



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

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

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA PROPIEDAD DE IMPERMEABILIDAD DEL
FILAMENTO DE CELULOSA DE BAMBÚ “ANGUSTIFOLIA”
ADHERIDO DE CARBÓN ACTIVO Y LÁTEX**

AUTOR (A):

Maldonado Velásquez Lesly Yarina

DIRECTOR:

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1004823959	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Lesly Yarina Maldonado Velásquez	
DIRECCIÓN:		Panamericana Norte sector La Avelina- Ilumán	
EMAIL:		lymaldonadov@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0939154605

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ANÁLISIS DE LA PROPIEDAD DE IMPERMEABILIDAD DEL FILAMENTO DE CELULOSA DE BAMBÚ “ANGUSTIFOLIA” ADHERIDO DE CARBÓN ACTIVO Y LÁTEX”
AUTOR:	Lesly Yarina Maldonado Velásquez
FECHA:	27-02-2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera textil
DIRECTOR:	MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

2. CONSTANCIA

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

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

Autor (a)

Firma: 

Nombre: Maldonado Velásquez Lesly Yarina

CI: 100482395-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada, Maldonado Velásquez Lesly Yarina para optar el título de **INGENIERÍA TEXTIL**, cuyo tema es **“ANÁLISIS DE LA PROPIEDAD DE IMPERMEABILIDAD DEL FILAMENTO DE CELULOSA DE BAMBÚ “ANGUSTIFOLIA” ADHERIDO DE CARBÓN ACTIVO Y LÁTEX”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 27 de febrero del 2023

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a Dios por haberme dado la fuerza de seguir adelante en todas las dificultades que se han presentado en toda mi vida y más aún en mi etapa universitaria, a su vez, agradezco a mi papa, Luis Maldonado quien ha sido el pilar fundamental y me ha ayudado a cumplir cada una de mis metas, quien me ha apoyado incondicionalmente y me ha dado ánimos de seguir y nunca rendirme en la vida y en mi etapa de estudiante tanto moralmente como económicamente.

Por otra parte, agradezco a los ingenieros quienes me han guiado y me han compartido sus conocimientos en toda la trayectoria estudiantil y han sabido formarme de la mejor manera, muchas gracias por que sin su ayuda no podría obtener los conocimientos necesarios.

Agradezco de todo corazón al MSc. Willam Esparza, por ser mi director de tesis, por saber guiarme, corregirme, tenerme paciencia, estar siempre pendiente y brindarme su apoyo durante el desarrollo de la investigación con todos sus conocimientos, muchas gracias por ser un gran tutor y gran docente.

De igual manera agradezco a mis amigos y seres queridos por haber estado conmigo durante mi etapa universitaria y haberme brindado su apoyo y ánimos cuando más me hacía falta les agradezco.

Finalmente agradezco a la gloriosa Universidad Técnica del Norte en especial a Bienestar Universitario, por brindarme la ayuda económica brindándome una beca para poder culminar mis estudios y poder seguir estudiando, y sin duda quiero agradecer a la Carrera de Textiles, por otorgarme las mejores experiencias, ser mi otra familia y darme una buena acogida en toda mi etapa estudiantil.

Lesly Yarina Maldonado Velásquez

DEDICATORIA

Con todo cariño, este trabajo de grado dedico a Dios por ser mi fortaleza y brindarme la capacidad de seguir adelante ante cualquier dificultad, a mi familia que han sido mi fortaleza y apoyo y mi razón de seguir adelante en cada una de las metas y sobre todo dedico mi trabajo a mi padre quien siempre confió en mí y en mi potencial.

Dedico mi trabajo a mis amigos, por darme apoyo y ánimos cuando más lo necesite y me motivaron a seguir adelante no solo en mi trayecto estudiantil.

Lesly Yarina Maldonado Velásquez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
CONSTANCIA	ii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del tema.....	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Importancia del estudio.....	3
1.4 Objetivo general.....	3
1.5 Objetivos específicos	3
1.6 Características del sitio del proyecto	4
CAPÍTULO II.....	5
2. ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Estudios previos	5
2.1.1 Celulosa de bambú.....	5
2.1.2 Filamento continuo	6
2.1.3 Carbón activado.....	7
2.1.4 Látex	7
2.1.5 Impermeabilidad de celulosa	9
2.2 Marco legal	10

2.2.1	Constitución de la República del Ecuador.....	10
2.2.2	Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	10
2.2.3	INEN.....	11
2.3	Marco Conceptual.....	11
2.3.1	Celulosa de bambú.....	12
2.3.2	Filamento continuo.....	12
2.3.3	Carbón activo.....	13
2.3.4	Látex.....	14
2.3.5	Impermeabilidad de celulosa.....	15
CAPÍTULO III		17
1.	METODOLOGÍA	17
3.1	Tipos de investigación	18
3.1.1	Investigación bibliográfica	18
3.1.2	Investigación experimental.....	18
3.1.3	Investigación analítica	18
3.2	Flujograma.....	19
3.2.1	Flujograma general.....	19
3.2.2	Flujograma muestral.....	20
3.3	Equipos y materiales.....	21
3.3.1	Matraz.....	21
3.3.2	Celulosa de bambú.....	21
3.3.3	Látex.....	22
3.3.4	Carbón Activado.....	23
3.3.4.1	Extrusor manual.....	23
3.3.5	Muestras de filamento de bambú.....	24
3.4	Normas.....	24
3.4.1	AATCC 197 (2015) (Método de absorción vertical e impermeabilidad). 25	

3.5	Procedimiento	25
3.5.1	Obtención del filamento.....	26
3.5.1.1	Formulaciones y parámetros.....	27
3.5.1.2	Mezcla de la solución bambú, carbón activado y látex	29
3.5.1.3	Extruir la solución desarrollada	30
3.5.1.4	Formación del filamento.....	31
3.6	Ensayos de laboratorio.....	32
3.6.1	Pruebas de impermeabilidad.....	32
CAPÍTULO IV		36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		36
4.1	Resultados.....	36
4.1.1	Tabla de resultados general del filamento	36
4.2	Discusión de resultados.....	37
4.2.1	Normalidad de los datos	37
4.2.2	Análisis de la varianza.....	38
4.2.3	Análisis e interpretación de los resultados generales de impermeabilidad mediante diagramas de tendencia y similitud.	39
CAPÍTULO V.....		42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		42
5.1	Conclusiones.....	42
5.2	Recomendaciones	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		45
7. ANEXOS		51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte	11
Tabla 2. Fórmula de la Muestra N° 1.....	27
Tabla 3. Fórmula de la muestra N° 2	28
Tabla 4. Fórmula de la muestra N.º 3	28
Tabla 5. Resultados del nivel de absorción, título, temperatura y humedad relativa de las muestras del filamento	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de elaboración del filamento	4
Figura 2. Ubicación del laboratorio Textil de la planta académica	4
Figura 3. Flujograma general de proceso	19
Figura 4. Flujograma muestral de proceso	20
Figura 5. Matraz Erlenmeyer de 250ml	21
Figura 6. Celulosa de bambú	22
Figura 7. Látex de caucho natural (4L)	22
Figura 8. Carbón activado pulverizado (500g)	23
Figura 9. Jeringuilla 20mL con Luer excéntrico	24
Figura 10. Muestras de filamentos de celulosa de bambú, carbón activado y látex.....	24
Figura 11. Pesaje de los materiales para la mezcla de la pasta.....	29
Figura 12. Mezcla de celulosa de bambú y carbón activado	30
Figura 13. Mezcla de la pasta del filamento	30
Figura 14 Ubicación de la pasta a la jeringa.....	31
Figura 15. Filamentos de celulosa de bambú	31
Figura 16. Formación del filamento	32
Figura 17. Señalización de los filamentos en 0,5cm y 2cm	33
Figura 18. Soporte del filamento en las líneas marcadas	33
Figura 19. Matraz con agua destilada en el nivel óptimo.....	33
Figura 20. Colocación del filamento en el matraz junto con el soporte	34
Figura 21. Nivel de absorción del filamento de acuerdo a la norma AATCC 197	35
Figura 22. Niveles de absorción de las 9 muestras	35
Figura 23. Normalidad de datos del análisis de impermeabilidad, título, temperatura y humedad relativa.	38
Figura 24. Análisis de la varianza del nivel de absorción, título, temperatura y humedad relativa.....	38
Figura 25. Gráfica general Matrix Plot del nivel de absorción, título, calibre temperatura y humedad relativa	40
Figura 26. Gráfico Graph (line+points) del resultado general.....	41

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Caña guadua pulverizada	51
Anexo 2. Mezcla de celulosa y carbón activado con látex 100% natural	51
Anexo 3. Pruebas de absorción vertical en el laboratorio Textil.....	51
Anexo 4. Ficha Técnica del Látex natural	52
Anexo 5. Ficha técnica del carbón activado	53
Anexo 6. Certificado de asistencia y uso del laboratorio Textil.....	54

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo el análisis de la propiedad de impermeabilidad en el filamento a base de celulosa de bambú (BC), carbón activado (AC) y látex (L), realizado para sustituir la materia prima sintética, como posible aplicación de reemplazo a la espuma FLEX en la agricultura hidropónica, su propósito es elaborar un filamento impermeable que en contacto con el agua evite la absorción del líquido y se mantenga a flote. La metodología aplicada es del tipo cuantitativo (experimental-analítico) bajo el ensayo de calidad AATCC 197:2015 (análisis de absorción vertical en un textil). Además, todas las muestras tuvieron títulos irregulares, midiéndose en calibre 2mm al ser un título grueso, este se debe a la presión manual irregular y el tamaño de la partícula de celulosa de bambú. Para análisis de las muestras se utilizó el software Past 4, encontrando una confiabilidad del 95% por el método Jarque-Bera, indicando que los datos son confiables ($p > 0,05$), las 3 fórmulas son significativamente similares y no sobrepasan el nivel de absorción impuesto por la norma. Concluyendo que los tres parámetros cuentan con propiedades impermeables ($CV=13,37$), sin embargo, el filamento obtuvo menor absorción de agua en la fórmula 3 (12% BC, 5% AC, 83% L) y mayor absorción en la fórmula 2 (16,5% BC, 1% CA 82,5% L), indicando que a mayor porcentaje de BC existe mayor capacidad de absorción y a mayor porcentaje de AC menor capacidad de absorción del agua, debido a que el AC tiene propiedad de adsorción en un medio líquido.

Palabras clave: Filamento, celulosa de bambú, impermeabilidad, látex, carbón activado.

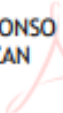
ABSTRACT

ABSTRACT

This study was aimed at analyzing the impermeability property on filament based on bamboo cellulose (BC), activated carbon (AC) and latex (L) made to replace the synthetic raw material, as a possible replacement application to the FLEX foam in hydroponic agriculture. Its purpose is to develop an impermeable filament that in contact with water avoids the liquid absorption and stays afloat. It was applied a quantitative methodology (experimental-analytical) under the AATCC 197:2015 quality test (vertical absorption analysis in a textile). In addition, all samples had irregular titres, being measured in a 2mm gauge as it is a coarse titre; this is due to the irregular manual pressure and the size of the bamboo cellulose particle. For the samples analysis, Past 4 software was used, finding a reliability of 95% through the Jarque-Bera method, indicating that the data are reliable ($p>0.05$); the three formulas are significantly similar and do not exceed the absorption level imposed by the standard. In conclusion, the three parameters have impermeable properties ($CV=13.37$); however, the filament obtained lower water absorption in formula 3 (12% BC, 5% AC 83% L) and higher absorption in formula 2 (16.5% BC, 1% AC 82.5% L), indicating that the higher BC percentage, the higher absorption capacity and the higher AC percentage, the lower water absorption capacity, due to the fact that AC has adsorption properties in a liquid environment.

Keywords: Filament, bamboo cellulose, impermeability, latex, activated carbon.

LUIS ALFONSO
PASPUEZAN
SOTO



Firmado digitalmente
por LUIS ALFONSO
PASPUEZAN SOTO
Fecha: 2023.02.01
11:56:28 -0500

Reviewed by:

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la investigación es analizar la propiedad de impermeabilidad de un filamento continuo elaborado a partir de la celulosa del bambú, adherido de carbón activado y látex a diferentes concentraciones, el cual se examinará mediante el método de absorción vertical, para determinar si el filamento es impermeable después de incorporar el látex. De acuerdo a Visarrea (2018), el método de absorción vertical ayuda a comprobar el nivel de absorción de un líquido dentro del filamento, permitiendo comprobar su nivel de impermeabilidad en el agua. Por otra parte, el uso de carbón activado en la mezcla de celulosa de bambú permite brindar mayor resistencia a la tracción y elongación, a su vez aumenta “la conductividad térmica y eléctrica sin comprometer los polímeros” (Araby et al., 2021, p. 1).

1.1 Descripción del tema

Por medio de este estudio se busca implementar nuevos usos en los filamentos de bambú, a fin de reducir el uso de materiales textiles hechos de fibras sintéticas, los cuales contaminan desde su proceso de obtención e incluso al momento de terminar con la vida útil del sustrato, ya que su degradación puede producir lixiviados que afectan a la vida útil del sustrato, ya que su degradación puede producir lixiviados que afectan a la vida útil del sustrato, ya que su degradación puede producir lixiviados que afectan a la vida útil del sustrato (Sait et al., 2021); por ende, la incorporación de estos auxiliares en la base de celulosa de bambú, puede mejorar sus propiedades y ser una de las fibras mayormente utilizadas a un futuro con mejores condiciones para el ambiente. A su vez, para mejorar las propiedades impermeables puede sustituir materiales sintéticos que se utilizan en la agropecuaria sobre agua, como son las raíces flotantes elaboradas a partir de no tejidos sintéticos.

