



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN MATERIAL DERIVADO DEL  
PSEUDOTALLO DE LA PLANTA DE BANANO MEDIANTE UN PROCESO  
DE EXPLORACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MISMO

AUTORA

NATHALI MACAS SERRANO

AÑO

2020



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN MATERIAL DERIVADO DEL  
PSEUDOTALLO DE LA PLANTA DE BANANO MEDIANTE UN PROCESO DE  
EXPLORACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MISMO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Licenciada en Diseño Gráfico e Industrial

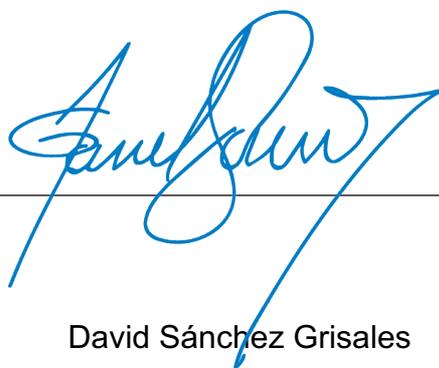
Profesor guía  
Mtr. David Sánchez

Autora  
Nathali Silvana Macas Serrano

Año  
2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de desarrollo de un material derivado del pseudotallo de la planta de banano mediante un proceso de exploración de las propiedades del mismo, a través de reuniones periódicas con el estudiante Nathali Silvana Macas Serrano, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



David Sánchez Grisales  
Magister en Investigación en Arte y Diseño  
CC: 175866692-7

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de desarrollo de un material derivado del pseudotallo de la planta de banano mediante un proceso de exploración de las propiedades del mismo, de la estudiante Nathali Silvana Macas Serrano, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



---

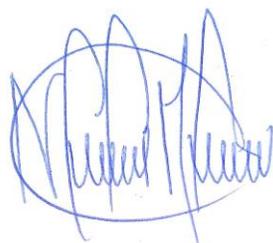
Oscar Andrés Cuervo Mongui

Master en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

CC: 175825968-1

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Nathali Silvana Macas Serrano

CC: 0705651503

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres por su esfuerzo y apoyo a lo largo de mis estudios. A mis hermanos por su motivación para luchar en medio de adversidades. A compañeros y amigos que me brindaron su ayuda.

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de titulación a mi madre Mirian Serrano y a mi padre Manuel Macas, quienes me han dado las mejores lecciones de mi vida para ser quien soy hoy en día.

## Resumen

Ecuador es uno de los países con mayor exportación a nivel mundial. Para poder responder al mercado las diferentes empresas bananeras tienen sembríos de banano en terrenos de varias hectáreas llegando a producir conjuntamente una cantidad de 30 millones de cajas mensualmente, lo cual significa cosechar el fruto de 15 millones de plantas de banano.

Estas plantas tienen varias partes, entre ellas el pseudotallo, el cual tiene una altura promedio de 4 metros con un diámetro de 30 centímetros, una vez que se obtiene el fruto este pseudotallo es colocado en la tierra para que se descomponga o picado y usado como abono, generando así su desaprovechamiento, es por esto que como objetivo general se plantea Proponer un material derivado del tallo de la planta de banano y sus aplicaciones comerciales mediante un proceso de exploración basado en la sostenibilidad y una aplicación.

En la etapa de diagnóstico se realizó una visita al medio donde se produce el banano, para hacer observaciones a las plantas y hacer un análisis más profundo de método de sembrío, clima apropiado para su crecimiento y todas las características físicas, del cuerpo del pseudotallo. Se obtuvo diferentes componentes del pseudotallo y fueron tratados con varios métodos para obtener materiales con resistencia física para progresar a la siguiente fase.

En la etapa de desarrollo los diferentes materiales fueron llevados a procesos semi industriales como pegado, hilado, uso de moldes y otros, en los cuales el material respondió con eficiencia y se pudo analizar y verificar su factibilidad.

Como resultado de la exploración del pseudotallo se obtuvo cinco tipos de fibras, la cuales son: dura, suave, malla, hilo y viruta. Estos materiales tienen la capacidad de sustituir a otros existentes en el mercado, además de ser biodegradables.

## Abstract

Ecuador is one of the countries with the highest exports worldwide. To be able to respond to the market, the different banana companies have banana plantations in lands of several hectares, reaching a joint production of 30 million boxes per month, which means harvesting the fruit of 15 million banana plants.

