

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A
PARTIR DEL BAMBÚ



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

TEMA:

**ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL
REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ**

Autora:

GLADYS JANETH FLORES ANTAMBA

Director:

MSc. WILLAM RICARDO ESPARZA ENCALADA

Ibarra, 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

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	1004582027		
APELLIDOS Y NOMBRES	FLORES ANTAMBA GLADYS JANETH		
DIRECCIÓN	San Pablo Del Lago		
EMAIL	jane_302011@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO	062919506	TELÉFONO MÓVIL	0989909575
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO	“ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ”		
AUTOR	FLORES ANTAMBA GLADYS JANETH		
FECHA	03/08/2018		
PROGRAMA	PREGADO		
TÍTULO POR EL QUE SE OBTA	INGENIERA TEXTIL		
DIRECTOR	MSc. Willam Esparza		

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2. CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 03 días del mes de Agosto del 2018

LA AUTORA:



FIRMA

Gladys Janeth Flores Antamba

CC: 1004582027

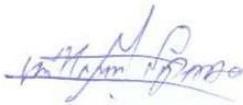
ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

MSc Willam Esparza Director de la tesis de grado desarrollada por la señorita Gladys Janeth Flores Antamba.

CERTIFICA

Que el proyecto de Tesis de Grado con el Título “ ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE UNA FIBRA TEXTIL REGNERADA A PARTIR DEL BAMBÚ”, ha sido realizada en su totalidad por la señorita Estudiante Gladys Janeth Flores Antamba bajo mi dirección, para obtener el titulo de Ingeniería Textil. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluido en su totalidad y cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil , autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.



Firma

Willam Ricardo Esparza E.

CC:

Ibarra. Julio 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

DEDICATORIA

A mi madre, un ejemplar de mujer quien, con su esfuerzo, dedicación y lucha diaria, me apoyo incondicionalmente convirtiéndose en el motivo e inspiración principal para culminar los estudios y nunca darme por vencida.

A mi tía y abuelito por sus consejos y compañía demostrándome que nada es imposible, que con un poco dedicación y empeño se puede llegar a un cumplir grandes metas.

A mi pareja por dedicarme su tiempo, llenando mi vida de felicidad, de gratos recuerdos, de apoyo en cada decisión y pasos de mi vida profesional.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre caminar conmigo por darme la oportunidad de vida, y de conocer sus creaciones como el de mi madre.

Agradezco a mi madre que es mi ejemplo de vida y lucha, con quien comparto mi alegría, tristeza y éxitos.

A mi pareja por su apoyo incondicional en mi vida profesional y emocional.

A mi padre por su apoyo emocional

A mi director de tesis el Magister Willam Esparza por la oportunidad de ser mi tutor de esta investigación, por sus conocimientos brindados y apoyo para culminar los estudios.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

INDICE

CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Importancia.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivo específico.....	3
1.4. Características del sitio del proyecto.....	3
CAPITULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Estado actual.....	4
2.1.1. Celulosa.....	4
2.1.2. Fibras regeneradas.....	4
2.1.2.1. Bambú.....	5
2.1.2.1.1. Tipos de bambú en el Ecuador.....	5
2.1.2.1.2. Guadua angustifolia.....	6
2.1.2.1.3. Crecimiento del bambú.....	6
2.1.2.1.4. Falsos bambús.....	7
2.1.2.2. Lyocell.....	7
2.1.2.3. Modal.....	7
2.1.2.4. Rayón.....	8
2.1.2.4.1. Rayón acetato.....	9
2.1.2.4.2. Rayón viscosa.....	9
2.1.3. Propiedades físicas y químicas de las fibras regeneradas.....	9
2.1.3.1. Bambú.....	9
2.1.3.2. Rayón acetato.....	11
2.1.3.3. Rayón viscosa.....	12
2.1.3.4. Lyocell.....	13

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.3.5. Modal	14
2.1.4. Procesos textiles	15
2.1.4.1. Celulosa	16
2.1.4.1.1. Materia prima	16
2.1.4.1.2. Descripción del Proceso	16
2.1.4.1.3. Recuperación de residuos	17
2.1.4.2. Bambú en el área textil	17
2.1.4.2.1. Materia prima	17
2.1.4.2.2. Descripción del proceso	17
2.1.4.2.3. Recuperación de residuos	18
2.1.4.3. Rayón viscosa	19
2.1.4.3.1. Materia prima	19
2.1.4.3.2. Descripción del proceso	19
2.1.4.4. Rayón acetato	19
2.1.4.4.1. Materia prima	19
2.1.4.4.2. Descripción del proceso	20
2.1.4.5. Lyocell	20
2.1.4.5.1. Materia prima	20
2.1.4.5.2. Descripción de proceso	20
2.1.4.6. Modal	21
2.1.4.6.1. Materia prima	21
2.1.4.6.2. Descripción del proceso	21
2.1.5. Aplicación de las fibras regeneradas	22
2.1.5.1. Rayón acetato	22
2.1.5.2. Bambú	23
2.1.5.3. Lyocell	23
2.1.5.4. Modal	23
2.1.5.5. Rayón viscosa	24
2.1.6. Beneficios ambientales del bambú	24
2.2. Marco legal	24
2.2.1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN	24

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.2.2. Constitución de la República del Ecuador	25
2.2.3. Código orgánico del ambiente.....	25
2.3. Marco conceptual	27
2.3.1. Fibras textiles	27
2.3.2. Fibras Regeneradas	27
2.3.3. Bambú	27
2.3.4. Rayón viscosa.....	27
2.3.5. Rayón Acetato	28
2.3.6. Lyocell.....	28
2.3.7. Modal	28
2.3.8. Celulosa.....	28
<i>CAPITULO III</i>	29
3. <i>METODOLOGÍA</i>	29
3.1. Métodos de la investigación	29
3.2. Diseño muestral.....	29
3.2.1. Selección de muestras	29
3.3. Metodología de campo	30
3.3.1. Celulosa.....	30
3.3.2. Bambú	32
3.3.3. Lyocell.....	34
3.3.4. Modal	36
3.3.5. Rayó viscosa.....	38
3.3.6. Rayón acetato	40
3.4. Propiedades de las propiedades físicas de las fibras	42
3.5. Productos químicos de las fibras regeneradas.....	43
3.6. Tabla comparativa	45
3.7. Índices de calidad	50
3.7.1. Tabla de los indicadores	50
3.7.1.1. Índice de calidad de materia prima	50
3.7.1.1.1. Cálculo del índice de calidad de materia prima	55

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.7.1.2. Índice de calidad de ambiental	56
3.7.1.2.1. Cálculo del índice de calidad ambiental:.....	61
3.7.1.3. Índice de toxicidad (productos químicos en el proceso).....	62
3.7.1.3.1. Cálculo del índice de toxicidad.....	68
3.7.1.4. Índice de peligrosidad (productos químicos) triangulo NFPA	69
3.7.1.4.1. Cálculo del índice de peligrosidad.....	74
CAPITULO IV	77
4. <i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	77
4.1. Resultados	77
4.1.1. Resultado de los indicadores	77
4.2. Análisis y evaluación de resultados	78
4.2.1. Análisis estadístico del indicador de materia prima.....	78
4.2.2. Análisis estadístico del indicador de calidad ambiental.....	79
4.2.3. Análisis estadístico del indicador de toxicidad	81
4.2.4. Análisis estadístico del indicador de peligrosidad	82
4.2.4.1. Análisis estadístico general de los resultados obtenidos de los indicadores	83
CAPITULO V	85
5. <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	85
5.1. Conclusiones	85
5.2. Recomendaciones.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de proceso.	15
Figura 2 Proceso de recuperación de residuos.	18
Figura 3 Proceso de recuperación de residuos	21
Figura 4 Proceso para la obtención del modal.....	22
Figura 5 Pictograma NFPA/norma 704.....	45

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1 Proceso de la celulosa para la elaboración de celulosa a partir de madera..	31
Flujograma 2 Proceso del bambú	33
Flujograma 3 Proceso del lyocell	35
Flujograma 4 Proceso del modal	37
Flujograma 5 Proceso del rayón viscosa	39
Flujograma 6 Proceso del rayón acetato.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentajes de los componentes químicos de la guadua angustifolia.	10
Tabla 2 Propiedades de la guadua angustifolia.	11
Tabla 3 Propiedades del rayón acetato.	12
Tabla 4 Propiedades físicas del rayón viscosa.	13
Tabla 5 Propiedades químicas del rayón viscosa.	13
Tabla 6 Propiedades del lyocell.....	14
Tabla 7 Propiedades del modal.....	15
Tabla 8 Proceso de la celulosa.....	30
Tabla 9 Proceso del bambú.....	32
Tabla 10 Proceso del lyocell.....	34
Tabla 11 Proceso del modal.	36
Tabla 12 Proceso del rayón viscosa.....	38
Tabla 13 Proceso del rayón acetato	40

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Tabla 14 Propiedades de las fibras celulósicas.....	42
Tabla 15 Productos químicos.	43
Tabla 16 Tabla comparativa.	46
Tabla 17 Indicador de materia prima del bambú.....	51
Tabla 18 Indicador de materia prima del lyocell.....	52
Tabla 19 Indicador de materia prima modal.....	53
Tabla 20 Indicador de materia prima rayón viscosa.....	54
Tabla 21 Indicador de materia prima del rayón acetato	55
Tabla 22 Indicador de calidad ambiental del bambú.....	57
Tabla 23 Indicador de calidad ambiental del lyocell.....	58
Tabla 24 Indicador de calidad ambiental del modal.....	59
Tabla 25 Indicador de calidad ambiental del rayón viscosa.....	60
Tabla 26 Indicador de calidad ambiental del rayón acetato.	61
Tabla 27 Indicador de toxicidad del bambú.	63
Tabla 28 Indicador de toxicidad del lyocell	64
Tabla 29 Indicador de toxicidad del modal.	65
Tabla 30 Indicador de toxicidad del rayón viscosa.	66
Tabla 31 Indicador de toxicidad del rayón acetato.....	67
Tabla 32 Indicador de peligrosidad del bambú.	70
Tabla 33 Indicador de peligrosidad del lyocell.	71
Tabla 34 Indicador de peligrosidad del modal.	72
Tabla 35 Indicador de peligrosidad del rayón viscosa.	73
Tabla 36 Indicador de peligrosidad del rayón acetato.....	74
Tabla 37 Resultado obtenido de los indicadores.	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	50
Ecuación 2	69
Ecuación 3	69
Ecuación 4	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Indicador estadístico de materia prima.....	79
Ilustración 2 Indicador estadístico de calidad ambiental.....	80
Ilustración 3 Indicador estadístico de toxicidad.....	81
Ilustración 4 Indicador estadístico de peligrosidad de los productos químicos.	82
Ilustración 5 Indicador estadístico general de los indicadores.	83

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

RESUMEN

Las fibras textiles pueden ser naturales y sintéticas, las más conocidas son el algodón y el poliéster, fibras pioneras en el consumo textil, pero para obtener un producto de cualquier fibra necesita pasar por una serie de procesos, desde la obtención de la materia prima hasta la transformación, como es el caso del algodón que necesita de pesticidas y el poliéster que al ser un derivado del petróleo ya contamina el ambiente, razón principal para implementar nuevas fibras en la industria textil que sean amigables con el ambiente y tengan buena aceptación por el consumidor.

El bambú es una caña utilizada en diferentes industrias, por sus propiedades y beneficios que otorga al ambiente, y ser humano. En la industria textil es considerada como la mejor replazante para la fibra de algodón por sus cualidades que confiere a una prenda, una de ellas es ser biodegradable y sustentable.

El lyocell y modal son fibras celulósicas provenientes del eucalipto y el árbol haya, al igual que el bambú brindan características especiales en un producto textil, no son contaminantes y no afectan a ningún hábitat de ninguna especie, en el proceso de transformación cada fibra utiliza químicos diferentes que al contacto diario puede afectar en un futuro el buen vivir del ser humano.

El rayón viscosa y rayón acetato no son fibras biodegradables, utilizan productos químicos tóxicos, y la obtención de la materia prima depende de los residuos de algodón.

Estas fibras fueron analizadas de acuerdo a los siguientes parámetros de materia prima, sustentabilidad, calidad ambiental, productos químicos y maquinaria se realizó una tabla comparativa con la finalidad de decidir cuál es el mejor proceso a partir del bambú donde indica las ventajas y desventajas, además de un análisis estadístico con ayuda de indicadores.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

SUMMARY

Textile fibers can be natural and synthetic, the best known are cotton and polyester, pioneering fibers in textile consumption, but to obtain a product of any fiber you need to go through a series of processes, from obtaining the raw material to the transformation, as it is the case of cotton that needs pesticides and polyester that is a derivative of oil and pollutes the environment, the main reason to implement new fibers in the textile industry that are friendly to the environment and have good acceptance by the consumer.

Bamboo is a cane used in different industries, for its properties and benefits it gives to the environment, and human being. In the textile industry is considered the best replacement for cotton fiber for its qualities that confers a garment, one of them is to be biodegradable and sustainable.

The lyocell and modal are cellulose fibers from the eucalyptus and the beech tree, like bamboo they provide special characteristics in a textile product, they are not polluting and do not affect any habitat of any species, in the transformation process each fiber uses chemicals different that to the daily contact can affect in the future the good living of the human being.

Viscose rayon and acetate rayon are not biodegradable fibers, they use toxic chemicals, and the raw material is obtained from cotton waste.

These fibers were analyzed according to the following parameters of raw material, sustainability, environmental quality, chemical products and machinery. A shared table was made in order to decide which the best process from the bamboo is where it indicates the advantages and disadvantages, in addition of a statistical analysis with the help of indicators.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La fibra de algodón y poliéster contaminan al ambiente por los productos utilizados durante el proceso de transformación, implementar una fibra textil regenerada implica analizar un proceso adecuado acorde al ambiente, social, productivo. La celulosa es uno de los materiales más abundantes de la tierra se caracteriza por su gran disponibilidad y fuente de energía renovable. El bambú también es conocida como guadua angustifolia tiene la capacidad de absorber energía, es extraída de la pulpa de caña de bambú, la fibra que se obtiene es resistente además es biodegradable, una prenda elaborado de bambú tiene la cualidad de ser cómoda, comfortable con un tacto suave.

(Bambú Ecuador, 2016) Testifica “El bambú forma parte de la historia de la humanidad por haber sido una de las primeras materias primas utilizadas en la elaboración del papel; culturalmente forma parte del patrimonio material e inmaterial del Ecuador.

El bambú es un recurso natural crece en lugares tropicales, tiene múltiples aplicaciones por lo que es utilizada en diferentes industrias, una ventaja que tiene el bambú es ser sustentable y dar beneficios económicos tal como lo hace referencia Arocha (2016) afirmando que las mejores condiciones geográficas para el crecimiento y cultivo del bambú son las zonas tropicales, otra ventaja es la capacidad de absorber 12 toneladas de dióxido de carbono, produce 4 veces más oxígeno que otra planta, sin embargo cada especie posee diferentes usos según sus propiedades. Con los datos expuestos se puede afirmar que el bambú fue y seguirá siendo una planta muy estudiada.

1.1. Antecedentes

Fernández (2013) sobre el bambú informa que puede alcanzar 30 a 45 metros de altura con un período de vida de 8 años, hay una gran variedad de bambús en el mundo entre 600 y 200 especies, no se reproduce ni crece por semillas, su existencia se debe a los rizomas subterráneos, tiene múltiples aplicaciones desde la industria alimenticia, arquitectura, maderera, textil, papelera etc.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El bambú es sustentable, “Por efectos de los micro organismos del suelo y la luz solar, la fibra de bambú puede ser 100% biodegradable. Asimismo su proceso de descomposición no causa contaminación al ambiente.”(Fuentes Guija, Moreno Figueroa, Peña Trigoso, & Tarazona Valenzuela, 2016 p: 19). (ProEcuador, 2016, pág. 10) Indica que, “Los productos que se obtiene del bambú ofrecen sustentabilidad” y fuentes de trabajo por medio de la satisfacción de las expectativas del ser humano.

1.2. Importancia

En la industria textil las fibras más reconocidas, y por lo tanto mayor explotadas son el algodón perteneciente a la clasificación de fibras naturales y el poliéster que es una fibra pionera sintética con mayor producción mundial.

El consumo textil global en el 2050 puede triplicarse consecuencia al aumento de la población mundial la revista Noticias de la ciencia y tecnología amazings en una entrevista explica que el 60 % de los tejidos textiles se produce a partir del petróleo, pero este no es una materia prima renovable que en un futuro puede desaparecer, la producción del algodón disminuirá debido a que se necesitan tierras para la producción de alimentos, en conclusión “La celulosa es un material vegetal de uso común, podría tener en un futuro no muy lejano un uso más, uno muy importante una fibra textil respetuosa con el ambiente” (Deshpande, 2017).

El bambú es una fibra nueva conocida a nivel mundial por ser generadora de fuentes económicas, Hallet y Johnston (2010) afirman el bambú es una fibra amigable con el ambiente, es cuatro veces más absorbentes que el algodón, tiene un alto valor ecológico, no necesita la implementación de pesticidas ya que posee una sustancia natural denominada kun de bambú que protege la planta de plagas, y ayuda a reducir las emisiones de gases.

El bambú tiene grades propiedades beneficiosas en el uso de prendas de vestir otorga comodidad y confort. Decidir cuál es el mejor proceso para la obtención de fibra textil regenerada a partir del bambú, implica realizar un análisis sostenible, productivo y social de las fibras modal, lyocell, rayón viscosa y rayón acetato.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el proceso para la obtención de fibra textil regenerada a partir del bambú

1.3.2. Objetivo específico

- Analizar la obtención de fibra textil regenerada a partir del bambú, con la bibliografía específica, para obtener datos;
- Evaluar cada proceso de las fibras regeneradas del rayón viscosa, rayón acetato, lyocell y modal, con los datos existentes, para determinar el proceso más adecuado;
- Seleccionar el proceso más apropiado, concluyendo las ventajas y desventajas, para elegir el más favorable.

1.4. Características del sitio del proyecto

Esta investigación, se aportará a la sociedad a tener una información acerca del mejor proceso para la obtención de fibra textil regenerada a partir del bambú, por medio de un análisis, indicando las ventajas y desventajas de cada proceso, la cual puede ser utilizada como fuente de información y a la vez como un sustento para la fabricación de una fibra textil de Bambú.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

Los recursos naturales se deben manipular de una manera consciente y a la vez inteligente, evitando y reduciendo la explotación al máximo de estos recursos. En el área textil manejar fibras amigables sostenibles no solo será una innovación, se convertirá de una idea a un proceso textil productivo.

2.1. Estado actual

2.1.1. Celulosa

La celulosa es uno de los materiales más abundantes de la tierra se caracteriza por su gran disponibilidad y fuente de energía renovable, la obtención de fibras de celulosa a partir de su disolución controlada, les confiere gran pureza, uniformidad y reproductibilidad de propiedades en contra con fibras naturales como el algodón. Las fibras sintéticas son accesibles a todo el mercado, por consecuencia de los bajos costos de producción, mientras que las fibras celulósicas no pueden competir con el precio por el complejo proceso y control de contaminación al ambiente.

La celulosa es un polímero natural, y para su obtención se realiza por procesos químicos o mecánicos así lo define (Arauco, s.f.) :

Es un polímero natural formado por unidades de glucosa. Las fibras se encuentran en la madera unidas entre sí por un compuesto químico complejo llamado lignina que le da la rigidez. La fabricación de la celulosa consiste en separar la fibra de la lignina mediante procesos industriales químicos o mecánicos (p: 1).

La celulosa es la principal parte de las paredes celulares de los árboles y otras plantas que pueden variar de acuerdo a la longitud y espesor, por consiguiente (Cruz, 2014, pág. 1) informa que “Las fibras de algodón tienen una longitud de 20-25 mm., las de Pino 2-3 mm, y las de Eucalipto 0,6-0,8 mm”.

2.1.2. Fibras regeneradas

Las fibras regeneradas son fibras manufacturadas artificiales que pueden ser de base celulósica (eucalipto, abeto, haya, linter de algodón, desperdicios de papel) y proteínica (caseína de leche, algas marinas, soya, maíz, maní).

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El presente estudio abarca el análisis de las fibras regeneradas celulósicas como el modal, rayón acetato, rayón viscosa y lyocell que son aquellas obtenidas a partir de la celulosa ya sea de madera, paja, vegetales, o fibras cortas de algodón que no lograron transformarse.

2.1.2.1. Bambú

El bambú tiene múltiples aplicaciones, forman parte del patrimonio material de la humanidad pues (Bambú Ecuador, 2016, pág. 1), especifica “El bambú forma parte de la historia de la humanidad por haber sido una de las primeras materias primas utilizadas en la elaboración del papel; culturalmente forma parte del patrimonio material e inmaterial del Ecuador”.

Sin embargo el Doctor Acosta (1960) explica la existencia de diferentes tipos de bambús en todo el mundo, formando un importante grupo económico que satisface la necesidad de varios interesados en la industrialización del bambú, por otro lado en el Ecuador el bambú está representado principalmente por los géneros guadua angustifolia conocida como caña brava de las áreas tropicales, chusquea y crthrostylidium, de estos bambúes, la guadua angustifolia es el género más importante, no sólo del Ecuador sino del Hemisferio Occidental. Además el doctor (Acosta, 1960) asegura que “la guadua angustifolia del sector Mera el Puyo, Reglón Oriental del Ecuador es la especie de bambú más importante del trópico ecuatoriano”.

2.1.2.1.1. Tipos de bambú en el Ecuador

La Corporación de Promoción de Exportaciones e Importaciones certifican que “El país cuenta con aproximadamente 10.000 has de bambú, de las cuales, se estiman que 5.000 has provienen de plantaciones, plantadas mayoritariamente con las especies Guadua Angustifolia y Dendrocalamus Aspe” (ProEcuador, 2016, pág. 1)

Pro Ecuador (2016) afirma que el Ecuador posee variedades de géneros de bambús, como es el del bambú angustifolia el cual se encuentra en todas las provincias, sin embargo cuenta con mayor presencia en Guayas, Manabí, Pichincha, Napo, Los Ríos, La Península de Santa Elena y Santo Domingo de los Tsáchilas.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.2.1.2. *Guadua angustifolia*

El bambú es amigable con el ambiente es más eficaz que otros árboles, otorgando a los seres vivos un aire de mayor calidad tal, como lo hace referencia (Flores, 2012):

El bambú es el recurso más renovable para detener la deforestación del planeta por tener grandes atributos, es la planta de mayor crecimiento, protector del medio ambiente y procesador de dióxido de carbono (12 toneladas por hectárea), es mucho más eficiente que la mayoría de árboles de bosque tropical por lo que los cultivos de bambú colaboran en la reconstrucción de la atmósfera ofreciendo un aire de mayor calidad (p: 17).