El filamento obtenido a partir de la celulosa de bambú se incorporó a diferentes concentraciones al 12%, 15%, y 16,5% de celulosa de bambú, las cuales se extruyeron de manera artesanal con ayuda de una jeringuilla y se secaron a temperatura ambiente, por consiguiente, se hizo el análisis de la impermeabilidad del filamento continuo de bambú mediante el método de absorción vertical bajo la normal AATCC 197:2015 para

comprobar su nivel de absorción al someter a un líquido, en donde se utilizó agua destilada y se controla la distancia en milímetros con forme al tiempo que tarda en transferir el líquido al filamento en una definida longitud a causa de la gravedad, de esa manera se observó el trayecto del líquido en el filamento y el registro de los datos a intervalos definidos. (Visarrea, 2018) Una vez examinados los datos y resultados en el laboratorio. Finalmente, con ayuda del programa estadístico PAST 4 se comparó las muestras de las diferentes concentraciones que ayudó a obtener los diferentes cambios dentro de sus propiedades.

1.2 Antecedentes

En base al grupo de investigación de (Su et al., 2021), de la Universidad Tecnológica de Qilu en China, tienen el objetivo de brindar mejores propiedades hidrofóbicas a la celulosa de bambú con ayuda del tratamiento de colofonia-etanol y dentro de su proceso de obtención, este presentó mejores propiedades de impermeabilidad en el bambú. En otros estudios para obtener un filamento continuo a partir de la celulosa lo emplean extruyendo mediante un extrusor casero, teniendo en cuenta que el grosor es de un milímetro y obtiene un filamento grueso (Tashman et al., 2021). Lo que permite que el bambú al ser celulosa puede ser extruido bajo este parámetro.

De acuerdo a Jin et al. (2022), el bambú es la materia prima del futuro por su alta tasa de crecimiento, baja densidad y excelente resistencia mecánica. Por tanto, al adherir carbono activado que es un derivado del carbono, permite brindar mayor resistencia en el filamento de bambú (Arjona, 2021). Del mismo modo dentro de los estudios de Zhang et al. (2021) al aplicar látex catiónico con resina epoxi los resultados obtuvieron mayor repelencia al agua y estabilidad térmica, lo que muestra que el látex de caucho natural puede proporcionar mejores propiedades de impermeabilidad en el filamento de bambú. Además, los productos a base de celulosa cuentan con gran potencial, ya que poseen propiedades hidrofóbicas, debido a la gran cantidad de grupos hidroxilos (OH) en la superficie, dando la capacidad de plasmar el efecto flor de loto, es decir extrema repelencia al agua y uno de los métodos ocupados es por medio del procesamiento con plasma. (Wei et al., 2020) Según Carvalho et al. (2020) el látex al incorporar a fibras regeneradas, como el eucalipto mejoró las propiedades físico mecánicas en su composición otorgando mejor estabilidad química, térmica, durabilidad, resistencia a la flexión y a la tracción con ayuda de partículas de humo sílice, es decir, el uso de látex natural y carbón activado dentro de la pasta de celulosa de bambú permite la obtención

de un material biodegradable capaz de sustituir a un sintético, debido a que la adición de los auxiliares mencionados permite dar mejores propiedades al filamento extruido.

1.3 Importancia del estudio

El motivo para llevar a cabo la investigación, es por el uso óptimo que se le puede dar a la fibra de bambú dentro del área textil y otras áreas como la agropecuaria. Según Ayala Pineda (2020), dentro del cultivo hidropónico se utiliza el UNICEL que es un producto sintético conocido como espuma flex como base para el crecimiento de las plantas, por consiguiente, la finalidad del proyecto es sustituir por no tejidos realizados a partir del filamento de celulosa de bambú, que resulta biodegradable y ecológico, debido a que el bambú es una planta con alto índice de crecimiento y con gran potencial, no solo en el área textil sino en las demás industrias. (Su et al., 2021) A su vez, el filamento de bambú al ser parte de una fibra regenerada su proceso de cultivo no es nocivo para el medio ambiente como son el rayón viscosa y otras fibras regeneradas, ya que no requiere el uso de pesticidas o productos tóxicos para su crecimiento como la fibra de algodón que es uno de los cultivos más contaminantes del mundo (Ecoinventos, 2018). Por tanto, la fibra de bambú al ser ecológico es necesario mejorar sus propiedades para poder implementar con mayor frecuencia dentro de la industria textil, de esa forma mejorar ciertas propiedades como son la impermeabilidad, debido a que dentro del cultivo hidropónico es necesario que este se mantenga sobre la superficie.

1.4 Objetivo general

- Analizar la propiedad de impermeabilidad del filamento de celulosa de bambú "*Angustifolia*" adherido de carbón activado y látex.

1.5 Objetivos específicos

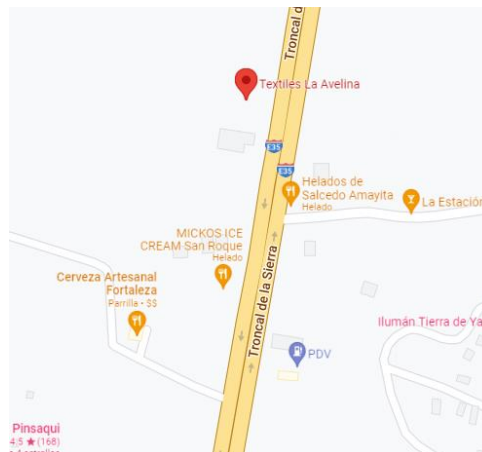
- Realizar un estudio sobre la propiedad de impermeabilidad del filamento de bambú, mediante referencias bibliográficas, trabajos de grados, artículos, revistas, etc., para el desarrollo de la presente investigación.
- Elaborar un filamento a partir de la celulosa del bambú incorporando carbón activado y látex a diferentes concentraciones para las pruebas en laboratorio, obteniendo datos factibles que ayuden en los resultados de la investigación.
- Evaluar los resultados obtenidos en laboratorio a través de programas estadísticos con la fórmula más favorable para la comparación de la propiedad de impermeables óptimas adquiridas en el filamento.

1.6 Características del sitio del proyecto

La presente investigación se ejecutó en la parroquia de Ilumán de la ciudad de Otavalo, provincia de Imbabura, ubicada en la Panamericana Norte y Sector la Avelina (0.28289, -78.23776) como se observa en la **Figura 1**, en donde se desarrolló el filamento extruido de bambú con las diferentes concentraciones de carbón activado y látex en la pasta de celulosa, por consiguiente se realizó las pruebas de laboratorio dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte en los laboratorios de la carrera de Textiles el cual cuenta con diferentes equipos estandarizados de última tecnología, ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura en el barrio de Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala con coordenadas (0.37928,-78.12182). Tal como se visualiza en la **Figura 2**.

Figura 1.

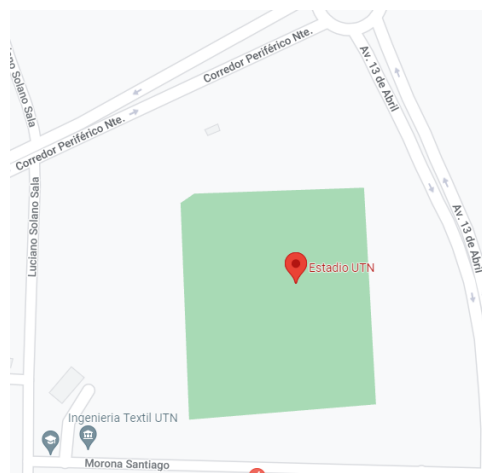
Ubicación geográfica del sitio de elaboración del filamento



Fuente. (Google Maps, 2022)

Figura 2.

Ubicación del laboratorio Textil de la planta académica



Fuente. (Google Maps, 2022)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Estudios previos

En este apartado se explica todos los parámetros relacionados directamente con el tema de investigación, es decir, argumentos que aporten a la investigación realizados en estudios anteriores.

2.1.1 Celulosa de bambú

La celulosa es conocido como un polímero natural extraído de las plantas con un “complejo estructural formada por unidades repetidas de glucosa con enlaces de hidrógeno intermoleculares” (Adu et al., 2021, p. 1). Así mismo (Lin et al., 2021) menciona que:

La celulosa obtenida del bambú es conocida por poseer propiedades mecánicas altas, mayor resistencia y sobre todo su biodegradabilidad, mismas que han permitido ser utilizadas en varias ramas como materia prima en la elaboración de materiales de plantilla, se caracteriza por su alto contenido de fibra y resistencia a la tracción, sin embargo, para elaborar celulosa fibrosa es necesario extraer alto contenido de lignina y hemicelulosa que se encuentra en la planta de bambú. (p.1)

De acuerdo a (Wang et al., 2022):

La celulosa de bambú también puede ser aprovechada mediante nanofibras de celulosa, siendo este renovable y estudiado para realizar supercondensadores e incluso almacenamiento de energía, este tipo de nanofibra extraído de la celulosa del bambú se ha usado para la elaboración de dispositivos de energía que se pueden tejer y llevarlos fácilmente puestos, esto con ayuda de la incorporación de nanotubos de carbono, que a futuro pueden tejerse en la tela y ser una fuente de energía portátil (p.1).

A su vez, la celulosa en la obtención de fibras textiles, puede tener diferentes tratamientos con distintos químicos que permite otorgar distintas propiedades, como plantea (Lin et al., 2022):

Que al colocar el 20% de sílice en la base de celulosa en la etapa de formación de la fibra mediante el tratamiento con aluminato, produce mejor retardancia al fuego y no provoca cambios de color ni solidez en los tejidos elaborados en fibras regeneradas (p.1).

Por otra parte, la obtención de tejido de rayón de bambú a partir de la celulosa de bambú puede tener propiedades antibacterianas como menciona (Teli & Sheikh, 2013) en sus investigaciones, al incorporar nanopartículas de Cu dando un acabado duradero hasta las 50 lavadas, que puede ser empleado en textiles en el área de medicina principalmente para evitar infecciones.

2.1.2 Filamento continuo

Un filamento continuo se logra mediante la extrusión o fundiendo el polímero que pasa a través de una boquilla, el cual al tener una longitud indefinida es un filamento continuo (Chen & Smith, 2021). Además, esta puede ser obtenida mediante el devanado de filamentos sin núcleo, siendo una técnica que ocupa materiales como fibras o polímeros (Chin et al., 2020). Por consiguiente, elimina desechos en su fabricación y su proceso es de alto impacto ambiental, los cuales se fabrican adicionando resinas y otros auxiliares en su elaboración para obtener una estructura de biocompuesto.

Los filamentos continuos son muy utilizados no únicamente en la industria textil, sino también en otras industrias, como son la elaboración de cables, los cuales están conformados por diferentes filamentos en la formación de un cable. Actualmente, los filamentos pueden ser obtenidos de celulosa o chips sintéticos y estos pasan por un proceso de fusión a diferentes temperaturas de acuerdo con el tipo de filamento y las características que son requeridas.

A continuación, los filamentos continuos se utilizan en diversos tejidos, estos se clasifican de acuerdo al sistema empleado, como la extrusión del hilado, ya que depende de la temperatura y tiempo en el proceso de extrusión para definir su resistencia y suavidad (Lawrence, 2015). En otras palabras, los filamentos continuos son caracterizados por tener una longitud indefinida, ya que estas son obtenidas de acuerdo con el proceso o afinidad que se utiliza, a su vez varía tanto la resistencia como suavidad

de acuerdo al tiempo y temperatura a la que se extruye, a su vez es necesario enfriar el filamento una vez obtenido, para pasar a procesos posteriores como el devanado.

2.1.3 Carbón activado

El carbón activado es un derivado de biomasa, el cual puede ser utilizado como catalizador en la lixiviación en compañía de sulfuro de cobre (Méndez et al., 2022).

Este compuesto reduce la lixiviación del arsénico del concentrado de sulfuro de cobre, por ende, es ocupada como catalizador. En textiles los derivados de carbón permiten dar mayor resistencia a la tracción. Así mismo, la biomasa puede ser extraída de residuos agrícolas extrayendo la celulosa y convirtiéndolo en carbón activo ocupando hidróxido de colina, que es un líquido iónico biodegradable en combustión a 600°C (Mittal et al., 2022, p.1).

Además, el carbón se caracteriza por la medición de porosidad, contenido de cenizas y acidez total, que realiza análisis como: la calorimetría, termogravimétrico y espectroscopia, demostrando que el carbón activado después de un lavado ácido presenta gran conductividad superficial (Srhir et al., 2022). Por tanto, se demuestra que este compuesto resulta útil, ya que presenta las mejores propiedades para combatir altas temperaturas y dentro de un acabado, ha presentado resistencia a la llama.

Igualmente, al adherir nanopartículas de carbono al 0,2%, 0,6%, y 1% en relación al peso del filamento, presenta mayor resistencia mecánica, aumentando al 50% más de resistencia a la tracción del filamento, también, muestra una disminución del peso en el filamento (Umerah et al., 2020).

Los materiales de carbono pueden donar, aceptar, transferir electrones, ya que posee ciclos de carga y descarga, mismos que facilitan la accesibilidad directa de electrones, el carbón activado pertenece a los grupos amorfos del carbono y son extraídos de recursos renovables como la biomasa lignocelulósica y desechos orgánicos, resultando mucho más factible que el carbono cristalino (grafeno), debido a su bajo costo. La técnica por la cual se obtiene carbón activado es mediante pirólisis el cual es un proceso térmico para descomponer la materia orgánica y obtener otros materiales (Méndez et al., 2022, p.2).