These plants have several parts, including the pseudostem, which has an average height of 4 meters with a diameter of 30 centimeters, once the fruit is obtained this pseudostem is placed in the ground to decompose or chopped and used as fertilizer, thus generating its waste, which is why as a general objective is to propose a material derived from the stem of the banana plant and its commercial applications through an exploration process based on sustainability and an application.

In the diagnostic stage, a visit was made to the environment where the banana is produced, to make observations to the plants and to make a deeper analysis of the sowing method, appropriate climate for its growth and all the physical characteristics of the body of the pseudostem. Different components of the pseudostem were obtained and treated with various methods to obtain materials with physical resistance to progress to the next phase.

In the development stage the different materials were taken to semi-industrial processes such as gluing, spinning, use of moulds and others, in which the material responded efficiently and its feasibility could be analysed and verified.

As a result of the exploration of the pseudostem, five types of fibers were obtained, which are: hard, soft, mesh, thread and shavings. These materials have the ability to replace others on the market, in addition to being biodegradable.

## ÍNDICE

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. Objetivo general .....	4
3.2. Objetivos específicos .....	4
4. MARCO TEÓRICO .....	5
4.1. Antecedentes .....	5
4.1.1. El cultivo del banano en Ecuador .....	5
4.1.1.1. Producción .....	5
4.1.1.2. Proceso de producción .....	7
4.1.1.3. Tecnología .....	9
4.1.2. Mercado.....	10
4.1.3. Planta de banano.....	11
4.1.3.1. Partes de la planta de banano .....	13
4.1.3.2. Reproducción del banano .....	13
4.1.3.3. Pseudotallo del banano.....	14
4.1.4. Materiales .....	16
4.1.4.1. Compuestos .....	16
4.1.4.2. Naturales.....	17
4.1.4.3. Fibras vegetales.....	17
4.2. Aspectos de Referencia .....	19
4.2.1. Extracción de fibra de materiales naturales .....	19
4.2.1.1. Fibra del pseudotallo de banano .....	19
4.2.1.2. Fibra de abacá .....	21
4.2.1.3. Fibra de la hoja de la Lengua de Suegra .....	22
4.2.2. Aplicación .....	24

4.2.2.1.	Artesanías en pseudo tallo de banano.....	24
4.2.2.2.	Exploración de aplicaciones comerciales del abacá .....	24
4.2.2.3.	Cuero de hoja de Teca.....	25
4.2.2.4.	Cuero de champiñones .....	26
4.2.2.5.	Cuero de piña.....	27
4.3.	Aspectos Conceptuales.....	27
4.3.1.	Sostenibilidad .....	27
4.4.	Aspectos Teóricos.....	28
4.4.1.	Propiedades fisicoquímicas de las plantas .....	28
4.5.	Marco Normativo y Legal .....	29
5.	DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR.....	30
5.1.	Tipo de investigación.....	31
5.2.	Población .....	32
5.3.	Muestra .....	32
5.4.	Variables .....	32
6.	DIAGNOSTICO.....	35
6.1.	Producción de banano en Ecuador .....	35
6.1.	Visita de campo.....	36
6.2.1.	Características del cultivo .....	37
6.2.2.	Características de la planta .....	37
6.2.2.	Proceso de extracción del pseudotallo .....	39
6.3.	Identificación y caracterización del pseudotallo .....	42
6.3.1.	Apariencia externa.....	42
6.3.2.	Sub capas.....	45
6.3.2.1.	Sub capa dura.....	45
6.3.2.2.	Hilo .....	48
6.3.2.3.	Sub capa malla .....	48

6.3.2.4.	Sub capa suave .....	50
6.3.2.5.	Viruta.....	51
6.4.	Extracción de capas .....	51
6.4.1.	Tecnología para la exploración de banano.....	54
6.4.1.1.	Machete .....	54
6.4.1.2.	Cuchillo .....	54
6.4.2.	Resultado de la caracterización.....	54
6.5.	Extracción de fibras .....	57
6.5.1.	Fibra dura .....	58
6.5.1.	Fibra suave.....	61
6.5.1.	Fibra malla.....	62
6.5.1.	Hilo .....	64
6.5.1.	Viruta .....	73
6.6.	Secado de fibras.....	81
6.6.1.	Fibra dura .....	81
6.6.1.1.	Tendido .....	81
6.6.1.2.	Cama .....	82
6.6.2.	Fibra suave.....	84
6.6.2.1.	Tendido .....	84
6.6.2.2.	Cama .....	85
6.6.3.	Fibra malla.....	87
6.6.3.1.	Tendido .....	87
6.6.3.2.	Cama .....	88
6.6.4.	Fibra hilo.....	88
6.6.4.1.	Reposar en ambiente abierto.....	88
6.6.5.	Viruta .....	89
6.6.5.1.	Sobre zinc .....	89

