



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

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

TEMA:

**“APLICACIÓN DE UN ACABADO CON CELULOSA DE BAMBÚ (GUADUA
ANGUSTIFOLIA), MEDIANTE EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO EN
TEJIDO JERSEY 100% POLIÉSTER PARA DETERMINAR SU PROPIEDAD
ANTIBACTERIANA”**

AUTORA: ROSA ISABEL CHOCHO GUANDINANGO

DIRECTOR: MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLAREAL

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 el cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago 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 DEL AUTOR	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100399831-5
APELLIDOS Y NOMBRES	Chocho Guandinango Rosa Isabel
DIRECCIÓN	San Pedro de Cotacachi
E-MAIL	richochog@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL	0985804529
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Aplicación de un acabado con celulosa de bambú (<i>guadua angustifolia</i>), mediante el método de agotamiento en tejido jersey 100% poliéster para determinar su propiedad antibacteriana”
AUTOR	Chocho Guandinango Rosa Isabel
FECHA	21 de agosto 2021
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO TEXTIL
ASESOR	MSc. Wilson Adrián Herrera Villareal



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, si violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el autor 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 27.. días del mes de *Marzo*..... de 2022..

EL AUTOR:

Nombre: Rosa Isabel Chocho Guandinango
Cédula: 100399831-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

MSc. Wilson Adrián Herrera Villareal director de tesis de grado desarrollado por la Srta. Rosa Isabel Chocho Guandinango

Que el proyecto de tesis previo a la obtención del título con el tema: “Aplicación de un acabado con celulosa de bambú (*guadua angustifolia*), mediante el método de agotamiento en tejido jersey 100% poliéster para determinar su propiedad antibacteriana”, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Rosa Isabel Chocho Guandinango, con cédula de identidad 100399831-5, bajo mi dirección. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluida en su totalidad cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autorizo presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.



Firmado electrónicamente por:
**WILSON ADRIAN
HERRERA
VILLARREAL**

MSc. Wilson Herrera

DIRECTOR

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo a mis padres, Rafael y Clarita, y a todos mis hermanos por ser los pilares fundamentales en mi vida, en reconocimiento al sacrificio y dedicación brindado a cada día de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por ser mi guía en los momentos más oscuros y difíciles por mostrarme siempre la luz. A mis padres que dieron la vida, que siempre están a mi lado apoyándome, levantándome cuando me siento derrotada, gracias por sus consejos y sabiduría que me supieron transmitir, a mis hermanos por su infinito apoyo incondicional. Principalmente a mis dos hermanos Miguel y Anita, que han estado siempre conmigo, hoy puedo decir que gracias a sus palabras y consejos he logrado cumplir uno de mis mayores sueños. Familia es quién te levanta y te ayuda a seguir adelante.

También a la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas "FICA", por acogerme durante toda mi carrera universitaria dentro de la familia de textiles.

A mi tutor y profesor Ing. Wilson Herrera, un agradecimiento especial por aceptar realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo, confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable en varios aspectos de mi formación y vida en general. Gracias a cada uno de mis docentes por compartir los conocimientos a lo largo de la vida académica. Y a cada uno de mis compañeros de aula que me supieron brindar su amistad incondicional y compartir gratos e inolvidables momentos.

Agradezco a la Industria Piolera "Ponte Selva S.A.", por acogerme en la empresa y brindar la oportunidad de ampliar los conocimientos mediante la realización de las prácticas preprofesionales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad elaborar un acabado utilizando celulosa de bambú en muestras textiles 100% poliéster, con el objetivo de obtener un textil antibacteriano, tomando en cuenta que el producto (celulosa) aplicado es de origen natural y orgánica que se descompone fácilmente en el ambiente sin provocar daños severos, de tal manera lograr sustituir productos químicos tales como: triclosán comercial, plata, polihexametilen y compuestos de amonio cuaternario que son dañinos y perjudiciales para la salud humana y al mismo tiempo aporta al aumento excesivo de agentes contaminantes al planeta.

Para llevar a cabo este proyecto se obtuvo la celulosa de bambú mediante la adaptación del método kraft de manera artesanal, utilizando hidróxido de sodio (sosa-medio alcalino) al 45 %, y posteriormente del secado; se realiza el acabado utilizando fijador, catalizador, resina y celulosa de bambú a concentraciones del 5%, 10%, 15%, 20% y 25% en muestras textiles 100% poliéster, obteniendo 10 muestras en total (2 ensayos por concentración de celulosa);

De las cuales 5 muestras del 5%, 10%, 15%, 20% y 25% fueron sometidos al proceso de lavado, luego las 11 muestras fueron sometidas a ensayos bacteriológicos (5 con acabado antes del proceso de lavado y 5 después del lavado y 1 muestra sin acabado), mediante la utilización de equipos y laboratorios físico-químicos de la Carrera de Textiles y Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

Mediante las guías de interpretación ver **Anexo 6**. Guía de interpretación bacteriológico (72 horas) y **Anexo 7**. Guía de interpretación bacteriológico (24 horas), se comprobó que las muestras con acabado poseen excelentes resultados bacteriológicos; mientras que en pruebas después del lavado se logró determinar una eficiencia menor; los resultados se obtuvieron mediante el conteo de bacterias. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico mediante el uso del programa SOFTWARE PAST 4, el cual permitió determinar de forma estadística el rendimiento y confiabilidad de los diferentes ensayos. Al mismo tiempo, se logró establecer el porcentaje óptimo de la celulosa de bambú (25%), en muestras textiles 100% poliéster, aplicadas en especímenes a nivel de laboratorio.

ABSTRACT



ABSTRACT

The goal of this study is to create an antibacterial textile by incorporating bamboo cellulose into 100 percent polyester textile samples.

Taking into account that the product (cellulose) used is of natural and organic origin, decomposes easily in the environment without causing significant damage, and can thus be used to replace chemical products such as commercial triclosan, silver, polyhexamethylene, and quaternary ammonium compounds, which are harmful to human health and contribute to the excessive increase in global warming.

To carry out this project, bamboo cellulose was obtained by adapting the kraft method in an artisanal way, using 45% sodium hydroxide (soda-alkaline medium), and subsequently drying. The finish is applied to 100 percent polyester textile samples using a fixative, catalyst, resin, and bamboo cellulose at concentrations of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%, for a total of 10 samples (2 tests per cellulose concentration).

5 samples of 5 percent, 10 percent, 15 percent, 20 percent, and 25 percent were washed, and the 11 samples were then subjected to bacteriological tests (5 finished before the washing process and 5 after the washing process, and 1 unfinished sample), using the equipment and physicochemical laboratories of the Career of Textiles and Physicochemical and Microbiological Analysis of the Faculty of Engineering in Agricultural and Environmental Sciences (FICAYA), of Técnica del Norte University.

Through the interpretation guides see Annex 6. Bacteriological interpretation guide (72 hours) and Annex 7. Bacteriological interpretation guide (24 hours), it was verified that the finished samples have excellent bacteriological results; while in tests after washing it was possible to determine a lower efficiency; the results were obtained by counting the bacteria.

Subsequently, a statistical analysis was performed using the SOFTWARE PAST 4 program, which allowed the performance and reliability of the different tests to be statistically determined. At the same time, it was possible to establish the optimal percentage of bamboo cellulose (25%), in 100% polyester textile samples, applied in specimens at the laboratory.

Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
2. CONSTANCIAS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
CAPÍTULO I	1
1. Introducción	1
1.1. Descripción del Tema	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Importancia del Estudio	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1. Objetivo General	2
1.4.2. Objetivos Específicos	2
1.5. Características del Sitio del Proyecto	3
CAPÍTULO II	5
2. Estado del Arte	5

2.1. Estudios Previos	5
2.1.1. Celulosa del Bambú	5
2.1.2. Poliéster	8
2.1.3. Textiles Antibacterianas	9
2.2. Marco Conceptual	11
2.2.1. Bambú	11
2.2.1.1. Morfología del Bambú.	12
2.2.1.2. Características del Bambú.	14
2.2.1.3. Usos del Bambú.	16
2.2.2. Propiedades de la Celulosa del Bambú	16
2.2.3. Método de Agotamiento	17
2.2.3.1. Formas de Método de Agotamiento.	17
2.2.3.2. Acabado Antibacteriano.	18
2.2.3.3. Ventajas.	19
2.2.4. Bacterias	19
2.3. Marco Legal	21
CAPÍTULO III.	23
3. Metodología	23
3.1. Métodos	23
3.1.1. Método Científico	23
3.1.2. Método Analítico	24
3.1.3. Método Comparativo	24
3.2. Normativa Aplicada	25
3.2.1. Norma AATCC	25
3.2.2. Norma INEM	25
3.3. Flujograma General de Procesos	25
3.4. Flujograma Muestral	28

3.5. Aplicación de la Celulosa Para la Obtención del Acabado Antibacteriano.	29
.....	
3.5.1. Parámetros	30
3.5.2. Materiales y Equipos	31
3.5.3. Auxiliares	32
3.5.3.1. Ficha Técnica.	33
3.5.4. Pruebas de Aplicación	34
3.6. Pruebas de Laboratorio	38
3.6.1. Prueba Solidez al Lavado	38
3.6.1.1. Flujograma de Procesos-Solidez al Lavado	39
3.6.1.2. Parámetros	39
3.6.1.3. Materiales y Equipos Utilizados	40
3.6.1.4. Auxiliares	40
3.6.1.5. Procedimiento	41
3.6.2. Prueba Antibacterial	44
3.6.2.1. Flujograma de Proceso-Antibacterial	45
3.6.2.2. Materiales Utilizados	45
3.6.2.3. Auxiliares	46
3.6.2.4. Proceso	46
CAPÍTULO IV	49
4. Resultados y Discusión de Resultados	49
4.1. Resultados	50
4.1.1. Resultado de la Aplicación de la Celulosa de Bambú	50
4.1.2. Resultado de la Solidez al Lavado	55
4.1.3. Resultado General de la Prueba Antibacteriana	59
4.1.3.1. Resultados de las Pruebas Antibacterianas Antes del Proceso de Solidez al Lavado	60

4.1.3.2. Resultados de las Pruebas Antibacterianas Después del Proceso de Solidez al Lavado	61
4.2. Discusión de Resultados	62
4.2.1. Análisis de la Varianza	64
4.2.2. Normalidad de los Datos	65
4.2.3. Análisis de Resultados	65
4.2.3.1. Análisis de la Prueba Antes del Lavado.	65
4.2.3.2. Análisis Prueba Después del Lavado.	67
4.2.3.3. Gráfico Matrix plot.	70
CAPÍTULO V.	72
5. Conclusiones y Recomendaciones	72
5.1. Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones	74
ANEXOS	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características del bambú.....	15
Tabla 2	Componentes del bambú	16
Tabla 3	Lineamientos de investigación de la UTN	21
Tabla 4	Parámetros del diseño muestral	31
Tabla 5	Caracterización del tejido de punto	31
Tabla 6	Instrumentos, equipos y productos	32
Tabla 7	Ficha técnica.....	33
Tabla 8	Método 3A- Test Conditions	38
Tabla 9	Materiales, equipos y auxiliares	40
Tabla 10	Materiales utilizados para la prueba antibacteriana.....	46
Tabla 11	Poliéster al 5% de celulosa	50
Tabla 12	Poliéster al 10% de celulosa	51
Tabla 13	Poliéster al 15% de celulosa	52
Tabla 14	Poliéster al 20% de celulosa	53
Tabla 15	Poliéster al 25% de celulosa	54
Tabla 16	Resumen de pesos de las muestras luego de la aplicación de la celulosa	55
Tabla 17	Caracterización del textil, parámetros, y productos utilizados para el proceso de lavado	56
Tabla 18	Muestras lavadas - 5%,10%, 15%, 20% y 25% de celulosa de bambú.....	56
Tabla 19	Cantidad de C.B dispersa en el baño	58
Tabla 20	Resultado general de la prueba bacteriológico	59

Tabla 21	Resultados de la prueba bacteriológica	61
Tabla 22	Resultados del análisis bacteriológico.....	62
Tabla 23	Síntesis de resultado de los ensayos de laboratorio.....	63
Tabla 24	Resultados antes del lavado.....	66
Tabla 25	Análisis de la cantidad de celulosa disperso en el baño después del lavado .	67
Tabla 26	Resultados bacteriológicos después del lavado	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la Planta UTN	3
Figura 2 Edificio de la carrera de Textiles	3
Figura 3 Ubicación geográfica del laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA)	4
Figura 4 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA)	4
Figura 5 Bambú	12
Figura 6 Morfología del bambú.....	13
Figura 7 Curva de procesos	18
Figura 8 Bacteria	20
Figura 9 Clasificación de las bacterias	20
Figura 10 Flujograma de procesos general.....	26
Figura 11 Celulosa de Bambú	27
Figura 12 Celulosa de bambú seco.....	28
Figura 13 Flujo de proceso muestral	29
Figura 14 Curva de agotamiento	30
Figura 15 Pesaje del auxiliar y la muestra.....	35
Figura 16 Vasos previamente preparados.	36
Figura 17 Máquina autoclave	36
Figura 18 Horno de secado.....	37

Figura 19	Flujograma de procesos- Solidez al lavado	39
Figura 20	Curva de Solidez al lavado	40
Figura 21	Pesaje del detergente líquido	43
Figura 22	Vasos preparados y balines de acero.....	43
Figura 23	Autoclave cargada con los vasos	44
Figura 24	Enjuague de la muestra	44
Figura 25	Proceso antibacteriano	45
Figura 26	Solución preparada.....	47
Figura 27	Aplicación de solución contaminada en placas Petrifilm	47
Figura 28	Incubación y obtención de pruebas.....	48
Figura 29	Resultado obtenido en muestra sin acabado	48
Figura 30	Análisis de la varianza	64
Figura 31	Análisis de normalidad	65
Figura 32	Resultado de la prueba antes del lavado	66
Figura 33	Resultados bacteriológicos después del lavado	69
Figura 34	<i>Resultado Bacteriológico antes y después del lavado</i>	69
Figura 35	Matrix plot	70

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1. Descripción del Tema

Desde años atrás los investigadores han trabajado y buscado diferentes métodos para elaborar textiles antibacterianos que satisfagan los diferentes requisitos como la máxima eficacia contra la propagación de los microorganismos y solidez al lavado sin dañar la calidad y apariencia del textil, además que cumpla los estándares de seguridad y cuidado ambiental (Santos Morais , Miranda Guedes,, & Ascensão Lopes, 2016). La presente investigación tiene como finalidad conseguir un textil antibacteriano aplicando la celulosa de bambú en una muestra 100% poliéster, aportar en la conservación y reducción del impacto ambiental, el cual se efectuará mediante el uso de equipos para demostrar dicha hipótesis.

1.2. Antecedentes

Según estudios la caña guadua es una planta que crece de forma muy rápida alcanzando alturas de hasta 25 metros en tan solo 6 meses, y dentro de 5 años ya está listo para ser utilizada, y debido a su crecimiento masivo, es una planta amigable con el ambiente y se puede encontrar en las diferentes provincias a nivel del Ecuador: Pichincha, Azuay, Bolívar, Cañar, Guayas, Manabí y otras (Mármol Gutiérrez & Toapanta Chantera, 2017).

“El bambú está cobrando cada vez más importancia y valor debido a su interesante, facilidad de trabajo y por ser un sumidero de carbono es considerada amigable con el ambiente” (Martínez Garcia, 2015). A medida que avanza los estudios se pudo determinar que la extracción del vinagre de bambú se les atribuye una importante acción antimicrobiana, y se relaciona con la presencia de ácido acético. Y gracias a estos estudios previos se puede ampliar la investigación y elaborar textiles antibacterianos utilizando con recursos naturales como la planta de bambú que posee características muy importantes y beneficiosas para la salud como su factor antibacteriana, bacteriostática y desodorante (Gutierrez Tejada, 2015).

1.3. Importancia del Estudio

En la actualidad existen muchos problemas como la transpiración excesiva en los seres humanos y generalmente es tratada con desodorantes que cumple la función de eliminar los malos olores producidos por las bacterias, los antitranspirantes regulan y bloquean la secreción del sudor (Instituto Nacional Del Cáncer, 2016), pero el consumo excesivo de productos químicos afecta a la salud del ser humano y también al ambiente.

Y es por esta razón que la presente investigación busca alternativas y se centra en la reducción del impacto ambiental, ya que hoy en día todos los estudios deben cumplir los estándares de cuidado y conservación del ambiente; razón por la que el bambú por ser una planta de origen natural, ecológico y además presentar excelentes características antibacterianas, es una opción bastante beneficiosa para reemplazar a los productos químicos principalmente desodorantes y con esto contribuir en la reducción del impacto ambiental.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Aplicar un acabado con celulosa de bambú (*guadua angustifolia*), mediante el método de agotamiento en tejido jersey 100% poliéster, para determinar su propiedad antibacteriana.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la información obtenida mediante fuentes bibliográficas digitales y físicas para determinar las características antibacterianas del bambú.
- Aplicar celulosa del bambú a diferentes concentraciones en muestras de tejido jersey 100% poliéster, por el método de agotamiento.
- Realizar ensayos a nivel de laboratorio encaminados a determinar el poder antibacterial y solidez al lavado de la celulosa del bambú, tras el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

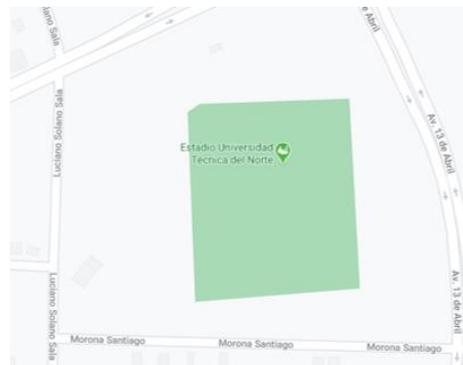
1.5. Características del Sitio del Proyecto

La presente investigación se llevará a cabo en los Laboratorios de la Carrera Textiles ubicada en el sector Azaya en las calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago coordinadas $0,38^{\circ}$ Norte y $78,12^{\circ}$ Oeste.

También en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), ubicada en la calle Juan Montalvo en las coordenadas 0.35° Norte y 78.11° Oeste. Los dos laboratorios son pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

Figura 1

Ubicación geográfica de la Planta UTN



Fuente: (Google Maps, 2020).

En la Figura 1, se muestra la ubicación geográfica de la Planta Textil UTN; ubicado en la ciudad de Ibarra en el sector de azaya.

Figura 2

Edificio de la carrera de Textiles

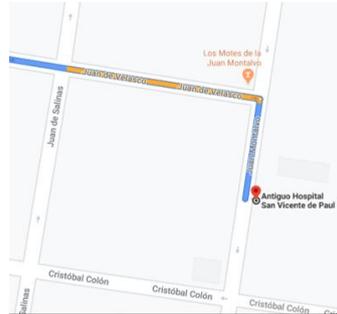


Fuente: (Google Maps, 2020).

La Figura 2, muestra la imagen del edificio de la carrera de Textiles, la cual sigue en proceso de mejora continua.

Figura 3

Ubicación geográfica del laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA)



Fuente: (Google Maps, 2020).

En la Figura 4, se puede observar la ubicación geográfica, donde se va a realizar el análisis antibacteriano de las muestras textiles.

Figura 4

Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA)



Fuente: (Google Maps, 2020).

Debido a la facilidad de acceso a los equipos y los costos que estos implican para el respectivo análisis de la investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la UTN. Los mismos cuentan con una amplia gama de equipos de última tecnología y estandarizados por la Norma AATCC, ISO, NTE con el fin de satisfacer las necesidades de los estudiantes y del país ofreciendo servicios a empresas públicas y privadas.

CAPÍTULO II

2. Estado del Arte

En el presente capítulo se detalla las investigaciones bibliográficas, como los estudios previos, definiciones, y el marco legal; las cuales son de suma importancia para el desarrollo y sustento en el estudio práctico del mismo.

2.1. Estudios Previos

El bambú es una planta que tiene variedad de aplicaciones como en la industria de arquitectura, medicina, textil y otros. Además, el bambú presenta propiedades únicas e incomparables con respecto a otros textiles como es la capacidad de absorción de humedad, suavidad y frescura.

El poliéster es un material sintético derivado del petróleo que con el tiempo ha sufrido varias transformaciones mediante la aplicación de productos químicos que ayudan a mejorar la propiedad.

Los textiles antibacterianos han tenido una gran aceptación, debido a que ayuda a disminuir el crecimiento de hongos y bacterias que generan los malos olores.

2.1.1. *Celulosa del Bambú*

Según estudios realizados Galvez Avila (2017), señala que la planta de bambú es una fuente principal de la sostenibilidad que aportara a realizar cambios en nuestro entorno por el cual se debe considerar bastante el cuidado ambiental y mejorar los hábitos de vida para tener un futuro mejor, mediante el uso de productos sustentables.

Además, los estudios realizados por Flores Antamba (2018), menciona que el bambú es la planta ecológica con diferentes usos, se diferencia no solo por sus propiedades, materia prima sino por las cualidades y beneficios que brinda al ser humano, algunas características del bambú como es el de combatir alergias, favorecer la transpiración corporal, propiedades antibacterianas y proteger contra los rayos UV (pág. 10).

Dentro de la industria papelera este material es muy solicitado debido a la gran cantidad de celulosa que posee, China es el principal país que fabrica papel con pulpa de celulosa de bambú e incentiva a los demás países al uso de este material sustentable para diferentes usos y aplicaciones. (Xu, Yin, Lin, Duan, & Bo, 2018). El bambú en el área de ingeniería civil ha cobrado gran importancia debido a su resistencia y dureza que presenta, para su aplicación este material es reforzado con asfalto.