2.1.4 Látex

El látex es una resina natural obtenida del árbol de caucho, el cual se ha ocupado en varias industrias, así mismo al ver los grandes usos de este elemento se ha creado látex

sintético, para la reducción de costos. En el área textil es muy utilizada para acabados a fin de dar diferentes características al tejido, en otros estudios el látex puede brindar mayor permeabilidad, absorción, e incluso mayor resistencia al agua, como explica (Neelambaram et al., 2022) en sus investigaciones:

El látex sintético como el acrílico se caracteriza por su alto contenido de sólidos, tamaño de partícula y viscosidad, al tener alto contenido de sólidos (54-57%) por medio de polimerización en mini-emulsión, presenta mejores propiedades de alta transparencia óptica, mejores propiedades térmicas, aumento de resistencia al agua, pero deficientes propiedades mecánicas, cuyo resultado fue una reducción de agua del 50% al 18,2% adhiriendo 1% de siloxano tetrafuncional terminado en metacrilato (p. 1).

La resistencia al agua es muy importante y más si se trata de revestimientos o recubrimientos protectores, debido a que son encargados de proteger de compuestos volátiles (hidrocarburos) que son causados por la quema de combustibles, de esta manera el látex acrílico ayuda al medio ambiente y la salud de las personas. Este producto se utiliza en adhesivos, acabados de papel, recubrimientos, etc.

En estudios anteriores de acuerdo a Li et al., (2022):

Adhiriendo nanotubos de carbono al látex, altera las propiedades mecánicas, presentado mayor resistencia a la tracción, compresión y flexión, por ende, se ocupa para reducir grietas y deterioro en estructuras de hormigón, a su vez al juntar ambos materiales se obtiene menor capacidad de absorción de agua (p. 1).

Dicho de otro modo, la presencia de derivados de carbono, permite mejor adherencia con el látex en estructuras de hormigón, con ventajas tanto en resistencia mecánica como resistencia al agua, debido a que reduce su capacidad de absorción y con ello una mejor propiedad hidrófuga e impermeabilidad y es importante debido a que las estructuras de hormigón son muy propensas al deterioro causado por la falta de resistencia a la tracción y exposición de agua, lo cual producen grietas y deformaciones en el material a un periodo más corto.

En otras investigaciones el uso de látex junto con nanopartículas de plata, permitieron otorgar propiedades antibacterianas en un acabado, los cuales fueron evaluados por distintos métodos como difracción de rayos X, donde el látex ayudó como agente reductor

y estabilizador (Chandrakar et al., 2022). Que significa que, al estabilizar las nanopartículas de plata, este crea una zona de inhibición para las bacterias, es decir impide que el paso de bacterias y se mantenga libre de ellas y esto con ayuda del látex.

Otros estudios demuestran que el látex natural mejora el rendimiento y durabilidad del pavimento asfáltico; clasificado como un elastómero y ayuda a aumentar la resistencia a la humedad mediante la aplicación de metanol reduciendo la energía de compactación del proceso (Neelambaram et al., 2022). Y eso se debe a que el látex es un elemento elástico lo que permite que el pavimento obtenga mayor flexibilidad y con ello menor cantidad de grietas o quiebres en el pavimento.

Dentro de la industria textil el látex se ha utilizado dentro del área de acabados mayormente encaminado en el área deportiva y de baño, y se debe a la gran elasticidad y resistencia que posee, también cuenta con propiedades transpirables (Okdiario, 2017). Es decir, la capacidad que tiene el textil en atravesar el vapor de agua, a su vez se considera como un material indeformable una vez que se incorpora al textil y cuenta con una alta durabilidad.

2.1.5 Impermeabilidad de celulosa

La celulosa es un compuesto natural orgánico, el cual se obtiene de las plantas tales como: árboles, arbustos y plantas, con la diferencia de que existe un grado de obtención de celulosa en cada uno de ellos, por otra parte de acuerdo a (Fernández-Santos et al., 2022) al mezclar nano-cristales de celulosa con nano-fibrillas de celulosa a diferentes porcentajes, se obtiene una película fundida con mejores propiedades mecánicas y mejor hidrofobicidad, sin embargo, de acuerdo a (Holle et al., 1990) la celulosa regenerada en la obtención de fibra, posee una limitada resistencia al lavado, debido a su baja resistencia en contacto con la humedad, pero resultan con mayor resistencia a los acabados. Además, la impermeabilidad de la celulosa de bambú, se ve limitada, ya que las fibras hechas por celulosa, se caracterizan por su nivel de absorbencia, lo cual puede ser modificado mediante diferentes acabados o auxiliares como es el látex.

Según Maity et al., (2022) explican lo siguiente:

Un tejido regenerado a partir de celulosa puede obtener propiedades de impermeabilidad y transpirabilidad mediante la incorporación de películas, membranas y revestimientos hidrofílicos, permitiendo la reducción de poros en el tejido y en la fibra creando así un textil tecnológico con mayor impermeabilidad. (p. 1)

Para obtener propiedades impermeables en un filamento o tejido, es necesario el uso de resinas los cuales formen una película, permitiendo reducir el tamaño de los poros y su estructura molecular, haciendo el sustrato impermeable con baja absorción de agua.

Así mismo para obtener mayor impermeabilidad o repelencia al agua en la celulosa, Cusola et al., (2014) indican que es necesario la incorporación de enzimas y compuestos naturales en el sustrato para obtener propiedades hidrofóbicas, la mayor parte de estos compuestos orgánicos fueron adquiridas de la lignina de los árboles. Es decir, que la celulosa no cuenta con propiedades impermeables, no obstante, se puede adicionar enzimas y compuestos obtenidos de la lignina, mismas que sirven para modificar la estructura molecular de la celulosa y otorgar mayor repelencia al agua.

2.2 Marco legal

En este apartado se expone todos los alineamientos legales que acoge este proyecto de investigación.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, redacta los siguientes artículos en relación al cuidado del medio ambiente. Como menciona Asamblea Nacional del Ecuador (2008) con edición del 2021 los siguientes artículos:

Art. 66 Literal 27 menciona: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación, y en armonía con la naturaleza” (p. 33).

Art. 83 Literal 6 menciona: “Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (p. 41)”

2.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

La Universidad Técnica del Norte (2010) dentro de la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas FICA, menciona los siguientes artículos:

Art. 3 literal A menciona: “Impulsar la investigación en los campos de competencia de la facultad sobre la realidad nacional capaz de propiciar cambios en el sistema económico y social. (p. 2)”

A su vez cada proyecto de investigación debe estar relacionado en las 10 líneas de investigación en vigencia que se mencionan en la **Tabla 1** (Universidad Técnica del Norte, 2020), donde esta investigación se relaciona con el punto 9 que trata de gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

Tabla 1.

Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte

N°	Líneas de investigación de la UTN
1	Producción industrial y tecnología sostenible.
2	Desarrollo forestal agropecuario y forestal sostenible.
3	Biotecnología, energía, 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, 2020)

2.2.3 INEN

De acuerdo al Servicio Ecuatoriano de Normalización (2022):

Es el organismo técnico nacional que vela por el Sistema Ecuatoriano de la Calidad en el país, competente en Normalización, Reglamentación Técnica y Metrología, mismo que cumplen con los derechos de protección a la vida y salud humana, animal, vegetal y preservación del medio ambiente con el fin de mejorar la productividad y competitividad en la sociedad ecuatoriana. (p. 1)

2.3 Marco Conceptual

En el siguiente ítem se explica las definiciones de los temas relevantes que se encontraron en el proyecto de investigación, tales como: la celulosa de bambú, los auxiliares que fueron utilizados, entre ellas el látex como elemento principal, el carbón

activado que son las variantes que determinan el desarrollo del filamento continuo con propiedad impermeable, los cuales se encuentran plasmados a continuación.

2.3.1 Celulosa de bambú

La celulosa es un polímero natural que no se derrite y es insoluble en gran parte de disolventes inorgánicos, por ello se ha implementado a procesos químicos para la obtención de fibras regeneradas (Adu et al., 2021).

La celulosa de bambú puede ser extraída mediante diferentes métodos como son la extracción hidrotérmica generando residuos de hemicelulosa, pero cuenta con mayor estabilidad térmica, la extracción alcalina que tiene una morfología celular completa, permitiendo determinar su forma y tamaño en el momento de estudiar la partícula y la extracción en condiciones ambientales que es la más favorable para el ambiente, debido a que no requiere tanto procesamiento del polímero pero su tratamiento es más extenso (Lin et al., 2021, p. 1).

Extrayendo celulosa de bambú mediante método alcalino resulta fácil, ecológico y universal, adhiriendo nanopartículas de plata, mejoran la resistencia a la tracción, conductividad, aumenta la flexibilidad y resistencia al lavado, permitiendo la elaboración de un textil tecnológico con ultra conductividad (Lin et al., 2022).

La celulosa mejora sus propiedades con la introducción de cadenas fluoradas, permitiendo obtener elementos omnifóbicos con resistencia microbiana, a su vez permite otras aplicaciones como retardantes de llama, recubrimientos de cocina, revestimiento de tuberías, etc. (Tedeschi et al., 2021). Es decir, el cambio estructural que se puede dar a la celulosa permite obtener diferentes propiedades que facilitan distintas aplicaciones dentro de varias industrias.

2.3.2 Filamento continuo

Los filamentos continuos pueden ser de pequeño y grande diámetro, los cuales son obtenidos a partir de celulosa como es en el caso de filamentos regenerados o polímeros sintéticos, los cuales pueden ser extruidos con distintos materiales, como pueden ser: ácidos, carbono, resinas, etc. Como menciona Chen & Smith (2021) que:

La incorporación de carbono dentro de un filamento, permite que la temperatura de fusión y la degradación térmica sean mucho más resistentes a la llama, por otra parte, el proceso de extrusión requiere una temperatura

estable y controlada para obtener un buen filamento. A su vez, el filamento puede ser obtenido por medio de chips sintéticos como son el poliéster, polietileno de alta densidad, poliamida, etc., o a partir de la celulosa de las plantas como son los filamentos regenerados. (p. 1)

Es decir, un filamento puede obtener diferentes características de acuerdo a su proceso de fabricación, en este caso al adherir partículas de carbono brindan mayor estabilidad térmica, ya que el carbón puede resistir altas temperaturas una vez este se encuentra en combustión, lo que hace posible que un filamento mejore sus propiedades.

Un filamento continuo se define por su longitud y proceso continuo, mismo que es realizado mediante dos factores importantes como la presión y temperatura. En el caso de la obtención de filamentos con fibras regeneradas de acuerdo a Neefus & Ivester (1991), es necesario obtener la celulosa de la planta, mantener en reposo y disolver con hidróxido sódico, seguido pasa por boquillas metálicas con orificios muy finos y el filamento obtenido se sumerge en un baño de ácido sulfúrico al 10%. Por consiguiente, se obtiene el hilo y es devanado, cabe mencionar que el filamento también puede ser cortado en diferentes longitudes de acuerdo al uso que se da.

De acuerdo a Holle et al. (1990) el proceso de obtención del filamento continuo obtenido de celulosa es: preparar una solución viscosa tipo jarabe, extruir la solución mediante una hilera o tobera para formar la fibra y seguido solidificar por coagulación, evaporación o enfriamiento (p. 59). Así mismo los filamentos obtenidos resultan muy finos ya que cada hilera posee alrededor de 3000 orificios, el cual deben ser de boquillas diminutas de material acero inoxidable, mismo que tienen la finura de un cabello (Holle et al., 1990).

2.3.3 Carbón activo

El carbón activado al ser un derivado de carbono y extraída de compuestos orgánicos, se ha empleado en la industria textil, principalmente en el área de acabados y estos han presentado mejor resistencia o retardación a la llama. Por consiguiente el carbón activado de acuerdo a (Méndez et al., 2022):

Cuenta con una porosidad jerárquica los cuales se producen a partir de biocarbón crudo con ayuda de la activación física o química. Este cuenta con propiedades físico químicas únicas, es un elemento no peligroso, posee tres partes principales como: los planos basales de carbono que son

más del 90% de la composición de la superficie, sitios heterogéneos que contienen grupos de oxígenos ubicados en los bordes de los planos basales de grafito y tercera parte se encuentra en las cenizas inorgánicas (p. 1-2).

Por otro lado, el carbón activado “en combinación con la resistencia térmica, química y mecánica hace de estos materiales excelentes adsorbentes para el agua” (Bosacka et al., 2022, p. 2).

Este compuesto puede ser modificado por varios métodos como: la acción del plasma, microondas o tratamiento ácido, a su vez puede tratarse con procesos térmicos que descartan grupos funcionales de la superficie y otorgan propiedades térmicas a un material definitivo (Bosacka et al., 2022). Además, el carbón activado junto otro material como el concreto proporciona mejor trabajabilidad, al incorporar este elemento a otro objeto, brinda mayor densidad, resistencia a la compresión, tracción y a la penetración del agua con mejor conductividad térmica (Chin et al., 2020).

Del mismo modo, en otras áreas es utilizado para eliminar compuestos peligrosos como el mercurio, los óxidos de nitrógeno y otras sustancias orgánicas volátiles, por ello pueden ser utilizados para reducir gases tóxicos contaminantes y con ello restablecer la calidad del aire, ya que absorbe gases nocivos (Chin et al., 2020, p. 1).