Recordando lo escrito por Bambú Ecuador (2006) la *Guadua angustifolia* es reconocida en todo el mundo como la más alta encontrándose dentro de las 20 mejores especies de bambú del planeta, se ha transformado en una planta botánica protagonista del siglo XXI dentro de la industria por poseer la ventaja de ser un recurso natural, amigable con el ambiente capturando dióxido de carbono, de ser sostenible con gran capacidad de autogeneración así misma.

2.1.2.1.3. *Crecimiento del bambú*

El bambú se considera la planta con la tasa de crecimiento más rápida, se puede utilizar en sólo 4-5 años, a diferencia de los árboles tradicionales que se considera que maduran a los 25-70 años según (Añazco, 2013) depende de varios factores:

La *Guadua angustifolia* se desarrolla muy bien desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm, pero también crece en buenas condiciones hasta los 2000 msnm, tiene un óptimo de temperatura entre los 20 y 26°C, con elongaciones que pueden estar por debajo de los 11 y 36°C, tiene una humedad relativa del 80%. La luminosidad para un excelente desarrollo de la *Guadua* debe de estar comprendida entre 1800 y 200 horas/luz/años aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/ día (p: 49).

Por lo tanto, Belén (2012) afirma que el bambú es la fibra textil más apropiada para reemplazar al algodón debido a las propiedades que brinda, a sus múltiples aplicaciones en diferentes industrias y a su fácil crecimiento, alcanzando una altura 20 centímetros con un diámetro de 18 centímetros. Adicionalmente Bambusetum (2006) aclara que la *Guadua angustifolia* puede crecer un metro al día, otorgándole la ventaja de tener una inversión rentable a muy corto plazo, por sus rizomas ayuda a acumular mayor cantidad de agua en los suelos, tiene la capacidad de reforestar más rápidamente áreas devastadas por erosión o por deforestación.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.2.1.4. Falsos bambús

(Acosta, 1960) Añade el bambú *angustifolia* no es el único bambú en el Ecuador, es decir existen Pseudos Bambúes conocidos como falsos bambús:

Existen alguna gramínea fibra leñosa muy semejante a los verdaderos bambúes, por ejemplo, el carrizo, el cañaveral o carrizo tropical y el carricillo. Estos no son bambúes por varias características diferenciales de las flores etc. Se ha convenido en llamarlas pseudo-bambúes, por sus aplicaciones similares en diferentes áreas de la industria (p: 24-25).

2.1.2.2. Lyocell

El lyocell es una fibra regenerada Borbély (2008) deduce, la celulosa por disolución directa tiene el nombre genérico de lyocell, la obtención de la celulosa proviene de árboles que son cultivados y provienen de bosques certificados por su gestión sostenible, la producción de la fibra cumple con un ciclo cerrado por la reutilización de los disolventes y menos consumo de agua.

De igual manera Galvez (2013) da a conocer que el lyocell es una nueva fibra celulósica, muy consumida por el mercado por su sustentabilidad con respecto al ambiente, proviene de recursos naturales renovables, disminuye las emisiones contaminantes para el ser humano, dependiendo del manejo correcto de esta fibra, no implica la destrucción de hábitat de ninguna especie, es una fibra muy distinta al algodón y puede ser hasta 10 veces mayor en el rendimiento, se considera una fibra de rápido desarrollo tanto en crecimiento de la planta como en la elaboración de fibras, incluso sus residuos pueden ser reutilizados como materia prima para otro producto.

2.1.2.3. Modal

Fedit (s.f) estima que el único productor de modal se encuentra en Australia, y la distribución a todo el mundo contribuye al incremento de las emisiones de dióxido de carbono por el transporte, sin embargo es considerado como 100% biodegradable.

“Su fabricación es similar a la de la viscosa, por lo que no es plenamente “ecológico”, pero sí reduce considerablemente el gasto en agua, en agentes químicos, además por sus características, los tintes tienen mejor rendimiento” (Sentido y Sostenibilidad, 2014, pág. 1).

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

En la revista Textiles Panamericanos (2012) en una entrevista con Lenzing creador de la fibra modal, testifica esta fibra contiene un valor agregado que es la tecnología de Edelweiss o noble blanco, basada en oxígeno y se emplea en el blanqueo de la fibra, es considerado como ameno al ambiente.

Lenzing por medio de la revista (Textiles Panamericanos, 2012) revela;

El árbol haya tiene raíces muy profundas y se dice que es invencible cuando se trata de mejorar el suelo, por esta razón desde tiempos antiguos se ha conocido como la madre del bosque, y es extremadamente resistente a los pesticidas y a los daños del medio ambiente []... Los bosques de árboles de haya son un recurso completamente sostenible (p: 1).

Es importante mencionar la investigación de Rainbow (2016) el cual explica que existen diferentes tipos de modales facilitando un mejor acabado textil otorgándole al usuario final la satisfacción de sentirse cómodo como son:

- Micro Modal; se logran hilados más finos, es muy suave, repele cualquier depósito de ácido o detergente manteniendo el brillo, la intensidad de los colores y la suavidad, absorbe la humedad y permite la evaporación de la misma.
- Modal Sun; Proporciona un bloqueo a los rayos UV, aun con el incorporado del pigmento, esta fibra preserva estas propiedades inclusive después de varios lavados.
- Pro Modal; Alta tenacidad, mejor comportamiento con el pilling. Puede ser utilizada tanto en tejidos de punto como planos.

2.1.2.4. Rayón

De acuerdo a Belén (2012) y Badische & Ag (s.f) describen que la primera fibra artificial en desarrollarse fue el rayón conocido como seda artificial por su similitud en las propiedades de la seda y enfatizan que el rayón acetato y viscosa son textiles artificiales pues, cuya producción y calidad es resultado gracias a la conquista de nuevos mercados.

Se debe agregar que Hollen, Saddler, & Langford (2001) se refiere que, el proceso de transformación, y tratamientos posteriores del rayón acetato y viscosa, necesita químicos fuertes que afectan al ambiente, emite gases a la atmósfera, la degradación del material perjudica a la tierra, además el rayón acetato en el proceso de tintura utiliza colorantes dispersos, los cuales son tóxicos para los organismos acuáticos e irritantes para el ser humano.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.2.4.1. Rayón acetato

(Gil, s.f.) Define que “La materia prima para la obtención del rayón acetato se parte de los línters de algodón, fibra muy corta que se encuentra unida a la semilla y a la pulpa de madera”. A su favor, Fedit (s.f.) incluye que el hecho de que se obtiene de celulosa de bosques replantados, puede ser recuperable como compostaje o biodegradable, también indica que es una fibra obtenida por el proceso de la viscosa, tiene un aspecto brillante y con una textura similar al lino, algodón, seda, absorbe el 90% y 100% de su masa, es fácilmente teñible, genera poco pilling.

2.1.2.4.2. Rayón viscosa

Acerca del rayón viscosa detalla (Gil, s.f.):

La materia prima para elaborar el Rayón Viscosa es la pulpa de madera noble, celulosa de caña de azúcar, paja, desperdicios del algodón y fibras duras, la forma de las fibras se da a la presencia de sulfato de zinc en el baño de hilatura y a la pérdida del líquido de la superficie de la fibra (p:105).

Neefus (s.f.) señala que esta fibra puede mezclarse con fibras naturales como también sintéticas con la finalidad de confeccionar tejidos fuertes, absorbentes y a la vez suaves. En consecuencia, con lo escrito anteriormente, Biosca (2016) confirma que el proceso del rayón viscosa intervienen productos tóxicos (sosa cáustica, ácido sulfúrico o sulfato de sodio) causando que el producto final no sostenible, considerando la facilidad con que puede arder y cargar de electricidad estática.

2.1.3. Propiedades físicas y químicas de las fibras regeneradas

2.1.3.1. Bambú

Una fibra textil se caracteriza por tener propiedades específicas, como el bambú que es una fibra nueva con varias expectativas dentro del área textil. Hallet & Jhonston (2010) afirman que el bambú es resistente, duradera, firme y flexible, posee una sección transversal circular que le concede la propiedad de ser suave, y su superficie de la sección transversal contiene micro espacios y micro agujeros proporcionándole buena absorción de humedad y un alto nivel de respirabilidad.

Los componentes químicos que le brindan al bambú *angustifolia* las características como: resistencia mecánica, rigidez, elasticidad e hidrofóbico son la celulosa, hemicelulosa,

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

y la lignina así lo menciona (Eduardo, 2013, pág. 18) “La celulosa; es el esqueleto de la fibra que le proporciona la resistencia mecánica a la planta, la hemicelulosa le da rigidez y capacidad mecánica a la pared de la planta y la lignina; proporciona propiedades de elasticidad” la tabla 1 indica el porcentaje de componentes químicos de la guadua angustifolia.

Tabla 1 Porcentajes de los componentes químicos de la guadua angustifolia.

Especie	Solubilidad		Lignina %	Pentosan %	Ceniza %	Celulosa %
	Agua %	Alcohol benceno %				
Guadua Angustifolia	10.09	4.03	19.72	11.65	5.16	59.77

Fuente: (Eduardo, 2013, pág. 18).

El bambú es una planta que se diferencia no solo por sus propiedades, materia prima sino por las cualidades y beneficios que brinda al ser humano, Textil Bamboo (s.f) escribe algunas características del bambú como es el de combatir alergias, favorecer la transpiración corporal, propiedades antibacterianas y protege contra los rayos UV.

La tabla 2 presenta los valores de la resistencia, elasticidad y elongación dependiendo de la edad de la guadua angustifolia.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Tabla 2 Propiedades de la guadua angustifolia.

		Tercio del culmo	Valor promedio resistencia a la tensión (Mpa)	Valor promedio módulo de elasticidad (Gpa)	Valor promedio porcentaje de elongación
Rango de edad	G joven	Fibras exteriores	534	27,05	2,0
		Fibras intermedias	769	27,44	2,8
		Fibras internas	661	26,24	2,5
	G madura	Fibras exteriores	578	29,20	2,0
		Fibras intermedias	706	25,67	2,7
		Fibras internas	708	25,61	2,8
	G sobremadura	Fibras exteriores	512	25,08	2,1
		Fibras intermedias	665	26,77	2,4
		Fibras internas	652	26,40	2,5

Fuente: (Osorio Serna, Trujillo De los Ríos, & Moreno Montoya, 2006, pág. 5).

Osorio Serna, Trujillo De los Ríos, & Moreno Montoya (2006) dan como conclusión que las fibras externas de cualquier edad tienen baja resistencia y elongación que las fibras intermedias que tienen mayor resistencia a la tensión.

2.1.3.2. Rayón acetato

El rayón acetato es una fibra regenerada de origen celulósico con las siguientes características, “Es sensible al calor, no se puede planchar a altas temperaturas porque se funde, es débil y posee baja resiliencia” (Udale, 2008, pág. 11). Guerrero (2013) de acuerdo a la tabla 3 específica, el rayón acetato confeccionado en una prenda brinda un tacto suave, es buen aislante, resistencia a mohos, polillas, ácidos y álcalis.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Tabla 3 Propiedades del rayón acetato.

Resistencia standard	1.3 a 1.5 gr/den.
Resistencia en húmedo	0.8-1.2 gr/den.
Alargamiento standard	23-30%
Alargamiento en húmedo	30-40%
Recuperación elástica	48-65% al 4%
Carga a la rotura	1550-1970
Rigidez media	5.5
Densidad	1.32
Higroscopicidad	6.5%

Fuente: (Guerrero, 2013)

El rayón acetato tiene mayor elongación en húmedo y tiene una higroscopicidad del 6.5% con un grado de polimerización de 220-300. De acuerdo a (Fedit, s.f.) Las propiedades del rayón acetato tienen las siguientes ventajas mencionadas en el proceso, y en la confección como son:

Confort y comodidad, generan poco pilling, permite buenas mezclas con otras fibras, bajo costo de producción, teñible mediante colorantes en masa, dispersos y pigmentarios, buena solidez del color al lavado en seco, a la transpiración y a la luz del sol, termoplástico, poca resistencia a la abrasión y a la tracción, tienen gran facilidad para arrugarse, baja tenacidad que pierde aún más en húmedo (p: 83).

2.1.3.3. Rayón viscosa

Las características del rayón viscosa como una fibra textil similar a la seda por su brillo, pero con distintas propiedades, Belén (2012) añade que es una fibra buena conductora de calor semejante al algodón. Lavado (2012) agrega que el rayón viscosa dentro de sus características tiene baja tenacidad pero un elevado alargamiento a la rotura por tracción, pero sin duda es resistente a la luz solar. Concordando con lo citado anteriormente Gil (s.f.) detalla por medio de las tablas 4 y 5 las propiedades físicas y químicas del rayón viscosa.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Tabla 4 Propiedades físicas del rayón viscosa.

Propiedades físicas	Seco	Húmedo
Resistencia	2.0-2.6 g/denier	0.95-1.5 g/denier
Elongación	7-25 %	23-32 %
Contenido de humedad	11-13 %	22 %
Elasticidad	La recuperación elástica es del 2%	
Efecto de la luz solar	Pierde su resistencia tras una prolongada exposición	
Efecto del calor	Pierde su resistencia al pasar los 150°C-200°C	

Fuente: (Gil, s.f., págs. 107,108)

Tabla 5 Propiedades químicas del rayón viscosa.

Propiedades químicas	
Efectos a los ácidos	Temperaturas elevadas los ácidos carbonizan la viscosa
Efecto de los álcalis	Las soluciones concentradas producen hinchamiento y reducen la resistencia de la viscosa
Efecto de los disolventes orgánicos	Es insoluble por lo general
Resistencia biológica	El moho lo decolora y debilita acentuándose más cuando la tela esta engomada

Fuente (Gil, s.f., págs. 107,108)

Estas propiedades de muestra que el rayón viscosa presenta una mayor elongación en húmedo y la propiedad de resistencia disminuye en presencia de temperatura 150°C, y es insoluble a disolventes orgánicos

2.1.3.4. Lyocell

El lyocell tiene una estructura cristalina y Borbély (2008) especifica que dicha estructura le permite ser resistente a la humedad, y a la vez son más resistentes que el algodón

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

y similar al poliéster, asimismo las propiedades del lyocell, le permite ofrecer grandes beneficios a las prendas confeccionadas. La prenda es biodegradable, los tejidos de esa fibra son transpirables y resistentes a la rotura.

Todas estas propiedades satisfacen las necesidades del consumidor. La fibra de lyocell tienen una desventaja el de ser susceptible al vapor, presenta deformaciones en la tela complicando el proceso de teñido. La tabla 6 contiene las propiedades físicas del lyocell como son: elongación, humedad tenacidad y título:

Tabla 6 Propiedades del lyocell.

Propiedades del Lyocell	
Tenacidad (cN/tex)	40-44
Elongación %	14-16
Elongación en húmedo %	16-18
Grado de polimerización	550-600
Tasa de humedad	11.2

Fuente: Flores adaptado (Carrillo, 2002, pág. 30)

El lyocell tiene un grado de polimerización de 550-600, lo que permite tener mayor resistencia principalmente en húmedo.

2.1.3.5. Modal

Gacen & Maillo (1978) y Rainbow (2016) concuerdan con las siguientes propiedades de la fibra como es el de mayor estabilidad a los álcalis, buena estabilidad dimensional, disminución de la tendencia al pilling, absorbe menor cantidad de agua, tratable con soluciones acuosa de hidróxido de sodio al 7%, mejorando el proceso de tintorería. Sin embargo los diferentes tipos de modal presentan varias diferencias en las propiedades principales (tenacidad, elongación, y módulo inicial).

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La tabla 7 contiene información de las propiedades mecánicas del modal

Tabla 7 Propiedades del modal.

Propiedades del modal	
Título dtex	1-3.3
Tenacidad (cN/Tex)	34-36
Elongación %	13-15
Elongacion húmedo %	13-15
Grado de polimerización	300-600
Retención agua %	75-80
Tasa de humedad	12.5

Fuente: Flores adaptado (Carrillo, 2002, pág. 20)

Esta tabla fue elaborada por Carrillo (2012) en estudio Caracterización estructural de fibras lyocell y su comportamiento frente a procesos de degradación indica que la propiedad de elongación tanto en húmedo como en seco se mantiene, no varía y su grado de polimerización se encuentra entre 300-600.

2.1.4. Procesos textiles

Un proceso es un conjunto de actividades que transforman la materia prima en un producto final.



Figura 1 Flujograma de proceso.

Fuente: Flores, 2018.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Una fibra es una masa que tiene una relación de longitud, diámetro, y una fibra textil es una masa con características especiales como flexibilidad, brillo, resistencia, sensibilidad, elasticidad entre otras. Las fibras se clasifican de acuerdo a la procedencia y puede ser naturales y sintéticas.

2.1.4.1. Celulosa

2.1.4.1.1. Materia prima

La madera está constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina, resinas, ceras, grasas y al separar dichos elementos se puede obtener la celulosa, (Lopez, s.f.) afirma que las materias primas para la elaboración de la pasta de celulosa está constituida de un 95% pulpa de madera y 5 % trapos de lino o algodón que se reciclan. El mismo autor explica las etapas de elaboración de pasta a partir de la madera en forma general:

- Se descortezan los troncos en máquinas llamadas descortezadoras.
- Se los troza y tritura en máquinas troceadoras y trituradoras.
- La pasta resultante está compuesta de celulosa y lignina.
- Se trata la pasta en una etapa llamada blanqueo para eliminar la lignina (p: 1).

2.1.4.1.2. Descripción del Proceso

Baez(2018) indica que existen tres procesos para la obtención de pasta de celulosa, que pueden ser por procesos mecánicos con un rendimiento del 80%, químicos 65-90% y semi químicos entre 40-60%. El más empleado para maderas duras y blandas como el pino y el eucalipto es el proceso kraft perteneciente al proceso químico alcalino, el cual permite individualizar las fibras de la lignina, además se caracteriza por obtener un producto con gran resistencia, longitud de excelente calidad.

Gutierrez (2003) especifica el proceso kraft utiliza una cocción de hidróxido sódico, sulfuro sódico, carbonato de calcio y sulfato de sodio. Consiste en someter al digestor: la madera astillada y descortezada junto con la cocción para separar la lignina, a una temperatura de 160-180°C de 2-4 horas, después las astillas cocidas y la legía negra pasa a un tanque de soplado, donde la pasta se diluye y elimina los residuos de menor tamaño por

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

centrifugación o presión. Luego se realiza un refinado para individualizar las fibras de la cocción.

2.1.4.1.3. Recuperación de residuos

Gutierrez (2003) para la recuperación de residuos la legía negra se concentra por evaporadores, en un horno de recuperación se le añade sulfato de sodio y la legía concentrada obteniendo cenizas de carbono y sulfuro de sodio, luego se caustifica formando hidróxido de sodio, el carbonato de calcio quemado genera cal que puede ser reutilizada en la caustificación.

(Lopez, s.f.) Concluye que en el proceso de caustificación produce emisiones tóxicas al aire de dióxido de azufre y es responsable de la lluvia ácida, y se considera como tóxicos para el ser humano.

2.1.4.2. Bambú en el área textil

2.1.4.2.1. Materia prima

El bambú es conocido como caña brava o guadua es una planta amigable con el ambiente. Según (Hallet & Jhonston, 2010, pág. 1) afirman que esta nueva fibra textil es extraída al 100% de la pulpa de la caña de bambú, el cual proviene de cultivos con ciclos renovables que no afectan al ambiente y fue desarrollada por la Universidad de Pekín.

(Mishra, Rene, & Sabale, 2008) revelan que la fibra se encuentra en el tallo y en una forma general describe el proceso:

El ciclo de producción consiste en: bambú –pulpa gruesa-pulpa fina- fibras-hilado-tejido. El bambú crudo se macera hasta obtener una pasta, luego se realiza la hidrólisis alcalina mediante la cual la pulpa de bambú es refinada, extrayéndose la celulosa natural que contiene. Luego la pupa de bambú es convertida en fibra. Si los tallos no se encuentran maduros se les puede aplicar vapor o hervirlos para ablandarlos antes de convertirlos en celulosa (p: 42).

2.1.4.2.2. Descripción del proceso

Estrada (2010) en su investigación Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú da a conocer que el bambú no tiene un proceso estándar, el más empleado es el kraft que consiste en separar la celulosa, lignina y hemicelulosa, por medio del licor blanco que contiene hidróxido de sodio, sulfuro de sodio que acelera la digestión y disminuye

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

efectos de contaminantes. Este proceso empieza con un digestor (autoclave) se introduce las astillas y el licor blanco previamente mezclados a temperatura de 105-115°C por 4 horas, luego procede a enfriar y separar las fibras del licor negro con un tamiz, la pulpa hasta tener un pH= 7 con varios lavados, y al final en un desecador se separa y seca las fibras.

2.1.4.2.3. Recuperación de residuos

Estrada (2010) explica que este proceso consiste en la evaporación; aumenta la cantidad de sólidos para extraer los sólidos condensados. La combustión; somete a los residuos a temperaturas elevadas para evaporarlas y fundirlas, obteniendo el licor verde. La cuantificación; el licor verde es producida por la combustión y se mezcla con CaO, generando el licor blanco.

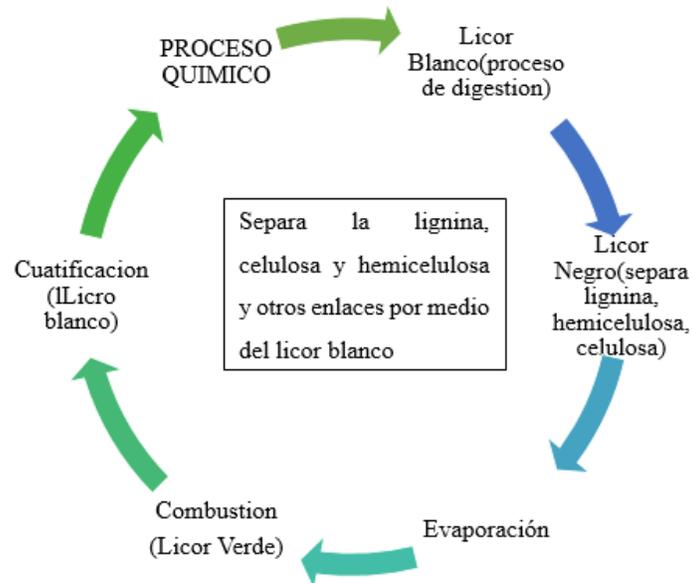


Figura 2 Proceso de recuperación de residuos.