El bambú es una planta que posee características muy favorables para el ser humano como para el ambiente, la propiedad antibacteriana y fungicida es una particularidad muy beneficiosa que ayuda a realizar más estudios sobre su aplicación dentro del área textil (Ramirez Granda, Manosalvas Tola, & Guarnizo Crespo, 2017, pág. 695).

Para la aplicación del bambú en el área textil se realiza la obtención de la celulosa o fibra por los diferentes métodos y procesos químicos; estos métodos pueden transformar las plantas en fibras o celulosa basándose en el principio alcalino (Kraft), además; con este proceso se pierde gran cantidad del químico funcional (Afrin, Tsuzuki, Kanwar, & Wang, 2012). Con la obtención de la celulosa mediante el uso de la sosa este llega a ser más puro, y puede ser utilizado en los diferentes procesos como en la obtención de la fibra a base de bambú.

Dentro de la industria textil el bambú es considerado como materia prima para el desarrollo del área con énfasis al cuidado ambiental, la cual es considerada como una fibra regenerada capaz de brindar sus beneficios al textil mediante los diferentes métodos de aplicación, además gracias a su ventaja de crecimiento rápido se puede consumir en mayor cantidad (Wardiningsih & Troynikov, 2012). De la misma manera se menciona que gracias a su componente y excelentes propiedades es utilizado como materia prima en la elaboración de ropas deportivas generalmente de tejido de punto y según estudios demuestran que la celulosa de bambú protege de rayos UV y de las alergias.

Después, de una investigación se pudo determinar los parámetros adecuados para la obtención de la celulosa del bambú; dichos parámetros son: Temperatura de 150°C por un tiempo aproximado de 6 horas, a una concentración del 40% al 45% de hidróxido de sodio con una cantidad menor de lignina (Yacelga Perugachi, 2018, pág. 72). La celulosa

del bambú obtenida mediante este parámetro establecido demuestra que es más pura y contiene poca lignina.

De la misma manera el zumo de bambú posee infinidad de beneficios para el ser humano por la cual se realizan estudios más profundos sobre sus usos principalmente en la Industria Textil. “El zumo de bambú mejora las propiedades antibacterianas del algodón y el acrílico brindando confort y frescura durante todo el tiempo de uso de las medias” (Ajala Maldonado & Ramírez Encalada, 2018, pág. 6). Gracias a estas ventajas la Industria Textil busca la manera más adecuada de aprovechar en telas de diferentes materiales.

Según Ramirez Granda , Manosalvas Tola, & Guarnizo Crespo (2017); mencionan que la tela elaborada con bambú presenta la siguiente característica: factor antibacterial el cual lo hace inmune a las bacterias lo que también significa que otorga este comportamiento a los textiles manteniendo libre y fresco de olores cuando la tela es sometida a tratamientos con el bambú, esta adquiere las características de la planta como el agente antibacteriano.

Según estudios dentro del área textil la aplicación del bambú ha tenido sus inicios con zumo de hojas de bambú a diferentes concentraciones en medias de algodón y acrílico logrando determinar la eficacia de la misma, que presentó el 89% de reducción de bacterias en algodón y 99.5% en acrílico al 100% del zumo (Ajala Maldonado, 2018, pág. 68).

Mediante un estudio Ajala Maldonado & Ramírez Encalada (2018), se logra determinar que, luego de haber sometido a las muestras a proceso de solidez al lavado; el efecto antibacteriano aún permanecía en las pruebas, cumpliendo su función de inhibir a los microorganismos, la cual fue comprobada por medio del conteo de bacterias (pág. 7).

En el siguiente estudio de investigación práctica menciona que el bambú posee la capacidad de minimizar el crecimiento de los microbios y bacterias. “Muchos estudios también han informado que el bambú y sus extractos mostraron actividad antibacteriana contra *S. aureus*” (Bahrum Prang & Thompson, 2020). Por lo tanto, la presente investigación se centra en realizar estudios sobre el factor antibacterial de la celulosa.

2.1.2. Poliéster

Desde hace varios años los investigadores han buscado la manera de reducir la contaminación ambiental que emite las grandes industrias principalmente la industria textil, mediante el uso de químicos en el área de tintorería y acabados. “Para las fibras sintéticas, las partículas de plata se pueden incorporar al polímero antes de la extrusión o antes de la formación de nano fibras mediante electro hilado” (Shahidi & Wiener, 2012, pág. 398). A pesar de obtener buenos resultados aplicando partículas de plata en textiles, se encontró con un factor problemático que es la contaminación al ambiente y provoca daños a la salud humana, y por esta razón busca medios para solventar este producto como es la utilización de partículas de plata para obtener un textil antibacteriano.

El poliéster aporta varios beneficios al ser humano en diferentes áreas como en textil presentado una amplia gama de productos de múltiples usos, actualmente gracias a los estudios se puede trabajar en el área de medicina junto con el quitosano, haciendo hincapié de estudio a la membrana PCL-CS sembrando con ADSC, con la finalidad de promover y mejorar la condición de células madre (Machado, y otros, 2019). En la cual menciona el uso para las células humanas y su mejoramiento.

El quitosano, es un derivado des acetilado de la quitina, es un polímero natural no tóxico, resistente a microorganismos, biodegradable y biocompatible, que puede ser considerado como un compuesto antimicrobiano para acabados textiles, puede ser usado como un aditivo durante los procesos de hilatura de fibras antimicrobiales o como un acabado para la modificación de la superficie de fibras de celulosa, celulosa/ poliéster y lana (Maya Serna, González Echavarría, & Restrepo Osorio, 2017, pág. 37).

Además, Machado, y otros (2019), afirman que:

El quitosano imparte mejores respuestas biológicas que la dexametasona para membranas, utilizando como material para la regeneración de la piel y tratar enfermedades de la piel en lugar de las estrategias convencionales basadas en enfoques de dexametasona debido a los efectos secundarios promovidos en la salud (pág. 9).

El quitosano es un material natural que influye mucho en la regeneración de la piel, disminuyendo los efectos secundarios que afecta a la salud del paciente.

Según estudios menciona que los materiales fibra de poliéster y filamento de cobre unidas entre sí se puede obtener como resultado final el textil antimicrobiano y antiviral (Díaz, 2015, pág. 6).

En la investigación se ha desarrollado con óxido de aluminio y dióxido de silicio con el fin de mejorar el poliéster, a pesar de lograr el objetivo existe un problema con el uso de los productos que son dañinos con el ambiente, razón por la cual busca sustituir con material sustentable (Starost, y otros, 2017).

En el siguiente documento se habla acerca de un estudio para obtener un producto antibacteriano. La impregnación de las muestras de tejido de poliéster con las partículas de hierro obtenidas se realizó siguiendo un diseño experimental 2x2, en el que las variables de estudio fueron la temperatura de termo fijado con dos niveles: 413 K (140°C) y 433 K (160°C); y la concentración del baño de impregnación también con dos niveles: 1% y 3% sobre el peso de total (spt) (Bustamante Andrade, 2017).

Para obtener mejores resultados es necesario mejorar la concentración del producto e ir analizando cada uno. La distribución y retención de partículas sobre el tejido de poliéster después de ser impregnados mejoró cuando se incrementó la concentración del baño de impregnación, condiciones de impregnación fueron aquellas en las que se usó baños de concentración al 3% spt (Bustamante Andrade, 2017). Con el aumento de concentración se puede mejorar el resultado sobre el sustrato tratado.

2.1.3. Textiles Antibacterianas

Dentro de la industria textil y la indumentaria diaria del ser humano existen los hongos y microorganismos que aparecen por el cambio de temperatura y afectan a la seguridad del usuario, generando malos olores (Yıldırım, Avinc, Yavas, & Sevgisunar, 2020). También afecta a la vida útil del material principalmente a los de origen natural celulósicos y proteínicos.

Los textiles antibacterianos están cobrando gran importancia dentro de la industria textil, tal razón lleva a los investigadores a experimentar y obtener mejores resultados como en la durabilidad y determinar el método más efectivo para realizar dicho estudio, considerando el cuidado ambiental. (Li, He, & Huang, 2017)

La mayoría de los productos químicos con el fin antibacteriano se transfieren a textil en el proceso de acabado como, por ejemplo: triclosán, plata, polihexametilen y compuestos de amonio (Yıldırım, Avinc, Yavas, & Sevgisunar, 2020). Y este proceso puede ser por impregnación y otros con el fin brindar la propiedad antibacteriana al género textil.

Los textiles antibacterianos son los que poseen la capacidad de disminuir la aparición de bacterias así lo mencionan Qiu, y otros (2020), afirmando que “Los textiles incrustados en NF tal como se prepararon exhibieron fuertes propiedades antibacterianas la tasa de inhibición fue del 99,99% tanto para *E. coli* como para *S. aureus*”. Con esto se puede demostrar que el sustrato tratado es efectivo en un 99.99%.

En el siguiente artículo menciona que la tela de algodón tratado con el producto siloxano sulfopropilbetaína adquiere la propiedad antibacteriana mediante la unión covalente sobre la superficie textil tratada, el cual se relaciona directamente con la duración de este tipo de tratamiento y no presenta ningún efecto secundario. (Chen, y otros, 2011)

Según Kangwansupamonkon, Lauruengtana, Surassmo, & Ruktanonchai, (2009) mencionan que:

TiO₂ recubierto de apatita se fijó sobre textiles de algodón mediante la técnica de recubrimiento por inmersión, y luego se investigaron las propiedades antibacterianas de los tejidos correspondientes contra tres tipos de bacterias (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, y *Micrococcus*) (págs. 240-249).

A pesar de que el dióxido de titanio ataca a tres tipos de bacterias no es muy utilizado debido a su carácter contaminante.

Este tipo de textil trata a pacientes con heridas crónicas brindando mejores beneficios en comparación con los antibióticos y tratamientos convencionales así lo mencionan Arenbergerova, Arenberger, Bednar, Kubat, & Mosinger, (2012)

Además, el nuevo tejido se probó en 162 pacientes con úlceras crónicas en las piernas la aplicación de los textiles resultó en una disminución del 35% en el tamaño de la herida, según se evaluó mediante el rastreo de heridas asistido por computadora y el

dolor relacionado con la herida, que se estimó mediante una escala analógica visual, se redujo en un 71% (pág. 619).

Cabe recalcar que los resultados obtenidos fueron muy buenos, disminuyendo en 71% de dolor de la herida en el paciente.

La fibra de lana sometida a un proceso de acabado con tintes naturales de cúrcuma presenta las propiedades antibacterianas así lo mencionan: (Shahmoradi Ghaheh, y otros, 2014) “Además, la actividad antibacteriana se probó contra dos Gram-bacterias negativas, *P. aeruginosa*. *E. coli* y una grampositiva *E. coli* y una bacteria *S. aureus*. Para mejorar la actividad antibacteriana puede incrementar la concentración de sulfato de aluminio.

Según estudios por Attia & Morsy, (2016) mencionan que “Las propiedades ignífugas y antibacterianas de nanopartícula de plata se optimizaron los compuestos sobre textiles”. Con el avance de las investigaciones los textiles están siendo mejoradas y combinadas las características como el factor antibacterial e ignífugo, textil capaz de resistir las altas temperaturas, ideal para trajes especiales de bomberos. Por lo tanto, los textiles antibacterianos son de suma importancia dentro del área textil que tiene como objetivo mejorar el género dependiendo del uso final al cual será sometido.

2.2. Marco Conceptual

A continuación, se presenta descripciones y definiciones claras sobre cada subtema con sus respectivas características y propiedades.

2.2.1. Bambú

El bambú es una planta natural renovable que crece muy rápidamente, contiene alto valor ecológico y económico; es una planta que sustituye el consumo excesivo de especies maderables como el pino, eucalipto y otras plantas que se demoran mucho en llegar a su etapa adulta (Hernández López, Ávalos Vargas, Zamudio Sánchez, Orozco Gutiérrez, & Borja de la Rosa, 2021).

Además, el bambú contiene una alta capacidad de absorción del CO₂ (Dióxido de Carbono) del ambiente (Esparza, Esparza, Rosero, & Rosero, 2012). Por el cual es denominado ecológico y sustentable.

Figura 5

Bambú



Nota: La presente Figura 5, muestra un bosque tropical con bambús (Kośmider, 2021).

Además, demanda muy poca agua, creciendo en tierras secas en donde cualquier otro tipo de vegetación no puede desarrollarse, minimizando las inversiones por no requerir fertilizantes, ni pesticidas, es un tipo de gramínea que aparece como hierba mala con troncos leñosos resistentes que pueden ser utilizados en diferentes áreas como la arquitectura y la industria textil (Rodaisa, 2017).

Según estudios realizados por Mejía, y otros, (2009), mencionan que los brotes de bambú:

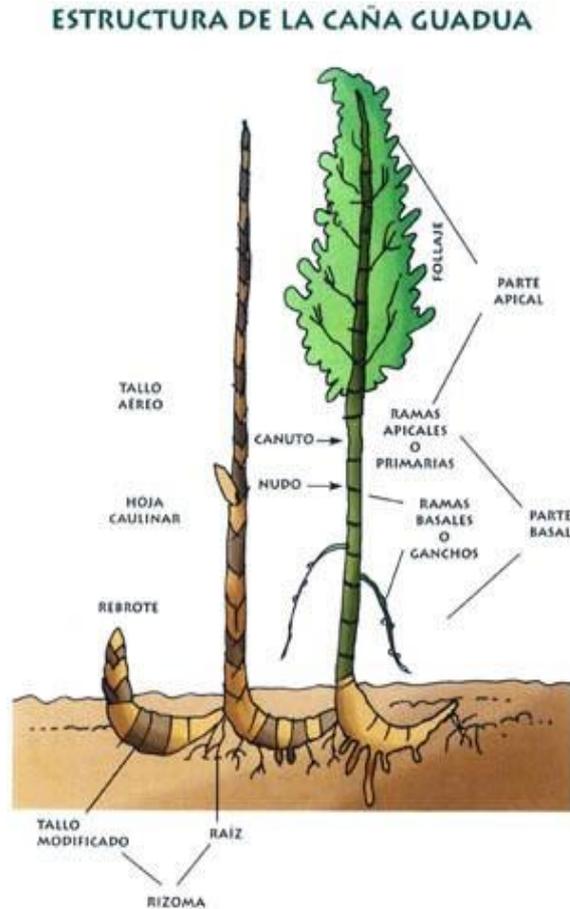
Presentan características sensoriales especiales para la cultura oriental, y sus hojas son materia prima para numerosos productos como alimentos, medicamentos y cosméticos. Algunos compuestos aislados de las hojas de bambú presentan alta actividad antioxidante y baja toxicidad, por lo cual se utilizan actualmente como aditivos en la producción de alimentos funcionales (pág. 397). Indica que este tipo de planta posee beneficios en más áreas, principalmente en la industria de la medicina.

2.2.1.1. Morfología del Bambú.

A continuación, se puede observar las partes principales de la planta, que trata sobre la morfología del bambú.

Figura 6

Morfología del bambú



Fuente: (WordPress, 2017).

La planta *Guadua angustifolia* se compone de cuatro partes fundamentales: tallo, rizoma, ramas, y hojas, que son detalladas a continuación. Además, cabe recalcar que todas tienen una función fundamental para el desarrollo del bambú, pero el rizoma es muy elemental porque gracias a su capacidad de reproducirse, este tipo de planta sigue dando origen a nuevos brotes y futuros árboles.

➤ **Culmo**

“El culmo una vez emergida en el suelo lo hace con el máximo diámetro, el tallo adulto tiene una altura entre 18 y 22 metros., es leñoso, recto, y ligeramente arqueado en la punta, formando nudos y entrenudos huecos” (WordPress, 2017). De acuerdo con la variedad o forma presentan características únicas y especiales como la distancia entre nudos, diámetro de la caña, espesor de las paredes, color, y otros.

Cabe recalcar que la situación geográfica, es un factor elemental que mejora las propiedades y características del bambú, optimizando el aspecto del color de la celulosa para el uso en la industria textil.

➤ **Rizoma**

Este es una parte muy importante para la aparición de nuevos brotes “El rizoma, es como una mano, del cual salen las raíces y también los tallos aéreos cada uno de estos últimos puede alcanzar un diámetro de entre 10 y 25 cm según la especie (aunque hay especies exóticas con diámetros de hasta 35 cm)” (Agroindustrias, 2021).

➤ **Tallos**

Cuando estos salen del rizoma del bambú se denominan rebrotes, esto puede durar alrededor de seis meses o un año dependiendo del tipo de bambú y la ubicación geográfica para presentar las primeras hojas caulinares (Agroindustrias, 2021).

2.2.1.2. Características del Bambú.

El material presenta las siguientes características:

- Durabilidad
- Dureza
- Densidad
- Resistencia a la humedad
- Estabilidad
- Color
- Flexibilidad

En la siguiente tabla se puede observar la descripción de cada uno de ellos y su comportamiento a diferentes factores ambientales.

Dentro de la industria textil se considera o se toma en cuenta en su mayoría es la característica de flexibilidad, debido a que una fibra debe ser flexible al momento de procesar.

Tabla 1

Características del bambú

Características	
Durabilidad	Este factor puede ser variable, dependiendo del lugar y la exposición a diferentes microorganismos y otros.
Dureza	Posee una resistencia mayor a la planta de roble y otros materiales muy comunes dentro de la industria inmobiliaria, en la actualidad es muy estudiado y utilizado dentro de la industria de la arquitectura como la materia prima para la construcción de una vivienda.
Color	Presenta un color blanco, pero puede variar dependiendo de la edad de cosecha y los procesos por los cuales haya pasado.
Densidad	Alcanza una densidad máxima de 850kg/m ³ con una humedad del 12%.
Estabilidad	No se deforma al trabajando, mientras se haya secado correctamente.
Flexibilidad	Es rico en sílice de 0.5% a 4%, que se encuentra casi completamente en las capas más externas del tallo (debe tener cuidado al momento de procesar), fácil de trabajar con este tipo de material.
Resistencia a la humedad	Es muy superior a muchas maderas, aunque no tanta como el ipé.

Nota: La Tabla indica las características más importantes sobre el bambú. Fuente: Adaptado de (Maderame, 2021).

A continuación, se presenta la composición química del bambú; donde indica los 4 componentes más importantes como la humedad (representando el 8.97%), celulosa

(representando el 47.06%), lignina (representando el 21.88%) y hemicelulosa (representando el 11.82%).

➤ **Composición Química Del Bambú**

Tabla 2

Componentes del bambú

Componente	% en base húmeda
Humedad (NTC 727)	8.97
Celulosa (NTC 697)	47.06
Lignina (NTC 998)	21.88
Hemicelulosa	11.82

Nota: La Tabla 2, indica los datos obtenidos sobre la morfología del bambú según la Norma Técnica Colombiana. Fuente: Adaptado de (Borja M. A., 2014).

2.2.1.3. Usos del Bambú.

El bambú posee una amplia gama de usos como: industria alimenticia, construcción o arquitectura, medicina, industria textil, fabricación de papel, y es un excelente componente de biomasa (Flores, 2021).

2.2.2. Propiedades de la Celulosa del Bambú

La celulosa es el componente esencial de las fibras naturales, es un polímero de condensación lineal constituido por unidades formando los vasos del floema y de la xilema y constituye el esqueleto de sostén de los tallos, ramas, troncos de arbustos y árboles. (Carreño Velasco & Murcia Buitrago, 2005)

Según estudios la propiedad más relevante de la celulosa dentro de la industria textil es que transfiere el factor antibacteriano a la tela, pueden absorber y evaporar el sudor humano en segundos y no requieren de ningún proceso químico. Dando a entender que no presenta efectos secundarios al usuario (Esparza Encalada, Rosero Rosero, Chamorro Ortega, & Herrera Villarreal, 2020). Además, son transpirables, extremadamente suaves y confortables, protege contra los rayos UV; la fibra es muy

resistente y de peso ligero, por lo cual se convierte en una excelente opción para la ropa deportiva (Fuentes Guija, Moreno Figueroa, Peña Trigoso, & Tarazona Valenzuela, 2016).

2.2.3. Método de Agotamiento

Método agotamiento: “El tinte disuelto en el baño se adsorbe primero, el material es teñido solo en su superficie, luego penetra en el núcleo de la fibra y finalmente migra permitiendo así la uniformidad del teñido y su consistencia” (Lockuán Lavado, 2013). Las diferentes máquinas para este proceso realizan una acción mecánica que actúa sobre el material textil, en el baño o sobre ambas a la vez y esto sucede gracias a la intervención del tiempo y temperatura.

2.2.3.1. Formas de Método de Agotamiento.

Existen dos formas de aplicar el producto al material textil, tomando en cuenta la temperatura y las maquinarias a utilizar, en donde la temperatura es un parámetro muy importante que se debe considerar al momento de procesar el material textil.

Por ejemplo, si trabaja con algodón, se puede realizar en cualquier tipo de máquina; porque la temperatura máxima es la de ebullición. En cambio, si requiere tratar poliéster o mezclas necesariamente debe utilizar maquinarias de alta temperatura, si trabaja en un equipo abierto se debe emplear el elemento denominado Carrier.

- Con Carrier a presión atmosférica
- Alta temperatura (HT).

➤ Con Carrier Presión Atmosférica

Consiste en utilizar un producto extra (Carrier, producto altamente contaminante), para que el sustrato pueda hincharse a una temperatura no muy alta y obtener una tintura eficiente, mediante el uso de equipos abiertos, también se puede realizar en las siguientes máquinas: Autoclave, Jigger, Jet y Overflows. (Asociación Peruana de Técnicos Textiles, 2017) Actualmente no es muy utilizado por el efecto contaminante que este producto emite al ambiente.