6.7.	Tonalidad de fibras .....	90
6.7.1.	Fibra dura .....	90
6.7.2.	Fibra suave.....	90
6.7.3.	Fibra malla.....	91
6.7.4.	Viruta .....	91
7.	DESARROLLO .....	92
7.1.	Tratamiento de fibras .....	92
7.1.1.	Fibra dura .....	92
7.1.1.1.	Impermeabilización .....	92
7.1.2.	Fibra suave.....	94
7.1.2.1.	Planchado .....	94
7.1.2.2.	Aditivo .....	95
7.1.2.3.	Pegado.....	98
7.1.2.4.	Cosido.....	103
7.1.3.	Fibra malla.....	116
7.1.3.1.	Aditivo .....	106
7.1.3.2.	Pegado.....	110
7.1.4.	Fibra hilo.....	117
7.1.4.1.	Descrude.....	117
7.1.4.2.	Blanqueo .....	120
7.1.4.3.	Suavizante .....	121
7.1.4.4.	Cepilladoo .....	122
7.1.5.5.	Teñido .....	124
7.1.5.6.	Impermeabilizado.....	128
7.1.5.7.	Hilado.....	128
7.1.5.	Viruta .....	136
7.1.5.1.	Aditivo .....	136

7.1.5.2.	Pegado.....	138
7.1.5.3.	Secado.....	140
7.1.5.1.	Cubierta.....	142
7.2.	Resumen de procesos .....	143
7.2.1.	Fibra dura .....	143
7.2.2.	Fibra suave.....	143
7.2.3.	Fibra malla.....	144
7.2.4.	Hilo .....	144
7.2.5.	Viruta .....	144
7.3.	Pruebas de función del material.....	144
7.3.1.	Fibra dura .....	144
7.3.1.1.	Tejido .....	144
7.3.1.2.	Trenzado.....	145
7.3.2.	Fibra suave.....	148
7.3.2.1.	Doblado.....	148
7.3.3.	Fibra malla.....	149
7.3.3.1.	Doblado.....	149
7.3.4.	Fibra hilo.....	150
7.3.4.1.	Tejido .....	150
7.3.5.	Viruta .....	152
7.3.5.1.	Mesa .....	152
7.4.	Desarrollo de presentaciones comerciales.....	153
7.4.1.	Fibra dura .....	153
7.4.1.1.	Asiento de silla .....	153
7.4.2.	Fibra suave.....	156
7.4.2.1.	Bolsa .....	156
7.4.3.	Fibra malla.....	160

7.4.3.1.	Envase .....	160
7.4.4.	Hilo .....	162
7.4.4.1.	Bolsa de mano .....	162
7.4.5.	Viruta .....	166
7.4.5.1.	Tablero.....	166
7.5.	Aplicación en productos .....	169
7.4.5.	Fibra dura .....	169
7.4.5.	Fibra suave.....	171
8.	VALIDACIÓN.....	174
8.1.	Validación del material .....	174
8.1.1.	Fibra dura .....	174
8.1.1.1.	Impermeabilización .....	174
8.1.2.	Fibra suave.....	174
8.1.2.1.	Corte con tijera.....	174
8.1.2.2.	Escritura.....	175
8.1.2.3.	Enrollamiento .....	176
8.1.2.4.	Elasticidad.....	176
8.1.2.5.	Peso.....	177
8.1.3.	Fibra malla.....	177
8.1.3.1.	Corte con tijera.....	177
8.1.3.2.	Barniz.....	178
8.1.4.	Fibra hilo.....	179
8.1.4.1.	Agua.....	179
8.1.4.2.	Lavado .....	180
8.1.4.3.	Cloro .....	184
8.1.5.	Viruta .....	186
8.1.5.1.	Corte con sierra.....	186

