra N°1 al 25% de aceite de clavo de olor presenta una reducción del 85,3% de bacterias, la muestra N°3 al 50% señala una reducción del 99,05% de bacterias, la muestra N°5 al 75% de aceite de clavo de olor indica una disminución del 99,04% y finalmente la muestra N°7 al 100% del producto

antibacterial presenta una reducción del 98,28% de bacterias, por consiguiente podemos indicar que el textil si brinda un efecto antimicrobiano.

Observación general.

Con la aplicación de diferentes porcentajes de aceite de clavo de olor presentó un efecto antimicrobiano, es por esta razón que se puede indicar que los porcentajes más óptimos están al 50% de ACO seguido al 75% de ACO.

5.1.2. Tabla de solidez al lavado

Para comprobar la durabilidad del acabado se realizó una prueba de solidez al lavado aplicando la norma Método 61-2013 AATCC “Solidez del color al lavado acelerado (adaptado)”, el cual simula 5 lavados caseros.

Después de haber realizado las pruebas de lavado se realizó la entrega de las medias a las personas para su uso durante un día, posteriormente se retiró cada una de las muestras, las cuales fueron enviadas al laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad (FICAYA) para sus respectivos ensayos.

Los resultados obtenidos en el laboratorio de microbiología se plasman en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla se muestra el número de bacterias eliminadas y porcentaje de reducción de estas de las diferentes muestras expuestas a un proceso de 5 lavados.

En la tabla 23 se obtiene el siguiente análisis: la muestra N°2 al 25% de aceite de clavo de olor presenta una reducción del 64% de bacterias, la muestra N°4 al 50% de señala una reducción del 98,45% de bacterias, la muestra N°6 al 75% de ACO indica una disminución del 98,98% de bacterias, finalmente la muestra N°8 al 100% del producto antibacterial presenta una reducción del 90% de bacterias, el cual permite determinar que el textil continúa brindando un efecto antimicrobiano y que el acabado es semipermanente.

Tabla 23.

Bacterias eliminadas y porcentaje de reducción tras proceso de lavado.

Análisis bacteriológicos de las muestras de algodón con 5 lavados						
ACO (%)	UFC/ cm² - SA	UFC/ cm² - CAYL	Bacterias eliminadas	% de reducción de bacterias	Método de ensayo	de
25	1000000	360000	640000	64%	NTE INEN 1529-5:2006 (adaptado)	
50	1000000	15500	984500	98,45%		
75	1000000	10200	989800	98,98%		
100	1000000	100000	900000	90%		

Fuente: *Propia*

En la **Tabla 23** se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²:** Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm² - CAYL:** Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

Observación general.

A pesar de que se experimentó un proceso de 5 lavados a las diferentes muestras con porcentajes variados de aceite de clavo de olor, el textil sigue presentando un efecto antimicrobiano, razón por la cual se puede definir que este acabado se encuentra dentro de los acabados semipermanentes.

5.2. Discusión de resultados.

5.2.1. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza de los ensayos bacteriológicos se realizó en el programa estadístico Past 4 y se obtuvo los siguientes datos los cuales se plasman en la tabla 24, en esta se detallan los siguiente: porcentajes de aceite de clavo de olor aplicados en 8 muestras textiles (medias de algodón 100%) y una muestrán sin ningún producto obteniendo así un total de 9

especímenes, también se indican las unidades formadoras de colonias en un cm^2 de las muestras con y sin acabado, así como también de las muestras que fueron sometidas al proceso de lavado.

Tabla 24.

Análisis de la varianza.

 Univariate statistics

	Aceite de clavo d	UFC/ cm^2 - SA	UFC/ cm^2 - CA	UFC/ cm^2 -CAYL
N	4	4	4	4
Min	25	1000000	9500	10200
Max	100	1000000	147000	360000
Sum	250	4000000	183300	485700
Mean	62,5	1000000	45825	121425
Std. error	16,13743	0	33773,17	82142,24
Variance	1041,667	0	4,562509E09	2,698939E10
Stand. dev	32,27486	0	67546,35	164284,5
Median	62,5	1000000	13400	57750
25 prcnil	31,25	1000000	9525	11525
75 prcnil	93,75	1000000	114550	295000
Skewness	0	0	1,983129	1,654651
Kurtosis	-1,2	0	3,940979	2,602299
Geom. mean	55,3341	1000000	21913,42	48843,7
Coeff. var	51,63978	0	147,4007	135,2971

Fuente: *Propia*

En la tabla anterior se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **UFC/ cm^2** : Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm^2 - SA**: Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm^2 - CAYL**: Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

En la tabla 24 se puede observar los datos obtenidos de las 9 muestras realizadas, en dónde se plasma la media de los diferentes valores de las muestras, a su vez da a conocer el error estándar que obtuvo un valor de 82142,24 correspondientes a las unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado, mostrando así una dispersión de datos en comparación a las muestras con acabado que presentó un valor de 33773,17 unidades formadoras de colonias y en las muestras sin acabado un valor de 0 unidades formadoras de colonias.

Por otro lado, en los coeficientes de variación se obtuvo un valor de 147,4007% que es el valor mayor de unidades formadoras de colonias y pertenece a las muestras con acabado, por lo tanto hay una dispersión de datos a diferencia de las muestras expuestas a un proceso de lavado porque se obtuvo un valor de unidades formadoras de colonias de 135,2971% y el valor menor de unidades formadoras de colonias se obtuvo en las muestras sin acabado obteniendo un valor al 0%.

5.2.2. Normalidad de los datos

El análisis de la normalidad se lo realizó utilizando el programa estadístico Past 4 con el fin de conocer el grado de confiabilidad de los datos adquiridos en los diferentes ensayos. Con la aplicación de este programa se evalúan los valores plasmados en la **Tabla 21**; en la tabla 25 se presenta el test de normalidad, el cual indica que según los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson Darling, Lilliefors L, Jarque-Bera JB y p(normal) son $P > 0,05$, dando como resultado una confiabilidad del 95% de los datos obtenidos en los ensayos bacteriológicos proporcionando confiabilidad a los datos analizados.

Tabla 25.

Test de normalidad de datos.

Tests for normal distribution

	Aceite de clavo de ol	UFC/ cm2 - SA	UFC/ cm2 - CA	UFC/ cm2 -CAYL
N	4		4	4
Shapiro-Wilk W	0,9929		0,67	0,7997
p(normal)	0,9719		0,004901	0,1017
Anderson-Darling A	0,1592		0,7371	0,472
p(normal)	0,8576		0,01388	0,1025
p(Monte Carlo)	0,9808		0,0045	0,1057
Lilliefors L	0,1507		0,4141	0,3019
p(normal)	19,7		0,01772	0,2339
p(Monte Carlo)	0,9854		0,0075	0,2058
Jarque-Bera JB	0,3083		0,9498	0,7297
p(normal)	0,8572		0,622	0,6943
p(Monte Carlo)	0,8217		0,006	0,1121

Fuente: *Propia*

En la tabla 25 se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **UFC/ cm²**: Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA**: Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm² - CAYL**: Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

5.2.3. Análisis de resultados

Para un correcto análisis de resultados se aplicó algunas figuras extraídas del programa estadístico Past 4, las mismas que se muestran, a continuación.