➤ Alta Temperatura

Método más eficiente y menos contaminante, se trabaja en máquinas cerradas como: Overflow y Jet de alta temperatura.

A continuación, se presenta la curva de procesos con sus respectivos parámetros.

Figura 7

Curva de procesos

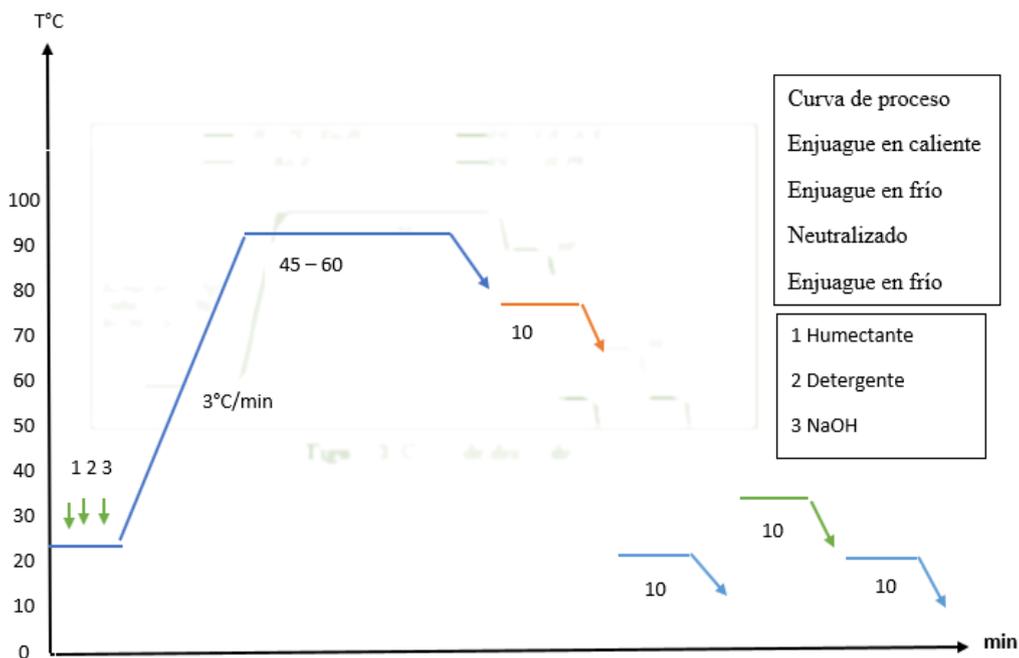


Figura adaptada de: (Borja, Orcón Basilio, Flores Rúa, & Ynca Berrospi, 2019)

2.2.3.2. Acabado Antibacteriano.

Proceso realizado sobre los textiles para transferir las características antibacterianas de un producto natural o artificial, con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias y hongos causantes del mal olor, causando inseguridad en personas que padecen la enfermedad de sudoración excesiva corporal.

Razón por la cual se estudia los diferentes métodos con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor.

➤ **Tipos.**

Según Aza Alpala (2016), menciona que “los acabados antibacterianos son muy diferentes en cuanto a su naturaleza química, al modo de acción, al impacto sobre las personas y el medio ambiente” (pág. 40).

Existen dos tipos de acabado antibacteriano clasificados según la duración:

➤ **Convencional**

Son las que reaccionan directamente contra los microorganismos que generan daño a la salud humana, pero pierde el efecto con el tiempo.

➤ **Permanente**

Reacciona y actúa contra la membrana del hongo, matando y evitando la adaptabilidad del microorganismo. Este tipo de acabado es compatible con los diferentes auxiliares, aplicando en una sola fase del proceso, brindando mejores resultados en cuanto a la solidez al lavado (Aza Alpala, 2016).

2.2.3.3. Ventajas.

Los tejidos con características antibacterianas poseen lo siguiente:

- Mantiene la frescura por mucho más tiempo.
- Elimina los malos olores originados por los microorganismos.
- Inhibir la propagación y contaminación por los hongos (Aza Alpala, 2016).

2.2.4. Bacterias

Según National Human Genome Research Institute (2021), definen que:

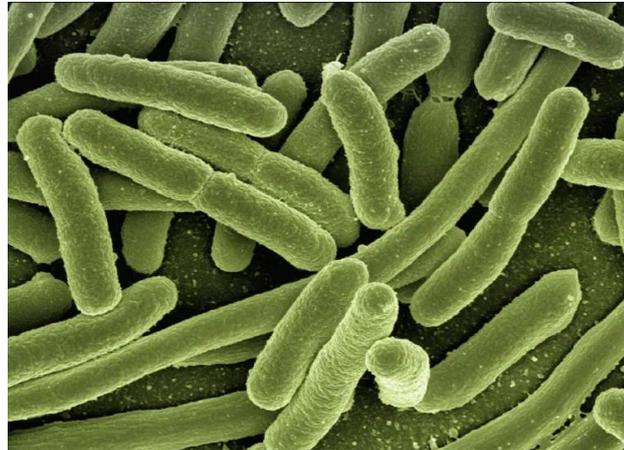
Las bacterias son organismos procariotas unicelulares, que se encuentran en casi todas las partes de la Tierra, son vitales para los ecosistemas del planeta, el cuerpo humano está lleno de bacterias, de hecho, se estima que contiene más bacterias que células humanas.

Las bacterias cuentan con algunos beneficios para el ser humano. “La mayoría de las bacterias que se encuentran en el organismo no producen ningún daño, al contrario,

algunas son beneficiosas, la cantidad relativamente pequeña de especies son las que causan enfermedades” (National Human Genome Research Institute, 2021).

Figura 8

Bacteria



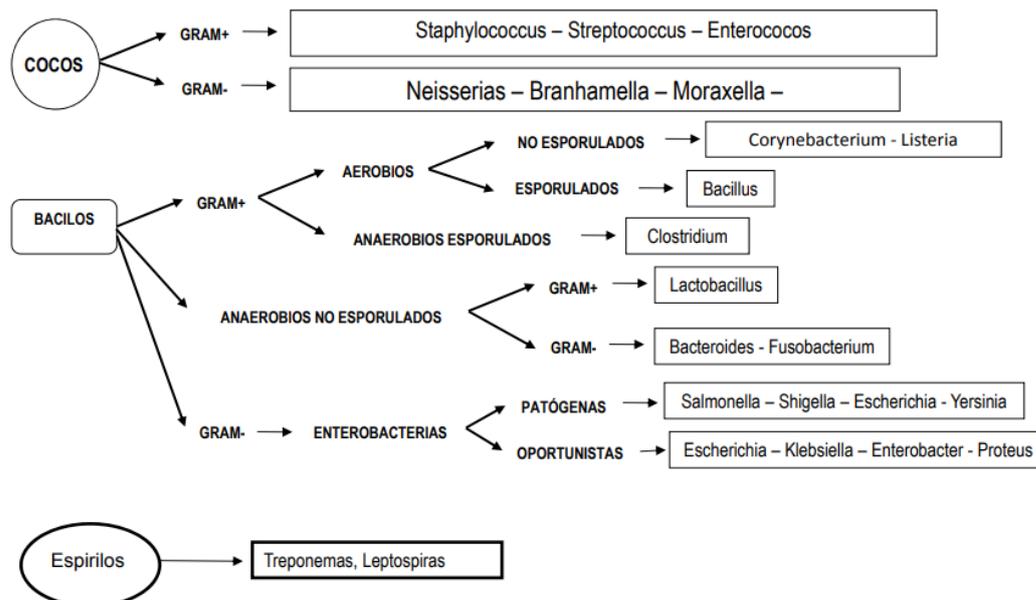
Fuente: (Universidad de Guanajuato, 2018).

➤ **Clasificación de las bacterias**

Las bacterias se dividen en tres grupos tal como se indica en la figura 9.

Figura 9

Clasificación de las bacterias



Nota: La figura 9, presenta la clasificación general de las bacterias. (Anónimo, 2021).

Las bacterias según su metabolismo de respiración se clasifican en aerobias y anaerobias.

- **Bacteria anaerobia**

Según Corrales, Antolinez Romero, Bohórquez Macías, & Corredor Vargas (2015), definen que “Las bacterias anaerobias cuentan con un metabolismo que genera su energía a partir de sustancias que carecen de oxígeno, lo hacen generalmente a través de procesos de fermentación” (pág. 56).

- **Bacteria aerobia**

Este tipo de bacterias son “capaces de desarrollar en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C” (Passalacqua & Cabrera, 2014).

2.3. Marco Legal

El presente trabajo se sujeta a los lineamientos de investigación de la Universidad Técnica del Norte, que rige las siguientes líneas de investigación (Universidad Técnica del Norte, 2017).

Tabla 3

Lineamientos de investigación de la UTN

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

Fuente: (Universidad Técnica del Norte, 2017).

La presente investigación está dentro de los siguientes lineamientos de la Universidad Técnica del Norte; el primero es en el área de producción industrial y tecnología sostenible, y el segundo en la gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio económico. Estos puntos claves abarcan los objetivos, el cual consta en el desarrollo e innovación sostenible para el desarrollo del estado.

Además, estudios previos demuestran que el bambú contiene el factor antibacterial. El bambú no solo es biodegradable, otra propiedad que posee es que en el momento de hilar el 70% de las bacterias mueren, es decir, incluye un agente denominado Kun que a la vez combinado con celulosa produce la función de ser antibacteriana (Chavez Alcazar & Jurado Perez, 2020). También, presenta las siguientes propiedades:

- Antitranspirantes, porque absorbe y evapora el sudor con mayor rapidez evitando que la prenda se pegue al cuerpo.
- Es cuatro veces más absorbente que el algodón.
- Antialérgicas, al ser ecológica y no irritable.
- Antibacterianas y antihongos, tienen capacidad desodorante donde evita malos olores ya que los microbios no proliferan en esta tela, esto es debido a que la fibra posee un bioagente o microorganismo natural denominado Bambú Kun.
- Hipoalérgica, conserva siempre un olor fresco.

Después de realizar investigaciones acerca de los beneficios del bambú, el presente estudio implica la aplicación de celulosa de bambú en textil 100% Pes, mediante un proceso de acabado por agotamiento y realizar las respectivas pruebas de acuerdo con las normas: AATCC 61-2013, prueba de solidez al lavado – método 3A y NTE INEN 1529-5: 2006 (adaptados), para el conteo de bacterias.

CAPÍTULO III.

3. Metodología

En este capítulo se presentan los diferentes métodos utilizados en el proceso de la realización del trabajo de grado referente en la determinación del factor antibacteriano utilizando la celulosa del bambú.

3.1. Métodos

Los métodos son herramientas muy útiles que son de gran ayuda para realizar cualquier tipo de trabajo investigativo y experimental, porque enfoca en obtener datos y resultados de forma muy versátil.

En el presente trabajo de investigación de la aplicación de un acabado con celulosa de bambú (*guadua angustifolia*), mediante el método de agotamiento en tejido jersey 100% poliéster para determinar su propiedad antibacteriana se fundamenta en los métodos científico y experimental, mismos que han proporcionado la obtención de excelentes resultados luego de aplicación.

3.1.1. Método Científico

Este tipo de método es más útil aplicarla en trabajos que requieren sustento fundamental en la parte de la investigación. “En relación con la definición el método científico es el conjunto de etapas y reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación, cuyos resultados sean aceptados como válidos para la comunidad científica” (Cabezas Mejía, Andrade Naranjo , & Torres Santamaría, 2018). Como son los trabajos de titulación.

La presente investigación en base a los estudios previos realizados se efectúa el acabado con celulosa de bambú en muestras de telas jersey 100% poliéster, mediante la aplicación experimental investigativo, la cual se fundamenta en la manipulación de equipos, materiales y auxiliares con el fin de obtener resultados óptimos y cumplir con los objetivos planteados, en base a la aplicación del producto y su prueba de solidez al lavado.

3.1.2. Método Analítico

Según Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto (2017), expresan que

El método analítico-sintético fue empleado para descomponer el todo en las partes, conocer las raíces y, partiendo de este análisis, realizar la síntesis para reconstruir y explicar. Aquí la reconstrucción y explicación implican elaboración de conocimientos, lo cual es un llamado a que, aunque lo más común en su empleo es para la búsqueda de información, en ocasiones se le utiliza para la elaboración de conocimientos (pág. 187)

En base a este trabajo se evaluó la celulosa aplicada en muestras de tela 100% poliéster, mediante la variación de concentraciones utilizadas en cada probeta, que empieza desde el 5% y termina en el 25%, considerando el aumento progresivo de 5%, con respecto al peso de la tela y la verificación de los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos en relación con el porcentaje distribuido y aplicado. Las cuales fueron empleadas juntamente con los auxiliares, tanto para el acabado con celulosa y la prueba de solidez al lavado.

Todo esto se realizó en los laboratorios de la Planta Académica de la Carrera de Textiles, y se obtuvieron las muestras encaminadas al análisis del factor antibacterial

3.1.3. Método Comparativo

Consiste en realizar una verificación de la hipótesis planteada, siguiendo los pasos de forma ordenada. “La aplicación del método comparativo, como cualquier método científico requiere un cierto proceso que tiene un punto de partida y una cierta secuencia lógica” (Gómez Díaz de León & De León De la Garza, 2012). Con el fin de obtener un resultado coherente con respecto a la parte teórica.

Luego de haber realizado la aplicación, prueba de solidez al lavado y factor antibacterial se realizó la comparación de muestras con respecto a muestras antes y después del lavado con el fin de determinar su carácter antibacterial.

Mediante procesos y técnicas estadísticas para culminar con el análisis y lograr establecer el porcentaje óptimo y la durabilidad del acabado en base a la cantidad de bacterias que fueron inhibidas en la elaboración del acabado con celulosa de bambú y así

poder establecer las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones afines al tema.

Cumpliendo con las normativas AATCC e NTE INEM mediante una adaptación para muestras textiles antibacteriales, facilitando así resultados favorables y normados.

3.2. Normativa Aplicada

Para realizar el presente trabajo, se tomó en cuenta la Norma AATCC; principalmente para la prueba de solidez al lavado.

3.2.1. Norma AATCC

La norma AATCC, indica el procedimiento correcto al cual se debe someter una muestra textil, dependiendo de la prueba al que se va a someter. “El Manual de métodos y procedimientos de prueba internacionales de la AATCC es una compilación de métodos de prueba, procedimientos de evaluación y monografías desarrolladas por los comités de investigación de la AATCC” (Normadoc, 2021). Cada prueba posee una codificación por ejemplo el AATCC Test Method 61-2013 (3A)-Solidez de color al lavado, adaptado.

3.2.2. Norma INEM

También, se utilizó la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5/2006 que estudia y controla la microbiología en alimentos y determinación de la cantidad de microorganismos aerobios.” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006).

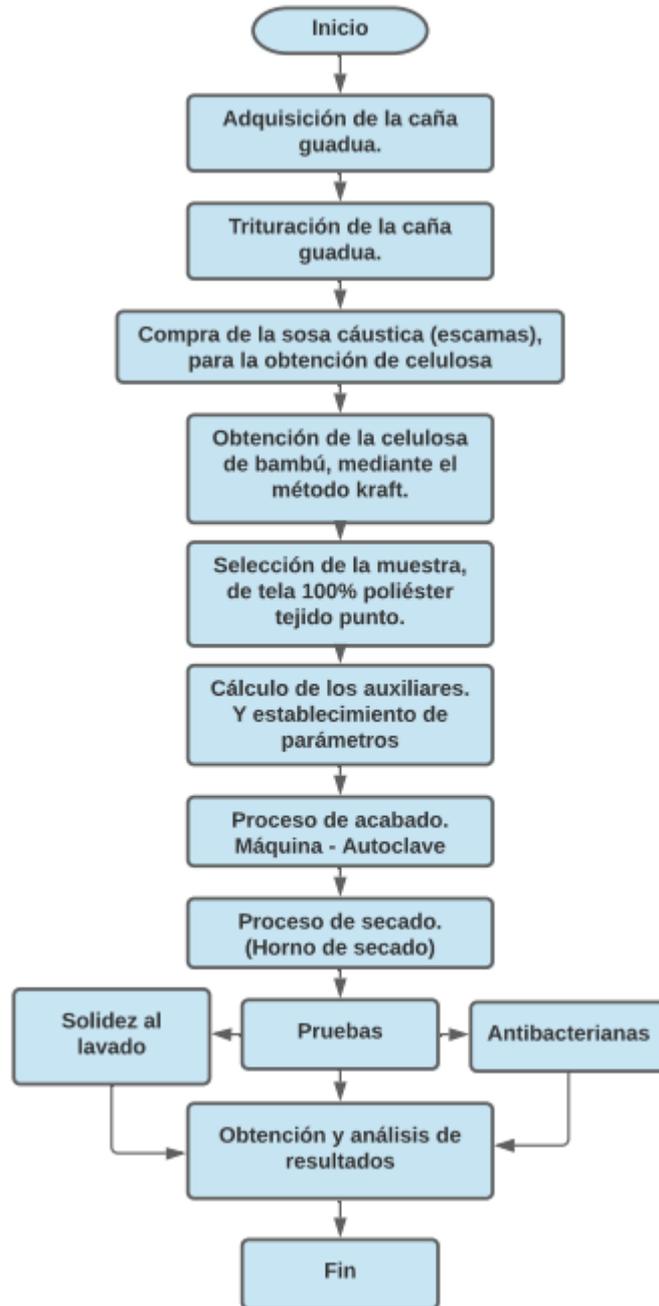
Utilizado para realizar el conteo de bacterias en alimentos, el cual se aplicará con los mismos principios y procedimientos que indica la norma, pero aplicado en muestras textiles mediante una adaptación.

3.3. Flujograma General de Procesos

Para realizar la parte práctica de este trabajo de investigación comprendida en la aplicación de un acabado con celulosa de bambú (*guadua angustifolia*), mediante el método de agotamiento en tejido jersey 100% poliéster y determinar su propiedad antibacteriana, utilizando los diferentes productos químicos con el fin de que la celulosa de bambú ingrese y actúe en el tejido, se plantea un flujograma de procesos.

Figura 10

Flujograma de procesos general



Posteriormente, se detalla mediante un flujograma general de procesos, el cual reforzará y mostrará de forma más clara, el proceso de elaboración de un tejido antibacteriano que tenga solidez al lavado.

1. Para iniciar el proceso se adquiere la caña guadua, seguidamente enviar a la fase de trituración, luego de la obtención del bambú pulverizado se somete al proceso de cocción mediante la adaptación del método Kraft de forma artesanal, utilizando lo siguiente:

Sosa cáustica al 45%

R/B=1/10.

Peso, celulosa de bambú = 1000g

Ecuación 1.

Agua

$$\text{Agua} = \frac{1000\text{g} \times 10\text{L}}{1000\text{g}} = 10\text{L}$$

Ecuación 2.

Sosa cáustica

$$\text{Sosa} = \frac{1000\text{g} \times 45\%}{100\%} = 450\text{g}$$

2. Después de realizar los respectivos cálculos se coloca agua y celulosa en una olla e iniciar con el proceso de cocción, la sosa debe ir agregando poco a poco hasta completar la cantidad solicitada (450 g).
3. El proceso se debe mantener durante 6 horas a temperatura de ebullición, una vez culminada el proceso de cocción, enfriar y cernir la celulosa con la ayuda de una malla (ayuda a separar el líquido de la celulosa denominado lignina).

Figura 11

Celulosa de Bambú



Nota: En la Figura, se puede observar la celulosa después de pasar por el proceso de cocción y presenta un color similar al marrón.

4. Para culminar el proceso de la obtención, la celulosa de bambú se seca a temperatura ambiente por 3 a 4 días (también puede utilizar un horno para el

secado de la celulosa, para un secado rápido), hasta obtener celulosa libre de agua y humedad.

Figura 12

Celulosa de bambú seco



Nota: la Figura 12, muestra el aspecto de la celulosa después de finalizar el proceso de cocción y secado.

Ver figura 13 y 14, donde se detalla de forma general y ordenada el proceso que debe seguir el sustrato para optar la propiedad antibacteriana, el mismo que será tratado con celulosa de bambú, el cual transmitirá este factor por medio de un acabado utilizando la máquina autoclave.

Se optó realizar en este tipo de maquinaria por la facilidad y comodidad al momento de controlar la temperatura, gradiente (hace referencia a la temperatura que debe ascender hasta llegar a su punto máximo). También, en el proceso de bajar la temperatura y finalización de este proceso.