8.1.5.2. Perforación.....	187
8.1.5.3. Resistencia al peso .....	188
8.2. Validación de presentaciones comerciales .....	189
8.2.1. Fibra dura .....	189
8.2.1.1. Resistencia al peso .....	189
8.2.2. Fibra suave.....	190
8.2.1.1. Resistencia al peso .....	190
8.2.3. Fibra malla.....	192
8.2.1.1. Resistencia al peso .....	192
8.2.4. Fibra hilo.....	193
8.2.1.1. Resistencia al peso .....	193
8.2.1.2. Uso.....	194
8.2.5. Viruta .....	196
8.2.1.1. Resistencia al peso .....	196
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	197
9.1. Conclusiones.....	197
9.2. Recomendaciones.....	197
REFERENCIAS.....	198
ANEXOS .....	202

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ecuador es un país biodiverso donde alberga varias especies de frutas. Tiene 3 regiones: Costa, Sierra y Oriente cada una con diferentes características, una de estas es que cuenta con un clima singular y propicio para la producción de frutos propios de la zona. En la Costa se encuentran varias empresas productoras de banano, un fruto que desde 1948 catapultó a Ecuador como uno de los principales exportadores a nivel mundial. La mayor parte de producción se encuentra en 3 provincias costeras, primero Los Ríos, le sigue El Guayas y por último El Oro, en esta última localidad se concentra el 41% de fincas bananeras, según la prefectura esta actividad representa el 30% del movimiento económico local. Según la Asociación de exportadores de banano del Ecuador (aebe), mensualmente se producen aproximadamente 30 millones de cajas en las cuales caben de 65 a 70 bananos, tienen variaciones dependiendo del tamaño.

Las empresas bananeras nunca detienen su producción, ya que el banano no tiene temporada específica, sino que se lo puede hacer durante todo el año. Esto es un beneficio para ellos, pueden cosechar todos los días gran cantidad de plantas. Los agricultores son quienes se encargan de la siembra, abono, cuidado y posterior cosecha, el tiempo que conlleva todo este proceso es de aproximadamente un año. La palma puede llegar a tener una altura de 2 hasta 3 metros, depende de la especie o tipo y del cuidado que se le dé. En época de cosecha se procede a cortar la planta para desprender el racimo, que puede contener un promedio de 120 frutos. Las partes sobrantes son las hojas, el tronco que sostiene el racimo y la palma, la cual contiene a todo. A esta última algunas empresas las usan como abono para sus tierras y otras la desechan, lo cual tomando en cuenta la cantidad de producción mensual, genera acumulación de basura orgánica y un desaprovechamiento de un material que tiene propiedades que pueden ser exploradas.

Algunas empresas sí diseñan métodos o planes para darle otros usos a la palma y de esta manera aprovechar el material como abono para sus tierras y plantaciones, pero la mayoría de las plantaciones bananeras no consideran necesario implementar otros usos al material, ya que se necesita de otro tipo de tecnología y un estudio profundo de las propiedades y cómo utilizarlas dentro de

la industria o encaminar a otro tipo de proyectos, además que la actividad principal es la producción de la fruta.

Con el paso de los años y el constante incremento de la contaminación ambiental ha surgido la tendencia del uso de materiales compuestos con los cuales se realizan estudios, exploraciones y experimentos de diferentes plantas de las cuales se pueda obtener productos hechos a base de material orgánico, tratando así de disminuir la contaminación del ambiente y fomentar el cuidado del mismo, además concientizar a las personas sobre el daño que causan el consumo de materiales contaminantes, que no solo afectan la vida de los seres humanos sino también a los animales. Uno de los materiales que han sido explorados y ya puestos en el mercado son las fibras naturales que se las puede obtener fácilmente en el campo y que forman parte de desperdicios orgánicos diarios que echamos a la basura. A estos les podríamos dar un mejor uso y aprovechar todos los atributos naturales que poseen. De esta manera se promueve el aprovechamiento de materiales orgánicos y la implementación de los mismos en el mercado.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador en los últimos años se ha constatado un evidente incremento de la contaminación por el uso de varios materiales dañinos, que afectan al ecosistema y la vida de las personas y animales, uno de los materiales que utilizamos diariamente en actividades básicas como realizar compras y que mayor contaminación generan son los plásticos, ya que según una encuesta realizada por el Instituto Nacionales de Estadísticas y Censos el 79,16% de la población prefiere usar bolsas plásticas. Por lo que han nacido varios proyectos que buscan lograr un cambio y reducir el impacto ambiental que este material causa. Se han realizado exploraciones y aplicaciones tales como envases, tejidos y cubiertos a partir de componentes orgánicos tales como la caña de azúcar, yuca, bambú, plátano, entre otros. Este último no ha sido explorado en su totalidad, es decir todas las partes que componen la planta, además que la gran minoría de personas que lo exploran lo realizan de manera artesanal.