- **Graph**

En la figura 27 se detalla en el eje de las “Y” la cantidad de bacterias que el máximo es de 1000000, en el eje de las “X” se plasman los porcentajes de aceite de clavo de olor que es del 25%, 50%, 75% y 100%. Como se puede observar en la figura la línea negra representa a los porcentajes de ACO, la línea roja hace referencia al número de unidades formadoras de colonias que se presentó en las muestras sin acabado, la línea azul hace interpretación de las UFC de las muestras con acabado y la línea verde representa a las UFC de las muestras con acabado que fueron sometidas a un proceso de lavado; como se puede mirar en la figura no hay gran variación entre las muestras UFC/ cm² – CA con las UFC/ cm² – CAYL, afirmando así que al 50 y 75 por ciento de aceite de clavo de olor son las que más inhiben las bacterias.

Graph

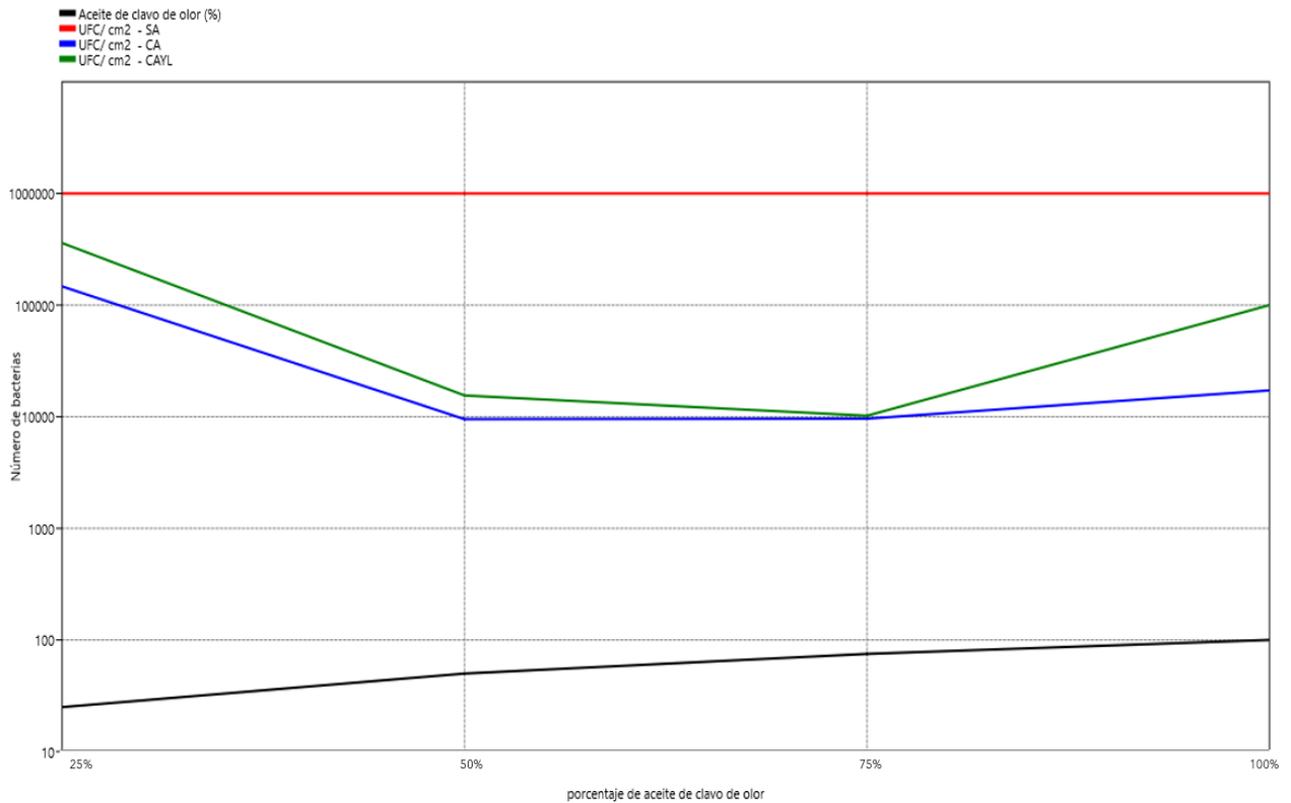


Figura 27. Gráfico general de datos.
Fuente: Propia

En la figura 27 se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²:** Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm² - CAYL:** Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

- **Box plot**

A diferencia de la anterior figura con el Box plot se puede analizar los valores promediados de cada una de las variables, como son: la barra de UFC/ cm² - SA va en crecimiento debido a que al no contener nada de aceite de clavo de olor llega al máximo de UFC/ cm² de 1000000, mientras que los datos de la barra de UFC/ cm² - CA presentó un promedio de unidades formadoras de colonias de 45825 y por último la barra de UFC/ cm² - CAYL señaló un promedio de UFC de 121425, en consecuencia se puede señalar que las medias de 100% algodón con micro encapsulado de ACO después de someterse al proceso de lavado reduce de forma leve su efecto antimicrobiano.