2.3.4 Látex

El látex puede ser de origen natural o elaborado por el hombre conocido como látex sintético, sin embargo, el látex natural resulta menos nocivo para el ambiente, pero se limita a los beneficios que brinda el sintético. Además, el látex de caucho natural es un elemento obtenido de la resina del árbol de caucho y su proceso de extracción se realiza de modo controlada. Así mismo, presenta características como: resistencia, adaptable a cualquier cuerpo, transpirable, resistente a ácaros, bacterias y moho, por ende, de carácter hipoadérgico, en cambio el látex sintético tiene propiedades semejantes al natural, pero este se extrae del estireno y butadieno (Ekki, 2020).

Su extracción debe darse antes que la planta se deshidrate, caso contrario genera pérdidas aceleradas de látex, además el almacenaje en condiciones óptimas mantiene su concentración y rendimiento, las cuales pueden ser en condiciones húmedas, secas o húmedas alternadas (Coffelt et al., 2009). Es decir, si no se tiene un control en el tiempo

de cosecha o extracción del látex y a su vez no tiene buenas condiciones de temperatura, la calidad extraída no es rentable para la venta.

El látex contiene bajo contenido de sólidos (30-40%) para apartar la aglomeración de partículas que causan inestabilidad, por otra parte, se limita por su baja resistencia al agua y a la intemperie, que al colocar siloxano, ayuda a aumentar estas propiedades (Neelambaram et al., 2022). En otras palabras, al incorporar siloxano en el látex permite repeler el agua dando como resultado propiedades hidrofóbicas en el material y es el resultado de una mejor estabilidad.

Un factor importante en el látex es su nivel de viscosidad, ya que a mayor viscosidad existe mayor dificultad para aplicar pintura (Neelambaram et al., 2022). Por tanto, es necesario la aplicación de siloxano, debido a que reduce en gran manera los sólidos y con ello menor viscosidad y mayor compatibilidad con las pinturas, que fue medido con un viscosímetro digital. Por otra parte, si la película formada por el copolímero fue comprobado por pruebas de absorbencia al agua y resistencia a los álcalis, para verificar su efecto hidrofóbico y estabilidad térmica (Neelambaram et al., 2022). Además, pueden ser ocupados en recubrimientos hidrofóbicos para ambientes húmedos o marinos.

El látex al ser utilizado como recubrimiento en tejidos, permite que el tejido obtenga mayor elasticidad y repelencia a las manchas, a su vez, se implementa látex sintético para la elaboración de distintos materiales como los guantes de látex y otros materiales, que son muy útiles en el área industrial y en las demás, sin embargo al actuar como una resina y aplicar en un tejido, puede ser de gran utilidad en acabados antibacterianos, de repelencia al agua, e inclusive mayor capacidad de absorción, los cuales pueden ser obtenidos mediante la mezcla de otros componentes, así mismo el látex es un gran estabilizador que hace posible brindar distintas propiedades a un acabado sin perjudicar al tejido.

2.3.5 Impermeabilidad de celulosa

La impermeabilidad de la celulosa, al obtener fibra regenerada puede ser modificada de acuerdo a su proceso de producción, debido a que la celulosa puede cambiar su composición química o estructura molecular cuando entra en diferentes baños con el acompañamiento de varios tipos de ácidos de acuerdo a su uso final y las características requeridas. Como menciona (Holle et al., 1990):

En la obtención de la fibra regenerada a partir de celulosa mediante acetato, este cambia su estructura, ya que cuenta con numerosos grupos de acetilo sustituyendo el 2.6% de los grupos de oxhidrilo, estos mantienen las moléculas separadas de modo que no se empacan en áreas cristalinas, lo cual permite que las moléculas de agua no penetren con facilidad, por consiguiente, tiene menor absorbencia (p. 73).

Con respecto al párrafo anterior, la impermeabilidad de la celulosa, puede modificarse en la obtención de la pasta junto con otros compuestos y de esa forma cambiar la estructura molecular de la celulosa a fin de obtener mayor resistencia al agua o líquidos, caso contrario este puede tener el efecto contrario, como es en el caso del rayón, que son conocidos por tener una buena absorción a la humedad.

CAPÍTULO III

1. METODOLOGÍA

La metodología relacionada con la investigación es el encargado de dar soluciones a problemas o preguntas de diferentes ramas de la ciencia y generar nuevos conocimientos que son respuestas a las interrogantes planteadas, así mismo la metodología necesita de un enfoque de acuerdo al tipo de investigación que realiza el investigador. Por tanto, la metodología se define como el estudio de métodos con el propósito de alcanzar los objetivos de la investigación, dentro de la investigación científica es considerada como el estudio crítico y analítico del método el cual va a ser aplicado a la investigación. (Toala & Mendoza, 2019) Es decir, para buscar soluciones a varias interrogantes en el proceso de investigación es indispensable el razonamiento y reflexión crítico y analítico de los distintos métodos durante el desarrollo de este.

Dentro de la metodología es importante tener en cuenta el tipo de enfoque al cual va dirigida la investigación, en este caso se divide en dos: cualitativo y cuantitativo, el primero está dirigida para las ciencias sociales que investiga por medio del razonamiento y la comprensión de la vida social, en cambio el segundo se basa más en la medición de datos, donde necesitan programas estadísticos o el uso de la estadística para ser más precisos y son recopilados mediante pruebas o ensayos de laboratorio con la finalidad de resolver una hipótesis previa a la investigación.

Otro factor importante es la técnica y los instrumentos que se utilizó dentro de una investigación científica, debido a que son el medio para alcanzar los objetivos, estos pueden ser normas estandarizadas, equipos, materiales y otros instrumentos como encuestas, revistas y toda la documentación necesaria para cumplir con el desarrollo de la investigación. Este proyecto de investigación realiza la revisión de diferentes documentos para sustentar a partir de otros investigadores y garantizar de esa manera el resultado el cual se quiere definir dentro del proyecto.

3.1 Tipos de investigación

En el presente trabajo de investigación para la obtención de filamentos a base de celulosa de bambú, se aplicaron distintos métodos de investigación tales como: bibliográfica, experimental y analítica, de esa forma determinar los resultados obtenidos tras su aplicación.

3.1.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica tiene como propósito indagar mediante fuentes consultadas, reconoce y da crédito a otros autores, es decir es la recopilación de información que se encuentra registrada en plataformas de investigación como Google, Scopus, ScienceDirect, etc.

De acuerdo a Barraza (2007) las referencias bibliográficas “es el conjunto de elementos detallados que permiten la identificación de la fuente documental impresa o no de la cual se extrae la información” (p. 1). Por otro lado, las referencias o fuentes bibliográficas deben estar ordenadas de acuerdo a un determinado estilo o normas, como es el formato APA y este va depender del tipo de documento: libros, tesis, revistas, artículos, ensayos, etc.

3.1.2 Investigación experimental

La investigación experimental es el método científico que ayuda a comprobar datos hipotéticos mediante el uso de diferentes experimentos de acuerdo con el tema de investigación. Por tanto de acuerdo con Garcia-Argüelles et al. (2018) menciona: que es un método que contribuye a perfeccionar conocimientos, formar convicciones, desarrollar la cabida creativa y aumentar la calidad de conocimientos. Por ello es importante, recopilar información mediante la observación directa tanto de fenómenos físicos como químicos, lo que debe ser sustentando con ayuda de equipos y normas establecidas en los laboratorios.

3.1.3 Investigación analítica

El método de investigación analítica se ha aplicado mayormente en la educación superior, el cual consiste investigar a partir de los siguientes pasos, primero es necesario tener la pregunta de investigación, que es la definición del problema con la solución respectiva a la que se aspira, seguido se realiza la recolección de datos que pueden ser extraídos de diferentes fuentes de información confiables, por consiguiente se reporta la información para desarrollar un análisis de los datos, al ser analizados pasa a realizar la

predicción por medio de datos estadísticos y finalmente se llega a la acción, en donde se busca evidencia por medio de demostraciones. (Contreras Bravo et al., 2021)

3.2 Flujoograma

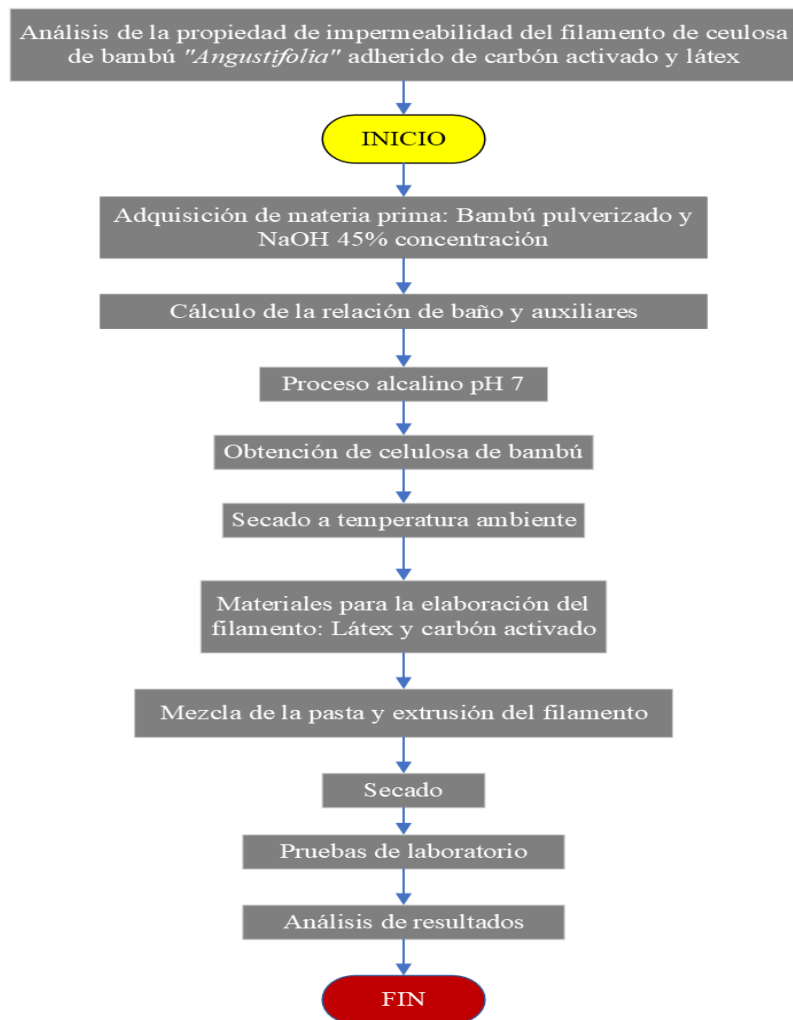
En este apartado se expresó el flujoograma general como el flujoograma muestral del proyecto de investigación.

3.2.1 Flujoograma general

En el flujoograma del proceso general **Figura 3** se muestra los subprocesos de manera general que realiza el proyecto de investigación, entre ellos se describe los materiales y equipos necesarios para culminar el proceso en la elaboración del filamento.

Figura 3.

Flujoograma general de proceso

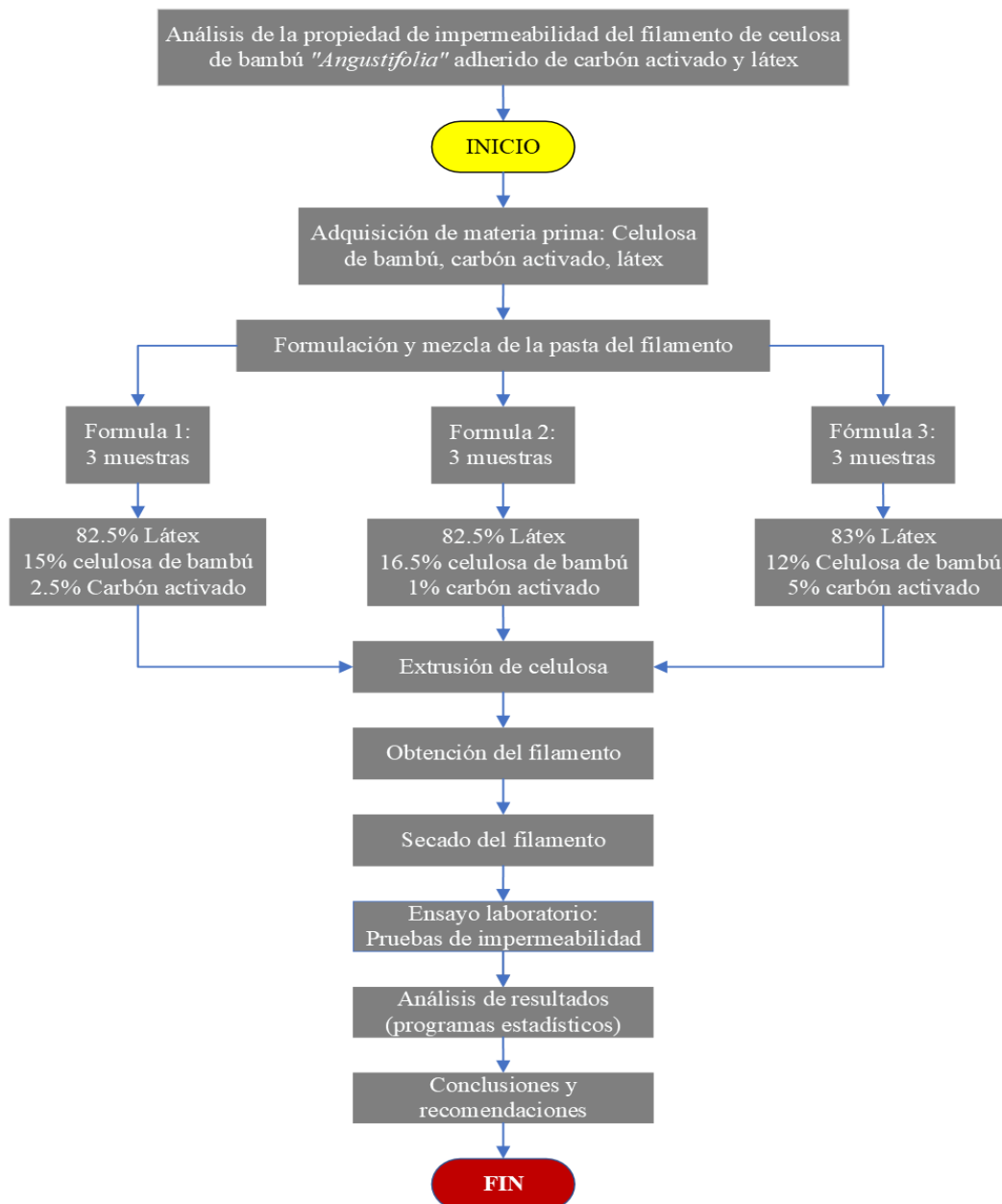


3.2.2 Flujograma muestral

En el siguiente flujograma muestral **Figura 4**, se observa de manera específica las 3 fórmulas para las mezclas, formación de la pasta y obtención del filamento con propiedad de impermeabilización al incorporar látex natural al filamento de bambú, las cuales constan de 9 muestras totales, siendo 3 muestras por cada fórmula.