Fuente: Flores adaptado de (Estrada, 2010, pág. 12).

Belén (2012) describe el bambú puede mezclarse con otras fibras como el cáñamo, seda, lyocell, modal y algodón en una composición de (70/30) e incluso es considerada como el mejor sustituto de dicha fibra

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.4.3. Rayón viscosa

2.1.4.3.1. Materia prima

(Hollen, Saddler, & Langford, 1997, pág. 10) sobre el rayón viscosa especifica que la “materia prima es pulpa de madera o pelusa de algodón sometida a un cambio físico” .

2.1.4.3.2. Descripción del proceso

Gacen & Maillo (1978) menciona que es importante tener en cuenta la celulosa (6-7% humedad), el hidróxido de sodio y el sulfuro de carbono. El procedimiento consiste; Proceso de maceración o inmersión; la celulosa y el (18%) hidróxido de sodio se introduce en una prensa a 35°C por 15 -35min, que en eliminar la hemicelulosa y otras impurezas. Luego pasa a un proceso de prensado; elimina la mayor parte de NaOH con un pistón hidráulico. Seguido del proceso de desmenuzado; se realiza desmenuza a temperatura de 25-30° por 1-3 horas. El proceso de maduración; consiste en pasar a unos recipientes de acero en 25-30°C por 1-3 días, las migajas deben evitar la reacción con el dióxido de carbono. Proceso de xantogenación el álcalicelulosa; el álcalicelulosa envejecido junto con el sulfuro de carbonato se introduce en forma de gas o líquido en el tambor giratorio hexagonal o cilíndrico a una temperatura de 20-35°C por 1-3 horas, y por último pasa al proceso de disolución o mezclado; la celulosa xantogenada se disuelve en una disolución diluida de NaOH y elimina el sulfuro de carbonato.

(Borbély, 2008, pág. 1) ostenta que el proceso de rayón viscosa “incluye químicos tóxicos []... causando a veces problemas ecológicos”, pues arroja efluentes que ejercen un efecto tóxico sobre el bienestar de la vida de los trabajadores.

2.1.4.4. Rayón acetato

2.1.4.4.1. Materia prima

El Acetato también es una fibra manufacturada (Jacome, 2002, pág. 2) enfatiza que la materia prima para la obtención del rayón acetato son los “línteres, residuos de hilados de algodón y celulosa pura, estas materias se agregan con lentitud a una mezcla de anhídrido acético, ácido acético glacial y ácido sulfúrico (catalizador)”.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

2.1.4.4.2. Descripción del proceso

Schuster(1955) y Hortal (1987) concuerdan con el proceso para la obtención del rayón acetato y describen los pasos a seguir: la celulosa y el ácido acético glacial pura se introduce en una cuba de remojado para desmenuzar, luego en una amasadora se mezcla en cantidades mínimas anhídrido acético, ácido acético y el 15% de ácido sulfúrico concentrado, esta mezcla forma un triacetato de celulosa, que por una hidrólisis con ácido sulfúrico diluido y ácido acético forma diacetato de celulosa. Este acetato secundario se precipita de la solución y se tritura, se lava se seca obteniendo como producto final el rayón acetato.

Es importante mencionar que las fibras textiles que pueden sustituir al rayón acetato son la seda, lyocell, modal, viscosa, triacetato, pues así lo informa la página Fedit (s.f.).

2.1.4.5. Lyocell

2.1.4.5.1. Materia prima

Baldo (2013) informa que el lyocell se crea a partir de la celulosa generalmente de eucalipto, la página (Patagonia, s.f.) explica que el lyocell es una marca registrada por lo tanto “los árboles de eucalipto crecen en granjas sustentables certificadas por el Forest Stewardship Council (FSC)”.

2.1.4.5.2. Descripción de proceso

Navarrete (2002) en forma específica revela que la nueva tecnología para el desarrollo del lyocell es el proceso NMMO, el cual es un óxido de amina mezclado con una molécula de agua, el proceso consiste en realizar una solución de 20% agua, 13% celulosa y (67%) disolvente, durante 3-4 horas a 90°C y vacío de 1mmHg, hasta reducir el contenido de agua a un 15%, produciendo la gelificación, las proporciones aproximadamente son 13% de pulpa, 20% de agua y 67% de NMMO, la celulosa no es soluble en estas condiciones y se realiza una evaporación del agua hasta obtener un contenido de agua del 13% NMMO por medio de una extracción. Se calienta la mezcla a una temperatura de 110-125°C, luego se mezcla el sulfato de magnesio, evitando así la oxidación de la celulosa, se leva y se enfría.

Una ventaja del proceso del lyocell según Borbély (2008) es la utilización de NMMO que a diferencia del proceso del rayón viscosa no produce ningún daño al ambiente, se

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

caracteriza por ser sustentable en la materia prima también en el proceso de transformación pues (Galvez, 2013, pág. 79), afirma que al “disolver la fibra de lyocell se utiliza un químico biodegradable que se recupera a lo largo del proceso mediante múltiples lavados, generando un ciclo cerrado en cuanto al manejo y recopilación de residuos” es importante mencionar que la pagina textil Patagonia (s.f.) comunica que el lyocell puede ser remplazante del rayón viscosa por sus beneficios.

2.1.4.6. Modal

2.1.4.6.1. Materia prima

Lenzing en la revista Textiles Panamericanos (2012) revela que utiliza al árbol haya para obtener la celulosa.

2.1.4.6.2. Descripción del proceso

Verma (1977) explica el proceso para la obtención del modal el cual consiste: mezclar la pulpa con hidróxido de sodio (17%), hinchando a la fibra convirtiendo en celulosa de sodio, luego se presiona para eliminar el exceso de hidróxido, se tritura, se mercera para aumentar la resistencia y brillo, luego el xantato se disuelve en una solución diluida de hidróxido de sodio para obtener la composición final, se elimina las impurezas antes de pasar al centrifugado, y al final se desaira para eliminar burbujas, por último se realiza la coagulación y el estiramiento, siguiente figura muestra el proceso más detallado para la obtención del modal.

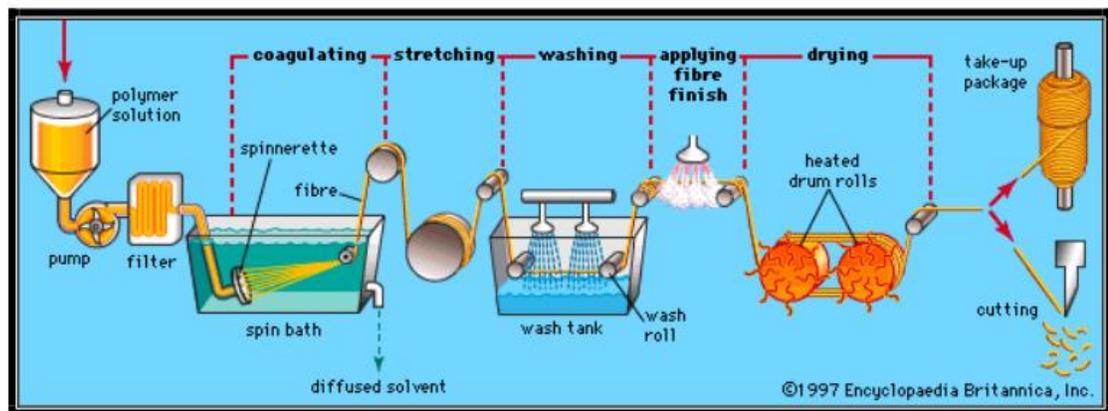


Figura 3 Proceso de recuperación de residuos

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Fuente: (Verma, 1977, pág. 4)

La revista (Textiles Panamericanos, 2012) en una entrevista con Lenzing presenta el proceso de obtención del modal por medio de la figura 4 y explica que este proceso extrae varios productos reciclables tales como ácido acético, adulzador de xilosa y sulfato de sodio usado en la producción define que “El furfural ($C_5H_4O_2$) es un líquido claro y amarillento []... Esto garantiza la eliminación de contaminantes y productos de la más alta pureza”.

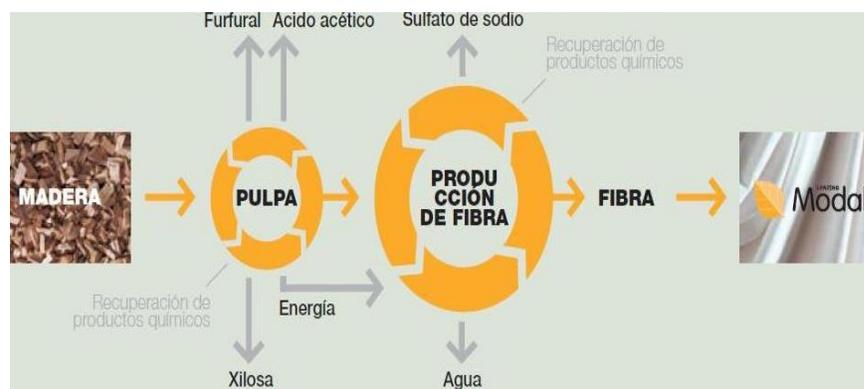


Figura 4 Proceso para la obtención del modal.

Fuente: (Textiles Panamericanos, 2012, pág. 1)

Es importante enfatizar que el modal se puede mezclar con diferentes fibras textiles e incluso puede utilizarse como materia prima para la formación de un no tejido, Bamboo y Organics (s.f), mencionan las mezclas que se puede realizar son con el algodón, spandex entre otros, brindando un tacto suave, buena respirabilidad.

2.1.5. Aplicación de las fibras regeneradas

2.1.5.1. Rayón acetato

El Rayón Acetato tiene las siguientes aplicaciones dentro del área textil según (Neefus, s.f., pág. 16), “Los tejidos de acetato destacan por su capacidad para aceptar colores vivos y por su buena caída. Las fibras cortas de acetato se utilizan para rellenar almohadas, colchones y colchas”, además Guerrero (2013) menciona que esta fibra es utilizada para la

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

lencería, géneros para vestidos y ropa interior de mujer, corbatas, camisas, calcetines para caballero, en fibras cortadas para mezcladas, para cuellos semiduros, aislante de cables y bobinas eléctricas.

2.1.5.2. Bambú

El área textil combinado con la nanotecnología se obtiene productos únicos con un alto grado de satisfacción, así lo aclara Bambú (2011):

La nano fibra de carbón de bambú puede fabricarse agregando nano polvo de carbón durante el proceso para hilar las fibras de tamaño normal, o agregando carbón de bambú a los polímeros sintéticos. Sus aficionados afirman que la tela hecha con nano fibras de carbón de bambú puede absorber olores y humedad, mantener el calor y resistir el moho y los microbios (p: 1).

El bambú no solo es biodegradable otro beneficio publicado en la revista latinoamericana de metalurgia y materiales en una entrevista con (P. Lucena, Suarez, & Zamudio, 2008) anuncia que al momento de hilar el 70% de las bacterias mueren, en otras palabras contiene un agente producto de bacterias denominado kun que a la vez combinado con celulosa produce la función de ser antibacteriana.

2.1.5.3. Lyocell

Es ampliamente utilizada en indumentaria, hogar y decoración, aun siendo más cara que el algodón. Como filamento es usada en tejidos que requieren una apariencia más sedosa como ropa femenina, blusas o camisas de caballero.

2.1.5.4. Modal

Rainbow (2016) expresa que el modal tiene diversas aplicaciones que pueden satisfacer las necesidades personales domésticas, vestimenta, uso personal como toallas, batas y sábanas, puede mezclarse con spandex, para darle una sensación de algodón. La fabricación de tela de modal tiene beneficios como ser suave, duradera, es ideal para la confección de ropa interior y deportiva, deja la piel más libre para respirar es 50%, para mayor flexibilidad pueden mezclarse con la licra en pequeñas cantidades de un 5 a 10 % de manera similar (Choudhury, 2018) explica:

El modal es perfecto para la elaboración de ropa deportiva para actividades como el yoga, una ventaja competitiva del modal es un 50% más absorbente que el algodón, así que la ropa nunca se siente sudada ni pegajosa. Su textura sedosa también la hace

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

cómoda para la ropa íntima de encaje ajustado, ideal para los estilos extremadamente entallados, el modal no atrapa el calor corporal, así que es cómodo para la actividad moderada (p: 1).

2.1.5.5. Rayón viscosa

Se usa en la fabricación de medias, tejidos de lencería y ropa de confección. Se puede mezclar con lana y algodón para conseguir ciertos efectos.

Todo telas (2018) es una empresa online que realiza telas de fibras de para la elaboración de blusas, vestidos, chaquetas, ropa interior, ropa de trabajo y ropa deportiva. En la industria las fibras de rayón se utilizan en la fabricación de neumáticos, productos quirúrgicos y otros.

2.1.6. Beneficios ambientales del bambú

De acuerdo a lo citado anteriormente se puede decir que el bambú es 100% biodegradable debido a los microorganismos y al sol, su descomposición no genera ninguna contaminación ambiental en especial al aire y agua, que son recursos naturales indispensables para la vida. El bambú es un importante recurso forestal, tiene un ciclo de crecimiento corto, altamente reciclable, y es un material natural que protege el ambiente.

Giraldo (2008) explica que una hectárea de guadua puede almacenar 30.000 litros de agua, cantidad suficiente para abastecer a 150 personas por día, enriquece y mejorar la textura y estructura del suelo, captura dióxido de carbono que se encuentra en el ambiente y lo traslada a su ciclo biológico, es tres o cuatro veces más eficacia que cualquier otro árbol, limpia la contaminación de aguas residuales por su capacidad de absorber nitrógeno, fósforo y metales pesados. (Gil, s.f.) afirma “Es biodegradable no necesita la implementación de pesticidas como el algodón ya que posee una sustancia natural denominada kun de bambú que protege la planta de las plagas

2.2. Marco legal

2.2.1. Norma Técnica Ecuatoriana INEN

(Norma Técnica Ecuatoriana ISO 6938, 2016) es una entidad de derechos públicos que establece requisitos, especificaciones que pueden valerse para asegurar que los materiales, productos y procesos sean adecuados, con énfasis en las fibras vegetales la norma define el nombre genérico de las fibras naturales:

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Fibras vegetales; estas incluyen particularmente: fibras de estopa: fibras compuestas obtenidas a partir del líber de ciertas plantas, constituidas principalmente de celulosa y acompañadas con materiales incrustantes e intercelulares (cuerpos pectina, hemicelulosa, lignina). Fibras de la hoja: fibras compuestas obtenidas de hojas, constituidas principalmente de celulosa más incrustantes y materiales intercelulares que consta de lignina y hemicelulosa (p: 5).

2.2.2. Constitución de la República del Ecuador

La constitución es una norma donde se encuentran los derechos y obligaciones del ciudadano Ecuatoriano con la madre tierra, el análisis que se realiza en esta investigación para la obtención de una fibra textil regenerada a partir del bambú se destaca la aceptación del producto por su sostenibilidad por lo tanto la (Constitucion De La República Del Ecuador, 2008, pág. 151) por medio del ART. 320 del Capítulo sexto trabajo y producción ampara que “La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetara a principios y normas de calidad, sostenibilidad y productividad sistemática, valoración del trabajo y eficiencia económica y social”. La materia prima para la elaboración y producción de un producto textil puede provenir de desechos que no lograron transformarse como también de la naturaleza por lo tanto la conservación de la capa fértil del suelo no debe ser contaminada según la Sección Quinta, Régimen del buen vivir: Art. 409 “Es de interés público u prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión”. Es importante añadir que en el Art. 396 de (Constitucion De La República Del Ecuador, 2008) adoptará:

Las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas (p: 177).

2.2.3. Código orgánico del ambiente

El bambú tiene grades propiedades beneficiosas en el uso de prendas de vestir, decidir cuál es el mejor proceso para la obtención de fibra textil regenerada a partir del bambú, implica realizar un análisis sostenible, de las fibras modal, lyocell, rayón viscosa y rayón acetato por consecuente el (Código Órgánico Del Ambiente, 2017) de acuerdo al Art.9 de los derechos, deberes y principios ambientales define el desarrollo sostenible como un principio sostenible:

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Desarrollo Sostenible: Es el proceso mediante el cual de manera dinámica, se articulan los ámbitos económicos, social, cultural y ambiental para satisfacer las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente. Se establecerá una distribución justa y equitativa de los beneficios económicos y sociales con la participación de personas, comunas, comunidades, pueblo y nacionalidades (p: 8).

En consecuencia con lo expuesto anterior el Art 243 y 190 confirma que al obtener un producto sustentable amigable con el ambiente sin afectar a ningún factor abiótico y biótico será reconocido ecológicamente, por lo tanto la fibra regenerada más adecuada que esté acorde a lo sostenible en lo ambiente, productivo y social podrá ser certificado acorde a las normas plantadas del (Código Orgánico Del Ambiente, 2017):

Art. 243 de la producción y consumo sustentable: el cumplimiento de la norma ambiental y la producción más limpias serán reconocidos por la autoridad ambiental nacional mediante la emisión y entrega de certificaciones o sellos verdes, los mismos que se guiaran por un proceso de evaluación, seguimiento y monitoreo. Y el Art. 190 las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos o que impidan su restauración (p: 39,46).

El Código Orgánico del Ambiente implementa a todas las organizaciones del estado, jurídicas, obligaciones generales para la producción más limpia y el consumo sustentable de un producto como plantea el Art 245:

- Incorporar en sus propias estructuras y planes, programas proyectos y actividades, la normativa y principios generales relacionados con la prevención de la contaminación establecidas en este código;
- Optimizar el aprovechamiento sustentable de materias primas;
- Fomentar y propender la optimización y eficiencia energética así como el aprovechamiento de energías renovables;
- Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto;
- Fomentar procesos de mejoramiento continuo que disminuyan emisiones;
- Promover con las entidades competentes el acceso a la educación para el consumo sustentable;
- Promover el acceso a la información sobre productos y servicios en base a criterios sociales, ambientales y económicos para la producción más limpia y consumo sustentable;

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

- Coordinar mecanismos que faciliten la transferencia de tecnología para la producción más limpia;
- Minimizar y aprovechar los desechos; y,
- Otros que la Autoridad Nacional dicte para el efecto (p: 46).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Fibras textiles

Una fibra es una masa que tiene una relación de longitud de 1000 o más, con características de flexibilidad, brillo, resistencia, sensibilidad etc. Según (Hollen, Saddler, & Langford, 2001, pág. 4) “Una fibra es un filamento plegable parecido a un cabello, cuyo diámetro es muy pequeño en relación a su longitud []... Para que una fibra textil pueda ser hilada debe tener suficiente resistencia, longitud, elasticidad y cohesión”.

2.3.2. Fibras Regeneradas

Las fibras textiles se clasifican en fibras naturales y sintéticas, por lo tanto las sintéticas se clasifican en fibras regeneradas y fibras artificiales tal como lo hace referencia (Hallet & Jhonston, 2010)

Las fibras manufacturadas, se dividen en dos grupos: artificiales y sintéticas sostienen que las fibras artificiales se regeneran químicamente y se obtienen a partir de la utilización de celulosa como materia prima. En cambio las fibras sintéticas se obtienen a partir de combinaciones químicas []... Las fibras manufacturadas se obtienen en tres etapas fundamentales: la obtención de la solución de hilatura, la extrusión y la solidificación (p: 10).

2.3.3. Bambú

(Ortiz, s.f.) Afirma que la fibra es biodegradable con capacidad de mezclarse con otras fibras textiles:

Fibra de celulosa regenerada, obtenida de la pulpa del Bambú. Su fibra es de alta durabilidad, estabilidad y tenacidad. Además su capacidad de resistencia a la fricción permite una correcta y fácil hilatura, pudiendo hilarse sola o en mezclas con otras fibras como el algodón, yute, tencel, modal, entre otras (p: 1).

2.3.4. Rayón viscosa

(Lavado, 2013, pág. 86) Define al rayón viscosa como fibra textil de celulosa regenerada procedente del linter de algodón, y “Se obtiene a partir de la pulpa de celulosa

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

extraída de ciertos árboles (como abetos, eucaliptos, hayas y bambú) y del linter del algodón, por el proceso del bisulfito”

2.3.5. Rayón Acetato

(Lavado, 2013, pág. 88) en el libro titulado La industria textil y su control de calidad añade que el rayón “Es conocido como un acetato secundario o modificado, al contar con dos o más grupos hidroxilos. Para su fabricación, el xantato de celulosa se disuelve en ácido acético y anhídrido acético en presencia de ácido sulfúrico”.

2.3.6. Lyocell

(Eco Loco, 2017) Notifica que el lyocell es una fibra celulósica obtenida mediante un proceso con un disolvente orgánico, esta fibra tiene un ciclo cerrado que significa reciclar, purificar y rehusar:

Es una fibra biodegradable, extraída de la celulosa mediante la utilización de disolventes orgánicos que son reciclados. Es una fibra sintética ecológica creada a partir de pulpa de madera. La pulpa de madera utilizada para su producción proviene de bosques certificados sostenibles y renovables y especialmente eucaliptos. Se entiende que los árboles se cultivan sin insecticidas y pesticidas, se cultivan con poca agua y en tierras no aptas para la agricultura (p: 1).

2.3.7. Modal

Según (Thompson, 2017), el modal “Esta hecho a partir del árbol de la haya, y es 50% más higroscópico, o más absorbente del agua, que el algodón”. (Bamboo y Organics, s.f.) Admite “El modal, utiliza sólo madera de haya. Se considera de base biológica pero no orgánico, ya que, utiliza una serie de productos químicos para ser procesado”

2.3.8. Celulosa

La celulosa es el constituyente más abundante de la tierra, tiene diversas aplicaciones en la industria, se encuentra en los árboles y plantas es un recurso natural y renovable tal como lo hace referencia (Sanz Tejedor, s.f.):

La celulosa es el compuesto orgánico natural más abundante. La madera contiene del 40 al 60% de celulosa y la paja un 30%. Más del 90% de la producción de celulosa se obtiene de la madera y el 10% restante de otras plantas. La celulosa es el componente fundamental de la pared de las células vegetales en plantas, madera y fibras naturales, y se encuentra combinada, generalmente, con sustancias como la lignina, hemicelulosas ((p: 1).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Métodos de la investigación

La metodología utilizada en esta investigación es documental y analítica, se apoya de fuentes bibliográficas, revistas, libros, investigaciones, artículos entre otros. Se recopiló información del proceso, maquinaria, materia prima, sustentabilidad y calidad ambiental de las fibras modal, rayón viscosa, rayón acetato, lyocell y bambú para realizar un análisis de las ventajas y desventajas que tiene cada fibra. Los resultados obtenidos permitieron realizar una tabla comparativa y a la vez un análisis estadístico que permitió seleccionar a la mejor fibra textil.