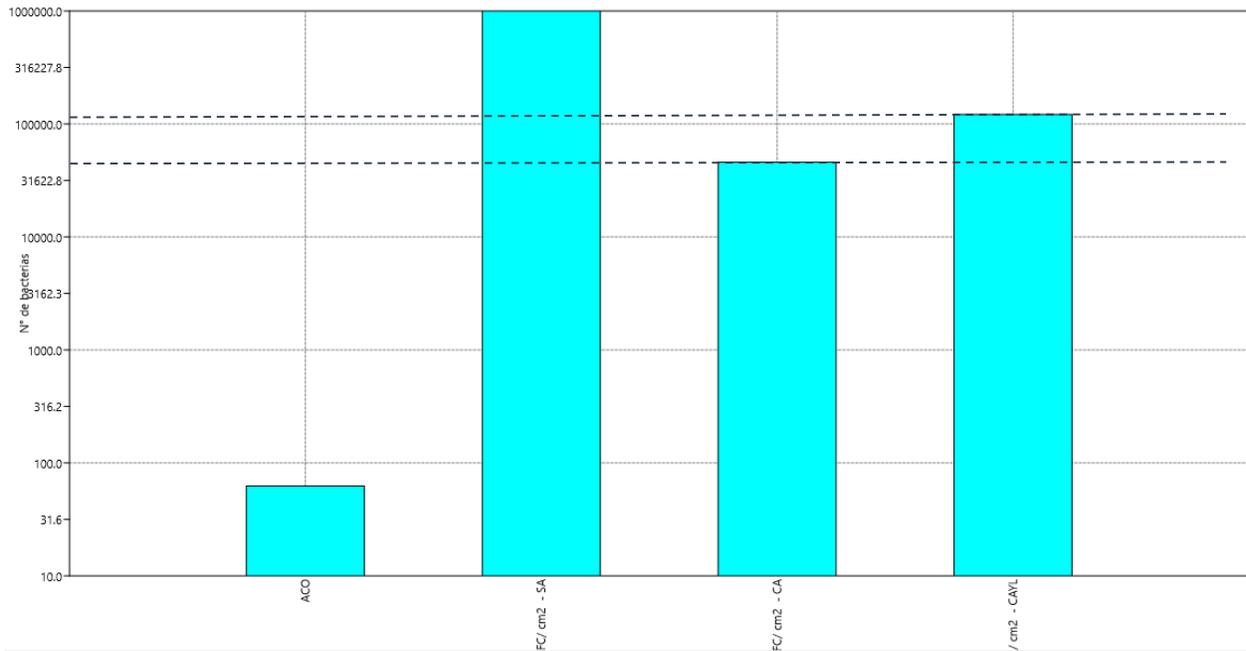


Figura 28. Box plot
Fuente: Propia

En la figura 28 se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²:** Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm² - CAYL:** Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

- **Matrix plot**

En la figura 29, se puede observar en el eje de las “Y” los diferentes porcentajes aplicados de aceite de clavo de olor, siendo el valor 1- 25%, 2-50%, 3-75% y 4-100%, el matrix plot a diferencia de otros gráficos permite analizar donde se encuentra una variación de datos como por el contrario donde permanece constante, es así que se puede contemplar que en el UFC/ cm² – CA al 25% de ACO tiene una variación en comparación con los demás porcentajes esto se debe a que la muestra presentó una cantidad de 147.000 unidades formadoras de colonias que es bastante alto a diferencia de los demás; de la misma forma en la parte derecha del gráfico en el UFC/ cm² – CAYL se visualiza una variación en los sustratos del mínimo y máximo de porcentaje de aceite de

clavo de olor, esto se produce porque después de los 5 lavados el textil con el 25% de ACO señaló un número de 360.000 UFC que es demasiado elevado en relación a las otras muestras, al 100% de ACO presentó una cantidad de 100.000 UFC; por otro parte no existe gran diferencia entre el 50% y 75% y es por esta razón que se puede indicar que estos porcentajes son los más óptimos porque aún después del lavado estos siguieron inhibiendo una gran cantidad de bacterias.

Matrix plot

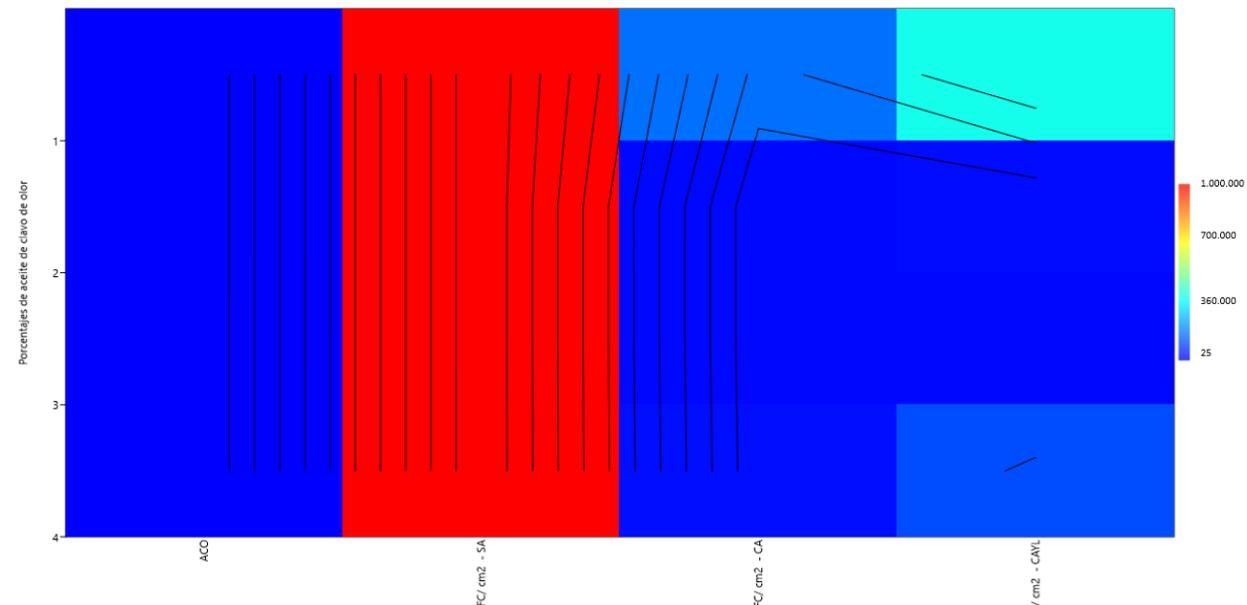


Figura 29. Matrix plot
Fuente: Propia

En la figura 29 se detallan las siguientes abreviaturas que representan: **ACO:** Aceite de clavo de olor, **UFC/ cm²:** Unidades formadoras de colonia, **UFC/ cm² - SA:** Unidades formadoras de colonias en muestras sin acabado y las **UFC/ cm² - CAYL:** Unidades formadoras de colonias en muestras expuestas a un proceso de lavado.

Capítulo VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Mediante el proceso de investigación se examinaron diversas fuentes bibliográficas, tanto físicas como digitales, de las cuales se obtuvo una amplia información sobre las propiedades antimicrobianas y beneficios del aceite clavo de olor, además se realizó la parte práctica del trabajo de investigación el cuál ayudó a concluir que la sustancia aplicada (clavo de olor) en el sustrato textil si posee propiedades antibacteriales.
- Se realizó varias pruebas de micro encapsulado en las medias de algodón 100% en donde se aplicó el aceite de clavo de olor a diferentes porcentajes (25%, 50%, 75% y 100%) para la obtención de un textil antimicrobiano; se utilizó dos productos auxiliares como ácido acético y micro emulsión de silicona, el producto antibacterial se utilizó en un total de 8 muestras (ver ***Figura 18***); según un análisis visual del baño, la muestra al 25 % de aceite de clavo de olor presentó una mejor absorción del producto antibacterial a diferencia de las otras muestras porque no quedaron restos de clavo de olor en el baño.
- Mediante el método NTE INEN 1529-5:2006 (adaptado) se realizaron las pruebas antimicrobianas a las muestras con y sin acabado y tras proceso de lavado los resultados se plasman en la ***Tabla 21***; de acuerdo a los datos obtenidos en los ensayos de las muestras a diferentes concentraciones (24%,50%, 75% y 100%) de aceite de clavo de olor, se concluye que la muestra al 50% de aceite de clavo de olor es el resultado más óptimo porque presentó una reducción de 99,05% de unidades formadoras de colonias a diferencia de las otras muestras.
- Las diferentes muestras fueron expuestas a un proceso de 5 lavados caseros en el cual se utilizó el método 61-2013 AATCC (adaptado) Test N° 3A, posteriormente se enviaron al laboratorio para las pruebas bacteriológicas correspondientes, (ver ***Tabla 23***). Los resultados indicaron que las muestras presentan una reducción de unidades formadoras de colonias del 64% al 98,98% por consiguiente se concluye que a pesar de que se realizó un proceso de lavado sobre las muestras, los textiles continúan presentando un efecto antimicrobiano debido a que aún permanece la sustancia antibacterial (aceite de clavo de