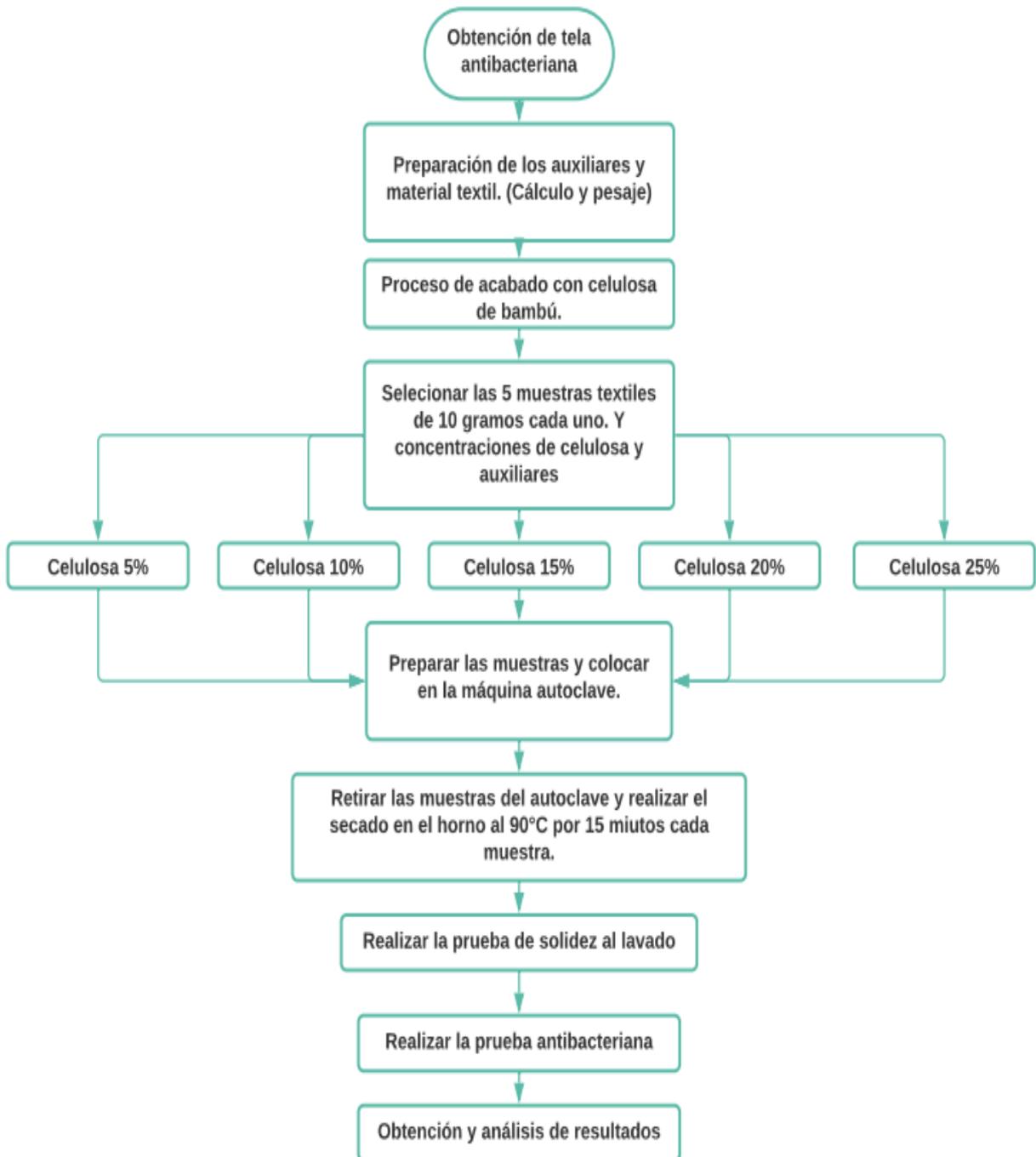
3.4. Flujograma Muestral

Con la finalidad de llevar a cabo el proceso se realiza un total de 10 muestras (2 muestras por porcentaje) a diferentes concentraciones de celulosa de bambú para cada una de ellas, como se muestra en la siguiente Figura 13, con el objetivo de determinar cuál de los porcentajes es el más adecuado.

Este proceso se realiza sobre los textiles para transferir las características antibacterianas mediante el uso de productos y maquinarias de laboratorio, que serán de gran importancia para llevar a cabo este proyecto de investigación. Esto se realizó en una muestra de 10 gramos de tela 100% poliéster, tejido de punto jersey simple.

Figura 13

Flujo de proceso muestral

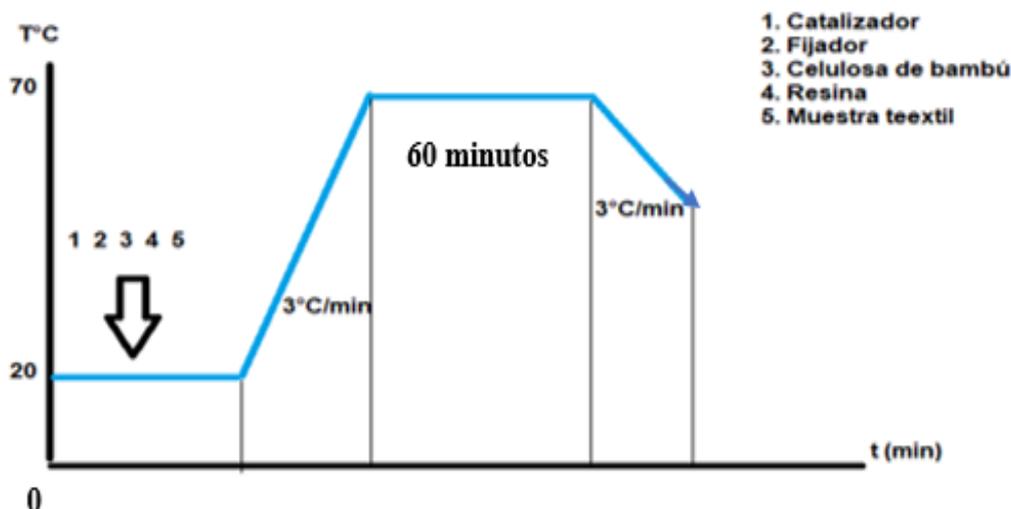


3.5. Aplicación de la Celulosa Para la Obtención del Acabado Antibacteriano.

Más adelante se presenta la curva de procesos de acabado textil, mediante el proceso de agotamiento. Este método consiste en transferir la celulosa de bambú al sustrato textil, las cuales son disueltas en baño de solución. Además, en la curva de procesos se detalla el tiempo, temperatura, los productos químicos utilizados y la gradiente tal como se indica en la siguiente figura.

Figura 14

Curva de agotamiento



3.5.1. *Parámetros*

En el proceso de agotamiento es importante tener en cuenta algunos parámetros, las cuales ayudan al enfoque y el correcto efecto de los diferentes productos sobre el material textil; estos datos son de suma importancia al momento de hacer el acabado antibacterial.

Las concentraciones de la celulosa de bambú y de los otros auxiliares son muy elementales para la realización de este trabajo de investigación y de ello dependerá la obtención del acabado textil antibacteriano.

➤ **Temperatura**

Dentro de la industria textil la temperatura es una variable muy importante, razón por el cual en el proceso de acabados se obtiene la transferencia del pigmento en la muestra. La temperatura máxima al cual se somete los ensayos es de 70°C

➤ **Gradiente**

Es conocida con este nombre al parámetro que se relaciona temperatura y tiempo, es decir cuanto en °C subió en un minuto. Y se representa de la siguiente manera °C/min.

➤ **Tiempo**

Variable que trabaja en relación con la temperatura, tomando en cuenta que en la curva de procesos se grafica de la siguiente manera en el eje de las ordenadas la temperatura y en el eje de las abscisas se encuentra el tiempo.

➤ Relación de baño

Es la relación que existe entre el material y la cantidad de agua necesaria para realizar el proceso de agotamiento. En este trabajo la relación de baño establecido es de 1/10, es decir que por cada gramo de material se necesita 10 mililitros de agua.

Tabla 4

Parámetros del diseño muestral

Muestras	Peso de tela (g)	% de celulosa de bambú	R/B
M1	10	5%	1/10
M2	10	10%	1/10
M3	10	15%	1/10
M4	10	20%	1/10
M5	10	25%	1/10

Nota: La Tabla 4, contiene información acerca del producto y la muestra.

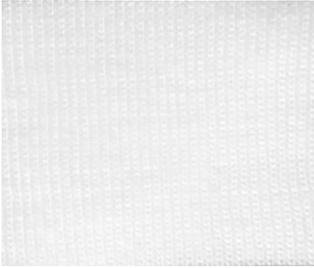
3.5.2. Materiales y Equipos

Cabe recalcar que para iniciar con este proceso los materiales y equipos deben ser tratados con bastante cuidado con el fin de evitar cualquier tipo de resultados erróneos.

A continuación, se detalla las características básicas del tejido de punto jersey simple 100% poliéster, en el cual se aplicó la celulosa de bambú, con la finalidad de obtener un textil antibacteriano que ayude a mejorar la propiedad del género textil de origen sintético.

Tabla 5

Caracterización del tejido de punto

Caracterización de la tela		
Peso	184 gramos	
Ancho	120 cm tubular	
Rendimiento	2.26 m/kg	
Título	250 Denier	
Mallas	48	
Canales	42	

Nota: La Tabla 5, contiene información acerca del tejido jersey 100% Pes, elaborada en una máquina circular monofontura.

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario el uso correcto de varios equipos de laboratorio y sustancias, como se indica en la siguiente tabla. La utilización correcta de equipos y auxiliares, influyen directamente en la calidad y el resultado final.

Tabla 6

Instrumentos, equipos y productos

Instrumentos	
Vasos de precipitación Vidrio reloj Agitador Cuchara espátula Probeta	
Equipos	
Balanza analítica Horno de secado Autoclave de laboratorio	
Productos	
Celulosa de bambú Catalizador Fijador Resina	

Nota: La Tabla 6, contiene información acerca de los productos y equipos para la elaboración de las muestras.

3.5.3. Auxiliares

Cabe mencionar que el proceso de agotamiento no se presenta la reacción química entre el textil y la muestra, razón por la cual es muy importante el uso de dichos productos auxiliares para el proceso de agotamiento tales como: catalizador, fijador, resina y la celulosa de bambú como producto principal para esta investigación.

➤ **Catalizador**

Producto químico que cumple la función de acelerar la reacción para que la celulosa de bambú se impregne en el material textil en menor tiempo.

➤ **Fijador**

Es el encargado de preparar la muestra y que la celulosa se quede fijada en el interior del material.

➤ **Resina**

Producto encargado de ayudar el agotamiento de la celulosa en el textil.

➤ **Celulosa de bambú**

Producto encargado de transferir el factor antibacteriano mediante el método de agotamiento, utilizada a diferentes porcentajes en el tejido.

3.5.3.1. Ficha Técnica.

Según, Higiene Ambiental (2021), menciona que; La ficha técnica es una presentación comercial del producto químico, que incluye datos específicos como:

- La temperatura máxima de almacenamiento
- Modo de empleo
- Toxicidad
- Propiedades físicas y químicas
- Otros

Tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 7

Ficha técnica

Ficha técnica de productos químicos
<ul style="list-style-type: none">➤ Nombre y composición del producto.➤ Descripción general del producto, de su uso y su funcionalidad.➤ Propiedades físicas y químicas: color, olor, estado, pH, densidad, etc.➤ Condiciones de estabilidad: puntos de congelación/ebullición, solubilidad, compatibilidad, etc.➤ Forma de presentación del producto.➤ Modo de empleo: dónde y cómo aplicarlo, plazo de seguridad, incompatibilidades de aplicación, dosis de aplicación, EPIs recomendado, etc.➤ Fecha de revisión de la Ficha Técnica.

Nota: La Tabla 7, informa las partes más relevantes que debe poseer una ficha técnica de productos químicos. Adaptado de (Higiene Ambiental, 2021). En la parte de anexos se puede observar la ficha de cada producto que se utilizó para la realización de este trabajo.

3.5.4. Pruebas de Aplicación

1. Como primer paso se preparó el material textil 100% poliéster de tejido jersey también, se realizó los respectivos cálculos de los auxiliares químicos y la celulosa de bambú.

Datos:

Peso material: 10 gramos

R/B: 1/10

Ecuación 3.

Cantidad de agua

$$\text{Mililitros de agua} = \frac{10\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 100 \text{ ml}$$

Ecuación 4.

Cantidad de ionizante al 3%

$$\text{Ionizante} = \frac{10\text{g} \times 3\%}{100\%} = 0.3\text{g}$$

Ecuación 5.

Cantidad de fijador al 14%

$$\text{Fijador} = \frac{10\text{g} \times 14\%}{100\%} = 1.4\text{g}$$

Ecuación 6.

Cantidad de resina al 3%

$$\text{Fijador} = \frac{10\text{g} \times 3\%}{100\%} = 0.3\text{g}$$

Ecuación 7.

Cantidad de celulosa de bambú al 5%

$$\text{Celulosa} = \frac{10\text{g} \times 5\%}{100\%} = 0.5\text{g}$$

Ecuación 8.

Cantidad de celulosa de bambú al 10%

$$\text{Celulosa} = \frac{10\text{g} \times 1\%}{100\%} = 1\text{g}$$

Ecuación 9.

Cantidad de celulosa de bambú al 15%

$$\text{Celulosa} = \frac{10\text{g} \times 15\%}{100\%} = 1.5\text{g}$$

Ecuación 10.

Cantidad de celulosa de bambú al 20%

$$\text{Celulosa} = \frac{10\text{g} \times 20\%}{100\%} = 2\text{g}$$

Ecuación 11.

Cantidad de celulosa de bambú al 25%

$$\text{Celulosa} = \frac{10\text{g} \times 5\%}{100\%} = 0.5\text{g}$$

Los porcentajes de la celulosa de bambú calculada fue de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% y del fijador fue de 14%, ionizante 3% y resina al 3% en todas las muestras.

2. Seguidamente se procedió a pesar cada uno de ellos, utilizando la balanza digital. La cantidad de productos auxiliares es igual en todas las muestras, variando solo la cantidad de celulosa, con el fin de encontrar la concentración óptima, que brinde y transmita la característica antibacterial al sustrato. También se indica que la cantidad del ensayo no varía, dando a entender que todas son de 10 gramos.

Figura 15

Pesaje del auxiliar y la muestra



Nota: La Figura 15, indica el pesaje de auxiliares y ensayo textil, para seguir con el proceso de acabado textil y determinar su factor antibacteriano.

3. Para iniciar el proceso de agotamiento se aplica la curva de procesos que se presentó; a 20°C se añadió los auxiliares que es el ionizante, resina, fijador, celulosa de bambú; al momento de colocar cada producto se debe agitar el baño con la ayuda de un agitador esto con la finalidad prevenir grumos que alteren el resultado final. Para esto se utilizó 5 vasos diferentes (por cada porcentaje de celulosa). Cabe mencionar que se realizó en total de 10 muestras, es decir 2 repeticiones por concentración de celulosa.

Figura 16

Vasos previamente preparados.



Nota: La Figura 16, muestra los vasos preparados con los químicos, celulosa y muestra textil, listos para colocar en la máquina autoclave.

4. Una vez realizada este proceso de agregar todos los auxiliares químicos, se procedió a introducir las muestras en el baño de solución, posteriormente se mueve el baño de manera muy cuidadosa para evitar daños al material, de tal manera la muestra empiece a absorber los productos de forma homogénea.

Figura 17

Máquina autoclave



Nota: En la Figura 17, se puede apreciar la máquina autoclave, utilizado para realizar el acabado con celulosa de bambú.

5. Posterior se coloca los vasos en el equipo autoclave y se selecciona el programa en la máquina, o crear un nuevo programa en caso de ser necesario, en base a los siguientes parámetros: temperatura máxima (70°C), tiempo de proceso (1 hora) y gradiente 3°C/min (es el tiempo que debe durar para llegar a la temperatura deseada para el proceso), para que los auxiliares se fijen en la muestra.
6. Al culminar el proceso de agotamiento se procede a enfriar y retirar las muestras de la máquina y realizar el enjuague de cada ensayo con agua fría.
7. Y como último paso se debe someter las muestras al proceso de secado.
 - Cuando el horno alcanza 90°C, se coloca los ensayos y mantener por 10 minutos, con el fin de fijar los productos en el sustrato textil.
 - Seguir con la siguiente fase (análisis antibacteriano y prueba de solidez al lavado).

Figura 18

Horno de secado



En las siguientes fichas se presenta cada uno de los ensayos después de ser sometidas al proceso de agotamiento y secado con su respectiva cantidad de celulosa de bambú desde el 5%, 10%, 15%, 20% hasta el 25%. Mediante el uso de equipos de laboratorio de pruebas físicas y químicas de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica del Norte; en el cual se detalla las diferentes cantidades de auxiliares químicos utilizados en el proceso de agotamiento.

Además, las muestras deben estar selladas en fundas de cierre fácil con el fin de evitar cualquier tipo de alteraciones o contaminación al momento de realizar la prueba antibacterial.

3.6. Pruebas de Laboratorio

A continuación, se detalla los procedimientos aplicados para la realización de pruebas de solidez al lavado, el cual se desarrolló en el laboratorio de la Carrera de Textiles y prueba bacteriológico en el laboratorio de la Carrera de Agroindustrias de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

3.6.1. Prueba Solidez al Lavado

Según AATCC Technical Manual, (2015); define como la prueba de solidez al lavado acelerado consiste en realizar un lavado en máquina autoclave, utilizando o sin emplear el cloro, en donde las muestras textiles sufren una pérdida de color o el producto aplicado (págs. 86-90).

Para realizar este trabajo se tomó en cuenta el método de solidez al lavado, test 3A; mediante la adaptación de la misma, el cual simula 5 lavados caseros. Con el fin de evaluar la fijación y duración del producto (celulosa de bambú), en la muestra textil verificando así la permanencia de la propiedad antibacterial, que será comprobada posteriormente en resultados de la prueba antibacteriana.

Tabla 8

Método 3A- Test Conditions

Peso muestra (g)	T °C	Tiempo (Minutos)	Detergente polvo (%)	Detergente líquido (%)	Agua destilada (ml)	# Balines de acero
10.391	71	45	0.15%	0.23%	50	100
10.71	71	45	0.15%	0.23%	50	100
11.27	71	45	0.15%	0.23%	50	100
11.78	71	45	0.15%	0.23%	50	100
11.987	71	45	0.15%	0.23%	50	100

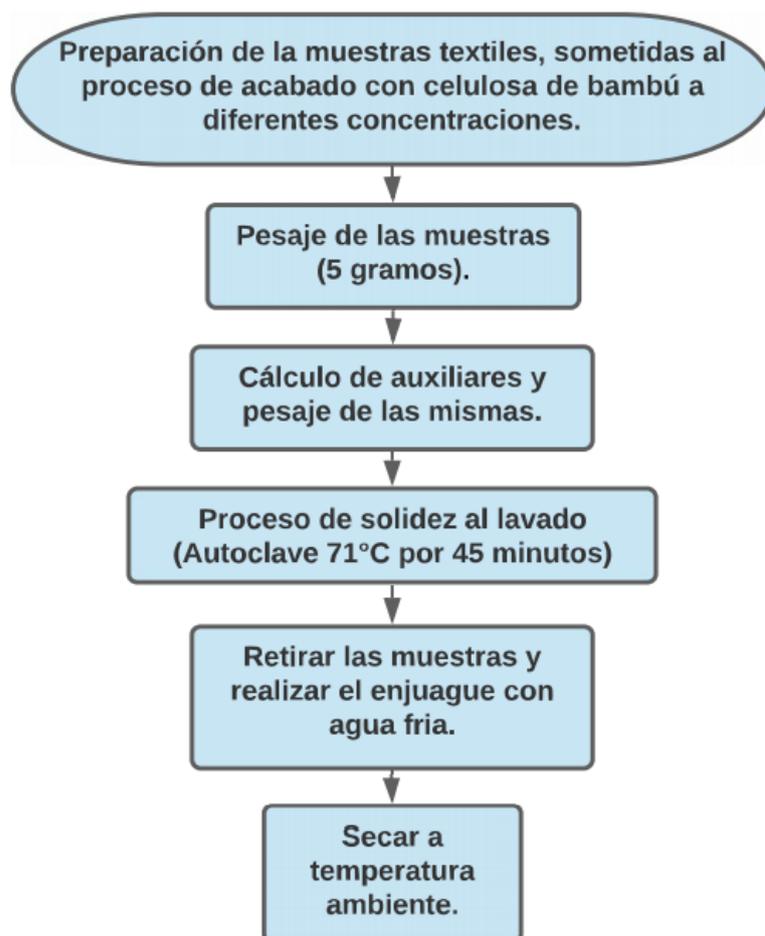
Nota: La tabla contiene información acerca de los parámetros, auxiliares y peso del material con el cual se trabajó: Adaptado (AATCC Technical Manual, 2015).

3.6.1.1. Flujograma de Procesos-Solidez al Lavado

El flujograma de procesos sirve de guía para realizar la prueba de solidez al lavado siguiendo los pasos de forma ordenada y llegar a obtener el resultado planteado.

Figura 19

Flujograma de procesos- Solidez al lavado

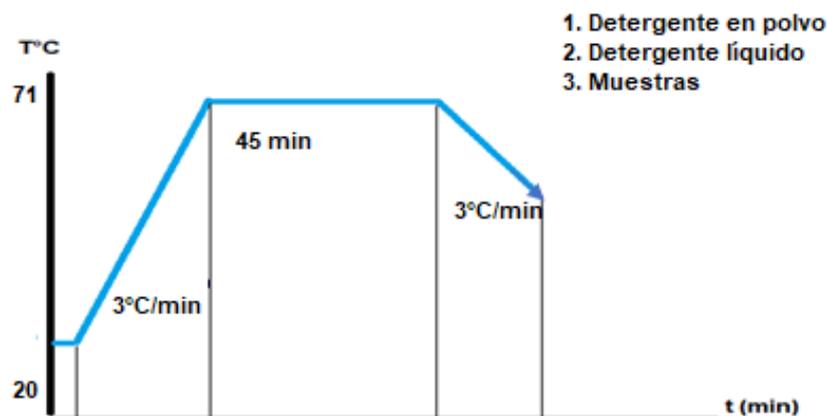


3.6.1.2. Parámetros

Para realizar la siguiente prueba se estableció algunos parámetros, entre ellos la curva de procesos con su respectiva temperatura, tiempo y relación de baño. Los parámetros a la cual se trabajó se toman en cuenta en base a la norma AATCC 61 del año 2013 método 3A de solidez al lavado adaptado. En él se establece la temperatura de 71°C y tiempo de proceso de 45 minutos, con una relación de baño 1/10 con 100 balines y los porcentajes respectivos de los detergentes utilizados.