Figura 4.

Flujograma muestral de proceso



3.3 Equipos y materiales

Dentro del proyecto de investigación, se utilizó equipos y materiales que permitieron el desarrollo y terminación de este, tanto en el proceso de obtención de la celulosa de bambú como la elaboración del filamento, los cuales ayudaron al análisis de las distintas pruebas realizadas en el laboratorio, por ello se utilizó los siguientes parámetros nombrados a continuación.

3.3.1 Matraz

Como menciona la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2018), el matraz Erlenmeyer **Figura 5** se define como un recipiente de vidrio transparente de forma cónica con una abertura en el extremo angosto, es decir, en forma de un cuello cilíndrico, en la parte externa contiene marcas de graduación. A su vez, es muy preciso ya que evita la pérdida de la solución y generalmente son usados para controlar la evaporación de líquidos, retener, medir o preparar muestras líquidas o disoluciones. (pg. 2)

Figura 5.

Matraz Erlenmeyer de 250ml



Fuente: (fisher scientific, s/f.)

3.3.2 Celulosa de bambú

La celulosa de bambú como se observa en la **Figura 6**, es la pulpa extraída de un árbol o planta, en este caso obtenido de la caña guadua o bambú, además es la sustancia que se obtiene una vez eliminada la lignina, que forma la parte resistente o dura de la planta, generalmente es usado para la elaboración de fibras artificiales y fabricación de papel.

Figura 6.

Celulosa de bambú



3.3.3 Látex

El látex **Figura 7** se define como una resina natural obtenido del árbol de caucho, el cual permite la elaboración de diferentes artículos con propiedades elásticas, transparentes e impermeables, o pueden ser de procedencia sintética, es decir elaboradas por el hombre los cuales son de más rápida y mejor obtención. Tener en cuenta que el producto debe ser utilizado a temperaturas de 15 a 22°C, caso contrario el látex se seca con mayor rapidez.

Figura 7.

Látex de caucho natural (4L)



3.3.4 Carbón Activado

Como se muestra en la **Figura 8** es un material o sustancia extraída de los derivados de carbono de superficie grande, con porosidad y superficie interna alta, cuya base es el carbón combinado con placas graníticas, separadas y en diferentes orientaciones caracterizado por la alta capacidad adsorbente (Caiza Parra, 2022). Con tamaño de partícula de 45 a 50 μ m ya que el 90% pasa por una malla tamizadora N.º 325.

Figura 8.

Carbón activado pulverizado (500g)



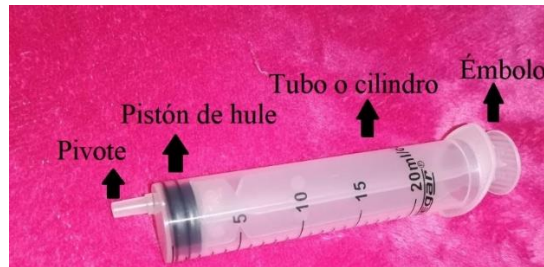
3.3.4.1 Extrusor manual

La jeringuilla sin aguja de 20 mL con Luer excéntrico excelentes para la extracción de fluidos el cual es ocupado para la extracción e inyección de fluidos blandos o viscosos, se denomina Luer excéntrico ya que tiene el cono desplazado hacia un lado de la jeringa, cuenta con la capacidad de 20mL (Totclinict, 2022). Tal como se muestra en la

Figura 9, este puede expulsar suspensiones (mezcla heterogénea a partir de un sólido que se dispersan en un medio líquido), sus partes principales son el émbolo que se ubica en la parte de atrás del tubo y permite el impulso hacia adelante para extruir la suspensión, el tubo que es el cuerpo de la jeringuilla, el pistón de hule siendo un material de caucho que ayuda a suministrar la cantidad requerida del fluido, finalmente el pivote o cono que forma parte del punto de conexión con la aguja o en caso de no necesitar la aguja, es la parte donde extrae la suspensión. (Portal educativo Partesdel.com, 2017)

Figura 9.

Jeringuilla 20mL con Luer excéntrico



3.3.5 Muestras de filamento de bambú

Tal como se muestra en la **Figura 10** son muestras hechas a partir de una pasta de una mezcla homogénea adherido de celulosa de bambú, carbón activado y látex natural, las cuales pasan por un proceso de extracción mediante una herramienta de extrusión, puede ser obtenido de manera artificial y en tamaños distintos de acuerdo al uso final del filamento.

Figura 10.

Muestras de filamentos de celulosa de bambú, carbón activado y látex



3.4 Normas

Las normas para realizar las pruebas y ensayos de laboratorio se realizaron bajo la AATCC 2015 o también conocida como la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles, en las cuales se mide el nivel de impermeabilidad por medio del método de absorción vertical.

3.4.1 AATCC 197 (2015) (Método de absorción vertical e impermeabilidad)

El principio de la norma es el desarrollo de un ensayo para determinar las características de absorbencia y propiedades de absorción vertical del sustrato textil, este se encarga de medir la humedad absorbida por la fibra en un determinado tiempo, es decir, el tiempo que recorre el líquido a lo largo del espécimen, así mismo requiere necesariamente la observación visual para la obtención de los datos y la ayuda de un cronómetro, de esa forma se mide con precisión la cantidad de agua destilada absorbida por la muestra, permitiendo determinar la capacidad de absorbencia o el grado de impermeabilidad de la probeta, a su vez, para este ensayo es necesario mínimo 3 probetas para realizar la tabulación y verificar su coeficiente de variación.

Las variables en la norma es la distancia absorbida en el material, desde el punto inicial al punto de partida, otro factor es el tiempo de absorción, con ello se verifica si la muestra es hidrofílica o hidrofóbica.

3.5 Procedimiento

El método aplicado se realiza en dos etapas, las cuales fueron realizadas de acuerdo al siguiente orden:

1. Obtención de la celulosa de bambú.
2. Obtención del filamento.

Obtención de la celulosa de bambú

En la primera etapa del proceso se obtuvo la celulosa de bambú, para ello se utilizó como materia prima principal 1 kg de caña guadua pulverizado, por consiguiente se procede a mezclar dentro de una solución química alcalina (Hidróxido de sodio) y someter a cocción a temperatura de ebullición durante un periodo de 7 horas, con la finalidad de separar la lignina de la celulosa, seguidamente se tamiza mediante una malla (tela tafetán 32 hilos/cm con título 7 Ne), para continuar con varios lavados hasta que la celulosa elimine el exceso de lignina, finalmente se seca la celulosa obtenida a temperatura ambiente en presencia de los rayos solares en un tiempo de 12 horas.

- a) Comprar 1 kg bambú pulverizado (ver Anexo 1)
- b) Calcular el volumen del agua con una concentración del 50% de hidróxido de sodio con relación de baño 1:10

Cálculo del volumen del agua: 10L

$$\text{Relación de baño: } \frac{1\text{kg} \times 10\text{L}}{1\text{kg}} = 10\text{L}$$

Cálculo del hidróxido de sodio (NaOH) al 50% de concentración:

$$\text{Peso alcali (NaOH)} = \frac{\text{Peso material} \times \% \text{concentración}}{100\%}$$

$$\text{Peso alcali (NaOH)} = \frac{1\text{kg} \times 50\%}{100\%} = 0,5\text{kg NaOH}$$

- c) Una vez obtenido los valores se coloca el hidróxido de sodio en el baño y esperar a que se disuelva correctamente.
- d) A continuación, colocar el bambú pulverizado en la solución, es importante mantener en reposo la mezcla durante una hora antes de realizar el proceso de cocción, para que se establezca el baño correctamente.
- e) Realizar el proceso de cocción a temperatura de ebullición durante 7 horas.
- f) Medir el pH de la solución, en este caso fue un pH neutro de 7.
- g) Al terminar el tiempo de cocción, se procede a tamizar con una malla N° 62 (hilos/cm).
- h) Realizar varios lavados para eliminar más cantidad de lignina.
- i) Secar a temperatura ambiente con ayuda de los rayos solares durante 12 horas, ver **Figura 6** (pg.22).
- j) Finalmente realizar el cálculo del porcentaje de celulosa obtenido.

Cálculo del % obtenido de la celulosa:

$$\% \text{Celulosa} = \frac{\text{Peso obtenido}}{\text{Peso inicial}} \times 100\%$$

$$\% \text{Celulosa} = \frac{615\text{g}}{1000\text{g}} \times 100\% = \mathbf{61,5\% \text{ celulosa}}$$

Siendo el porcentaje de lignina el 38,5%

3.5.1 Obtención del filamento

En la segunda etapa inicial con la adquisición de látex y carbón activado en polvo de 45μ . A continuación, se realiza la mezcla con la formulación adecuada, de manera que obtenga un grado de viscosidad óptimo en la pasta, por consiguiente, este pasa a extraerse en un extrusor de poliéster (jeringa 20 mL), orificio de salida en su exterior de 2 mm

(calibre) con presión manual obteniendo el filamento de bambú con aditivos, para secarse con temperatura promedio 13,37°C. Obteniendo filamento con título promedio de 42050 Den, además se utiliza la norma AATCC 197 (análisis de la transpirabilidad por el método de absorción vertical), Con los datos encontrados se tabula con todas las variables utilizadas para analizar los resultados mediante programas estadísticos y gráficos, por último, realizar las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

3.5.1.1 Formulaciones y parámetros

Para la obtención del filamento de bambú, se realizó 3 fórmulas de diferentes concentraciones hasta determinar el grado de impermeabilidad, donde las condiciones de viscosidad permitan la extrusión del filamento.

Fórmula N° 1

Para la primera mezcla de la fórmula 1 que se muestra en la **Tabla 2** se utilizó los siguientes porcentajes:

Tabla 2.

Fórmula de la Muestra N° 1

Material	Gramos (g)	Porcentaje
Bambú	9	15%
Carbón activado	1,5	2,5%
Látex	49,5	82,5%
Peso total de la pasta	60	100%

Por consiguiente, al realizar la mezcla el tiempo en el que la pasta se mantuvo viscoso es de 10 min a una temperatura de 10°C-11°C, el cual permitió fácilmente la extrusión del filamento. Sin embargo, si se realiza la misma concentración a 20°C la viscosidad de la mezcla permanece solamente alrededor de tres minutos y medio, por ello la variante que se requiere tener en cuenta es la temperatura.

Fórmula N° 2

La segunda fórmula **Tabla 3** se modificó la concentración a los siguientes porcentajes:

Tabla 3.

Fórmula de la muestra N° 2

Material	Gramos (g)	Porcentaje
Bambú	9,9	16,5%
Carbón activado	0,6	1%
Látex	49,5	82,5%
Peso total de la pasta	60	100%

Tras haber realizado la mezcla y tomar el tiempo con ayuda del cronómetro, la pasta se mantuvo viscosa durante 13 min a una temperatura de 12°C, aumentando su tiempo de secado, debido a que se bajó la concentración de carbón activado, dando un tiempo adecuado y suficiente para poder extruir la pasta.

Fórmula N° 3

La tercera concentración se mezcló bajo la formulación de la **Tabla 4.** con los siguientes porcentajes:

Tabla 4.

Fórmula de la muestra N.º 3

Material	Gramos (g)	Porcentaje
Bambú	7,2	12%
Carbón activado	3	5%
Látex	49,8	83%
Peso total de la pasta	60	100%

Realizada la mezcla y aumentando el porcentaje de carbón activado, este disminuyó su tiempo de secado a 4 min a una temperatura de 16°C, el cual su grado de viscosidad estuvo acorde al tiempo necesario de extrusión, sin embargo, a temperaturas de 20°C en adelante, esta mezcla no cuenta con el tiempo adecuado para llegar a extruir, ya que llega

a secarse fácilmente, obstruyendo el orificio de salida y paso en el momento de extracción del filamento.










3.5.1.2 Mezcla de la solución bambú, carbón activado y látex

Para la mezcla de la pasta es necesario seguir el siguiente procedimiento:

- a) Pesar los materiales de acuerdo a los porcentajes de las tres formulas correspondientes que se mostró en la (Tabla 2)(Tabla 3)(Tabla 4).