olor) en el sustrato textil por lo tanto el efecto anti bacterial seguirá dándose hasta que el aceite de clavo de olor se desprenda por completo del textil.

- Mediante la aplicación del programa estadístico Past 4 se evaluó el grado de confiabilidad de los datos adquiridos en los diferentes ensayos de las muestras con acabado y expuestas a un proceso de lavado, en donde de acuerdo con los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson Darling, Lilliefors L, Jarque-Bera JB y p(normal) que son $P > 0,05$, dan como resultado una confiabilidad del 95% de los datos, proporcionando confiabilidad a los datos analizados.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar guantes quirúrgicos al momento de haber realizado el proceso de acabado en el sustrato para evitar contaminantes externos que afecten los estudios posteriores.
- Manipular las muestras lo menos posible y mantenerlos en fundas herméticas para que no exista una contaminación cruzada y así evitar datos erróneos en la obtención de resultados al momento de realizar los ensayos bacteriológicos.
- Se recomienda ser muy meticuloso al momento de aplicar la curva de procesos, especialmente en el tiempo y temperatura para evitar fallos en el acabado.
- Para realizar más investigaciones con este producto antibacterial se recomienda aplicar aceite de clavo de olor al 50% y 75%, a su vez utilizar micro emulsión de silicona al 90%, observar la ficha en la *Tabla 12* y *Tabla 14*, además aplicar la curva de procesos establecida en el presente documento.
- Realizar más estudios en diferentes tejidos y fibras que aporten a otros campos como a la industria de la salud en dónde existen varios riesgos por temas de bacteria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AATCC. (2015). *TECHNICAL MANUAL of the American Association of Textile Chemists and Colorists* (Vol. 90).
- Alibaba. (2020). *Máquina de tejer circular de diámetro pequeño DW0910*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/small-diameter-circular-knitting-machine-dw0910-60552016468.html>
- Amazon Fashion. (2021). *Calcetines de mujeres*. Obtenido de <https://www.amazon.com.mx/dp/B08GXFTFC1/?tag=espacio-try-20>
- Annapoorani, S., & Saranya, K. (s.f.). *FINISHES IN FABRICS*. Obtenido de https://gcwgandhinagar.com/econtent/document/1587449364FINISHES_IN_FABRICS.pdf
- ASOLENGIN . (30 de diciembre de 2015). *MICROENCAPSULADOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL*. Obtenido de <https://asolengin.wordpress.com/2015/12/30/microencapsulados-en-la-industria-textil/comment-page-1/>
- Benavides Portilla, K. E. (17 de abril de 2017). *Acabado antibacterial en calcetines de acrílico con triclosán (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del norte, Imabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6615>
- Bernad, C. (18 de noviembre de 2020). *El clavero*. Obtenido de <https://www.cocinayaficiones.com/clavo-de-olor-o-girofle-apuntes/>
- Buentex Machinery Trading Co.,Ltd. (2019). *Sanforizadora*. Obtenido de <https://buentex.com/es/product/sanforizer.html>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *ELSEVIER*,94(3), 223-253. Obtenido de https://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/Burt_Essential_Oils_A_Review_2004.pdf
- Capablanca Francés, L. (2008). *Evaluación de la Adhesión y Permanencia de Microcápsulas sobre Tejidos de Algodón(Tesis de Pregrado)*. Recuperado el 17 de abril de 2021, de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12176/TesisMaster_Capablanca.pdf?s
- Cedeño, S. (5 de julio de 2020). *Cómo usar clavo de olor en remedios para mejorar la digestión. Mejor con Salud*.

- Chugá Chamorro, V. V. (17 de enero de 2013). *Acabado a base de microemulsión de silicona como retardante de fuego en las prendas de vestir (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1052>
- Colomera Ceba, A. (2003). Microencapsulación para aplicaciones textiles. ICE. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/15305998/microencapsulacion-para-aplicaciones-textiles-revistasice>
- Cucas Caiza, Y. A. (15 de octubre de 2020). *Aplicación y análisis del uso de látex, resina y silicona en tejidos de lana 100% como un acabado Anti-Pilling (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del norte, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10656>
- Cuenca, C. (2019). *APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN VIEJA AZUL (ANDINOACARA RIVULATUS) (tesis de pregrado)*. Obtenido de UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, MACHALA: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13828/1/DE00001_TRABAJODETITULACION.pdf
- Debjit, B., Sampath, K., Akhilesh, Y., Shweta, S., Shravan, P., & Amit, S. (2012). Recent Trends in Indian Traditional Herbs Syzygium aromaticum and its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 14. Obtenido de <https://www.phytojournal.com/archives/2012/vol1issue1/PartA/1.pdf>
- Diario de Ciencia, Producción y Tecnología (DCA NEWS). (26 de diciembre de 2014). *MIEL y MICROENCAPSULADO. CARCETINA-ÁCIDOS FENÓLICOS*. Obtenido de <http://www.diariodeciencias.com.ar/miel-y-microencapsulado-carcetina-acidos-fenolicos-expansion-comercial/>
- Díaz Ortiz, V. C. (junio de 2016). “Efecto inhibitor del aceite esencial de clavo de olor “*Syzygium aromaticum*” como agente antimicrobiano, sobre cepas de *Streptococcus mutans*. Estudio in vitro” (Tesis de Pregrado). Recuperado el 15 de mayo de 2021, de [dspace.uce.edu.ec: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7375/1/T-UCE-0015-380.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7375/1/T-UCE-0015-380.pdf)
- Dr.Petry. (2021). *PERISOFT HS conc. Microemulsión Reutlingen de silicona concentrada* . Obtenido de www.drpetry.de