La palma o tallo de banano es un material natural se busca generar un nuevo material compuesto a través de exploraciones que contribuyan al cuidado del medio ambiente y reducción de contaminación del mismo, ya que los materiales biodegradables terminan su ciclo de vida gracias a microorganismos que los destruyen estos al descomponerse no producen residuos tóxicos ni químicos. Como los materiales son producidos de forma natural cuando se descomponen vuelven a su forma inicial sin causar contaminación. Un componente que a un futuro se le pueda dar diferentes aplicaciones mediante tecnología y procesos que puedan extraer propiedades físicas y químicas importantes para usarlas en diferentes áreas industriales, además de contribuir a la concientización del daño causado por materiales dañinos e incentiva el aprovechamiento de materiales naturales.

La exploración y posible aplicación se genera en Ecuador enfocado más en la zona costera del país para la exploración más exactamente en plantaciones bananeras que cuentan con una gran comunidad de agricultores y familias que puedan elaborar proyectos futuros como comunidad o personal. En un ámbito

más general las personas beneficiadas serían todos aquellos que viven en una zona geográfica donde se consuma el producto final.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Proponer un material derivado del tallo de la planta de banano y sus aplicaciones comerciales mediante un proceso de exploración basado en la sostenibilidad y una aplicación.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Investigar las tecnologías empleadas para el tratamiento y extracción de materiales compuestos y determinar las características del proceso de producción para establecer los componentes del bio material.
- Desarrollar las presentaciones comerciales y realizar pruebas físico mecánicas así como la aplicación en un producto.
- Validar el material mediante una aplicación de distintas presentaciones comerciales.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes

#### 4.1.1. El cultivo del banano en Ecuador



*Figura 1. Banano*

Tomado de (El Comercio, 2017)

El banano es un fruto que siempre ha estado presente en la alimentación y economía del país, inicialmente se lo producía solo para el consumo familiar. Con el pasar de los años y debido a la capacidad de reproducción lineal, es decir, sin temporada específica, además que era endémico de la región costa se vio en el fruto la oportunidad de llevarlo a otras provincias que no lo producían, así mismo para la venta local, esto acrecentó la economía familiar. El crecimiento a gran escala de la producción de banano en el país se remonta a los años 50s, con lo cual surgieron grandes cambios a nivel económico y social puesto que se empezó a ser más notorias la cantidad de empresas nuevas dedicadas a la industria. Con el surgimiento de nuevas empresas y explotación del banano se constata la capacidad de producción y la oportunidad para llevar el producto hacia otros países. En aquella época un mercado potencialmente alto que abría puertas para el crecimiento de la economía de Ecuador era Estados Unidos. Esto incentivó a nuevos comerciantes a impulsar aún más la producción del fruto y llegar a posicionarse hasta el día hoy como uno de los principales exportadores. En la actualidad la industria bananera representa un eje importante en la economía del país contando con el 2% del PIB general y 35% del PIB agrícola.

#### 4.1.1.1. Producción



*Figura 2. Producción*

Tomado de (Revista Líderes, 2016)

En los últimos años la producción de banano ha tenido varios cambios debido a las exigencias de otros países, como son los altos estándares de control de calidad del fruto, el uso de abonos orgánicos y la fomentación del desarrollo sostenible. Gracias a estas exigencias la industria ha aplicado métodos de producción amigables con el medio ambiente lo cual ha permitido el aumento de exportación a países europeos. En la producción de banano gira principalmente en la economía familiar y la Economía Popular y Solidaria lo que ha conllevado a un gran crecimiento de pequeñas empresas, lo cual representa el 78% de producción de banano.