Figura 11.

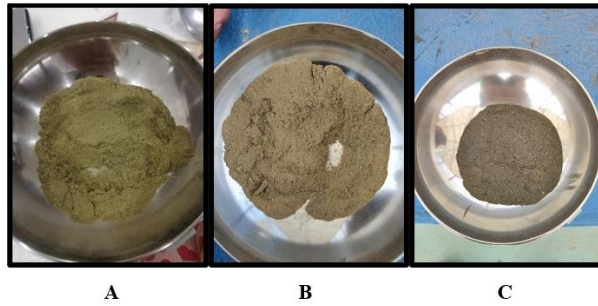
Pesaje de los materiales para la mezcla de la pasta

	Celulosa de bambú	Carbón activado	Látex
Fórmula 1			
Fórmula 2			
Fórmula 3			

- b) Mezclar en primera instancia los materiales sólidos **Figura 12**, en este caso la celulosa de bambú y el carbón activado para facilitar su homogeneidad. Nota: La muestra A, B y C corresponde a las concentraciones de la fórmula 1, 2 y 3.

Figura 12.

Mezcla de celulosa de bambú y carbón activado



- c) A continuación, mezclar el látex junto con la mezcla del anterior paso con ayuda de un agitador, cabe recalcar que se debe agitar rápidamente para conseguir una mezcla homogénea antes de que la pasta empiece a secarse y se vuelva una masa dura, tal como se muestra en el **Anexo 2**.

Figura 13.

Mezcla de la pasta del filamento



3.5.1.3 Extruir la solución desarrollada

- a) Una vez obtenido la mezcla de la pasta con la adecuada viscosidad, se procede a extruir con ayuda de una jeringuilla de 20 (mL).
- b) Al colocar la pasta dentro de la jeringuilla como se muestra en la **Figura 14**, el émbolo de la jeringuilla debe ser lubricado con ayuda de un aceite, para que el pistón de hule permita realizar presión, de lo contrario el émbolo no llega a hacer contacto con la pasta.

Figura 14

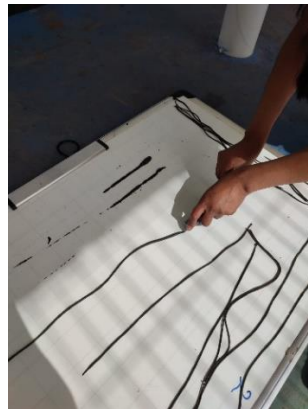
Introducción de la pasta a la jeringa



- c) Por consiguiente, se realiza presión manualmente para que la pasta salga a la superficie por medio del pivote, que cuenta con un orificio de 2 (mm).
- d) Finalmente, al salir la pasta por el pivote, esta forma un filamento. Como se muestra en la **Figura 15**.

Figura 15.

Filamentos de celulosa de bambú

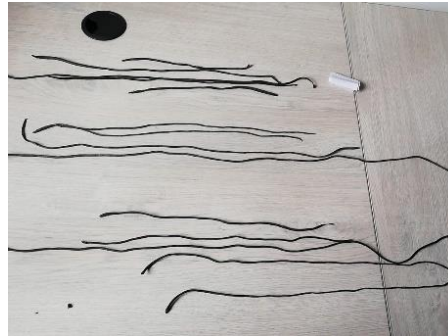


3.5.1.4 Formación del filamento

- a) Una vez obtenido el filamento extraído por el pivote de la jeringuilla, es necesario mantener a temperatura ambiente, para proceder a secar el filamento.

Figura 16.

Formación del filamento



3.6 Ensayos de laboratorio

Con la finalidad de realizar correctamente cada uno de los ensayos en el laboratorio, se requiere de normas determinadas para desarrollar los procesos en conjuntos con las diferentes muestras, a fin de obtener resultados verídicos con el objetivo de ilustrar datos cuantitativos en tablas o gráficas que permitan la interpretación correcta de la investigación.

3.6.1 Pruebas de impermeabilidad

Para la prueba de impermeabilidad del filamento es necesario verificar el nivel de absorción que cuenta el sustrato, en donde se aplica la norma AATCC 197(2015), el cual se encarga de determinar mediante la observación visual las propiedades de absorción vertical del textil.

Como se anuncia en la Norma AATCC 197, es necesario seguir los siguientes parámetros:

- Con un rotulador de tinta soluble subrayar una línea a lo largo del extremo de cada muestra a una distancia de 5mm +1, el cual indica el nivel al que se debe sumergir la muestra del filamento al matraz con agua destilada marcando el inicio de la prueba.
- Seguido de esa marca, marcar las muestras a una distancia de 20mm +1 y 150mm para facilitar la observación de la distancia de absorción.

Figura 17.

Señalización de los filamentos en 0,5cm y 2cm



- Colocar un clip que sirva de soporte en el filamento y pintar los 20mm+1 restante para diferenciar el grado de absorción del filamento.

Figura 18.

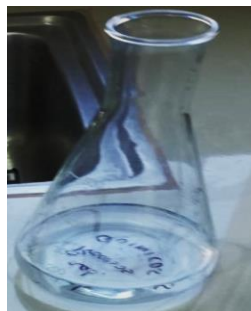
Soporte del filamento en las líneas marcadas



- Agregar agua destilada hasta el nivel en que alcanza la línea de 5+1mm.

Figura 19.

Matraz con agua destilada en el nivel óptimo



- Deje que la muestra cuelgue en el matraz con ayuda de un soporte.

Figura 20.

Colocación del filamento en el matraz junto con el soporte



- Asegurarse que el labio y cuello del matraz se encuentre seco para evitar el sangrado previo de las marcas de tinta soluble en la probeta.
- Arrancar con el cronómetro tan pronto como el agua alcance la línea trazada de 51mm y la tinta soluble empiece a migrar.
- Supervisar la subida del agua absorbida.
- Registre el tiempo al segundo más cercano que tarde la tinta en la línea marcada respectiva y siga monitoreando el ascenso del agua, teniendo en cuenta el tiempo y distancia en que termino la prueba absorber.
- La prueba culmina si el agua no llega hasta la línea 20+1mm en un tiempo de 5 minutos, o en caso de que el agua absorbida alcance hasta los 150mm antes del tiempo estimado de 30 +0,1 minutos.

Figura 21.

Nivel de absorción del filamento de acuerdo a la norma AATCC 197



- Al finalizar registre el tiempo, distancia y el motivo de la terminación de la prueba, se procede a retirar la muestra del matraz, el mismo proceso se debe realizar en las otras probetas.

Figura 22.

Niveles de absorción de las 9 muestras



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se muestra el resultado final de la investigación obtenida del respectivo ensayo de laboratorio, además los datos son tabulados con ayuda del programa PAST 4 y son explicados mediante gráficos y tablas, para determinar si el grado de impermeabilidad del filamento en base a las fórmulas presentadas en el diagrama muestral **Figura 4.**

4.1 Resultados

Realizado la parte práctica y el respectivo análisis de laboratorio, se ha tomado en cuenta distintos parámetros, como la temperatura y humedad relativa del ambiente a la hora de obtener el filamento, debido a su tiempo de secado al ser extruido, otro factor relevante es el nivel de absorción del filamento para definir su grado de impermeabilidad que se muestran en el presente capítulo.

4.1.1 Tabla de resultados general del filamento

En la siguiente **Tabla 5** se muestra los datos obtenidos sobre el análisis de impermeabilidad de las tres diferentes fórmulas, los cuales se observa el nivel de absorción vertical del filamento de celulosa de bambú (BC). Los valores del nivel absorbido del líquido (ABS) se expresan en milímetros (mm), presentando 3 muestras por cada fórmula. Por consiguiente, se observa el grado de temperatura (T) expresado en °C y humedad relativa (HR) correspondiente a la elaboración de los filamentos, con calibre de 2mm como promedio, además el título obtenido se expresa con título Denier al ser un filamento, no obstante, el título es relativamente grueso, ya que al tener partículas de (BC) grandes estas fueron extruidas en un extrusor manual cuyo orificio es de 2mm y al ser un proceso manual el título del filamento vario notablemente.

Tabla 5.

Resultados del nivel de absorción, título, temperatura y humedad relativa de las muestras del filamento

FÓRMULA	ABS (mm)	Título (Den)	Calibre (mm)	Temperatura T (° C)	Humedad Relativa (HR)
F1	6	36000	2	10	77
F1	6,7	33300	2	11	78
F1	6	39600	2	12	80
F2	8	50850	2	12	81
F2	7	43650	2	14	72
F2	6	45000	2	16	70
F3	6	45000	2	16	69
F3	5	42750	2	16	66
F3	6	42300	2	16	66

Nota 1: La temperatura y la humedad relativa, son recopilados al momento de extruir la pasta de celulosa de bambú, Las siglas ABS representan el nivel de líquido absorbido por el filamento.

4.2 Discusión de resultados

En este parámetro se expone el análisis de los resultados obtenidos, calculando la normalidad de datos y el análisis de la varianza de la tabla general de resultados, por consiguiente, se presenta los gráficos Matrix Plot y diagrama lineal, para tener una mejor visualización de los datos.

4.2.1 Normalidad de los datos

A continuación, en la **Figura 23** plasma el análisis de la normalidad de datos obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio mostrados en la Tabla 5 siendo los resultados del nivel de impermeabilidad del filamento de (BC), así mismo al realizar la normalidad de datos en el software PAST 4, se comprueba que el p valor sea aceptado, si el resultado es mayor a 0,05 se demuestra que la hipótesis es correcta, ya que presenta una distribución normal.

Al obtener el análisis de normalidad, de acuerdo al método Jaque-Bera JB p (Normal) y p (Monte Carlo), demostrando que los valores obtenidos son mayores $p > 0,05$, indicando que la confiabilidad de los datos es de 95%, señalando que los datos obtenidos del laboratorio son confiables.

Figura 23.

Normalidad de datos del análisis de impermeabilidad, título, temperatura y humedad relativa.

Tests for normal distribution

	ABS (mm)	Título (Den)	calibre (mm)	temperatura (° C)	Humedad (H)
N	9	9		9	9
Shapiro-Wilk W	0,8747	0,9614		0,8338	0,9016
p(normal)	0,1381	0,813		0,04931	0,2615
Anderson-Darling A	0,6945	0,269		0,6644	0,3669
p(normal)	0,04501	0,5858		0,05445	0,3478
p(Monte Carlo)	0,0446	0,6465		0,0568	0,3656
Lilliefors L	0,3058	0,1858		0,274	0,1838
p(normal)	0,0161	0,4886		0,04851	0,5063
p(Monte Carlo)	0,0148	0,4926		0,0493	0,5137
Jarque-Bera JB	0,6746	0,1112		1,015	0,9116
p(normal)	0,7137	0,9459		0,6021	0,634
p(Monte Carlo)	0,4967	0,9591		0,2277	0,2802

4.2.2 Análisis de la varianza

La varianza es un análisis estadístico para determinar la variación entre los datos obtenidos, el cual se realizó en los programas estadísticos Excel y PAST 4, permitiendo encontrar los resultados de cada parámetro requerido, que se encuentran dentro de lo más óptimo.

Como se muestra en la **Figura 24** los datos adquiridos por el software estadístico Past 4, por consiguiente, los valores más relevantes es la desviación estándar, la mediana y el coeficiente de variación del nivel de absorción que posee el filamento de BC. En donde la desviación estándar mayor dentro de los resultados, es título del filamento (DS= 5209,66), sin embargo, los resultados del nivel de absorción del filamento son relativamente bajos con (DS=0,84). Por otra parte, el promedio del nivel de absorción del filamento es de 6mm, de acuerdo a la prueba de absorción vertical, señala que este no llega a 20+1mm considerando que es un sustrato con propiedades impermeables, ya que

este no absorbe los líquidos. Finalmente, el programa arroja un coeficiente de variación (CV=13,37) en un rango de 100 en el nivel de absorción del filamento, no obstante, también existe un (CV= 0) en la obtención del calibre del filamento y es debido a que los valores son idénticos.

Figura 24.

Análisis de la varianza del nivel de absorción, título, temperatura y humedad relativa

Univariate statistics

	ABS (mm)	Título (Den)	calibre (mm)	temperatura (° C)	Humedad (H)
N	9	9	9	9	9
Min	5	33300	2	10	66
Max	8	50850	2	16	81
Sum	56,7	378450	18	123	659
Mean	6,3	42050	2	13,66667	73,22222
Std. error	0,2808717	1736,555	0	0,8164966	1,9634
Variance	0,71	2,714063E07	0	6	34,69444
Stand. dev	0,842615	5209,666	0	2,44949	5,890199
Median	6	42750	2	14	72
25 prcntil	6	37800	2	11,5	67,5
75 prcntil	6,85	45000	2	16	79
Mode	6	45000	2	16	66
Skewness	0,8026894	-0,1918676	0	-0,2916059	0,06359469
Kurtosis	1,54683	0,2986411	0	-1,853175	-1,820132
Geom. mean	6,251709	41755,45	2	13,4633	73,01162
Coeff. var	13,37484	12,38922	0	17,9231	8,044278

4.2.3 Análisis e interpretación de los resultados generales de impermeabilidad mediante diagramas de tendencia y similitud.