Figura 20

Curva de Solidez al lavado



3.6.1.3. Materiales y Equipos Utilizados

Para realizar este tipo de prueba se empleó los siguientes materiales, auxiliares y equipos, en las 5 muestras textiles que fueron sometidos al proceso de acabado con celulosa de bambú a diferentes concentraciones.

Tabla 9

Materiales, equipos y auxiliares

Materiales	Equipos	Auxiliares
Vasos de precipitación	Autoclave	Agua destilada
Cuchara	Balanza analítica	Detergente en polvo
Agitador		Detergente en líquido
Probeta		
Balines		

Nota: La presente tabla, contiene información acerca de los materiales, equipos y auxiliares que se emplearon para realizar la prueba de solidez al lavado ver anexo 3 todos los materiales utilizados.

3.6.1.4. Auxiliares

Para optimizar el proceso de solidez al lavado se trabajó con los siguientes auxiliares.

- **Agua destilada:** Agua libre de minerales.

- **Detergente en polvo:** Detergente a base de fosfato de formula B, garantiza el resultado óptimo después del secado de la muestra sin alterar ni presentar efectos secundarios.
- **Detergente en líquido:** Se trabajó con este tipo de detergente debido a su baja formación de espuma y es un producto iónico.

3.6.1.5. Procedimiento

El proceso de solidez al lavado de las muestras 100% poliéster género de punto, con acabado por medio del método de agotamiento con celulosa de bambú, se realizó de la siguiente manera:

- Se debe preparar las muestras, pesando cada uno de ellos que fueron sometidos a diferentes concentraciones de celulosa de bambú. De la misma manera el cálculo y pesaje de auxiliares.

Datos

R/B: 1/10

Ecuación 12.

Cantidad de agua destilada

$$\text{Mililitros de agua destilada} = \frac{10.39\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 103.9 \text{ ml}$$

$$\text{Mililitros de agua destilada} = \frac{10.71\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 107.1 \text{ ml}$$

$$\text{Mililitros de agua destilada} = \frac{11.27\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 112.7 \text{ ml}$$

$$\text{Mililitros de agua destilada} = \frac{11.78\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 117.8 \text{ ml}$$

$$\text{Mililitros de agua destilada} = \frac{11.98\text{g} \times 10\text{ml}}{1\text{g}} = 119.8 \text{ ml}$$

Ecuación 13.

Cantidad de detergente en polvo al 15%

$$\text{Detergente en polvo} = \frac{10.39\text{g} \times 15\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.15\text{g}$$

$$\text{Detergente en polvo} = \frac{10.71\text{g} \times 15\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.16\text{g}$$

$$\text{Detergente en polvo} = \frac{11.27\text{g} \times 15\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.16\text{g}$$

$$\text{Detergente en polvo} = \frac{11.78\text{g} \times 15\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.17\text{g}$$

$$\text{Detergente en polvo} = \frac{11.98\text{g} \times 15\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.17\text{g}$$

Ecuación 14.

Detergente líquido al 23%

$$\text{Detergente liquido} = \frac{10.39\text{g} \times 23\%}{10} = 0.23\text{g} \times 5 = 0.23\text{g}$$

$$\text{Detergente liquido} = \frac{10.71\text{g} \times 23\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.24\text{g}$$

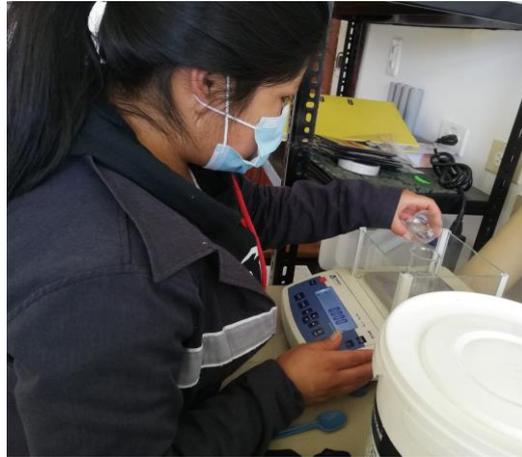
$$\text{Detergente liquido} = \frac{11.27\text{g} \times 23\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.25\text{g}$$

$$\text{Detergente liquido} = \frac{11.78\text{g} \times 23\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.27\text{g}$$

$$\text{Detergente liquido} = \frac{11.98\text{g} \times 23\%}{10} = 0.15\text{g} = 0.27\text{g}$$

Figura 21

Pesaje del detergente líquido



- Luego de realizar el pesaje de los auxiliares se procedió a colocar los productos y mezclar en los vasos que serán colocados en la máquina autoclave. Además, se debe agregar 100 balines de acero en cada vaso tal como indica la Norma en el método 3A.

Figura 22

Vasos preparados y balines de acero



- Colocar los vasos previamente preparados en la máquina autoclave. Y seleccionar el programa de solidez al lavado del método 3A a una temperatura de 71°C por 45 minutos.

Figura 23

Autoclave cargada con los vasos



- Enfriar por 10 minutos (con una gradiente de 3°C/min), y retirar las muestras, realizar el enjuague con agua fría y secar a temperatura ambiente. Para realizar la respectiva prueba antibacteriana.

Figura 24

Enjuague de la muestra



Las muestras después del proceso de solidez al lavado fueron secados a temperatura ambiente; una vez terminado este proceso, transcurrieron a la fase de contaminación para realizar la respectiva prueba antibacteriana, en el laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA).

3.6.2. Prueba Antibacterial

La siguiente prueba se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), empleando todas las normativas de seguridad personal, con el objetivo de maximizar y obtener resultados reales en base al

cultivo y conteo de bacterias aerobias presentes en las muestras textiles. Mediante la adaptación de la Norma Técnica Ecuatoriana 1529-5/2006.

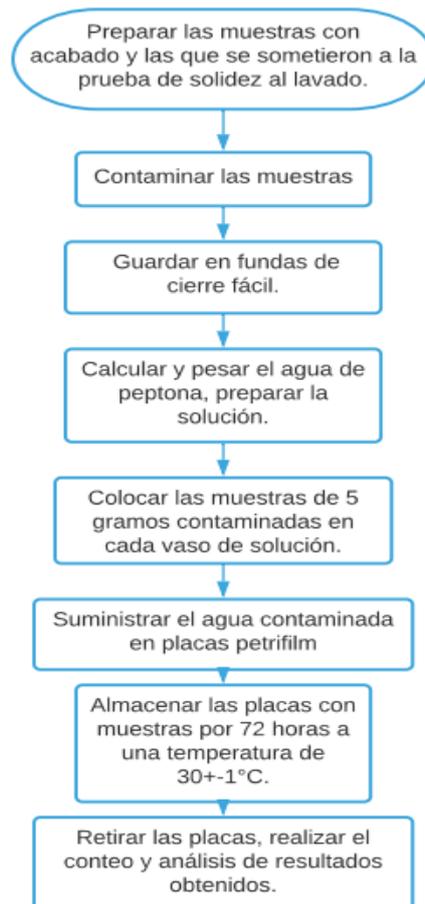
Observaciones: En su mayoría el procedimiento fue realizado por el docente encargado razón por la cual no se podrá detallar minuciosamente los pasos seguidos para realizar la prueba antibacteriana.

3.6.2.1. Flujograma de Proceso-Antibacterial

Flujo para la obtención de la tela antibacteriana para su respectivo análisis bacteriológico.

Figura 25

Proceso antibacteriano



3.6.2.2. Materiales Utilizados

Para este proceso se utilizó los siguientes materiales y auxiliares, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10

Materiales utilizados para la prueba antibacteriana

Materiales	Equipos	Auxiliares
Vasos auto-clavables	Balanza	Agua de peptona
Placas Petrifilm	Autoclave	

Nota: La tabla, indica los materiales utilizados para el cultivo de bacterias y conteo de esta ver Anexo 5, donde se puede observar la fotografía de los materiales.

3.6.2.3. Auxiliares

- **Buffered Peptone Water:** Utilizado para realizar el cultivo de bacterias, donde el medio enriquecido debe mantener un pH 7, que sirve para realizar las pruebas antibacterianas en alimentos, misma que es adaptada y aplicada en muestras textiles.

3.6.2.4. Proceso

1. Primeramente, se realizó el cálculo de la cantidad de peptona para cada muestra de 5 gramos que fueron pesadas con anterioridad.

Datos

550ml solución de agua de peptona

2 repeticiones por muestra

Ecuación 15.

Agua de peptona en gramos

$$\text{Gramos de Peptona} = \frac{550\text{ml} \times 20.1\text{g}}{1000\text{ml}} = \frac{110.55\text{g}}{2} = 5.6 \text{ gramos/vaso}$$

Nota: Debido a la cantidad de agua se preparó en dos vasos auto-clavables, cada uno con un volumen total de 275ml.

2. Posteriormente se dispuso a colocar peptona con agua en los vasos auto-clavables y fueron enviados al proceso de calentamiento en la máquina autoclave por 15

minutos a 105°C, luego se esperó que se enfrié hasta llegar a una temperatura ambiente para su fácil manipulación. Este proceso sirve para estabilizar la solución (agua peptonada).

Figura 26

Solución preparada



3. Tras al enfriamiento, se procede a pesar 45 gramos de solución, el cual se colocó en cada vaso y fue adicionado las muestras contaminadas individualmente. Después de un tiempo se debe añadir la solución contaminada en las placas Petrifilm (cada muestra contaminada se coloca en dos placas Petrifilm, dando a entender las 2 repeticiones), con la ayuda de una micropipeta.

Figura 27

Aplicación de solución contaminada en placas Petrifilm

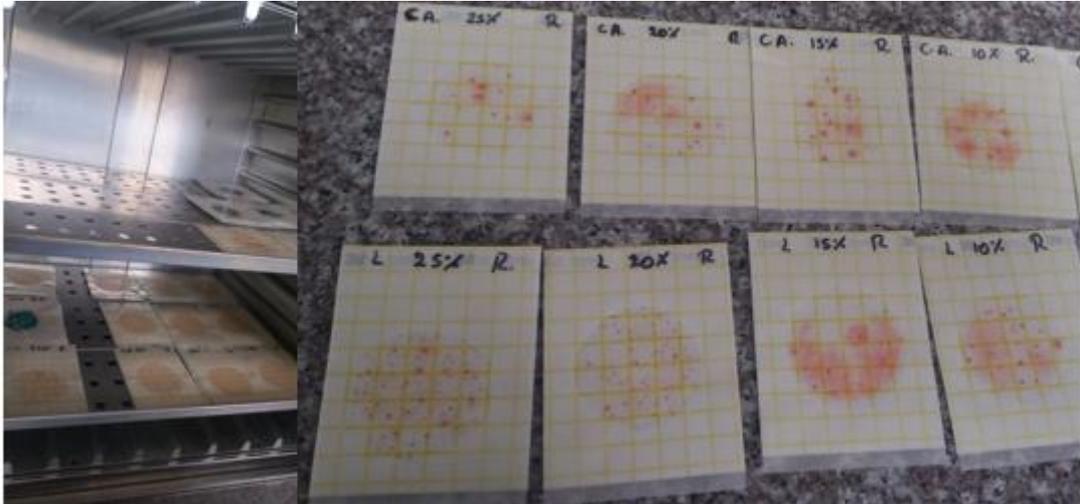


4. Se procedió a incubar las placas a una temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72 horas. En caso de trabajar con placas de recuento rápido se debe incubar por 24 horas a la misma temperatura. Después del tiempo establecido se procede a retirar las placas

para realizar el conteo de bacterias, mediante la guía de conteo de bacterias aerobias en placas Petrifilm.

Figura 28

Incubación y obtención de pruebas



Nota: En la presente Figura 28, se muestra los resultados en especímenes con acabado, antes y después del proceso de lavado con celulosa a diferentes concentraciones en placas Petrifilm 72 horas.

Figura 29

Resultado obtenido en muestra sin acabado



Nota: La Figura 29, presenta el resultado obtenido en muestra sin acabado. La muestra posee una apariencia diferente en relación con el resultado de la figura 27, porque se realizó la prueba en placas Petrifilm de conteo rápido.

CAPÍTULO IV.

4. Resultados y Discusión de Resultados

En el presente capítulo describe los diferentes resultados obtenidos para cada una de las pruebas realizadas, por medio de la aplicación de la norma establecida para cada uno de los ensayos. También, se indican los resultados por medio de tablas o como representaciones en gráficos estadísticos.

Para lograr mayor comprensión, presenta las abreviaturas utilizadas en este capítulo.

P: Peso

g: Gramos

S.A: Sin acabado

C.B: Celulosa de Bambú

C.A: Con acabado antes del lavado

L: Lavado

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

Cm²: Centímetro cuadrado

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

PP: Placas Petrifilm

% B: Porcentaje de bacterias.

% R.B: Porcentaje, reducción de bacterias

4.1. Resultados

4.1.1. Resultado de la Aplicación de la Celulosa de Bambú

A continuación, se plasman los resultados obtenidos con respecto a la aplicación de celulosa en las muestras textiles, además para resaltar cuanto de celulosa se impregno en la tela, se realizó el pesaje correspondiente de cada uno de los ensayos.

Tabla 11

Poliéster al 5% de celulosa

Tejido al 5% de celulosa de bambú			
Muestra 1			
	Tipo de tejido	Punto jersey 100% Poliéster	
	Método	Agotamiento	
	Peso (g)	10 (g) sin acabado	10.391 (g) con acabado
	R/B	1/10	
	Temperatura	70°C	
	Celulosa de bambú	0.5 gramos	
	Productos		
Fijador	1.4 gramos		
Resina	3% (0.3gramos)		
Ionizante	3% (0.3gramos)		

Nota: En la tabla, se presenta la muestra número uno sometida al proceso de acabado con 0.5 gramos de celulosa de bambú para obtener un textil antibacterial.

Observaciones: Al 5% de celulosa de bambú no presentó alteraciones en cuanto al color de la tela, además; con respecto al baño se puede mencionar que las partículas

grandes de celulosa no lograron reaccionar con la muestra, el cual se quedó en el baño. Con respecto al tacto y olor no se presentó ningún cambio.

Tabla 12

Poliéster al 10% de celulosa

Tejido al 10% de celulosa de bambú			
Muestra 2			
	Tipo de tejido	Punto jersey 100% Poliéster	
	Método	Agotamiento	
	Peso (g)	10 (g) sin acabado	10.71 (g) con acabado
	R/B	1/10	
	Temperatura	70°C	
	Celulosa de bambú	1 gramo	
	Productos		
Fijador	1.4 gramos		
Resina	3% (0.3gramos)		
Ionizante	3% (0.3gramos)		

Nota: En la Tabla, se presenta la muestra número dos sometida al proceso de acabado con 1 gramo de celulosa de bambú para obtener un textil antibacterial.

Observaciones: Al 10% de celulosa de bambú no presentó alteraciones en cuanto al color de la tela, además; con respecto al baño se puede mencionar que las partículas grandes de celulosa no reaccionaron con la muestra, el cual se quedó en el baño. Con respecto al tacto y olor no se presentó ningún cambio.

Tabla 13*Poliéster al 15% de celulosa*

Tejido al 15% de celulosa de bambú			
Muestra 3			
	Tipo de tejido	Punto jersey 100% Poliéster	
	Método	Agotamiento	
	Peso (g)	10 (g) sin acabado	11.27 (g) con acabado
	R/B	1/10	
	Temperatura	70°C	
	Celulosa de bambú	1.5 gramos	
	Productos		
Fijador	1.4 gramos		
Resina	3% (0.3gramos)		
Ionizante	3% (0.3gramos)		

Nota: En la Tabla, se presenta la muestra número uno sometida al proceso de acabado con 1.5 gramos de celulosa de bambú para obtener un textil antibacterial.

Observaciones: Al 15% de celulosa de bambú no presentó alteraciones en cuanto al color de la tela, además; con respecto al baño se puede mencionar que las partículas grandes de celulosa no reaccionaron con la muestra, el cual se quedó en el baño. Con respecto al tacto y olor no se presentó ningún cambio.

Tabla 14*Poliéster al 20% de celulosa*

Tejido al 20% de celulosa de bambú				
Muestra 4				
	Tipo de tejido	Punto jersey 100% Poliéster		
	Método	Agotamiento		
	Peso (g)	10 (g) sin acabado	11.78 (g) con acabado	
	R/B	1/10		
	Temperatura	70°C		
	Celulosa de bambú	2 gramos		
	Productos			
Tejido al 20% de celulosa de bambú				
Fijador	1.4 gramos			
Resina	3% (0.3gramos)			
Ionizante	3% (0.3gramos)			

Nota: En la Tabla, se presenta la muestra número cuatro sometida al proceso de acabado con 2 gramos de celulosa de bambú para obtener un textil antibacterial.

Observaciones: Al 20% de celulosa de bambú no presentó alteraciones en cuanto al color de la tela, además; con respecto al baño se puede mencionar que las partículas grandes de celulosa no reaccionaron con la muestra, el cual se quedó en el baño. Con respecto al tacto y olor no se presentó ningún cambio.

Tabla 15*Poliéster al 25% de celulosa*

Tejido al 25% de celulosa de bambú			
Muestra 5			
	Tipo de tejido	Punto jersey 100% Poliéster	
	Método	Agotamiento	
	Peso (g)	10 (g) sin acabado	11.987 (g) con acabado
	R/B	1/10	
	Temperatura	70°C	
	Celulosa de bambú	2.5 gramos	
	Productos		
Fijador	1.4 gramos		
Resina	3% (0.3gramos)		
Ionizante	3% (0.3gramos)		

Nota: En la Tabla, se presenta la muestra número cinco sometida al proceso de acabado con 2.5 gramos de celulosa de bambú para obtener un textil antibacterial.

Observaciones: Al 25% de celulosa de bambú no presentó alteraciones en cuanto al color de la tela, además; con respecto al baño se puede mencionar que las partículas grandes de celulosa no reaccionaron con la muestra, el cual se quedó en el baño. Con respecto al tacto y olor no se presentó ningún cambio.

Tabla 16

Resumen de pesos de las muestras luego de la aplicación de la celulosa

Celulosa de Bambú. (%)	Peso 1 Sin Acabado (g)	Peso 2 Con Acabado antes del lavado (g)
0%	10	10
5%	10	10.391
10%	10	10.71
15%	10	11.27
20%	10	11.78
25%	10	11.987

Nota: En la tabla se puede apreciar que el con proceso de agotamiento las muestras textiles aumentaron su peso, dando a entender que la celulosa si se impregno en los ensayos, aunque no en su totalidad.

Nota: Con respecto a la presencia de residuos de partículas grandes de celulosa de bambú en el baño se puede mencionar que el proceso de trituration de la celulosa se debe realizarse en una máquina especializada en la pulverización, esto se detalla debido a la presencia de partículas en todos los baños de diferentes concentraciones del producto antibacterial aplicado.

4.1.2. Resultado de la Solidez al Lavado

En la siguiente tabla se presentan el resultado de las muestras con celulosa de bambú a diferentes concentraciones (5%, 10%, 15%, 20% y 25%), luego del proceso de solidez al lavado, el cual se llevó a cabo en el laboratorio de pruebas físicas y químicas de la Carrera de Textiles perteneciente a la Universidad Técnica del Norte. Mediante, el cual lograr determinar si el presente acabado es permanente, o semipermanente.

Tabla 17*Caracterización del textil, parámetros, y productos utilizados para el proceso de lavado*

Características del textil	Parámetros	Productos
Material: Punto jersey 100% Poliéster	T °C: 71	Agua destilada: 100ml
	T min: 45	Detergente en polvo: 0.15%
	R/B: 1/10	Detergente líquido: 0.23%
		# de balines: 100

Nota: En la tabla, indica los productos y parámetros establecidos para todas las muestras que fueron sometidos al proceso de lavado.

Observación general: Con el fin de aclarar la parte de observaciones se menciona lo siguiente; el baño luego del lavado fue analizado de forma visual, para lograr apreciar cuanto de acabado se impregno en la tela y cuanto se fue con el proceso de lavado. Además, para lograr determinar el porcentaje de pérdida de la celulosa durante el proceso de lavado se realizó lo siguiente el pesaje de todas las muestras nuevamente y así plasmar el resultado en base a datos estadísticos.