3.2. Diseño muestral

Este análisis tuvo como base la recopilación de información de las fibras desde la materia prima, proceso, aplicaciones en el área textil, como beneficios en el ambiente, se centró en la elaboración de una tabla comparativa para obtener ventajas y desventajas de cada fibra, se realizó un análisis estadístico de los parámetros: materia prima, calidad ambiental, productos químicos y toxicidad.

3.2.1. Selección de muestras

En esta investigación se analizó cuatro fibras celulósicas; el modal, rayón viscosa, rayón acetato, y lyocell tomando en consideración al bambú. Se realizó una tabla comparativa que abarca los parámetros de:

- Materia prima
- Productos químicos
- Maquinaria
- Sustentabilidad,

Es importante mencionar que dentro del proceso se analizara la maquinaria, y los productos químicos utilizados, cada auxiliar será analizado por las fichas de seguridad con el propósito de saber el grado de peligrosidad al contacto con el ser humano como al ambiente

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3. Metodología de campo

El lyocell, modal, rayón viscosa, rayón acetato y bambú son fibras que se obtienen de la celulosa y el proceso de algunas fibras se encuentra patentado, por lo que se tomó en consideración el proceso de la celulosa para la elaboración de papel, y tomar en referencia la maquinaria y proceso.

3.3.1. Celulosa

La información recopilada sobre la obtención de la celulosa a partir de la madera, que permitió realizar un flujograma y tabla del proceso detallado, se encuentra en el marco teórico de esta investigación.

La tabla 8 contiene información simplificada de la materia prima, productos químicos y procedimiento con sus respectivas maquinarias de acuerdo al proceso kraft, no contiene información sobre la recuperación de residuos:

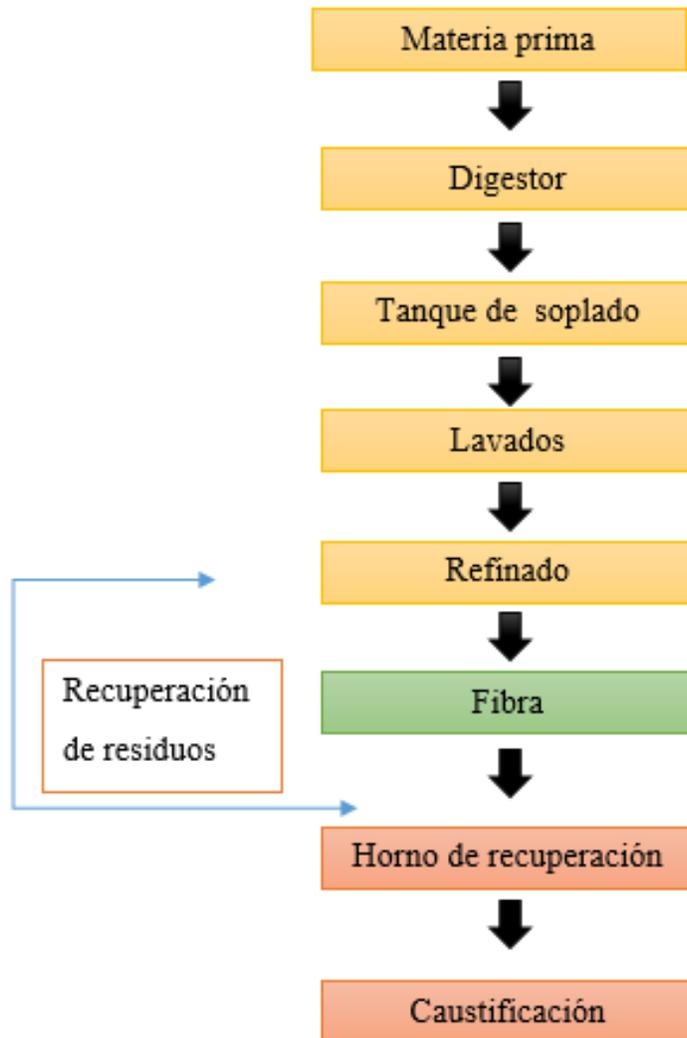
Tabla 8 Proceso de la celulosa.

Ficha del Proceso de la celulosa			
Materia prima	95% celulosa, 5% algodón		
Productos químicos	Cocción; hidróxido sódico, sulfuro sódico, carbonato de calcio y sulfato de sodio		
	Procedimiento	Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astillar y descortezar la madera		Astilladora
Paso 2	Colocar la maderas astillada junto con la cocción	160-180°C 2-4 horas	Digestor
Paso 3	Introducir las astillas cocidas y la legía negra	Centrifugación	Tanque de soplado
Paso 4	Refinado		

Fuente: Flores adaptado (Gutiérrez, 2003)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 1 representa de forma simplificada el proceso para la obtención de una fibra celulósica a partir de madera, por el método kraft el cual permite realizar una recuperación de residuos:



Flujograma 1 Proceso de la celulosa para la elaboración de celulosa a partir de madera

Fuente: Flores adaptado (Gutiérrez, 2003)

La base para realizar la tabla comparativa empezó indagando información general del bambú, lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3.2. Bambú

El bambú escogido para esta investigación y que se puede encontrar en el territorio Ecuatoriano es la guadua angustifolia por las ventajas de crecimiento y sustentabilidad con el ambiente, incluso es reconocido por ser una fuente de industrialización económica y sustentable convirtiéndose en un recurso renovable capaz de detener la deforestación.

La tabla 9 contiene información del proceso, maquinaria y a la vez productos químicos para la obtención de una fibra textil a partir de la guadúa angustifolia por el proceso kraft el cual permite realizar una recuperación de residuos, esta tabla no contiene información de recuperación de residuos:

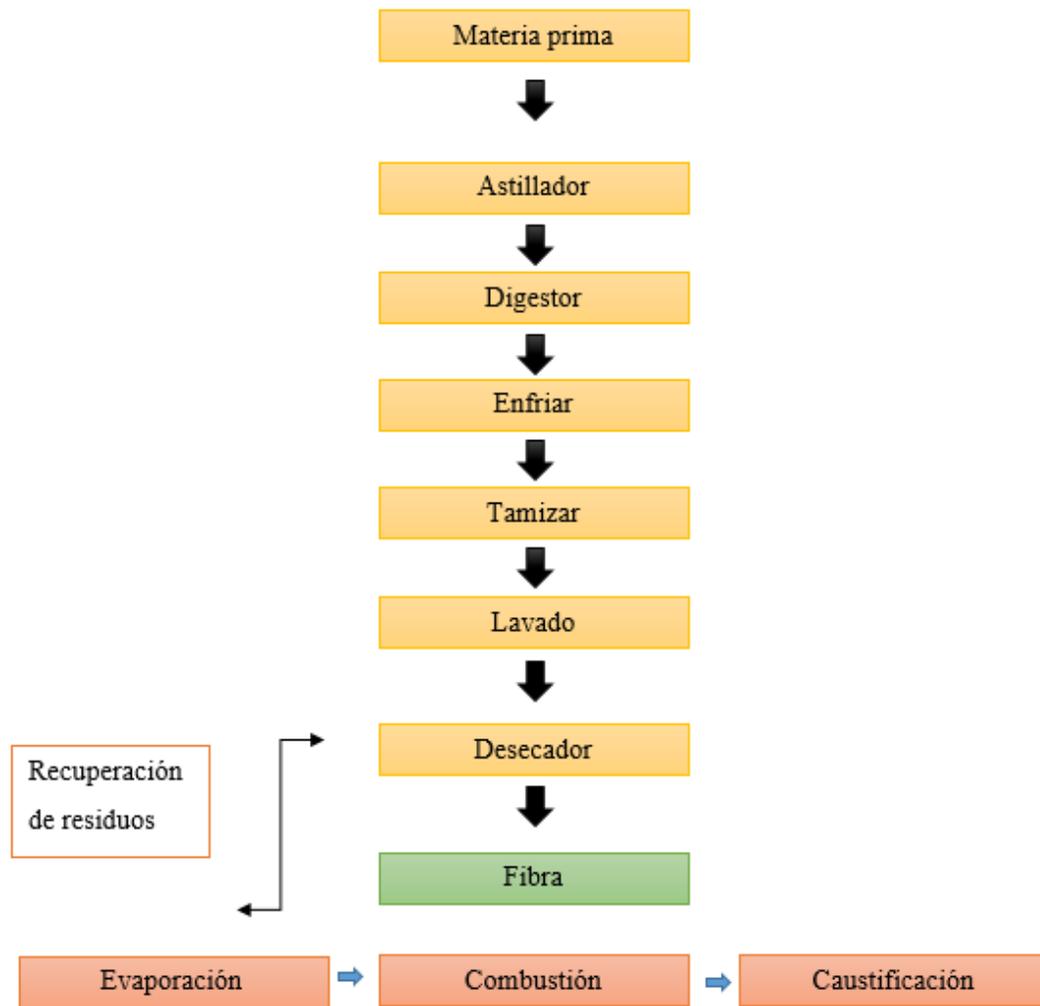
Tabla 9 Proceso del bambú.

Proceso del bambú			
Materia prima	100% pulpa de bambú		
Productos químicos	Licor blanco; hidróxido de sodio, sulfuro de sodio		
	Procedimiento	Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astillar y descortezar la madera		Astilladora
Paso 2	Colocar la maderas astillada junto el licor blanco	105°C-115°C 4 horas	Digestor autoclave
Paso 3	Enfriar	Temperatura ambiente	
Paso 4	Separar las fibras del licor negro		Tamiz(malla de nylon)
Paso 5	Lavado		
Paso 6	Separar y secar las fibras		Desecador

Fuente: Flores adaptado (Estrada, 2010)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 2 indica el proceso del bambú de forma simplificada, con la recuperación de residuos de acuerdo al proceso kraft:



Flujograma 2 Proceso del bambú

Fuente: Flores adaptado (Estrada, 2010)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3.3. Lyocell

Su manufactura no implica la destrucción del ambiente, no se utiliza demasiados pesticidas, consume menos energía, la materia prima para la obtención del lyocell es la pulpa de madera especialmente el eucalipto.

La tabla 10 en forma detallada contiene información sobre el proceso y parámetros de temperatura y tiempo que necesita para la obtención de una fibra textil lyocell. Cabe recalcar que dicho proceso es diferente al proceso de celulosa normal por la intervención de un óxido de amina:

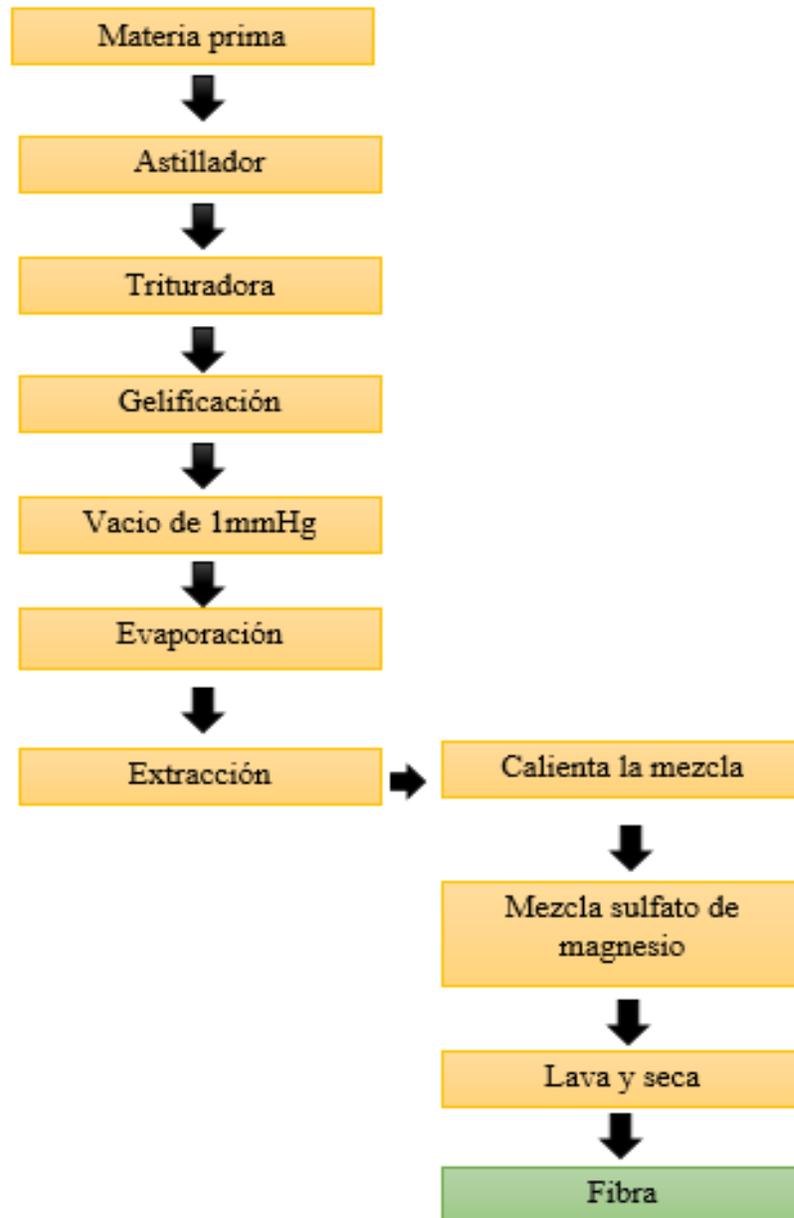
Tabla 10 Proceso del lyocell.

Proceso del lyocell			
Materia prima	Celulosa de eucalipto		
Productos químicos	Óxido de amina “NMMO”, sulfato de magnesio.		
	Procedimiento	Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astilla la madera		Astilladora
Paso 2	Tritura		Trituradora
Paso 3	Solución de 20% agua, 13% celulosa y (67%) disolvente	90°C 3-4 horas	Vacio de 1mmHg
Paso 4	Forma la gelificación	Condición adecuadas: 13% de pulpa, 20% de agua y 67% de NMMO	
Paso 5	Realiza una evaporación del agua	Hasta obtener el contenido de agua del 13% NMMO	
Paso 6	Extracción		
Paso 7	Se calienta la mezcla	110-125°C	
Paso 8	Se mezcla el sulfato de magnesio		
Paso 9	Lava, seca		

Fuente: Flores adaptado (Navarrete, 2002)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 3 representa el proceso para la obtención de una fibra textil celulósica de lyocell en forma simplificada que a diferencia de la tabla no contiene parámetros:



Flujograma 3 Proceso del lyocell

Fuente: Flores adaptado (Navarrete, 2002)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3.4. Modal

El modal es una fibra similar al Rayón Viscosa, se obtiene del árbol haya que se encuentra en Australia, la ventaja de utilizar este árbol como materia prima es el beneficio que le otorgan al producto final de ser biodegradable.

La tabla 11 consta de materia prima, productos químicos y maquinaria, que revelan el procedimiento por pasos para la obtención de una fibra textil modal, sin embargo el modal es una fibra con un proceso patentado por lo que no se encontró información específica sobre el nombre de las máquinas que intervienen en el proceso:

Tabla 11 Proceso del modal.

Proceso del modal			
Materia prima	Árbol haya		
Productos químicos	Hidróxido de sodio		
Procedimiento		Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astilla la madera		Astilladora
Paso 2	Tritura		Trituradora
Paso 3	Se obtiene la pulpa		
Paso 4	Mezclar la pulpa e hidróxido de sodio		Hilera
Paso 5	Presiona para eliminar el hidróxido de sodio		
Paso 6	Mercera		
Paso 7	Elimina las impurezas		
Paso 8	Centrifuga		
Paso 10	Desaira; elimina burbujas		
Paso 11	Coagulación		
Paso 12	Estiramiento		

Fuente: Flores adaptado (Verma, 1977)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 4 significa el procedimiento para la obtención de una fibra textil celulósica de modal en una forma mas simplificada es decir sin parámetros



Flujograma 4 Proceso del modal

Fuente: Flores adaptado (Verma, 1977)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3.5. Rayón viscosa

El rayón viscosa es considerado como una fibra contaminante por la utilización de sulfuro de carbono, convirtiéndose en un proceso no amigable con el ambiente. La tabla 12 contiene información detallada sobre el proceso del rayón viscosa, como la materia prima, productos químicos y maquinaria y a la vez parámetros de temperatura y tiempo:

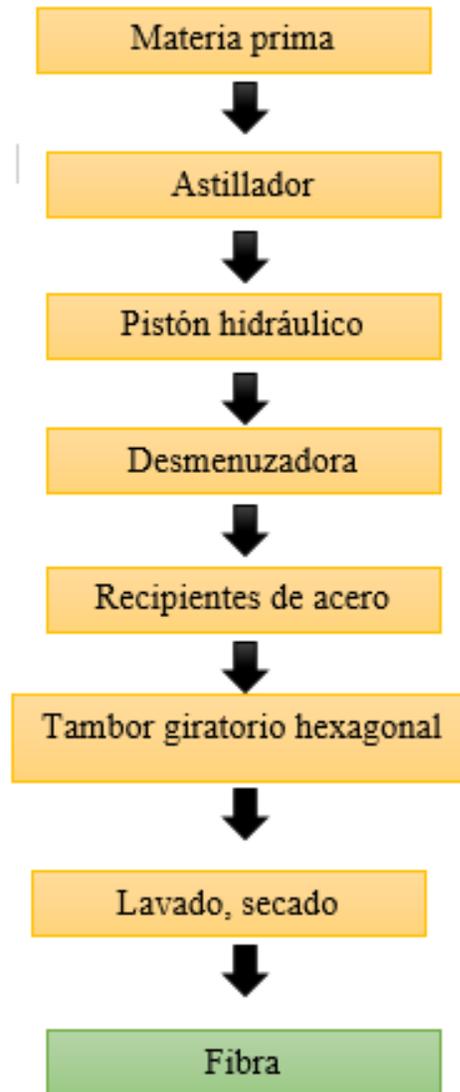
Tabla 12 Proceso del rayón viscosa.

Proceso del rayón viscosa			
Materia prima	Pulpa de madera, pelusa de algodón		
Productos químicos	Hidróxido de sodio y el sulfuro de carbono		
	Procedimiento	Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astilla la madera		Astilladora
Paso 2	Maceración: Someter a la celulosa y al 18% hidróxido de sodio	35°C 15-35 min	Prensa
Paso 3	Prensado; Elimina la mayor parte de NaOH		Pistón hidráulico
Paso 4	Desmenuzado; Tritura	25°C 1-3 horas	Desmenuzadora
Paso 5	Maduración Se introduce el desmenuzado	25-30°C 1-3 días	Recipientes de acero
Paso 6	Xantogenación el alcalicelulosa; Se introduce alcalicelulosa envejecido junto con el sulfuro de carbonato	2-25°C 1-3 horas	Tambor giratorio hexagonal
Paso 7	Disolución La celulosa xantogenada se disuelve en una disolución diluida y elimina el sulfuro de carbonato.	Solución de NaOH y agua 40%	
Paso 8	Lavado, secado		

Fuente: Flores adaptado (Gacen & Maillo, 1978)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 5 indica las maquinarias que intervienen en forma genera en el proceso para la obtención de una fibra celulósica de viscosa:



Flujograma 5 Proceso del rayón viscosa

Fuente: Flores adaptado (Gacén & Maillo, 1978)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.3.6. Rayón acetato

El proceso es similar al rayón viscosa a diferencia de la reacción entre la celulosa pura con el anhídrido acético y el ácido acético glacial. La tabla 13 contiene información recopilada que se encuentra en el marco teórico de esta investigación, sobre el procedimiento para la obtención de una fibra textil celulósica de acetato:

Tabla 13 Proceso del rayón acetato

Proceso del rayón acetato			
Materia prima	Línteres, residuos de hilados de algodón y celulosa pura		
Productos químicos	Anhídrido acético, ácido acético glacial y ácido sulfúrico (catalizador)		
	Procedimiento	Parámetros	Maquinaria
Paso 1	Astilla la madera		Astilladora
Paso 2	Celulosa y el ácido acético glacial		Cuba de remojado
Paso 3	Desmenuzado		Desmenuzadora
Paso 4	Mezcla en cantidades mínimas anhídrido acético, ácido acético y el 15% de ácido sulfúrico	Forman triacetato	Amasadora
Paso 5	Hidrólisis con ácido sulfúrico diluido y ácido acético	Forma diacetato	
Paso 6	Tritura		Trituradora
Paso 7	Lava, seca		

Fuente: Flores adaptada (Schuster, 1955) y (Hortal, 1987)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El flujograma 6 fue elaborado con la finalidad de tener una información de las maquinarias que interviene en el proceso de transformación:



Flujograma 6 Proceso del rayón acetato

Fuente: Flores adaptada (Schuster, 1955) y (Hortal, 1987)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Estas tablas de los procesos textiles de las fibras regeneradas contienen información que se encuentra en el marco teórico, fueron elaboradas con el objetivo de completar los parámetros de la tabla comparativa y los flujogramas se realizaron para conocer las maquinarias que intervienen en el proceso de forma simplificada sin parámetros.

3.4. Propiedades de las propiedades físicas de las fibras

Una fibra textil tiene propiedades de elasticidad, elongación, resistencia entre otros, que le confieren a una prenda textil beneficios como la comodidad y ligereza, en esta investigación se recopiló información sobre las propiedades físicas de las fibras mencionadas que permitieron realizar la tabla 14 y que se encuentra clasificado de acuerdo a la resistencia en seco, elongación en húmedo y seco

Tabla 14 Propiedades de las fibras celulósicas

Fibras celulósicas	Resistencia en seco	Elongación en seco	Elongación en húmedo	Grado de polimerización
Lyocell	40-42(cN/tex)	13-15%	34-38	550-600
Modal	34-36(cN/tex)	14-16%	13-15	300-600
Rayón viscosa	2-2.6g/den	7-25%	10-15	250-350
Rayón acetado	1,3-1,5g/den	23-30%	30-40%	220-300

Fuente: Flores, 2018

La tabla 14 interpreta que el rayón acetato tiene una elongación en seco y en húmedo superior a las fibras lyocell, modal y rayón viscosa, mientras que la fibra lyocell tiene una excelente resistencia en seco debido al grado de polimerización mayor, el rayón viscosa no tiene buena elongación en comparación con el lyocell. El modal tiene mayor elongación en seco que húmedo, la elongación se refiere a la capacidad de estiramiento hasta el punto de rotura de la fibra.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.5. Productos químicos de las fibras regeneradas

Por medio de las tablas elaboradas de cada proceso se analizó las fichas de seguridad de los productos químicos. La tabla 15 consta de: los nombres similares que tiene el compuesto químico, su respectiva fórmula, la información tóxica y ecológica, además de pictogramas que ayudan a evitar lesiones y enfermedades en los puestos de trabajo al contacto físico.