- Environment Directorate Organisation for Economic Co-operation and Development . (24 de junio de 2004). *EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON TEXTILE FINISHING INDUSTRY* . Obtenido de https://echa.europa.eu/documents/10162/16908203/pt9_oecd_esd_no_7_textile_finishing_industry_en.pdf/2d6bb902-83cc-4ff1-94ef-6e8fb2aab978
- Ferenc, T. (s.f). *Destilación por arrastre con vapor*. Obtenido de <https://www.pinterest.com/pin/684899055806429736/>
- Gálvez, E. (septiembre de 2012). "*EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTISÉPTICO DE DOS PLANTAS DE USO MEDICINAL APAZOTE (Chenopodium ambrosioides) Y CLAVO DE OLOR (Syzygium aromaticum) COMPARADO CON UNA SOLUCIÓN DE IODOPOVIDONA, EN LA PREPARACIÓN DEL AREA QUIRÚRGICA, EN LA CASTRACIÓN DE LECHONES*". Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35293226.pdf>
- García Valladolid, A. (2016). "*EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE CLAVO DE OLOR (Syzygium aromaticum) SOBRE LA CARACTERIZACIÓN Y VIDA ÚTIL DE TOMATES (Solanum lycopersicum) FRESCOS*" (Tesis de Pregrado). Recuperado el 22 de agosto de 2020, de repositorio.unp.edu.pe: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/661/IND-GAR-VILL-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Castro, D., & Rojas Franco, K. (2018). *Evaluación de la capacidad antimicrobiana de la especia Clavo de olor (Syzygium spp.) en aceite esencial en un producto cárnico madurado frente a microorganismos criterio microbiológico según la NTC 1325 (Tesis de pregrado)*. Recuperado el 22 de abril de 2021, de repositorio.ucm.edu.co:8080: <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/2177/Daniela%20Gonzalez%20Castro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, E. (2016). *El Método Científico*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El%20M%C3%A9todo%20Cient%C3%ADfico.pdf>
- Google Maps. (2021). Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@0.3791839,-78.1242904,17z>
- Guamán Obando, K. A. (9 de noviembre de 2017). *Utilización del barro de arcilla proveniente de la empresa pública santa agua de cachimbiro como fuente térmica en camisetas*

- algodón/poliéster*. Obtenido de repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7355:
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7355>
- Guamaní Oña, V. D. (17 de marzo de 2014). *Investigación de un acabado on un aspecto a cuero utilizando silicona en tela de gabardina y su aplicación en chaquetas(tesis de pregrado).Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2647>
- Hernandez, G. (diciembre de 2017). *MÉTODO ANALÍTICO*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf
- Hiervas Medicinales . (2 de noviembre de 2018). *Clavo de olor*. Obtenido de <http://hierbasmedicinales.com.ar/clavo-de-olor/>
- Jácome Jurado, J. A. (2019). *EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE ACEITES ESENCIALES DE CANELA(Cinnamomun verum), JENGIBRE(Zingiber officinale) Y CLAVO DE OLOR (Syzygium aromaticum) PARA APLICACIONES AGROINDUSTRIALES (Tesis de pregrado)*. Recuperado el 30 de agosto de 2020, de [dspace.udla.edu.ec: http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10707/4/UDLA-EC-TIAG-2019-15.pdf](http://dspace.udla.edu.ec:33000/10707/4/UDLA-EC-TIAG-2019-15.pdf)
- Juma Yar, G. E. (24 de marzo de 2014). *Investigación de la microemulsión de silicona como agente de rugosidad en un tejido satín compuesto de poliéster licra aplicado en una colección de vestidos de coctel. (tesis de pregrado). Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2688>
- Kaury store. (2021). *MEDIAS INVISIBLES DE DAMA*. Obtenido de <https://www.kaurystore.com.ar/productos/medias-invisibles-de-dama-art-328/>
- Knitting Industry. (5 de junio de 2015). *Máquina de decofast*. Obtenido de <https://www.knittingindustry.com/santex-to-exhibit-new-decatizing-machine-at-shanghaitex/>
- Krishnendu, D. (s.f.). *SILK FINISHING OBJECTIVE AND METHOD*. Obtenido de <https://www.dacollege.org/smat/Seri-Sem4-Unit5-TEXTILE-TECHNOLOGY.pdf>
- Lara Cevallos, D. E. (11 de julio de 2017). *ELABORACIÓN DE UN ACABADO ANTIMICROBIANO;PLANTILLAS DE ALGODÓN UTILIZANDO CANELA(Tesis de Pregrado)*. Recuperado el 22 de agosto de 2020, de repositorio.utn.edu.ec:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6994/1/04%20IT%20197%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Lee Ivester, A., & Neefus, N. (s.f.). *INDUSTRIA DE PRODUCTOS TEXTILES*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+89.+Industria+de+productos+textiles>

Lee Mejía, B. A., & Núñez, J. (29 de octubre de 2001). *DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS EN LOS PROCESOS DE TEJEDURÍA, TINTORERÍA Y ACABADO DE TELA (TEJIDO DE PUNTO) EN UNA EMPRESA TEXTIL*. Obtenido de biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAP5215_1.pdf:
http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAP5215_1.pdf

Lockuán Lavado, F. (2012). Obtenido de *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SUS CONTROL DE CALIDAD VI. Ennoblecimiento textil*.

Lockuán Lavado, F. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD IV. TEJEDURÍA*.

Lockuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD VI. ENNOBLECIMIENTO TEXTIL*.

Luna Guevara, J. J., López, J. M., Jiménez González, O., & Guevara, L. (junio de 2016). *Microencapsulación de algunos compuestos bioactivos mediante secado por aspersión. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Vol. 5, Núm. 10*. Obtenido de [Dialnet-MicroencapsulacionDeAlgunosCompuestosBioactivosMed-5738794%20\(1\).pdf](http://Dialnet-MicroencapsulacionDeAlgunosCompuestosBioactivosMed-5738794%20(1).pdf):
[http://Dialnet-MicroencapsulacionDeAlgunosCompuestosBioactivosMed-5738794%20\(1\).pdf](http://Dialnet-MicroencapsulacionDeAlgunosCompuestosBioactivosMed-5738794%20(1).pdf)

Maldonado Maldonado, J. S. (10 de febrero de 2015). *Acabado frío- calmante en géneros textiles 100% algodón utilizando substancias orgánicas mediante la encapsulación con micro emulsión de silicona(tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3741>

Marcano, D. (2008). The positive side of bacterias. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 39. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772008000200009