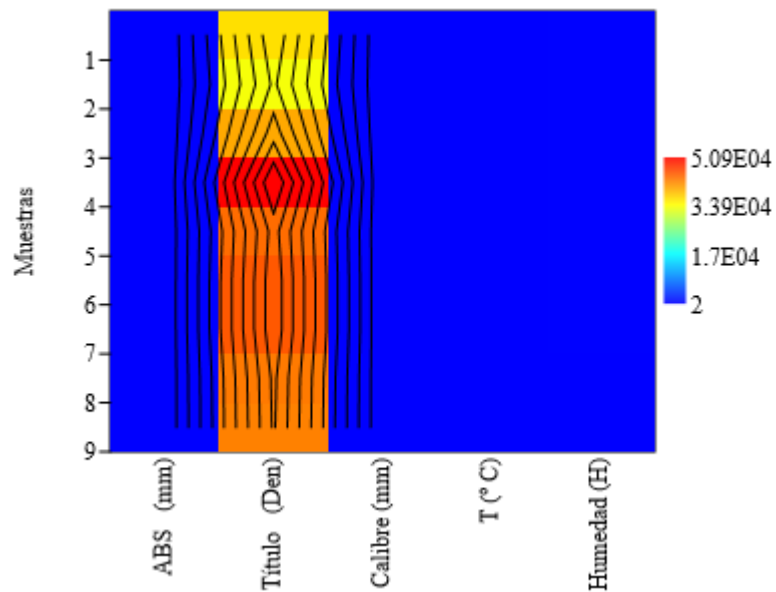
En la **Figura 25** se muestra los resultados obtenidos de forma gráfica, donde el eje Y representan el número de muestras (9 muestras), siendo 3 muestras por cada fórmula y el eje X representa el nivel de absorción, título, calibre, temperatura y humedad relativa de cada una de las muestras.

Por otra parte la gráfica señala que, tanto el nivel de líquido absorbido por el filamento, el calibre, temperatura y humedad relativa, tiene similitud y su variabilidad en las tres fórmulas es mínima, debido a que los parámetros mencionados presentan el mismo color en las 9 muestras siendo muy semejantes, es decir que las tres concentraciones cuentan con propiedades impermeables y su nivel de temperatura y humedad no afecta los

resultados, sin embargo de acuerdo a la gráfica Matrix Plot, se indica que el factor que varía notablemente, es el título en comparación al resto, presentando un cambio de color en las nueve muestras de filamento, esto se debe a que las partículas de celulosa de bambú son de diferentes tamaños convirtiendo a la solución en diferente densidad, aumentando y disminuyendo la presión de extrusión por ser manual, de esa manera al ser extruido no tiene un peso estandarizado uniforme (Soh et al., 2020).

Figura 25.

Gráfica general Matrix Plot del nivel de absorción, título, calibre temperatura y humedad relativa



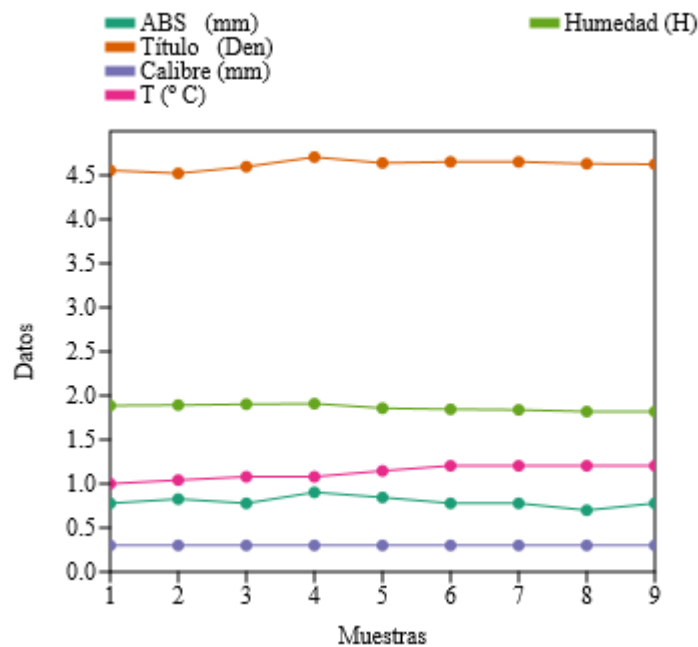
Nota. Las siglas ABS (Nivel de absorción del filamento), la sigla T (Temperatura)

Como se muestra en la **Nota.** Las muestras 1,2,3 (Formulación 1), las muestras 4,5,6 (Formulación 2), las muestras 7,8,9 (Formulación 3). Las siglas ABS (Nivel de absorción del filamento). La fórmula 3 (12% BC, 5% CA 83% L), cuenta con el nivel de absorción (ABS) más bajo de todas las muestras obtenidas, a diferencia de la muestra de la fórmula 2 (16,5% BC, 1% CA 82,5% L) el cual presenta mayor absorción de líquido, esto se debe a que al existir mayor grado de carbón activado las partículas de celulosa de bambú y látex se adhieren con mayor facilidad debido a la propiedad de adsorción del carbón

activado formando una película más resistente (Hu et al., 2022), por otra parte al existir menor concentración de celulosa de bambú reduce el nivel de absorción del filamento, ya que de acuerdo a Mou et al. (2022) la celulosa de bambú posee un alto grado de higroscopicidad y absorción a la humedad, es decir el filamento obtenido a partir de la **Tabla 4**. Al tener menor concentración de BC es beneficioso para aumentar el grado de impermeabilidad del filamento. No obstante, las tres fórmulas presentadas en la gráfica poseen un nivel de absorción bajo, por tanto, las tres concentraciones obtuvieron propiedades impermeables ya que el 82,5% de la estructura del filamento es látex natural, entendiéndose así que, a menor concentración de látex, existe mayor grado de absorción del filamento y a mayor concentración de celulosa de bambú, mayor capacidad de absorción del filamento.

Figura 26.

Gráfico Graph (line+points) del resultado general



Nota. Las muestras 1,2,3 (Formulación 1), las muestras 4,5,6 (Formulación 2), las muestras 7,8,9 (Formulación 3). Las siglas ABS (Nivel de absorción del filamento)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El látex natural al entrar en contacto con la celulosa de bambú y el carbón activado, tiende a secarse rápidamente (50s), provocando que la mezcla se endurezca antes de pasar por el extrusor, dando como resultado una masa dura sin forma, a su vez, al agregar agua al látex en el mismo porcentaje, estos no se mezclan debido a que el látex no es miscible con el agua, obteniéndose una mezcla no homogénea tal como se muestra en el **Anexo 2** (pg.50).
- El nivel de temperatura del ambiente no debe ser mayor a 20°C, debido a que a bajas temperaturas (11°C-16°C), facilita la extrusión de la pasta, en este sentido, es importante conocer la influencia que tiene la temperatura sobre la homogeneidad de la pasta, debido a que de ello depende un mayor o menor tiempo de reacción de los diferentes componentes de la mezcla.
- El tiempo de secado del filamento luego de la extrusión, en las muestras de la fórmula 3 (12% BC, 5% CA 83% L), tuvo menor tiempo en secarse respecto a la fórmula 1(15% BC, 2,5% CA 82,5% L) y fórmula 2(16,5% BC, 1% CA 82,5% L), debido a que el carbón activado adsorbe y adhiere las partículas de BC y L con mayor rapidez, permitiendo que estas reaccionen y se sequen en menor tiempo. Por otra parte, las muestra F2, al poseer mayor cantidad de celulosa de bambú (16,5%) y carbón activado (1%), su tiempo de secado es mayor en comparación con las muestras F1 y F3, concluyéndose que, a mayor concentración de carbón activado menor tiempo de secado y viceversa.
- El aumento en la concentración de celulosa de bambú (16,5%) y disminución del carbón activado al 1%, genera la aparición de diminutas partículas de celulosa de bambú en la superficie del filamento, debido a una baja adherencia en la superficie

del filamento, provocando que el bambú aumente su propiedad de absorción de humedad (25%) respecto a la fórmula 3 **Tabla 4** (pg.28).

- Se obtuvo bambú pulverizado para realizar el proceso, sin embargo, tras el proceso de obtención de la celulosa de bambú mediante proceso alcalino, las partículas tuvieron una variación en su tamaño, que al extruir el filamento asumió un título irregular, por su presión irregular manual aplicada y al analizar estadísticamente se obtiene (CV= 5209,66).
- Al realizar las pruebas de laboratorio, las 9 muestras resultaron impermeables al agua, pues no sobrepasan el nivel de absorción de 21+1mm según el ensayo AATCC 197:2015, puesto que los resultados promedio bordean a 6mm del nivel de absorción del líquido, sin embargo, la muestra F3 absorbe una menor cantidad de líquido a diferencia de F1 y F2 en un 25%, por ello se concluye que F3 es la formulación más favorable dentro de la investigación.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que, para aumentar el tiempo y grado de viscosidad en la pasta del filamento, es necesario realizarlo a una temperatura alrededor de 11°C-18°C, para facilitar la extrusión y evitar que la pasta se seque dentro del extrusor, en caso de la concentración de la fórmula 3 **Tabla 4**. (pg.28), tener en cuenta que el grado de temperatura óptimo es de 12°C ya que su nivel de absorbencia es mayor en comparación de las otras fórmulas.
- Utilizar máximo hasta el 15% de celulosa de bambú y mínimo un 2,5% de carbón activado para ayudar que las partículas de celulosa de bambú se adhieran con el látex y el carbón activado y estas no se presenten en la superficie del filamento, de esa manera se mantiene óptimo el nivel de absorción de la humedad.
- Para obtener partículas pequeñas en la obtención de celulosa es recomendable adquirir bambú pulverizado y tamizar la celulosa de bambú cuando se encuentre totalmente seco, de esa manera disminuir partículas grandes que obstruyan el flujo de la pasta al momento de extruir.
- Tomar en cuenta que durante la realización de la prueba de absorción vertical AATCC 197:2015, colocar un clip en el filo del filamento que no sobrepase la distancia de 5mm, para que al realizar la prueba este no flote en el proceso y

facilite la visualización de absorción del líquido en el tiempo establecido, debido a que todas las muestras son impermeables.

- Se recomienda que para otros estudios es necesario analizar las propiedades ignífugas, ya que el filamento posee carbón activado, también identificar la resistencia al agua en caso de que se quiera sustituir en otras áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adu, C., Zhu, C., Jolly, M., Richardson, R. M., & Eichhorn, S. J. (2021). Continuous and sustainable cellulose filaments from ionic liquid dissolved paper sludge nanofibres. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124503. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124503>
- Araby, S., Philips, B., Meng, Q., Ma, J., Laoui, T., & Wang, C. H. (2021). Recent advances in carbon-based nanomaterials for flame retardant polymers and composites. *Composites Part B: Engineering*, 212(August 2020), 108675. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.108675>
- Arjona, L. (2021). *El carbono y sus diferentes formas*. Universidad de Sevilla.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Iusrectusecart*, 449, 1–219. <https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/02/Constitucionultimodif25enero2021.pdf>
- Ayala Pineda, P. (2020). *Elaboración de un No Tejido 100% biodegradable con las fibras de cáscara de coco para la aplicación sobre cultivos hidropónicos de raíz flotante* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10787>
- Barraza, M. C. (2007). La Investigación Bibliográfica Investigación Bibliográfica. *Máster En Educación a Distancia*, 1–3.
- Bosacka, A., Zienkiewicz-Strzałka, M., Deryło-Marczewska, A., Chrzanowska, A., Wasilewska, M., & Sternik, D. (2022). Physicochemical, structural, and adsorption properties of chemically and thermally modified activated carbons. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 647, 129130. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2022.129130>
- Caiza Parra, V. P. (2022). “Filtro de carbón activado granular, en la mejora de la calidad del agua cruda, e la parroquia 10 de agosto, de la ciudad de Puyo.” *Facultad de Arquitectura e Ingeniería*, 24–25.
- Carvalho, P., Rondinele, A., De Castro, L., & Pasquini, D. (2020). *Characterization and properties of cementitious composites with cellulose fiber , silica fume and latex*.

257. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119602>

- Chandrakar, V., Tapadia, K., & Wag, G. (2022). Green fabrication of silver nanoparticles via *Ipomea carnea* latex extract: Antibacterial activity. *Journal of the Indian Chemical Society*, 100648. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jics.2022.100648>
- Chen, J., & Smith, D. E. (2021). Filament rheological characterization for fused filament fabrication additive manufacturing: A low-cost approach. *Additive Manufacturing*, 47, 102208. <https://doi.org/10.1016/J.ADDMA.2021.102208>
- Chin, C. O., Yang, X., Kong, S. Y., Paul, S. C., Susilawati, & Wong, L. S. (2020). Mechanical and thermal properties of lightweight concrete incorporated with activated carbon as coarse aggregate. *Journal of Building Engineering*, 31(February), 101347. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101347>
- Coffelt, T. A., Nakayama, F. S., Ray, D. T., Cornish, K., & McMahan, C. M. (2009). Post-harvest storage effects on guayule latex, rubber, and resin contents and yields. *Industrial Crops and Products*, 29(2), 326–335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.06.003>
- Contreras Bravo, L. E., Rodríguez Molano, J. I., & Fuentes López, H. J. (2021). Analítica académica: nuevas herramientas aplicadas a la educación. *Revista Boletín Redipe*, 10(3), 137–158. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1225>
- Cusola, O., Vidal, T., Roncero, M., & Valls, C. (2014). Papel impermeable gracias a la biotecnología. *Celbiotech*, 2014.
- Ecoinventos. (2018). *Algodón: el cultivo más contaminante del mundo: 9 razones para usar algodón orgánico*. Portal Florícola. [https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/07/27/algodon-el-cultivo-mas-contaminante-del-mundo-9-razones-para-usar-algodon-organico/#:~:text=El algodón se ganó el,salud de los trabajadores agrícolas.](https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/07/27/algodon-el-cultivo-mas-contaminante-del-mundo-9-razones-para-usar-algodon-organico/#:~:text=El%20algod%C3%B3n%20se%20gan%C3%B3%20el,salud%20de%20los%20trabajadores%20agr%C3%ADcolas.)
- Ekki. (2020). *Características y diferencias del látex natural y el látex sintético*. Noviembre 17. <https://www.ekki.es/caracteristicas-y-diferencias-del-latex-natural-y-el-latex-sintetico/>
- Fernández-Santos, J., Valls, C., Cusola, O., & Roncero, M. B. (2022). Composites of

cellulose nanocrystals in combination with either cellulose nanofibril or carboxymethylcellulose as functional packaging films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 211(January), 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.049>

fisher scientific. (n.d.). *PYREX™ Matraz Erlenmeyer de vidrio de uso intensivo y cuello estrecho Pyrex™ 250 ml, tapón PYREX™ Matraz Erlenmeyer de vidrio de uso intensivo y cuello estrecho Pyrex™ | Fisher Scientific*.