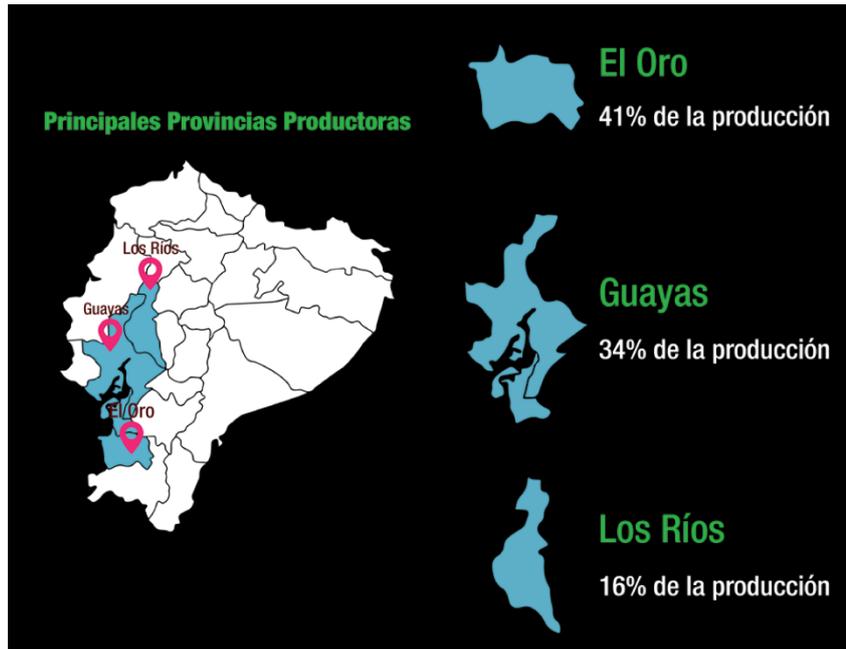


*Figura 3. Hectáreas*

Tomado de (Ecuavisa, 2019)

Según el informe anual del sector bananero ecuatoriano emitido por el Ministerio de Comercio Exterior, en diciembre de 2017, las tres principales provincias productoras del fruto son El Oro, Guayas y Los Ríos. Las empresas con gran

producción se encuentran en Guayas y Los Ríos, mientras que los pequeños productores pertenecen a la provincia de El Oro.



*Figura 4. Provincias productoras de banano*

Las empresas distribuidas en las diferentes provincias productoras de banano conforman un estimado de 162.236 hectáreas sembradas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: pequeñas empresas cuentan con 35.685 ha, las medianas con el 57.486 ha y las grandes compañías con 69.063 ha.

#### 4.1.1.2. Proceso de producción



*Figura 5. Proceso*

Tomado de (Clúster Banano, 2018)

El tiempo que conlleva la producción de banano es de alrededor de 1 año, varía dependiendo del cuidado y abono que se aplique a la planta.

- Con el fin de obtener un producto de altos estándares de calidad exigidos por el mercado se inicia con el tratamiento del terreno, limpieza de maleza y abono. La tierra debe estar sin ninguna plaga, ni un agente externo a la planta que interfiera en su crecimiento natural.
- Posteriormente por medio de un sistema de riego que abastece a todas las hectáreas se hidrata la tierra, tomando en cuenta que la planta es endémica de la región costa.
- Selección de semillas, que se encuentra en diferentes tipos las cuales son: cormo, cabeza de toro y puyón.
- Una vez la tierra está lista se procede a hacer los hoyos en los cuales se plantarán las semillas.
- Siembra, la semilla debe estar enterrada en cierta profundidad que pueda abastecer su estabilidad durante un año, tomando en cuenta que la planta puede llegar a tener una altura de hasta 3 metros.
- Fertilización, este es uno de los pasos más importantes, ya que dependiendo de esto se conocerá la calidad del producto.
- Desmache o deshije, la planta genéticamente produce varios hijos a su alrededor por lo que el objetivo es dejar organizado el árbol genealógico, es decir, dejar planta, hijo y nieto para que de esta manera se garantice un cultivo perenne.
- Se embolsa el racimo de banano en fundas plásticas de polietileno esto con el fin de protegerlo de plagas y efectos externos que puedan malograr el fruto.
- Cosecha, se extrae el fruto desde el tronco del mismo, las partes restantes como hojas, pseudotallo se cortan, estas no tienen uso.
- Limpieza y selección de los frutos que serán empaquetados para su posterior comercialización.