Tabla 18*Muestras lavadas - 5%,10%, 15%, 20% y 25% de celulosa de bambú.*

Muestras lavadas	
<p>Muestra 1 lavado (5% de celulosa)</p> 	<p>P (g) = 10.391 (g) con acabado</p> <p>P (g) = 10.315 (g) con acabado - lavado</p> <p>Observaciones: En base a la evaluación visual, la muestra con celulosa de bambú al 5%, luego de someterse al proceso de lavado no presentó residuos de celulosa en el baño ni cambios o alteraciones con respecto al color y olor.</p>

<p>Muestra 2 lavado (10% de celulosa)</p> 	<p>P (g) = 10.71 (g) con acabado</p> <p>P (g) = 10.65 (g) con acabado - lavado</p> <p>Observaciones: En base a la evaluación visual de igual manera la muestra con celulosa de bambú al 10%, luego de someterse al proceso de lavado no presentó residuos de celulosa en el baño, ni cambios o alteraciones con respecto al color y olor.</p>
<p>Muestra 3 lavado (15% de celulosa)</p> 	<p>P (g) = 11.27 (g) con acabado</p> <p>P (g) = 11.20 (g) con acabado - lavado</p> <p>Observaciones: En base a la evaluación visual, la muestra con celulosa de bambú al 15%, luego de someterse al proceso de lavado presentó una cantidad mínima de residuos de celulosa en el baño, pero no presentó cambios o alteraciones con respecto al color y olor.</p>
<p>Muestra 4 lavado (20% de celulosa)</p> 	<p>P (g) = 11.78 (g) con acabado</p> <p>P (g) = 11.58 (g) con acabado - lavado</p> <p>Observaciones: En base a la evaluación visual, la muestra con celulosa de bambú al 20%, luego de someterse al proceso de lavado presentó residuos de celulosa en el baño, pero no presentó cambios o alteraciones con respecto al color y olor.</p>

<p>Muestra 5 lavado (25% de celulosa)</p> 	<p>P (g) = 11.987 (g) con acabado</p> <p>P (g) = 11. 68 (g) con acabado - lavado</p> <p>Observaciones: En base a la evaluación visual, la muestra con celulosa de bambú al 25%, luego de someterse al proceso de lavado presentó residuos de celulosa en el baño y fue bastante notorio, pero no presentó cambios o alteraciones con respecto al color y olor.</p>
--	---

Nota: En la Tabla, se menciona que los análisis en base a la presencia de residuos fueron realizados de forma visual.

Mediante los resultados visuales y estadísticos (peso “g”) de las diferentes muestras se puede definir que el presente acabado es semipermanente, ya que durante el proceso de lavado una cantidad de celulosa se fue en el baño, el cual se puede apreciar relacionando los pesos con acabado con respecto a pesos con acabado - lavado.

Tabla 19

Cantidad de C.B dispersa en el baño

Celulosa de Bambú. (%)	Peso 1 Acabado (g)	Sin Peso 2 Acabado del lavado (g)	Con Peso 3 Lavado (g)	Cantidad de Celulosa de Bambú en el baño (g)
0%	10	10	10	0
5%	10	10.39	10.32	0.07
10%	10	10.71	10.65	0.06
15%	10	11.27	11.20	0.07
20%	10	11.78	11.58	0.20
25%	10	11.99	11. 68	0.31

4.1.3. Resultado General de la Prueba Antibacteriana

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el conteo de bacterias aerobias. Tomando de base la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5:2006, primera revisión adaptada en pruebas antibacterianas textiles. Cabe mencionar que las muestras fueron contaminadas durante 6 horas, por una sola persona; realizando las actividades diarias del hogar.

El conteo se realiza en base a las siguientes unidades UFC/cm²; donde UFC hace referencia a las unidades formadoras de colonias, en 1 cm². Con el fin de obtener resultados óptimos, se realizó dos repeticiones por muestra. Por cuestiones económicas la prueba se llevó a cabo en dos tipos de placas diferentes al momento de la incubación (72 horas y 24 horas-placas de conteo rápido), dando un resultado similar en las dos placas los cuales fueron promediados para obtener el total de las bacterias, el conteo se realizó mediante las guías de interpretación las cuales se encuentran anexadas en este documento

ver **Anexo 6.**
Guía de interpretación bacteriológico (72 horas) y **Anexo 7.**
Guía de interpretación bacteriológico (24 horas).

La presente tabla indica resultados obtenidos de muestras sometidas al proceso de acabado con celulosa de bambú al 5, 10, 15, 20 y 25 por ciento (%), antes y después de solidez al lavado.

Tabla 20

Resultado general de la prueba bacteriológico

CONTEO DE BACTERIAS - AEROBIOS TOTALES							
%	C.A. UFC/cm ²			L. UFC/cm ²			Método de ensayo
	PP (72 h)	PP (24 h)	Total	PP (72 h)	PP (24 h)	Total	Adaptado
25	8	6	70	31	40	335	NTE INEN 1529-5:2006

20	12	11	115	39	37	380	NTE INEN 1529-5:2006
15	31	35	330	49	56	525	NTE INEN 1529-5:2006
10	39	45	420	66	57	615	NTE INEN 1529-5:2006
5	67	58	625	85	90	875	NTE INEN 1529-5:2006
0	100	120	1100				NTE INEN 1529-5:2006

Nota: En la Tabla, se puede observar que la prueba se llevó a cabo en dos placas de Petrifilm diferentes, considerando su tiempo de incubación. Dando resultados considerables en las dos placas. Los valores con el cual se trabajó fueron de la columna de total.

Los resultados alcanzados y plasmados en la Tabla 20, son datos que se obtuvieron mediante el uso del laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

4.1.3.1. Resultados de las Pruebas Antibacterianas Antes del Proceso de Solidez al Lavado

A continuación, se muestran los resultados de la prueba antibacterial aplicadas a muestras textiles 100% poliéster, con las siguientes concentraciones de celulosa de bambú: 5%, 10%, 15%, 20% y 25%; antes de ser sometidas al proceso de solidez al lavado.

Tabla 21*Resultados de la prueba bacteriológica*

% Celulosa Bambú.	Con Acabado antes del lavado. Total, UFC/cm ²	% Bacterias.	% Reducción de Bacterias.	Método de ensayo (Adaptado)
0%	1100	100%	0%	NTE INEN 1529-5:2006
5%	625	56.81%	43.19%	NTE INEN 1529-5:2006
10%	420	38.18%	61.82%	NTE INEN 1529-5:2006
15%	330	30%	70%	NTE INEN 1529-5:2006
20%	115	10.45%	89.55%	NTE INEN 1529-5:2006
25%	70	6.36%	93.64%	NTE INEN 1529-5:2006

En la Tabla, se puede apreciar los resultados obtenidos a partir de la prueba antibacteriana en muestras antes del proceso de lavado, dando una eficacia máxima del 93.64% (reducción de bacterias), a una concentración del 25% de celulosa de bambú.

4.1.3.2. Resultados de las Pruebas Antibacterianas Después del Proceso de Solidez al Lavado

Más adelante, se presentan los resultados obtenidos de la prueba antibacteriana aplicadas a muestras textiles 100% poliéster, con las siguientes concentraciones de celulosa de bambú: 5%, 10%, 15%, 20% y 25%; después del proceso de solidez al lavado.

Para comprobar la durabilidad del acabado se realizó el proceso de solidez al lavado mediante la adaptación de la Norma AATCC, método 61-2013 (solidez del color al lavado acelerado, simulando 5 lavados caseros).

Tabla 22*Resultados del análisis bacteriológico*

% Celulosa de Bambú	Lavado. Total, UFC/cm ²	% Bacterias	% Reducción de Bacterias	Método de ensayo (Adaptado)
0%	1100	100%	0%	NTE INEN 1529-5:2006
5%	875	79.54%	20.46%	NTE INEN 1529-5:2006
10%	615	55.90%	44.1%	NTE INEN 1529-5:2006
15%	525	47.72%	52.28%	NTE INEN 1529-5:2006
20%	380	34.54%	65.46%	NTE INEN 1529-5:2006
25%	335	30.45%	69.55%	NTE INEN 1529-5:2006

Nota: En la Tabla, se puede valorar el resultado que se obtuvo a partir de la prueba antibacterial después del proceso de lavado, considerando que el acabado sigue inhibiendo el crecimiento de las bacterias a una eficacia máxima del 69.55%, con el 25% de celulosa.

Después de haber realizado el conteo se obtuvo lo siguiente: la muestra con el 5% de celulosa; presentó una reducción del 20.46% de bacterias, al 10% de celulosa el 44.1% de bacterias, al 15% de celulosa el 52.28% de bacterias, al 20% de celulosa una reducción del 65.46% de bacterias, y finalmente la muestra con el 25% de celulosa inhibió el 69.55% de bacterias, mediante el cual se determina que el textil sigue presentando el efecto antibacterial, razón por la cual se define que el acabado es semipermanente.

4.2. Discusión de Resultados

En la siguiente tabla se pueden observar el cuadro de síntesis de resultados de los ensayos realizados tanto en el Laboratorio CTEX y Laboratorio de Análisis

Fisicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 23

Síntesis de resultado de los ensayos de laboratorio

Celulosa de Bambú. (%)	Cantidad de Celulosa en el baño (g)	% Reducción de Bacterias en muestras Con Acabado antes del lavado.	% Reducción de Bacterias en muestras Lavadas.
5%	0.07	43.19%	20.46%
10%	0.06	61.82%	44.1%
15%	0.07	70%	52.28%
20%	0.20	89.55%	65.46%
25%	0.31	93.64%	69.55%

Por medio de tablas de recopilación de resultados de la prueba antibacterial realizada en el laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) aplicando la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-5:2006, se obtuvo datos para establecer el grado de confiabilidad mediante el programa denominado PAST 4. En ella se menciona el análisis de la varianza, también la prueba de confiabilidad o normalidad de los datos.

Además, se puede mencionar que el bambú si posee la propiedad antibacteriana el cual se evidencia en la **Tabla 20** Resultado general de la prueba bacteriológico, donde se indica el número de bacterias que se obtuvo en muestras con acabado antes y después del lavado con respecto a la cantidad de bacterias que se presentó en la muestra sin acabado.

También se puede mencionar que la variación de eficacia con respecto a las muestras Con Acabado antes del lavado y Lavado se debe a que las muestras luego de someterse al proceso de lavado presentaron restos o residuos de celulosa en el baño.

4.2.1. Análisis de la Varianza

El análisis estadístico se realizó, luego de obtener los resultados en cada una de las pruebas: aplicación de la celulosa, solidez al lavado y antibacterial, que constó de 11 muestras totales (10 muestras con acabado a diferentes concentraciones de celulosa; 5 antes del lavado, 5 después del lavado, y 1 muestra sin acabado); para realizar la comparación de datos recopilados, fue necesario tabular en **SOFTWARE ESTADÍSTICO PAST 4**.

Figura 30

Análisis de la varianza

 Univariate statistics

	Cantidad de C.B €	% R. B en C. A.	% R. B en L.
N	5	5	5
Min	0,06	43,19	20,46
Max	0,31	93,64	69,55
Sum	0,71	358,2	251,85
Mean	0,142	71,64	50,37
Std. error	0,04933559	9,255519	8,755426
Variance	0,01217	428,3232	383,2874
Stand. dev	0,1103177	20,69597	19,57773
Median	0,07	70	52,28
25 prcnil	0,065	52,505	32,28
75 prcnil	0,255	91,595	67,505
Skewness	1,129329	-0,3565659	-0,9164875
Kurtosis	-0,346252	-1,175739	0,4156007
Geom. mean	0,1127581	69,02834	46,38639
Coeff. var	77,68854	28,88885	38,86783

En la figura 30 se puede observar el % del coeficiente de variación obtenidos de las tres pruebas realizadas. Siendo así que en la prueba de la celulosa de bambú dispersa en el baño se obtuvo 77.68 por ciento, siendo este el valor mayor, esto sucedió debido a que se obtuvieron valores menores a 1 gramo. Además, y como un valor menor fue de 28.88 por ciento de reducción de bacterias en muestras antes del lavado.

4.2.2. Normalidad de los Datos

En la siguiente Figura 31, se pone a disposición los resultados de confiabilidad de los datos obtenidos en la prueba antibacterial. Donde se tomó como referencia los cuatro métodos más relevantes que posee el programa PAST 4; Shapiro- Wilk, Anderson-Darling A, Jarque- Bera JB y Lilliefors L. permitiendo determinar que las respectivas pruebas se ajustan a la hipótesis planteada. Verificando que los valores en los cuatro métodos son mayores a 0.05 afirmando que los datos tienen una confiabilidad del 95%.

Figura 31

Análisis de normalidad

 Tests for normal distribution

	Cantidad de C.B en e	% R. B en C. A.	% R. B en L.
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8016	0,9444	0,9311
p(normal)	0,08346	0,6969	0,6039
Anderson-Darling A	0,54	0,2206	0,2477
p(normal)	0,08043	0,666	0,5629
p(Monte Carlo)	0,0812	0,7701	0,6752
Lilliefors L	0,343	0,2066	0,1796
p(normal)	0,05261	0,6909	0,8621
p(Monte Carlo)	0,0473	0,7173	0,8881
Jarque-Bera JB	0,7242	0,3965	0,4823
p(normal)	0,6962	0,8202	0,7857
p(Monte Carlo)	0,201	0,7155	0,57

4.2.3. Análisis de Resultados

Mediante el uso de los siguientes gráficos estadísticos del Programa PAST 4, se obtuvo lo siguiente para el análisis de resultados; tal como se puede apreciar en las siguientes figuras.

4.2.3.1. Análisis de la Prueba Antes del Lavado.

A continuación, se presenta datos obtenidos con respecto a la eficacia de la celulosa de bambú antes del proceso de lavado, en donde se puede observar los

porcentajes de reducción de bacterias que se relacionan directamente con la concentración de la celulosa.

Tabla 24

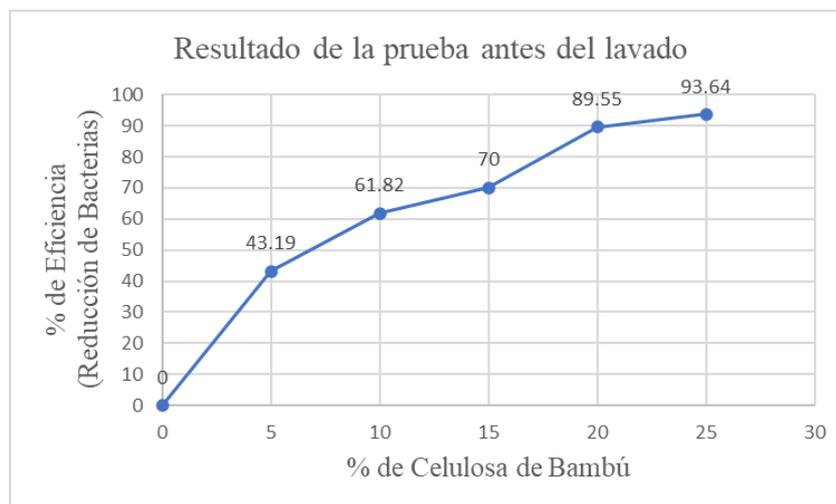
Resultados antes del lavado

% Celulosa de Bambú.	% Reducción de Bacterias.
0%	0%
5%	43.19%
10%	61.82%
15%	70%
20%	89.55%
25%	93.64%

En la Tabla, se presenta los resultados obtenidos en muestras con acabado a diferentes concentraciones de celulosa de bambú y su porcentaje de reducción de bacterias.

Figura 32

Resultado de la prueba antes del lavado



En la Figura 32, se puede observar el comportamiento de las muestras a diferentes concentraciones y la obtención de los resultados antibacterianos alcanzados mediante el conteo de esta en unidades formadoras de colonias por centímetro cuadrado (UFC/cm²), proporcionadas a cada una de las pruebas realizadas de acuerdo con las concentraciones

antes del lavado. Donde en el eje de las “Y” representa el % de reducción de bacterias totales y en el eje de las “X”, se encuentra los porcentajes de celulosa de bambú aplicada a las muestras textiles 100% poliéster (100% Pes).

Además, se logra apreciar lo siguiente; el factor antibacteriano crece a medida que aumenta la concentración de celulosa de bambú en las pruebas, donde se puede observar que el valor máximo de bacterias es del 1100, valor obtenido de la muestra sin acabado (0% de celulosa), en base a este dato se describe lo siguiente: al 5% de celulosa; disminuye las bacterias en un 43.19%, considerado como el menos eficiente en relación con el 25% de celulosa que inhibe el 93.64% de bacterias.

4.2.3.2. Análisis Prueba Después del Lavado.

Cantidad de celulosa presente en el baño después del proceso de lavado

Mediante la siguiente tabla se logró analizar que la cantidad de celulosa disperso en el baño es directamente proporcional a la cantidad de celulosa aplicada en el acabado y posteriormente lavado.

Tabla 25

Análisis de la cantidad de celulosa disperso en el baño después del lavado

Peso 2 Con Acabado antes del lavado (g)	Peso 3 Lavado (g)	Cantidad de Celulosa de Bambú en el baño (g)
10	10	0
10.39	10.32	0.07
10.71	10.65	0.06
11.27	11.20	0.07
11.78	11.58	0.20
11.99	11.68	0.31

Por medio de esta tabla se puede mencionar que una cantidad de celulosa quedo en el baño luego del proceso de lavado, el cual se puede definir como intervalo o valor perdido, mediante el cual se logró determinar que las muestras irán perdiendo su función

bacteriológica mediante cada lavada, y dando a entender que el acabado es semipermanente.

Análisis de la prueba antibacterial después del lavado

De la misma manera, se presenta los datos obtenidos de las pruebas después del proceso de solidez al lavado. En el cual se puede mencionar lo siguiente, a pesar de que los ensayos experimentaron el proceso de solidez al lavado por medio de la adaptación de la norma, simulando 5 lavados caseros; el textil sigue manteniendo el efecto antibacterial, mediante el cual se logra definir que el presente acabado se encuentra dentro de los denominados acabados semipermanentes.

Tabla 26

Resultados bacteriológicos después del lavado

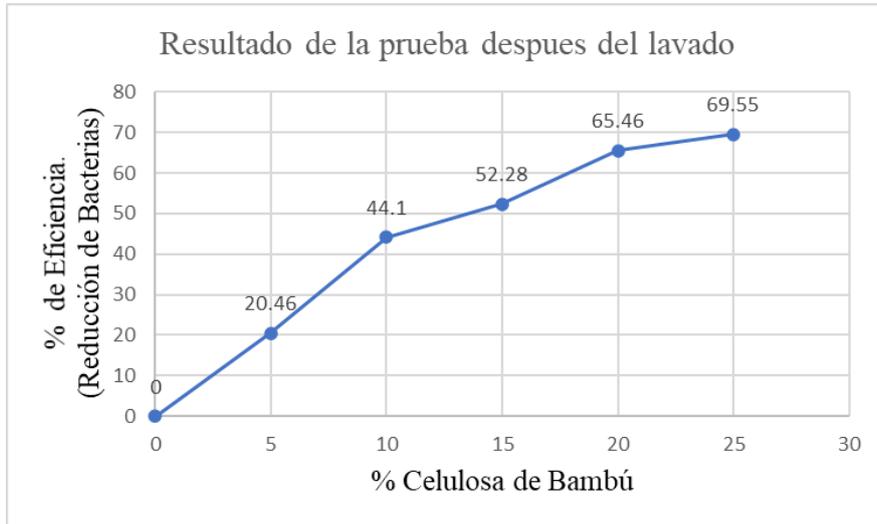
% Celulosa de Bambú.	% Reducción de Bacterias.
0%	0%
5%	20.46%
10%	44.1%
15%	52.28%
20%	65.46%
25%	69.55%

En la Tabla, se puede apreciar los resultados obtenidos en muestras textiles a diferentes concentraciones de celulosa de bambú después del proceso de lavado.

Para el siguiente análisis de resultado en el gráfico estadístico de líneas se debe considera los siguiente: eje de las “Y”, % de eficacia y eje de “X”, % de celulosa aplicada en las pruebas.

Figura 33

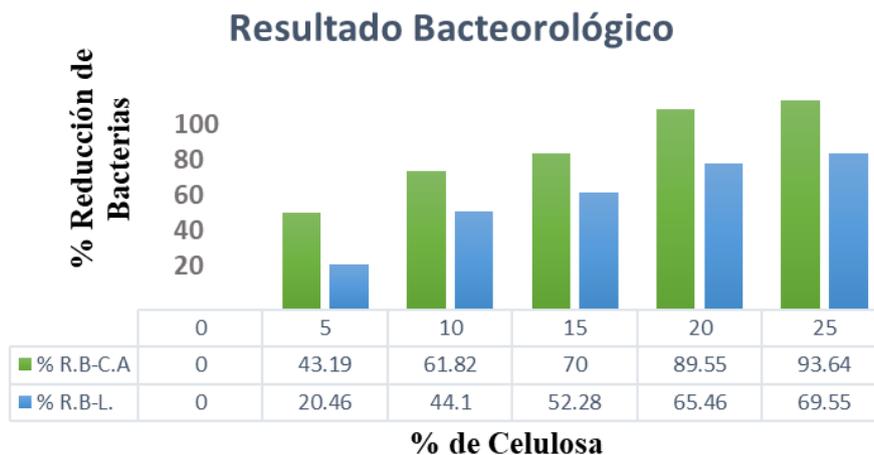
Resultados bacteriológicos después del lavado



Así mismo, se determina que el factor antibacteriano sigue conservando su eficacia en un 20.46% al 5% de celulosa y presentando la efectividad máxima del 69.55% al 25% de celulosa, después del proceso de lavado. Los resultados bacteriológicos después del lavado dan a entender que, a medida del aumento de concentración de celulosa de bambú, la eficiencia es mayor en la eliminación de bacterias.