Tabla 15 Productos químicos.

Producto químico	Sinónimos	Fórmula	Peligro Salud	Ecológico
Hidróxido de Sodio 	Sosa Caustica(anhídrida)(escamas)	NaOH	Inhalación:Irritante severo Ingestión: corrosivo Piel: corrosivo Ojos: irritación	Peligro: Vida marina, tóxico para los peces, no es biodegradable.
Sulfuro de Sodio 1-0-1 	Monosulfuro de sodio	Na_2S	Es peligroso para la salud humana, más si emana ácido sulfúrico.	Tienen efectos tóxicos sobre la vida marina aun en pequeñas cantidades
N-óxido N-metilmorfina 1-1-1 	Morfolina	C_4H_9NO	Nocivo en caso de ingestión. Tóxico en contacto con la piel. Tóxico en caso de inhalación.	No se clasifica como peligroso para la vida marina. Reacciona fuertemente con ácido. Es biodegradable.
Sulfato de magnesio 	Sulfato magnésico	$MgSO_4$	No irritante, no sensibilizante	Sustancia no peligrosa para la capa de ozono

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL
REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

<p>Ácido acético</p> 	<p>Ácido etanoico, ácido de vinagre, ácido metano carboxílico</p>	<p>CH_3COOH</p>	<p>Inhalación; inflamación en las vías respiratorias Ingestión; quemaduras e inflamación Ojos; corrosivo</p>	<p>Tóxico para la vida marina Al contacto con el aire el material tiene una vida de 10 y 30 días En el agua y en el suelo es biodegradable.</p>
<p>Anhídrido acético 2-2-1</p> 	<p>Oxido de acetilo Óxido acético</p>	<p>$(CH_3CO)_2O$</p>	<p>Corrosivo, inflamable, nocivo por inhalación y por ingestión, provoca quemaduras,.</p>	<p>Altamente toxico en medios acuáticos.</p>
<p>Ácido sulfúrico</p> 	<p>Aceite de vidrio, sulfato de hidrogeno, sulfato de dihidrogeno</p>	<p>H_2SO_4</p>	<p>Inhalación; quemaduras, dificultad para respirara Ingestión; quemadura severa de boca y garganta Piel, quemaduras severas Ojos; severa irritación</p>	<p>Perjudicial para todo tipo de animales, deteriora las características del suelo</p>
<p>Sulfuro de Carbono 3-2-0</p> 	<p>Bisulfuro de Carbono</p>	<p>CS_2</p>	<p>Es un peligro reproductivo reconocido en humanos</p>	<p>Es tóxico para la vida marina, en el suelo puede biodegradarse con tiempo</p>

Fuente: Flores, 2018.

La información que se encuentra en la tabla 14 permitirá realizar un análisis de peligrosidad de productos químicos y cada químico será evaluado de acuerdo a los pictogramas, estos permiten realizar el uso adecuado de los productos químicos.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La figura 5 demuestra que el triángulo o pictograma se encuentra representado por cuatro colores, cada uno de ellos tiene un valor que va enumerado del 1-4 con su respectivo significado:



Figura 5 Pictograma NFPA/norma 704

Fuente: (FNLS, 2014)

3.6. Tabla comparativa

Mediante el pictograma de la NFPA 704, tablas y flujogramas de acuerdo a la bibliografía se elaboró la tabla 16 la cual corresponde a la tabla comparativa que contiene las variables de sustentabilidad, ambiental, productos químicos, materia prima y maquinaria de las fibras celulósicas regeneradas. Debido a la información reservada por los autores acerca de las maquinarias utilizadas, y el porcentaje de los productos utilizados se tomó como base el proceso de celulosa.

Tabla 16 Tabla comparativa.

Parámetros	Bambú	Lyocell	Modal	Rayón acetato	Rayón viscosa
Materia prima	Base de celulosa Es extraída al 100% de la pulpa de la caña de bambú. (Hallet & Jhonston, 2010)	Base de celulosa Pulpa de Eucalipto. (Baldo, 2013)	Base de celulosa Árbol de haya. (Textiles Panamericanos, 2012)	Base de celulosa Linters de algodón, pulpa de madera, pino. (Jacome, 2002)	Base de celulosa Caña de azúcar, paja, desperdicios del algodón y pino. (Hollen, Saddler, & Langford, 1997)
Sustentable					
Ventaja	Captura dióxido de carbono (CO ₂) que se encuentra en el ambiente y lo traslada a su ciclo biológico. (Giraldo H. E., 2008) Acumula mayor cantidad de agua. (Bambusetum.com, 2006)	Se utiliza un químico biodegradable que se recupera a lo largo del proceso. Su ciclo de transformación sincronizada con menor consumo de energía. Residuos pueden ser reutilizados como materia prima para otro producto.	100% Biodegradable. (Fedit, s.f.) El árbol haya tiene raíces muy profundas y se dice que es invencible cuando se trata de mejorar el suelo. (Textiles Panamericanos, 2012)	Son fibras artificiales obtenidas de la celulosa de árboles o plantas. Fuente: Flores, 2018	

		(GALVEZ, 2013)			
Desventaja	<p>Crece en un lugares húmedos y al no encontrarle un objetivo industrial el tallo puede deteriorarse y ser atacado por varios insectos Su tiempo de vida en la tierra es de aproximadamente 20 – 30 años. Fuente: Flores, 2018</p>	<p>Es una fibra textil con características superiores al algodón no reconocida en areas comerciaes, por lo tanto seria un negocio no viable. Fuente: Flores, 2018</p>	<p>La materia prima no existe en el Ecuador por lo tanto la exportación de esta fibra no será viable, al menos que la prenda elaborada no cause daños al ambiente por su degradación. Fuente: Flores, 2018</p>	<p>En el proceso de tintura utiliza colorantes dispersos, los cuales son tóxicos, para los organismos acuáticos contaminando el agua e irritantes para el ser humano. (Hollen, Saddler, & Langford, 1997)</p>	<p>Arroja a sus efluentes disulfuro de carbono, xantato de celulosa y lignina. (Gacén & Maillo, 1978)</p>
Ambiental					
Ventaja	<p>Es biodegradable no necesita la implementación de pesticidas. (Hallet & Jhonston, 2010)</p> <p>Colaboran en la reconstrucción de la atmósfera. (Flores, 2012)</p>	<p>Disminuye la contaminación reduce todo tipo de emisiones contaminantes para el ser humano. Menor consumo de pesticidas y fertilizantes (Gacén & Maillo, 1978)</p>	<p>Reduce considerablemente el gasto en agua, en agentes químicos. (Sentido y Sostenibilidad, 2014)</p> <p>Es extremadamente resistente a los pesticidas y a los daños del medio ambiente. (Textiles Panamericanos, 2012)</p>	<p>Se obtiene de celulosa de bosques replantados y puede ser recuperable como compostaje o biodegradable. (Fedit, s.f.)</p>	<p>Incluye productos químicos tóxicos que causan a veces problemas ecológicos. (Borbély, 2008)</p>

Desventaja	Al se explotado en mayor cantidad desde sus raíces, no podrá capturar dióxido de carbono, ni acumular mayor cantidad de agua en los suelos. Fuente: Flores,2018	Es un recurso natural que mantiene y preserva el ecosistema, por lo tanto corre el riesgo de tener un mal uso por los seres humanos. Fuente: Flores,2018	Contribuye al Incremento de las emisiones de dióxido de carbono. (Fedit, s.f.) El proceso de obtención es similar al rayón viscosa, por lo tanto no es ecológico. (Sentido y Sostenibilidad, 2014, p:1).	Emite gases a la atmósfera. Degradación del material perjudica a la tierra. (Hollen, Saddler, & Langford, 2001)	Disulfuro de carbono y sulfuro de hidrogeno, ejercen un efecto tóxico sobre el bienestar de la vida de los trabajadores. Facilidad con que puede arder y cargar de electricidad estática Biosca (2016)
Productos químicos	Hidróxido de Sodio, Sulfuro de sodio, (Estrada, 2010)	N- oxido de N- metilmorfina, Sulfato de Magnesio (Navarrete, 2002)	Hidróxido de Sodio Sulfuro de carbono (Verma, 1977)	Anhídrido acético Ácido acético glacial y ácido sulfúrico Alcohol Acetona (Schuster, 1955) (Hortal, 1987)	Sulfuro de Carbono Hidróxido de sodio. (Gacen & Maillo, 1978)

Maquinaria	Descortezadora/Astilladora Digestor; Autoclave Desecador Horno de recuperación Tanque de disolución Lavadores. (Estrada, 2010, pág. 12)	Descortezadora Astillador Trituradora Vacio de 1mmHg Hilera Lavadores (Navarrete, 2002)	Descortezadora Trituradora/Astilladora Hilera Centrifugador Lavadores (Verma, 1977)	Astillador Cubas de remojado Desmenuzadora Amasadora Trituradora (Schuster, 1955) (Hortal, 1987)	Astillador Tanque Rectangular Pistón Hidráulico Desmenuzadora Recipientes de acero Tambor Giratorio hexagonal (BAEZ, 2018,p:13). Gacén & Maillo (1978)
-------------------	---	--	--	--	--

Fuente: Flores, 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.7. Índices de calidad

Los indicadores permiten evaluar y analizar el resultado de una comparación de varios datos con el propósito de obtener resultados relevantes. Para obtener un producto de buena calidad sin afectar al ecosistema depende de la materia prima, proceso y dentro de este de los productos químicos empleados. Por lo tanto los indicadores de materia prima, calidad ambiental y toxicidad se examinarán de acuerdo a la siguiente escala del 1 al 5 y con la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$\text{Índice de calidad } (X) = \frac{\text{Dato estandar}}{\text{Dato encontrado}} = \text{Dato obtenido}$$

Datos:

- Índice de calidad= indicador a evaluar.
- Dato estándar= cada indicador tiene cuatro ítems de cinco puntos que sumados dan un valor de 20.
- Dato encontrado = valor obtenido de la suma de los cuatro ítems.
- Dato obtenido= la relación del dato estándar con el dato encontrado.

3.7.1. Tabla de los indicadores

La información que se encuentra en la respectiva tabla de los indicadores, se encuentra en la parte teórica de este análisis.

3.7.1.1. Índice de calidad de materia prima

Este indicador consta de cuatro ítems, cada uno tiene un valor de cinco puntos, la suma de estos variables da 20, la fibra que tenga este valor será tomado como dato estándar para la ecuación 1:

Ítems	Escala de calificación por variable:
• Materia prima= (5pts)	5= Excelente
• Pesticidas= (5pts)	4=Muy Buena
• Características (antes del proceso) = (5pts)	3= Buena
• Crecimiento= (5pts)	2=Regular <1=Deficiente.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Se realizó indicadores del bambú con el objetivo de tener datos referentes y tener una comparación entre las fibras de lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato y decidir por la mejor fibra celulósica.

Bambú

La materia prima se extrae al 100% de la pulpa de caña de bambú, en el crecimiento del bambú no requiere la utilización de pesticidas. La tabla 17 perteneciente al del bambú contiene información de la materia prima, de pesticidas, el crecimiento y características especiales:

Tabla 17 Indicador de materia prima del bambú.

Fibra celulósica regenerada		Materia prima	Pesticidas	Características	Crecimiento
			(Riego y cultivo)		
Bambú	100% caña de bambú	No necesitas de pesticidas	Sustancia natural denomina Kung,	1 metro diario	
			Rizomas acumulan agua en la suelo	Temperatura 20-26°C	
Total	20	5(Excelente)	5(Excelente)	5(Excelente)	5(Excelente)

Fuente: Flores, 2018

La suma de las variables o ítems de la tabla 17 del bambú da como resultado 20, lo que significa que la materia prima para la obtención del bambú es excelente por sus características de crecimiento y cultivo, el resultado será el dato estándar para la ecuación 1.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Lyocell

La tabla 18 perteneciente al lyocell contiene información de la materia prima, características y crecimiento. Los datos de esta tabla se lograron completar con el objetivo de analizar si la materia prima para la obtención del lyocell no es perjudicial para ningún habitad, por la utilización de pesticidas:

Tabla 18 Indicador de materia prima del lyocell

Fibra celulósica regenerada	Materia prima	Pesticidas	Características	Crecimiento	
		(Riego y cultivo)			
Lyocell	Celulosa de Eucalipto	Menos consumo de pesticidas	Reduce emisiones contaminantes.	3.97 metro anual	
			Utiliza un químico biodegradable que disuelve la celulosa	Temperatura 24°C	
			En el proceso se consume menos energía eléctrica		
Total	18	5(Excelente)	4(Muy Buena)	5(Excelente)	4(Muy Buena)

Fuente: Flores, 2018

La suma de los ítems de la tabla 18 del lyocell tiene un resultado de 18, lo que significa que la materia prima y sus características para la obtención del bambú son excelentes, pero su desventaja es su crecimiento anual de 3.97 metros, y la utilización de pesticidas.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Modal

La tabla 19 comprende datos de la materia prima sus características, crecimiento y uso de pesticidas, si así lo requiere, es importante mencionar que la materia prima para la obtención de la fibra modal proviene de un árbol que se encuentra en el continente Australiano:

Tabla 19 Indicador de materia prima modal

Fibra celulósica regenerada		Materia prima	Pesticidas	Características	Crecimiento
			(Riego y cultivo)		
Modal		Árbol haya	No presentan problemas con respecto a las plagas y enfermedades. Abono nitrogenado (estiercol)	Mejora el suelo. Madre del bosque.	Climas templados o en continentes con inviernos fríos. Crece de 30 m hasta 40 m. No puede vivir sin lluvias.
Total	17	5(Excelente)	5(Buena)	5(Excelente)	2(Regular)

Fuente: Flores, 2018

La suma de los ítems de la tabla 19 tiene un resultado de 17, esto representa que la materia prima no necesita el uso de pesticidas y sus características son excelentes, su desventaja es su forma de crecimiento y el clima, ya que necesita de intensas lluvias para su sobrevivencia.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón viscosa

La tabla 20 perteneciente al rayón viscosa, tiene indagación específica de la materia prima sus características, crecimiento y uso de pesticidas en el cultivo. El rayón viscosa al ser una fibra regenerada su procedencia son desperdicios que no se lograron transformar en el proceso del algodón.

Tabla 20 Indicador de materia prima rayón viscosa.

Fibra celulósica regenerada		Materia prima	Pesticidas	Características	Crecimiento
			(Riego y cultivo)		
Rayón viscosa		Pulpa de madera Desperdicios del algodón.	Si utiliza pesticidas.	Algodón; reduce el 46% de la emisión de los gases de efecto invernadero	Climas tropicales.
Total	9.5	3(Muy buena)	0,5(Deficiente)	3(Regular)	3(Buena)

Fuente: Flores, 2018

La tabla 20 del rayón viscosa tiene un resultado de 10, este resultado es la suma de cada ítem o variable, eso significa que la materia prima y sus características no otorgan beneficios tantos al ambiente en comparación con el bambú.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón acetato

El rayón acetato es una fibra regenerada y puede provenir de residuos de la viscosa, como también de la fibra de algodón, en la tabla 21 se encuentra la información de las características, crecimiento, y uso de pesticidas en el cultivo de la materia prima. La indagación de dichas características se tomó como referencia la planta de algodón:

Tabla 21 Indicador de materia prima del rayón acetato

Fibra celulósica regenerada	Materia prima	Pesticidas	Características	Crecimiento	
		(Riego y cultivo)			
Rayón acetato	Residuos de hilados de algodón y celulosa pura.	Si utiliza pesticidas.	Algodón; reduce el 46% de la emisión de los gases de efecto invernadero.	Climas tropicales.	
Total	10	3.5(Buena)	0.5(Deficiente)	3(Buena)	3(Buena)

Fuente: Flores, 2018

La tabla 21 tiene un resultado de 10 consecuencia de la suma de las variables o ítems de la materia prima sus características, crecimiento y uso de pesticidas, cabe recalcar que la información que se encuentra en esta tabla es similar al rayón viscosa por su procedencia de materia prima.

3.7.1.1.1. Cálculo del índice de calidad de materia prima

El resultado de cada tabla será remplazado en la fórmula como el dato encontrado a diferencia del resultado del bambú que será tomado como dato estándar. El dato obtenido es evaluado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5=Deficiente

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Bambú

$$\text{Índice de calidad de materia prima} = \frac{20}{20} = 1 = \text{Excelente}$$

Lyocell

$$\text{Índice de calidad de materia prima} = \frac{20}{18} = 1,11 = \text{Excelente}$$

Modal

$$\text{Índice de calidad de materia prima} = \frac{20}{17} = 1,18 = \text{Excelente}$$

Rayón viscosa

$$\text{Índice de calidad de materia prima} = \frac{20}{9.5} = 2,11 = \text{Muy buena}$$

Rayón acetato

$$\text{Índice de calidad de materia prima} = \frac{20}{10} = 2 = \text{Muy buena}$$

3.7.1.2. Índice de calidad ambiental

Cada ítem tiene un valor de 5 puntos, la fibra que de la suma de 20 será el dato estándar para la fórmula del índice de calidad ambiental. Al igual que el indicador de materia prima esta tabla consta:

Ítems	Escala de calificación por variable:
• Beneficio ambiental = (5pts)	5= Excelente
• Beneficio suelo = (5pts)	4=Muy Buena
• Beneficio seres humanos = (5pts)	3= Buena
• Características especiales= (5pts)	2=Regular
(Ventaja / Desventaja de la fibra)	<1=Deficiente.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La fórmula para el índice de calidad ambiental es la misma que se utilizó en el índice de materia prima.

$$\text{Índice de calidad (X)} = \frac{\text{Dato estandar}}{\text{Dato encontrado}} = \text{Dato obtenido}$$

Bambú

Se recopiló información del bambú con el objetivo de realizar el indicador de calidad ambiental de esta fibra y así tener un dato referente para la comparación entre las fibras de lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato.

La tabla 22 comprende información sobre el beneficio ambiental, ser humano, y suelo que concede la materia prima y también las características especiales que puede o no ofrecer al ambiente, cabe recalcar lo escrito anteriormente existen diversos tipos de bambús, pero en esta investigación el bambú estudiado es la guadua angustifolia.

Tabla 22 Indicador de calidad ambiental del bambú.

Fibra celulósica regenerada		Beneficio ambiental	Beneficio suelo	Beneficio seres humanos	Características especiales
Bambú		Detiene la deforestación. Reconstruye la atmósfera	Acumula mayor cantidad de agua en el suelo.	Mayor calidad de aire.	Procesa dióxido de carbono Absorbe energía.
Total	20	5(Excelente)	5(Excelente)	5(Excelente)	5(Excelente)

Fuente: Flores, 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La suma de las variables o ítems tiene un valor de 20, por lo tanto el resultado del bambú será el dato estándar, debido a sus beneficios y características excelentes que concede al ambiente y suelo, sin producir o afectar al ser humano.

Lyocell

La tabla 23 abarca datos sobre los beneficios ambientales y características especiales que puede ofrecer en el proceso de transformación, como también los beneficios que puede otorgar al buen vivir del ser humano y al suelo:

Tabla 23 Indicador de calidad ambiental del lyocell

Fibra celulósica regenerada		Beneficio ambiental	Beneficios suelo	Beneficio seres humanos	Características especiales
Lyocell		Disminuye la contaminación ambiental.	No implica la destrucción de ningún hábitad.	Disminuye las emisiones de gases.	Menos consumo de energía. Menos consumo de pesticidas.
Total	19.5	5(Excelente)	5(Excelente)	5(Excelente)	4.5(Muy Buena)

Fuente: Flores, 2018

La suma de las variables de la tabla 23 representan que el lyocell ofrece excelentes beneficios al ser humano, suelo y por consecuente al ambiente, destacando que consume menos energía en el proceso de transformación para la obtención de una fibra celulósica lyocell.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Modal

El modal proviene de un árbol denominado haya, procedente de Australia. La tabla 24 abarca información de los beneficios que puede otorgar al ambiente, suelo y a los seres humanos para conservar su buen vivir, y también de los beneficios que puede otorga en el proceso de transformación:

Tabla 24 Indicador de calidad ambiental del modal.

Fibra celulósica regenerada		Beneficio ambiental	Beneficio suelo	Beneficio seres humanos	Características especiales
Modal		Incrementa las emisiones de dióxido de carbono.	Mejora el suelo por sus raíces.	Es analgésico, tratamiento gripales, bronquitis etc.	Reduce el gasto de agua. Tiene un fuerte impacto con la sostenibilidad. Resistente a los pesticidas.
Total	16	2 (Deficiente)	5 (Excelente)	4 (Muy buena)	5 (Excelente)

Fuente: Flores, 2018

El resultado reflejado en la tabla 24 es la suma de los ítems de cada variable, que será remplazado en la ecuación para determinar si esta fibra ofrece calidad ambiental al ser humano, sin afectar a ningún hábitat y con efectos favorables en el proceso de transformación.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón Viscosa

La tabla 25 engloba información del rayón viscosa sobre los beneficios que puede otorgar o no al ser humano, ambiente, suelo e incluso en el proceso de transformación.

Tabla 25 Indicador de calidad ambiental del rayón viscosa.

Fibra celulósica regenerada		Beneficio ambiental	Beneficios suelo	Beneficio seres humanos	Características especiales
Rayón viscosa		Problemas ecológicos.	Degradación del material perjudica la tierra.	Emana sulfuro de carbono.	Colorantes tóxicos e irritantes.
Total	4	1(Deficiente)	1(Deficiente)	1(Deficiente)	1(Deficiente)

Fuente: Flores, 2018

La suma de los ítems de la tabla 24 del rayón viscosa tiene un resultado de 4, esto significa que esta fibra no otorga beneficios al ambiente y suelo debido a que en el proceso de transformación arroja efluentes de sulfuro de carbono que perjudican al bienestar del ser humano.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón Acetato

La producción de una fibra textil de rayón acetato puede traer consigo, en la tabla 26 se encuentra la información sobre dichos beneficios que puede o no otorgar al ambiente, suelo y por lo tanto al ser humano.

Tabla 26 Indicador de calidad ambiental del rayón acetato.

Fibra celulósica regenerada	Beneficio ambiental	Beneficios suelo	Beneficio seres humanos	Características especiales	
Rayón acetato	Emana gases a la atmósfera	Degradación del material perjudica la tierra.	Colorantes tóxicos.	Mayor consumo de agua.	
Total	5	1 (Deficiente)	1 (Deficiente)	1 (Regular)	2 (Deficiente)

Fuente: Flores, 2018

El resultado de la tabla 26 expresa que esta fibra no otorga beneficios, debido que en el proceso de transformación consume mayor cantidad de agua y emana gases a la atmósfera, perjudicando al bienestar de los seres vivos.