- Maya Serna, M. d., González Echavarría, L., & Restrepo Osorio, A. (2017). Compuestos antimicrobiales para textiles y sus métodos de caracterización. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 43-45. doi:10.22395/rium.v16n31a2
- Mercado Libre. (2021). *Silicona Liquida 500cc*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-705136727-silicona-liquida-500cc-para-hilo-tta-_JM
- Nava, E., Michelena, G., Iliná, A., & Martínez, L. (2015). Microencapsulación de componentes bioactivos. *Investigación y Ciencia*, 23(66), 64-70. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67446014009.pdf>
- Orbe Flores, R. M. (2 de octubre de 2014). *Investigación de una acabado cosmético y humectante natural aplicado a una faja tipo body de algodón(tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3721>
- Organización Mundial de la Salud. (2 de Mayo de 2018). *Calidad del aire y salud*. Recuperado el 15 de agosto de 2020, de World Health Organization: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Parle, M., & Khanna, D. (2011). International Journal of Research in Ayurveda & pharmacy, 2(1). *IJRAP*, 2-3. Obtenido de https://ijrap.net/admin/php/uploads/360_pdf.pdf
- Parra Huertas, R. A. (2011). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 63(2): 5669-5684.
- Parzanese, M. (s.f.). *Tecnologías para la Industria Alimentaria Microencapsulación*. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_20_Microencapsulacion.pdf
- Pírez, M., & Mota, M. (s.f.). Obtenido de Morfología y estructura bacteriana: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/MorfologiayEstructuraBacteriana.pdf>
- Raga, M. (17 de febrero de 2017). *Senderismo y trekking: Calcetines de montaña*. Obtenido de <https://clubsenderismodevalencia.club/senderismo-trekking-calcetines-montana/>
- Ramírez Encalada, E. R. (4 de febrero de 2020). *CONFECIÓN DE TEJIDOS PARA CALCETERÍA EN MÁQUINAS MONOCILÍNDRICAS EN UNA MICROEMPRESA*.
- Sánchez, M. (2021). *Clavo de olor: cuidados, propiedades, y más*. Obtenido de <https://www.jardineriaon.com/clavo-olor.html>

- Sangucho Chisaguano, M. M. (30 de enero de 2018). *Acabado anti-pediculus humanus capitis (piojo) en géneros textiles de algodón con esencias de eucalipto y clavo de olor (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica Del Norte, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7872>
- Teixeira, C. (2010). *Microencapsulation of Perfumes for Application in Textile Industry (tesis doctoral)*. UNIVERSIDADE DO PORTO, Portugal . Obtenido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57560/1/000143206.pdf>
- Valiometro, Tocnomab Soluciones Generales SAC. (2021). *Peachímetro digital tipo lapicero AZ8689*. Obtenido de <https://www.valiometro.pe/peachimetro-digital-tipo-lapicero-az8689>
- Villarroel, G. (diciembre de 2021). *EL MÉTODO COMPARATIVO: ENTRE COMPLEJIDAD Y LA GENERALIZACIÓN* . Obtenido de Rev.Venez.Cienc. Polít.97-120: <http://caelum.ucv.ve/bitstream/123456789/14013/1/EI%20me%CC%81todo%20comparativo.pdf>
- Violeta. (2019). *El Clavo de Olor*. Obtenido de <http://www.florflores.com/el-clavo-de-olor/>

ANEXOS.



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
*Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.
Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13*

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

C E R T I F I C A

Que la señorita Maigua Calapi Samia Narcisa con cédula Nro. 1004493365, estudiante de la Carrera de Textil realizó análisis microbiológicos de muestras textiles, en el laboratorio de Análisis Físico Químico y Microbiológico de la Carrera de Agroindustria bajo el acompañamiento del Ing. Daniel Ruiz Técnico Docente de la Carrera

Ibarra, 12 de agosto del 2021

Lo Certifica,



Ing. Rosario Espin MSc.
COORDINADORA DE CARRERA

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país.

Anexo N° 1. Certificado de los ensayos bacteriológicos.

Fuente: Propia



DR. PETRY
TEXTILE AUXILIARIES

PERISOFT HS conc.

Microemulsión de silicona concentrada

Textilchemie Dr. Petry GmbH

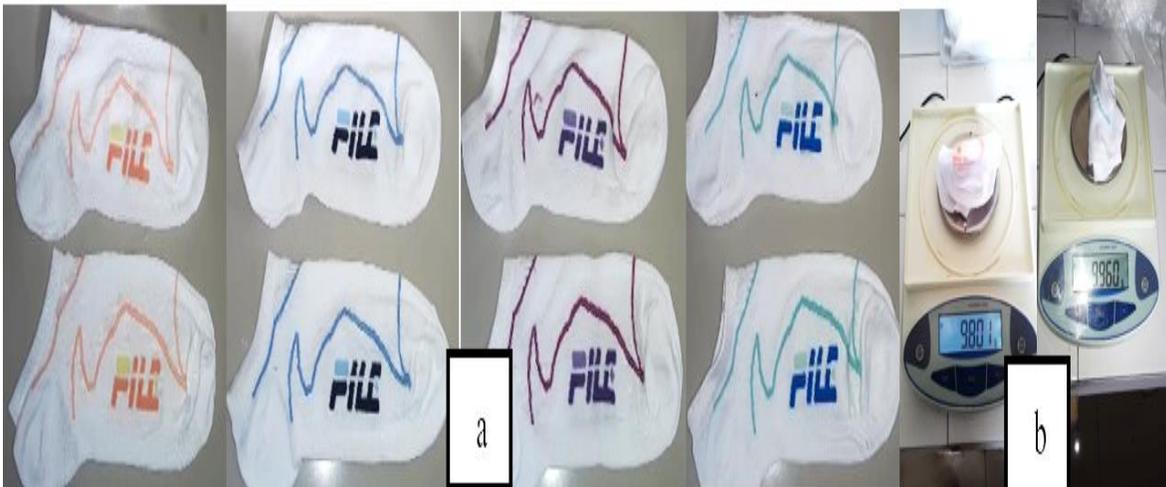
Ferdinand-Lassalle-Straße 57 72770
Reutlingen
Alemania