Figura 34

Resultado Bacteriológico antes y después del lavado



En la Figura 34, se puede apreciar lo siguiente; a medida que aumenta la concentración de la celulosa de bambú, las barras tienden a ascender el valor en el eje de

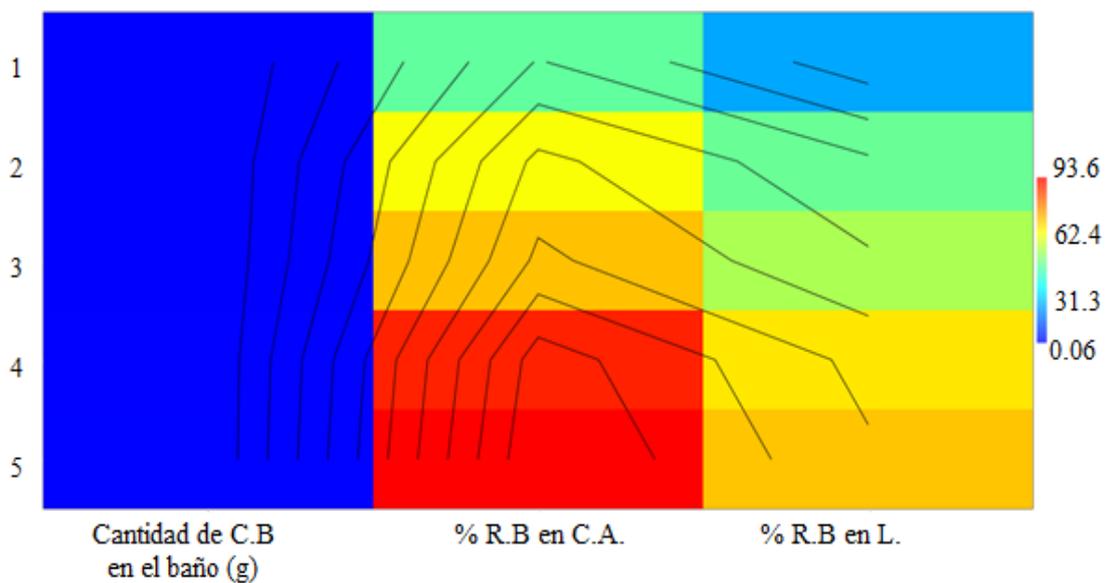
las “Y”, donde indica el % de reducción de bacterias en un 93.64% (color verde) antes y 69.55% (color azul) después del proceso lavado a una concentración máxima del 25% de celulosa.

4.2.3.3. Gráfico Matrix plot.

La Figura 35, se representa de forma visual el uso de los colores más representativos y la correlación entre ellos para el análisis mediante el grafico Matrix plot, siendo el color azul el valor más alto, mientras que el color rojo representa el valor mínimo (eficiencia en porcentajes-Reducción de bacterias). De manera que se identifica una relación directa entre los ensayos utilizando las concentraciones desde 0% al 25 % de celulosa de bambú (escala de 5), también la presencia de valores y finalmente comparando que desde el 0% de celulosa, van creciendo progresivamente los resultados (valores) hasta llegar al 25% de celulosa.

Figura 35

Matrix plot



Tras el análisis de los valores obtenidos en la Matriz plot (Figura 35), se estima que los resultados de las pruebas realizadas a muestras textiles con celulosa de bambú, más auxiliares, se relacionan directamente entre sí, dando lugar a la representación por las líneas de color negro. Se toma de referencia el color rojo, se entiende que el factor antibacterial es mayor. Y también se aprecia que la cantidad de celulosa de bambú

dispersa en el baño es directamente proporcional a la cantidad de bambú aplicado en las muestras.

Igualmente, se puede observar que el ensayo antibacteriano, después de añadir mayor concentración de celulosa de bambú aumentan sus valores (antibacteriano), obteniendo una eficiencia del 93.64% haciendo hincapié a las diferentes pruebas después de ser sometidas al proceso de acabado a diferentes concentraciones de celulosa.

De la misma manera se logró determinar que el factor antibacteriano sigue presente en las muestras aún después del lavado, considerando la presencia del color celeste en el gráfico con respecto a muestras sin el proceso de lavado alcanzando un color rojo más intenso (valor más alto-mayor eficiencia).

CAPÍTULO V.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Al recopilar y analizar información en diferentes fuentes bibliográficas digitales y físicas, se obtuvo la guía y apoyo para la elaboración de muestras 100% poliéster utilizando celulosa de bambú a diferentes concentraciones, para la obtención de un textil con propiedades antibacterianas, caracterización antimicrobiana (análisis microbiológico) y solidez al lavado mediante ensayos de laboratorio adaptando las Normas AATCC e NTE - INEN a favor de la investigación.
- Se puede concluir que, mediante el uso de equipos de laboratorio como el autoclave y horno, se logró impregnar la celulosa de bambú por medio del método de agotamiento, utilizando los siguientes productos auxiliares: catalizador, resina, fijador y celulosa en diferentes concentraciones (5%, 10%, 15%, 20% y 25%). Además, se puede mencionar que por medio del proceso de agotamiento no se logró la impregnación de celulosa de forma eficiente, el cual se puede evidenciar mediante el proceso de solidez al lavado dando como resultado lo siguiente: 0.07, 0.06, 0.07, 0.20, y 0.31 gramos respectivamente a las concentraciones trabajadas.
- Al realizar las pruebas de laboratorio microbiológicas, en primera instancia se realizó un conteo bacteriológico en una muestra sin acabado antimicrobiano en el cual se determinó que existe un grado alto de generación de bacterias, luego se realizó dos conteos por cada muestra impregnada con celulosa de bambú y dando como resultado que en una concentración del 5% se consiguió un promedio del 43.19% de eficiencia, en las muestras del 10% el promedio fue del 61.82%, y en el 15% de concentración se redujo el 70% de los microorganismos, al 20% el 89.55%, y al 25% de celulosa la eficacia fue del 93.64%, con lo que se demuestra que con este acabado reduce la proliferación de bacterias en el tejido.
- Después de someter las probetas al ensayo de solidez al lavado Método 61-3A (Norma AATCC-adaptada), se realizó nuevamente el conteo bacteriológico

en las probetas dando como resultado los siguientes datos: al 5% de concentración se consiguió el 20.46% de eficiencia antibacterial, al 10% de concentración el 44.10%, al 15% de concentración el 52.28%, al 20% de concentración el 65.46%, y finalmente al 25% de concentración el 69.55%, mediante esto se pudo determinar que la celulosa posee el factor antibacterial, el cual disminuyó su efectividad luego de haber sido sometido al proceso de lavado, llegando a determinarse como un acabado semi permanente.

- De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que, el porcentaje óptimo de aplicación de celulosa de bambú en los sustratos textiles trabajados el más eficiente es el 25% de concentración, porque se obtiene una eficiencia del 93.64% en muestras con acabado antes del proceso de lavado, y un 69.55% después del proceso de lavado, demostrando así la eficacia de la aplicación de la celulosa de bambú en el tejido de punto.
- Se concluye que, por medio de la presente investigación y aplicación de celulosa al sustrato textil 100% poliéster, se pudo mejorar la capacidad de disminuir la proliferación de bacterias y hongos en los especímenes, logrando así optimizar la propiedad del tejido.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda recopilar información en fuentes confiables, para evitar cualquier tipo de información errónea al momento de realizar la parte práctica de la investigación.
- Se recomienda utilizar guantes quirúrgicos, guardar en fundas herméticas limpias y bien selladas, después de realizar el proceso de acabado en todo momento con el fin de impedir la contaminación por agentes externos y obtener resultados confiables.
- Para la obtención de celulosa de bambú, se debe utilizar caña guadua seca de tal manera conseguir mayor cantidad de celulosa.
- Para realizar la prueba de solidez al lavado y análisis bacteriológico se recomienda tomar en cuenta la limpieza de todos los equipos y materiales, de tal manera evitar contaminación a las muestras.
- Se recomienda tomar en cuenta las condiciones ambientales, actividad y tiempo al momento de contaminar las muestras, puesto que estas variables influyen directamente al momento de realizar, analizar y obtener el resultado bacteriológico.
- Del mismo modo, se recomienda realizar investigaciones utilizando la celulosa de bambú, en las diferentes muestras textiles de tejido plano y punto.
- También, se sugiere estudiar y emplear otro método de aplicación, con el fin de mejorar el acabado en las muestras, después de someter al proceso de lavado.
- También se recomienda equipar el laboratorio con equipos de laboratorio antibacterial, esto con el fin de facilitar más a los estudiantes de la carrera.
- Por último, se recomienda utilizar productos auxiliares amigables con el ambiente y con el ser humano, de la misma manera realizar un análisis de las aguas residuales utilizados en los procesos para determinar su grado de contaminación.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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 Chocho Guandinango Rosa Isabel con cédula Nro. 1003998315, 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 Espín MSc.
COORDINADORA DE CARRERA

MISION

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

Anexo 2.

Ficha técnica de la resina



APRESTO-SYQ
INFORMACION TECNICA
<p>Es un homopolimero de Acetato de Vinilo, de peso molecular elevado y sólidos totales alto, estabilizado con alcoholes polivinilicos y tensoactivos aniónicos y no iónicos. Es recomendado como apresto para acabado textil y aditivo en morteros tal como es suministrado o modificado para satisfacer requerimientos específicos. Sirve también para la formulación de recubrimientos económicos y adhesivos industriales.</p>
PROPIEDADES
<p>Posee las propiedades inherentes de los polímeros de acetato de vinilo incluyendo la estabilidad a la luz ultravioleta, resistencia a la oxidación, a la acción de ácidos, aceites y grasas.</p> <ul style="list-style-type: none">• Da cuerpo a la tela.• También da humectación y evita la adherencia.• Evita la deformación de la tela.
DOSIFICACION De acuerdo al acabado deseado.
ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO
<p>Para el almacenamiento y manipulación de APRESTO siga los procedimientos típicamente conocidos y deseables para dispersiones de polímeros. Utilice tanque de almacenamiento y tuberías resistentes a la corrosión: Acero inoxidable, polietileno, plástico reforzado con fibra de vidrio. Bombas de diafragma operadas por aire comprimido son preferidas Nunca almacene por debajo de 5°C.</p>
PRECAUCIONES
<ul style="list-style-type: none">• Evitar su contaminación con otros productos.• Almacenar en un lugar fresco.

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

SYQ 0094

SEYFIX-SYQ

INFORMACION TECNICA

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

PROPIEDADES

Composición:	Polímero Policondensato con nitrógeno
Carácter:	Catión activo
Apariencia:	Líquido amarillento con notable viscosidad.
pH:	En solución al 1% 7.0 +/-0.5
Solubilidad:	Dilúible en agua fría en cualquier proporción.
Almacenamiento:	Mantener los envases bien cerrados.

CARACTERISTICAS

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

Anexo 3.

Ficha técnica del fijador



SYQ 0094

SEYFIX-SYQ

DOSIFICACION

Por agotamiento con colorantes directos:

1,0 – 2,0 % **SEYFIX-SYQ** (tonos medios – oscuros)

Por agotamiento con colorantes reactivos:

0,5 – 1,5 % **SEYFIX-SYQ** (tonos medios – oscuros)

Temperatura: 20°C – 40°C

Tiempo: 20 – 30 min.

Por foulard (seco en húmedo):

10,0 – 40,0 g/l **SEYFIX-SYQ**

Temperatura: 20°C – 40°C

PRECAUCIONES

- Evitar su contaminación con otros productos.
- Almacenar en un lugar fresco.

SYQ 0094



SEYFIX-SYQ

DOSIFICACION

Por agotamiento con colorantes directos:

1,0 – 2,0 % **SEYFIX-SYQ** (tonos medios – oscuros)

Por agotamiento con colorantes reactivos:

0,5 – 1,5 % **SEYFIX-SYQ** (tonos medios – oscuros)

Temperatura: 20°C – 40°C

Tiempo: 20 – 30 min.

Por foulard (seco en húmedo):

10,0 – 40,0 g/l **SEYFIX-SYQ**

Temperatura: 20°C – 40°C

PRECAUCIONES

- Evitar su contaminación con otros productos.
- Almacenar en un lugar fresco.

Anexo 4.

Materiales, Auxiliares, y Equipos utilizados en la prueba de solidez al lavado



Anexo 5.

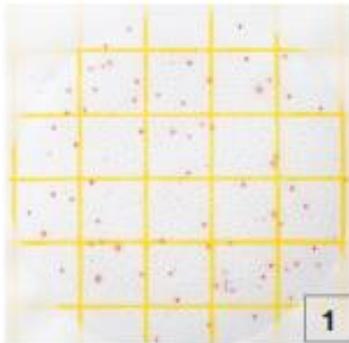
Productos y auxiliares para la prueba antibacteriana



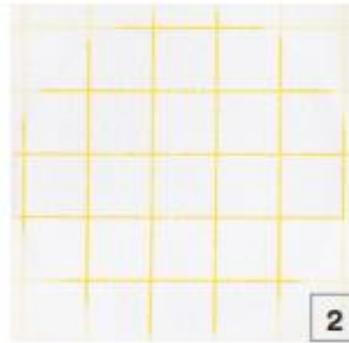
Anexo 6.

Guía de interpretación bacteriológico (72 horas)

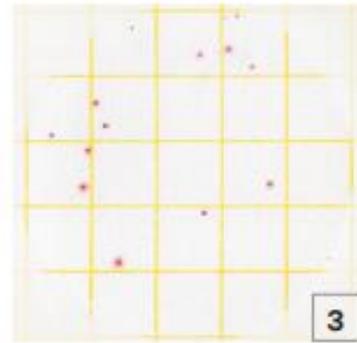
3M™ Placas Petrifilm™ para el Recuento de Aerobios AC



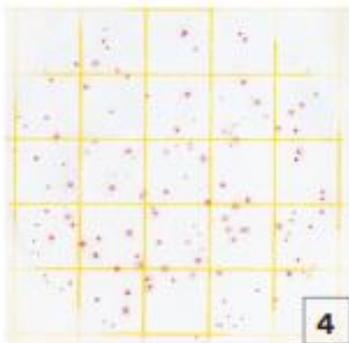
Recuento de bacterias aerobias = 152
El tinte indicador rojo que se encuentra en la placa colorea las colonias para su mejor identificación. Cuente todas las colonias rojas sin importar su tamaño o la intensidad del tono rojo.



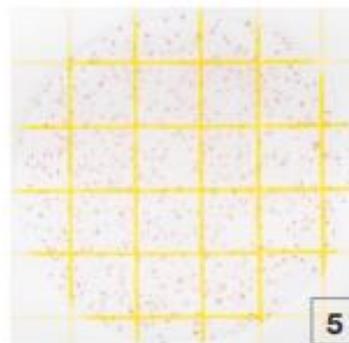
Recuento de bacterias aerobias = 0
La Placa Petrifilm para Recuento de Aerobios es de fácil interpretación. La figura 2 muestra una placa sin crecimiento de colonias.



Recuento de bacterias aerobias = 16
La figura 3 muestra una Placa Petrifilm AC con crecimiento bajo de colonias.

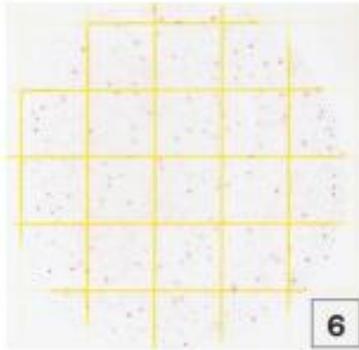


Recuento de bacterias aerobias = 143
El rango recomendado de recuento en la Placa Petrifilm AC está entre 25-250 colonias. Obsérvese la figura 4.



Recuento de bacterias aerobias = 560 "estimado"
Cuando el número de colonias es mayor a 250 (como se puede observar en la figura 5), por su excesivo crecimiento, los recuentos deben ser estimados. Determine el promedio de colonias en un cuadrado (1 cm²) y multiplíquelo por 20 para obtener el recuento total por placa. El área de inoculación de Petrifilm AC es de 20 cm².

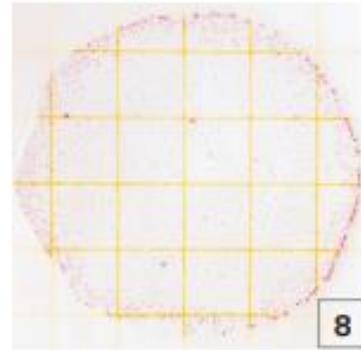
MNPC (Muy Numerosas Para Contar): para obtener un recuento más preciso, diluya la muestra



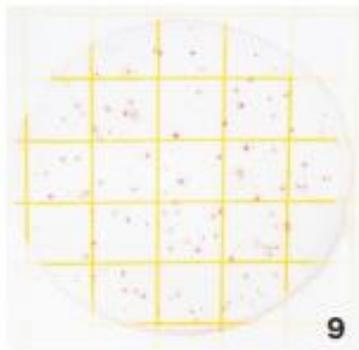
Recuento de bacterias aerobias = MNPC
Recuento estimado: 10^8
La figura 6 muestra una Placa Petrifilm AC con colonias muy numerosas para contar.



Recuento de bacterias aerobias = MNPC
Recuento estimado: 10^8
Con recuentos muy altos, el área total de crecimiento puede virar o colorearse de rosa, como se muestra en la figura 7. Usted podría observar colonias individuales solo en el filo o borde del área de crecimiento. Registre este recuento como muy numeroso para contar (MNPC).



Recuento de bacterias aerobias = MNPC
Recuento estimado: 10^8
Ocasionalmente, la distribución de las colonias puede aparecer de forma desigual, no homogénea, como se muestra en la figura 8. Esto también es una indicación de un resultado MNPC.



Recuento de bacterias aerobias = MNPC
Recuento estimado: 10^7
Las colonias de la figura 9 podrían confundirse como contables a primera vista. Sin embargo, si usted observa detalladamente el borde o filo del área de crecimiento, podrá visualizar una alta concentración de colonias. Registre este resultado como MNPC.

Anexo 7.

Guía de interpretación bacteriológico (24 horas)

3M
Petrifilm™

Guía de interpretación

La placa de recuento rápido de aerobios inmediato 3M™ Petrifilm™ es un sistema de medio de cultivo listo para usar que contiene nutrientes, un agente gelificante soluble en agua fría y una tecnología de indicador de doble detección que facilita la enumeración de bacterias aerobias en tan solo 24 horas en la mayoría de las matrices alimentarias.



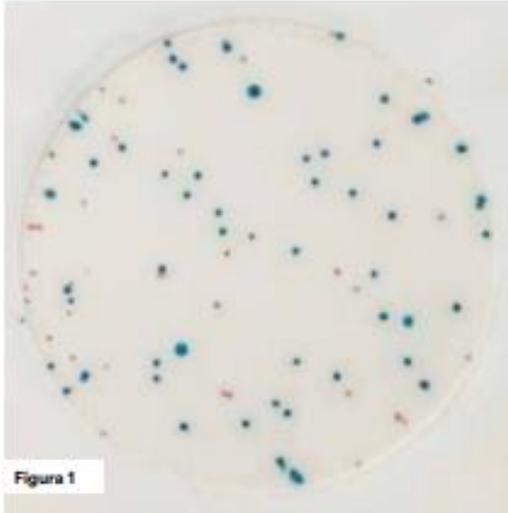


Figura 1

Recuento de bacterias aerobias = 88

Los tintes indicadores de color azul y rojo en la placa colorean las colonias. Haga un recuento de todas las colonias, independientemente del tamaño o de la intensidad del color.

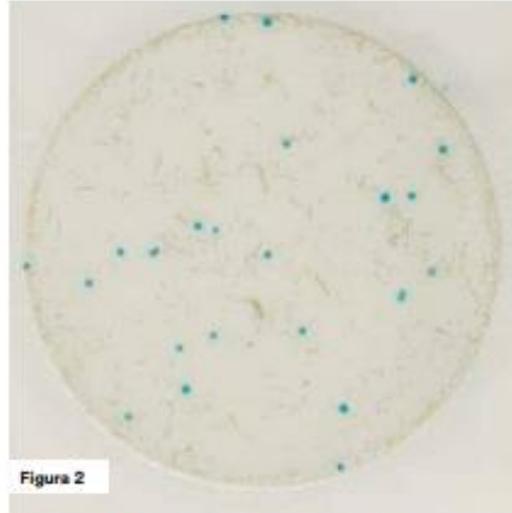


Figura 2

Recuento de bacterias aerobias = 204



Figura 3

Recuento de bacterias aerobias = 0

La Figura 3 muestra una placa de recuento rápido de aerobios 3M™ Petrifilm™ sin colonias.

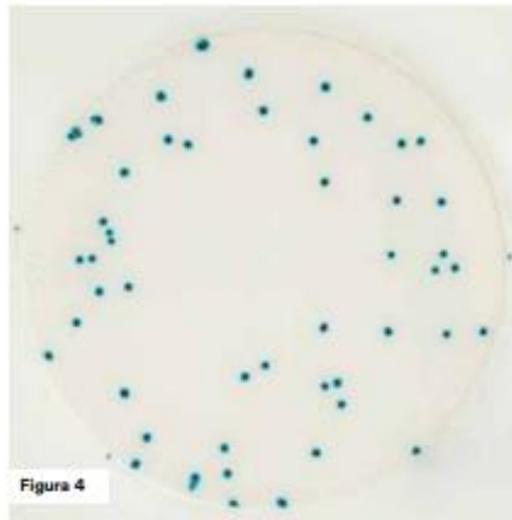


Figura 4

Recuento de bacterias aerobias = 49

La Figura 4 muestra una placa de recuento rápido de aerobios 3M Petrifilm con pocas colonias bacterianas.