3.7.1.2.1. Cálculo del índice de calidad ambiental:

El resultado de cada tabla será remplazado en la fórmula como el dato encontrado a diferencia del resultado del bambú que será tomado como dato estándar. El dato obtenido es evaluado de acuerdo a la siguiente escala:

1= Excelente

2=Muy Buena

3= Buena

4=Regular

5=Deficiente

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Bambú

$$\text{Índice de calidad de calidad ambiental} = \frac{20}{20} = 1 = \text{Excelente}$$

Lyocell

$$\text{Índice de calidad de calidad ambiental} = \frac{20}{19.5} = 1.03 = \text{Excelente}$$

Modal

$$\text{Índice de calidad de calidad ambiental} = \frac{20}{16} = 1.25 = \text{Excelente}$$

Rayón viscosa

$$\text{Índice de calidad de calidad ambiental} = \frac{20}{16} = 1.25 = \text{Excelente}$$

Rayón acetato

$$\text{Índice de calidad de calidad ambiental} = \frac{20}{5} = 4 = \text{Excelente}$$

3.7.1.3. Índice de toxicidad (productos químicos en el proceso)

La tabla de este índice contiene cuatro variables con información toxicológica de cada producto que intervienen en la transformación de las fibras, por lo tanto cada ítem será evaluado sobre 5 puntos, que en total da una suma de 20 y será el dato estándar para la fórmula. El valor de calificación dependerá de las características que tenga cada producto químicos por fibra:

Ítems	Escala de calificación por variable:
• Tóxico al ambiental = (5pts)	5= Excelente
• Tóxico al ser humano = (5pts)	4=Muy Buena
• Tóxico a la vida marina = (5pts)	3= Buena
• Estabilidad química = (5pts)	2=Regular
(Ventaja / Desventaja de la fibra)	<1=Deficiente.

La fórmula es similar al del índice de calidad de materia prima, si en el proceso de transformación actúan 2 o más químicos el resultado será divisible para el número de químicos que intervinieron en el proceso y será el dato encontrado:

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

$$\text{Índice de calidad } (X) = \frac{\text{Dato estandar}}{\text{Dato encontrado}} = \text{Dato obtenido}$$

Se recopiló información del bambú con el objetivo de realizar el indicador de calidad ambiental de esta fibra y así tener un dato referente para la comparación entre las fibras de lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato.

Bambú

La tabla 27 contiene información recopilada de los productos químicos que intervienen en el proceso de transformación para la obtención de una fibra textil de bambú, cada auxiliar químico es evaluado con la finalidad de saber si el contacto diario con el ser humano puede producir alguna anomalía o enfermedad y saber si es tóxico para la vida marina y ambiente.

Tabla 27 Indicador de toxicidad del bambú.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	Tóxico para el ser humano	Tóxico para el ambiente	Tóxico para la vida marina	Estabilidad química	
Bambú	Hidróxido de Sodio	No cancerígeno	Puede liberar oxido de sodio no biodegradable	Mortal para peces	Estable bajo condiciones normales.	
		5 (Excelente)	4,5 (Muy buena)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	15,5
	Sulfuro de sodio	Letal en bajas concentraciones	Descomposición; desprende óxido de azufre y sodio	Toxico para los peces ⁴	Estable bajo condiciones normales	
		5 (Muy buena)	4.5 (Muy buena)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	15
Dato encontrado						15.5

Fuente: Flores, 2018

El dato encontrado de la tabla 27 del bambú tiene como resultado 15.5 por lo tanto será el dato estándar para la fórmula. En la producción del bambú intervienen dos productos químicos el

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

hidróxido de sodio y el sulfuro de carbono. Estos productos son tóxicos para los peces, son estable en condiciones normarles, su desventaja es la liberación de óxidos.

Lyocell

La tabla 28 engloba indagación del lyocell sobre los productos químicos que intervienen en el proceso de transformación, cabe recalcar que esta fibra se caracteriza por tener un producto biodegradable. Cada producto es evaluado con la finalidad de saber si es tóxico al ser humano, vida marina y si emana algún efluente.

Tabla 28 Indicador de toxicidad del lyocell

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	Tóxico para el ser humano	Tóxico para el ambiente	Tóxico para la vida marina	Estabilidad química	
Lyocell	NMMO	No se clasifica como tóxico en determinados órganos.	Ligeramente peligroso para el agua.	Tóxico para la vida marina	Estable en condiciones normales.	
		4,5 (Muy buena)	2 (Regular)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	12,5
	Sulfato de Magnesio	No es cancerígeno.	Producto inorgánico.	Bioacumulación en peces.	Es estable y no requiere estabilizantes	
		5 (Excelente)	4 (Muy buena)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	15
Dato encontrado						13,8

Fuente: Flores, 2018

El dato encontrado es 13.8 perteneciente a la tabla 28 del lyocell, este valor representa que el lyocell utiliza químicos que no son cancerígenos, no son tóxicos para el ser humano, son estables en condiciones normales es decir no presenta inflamabilidad a temperatura ambiente, la desventaja de estos productos son la toxicidad para la vida marina. La bioacumulación en peces significa que los

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

contaminantes permanecen en el organismo del depredador y produce mayor contaminación en la cadena trópica.

Modal

La tabla 29 contiene información sobre los auxiliares químicos que actúan en el proceso de transformación del modal, y cada uno es analizado para saber si estos son tóxicos o presentan alguna anomalía de inflamabilidad al contacto con cambios bruscos de temperatura, humedad etc.

Tabla 29 Indicador de toxicidad del modal.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	Tóxico para el ser humano	Tóxico para el ambiente	Tóxico para la vida marina	Estabilidad química	
Modal	Hidróxido de sodio	No cancerígeno.	Puede liberar oxido de sodio no biodegradable	Mortal para peces	Estable bajo condiciones normales.	
		5 (Excelente)	4,5 (Muy buena)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	15,5
	Sulfuro de Carbono	Efectos graves en la salud (Abortos).	El disulfuro de carbono explota en el aire y prende fácilmente.	Tóxico para la vida marina.	Reacciona violentament e con oxidantes originando peligro de incendio.	
		1(Deficiente)	2 (Regular)	1(Deficiente)	2 (Regular)	6
Dato encontrado						10.8

Fuente: Flores, 2018

La tabla 29 tiene un valor de 10.8 debido la producción del modal en el cual actúa el hidróxido de sodio el cual es considerado cancerígeno, mortal para peces y no biodegradable, y el sulfuro de carbono que es considerado tóxico para la vida marina y perjudicial para el ser humano ya sea por la inflamabilidad con oxidantes, o por el contacto diario.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón viscosa

La tabla 30 contiene información toxicológica de los compuestos químicos que intervienen en la producción del rayón viscosa los cuales son analizados de acuerdo a cada variable o ítem por la escala mencionada anteriormente:

Tabla 30 Indicador de toxicidad del rayón viscosa.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	Tóxico para el ser humano	Tóxico para el ambiente	Tóxico para la vida marina	Estabilidad química	
Rayón viscosa	Hidróxido de sodio	No cancerígeno.	Puede liberar óxido de sodio no biodegradable	Mortal para peces	Estable bajo condiciones normales.	
		5 (Excelente)	4,5 (Muy buena)	1 (Deficiente)	5 (Excelente)	15,5
	Sulfuro de Carbono	Efectos graves en la salud (Abortos).	El disulfuro de carbono explota en el aire y prende fácilmente.	Tóxico para la vida marina.	Reacciona violentamente con oxidantes originando peligro de incendio.	
		1(Deficiente)	1 (Deficiente)	1(Deficiente)	1.5 (Regular)	4.5
Dato encontrado						10

Fuente: Flores, 2018

El valor de la tabla 30 es similar al modal 10.8 por tener un proceso similar, la diferencia es el grado de polimerización. El hidróxido de sodio sumado sus variables tiene un resultado de 15.5 y el sulfuro de carbono 6, esto resultados representa que son tóxicos para la vida marina y desprenden efluentes al ambiente.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón Acetato

El rayón acetato utiliza dos productos químicos en el proceso para la obtención de una fibra textil, la tabla 31 abarca la información toxicológica de dichos auxiliares para ser evaluados de acuerdo a una escala, y por medio del resultado encontrado saber cuál es el indicador de toxicidad del rayón acetato en comparación con las fibras lyocell, modal, rayón viscosa con referencia al bambú.

Tabla 31 Indicador de toxicidad del rayón acetato

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	Tóxico para el ser humano	Tóxico para el ambiente	Tóxico para la vida marina	Estabilidad química	
Rayón acetato	Anhídrido acético	Sustancia corrosiva.	Vapores de ácido acético.	Tóxico para la vida marina	Reacciona violentamente con alcoholes, aminas, oxidantes etc.	
		4 (Regular)	2.5(Regular)	1(Deficiente)	2.5 (Regular)	10
	Ácido sulfúrico	Cancerígeno	Humos tóxicos e irritantes	Peligroso para todo animal	Descompone 340°C, en trióxido de azufre y agua	
		1(Deficiente)	2.8 (Regular)	1(Deficiente)	4 (Buena)	8,8
	Ácido acético	Corrosiva	Mezclas explosivas vapor/aire	Nociva para organismos acuáticos	Riesgo de explosión en contacto con oxidantes fuertes	
		4 (Regular)	3 (Regular)	1(Deficiente)	3 (Regular)	11
Dato encontrado						10

Fuente: Flores, 2018

Esto se debe a que el anhídrido acético es corrosivo para el ser humano, tóxico para la vida marina, reacciona con alcoholes y oxidantes, además de desprender ácido acético. El ácido sulfúrico que también actúa en el proceso del rayón acetato es considerado cancerígeno, y peligroso para la vida

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

marina además desprende humos tóxicos al ambiente, y el ácido acético que se considera corrosivo, tóxico para la vida marina e inflamable, por lo tanto la tabla 31 del rayón acetato sobre la toxicidad de los productos químicos tiene un valor de 7.2.

3.7.1.3.1. *Cálculo del índice de toxicidad*

El resultado de cada tabla será remplazado en la fórmula como el dato encontrado a diferencia del resultado del bambú que será tomado como dato estándar. El dato obtenido es evaluado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5=Deficiente

Bambú

$$\text{Índice de toxicidad} = \frac{20}{20} = 1 = \text{Excelente}$$

Lyocell

$$\text{Índice de toxicidad} = \frac{20}{19.5} = 1.03 = \text{Excelente}$$

Modal

$$\text{Índice de toxicidad} = \frac{20}{10} = 2 = \text{Muy buena}$$

Rayón viscosa

$$\text{Índice de toxicidad} = \frac{20}{10} = 2 = \text{Muy buena}$$

Rayón acetato

$$\text{Índice de toxicidad} = \frac{20}{10} = 2 = \text{Muy buena}$$

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

3.7.1.4. Índice de peligrosidad (productos químicos) triangulo NFPA

El pictograma de los productos químicos según la NFPA contiene normas para el buen uso de los materiales, evitar incendios y pérdida de vidas humanas, está clasificado por cuatro riesgos, cada uno de ellos tiene un valor de peligrosidad ascendente que va desde el 0 (menos peligroso) al 4 (más peligroso). La información está relacionada con la [tabla 14](#) de los productos químicos y los valores dependerán de la calificación de la NFPA, se analizará: Salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico

La fórmula para calcular el índice de peligrosidad será la siguiente:

Ecuación 2

$$\sum vt = Vs + Vi + Vr + Vr$$

Ecuación 3

$$\text{Dato obtenido} = \frac{\sum vt (\text{estandar}) \times Dp (\text{estandar})}{\sum vt}$$

Ecuación 4

$$\text{Indicador peligrosidad}(x) = \frac{Dp (\text{estandar})}{\text{Dato obtenido}}$$

Datos:

- Vs, Vi, Vr, Vre= representa el valor de cada riesgo según el químico (salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico), en el caso de no tener un riesgo específico el valor de este riesgo será 0.
- $\sum vt$ =resultado de la suma de los valores del pictograma (salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico), el estándar será la fibra que tenga menor valor en la sumatoria de las variables del pictograma.
- Dato promedio (Dp) = el dato promedio será igual a 20
- Dato obtenido =será el resultado del dato promedio por la sumatoria del valor total estándar en relación con la sumatoria del valor total.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La escala de calificación para el índice de peligrosidad será la siguiente:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5=Deficiente

Bambú

Se realizó el indicador del bambú con la finalidad de tener datos referentes y tener una comparación entre las fibras lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato. La tabla 32 indica que en la producción del bambú actúan dos productos químicos y cada uno tiene un valor de acuerdo al etiquetado de la norma 704, la cual representa los riesgos químicos que presenta a la salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico:

Tabla 32 Indicador de peligrosidad del bambú.

Fibras celulosicas regeneradas	Compuestos	NFPA				Total
		Salud	Infla.	React	R.E.	
Bambú	Hidróxido de Sodio	3	0	1	–	4
	Sulfuro de sodio	2	1	0	–	3
TOTAL						7

Fuente: Flores, 2018

El resultado de la tabla 32 es la suma de los dos compuestos químicos que actúan en la obtención de la guadua angustifolia como es el hidróxido de sodio que de acuerdo al etiquetado del código NFPA en salud es muy peligroso, no causa incendios, es estable en condiciones normales de temperatura pero al calentarse es reactivo, mientras que el sulfuro de sodio es estable y es poco peligroso para el ser humano ante el contacto.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Lyocell

La tabla 33 del indicador de peligrosidad del lyocell contiene valores de cada producto químico que intervienen en la obtención de la fibra y estos son de acuerdo al etiquetado de la NFPA, el cual evalúa los riesgos que tiene producto químico y que sirven como información para el transporte, uso y almacenamiento:

Tabla 33 Indicador de peligrosidad del lyocell.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	NFPA				Total
		Salud	Infla.	React	R.E.	
Lyocell	N- oxido de N-metilmorfina	1	1	1	–	3
	Sulfato de Magnesio	1	0	0	–	1
TOTAL						4

Fuente: Flores, 2018

El resultado de la tabla 33 es la suma de los compuestos químicos y será la sumatoria estándar y dato promedio estándar para la fórmula del índice de peligrosidad, por su menor valor de riesgo ante la salud, reactividad, inflamabilidad y riesgo específico.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Modal

La producción del modal es similar al rayón viscosa la cual utiliza dos productos químicos. En la tabla 34 de acuerdo al pictograma de cada compuesto contiene los valores establecido por el código NFPA en la salud, inflamabilidad, riesgo específico y reactividad.

Tabla 34 Indicador de peligrosidad del modal.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	NFPA				Total
		Salud	Infla.	React	R.E.	
Modal	Sulfuro de Carbono	3	4	0	–	7
	Hidróxido de sodio	3	0	1	–	4
TOTAL						11

Fuente: Flores, 2018

El resultado de la tabla 34 representa la sumatoria de los dos productos químicos que actúan en el proceso de transformación, pues el sulfuro de carbono en salud tiene un valor de 3 lo que significa que es muy peligroso para el ser humano, además es inflamable a temperaturas por debajo de los 25°C, mientras que el hidróxido de acuerdo al etiquetado del código NFPA en salud es muy peligroso, no causa incendios, es estable en condiciones normales de temperatura pero al calentarse es reactivo.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón viscosa

El rayón viscosa se considera contaminante para el ambiente, por los productos químicos que actúan en el proceso como los efluentes que emanan a la atmósfera. En la tabla 35 se encuentran los valores correspondientes a la salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico si así lo tiene.

Tabla 35 Indicador de peligrosidad del rayón viscosa.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	NFPA				Total
		Salud	Infla.	React	R.E.	
Rayón viscosa	Sulfuro de Carbono	3	4	0	–	7
	Hidróxido de sodio	3	0	1	–	4
TOTAL						11

Fuente: Flores, 2018

El resultado de la tabla 35 es 11, este valor representa la sumatoria de los valores de cada producto químico que intervienen en el proceso y que se designaron de acuerdo al etiquetado de la NFPA, y se puede interpretar que el rayón viscosa utiliza productos químicos que son peligrosos para el ser humano.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Rayón acetato

La tabla 36 indica los valores que tiene cada producto en salud, inflamabilidad, reactividad y riesgo específico, entre menos valor que tenga en cada variable se considera no peligroso:

Tabla 36 Indicador de peligrosidad del rayón acetato.

Fibras celulósicas regeneradas	Compuestos	NFPA				Total
		Salud	Infla.	React	R.E.	
Rayón Acetato	Anhídrido acético	2	2	1	–	5
	Ácido sulfúrico	3	0	2	–	5
	Ácido acético	3	2	0		5
TOTAL						15

Fuente: Flores, 2018

La tabla 36 revela que en el proceso de rayón acetato interactúan tres productos químicos y la sumatoria de cada compuesto es 15, y se puede interpretar que son muy peligros para la salud, y son inflamables a temperaturas por debajo de los 93°C, a diferencia del ácido sulfúrico. Con respecto a la reactividad el anhídrido acético y sulfúrico puede explotar al calentarse.

3.7.1.4.1. Cálculo del índice de peligrosidad

El resultado de cada tabla será remplazado en la fórmula como la sumatoria de las variables a diferencia del resultado del lyocell que será tomado como dato sumatoria estándar y dato promedio estándar.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

El dato obtenido es evaluado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5=Deficiente

Datos para remplazar en la fórmula:

- $\sum vt$ (*destandar*) = 4
- $Dp = 4$

Bambú

En fibra del Bambú intervienen tres químicos, de esta manera la sumatoria será de los respectivos químicos

$$\sum vt = 7$$

$$Do = \frac{4 \times 4}{7} = 2.3$$

$$\text{Indicador peligrosidad} = \frac{4}{2.3} = 1.74 = \text{Excelente}$$

Lyocell

En fibra de Lyocell intervienen dos químicos, de esta manera la sumatoria será de los respectivos químicos

$$\sum vt = 4$$

$$Do = \frac{4 \times 4}{4} = 4$$

$$\text{Indicador peligrosidad} = \frac{4}{4} = 1 = \text{Excelente}$$

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Modal

En fibra Modal intervienen dos químicos, de esta manera la sumatoria será de los respectivos químicos

$$\sum vt = 11$$

$$Do = \frac{4 \times 4}{11} = 1.5$$

$$\text{Indicador peligrosidad} = \frac{4}{1.5} = 2.6 = \text{Buena}$$

Rayón viscosa

En fibra del Rayón Viscosa intervienen dos químicos, de esta manera la sumatoria será de los respectivos químicos

$$\sum vt = 11$$

$$Do = \frac{4 \times 4}{11} = 1.5$$

$$\text{Indicador peligrosidad} = \frac{4}{1.5} = 3 = \text{Buena}$$

Rayón acetato

En fibra del Rayón Acetato intervienen tres químicos, de esta manera la sumatoria será de los respectivos químicos.

$$\sum vt = 15$$

$$Do = \frac{4 \times 4}{15} = 1.06$$

$$\text{Indicador peligrosidad} = \frac{4}{1.06} = 3.8 = \text{Buena}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los indicadores permitieron analizar cada fibra textil regenerada desde la calidad de materia prima, los beneficios que aportan al ambiente, e incluso el riesgo que produce los productos químicos a la salud y ambiente.

4.1. Resultados

La elaboración de los indicadores permitió obtener los siguientes resultados:

4.1.1. Resultado de los indicadores

La tabla 37 contiene los datos obtenidos de cada indicador por fibra. En esta tabla se realizó una suma de los indicadores y se obtuvo el desempeño de la mejor fibra y el resultado se clasificó en la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5= Deficiente

Tabla 37 Resultado obtenido de los indicadores.

Fibras celulósicas regeneradas	Indicador de materia prima	Indicador de calidad ambiental	Indicador de toxicidad	Indicador de peligrosidad	Total	Desempeño de mejor fibra
Bambú	1	1	1	1,74	1.19	Excelente
Lyocell	1,11	1,03	1,12	1	1,5	Excelente
Modal	1,18	1,25	2	2.6	1.8	Excelente
Rayón acetato	2	4,0	2	3.8	2.95	Muy buena
Rayón viscosa	2,11	5,0	2	3	3	Buena

Fuente: Flores, 2018

La tabla 37 contiene datos de los indicadores de la fibra de bambú que son valores referentes para tener una comparación entre las fibras de lyocell, modal, rayón viscosa y rayón acetato y decidir

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

por la mejor fibra celulósica. El lyocell ocupa el primer lugar en todos los indicadores con un valor total de 1.5 y con un desempeño excelente, este dato se debe a que esta fibra otorga beneficios al ecosistema, no afecta al ser humano ni vida marina, y su proceso de transformación no contamina la atmósfera. El modal tiene un indicador total de 1.8 con un desempeño excelente es decir que la materia prima no afecta el hábitat de ninguna especie, su desventaja es el proceso de transformación por la utilización de químicos tóxicos para la vida marina y ser humano perjudicando a la atmósfera y suelo. El rayón viscosa y acetato tiene un índice total de 3 y 2.6 respectivamente con un desempeño bueno, la desventaja de estas fibra es la intervención de los auxiliares químicos que intervienen en el proceso por su alto grado de toxicidad y contaminación ambiental que puede producir efectos negativos futuros al bienestar de los seres vivos.

4.2. Análisis y evaluación de resultados

Los resultados obtenidos de cada fibra por indicador, se obtuvieron por la recopilación de información que se encuentra en la parte teórica de esta investigación. Con los datos reunidos se realizó un análisis estadístico de las fibras celulósicas por cada indicador.