García-Argüelles, L. Á., López-Medina, F. L., Moreno-Toiran, C. G., & Ortigosa-García, C. C. (2018). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 2–4. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200013&lng=es&tlng=es.

Google Maps. (2022). *Estadio UTN*.

Holle, N., Saddler, J., & Langford, A. (1990). Manual de los textiles. In I. 0-02-9787790-4 (Ed.), *Volumen 1* (Quinta Edición).

Hu, Y., Ma, C., Huang, W., Guo, S., Wang, T., & Liu, J. (2022). Adsorption behavior of activated carbon for the elimination of zearalenone during bleaching process of corn oil. In *Grain and Oil Science and Technology*. Grain & Oil Science and Technology. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2022.11.002>

Jin, X., Xiang, E., Zhang, R., Qin, D., He, Y., Jiang, M., & Jiang, Z. (2022). An eco-friendly and effective approach based on bio-based substances and halloysite nanotubes for fire protection of bamboo fiber/polypropylene composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 17, 3138–3149. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.02.051>

Lawrence, C. (2015). Chapter 10 - Fibre to Yarn: Filament Yarn Spinning. In R. Sinclair (Ed.), *Textiles and Fashion* (pp. 213–253). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00010-6>

Li, G., Wang, L., Yu, J., Yi, B., He, C., Wang, Z., & Leung, C. K. Y. (2022). Mechanical properties and material characterization of cement mortar incorporating CNT-engineered polyvinyl alcohol latex. *Construction and Building Materials*,

- 345(April). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128320>
- Lin, Q., Huang, Y., & Yu, W. (2021). Effects of extraction methods on morphology, structure and properties of bamboo cellulose. *Industrial Crops and Products*, 169(February), 113640. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113640>
- Lin, Q., Liu, S., Wang, X., Huang, Y., & Yu, W. (2022). Preparation of ultra-conductive bamboo cellulose fiber via a facile pretreatment. *Applied Surface Science*, 575, 151700. <https://doi.org/10.1016/J.APSUSC.2021.151700>
- Maity, S., Chauhan, V., & Pandit, P. (2022). 12 - Waterproof breathable fabrics and suits. In M. I. H. Mondal (Ed.), *Protective Textiles from Natural Resources* (pp. 347–375). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90477-3.00015-8>
- Méndez, A., Álvarez, M. L., Fidalgo, J. M., Di Stasi, C., Manyà, J. J., & Gascó, G. (2022). Biomass-derived activated carbon as catalyst in the leaching of metals from a copper sulfide concentrate. *Minerals Engineering*, 183(May), 107594. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107594>
- Mittal, N., Kaur, M., & Singh, V. (2022). Adsorption studies on hydrophobic disperse dye using cellulose derived mesoporous activated carbon. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.04.765>
- Mou, Q., Hao, X., Xu, K., Li, X., & Li, X. (2022). Hygroexpansion behaviors of bamboo in response to moisture absorption and desorption. *Construction and Building Materials*, 341, 127895. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127895>
- Neefus, J. D., & Ivester, A. L. (1991). Industria De Productos Textiles. *Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo*, 36.
- Neelambaram, P., Shankar, A., Sykam, K., Kumar, D. B. R., Chakrabarty, A., & Narayan, R. (2022). Progress in Organic Coatings Siloxane-based high solid acrylic latex by mini-emulsion polymerization for coatings with improved water resistance. *Progress in Organic Coatings*, 171(April), 10. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107011>
- Okdiario. (2017). *¿De donde procede el látex?* 19/05/2017.

<https://okdiario.com/curiosidades/donde-procede-latex-1000191>

- Portal educativo Partesdel.com. (2017). *Partes de la jeringa*. Equipo de Redacción Profesional. <https://www.partesdel.com/jeringa.html>
- Sait, S. T. L., Sørensen, L., Kubowicz, S., Vike-Jonas, K., Gonzalez, S. V., Asimakopoulos, A. G., & Booth, A. M. (2021). Microplastic fibres from synthetic textiles: Environmental degradation and additive chemical content. *Environmental Pollution*, 268, 115745. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115745>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2022). *Misión y Valores Institucionales*. INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/mision-y-valores-institucionales/>
- Soh, E., Chew, Z. Y., Saeidi, N., Javadian, A., Hebel, D., & Le Ferrand, H. (2020). Development of an extrudable paste to build mycelium-bound composites. *Materials and Design*, 195, 109058. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109058>
- Srhir, B., Rahali, A., Elkhatabi, O., Belhamidi, S., Chhiti, Y., & Chlihi, K. (2022). Dielectric study of the adsorption of Cetylpyridinium and Phenol onto activated carbon. *Microporous and Mesoporous Materials*, 340(June), 112036. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2022.112036>
- Su, N., Fang, C., Zhou, H., Tang, T., Zhang, S., & Fei, B. (2021). Hydrophobic treatment of bamboo with rosin. *Construction and Building Materials*, 271. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121507>
- Tashman, J. W., Shiwarski, D. J., & Feinberg, A. W. (2021). A high performance open-source syringe extruder optimized for extrusion and retraction during FRESH 3D bioprinting. *HardwareX*, 9(2021), e00170. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2020.e00170>
- Tedeschi, G., Guzman-Puyol, S., Ceseracciu, L., Benitez, J. J., Goldoni, L., Koschella, A., Heinze, T., Cavallo, G., Dichiarante, V., Terraneo, G., Athanassiou, A., Metrangolo, P., & Heredia-Guerrero, J. A. (2021). Waterproof-breathable films from multi-branched fluorinated cellulose esters. *Carbohydrate Polymers*, 271(March). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118031>
- Teli, M. D., & Sheikh, J. (2013). Modified bamboo rayon–copper nanoparticle composites as antibacterial textiles. *International Journal of Biological*

- Macromolecules*, 61, 302–307. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2013.07.015>
- Toala, G., & Mendoza, A. (2019). Importancia De La Enseñanza De La Metodología De La Investigación. *Dom. Cien*, 5(2), 56–70.
- Totclinet. (2022). *Jeringas sin aguja de 20 ml Luer Excéntrico*. Totclinet Group. <https://www.partesdel.com/jeringa.html>
- Umerah, C. O., Kodali, D., Head, S., Jeelani, S., & Rangari, V. K. (2020). Synthesis of carbon from waste coconutshell and their application as filler in bioplast polymer filaments for 3D printing. *Composites Part B: Engineering*, 202, 108428. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2020.108428>
- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2018). *Laboratorio De Ciencias*. Botiquin. <https://kitlab.exa.unicen.edu.ar/botiquin.html>
- Universidad Técnica del Norte. (2010). *Reglamento Interno FICA.pdf* (p. 21).
- Universidad Técnica del Norte. (2020). *Reglamento De Investigación De La Universidad*. 1–21.
- Visarrea, P. (2018). *Estudio comparativo del grado de transpirabilidad de la humedad en fibras de bambú y algodón*. 1–11. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8134>
- Wang, Q., Xia, T., Zheng, Z., Zhao, J., Xue, X., Li, M., Zhang, W., & Lu, C. (2022). Weavable and wearable strip-shaped supercapacitors from bamboo cellulose nanofibers. *Industrial Crops and Products*, 186(March), 115174. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115174>
- Wei, D. W., Wei, H., Gauthier, A. C., Song, J., Jin, Y., & Xiao, H. (2020). Superhydrophobic modification of cellulose and cotton textiles: Methodologies and applications. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.03.001>
- Zhang, X., Zhang, F., Zhang, W., Tang, X., & Fan, H. J. S. (2021). Enhance the interaction between ammonium polyphosphate and epoxy resin matrix through hydrophobic modification with cationic latex. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 610(November 2020), 125917. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125917>

7. ANEXOS



Anexo 1. Caña guadua pulverizada



Anexo 2. Mezcla de celulosa y carbón activado con látex 100% natural



Anexo 3. Pruebas de absorción vertical en el laboratorio Textil

FICHA TÉCNICA LÁTEX NATURAL

		Empresa: SAVIA LÁTEX Dirección: Vía Quito km 7 email: ventas@savia.ec
LÁTEX NATURAL		CÓDIGO: LC2-58
Especificaciones físico - químicas		
Contenido total de sólidos (TSC)	Mín. 58 %	
PH	Máx. 9	
Contenido de amoníaco en látex	Mín. 0.4 %	
Contenido de ácidos grasos volátiles (VFA)	Máx. 0.15	
Índice de KOH	Máx. 0.9%	
Tiempo de estabilidad mecánica, segundos (MST)	Mín. 800	
Viscosidad Copa EZ #2	20s - 40s	
Apariencia	Blanco	
Temperatura de almacenamiento	15°C - 22°C	
Vida de almacenamieto en el envase bien sellado	12 meses	

Nota: El tiempo de solidificación va a variar en función del tipo de secado que puede ser: al aire libre, mediante horno, aire caliente o geometría de la película.



Látex Caucho Natural

DESCRIPCIÓN

Emulsión acuosa de caucho natural (como la leche), cuya película seca, se caracteriza por su elasticidad, transparencia, e impermeabilidad.

USOS

Fabricación de: Globos, ligas, guantes, máscaras, telas encauchetadas, tela no tejida, preservativos, balones, manillas, hilos de látex, impermeabilización de tejidos.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

- Mantener el producto bien sellado, en un lugar fresco, alejado de la luz solar.
- Antes de usar, agitar todo el contenido del producto de forma continua y suave durante mínimo 10 minutos, para garantizar homogeneidad de los componentes que conforman el producto.
- Se recomienda hacer ensayos previos para asegurar buenos resultados.
- Vida útil del producto: 12 meses.

PRESENTACIONES: 4 - 20 - 200 (kg)

Anexo 4. Ficha Técnica del Látex natural



HOJA DE DATOS TECNICOS

CARBON ACTIVADO DE CÁSCARA DE COCO

CM-GC 325X400 V

Es un carbón activado de cáscara de coco micronizado, activado por un proceso de alta temperatura en un estricto control de calidad. Ofrece una alta área superficial, gran volumen de poro, alta capacidad de adsorción y excelente estabilidad química. Es excelente en tratamientos de filtración de fase líquida y gaseosa.

ESPECIFICACIONES:

Número de Yodo (mg l/g de CAM)	900	ASTM D-4607
PH	8	ASTM D-3838
Malla (U.S. Std. Sieve)	325 X 400	
Mayor que malla	325 95%	ASTM 2862-92 /ANSI/AWWA B604-90
Menor que malla	400 5%	
Cenizas Totales	4% máx.	ASTM D-2866
Solubles en agua	0.5%	ASTM D-5029
Densidad aparente (g/cm3)	0.5	ASTM D-2854
Humedad al empacar	5% máx.	ASTM D-2867
Numero de melaza	220 min.	
Poder decoloración (caramelo)	97% min.	

Certificaciones: Cumple con la norma ANSI/ NSF 61 y ANSI/AWWA B604-90.

Presentación: Costales de polipropileno laminado de 30Kg (55 Lb) – Súper sacos de polipropileno de 500Kg (1100Lb)

Todos los métodos antedichos de la prueba se realizan usando el protocolo de ASTM para el carbón activado granular; este producto cumple el estándar de ANSI/AWWA B604-96 para carbón activado granular.

Esta información se ha recopilado de los materiales de referencia estándar y/o de los datos de prueba que se asumen para ser exactos y confiables. Solamente hace referencia que este producto cumple las especificaciones arriba descritas y no hacen responsable de ninguna otra garantía expresada o implicada y de ningún otro tipo o clase, sino no limitada a la aptitud para un propósito particular o del uso. El comprador asume toda la responsabilidad y riesgo de los cuales pueda presentarse el uso de este producto.

Anexo 5. Ficha técnica del carbón activado



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



Ibarra, 24 de enero del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que la señorita **MALDONADO VELÁSQUEZ LESLY YARINA** portadora de la cedula de ciudadanía N° 1004823959, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado **"ANÁLISIS DE LA PROPIEDAD DE IMPERMEABILIDAD DEL FILAMENTO DE CELULOSA DE BAMBÚ "Angustifolia" ADHERIDO DE CARBÓN ACTIVADO Y LÁTEX"**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MATRAZ ELENMEYER-** Norma AATCC 197:2015 Prueba de transpirabilidad por el método de absorción vertical
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

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

Atentamente:



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

Anexo 6. Certificado de asistencia y uso del laboratorio Textil