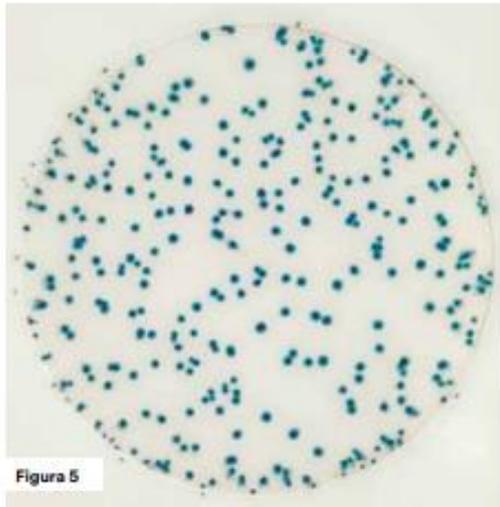


Figura 5

Iluminación normal

El rango de recuento en la placa de recuento rápido de aerobios 3M Petrifilm es inferior o igual a 300 colonias

Para un recuento más preciso, es posible que se requiera mayor dilución de la muestra.

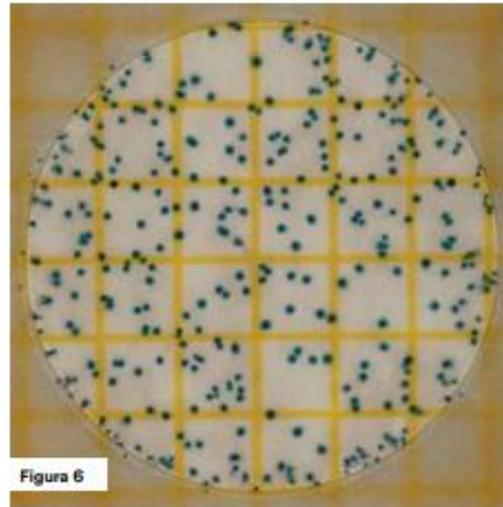


Figura 6

Retroiluminación

El área circular de crecimiento es de aproximadamente 30 cm². Las cuadrículas son visibles con ayuda de una luz de fondo, la cual asiste con el recuento estimado. La estimación se logra en la placa de recuento aeróbico inmediato 3M Petrifilm mediante el recuento de la cantidad de colonias en dos o más cuadrados representativos para la determinación de la cantidad promedio por cuadrado. Multiplique la cantidad promedio por 30 para determinar el recuento estimado por placa.

Para un recuento más preciso, es posible que se requiera mayor dilución de la muestra.

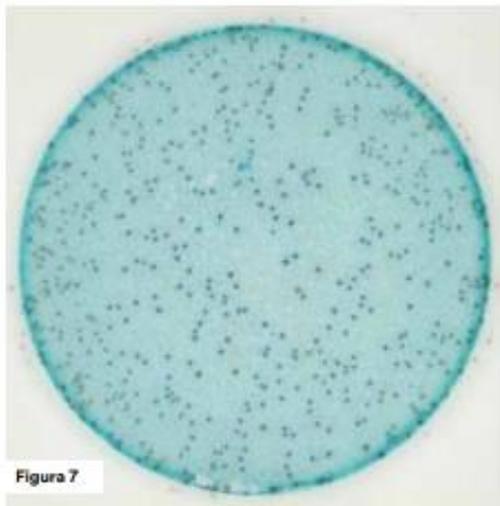


Figura 7

Recuento de bacterias aerobias = MNPR

Grandes concentraciones de colonias en la placa de recuento rápido de aerobios aeróbico inmediato 3M Petrifilm pueden causar que toda el área de crecimiento se vuelva de color azul o rojo. En ocasiones, en el centro de las placas de recuento rápido de aerobios 3M Petrifilm saturadas pueden verse difusas las colonias, pero se pueden observar colonias pequeñas en los bordes. Cuando algo de esto ocurra, registre los resultados como muy numeroso para recuento (MNPR).

Para un recuento más preciso, es posible que se requiera mayor dilución de la muestra.

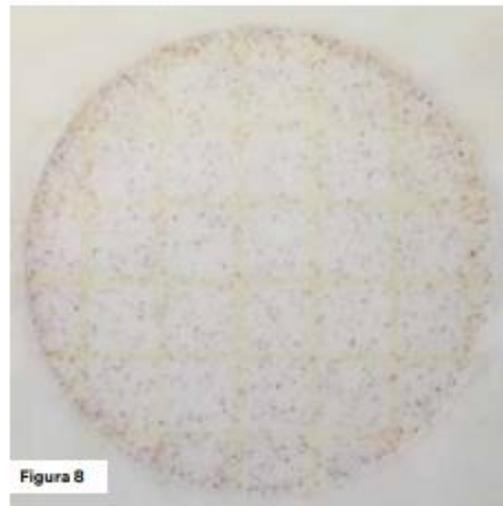


Figura 8

Recuento de bacterias aerobias = MNPR

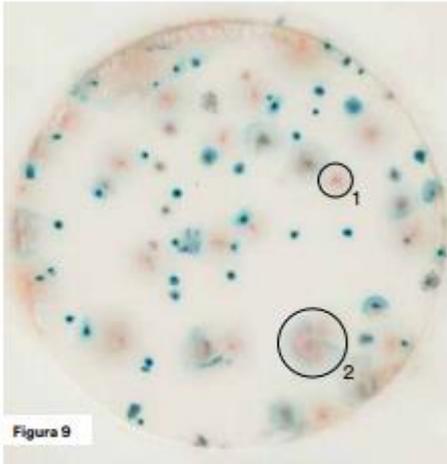


Figura 9

Recuento de bacterias aerobias = 80

Las colonias pueden dispersarse y crear una aureola. Esas colonias deben contarse teniendo en cuenta cada foco o punto en un área dispersada. Se puede observar una sola colonia en el Círculo 1 y dos colonias en el Círculo 2.

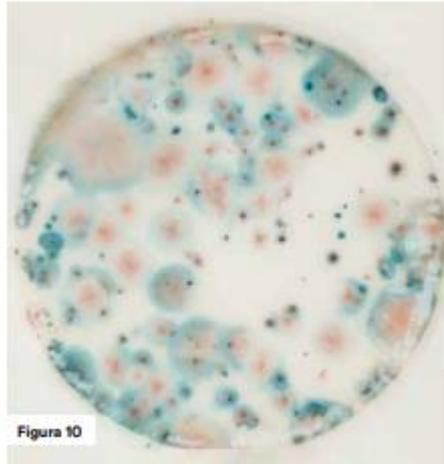


Figura 10

Crecimiento disperso excesivo

Si el crecimiento de las colonias dispersas excede el 25 % de la superficie de la placa, puede realizarse una estimación o una lectura en la próxima disolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AATCC Technical Manual. (2015). *AMERICAN ASSOCIATION OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS* (Vol. 90).
- Afrin, T., Tsuzuki, T., Kanwar, R., & Wang, X. (2012). The origin of the antibacterial property of bamboo. *The Journal of The Textile Institute*, 6. doi:10.1080/00405000.2011.614742
- Agroindustrias. (01 de 2021). *agrotendencia.tv*. Recuperado el 02 de 02 de 2021, de *agrotendencia.tv*: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-bambu-2/>
- Ajala Maldonado, J. E. (31 de 01 de 2018). *repositorio.utn.edu.ec*. Obtenido de *repositorio.utn.edu.ec*:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7929/1/04%20IT%20224%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Ajala Maldonado, J. E., & Ramírez Encalada, E. R. (01 de 2018). *repositorio.utn.edu.ec*. Recuperado el 22 de 08 de 2020, de *repositorio.utn.edu.ec*:
http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7929/2/ART%c3%8dCULO.pdf?fbclid=IwAR2DrEMyNf4fegNguV7NaJXQ7AnM_pJ9X7KpdJpxCMLs8oNXu6bCJFbkQ7Q
- Anónimo. (2021). Obtenido de
http://uvsfajardo.sld.cu/sites/uvsfajardo.sld.cu/files/i_generalidades_de_bacteriologia._staphylococcus.pdf
- Araujo, C. A. (2017). *dspace.uce.edu.ec*. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de *www.dspace.uce.edu.ec*:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13591/1/T-UCE-0017-0079-2017.pdf>
- Arenbergerova, M., Arenberger, P., Bednar, M., Kubat, P., & Mosinger, J. (2012). Light-activated nanofibre textiles exert antibacterial effects in the setting of chronic wound healing. *Experimental Dermatology*, 619. doi: 10.1111/j.1600-0625.2012.01536.x

- Asociación Peruana de Técnicos Textiles. (02 de 08 de 2017). *issuu.com*. Recuperado el 02 de 02 de 2020, de *issuu.com*: https://issuu.com/revistamundotextil/docs/mundo_textil_129/13
- Attia, N. F., & Morsy, M. S. (2016). Facile synthesis of novel nanocomposite as antibacterial and flame retardant material for textile fabrics. *Materials Chemistry and Physics*, *180*, 364-372. doi:10.1016/j.matchemphys.2016.06.019.
- Aza Alpala, A. P. (01 de 2016). *repositorio.utn.edu.ec*. Recuperado el 01 de 02 de 2021, de *repositorio.utn.edu.ec*: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7944/1/04%20IT%20182%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Bahrum Prang, R., & Thompson, A. J. (2020). Investigation and comparison of antibacterial property of bamboo plants, natural bamboo fibers and commercial bamboo viscose textiles. *he Journal of The Textile Institute*, *9*. doi:10.1080/00405000.2020.1807300
- Borja, M. A. (8 de 12 de 2014). *bambuteca*. Obtenido de *bambuteca.blogspot.com*: http://bambuteca.blogspot.com/2014/12/el-bambu_8.html
- Borja, M. G., Orcón Basilio, B., Flores Rúa, E., & Ynca Berrospi, A. (Junio de 2019). ALTERNATIVAS DE PRETRATAMIENTO TEXTIL: MÉTODO INTEGRADO DE DESCRUDE-BLANQUEO Y BLANQUEO QUÍMICO-ENZIMÁTICO, EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN CON EL MÉTODO CLÁSICO. *SCielo*, *85(2)*, 179. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200006&script=sci_arttext
- Bustamante Andrade, J. (06 de 2017). *bibdigital.epn.edu.ec*. Recuperado el 07 de 09 de 2020, de *bibdigital.epn.edu.ec*: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17432/1/CD-7929.pdf>
- Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (10 de 2018). INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Recuperado el 27 de 05 de 2021, de

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

Carreño Velasco, S. M., & Murcia Buitrago, L. D. (2005). *academia.edu*. Recuperado el 31 de 01 de 2021, de www.academia.edu: https://www.academia.edu/20066189/Tesis_derivados_de_celulosa

Chavez Alcazar, L. A., & Jurado Perez, D. M. (2020). *repositorio.ucsp.edu.pe*. Obtenido de repositorio.ucsp.edu.pe: https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16662/1/CHAVEZ_ALC AZAR_LIZ_TEX.pdf

Chen, S., Chen, S., Jiang, S., Xiong, M., Luo, J., Tang, J., & Ge, Z. (2011). Environmentally Friendly Antibacterial Cotton Textiles Finished with Siloxane Sulfopropylbetaine. *American Chemical Society*, 1. doi:10.1021/am101275d

Corrales, L. C., Antolinez Romero, D. M., Bohórquez Macías, J. A., & Corredor Vargas, A. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Scielo*, 56. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>

Díaz, S. (19 de 03 de 2015). MATERIAL ANTIMICROBIANO Y ANTIVIRAL. *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*, 6. Recuperado el 22 de 08 de 2020, de patentimages.storage.googleapis.com: <https://patentimages.storage.googleapis.com/f1/6e/2b/3ce25245442ead/WO2015035529A2.pdf>

Esparza Encalada, W., Rosero Rosero, E., Chamorro Ortega, L., & Herrera Villarreal, W. (2020). *utn.edu.ec*. Recuperado el 02 de 02 de 2021, de www.utn.edu.ec: <https://www.utn.edu.ec/noticias/index.php/2020/08/13/fibra-de-bambu-para-la-confeccion-textil/#:~:text=Las%20telas%20que%20se%20obtienen,provocar%C3%A1n%20reacciones%20al%C3%A9rgicas%20o%20cut%C3%A1neas.>

Esparza, D., Esparza, W., Rosero, E., & Rosero, P. (2012). OBTENCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DEL BAMBÚ “ANGUSTIFOLIA” PARA MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE FIBRA TEXTIL. *Universidad Técnica del Norte*, 2.

- Flores. (02 de 02 de 2021). *flores.ninja*. Obtenido de www.flores.ninja: <https://www.flores.ninja/bambu/#:~:text=Los%20bamb%C3%BAes%20son%20gram%C3%ADneas%20cuya,y%20en%20forma%20de%20ca%C3%B1a.&text=Unas%2C%20las%20que%20crecen%20desde,de%20color%20verde%20y%20pseudopeciolas>.
- Flores Antamba, G. J. (2018). *repositorio.utn.edu.ec*. Recuperado el 22 de 08 de 2020, de repositorio.utn.edu.ec: repositorio.utn.edu.ec
- Fuentes Guija, I. K., Moreno Figueroa, M. L., Peña Trigos, C., & Tarazona Valenzuela, L. Y. (01 de 2016). *repositorioacademico.upc.edu.pe*. Recuperado el 02 de 02 de 2021, de repositorioacademico.upc.edu.pe: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/618276/TARAZONA_YL.pdf?sequence=1
- Galvez Avila, F. D. (03 de 2017). *core.ac.uk*. Recuperado el 31 de 08 de 2020, de core.ac.uk: <https://core.ac.uk/download/pdf/129372767.pdf>
- Gómez Díaz de León, C., & De León De la Garza, E. A. (2012). *eprints*. Obtenido de eprints.uanl.mx: <http://eprints.uanl.mx/9802/1/Estudio%20Comparado.pdf>
- Google Maps. (24 de 08 de 2020). *google.com.ec*. Obtenido de www.google.com.ec: <https://www.google.com.ec/maps/place/Estadio+Universidad+T%C3%A9cnica+del+Norte/@0.3778321,-78.1243655,17z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41!8m2!3d0.3791785!4d-78.1221017>
- Gutierrez Tejada, G. R. (2015). *core.ac.uk*. Recuperado el 31 de 08 de 2020, de core.ac.uk: <https://core.ac.uk/download/pdf/162861128.pdf>
- Hernández López, S., Ávalos Vargas, A., Zamudio Sánchez, F. J., Orozco Gutiérrez, G., & Borja de la Rosa, A. M. (2021). Colorimetry of bamboo stems (*Guadua angustifolia*) in three maturity stages. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 23, 1. Recuperado el 26 de 01 de 2021, de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100408>
- Higiene Ambiental. (2021). *higieneambiental*. Obtenido de <https://higieneambiental.com/>: <https://higieneambiental.com/productos-biocidas->

y-equipos/fichas-tecnicas-y-fichas-de-seguridad-en-productos-quimicos-cual-es-su-diferencia

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Control microbiológico de los alimentos. *Norma Técnica Ecuatoriana INEM 1529-5/2006*, 1-6. Quito, Provincia, Ecuador. doi:07.100.30:67.050

Instituto Nacional Del Cáncer. (23 de 10 de 2016). *e-lactancia.org*. Recuperado el 31 de 08 de 2020, de *e-lactancia.org*: http://e-lactancia.org/media/papers/Antitranspirantes_o_desodorantes_y_el_cancer_de_seno_-_National_Cancer_Institute_2008.pdf

Kangwansupamonkon, W., Lauruengtana, V., Surassmo, S., & Ruktanonchai, U. (2009). Antibacterial effect of apatite-coated titanium dioxide for textiles applications. *anomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 240-249. doi:10.1016/j.nano.2008.09.004.

Kośmider, P. (2021). *es.123rf.com*. Obtenido de *es.123rf.com*: https://es.123rf.com/photo_81927452_bosque-de-bamb%C3%BA-de-arashiyama-cerca-de-kyoto-jap%C3%B3n.html

Li, J., He, J., & Huang, Y. (2017). Role of alginate in antibacterial finishing of textiles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1. doi:10.1016/j.ijbiomac.2016.10.054.

Lockuán Lavado, F. E. (15 de 05 de 2013). Obtenido de *archive.org*: <https://archive.org/details/V.LITYSCDC/page/n33/mode/2up>

Machado, B. R., Sharise, R. B., Bonafé, E. G., Camargo, S. E., Camargo, C. H., Popat, K. K., . . . Martins, A. F. (2019). Chitosan Imparts Better Biological Properties for Poly(ϵ -caprolactone) Electrospun Membranes than Dexamethasone. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 30(8), 9. doi:10.21577/0103-5053.20190077

Maderame. (30 de 01 de 2021). *maderame.com*. Obtenido de *maderame.com*: <https://maderame.com/madera-bambu/>

Mármol Gutiérrez, V. S., & Toapanta Chantera, E. C. (2017). *www.dspace.uce.edu.ec*. Recuperado el 31 de 08 de 2020, de *www.dspace.uce.edu.ec*:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10965/1/T-UCE-0005-124-2017.pdf>

Martínez García, S. (2015). *riunet.upv.es*. Recuperado el 14 de 08 de 2020, de riunet.upv.es:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidades%2C%20aplicaciones%20y%20modelizaci%C3%B3n%20de%20una%20est...pdf?sequence=1>

Maya Serna, M. d., González Echavarría, L., & Restrepo Osorio, A. (02 de 03 de 2017). *www.scielo.org.co*. doi:10.22395

Mejía, A., Gallardo, C., Vallejo, J. J., Ramírez, G., Arboleda, C., Durango, S., . . . Cadavid, E. (09 de 2009). *www.researchgate.net*. Obtenido de www.researchgate.net:

https://www.researchgate.net/publication/277176949_Plantas_del_genero_bambusa_importancia_y_aplicaciones_en_la_industria_farmaceutica_cosmetica_y_alimentaria

National Human Genome Research Institute. (2021). Recuperado el 02 de 02 de 2021, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Bacteria>

Normadoc. (2021). *normadoc.com*. Obtenido de www.normadoc.com/: <https://www.normadoc.com/spanish/2021-aatcc-manual-of-international-test-methods-and-procedures-printed.html>

Passalacqua, N., & Cabrera, J. (2014). Obtenido de www.anmat.gov.ar: http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf

Qiu, Q., Chen, S., Li, Y., Yang, Y., Zhang, H., Quan, Z., . . . Yu, J. (2020). Functional nanofibers embedded into textiles for durable antibacterial properties. *Chemical Engineering Journal*, 384, 1. doi:10.1016/j.cej.2019.123241

Ramírez Granda, R., Manosalvas Tola, M., & Guarnizo Crespo, S. (14 de 03 de 2017). Las prendas de vestir antibacteriales a base de fibra de bambú como alternativa textil en la ciudad de Guayaquil. *DOMINIO DE LAS CIENCIAS*, 3(2), 694.

Recuperado el 22 de 08 de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6326780.pdf>

Rodaisa. (01 de 03 de 2017). *rodaisa.com*. Obtenido de www.rodaisa.com: <http://www.rodaisa.com/noticias/mundo-bambu/86-los-beneficios-ambientales-del-bambu.html>

Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *EAN(82)*, 187. doi:10.21158/01208160.n82.2017.1647

Santos Morais , D., Miranda Guedes,, R., & Ascensão Lopes, M. (21 de 06 de 2016). scholar.google. *MDPI*, 9. doi:10.3390/ma9060498

Shahidi, S., & Wiener, J. (2012). *intechopen*. Recuperado el 26 de 08 de 2020, de www.intechopen.com: <https://www.intechopen.com/books/antimicrobial-agents/antibacterial-agents-in-textile-industry>

Shahmoradi Ghaheh, F., Majid Mortazavi, S., Alihosseini, F., Fassihi, A., Shams Nateri, A., & Abedi, D. (2014). Assessment of antibacterial activity of wool fabrics dyed with natural dyes. *Journal of Cleaner Production*, 145. doi:10.1016/j.jclepro.2014.02.050

Starost, K., Frijns, E., Laer, J. V., Faisal, N., Egizabal, A., Elizetxea, C., . . . Blázquez , M. (2017). The effect of nanosilica (SiO₂) and nanoalumina (Al₂O₃) reinforced polyester nanocomposites on aerosol nanoparticle emissions into the environment during automated drilling. *Aerosol Science and Technology*, 11. doi:10.1080/02786826.2017.1330535

Universidad de Guanajuato. (23 de 01 de 2018). Recuperado el 18 de 05 de 2021, de <https://blogs.ugto.mx>: <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-1-generalidades-de-microbiologia-y-parasitologia-humana/>

Universidad Técnica del Norte. (2017). *utn.edu.ec*. Obtenido de utn.edu.ec: utn.edu.ec/web/uniportal/?page_id=2667

Wardinarsih, W., & Troynikov, O. (2012). Influence of cover factor on liquid moisture transport performance of bamboo knitted fabrics. *The Journal of The Textile Institute*, 2-3. doi:10.1080/00405000.2011.552253

WordPress. (18 de 05 de 2017). *construccionenguadua.wordpress.com*. Recuperado el 27 de 01 de 2021, de *construccionenguadua.wordpress.com*: <https://construccionenguadua.wordpress.com/blog/>

Xu, Y., Yin, X., Lin, T., Duan, C., & Bo, Y. (2018). Silica Retention by the Addition of Sodium Metaaluminate During the Impregnation Stage of Bamboo Kraft Pulping. *Journal of Wood Chemistry and Technology*. doi:10.1080/02773813.2017.1355391

Yacelga Perugachi, J. G. (2018). *repositorio.utn.edu.ec*. Recuperado el 26 de 08 de 2020, de [repositorio.utn.edu.ec](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8258/1/04%20IT%20233%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf): <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8258/1/04%20IT%20233%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Yıldırım, F. F., Avinc, O., Yavas, A., & Sevgisunar, G. (2020). Sustainable Antifungal and Antibacterial Textiles Using Natural Resources. *Sustainability in the Textile and Apparel Industries*, 1. doi:10.1007/978-3-030-38541-5_5