Telefon + 49 7121 9589-0
Telefax + 49 7121 9589-33

Email office@drpetry.de
Internet www.drpetry.de

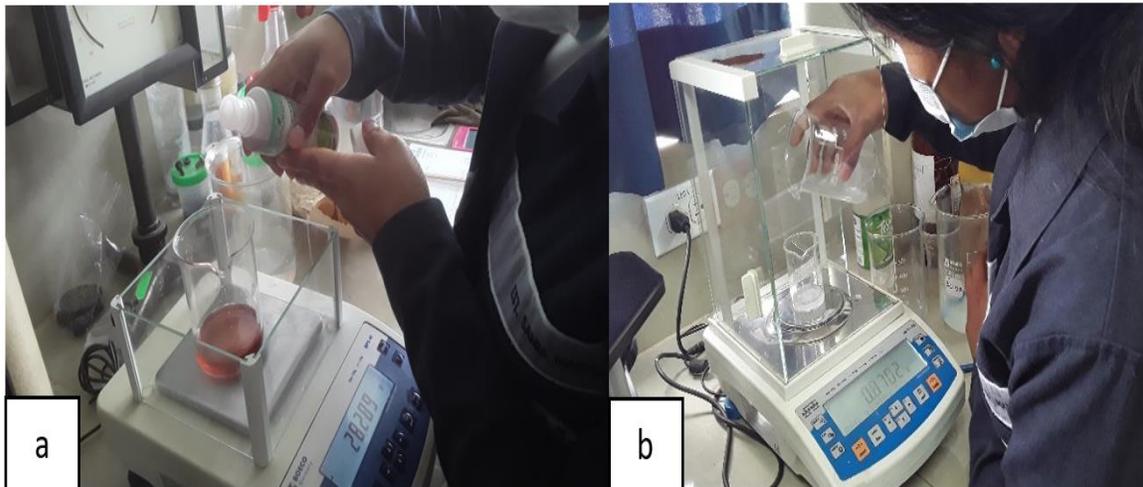
Tipo químico	Polisiloxano modificado
Características	Formulario: emulsión viscosa Color: incoloro - amarillento, claro Olor: suave Solubilidad: fácilmente diluible con agua fría Carácter iónico: ligeramente catiónico valor de pH: 4.0 - 6.0 (100 g / l de agua destilada)
Propiedades especiales	<p>PERISOFT HS conc. ofrece a los textiles un tacto muy suave y voluminoso. El producto no altera la capacidad de absorción de los tejidos acabados. Especialmente en fibras celulósicas PERISOFT HS conc. ofrece efectos hidrofílicos perfectos. Por lo tanto, es muy adecuado para el acabado de toallas de felpa.</p> <p>PERISOFT HS conc. conduce a una alta resiliencia y aumenta la estabilidad dimensional de los tejidos de punto. Se reduce la tendencia al arrugado de los textiles.</p> <p>El producto es muy resistente al amarilleo.</p> <p>PERISOFT HS conc. muestra una muy buena resistencia al cizallamiento y también una buena sustentividad. Estas propiedades permiten su aplicación en el proceso de agotamiento también en máquinas de chorro.</p>
Compatibilidad	PERISOFT HS conc. es compatible con productos catiónicos y no iónicos. Los productos aniónicos pueden provocar precipitaciones. Se recomiendan ensayos previos.
Estabilidad	PERISOFT HS conc. es resistente a ácidos, electrolitos y dureza del agua en concentraciones comunes. El álcali disminuirá la estabilidad del baño. El álcali residual en la tela o el agua de la planta alcalina puede afectar la estabilidad del baño. El uso de PERISOFT HS conc. puede perjudicar la solidez a la vasija de tintura con colorantes dispersos, en particular si el acabado va seguido de un proceso de termofijación.
Alcance	PERISOFT HS conc. es adecuado tanto para fibras naturales como sintéticas. Se consiguen efectos especialmente buenos en la ropa de felpa. Debido a la excelente estabilidad al cizallamiento, PERISOFT HS conc. también se puede aplicar en máquinas de teñir en paquete y a chorro.
Solicitud	PERISOFT HS conc. se puede utilizar tanto en el acolchado como en el proceso de agotamiento. El producto se añade al licor de acabado después de la predilución con agua fría. En el proceso de extracción, el material se trata durante 30 minutos a 40 - 50 ° C y pH 5-6. El proceso de relleno se realiza en frío y sin ajuste de pH.

PROCESO DE ACABADO



Anexo N° 3. Preparación de muestras: a) Selección de especímenes y b) Pesaje de especímenes

Fuente: Propia



Anexo N° 4. Pesaje de los auxiliares para el proceso de micro encapsulado: a) Pesaje de aceite de clavo de olor y b) pesaje de micro emulsión de silicona

Fuente: Propia



Anexo N° 5. Preparación del baño: a) Colocación de químicos en el vaso y b) Colocación del sustrato textil en el baño.

Fuente: Propia



Anexo N° 6. Alimentación al Autoclave: a) Alimentación de los vasos en la máquina y b) Programación de la curva.

Fuente: Propia



Anexo N° 7. Descarga de material: a) Descarga de vasos de la máquina, b) Botar el baño y c) Retiro de material del baño

Fuente: Propia



Anexo N° 8. Proceso de secado de las medias

Fuente: Propia

PROCESO DE SOLIDEZ AL LAVADO



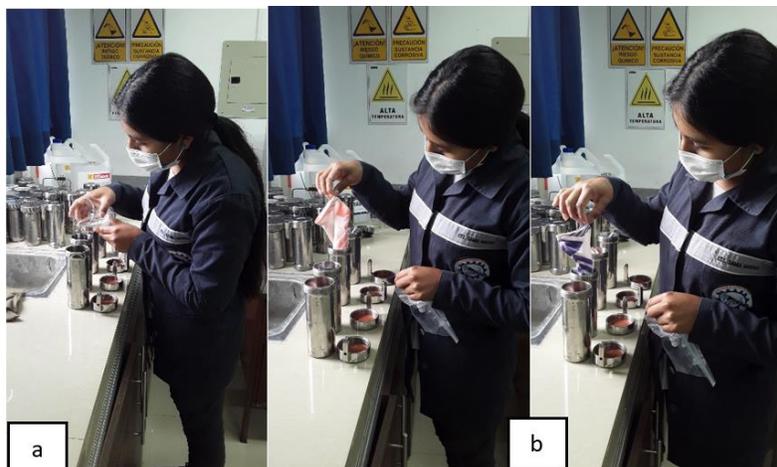
Anexo N° 9. Preparación de muestras para el proceso de lavado: a) Selección de especímenes

Fuente: Propia



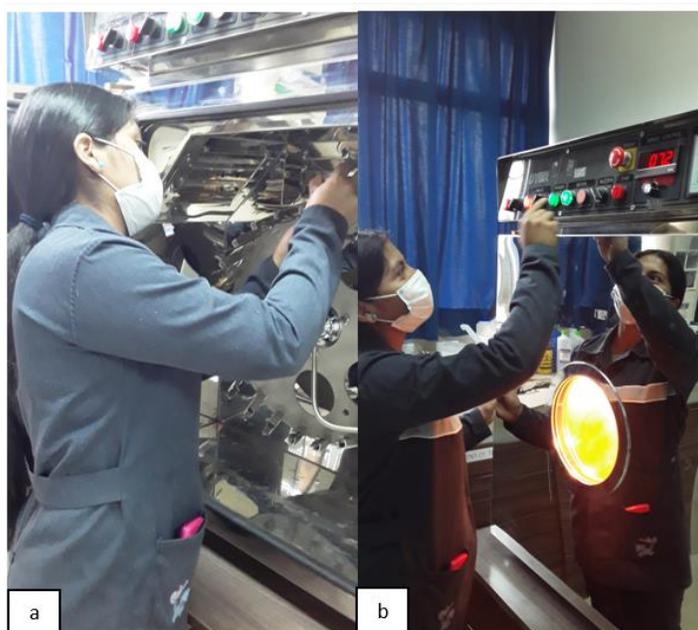
Anexo N° 10. Pesaje de auxiliares.