4.2.1. Análisis estadístico del indicador de materia prima

Un producto de buena calidad se debe a la particularidad o característica que tiene la materia prima sin afectar a ninguna especie o hábitat. La ilustración 1 detalla el resultado de los indicadores de calidad de materia prima correspondiente a cada fibra, el dato obtenido fue clasificado de acuerdo a la siguiente escala y permite elegir a la fibra más adecuada en materia prima:

Escala para el dato obtenido

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5= Deficiente

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

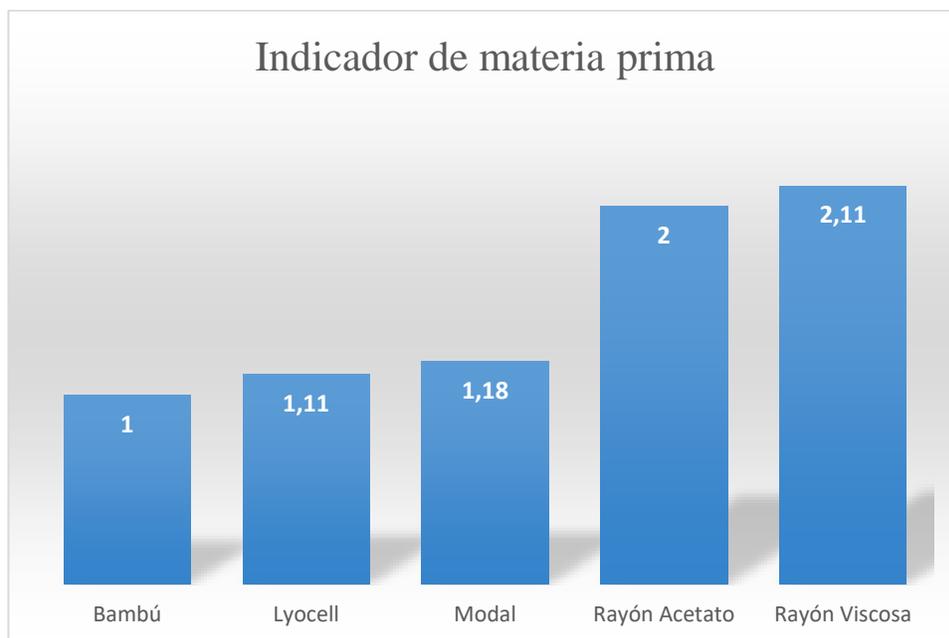


Ilustración 1 Indicador estadístico de materia prima.

Fuente: Flores, 2018

La ilustración 1 demuestra que el lyocell, modal, y bambú son fibras celulósicas que desde el cultivo otorgan beneficios al ecosistema, sin destruir ningún hábitat ni alterar ningún ciclo de vida. En esta investigación se tomó como referencia los datos del bambú para un análisis comparativo por lo tanto el lyocell tiene un indicador de 1.11 con un desempeño de calidad excelente, seguido por el modal con un indicador de 1.18, las fibras de rayón acetato y viscosa tienen un indicador de 2 y 2.11 respectivamente con un desempeño de calidad de materia prima buena.

4.2.2. Análisis estadístico del indicador de calidad ambiental

La manufactura de un producto nuevo de calidad de menor o alto costo puede provenir de un recurso natural que puede otorgar varios beneficios al ambiente, ser humano y suelo, lo cual implicaría la explotación o destrucción de este recurso. Existen fibras que en el proceso de transformación por los productos químicos pueden contaminar al ambiente y a los seres vivos por su proceso verticuloso.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La ilustración 2 del indicador de calidad ambiental contiene el resultado de cada fibra que fue evaluado de acuerdo a la siguiente escala:

Escala para el dato obtenido

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5= Deficiente

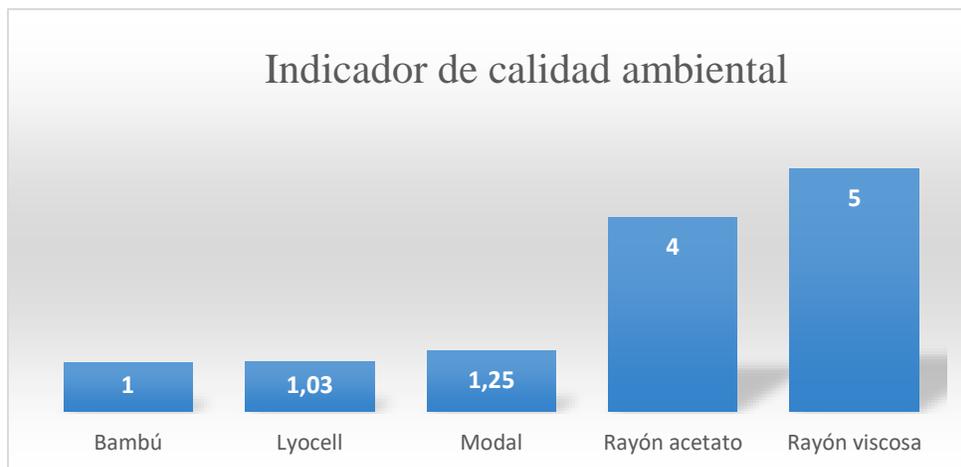


Ilustración 2 Indicador estadístico de calidad ambiental.

Fuente: Flores, 2018

La ilustración 2 demuestra que el lyocell, modal, y bambú son fibras que otorgan beneficios al ambiente, suelo y ser humano y se puede justificar lo escrito por (Flores, 2012) sobre el bambú afirmando que es “protector del medio ambiente y procesador de dióxido de carbono []...colabora en la reconstrucción de la atmósfera”. El lyocell tiene un indicador de 1.03 con un desempeño de calidad ambiental excelente, seguido por el modal con un indicador de 1.25, las fibras de rayón acetato y viscosa tienen un indicador de 4 y 5 respectivamente con un desempeño de calidad de materia prima

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

regular, esto significa que en el proceso de transformación afectan al ambiente y por consecuente al suelo y ser humano.

4.2.3. *Análisis estadístico del indicador de toxicidad*

Desde la obtención de la materia prima hasta su transformación la industria textil utiliza productos químicos de alto y bajo costo. La manipulación de auxiliares químicos puede provocar enfermedades al ser humano consecuencia del contacto diario y que puede producir daños futuros al ambiente, como también a la vida marina.

La ilustración 3 muestra los resultados del índice de toxicidad de las fibras celulósicas estudiadas de acuerdo a los productos químicos utilizados, el resultado obtenido fue clasificado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5= Deficiente

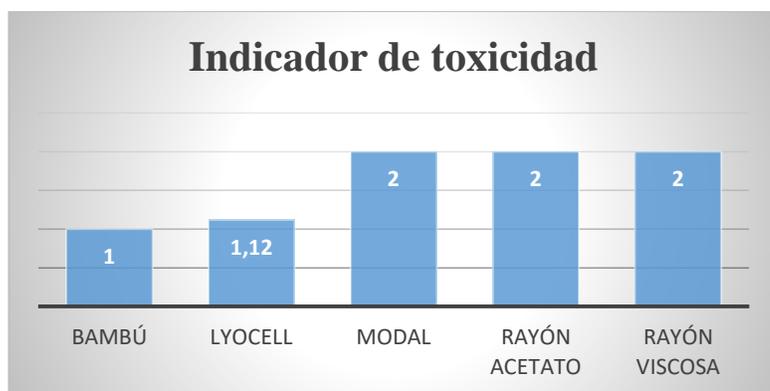


Ilustración 3 Indicador estadístico de toxicidad.

Fuente: Flores, 2018

La ilustración 3 revela que el lyocell tiene un índice de 1.12 y un desempeño excelente, lo que significa que su proceso de transformación no perjudica al ambiente y no es tóxico para la vida marina

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

y ser humano estas ventajas se puede justificar con las afirmaciones de Lenzing el cual testifica por medio de la revista de Textiles panamericanos (2012) que esta fibra es considerado como ameno al ambiente. El modal, rayón viscosa y rayón acetato son similares por su proceso de transformación por lo tanto tienen un indicador de 2 es decir son tóxicos y arrojan efluentes a la atmósfera.

4.2.4. Análisis estadístico del indicador de peligrosidad

Los productos químicos tienen una ficha de seguridad donde consta el uso, almacenamiento y manejo correcto de estos, e incluso cada producto tiene un pictograma que se encuentra clasificado por riesgos como salud, inflamabilidad reactividad y riesgo específico, que se debe tener en cuenta con la finalidad de evitar pérdidas de vidas humanas y tener una buena manipulación de químicos. La ilustración 4 abarca los resultados de cada fibra y el valor obtenido fue clasificado de acuerdo a la siguiente escala:

- 1= Excelente
- 2=Muy Buena
- 3= Buena
- 4=Regular
- 5= Deficiente

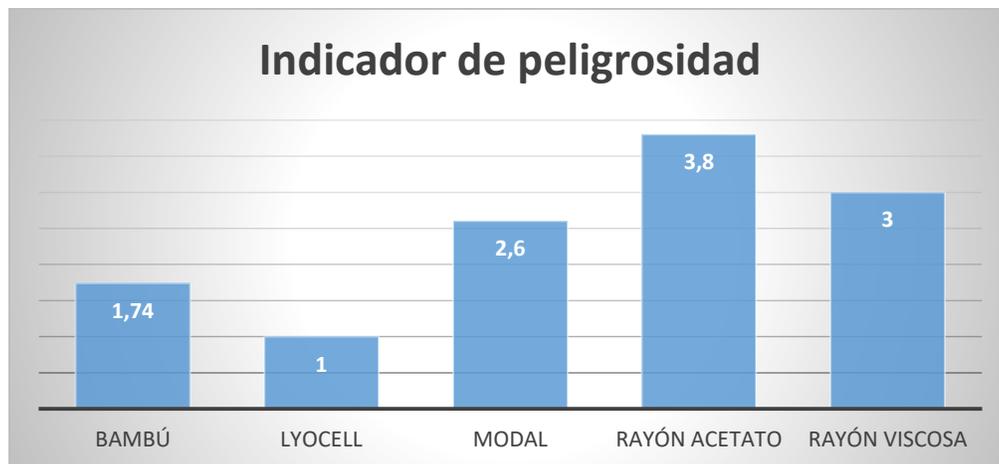


Ilustración 4 Indicador estadístico de peligrosidad de los productos químicos.

Fuente: Flores, 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La ilustración 4 demuestra que la fibra lyocell tiene un indicador de 1 lo que significa que los productos utilizados no afectan a la salud del ser humano por el contacto diario, y que son estables bajo temperatura ambiente, el modal, rayón viscosa y rayón acetato tienen un indicador de 2.6, 3.8 y 3 respectivamente, esto significa que los productos químicos utilizados en la elaboración de estas fibras son muy peligrosos para la salud e inflamantes bajo temperaturas de 96°C. (Gacén & Maillo, 1978, pág. 9) llegan a la misma conclusión “El rayón viscosa es perjudicial para el ambiente, pues arroja a sus efluentes disulfuro de carbono, xantato de celulosa y lignina”, Los efluentes expulsados ejercen un efecto tóxico sobre el bienestar de la vida de los trabajadores. Además Hollen, Saddler, & Langford (2001) concuerdan que en el proceso de transformación, y tratamientos posteriores del rayón acetato y viscosa, necesita químicos fuertes que afectan al ambiente y emiten gases a la atmósfera.

4.2.4.1. Análisis estadístico general de los resultados obtenidos de los indicadores

La ilustración 5 es un análisis estadístico general que se tomó como base la sumatoria total de cada indicador por fibra, es decir los valores de cada fibra fueron sumados y divididos para el número de indicadores como son el de materia prima, calidad ambiental, toxicidad y peligrosidad de los productos químicos de las fibras bambú, lyocell, rayón acetato, rayón viscosa:

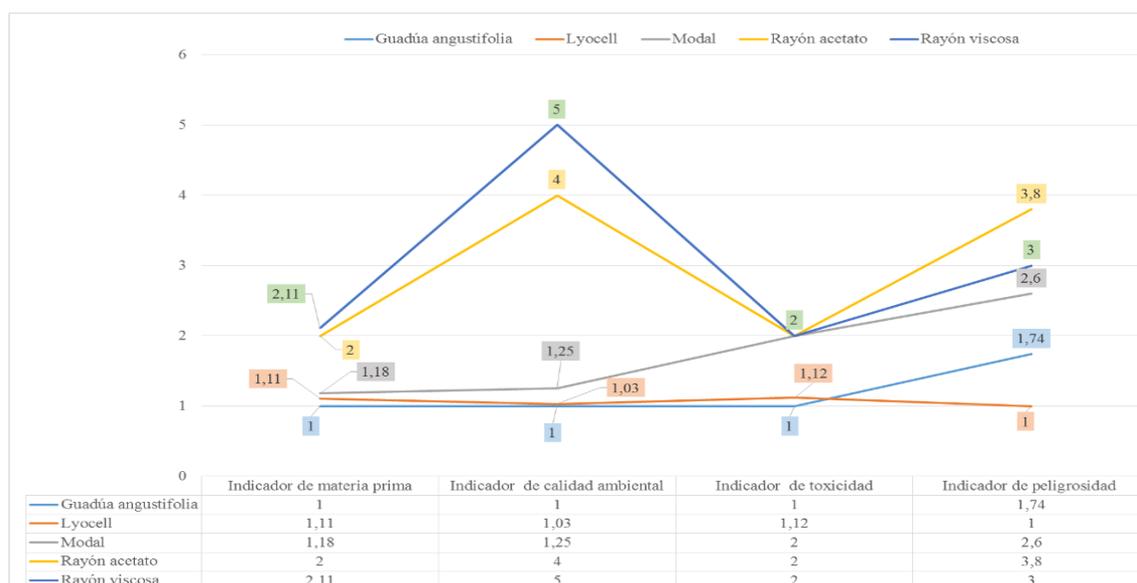


Ilustración 5 Indicador estadístico general de los indicadores.

Fuente: Flores, 2018

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

La ilustración 5 contiene todos los valores de cada indicador por fibra. La fibra que más se acerca al valor uno es una fibra excelente, mientras se aleja hasta llegar al 5 es una fibra muy deficiente. En el indicador de materia prima, calidad ambiental, toxicidad y peligrosidad de los productos químicos, la fibra de Bambú es la que menos valor tiene por lo tanto se convierte en una fibra ideal para la producción de una innovación textil, pero como el objetivo de este análisis es determinar una fibra celulósica regenerada a partir del Bambú y que por el valor de los indicadores lo revela es el Lyocell debido a sus características, beneficios y propiedades que ofrece. En una investigación Galvez (2013) explica que la sustentabilidad del Lyocell se debe a su ciclo de transformación con menor consumo de energía por menos consumo de pesticidas fertilizantes, se considera una fibra de rápido desarrollo tanto en crecimiento de la planta como en la elaboración de fibras, incluso sus residuos pueden ser reutilizados como materia prima para otro producto.

Las fibras como el modal, rayón acetato y rayón viscosa son fibras con ciertas desventajas, una de ellas es por el proceso que se caracteriza por utilizar productos contaminantes, que alteran al buen vivir de los seres vivos, y que emanan efluentes a la atmósfera, (Sentido y Sostenibilidad, 2014, pág. 1) concuerdan con los resultados obtenidos afirmando que el Modal en “su fabricación es similar a la de la viscosa, por lo que no es plenamente ecológico”.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La fibra de rayón viscosa, rayón acetato, lyocell, modal y bambú fueron analizados de acuerdo a los siguientes parámetros: materia prima, beneficios que puede aportar al ambiente, suelo, ser humano, la sustentabilidad de la fibra, el proceso y dentro de este los productos químicos y maquinaria, cabe recalcar que también se recopiló información del bambú con el objetivo de tener datos referentes y tener una comparación entre dichas fibras, este análisis permitió obtener las siguientes conclusiones:

- Por medio de los datos bibliográficos indagados en revistas, libros, tesis etc, se obtuvo información del lyocell, bambú, rayón acetato y rayón viscosa desde el origen de la materia prima, proceso, productos químicos y maquinaria que actúan en la transformación, como también las aplicaciones dentro del área textil, la sustentabilidad y beneficios que otorga al ambiente, suelo y seres vivos. Mediante esta información recopilada se realizó una tabla general de las propiedades físicas, flujogramas y tablas detalladas que especifican los pasos a seguir para la obtención de cada fibra celulósica.
- Para evaluar cada proceso de las fibras regeneradas rayón acetato, rayón viscosa, lyocell y modal para determinar el proceso más adecuado se realizó indicadores de materia prima, calidad ambiental, toxicidad y peligrosidad de los productos químicos, ya que estos parámetros son indispensables para analizar un proceso de transformación, en el indicador de materia prima la mejor fibra es el lyocell que tiene un indicador de 1.11 es decir un desempeño de calidad excelente, el indicador de calidad ambiental tiene un indicador de 1.03 con un desempeño excelente, el de peligrosidad y toxicidad el indicador de 1 y 1.12 con un desempeño excelente. El modal tiene un indicador de 1.18 un desempeño de calidad de materia prima excelente, en el indicador de calidad ambiental el modal tiene un indicador de 1.25 con un desempeño excelente, en el de peligrosidad y toxicidad el modal tiene un indicador de 2.6 y 1.8 respectivamente con un desempeño muy bueno, el rayón acetato en el indicador de materia prima tiene un indicador de 2 con un desempeño muy bueno, en el de calidad ambiental el acetato tiene un indicador de 4 con un desempeño deficiente, en el de peligrosidad y toxicidad

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

el acetato tiene un indicador de 2 y 3.8 respectivamente con un desempeño bueno, y el rayón viscosa con un indicador de 2.11 con un desempeño muy bueno en materia prima, en el indicador de calidad ambiental la viscosa tiene un indicador de 5 con un desempeño deficiente, en el de peligrosidad y toxicidad de la viscosa tiene un indicador de 2 y 3 respectivamente con un desempeño bueno.

Los desempeños de calidad se refieren a la contaminación que puede producir a la atmósfera, y al bienestar de vida de los seres humanos.

- Con los resultados de los indicadores se puede concluir que la mejor fibra es el lyocell en materia prima, calidad ambiental, sustentabilidad, toxicidad y por lo tanto no peligrosa por los productos químicos que actúan en la obtención de una fibra textil, esto se debe a que proviene de la pulpa de eucalipto y es 100% biodegradable, consume menor energía y sus residuos pueden ser reutilizados como materia prima para otro producto, disminuye las emisiones de contaminantes, en el proceso de transformación utiliza un producto denominado óxido de amina (NMMO) que no produce ningún daño al ambiente, se caracteriza por ser sustentable, la desventaja que tiene esta fibra es que no es muy reconocida por el consumidor debido a su escasa información, y otra desventaja es el mal uso que puede darle el ser humano por el exceso de producción.
- Se realizó una tabla de las propiedades físicas de las fibras y se puede concluir que el lyocell por su alto grado de polimerización tiene mayor resistencia en seco y húmedo, es una fibra que presenta buena absorción confort y biodegradabilidad.
- En el Ecuador la producción de una fibra textil lyocell se convertiría en un proceso sustentable y productivo, el clima tropical favorece a la obtención de la materia prima, además de presentar buenas ventajas como la elaboración de un producto biodegradable y con etiquetado ecológico, disminuiría consumo del algodón y así el uso de pesticidas.

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

5.2. Recomendaciones

- No realizar la búsqueda de información bibliográfica en fuentes no confiables
- Se recomienda analizar a otras fibras textiles que pueden optar por resultados similares por la intervención de productos químicos no tan contaminantes.
- El consumo incide en la aceptación de las personas hacia un nuevo producto y más si es biodegradable y sustentable, por lo tanto se recomienda realizar un análisis de costos con la finalidad de saber cuál es la fibra más económica en producción sin afectar el ambiente y bienestar del ser humano.
- En el Ecuador existen diferentes tipos de bambús y en esta investigación el bambú estudiado es la guadúa angustifolia, por lo tanto se recomienda realizar un análisis comparativo de diferentes variedades, con la finalidad de obtener una fibra textil con otra caña derivado de bambú.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, S. (1960). Bambúes y pseudo bambúes económicos del Ecuador. QUITO: UNIVERSITARIA. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9203/1/Bamb%C3%BAes%20y%20pseudo%20bamb%C3%BAes%20econ%C3%B3micos%20del%20Ecuador.pdf>
- Añazco, M. (ABRIL de 2013). Estudio De Vulnerabilidad Del Bambú Guadua Angustifolia Al Cambio Climático. Obtenido de Estudio De Vulnerabilidad Del Bambú Guadua Angustifolia Al Cambio Climático: http://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Estudio_de_vulnerabilidad_del_bambu.pdf
- Arauco. (s.f.). ¿Qué es la celulosa? Obtenido de ¿Qué es la celulosa?: http://web.arauco.cl/informacion.asp?idq=644&parent=642&ca_submenu=642&idioma=
- Arocha, D. L. (Abril de 2016). Optimizacion En El Proceso De Quemado De Bambú En El Sector Artesanal. Guatemala.
- Baca, J. C. (2014). Indicadores De Ciudad Sostenible. Recuperado el 8 de MAYO de 2018, de Indicadores De Ciudad Sostenible: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiEs4m7vPfaAhXGzlkKHYa7A-4QFgg-MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.quitoambiente.gob.ec%2Fambiente%2Findex.php%2Fbiblioteca-digital%2Fcategory%2F69-proyectos%3Fdownload%3D437%3A>
- Badische, A., & Ag, S. F. (s.f.). Manual Para La Tintura Y Acabado De Acetato Y Triacetato Solos O En Mezcla Con Otras Fibras. República Federal De Alemania: BASF.
- Baez, R. (2018). Obtención Pasta De Celulosa. Obtenido de Obtención Pasta De Celulosa: http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1264842051408_205371_12114/Tema
- Baldo, P. (7 de Febrero de 2013). Until I Wake. Obtenido de Until I Wake: <https://untiliwake.wordpress.com/2013/02/07/lyocell-menos-agua-menos-quimicos-mejor-medio-ambiente/>

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Bamboo y Organics. (s.f.). Modal. Obtenido de Modal:

http://bambooandorganics.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=128

Bambú Ecuador. (26 de JULIO de 2016). Bambú Ecuador. Obtenido de Bambú Ecuador:

<https://bambu.com.ec/bambu/el-bambu-en-ecuador/>

Bambú Venezuela. (2011). Bambú Guadúa. Obtenido de Bambú Guadúa:

file:///F:/recopilacion%20de%20informaci%C3%B3n/BAMB%C3%A9/Bamb%C3%BA%20Venezuela_%20El%20Diamante%20Negro%20del%20Oro%20verde.html

Bambusetum.com. (2006). Bambusetum.com. Obtenido de Bambusetum.com:

<http://www.bambusetum.com/bambu.html>

Belén, J. N. (OCTUBRE de 2012). Investigacion de la Fibra de bambú. Obtenido de Investigacion de la Fibra de bambú:

http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=1119

Biosca, A. (14 de Junio de 2016). Los Tejidos Más Frescos Para Un Verano Sostenible.

Obtenido de Los Tejidos Más Frescos Para Un Verano Sostenible:

<http://slowearproject.com/los-tejidos-mas-frescos-verano-sostenible/>

Borbély, É. (2008). Lyocell, The New Generation of Regenerated Cellulose. Acta

Polytechnica Hungarica . Budapest, Hungría. Obtenido de Lyocell, The New Generation of Regenerated Cellulose: https://www.uni-obuda.hu/journal/Borbelyne_15.pdf

Carrillo, N. F. (2002). Caracterización Estructural De Fibras Lyocell Y Su Comportamiento

Frente A Proceso De Degradación. Obtenido de Caracterización Estructural De Fibras

Lyocell Y Su Comportamiento Frente A Proceso De Degradación:

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6428/06CAPITULO1.pdf?sequence=6>

Choudhury, S. (2018). ¿La Ropa De Modal Es Transpirable? Obtenido de ¿La Ropa De

Modal Es Transpirable?: http://www.ehowenespanol.com/ropa-modal-transpirable-info_184754/

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Código Orgánico Del Ambiente. (<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf> de ABRIL de 2017). Código Orgánico Del Ambiente. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.