#### 4.1.1.3. Tecnología



*Figura 6. Tecnología*

Tomado de (Reflejos realidad de Ecuador, 2011)

En el proceso de producción no está involucrado un sistema de maquinaria pesada sino por lo contrario la mayoría de herramientas usadas desde el sembrío hasta el empaquetado son manuales, llegando ser artesanales, ya que se las puede encontrar fácilmente dentro de la comunidad y han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades.

Las herramientas son las siguientes:

- Machete. - Es un objeto afilado similar al cuchillo, pero de mayor tamaño, comúnmente es usado para cortar o podar plantas.  
En la industria bananera es usado para cortar el racimo de banano de la planta y las partes sobrantes como las hojas.
- Hacha. - Herramienta que está formada por un mango y una hoja afilada de acero, usada para actividades del campo.  
Se usa para cortar el pseudotallo de la planta de banano.
- Calibrador. - Objeto para realizar mediciones exactas de un objeto.  
Se usa para medir el grado de espesor del banano esto sirve para determinar cuándo se debe cosechar el fruto.
- Cable vía. - Riel de metal que facilita la transportación de objetos de un lugar a otro cuando la distancia es extensa por medio de garruchas.  
Se usa para llevar el racimo de banano desde las plantaciones hasta el área de selección y empaquetado.

- Garrucha.- Es un dispositivo de agarre y seguridad.  
Engancha el racimo de banano al cable vía para facilitar su transporte.
- Sistema de riego. –Conjunto de tuberías que transportan y expulsan agua para hidratar un determinado espacio.  
Sirve para regar agua en el área de plantación de la planta de banano, esto ayuda a que permanezca hidratada en zonas calientes.
- Máquina empaquetadora. - Se encarga de embalar un producto.  
Se usa para guardar y empaquetar el banano en cajas de cartón.
- Banda transportadora. –Máquina que lleva de manera automática un objeto de un lugar a otro.  
Transporta el banano al área de control de calidad.

#### 4.1.2. Mercado



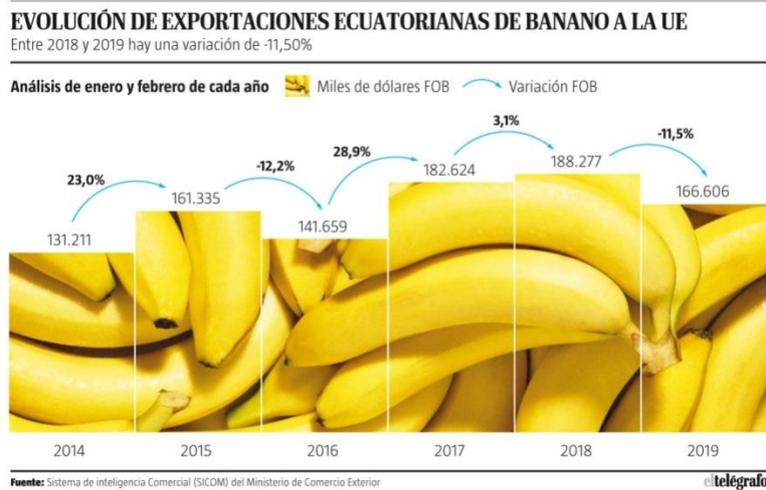
*Figura 7. Mercado del Banano*

Tomado de (Bananotecnia, 2020)

Según la Asociación de Comercialización y Exportación de Banano el volumen de exportación de embarque es de 240, 154,997 cajas de banano distribuidos hacia los principales mercados, los cuales son:

- Rusia (49,707,577)
- Mar del Norte (46,955,011)
- Medio Oriente (35,776,393)
- Estados Unidos (26,210,905)
- Mediterráneo (22,854,614)
- Oriente (20,655,772)
- Cono Sur (15,290,001)
- Europa del Este (10,476,265)

- África (9,659,683)
- Oceanía (2,568,776)



*Figura 8. Porcentaje de Exportación*

Tomado de (El Telégrafo, 2019)

Las exportaciones por puertos desde enero hasta agosto del año 2019 son de 240.154,997 de cajas de banano y en un promedio mensual tomado en cuenta el mes de agosto es de 27.139,447. Según la aebe las tres principales empresas con mayor exportación son Ubesa (11.52%), Reybanpac (6.10%) y Frutadeli (4.74%)

#### 4.1.3. Planta de banano



*Figura 9. Planta de banano*  
Gobierno de Canarias (2014)

Es una planta que pertenece a la especie *Musa* spp y pertenece a al grupo Musaceae. Alrededor del mundo se ha podido constatar alrededor de 300 especies entre las cuales se encuentran las no comestibles y las comestibles, de este grupo solo 20 especies se comercializan. Sin embargo las más comunes son: *Musa Cavendish*, la cual engloba a todos los tipos de banana y la *Musa x paradisiaca* a todos los tipos de plátano.