Fuente: Propia



Anexo N° 11. Preparación del baño para el proceso de lavado: a) Colocación de auxiliares en los vasos y b) Colocación de los sustratos textiles en el baño.

Fuente: Propia



Anexo N° 12. Alimentación a la máquina: a) Colocación de los vasos en la máquina y b) Programación de la curva de proceso de lavado.

Fuente: Propia



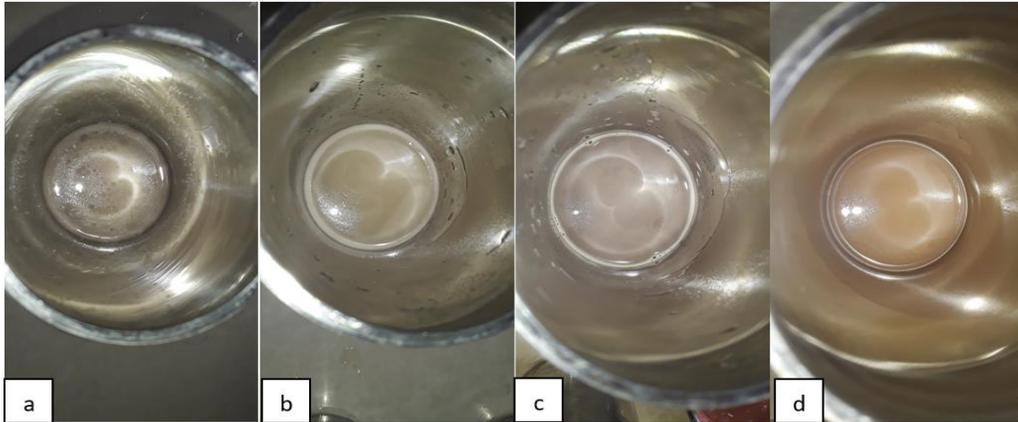
Anexo N° 13. Descarga de los vasos de la autoclave.

Fuente: Propia



Anexo N° 14. Botar el baño de los vasos.

Fuente: Propia



Anexo N° 15. Observaciones del baño después de la prueba de lavad: a) Aceite de clavo de olor al 25%, b) Aceite de clavo de olor al 50%, c) Aceite de clavo de olor al 75% y d) Aceite de clavo de olor al 100%,

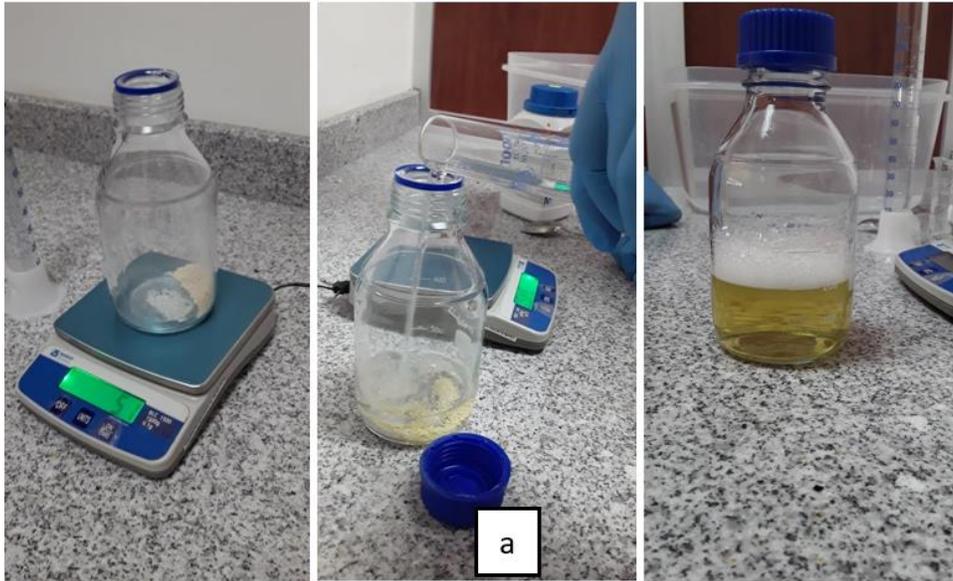
Fuente: Propia



Anexo N° 16. Contaminación de las medias.

Fuente: Propia

PROCESO DE PRUEBAS ANTIMICROBIANAS



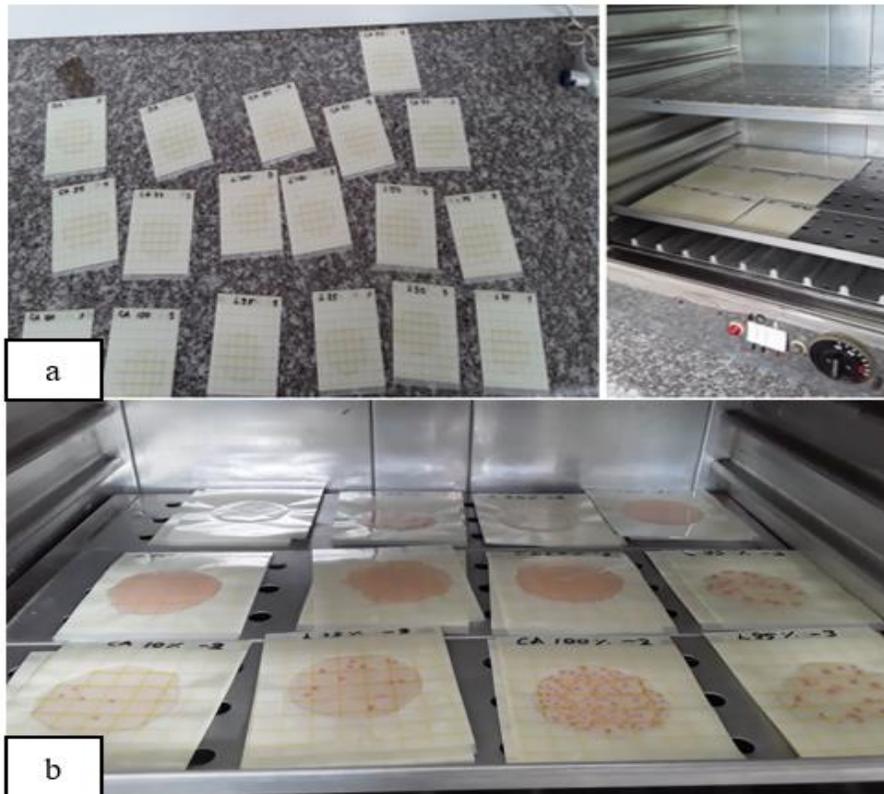
Anexo N° 17. a) *Disolución del agua de peptona.*

Fuente: *Propia*



Anexo N° 18. *Proceso de cultivo de bacterias.*

Fuente: *Propia*



Anexo N° 19. a) Incubación de bacterias y b) Placas con el tiempo de incubación completo.

Fuente: Propia