Constitucion De La República Del Ecuador. (2008). Constitucion De La República Del Ecuador. Quito.

Cruz, E. C. (22 de Marzo de 2014). Celulosa. Obtenido de Celulosa: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Seminario-Celulosa_27101.pdf

Deshpande, R. (9 de Mayo de 2017). Tejidos Textiles Respetuosos Con El Medio Ambiente Obtenidos De La Celulosa. 1. (N. D. Amazings, Entrevistador)

Eco Loco. (27 de NOVIEMBRE de 2017). Lyocell: uno de los textiles más verdes. Obtenido de Lyocell: uno de los textiles más verdes: <https://www.eco-loco.ca/blogs/news/le-tencel>

Eduardo, V. J. (18 de Junio de 2013). Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5114/1/UPS-CT002701.pdf>

Estrada, M. (ENERO de 2010). Extracción y Caracterizacion Mecánica De Las Fibras De Bambú (*guadua angustifolia*) Para Su Uso Potencial Como Ruerzos De Matriales Compuesto. Obtenido de Extracción y Caracterizacion Mecánica De Las Fibras De Bambú (*guadua angustifolia*) Para Su Uso Potencial Como Ruerzos De Matriales Compuesto: https://www.researchgate.net/profile/Martin_Estrada3/publication/281294722_Extraccion_y_caracterizacion_mecanica_de_las_fibras_de_bambu_Guadua_angustifolia_para_su_uso_potencial_como_refuerzo_de_materiales_compuestos/links/55e09da208ae6abe6e897507/Extra-cc

Fedit. (s.f.). Observatorio Industrial del Sector TEXTIL/CONFECCIÓN.

Fernandez, R. (2013). Los Mil Y Un Usos Del Milenario Bambú. Recuperado el 16 de Junio de 2018, de Los Mil Y Un Usos Del Milenario Bambú: <http://www.envio.org.ni/articulo/884>

Flores, J. E. (2012). Proyecto De Factibilidad Para La Explotacion De Bambú A Chile, 2011-2020. Obtenido de Proyecto De Factibilidad Para La Explotacion De Bambú A Chile, 2011-2020: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8134/1/46253_1.pdf

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

FNLS. (2014). Identificación de Riesgo / Código NFPA. Obtenido de Identificación de Riesgo / Código NFPA:

http://www.fnls.com.ar/SENALES_POR_GRUPO/RIESGOS/NFPA/nfpa.html

Gacén, J., & Maillo, J. (1978). Fibras Químicas de Celulosa Regenerada. Tarrasa: Librería Costa Font Vella 44 Terrassa Barcelona.

Galvez, F. (2013). Registro Y Documentación Fibras Sustentables. Obtenido de Registro Y Documentación Fibras Sustentables:

<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2585/1/09773.pdf>

GALVEZ, F. (2013). REGISTRO Y DOCUMENTACION FIBRAS SUSTENTABLES.

Obtenido de REGISTRO Y DOCUMENTACION FIBRAS SUSTENTABLES:

<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2585/1/09773.pdf>

Gil, S. A. (s.f.). Fibras Textiles. Lima: Imprenta Grupo IDAT. Obtenido de Fibras Textiles.

Giraldo, H. E. (15 de Octubre de 2008). Guadua y Bambú Colombia (GBC) Guadua Angustifolia Kunth. Obtenido de Guadua y Bambú Colombia (GBC) Guadua Angustifolia Kunth: <https://guaduybambu.es.tl/Aportes-Ambientales-Guadua--s--Bambu.htm>

Giraldo, M. J. (2015). Manual Técnico Textil. Colombia: Juan Carlos Maya Creativo.

GTM. (Agosto de 2014). Permanganato De Potasio. Obtenido de Permanganato De Potasio:

<http://www.gtm.net/images/industrial/p/PERMANGANATO%20DE%20POTASIO.pdf>

GTM. (Abril de 2016). Ácido Acético Glacial. Obtenido de Ácido Acético Glacial:

<http://www.uacj.mx/IIT/CICTA/Documents/Acidos/Acido%20Ac%3%A9tico.pdf>

GTM. (Mayo de 2017). Sulfato De Magnesio. Obtenido de Sulfato De Magnesio:

<http://www.gtm.net/images/industrial/s/SULFATO%20DE%20MAGNESIO.pdf>

Guerrero, N. K. (2013). Valoración Objetiva Del Pilling En Tejidos De Calada Por Análisis De Imágenes. Obtenido de Valoración Objetiva Del Pilling En Tejidos De Calada Por Análisis De Imágenes:

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/923/681_2005_ESIT_MAESTRIA_karla_neri.pdf?sequence=1

Gutiérrez, J. A. (24 de Abril de 2003). Obtención de pasta celulósica a partir de madera procedente de la poda de encina (*Quercus ilex* L.). Huelva. Obtenido de Obtención de pasta celulósica a partir de madera procedente de la poda de encina (*Quercus ilex* L.).

Hallet, A., & Jhonston, C. (2010). Guía De Fibras Naturales Blume.

Hollen, N., Saddler, J., & Langford, A. (1997). Introducción A Los Textiles. México: Limusa Noriega.

Hollen, N., Saddler, J., & Langford, A. (2001). Introducción A Los Textiles. MEXICO: LIMUSAN S.A.

Hortal, F. S. (1987). Métodos de la industria química 2. Bogota: Reverté S.A. Obtenido de Métodos de la industria química 2:

<https://books.google.com.ec/books?id=gXy0D6vWx7EC&pg=PA162&lpg=PA162&dq=obtencion+de+la+celulosa+del+rayon&source=bl&ots=1mrb-p2DKw&sig=X1nBZjSZ8xwV2uFAgZOCapcSsbo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj8sOCIMLcAhXLulMKHdmEBLcQ6AEwF3oECAkQAQ#v=onepage&q=obtencion%20>

ICSC. (Abril de 2006). Anhidrido Acético. Obtenido de Anhidrido Acético:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/201a300/nspn0209.pdf>

ICSC:002. (Octubre de 2000). Disulfuro De Carbono. Obtenido de Disulfuro De Carbono:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0022.pdf>

ICSC:0209. (Abril de 2006). Anhidrido Acetico. Obtenido de Anhidrido Acetico:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/201a300/nspn0209.pdf>

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

IIO UABC. (s.f.). Hoja De Datos De Seguridad; Hidróxido de Sodio. Obtenido de Hoja De Datos De Seguridad; Hidróxido de Sodio: http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/hidroxido_de_sodio.pdf

Jacome, M. A. (2002). FIBRAS TEXTILES. Obtenido de FIBRAS TEXTILES: <http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/organica/directorio/jaime/fibras%20textiles.pdf>

Lavado, F. E. (2013). La Industria Textil Y Su Control De Calidad II.

Lenzing. (2017). Productos. Obtenido de Productos: <http://www.lenzing.com/en/co-products/products/furfural.html>

Lopez, S. E. (s.f.). Fabricación De Pasta De Celulosa Aspectos Tecnicos Y Contaminación Ambiental. Obtenido de Fabricación De Pasta De Celulosa Aspectos Tecnicos Y Contaminación Ambiental: <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT6/6CyT%2005.pdf>

Maganda. (2018). Maganda Eco Desings Store. Obtenido de Maganda Eco Desings Store: <https://www.magandastore.cl/nosotros>

Mishra, N., Rene, V. M., & Sabale, A. (2008). Las Variedades De Fibras Biodegradables Mas Modernas. Fibra De Bambú. Buenos Aires: Revista Galaxia N° 204.

Mondragón, A. J. (2002). Fibras Textiles. Obtenido de Fibras Textiles: <http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/organica/directorio/jaime/fibras%20textiles.pdf>

Montesco, J. (1958). Manufactura Textil Del Rayón. Buenos Aires.

NAVARRETE, C. F. (ENERO de 2002). CARACTERIZACION ESTRUCTRAL DE FIBRAS LYOCELL Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE A PROCESOS DE DEGRADACION. Obtenido de CARACTERIZACION ESTRUCTRAL DE FIBRAS LYOCELL Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE A PROCESOS DE DEGRADACION: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93739/06CAPITULO1.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

Navarrete, C. F. (Enero de 2002). Caracterización Estructural De Fibras Lyocell Y Su Comportamiento Frente A Proceso De Degradación. Obtenido de Caracterización Estructural De Fibras Lyocell Y Su Comportamiento Frente A Proceso De Degradación:

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93739/06CAPITULO1.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Neefus, A. L. (s.f.). Industria De Productos Textiles. Obtenido de Industria De Productos Textiles:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/89.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana ISO 6938. (2016). INEN. QUITO, ECUADOR. Obtenido de INEN: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/nte_inen-iso_6938.pdf

Ortiz, V. A. (s.f.). El Profe Abdón Moda Y Confección. Obtenido de El Profe Abdón Moda Y Confección: <http://abortiz.wixsite.com/textiles/blank-iwgr1>

Osorio Serna, L. R., Trujillo De los Ríos, E. E., & Moreno Montoya, L. E. (Julio de 2006). Estudio De Las Características Físicas De Haces De Fibra De Guadúa. Obtenido de Estudio De Las Características Físicas De Haces De Fibra De Guadúa:

http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/20/guadua_angustifolia.pdf

OXIQUIM S.A. (Marzo de 2007). Sulfato De Sodio. Obtenido de Sulfato De Sodio:

http://www.asiquim.com/nwebq/download/HDS/Sulfato_de_Sodio.pdf

P. Lucena, M., Suarez, A., & Zamudio, I. (13-17 de OCTUBRE de 2008). Desarrollo De Un Material Compuesto A Base De Fibras De Bambú Para Aplicaciones Aeronáuticas.

Latinoamericana De Metalurgia Y Materiales 2009, 3. Obtenido de DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE FIBRAS DE BAMBÚ PARA APLICACIONES AERONÁUTICAS.

Patagonia. (s.f.). Tencel, Lyocell. Obtenido de Tencel, Lyocell: <https://patagonia-ar.com/pages/tencel-lyocell>

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

ProEcuador. (2016). Análisi Sectorial. Obtenido de Análisi Sectorial:

http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/11/PROEC_AS2016_BAMBU.pdf

Proyecto Corpei-CBI. (Agosto de 2005). Perfil De Producto Bambú. Obtenido de Perfil De Producto Bambú.

Rainbow, D. (8 de JULIO de 2015). Modal. Obtenido de MODAL:

<http://fibrasespecialestm25.blogspot.com/2015/07/modal.html>

Rainbow, D. (2016). Fibras Especiales. Obtenido de Fibras Especiales:

<http://fibrasespecialestm25.blogspot.com/2015/07/modal.html>

Roth. (20 de Diciembre de 2016). Ficha De Datos De Seguridad Morfolina. Obtenido de Ficha De Datos De Seguridad Morfolina:

https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9691_ES_ES.pdf

Sanz Tejedor, A. (s.f.). Tecnología De La Celulosa. La Industria Papelera. Obtenido de Tecnología De La Celulosa. La Industria Papelera:

<https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>

Schuster, K. (1955). Materias Primas Textiles. Barcelona: Printed in Spain.

Sentido y Sostenibilidad. (8 de Abril de 2014). Los Tejidos Que Respetan El Medio Ambiente. Obtenido de Los Tejidos Que Respetan El Medio Ambiente:

<https://sentidoysostenibilidad.com/2014/04/08/los-tejidos-que-respetan-el-medio-ambiente/>

Textil Bamboo. (s.f). Textil Bamboo. Obtenido de Textil Bamboo:

<http://textilbamboo.com/19.html>

Textil Bamboo. (s.f). TEXTIL BAMBOO. Obtenido de TEXTIL BAMBOO:

<http://textilbamboo.com/19.html>

Textil Express. (Diciembre de 2017). Lenzing Invierte Para Asegurar El Liderazgo

Tecnológico En Fibras Modal. Obtenido de Lenzing Invierte Para Asegurar El Liderazgo Tecnológico En Fibras Modal:

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

http://www.textilexpres.com/TE/index.php?option=com_content&view=article&id=4032&catid=906&Itemid=65

Textiles Panamericanos. (2012). Fibras Mejores Para El Ambiente. Textiles Panamericanos, 1.

Textiles Panamericanos. (2012). FIBRAS MEJORES PARA EL MEDIO AMBIENTE. TEXTILES PANAMERICANOS, 1.

Thompson, W. (17 de Abril de 2017). ¿Qué Tipo De Material Es El Modal? Obtenido de ¿Qué Tipo De Material Es El Modal?: http://www.ehowenespanol.com/tipo-material-modal-info_225867/

Todo telas. (13 de Julio de 2018). Toda ropa confección de ropa de trabajo. Obtenido de Toda ropa confección de ropa de trabajo: http://ropa.todotelas.cl/fabricacion_ropa.htm

UABC, I. (27 de Diciembre de 2005). Hoja De Datos De Seguridad. Obtenido de Hoja De Datos De Seguridad: http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido_sulfurico.pdf

Udale, J. (2008). Diseño Textil: Tejidos Y Técnicas.

Verma, P. (1977). Modal fibers. Obtenido de Modal fibers: <https://static.fibre2fashion.com/ArticleResources/PdfFiles/52/5169.pdf>

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

ANEXOS

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Hidróxido de Sodio

Información sobre la sustancia o mezcla

- Nombre químico (IUPAC): Sulfuro de sodio.
- Fórmula química: Na₂S.
- Sinónimos: Monosulfuro de sodio.

Identificación de los riesgos

- Marca en etiqueta: corrosivo
- Clasificación de riesgos del producto químico:
Salud: 2 Inflamabilidad: 1 Reactividad: 0
- Riesgos para el medio ambiente: Peligroso para el medio ambiente. Tiene efectos tóxicos sobre la fauna marina aunque entre en pequeñas cantidades al agua.

Estabilidad y reactividad

- Estabilidad: Estable en condiciones normales de manipulación.
- Productos peligrosos de la combustión: Al entrar en combustión desprende óxidos tóxicos de sodio y de azufre.

Información toxicológica

- Toxicidad a largo plazo: No se conoce los efectos de largo plazo de este producto. Efectos locales o sistémicos: Irritación fuerte de los tejidos.
- Sensibilización alérgica: No se producirá.

Información ecológica

Efectos sobre el medio ambiente: Tóxico al entrar en aguas naturales, aún en pequeñas cantidades.

Fuente: Flores (2018) adaptado (IIO UABC, s.f.)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA
A PARTIR DEL BAMBÚ

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Disulfuro de Carbono

DISULFURODECARBONO ICSC:0022 Octubre2000			
Clasificación de riesgos del producto químico:			 
Salud: 3 <u>Inflamabilidad</u> : 2 <u>Reactividad</u> :0			
Tipo de peligro / exposición	Peligros agudos / síntomas	Prevención	Primeros auxilios / lucha contra incendios
Incendio	Altamente inflamable. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner	Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono,
Datos importantes			
Peligros químicos Puede descomponerse con explosión por choque, fricción o sacudida. Puede explotar por calentamiento intenso. La sustancia puede incendiarse espontáneamente en contacto con el aire y con superficies calientes, produciendo humos tóxicos de dióxido de azufre (ver FISQ 0074). Reacciona violentamente con oxidantes. Originando peligro de incendio y explosión. Ataca algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos.		Efectos de exposición de corta duración La sustancia irrita los ojos la piel. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede causar efectos en sistema nervioso central. La exposición podría causar disminución del estado de alerta. La exposición entre 200 y 500 ppm podría causar la muerte. Efectos de exposición prolongada o repetida El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema cardiovascular y al sistema nervioso, dando lugar a enfermedades coronarias y severos efectos neuro comportamentales, polineuritis, psicosis.	
Datos ambientales			
La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.			

Fuente: Flores (2018) adaptado (ICSC:002, 2000)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Sulfato de Magnesio



SALUD	1
INFLAMABILIDAD	0
PELIGROS FÍSICOS	0
PROTECCIÓN PERSONAL	E

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: SULFATO DE MAGNESIO

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. No es corrosivo para los metales. No reacciona con el agua.

10.2 Estabilidad química

- El producto es químicamente estable y no requiere estabilizantes.
- En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos.

SECCIÓN 11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

- Bioacumulación en peces – bcf (ocde 305): n/d
- Mutagenicidad, Cancerogenicidad y toxicidad para la reproducción:
- No se dispone de información sobre ningún componente de este producto, que presente niveles mayores o iguales que 0,1%, como carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos).

FUENTE: Flores(2018) adaptado (GTM, 2017)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

N- METILMORFINA N- ÓXIDO

Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

Identificación de la sustancia Morfolina

Pictogramas



Estabilidad y reactividad

Riesgo de ignición. Calentando: Vapores pueden formar con aire una mezcla explosiva.

Estabilidad química

- El material es estable bajo condiciones ambientales normales y en condiciones previsibles de temperatura y presión durante su almacenamiento y manipulación.
- Posibilidad de reacciones peligrosas; Reacciones fuertes con: Muy comburente, Ácido fuerte
- Condiciones que deben evitarse; Descomposición comienza a partir de temperaturas de: 390 °C.

Información Toxicológica

- Toxicidad específica en determinados órganos – exposición repetida
- No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición repetida).
- Peligro por aspiración: No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.
- Toxicidad; se clasificará como peligroso para el medio ambiente acuático.
- Procesos de degradación; La sustancia es fácilmente biodegradable.

Fuente: Flores (2018) adaptado (Roth, 2016)

ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRA TEXTIL REGENERADA A PARTIR DEL BAMBÚ

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Anhidrido Acético

- Identificación de la sustancia o del preparado
- Denominación: Anhídrido Acético
- Fórmula: $(\text{CH}_3\text{CO})_2$

Estabilidad y reactividad

Materias que deben evitarse:

- Ácidos. Agua. Alcoholes. Amoníaco. Agentes oxidantes (entre otros, ácido perclórico, percloratos, halogenatos, CrO_3 , halogenóxidos, ácido nítrico, óxidos de nitrógeno, óxidos no metálicos, ácido cromosulfúrico). Hidróxidos alcalinos.

Información complementaria

- Los gases / vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.
- Efectos peligrosos para la salud:
- Por inhalación de vapores: Irritaciones en vías respiratorias. Sustancia muy corrosiva. Puede provocar bronconeumonía, edemas en el tracto respiratorio. En contacto con la piel: quemaduras.

Información Ecológica

- Peces (*Leuciscus Idus*) = 410 mg/l.
- Clasificación: Altamente tóxico. Peces (*L. Macrochirus*) = 75 mg/l; Clasificación: Extremadamente tóxico. Crustáceos (*Daphnia Magna*) = 47 mg/l; Clasificación: Extremadamente tóxico.
- Medio receptor: Riesgo para el medio acuático = Alto Riesgo para el medio terrestre = Medio
- Observaciones:
- Altamente tóxico en medios acuáticos. Afecta a peces, microcrustáceos y bacterias por desviación del pH. Ecotoxicidad aguda en función de la concentración del vertido.

FUENTE: Flores (2018) adaptado (ICSC, 2006)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Ácido Sulfúrico



Producto químico e identificación de la empresa

- **Nombre del Producto:** ácido sulfúrico
- **Sinónimos:** aceite de vitriolo, ácido para baterías, sulfato de hidrógeno, ácido de decapado, espíritus de azufre, ácido electrolito, sulfato de dihidrógeno
- **Fórmula:** H₂SO₄

Estabilidad y reactividad

Descompone a 340° Centrióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

Información toxicológica

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como: cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano

Información ecológica

Perjudicial para todo tipo de animales

Fuente: Flores (2018) adaptado (UABC, 2005)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Ácido Acético

Ácido acético		Icsc: 0363 Mayo 2010	
Tipo de peligro / exposición	Peligros agudos / síntomas	Prevención	Primeros auxilios / lucha contra incendios
Incendio	Inflamable.	Evitar las llamas, no producir chispas y no fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada o dióxido de carbono.

Explosión	Por encima de 39°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire. Riesgo de incendio y explosión en contacto con oxidantes fuertes.	Por encima de 39°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a Prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
------------------	---	--	--

DATOS IMPORTANTES	
<p>Peligros químicos La sustancia es un ácido débil. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con bases fuertes, ácidos fuertes y muchos otros compuestos. Ataca a algunos tipos de plásticos, caucho y revestimientos.</p>	<p>Riesgo de inhalación Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>Efectos de exposición de corta duración La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación puede causar edema pulmonar, pero sólo tras producirse los efectos corrosivos iniciales en los ojos o las vías respiratorias.</p>
Datos ambientales	
La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.	

Fuente: Flores (2018) adaptado (ICSC:0209, 2006)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS

Sulfuro de sodio

Clasificación de riesgos del producto químico: corrosivo

Salud: 2 Inflamabilidad: 1 Reactividad: 0

Riesgos para la salud de las personas: Es peligroso para la salud de las personas, sobre todo si entra en contacto con ácidos y libera ácido sulfhídrico. Este es letal en bajas concentraciones

Identificación del producto y de la compañía

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: SULFURO DE SODIO

Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

No es corrosivo para los metales.

10.2 Estabilidad química: Establece en condiciones normales de manipulación.

- Condiciones que se deben evitar: Evite calentar el producto o exponerlo a fuentes de calor.
- Incompatibilidad (materiales que se deben evitar): Evite el contacto con ácidos, debido a la generación de ácido sulfhídrico, y con agentes oxidante fuertes, con los que puede reaccionar en forma explosiva.
- Productos peligrosos de la descomposición: No descompone.
- Productos peligrosos de la combustión: Al entrar en combustión desprende óxidos tóxicos de sodio y de azufre.
- Polimerización peligrosa: No se producirá

Información toxicológica

- Toxicidad a corto plazo: LD50 (ratas) = 200 mg/kg, por ingestión. En conejos, el LD50 dermal es de 177.8 mg/kg. En general: corrosivo.
- Toxicidad a largo plazo: No se conoce los efectos de largo plazo de este producto
- Efectos locales o sistémicos: Irritación fuerte de los tejidos
- Sensibilización alérgica: No se producirá.
- Persistencia/Degradabilidad: Tiende a oxidar a tiosulfato y a sulfato.
- Bio-acumulación: No se producirá.
- Efectos sobre el medio ambiente: Tóxico al entrar en aguas naturales, aún en pequeñas cantidades.

Fuente: Flores(2018) adaptado (GTM, 2017)