*Figura 10. Banano*

Tomado de (Reybanpac, 2017)



*Figura 11. Plátano*

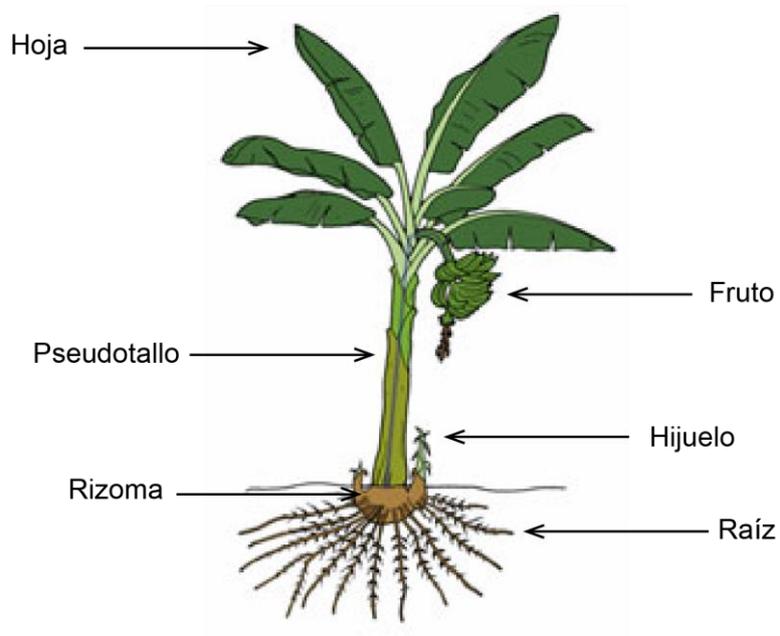
Tomado de (Instituto Colombiano de Agricultura, 2014)

Estas dos especies se cultivan en zonas subtropicales y tropicales. En la lista de cosechas grandes a nivel mundial se encuentra en cuarto lugar.

En términos generales es una planta herbácea de gran tamaño que está fijada al suelo mediante raíces y un tallo subterráneo conocido con el nombre de cormo o rizoma, puede llegar a alcanzar una altura de 3 hasta 7 metros contando las

hojas. Su reproducción es por medio de brotes del cormo, conocidos también como hijuelos, con esto se lleva a cabo la producción perenne, es decir la misma planta madre funciona como reproductoras de las futuras plantas en el mismo espacio.

#### 4.1.3.1. Partes de la planta de banano



*Figura 12.* Planta de Banano  
Tomado de (Promusa, 2016)

#### 4.1.3.2. Reproducción del banano



*Figura 13.* Hijuelo de planta de banano  
Tomado de (Promusa, 2016)

La producción se la realiza durante todo el año, las empresas cuentan con un método de regeneración el cual se enfoca en mantenerse en constante sembrío para poder suplir la demanda. La planta de banano al estar en tierra durante un año o más genera sus retoños a su alrededor, por lo cual cuando cosechan el fruto y se corta el tallo quedan los mismos hijos de la planta que sucederá la producción de su “madre” logrando así el reabastecimiento de manera natural, efectiva y rápida.

#### 4.1.3.3. Pseudotallo del banano



*Figura 14. Pseudotallo*

Tomado de (Kilometro cincuenta, 2016)

Es la parte de la planta que se asemeja a un tronco normal de cualquier otra planta, pero en realidad es un falso tallo que se lo conoce como pseudotallo. En la época de cosecha, por tener un gran tamaño, tiene que ser cortado en 2 partes para poder remover por completo la planta, esto con el fin de utilizar ese mismo espacio para la siembra de otra planta. A estos restos algunas empresas de la industria bananera lo utilizan como abono orgánico para el tratamiento de las tierras, puesto que tiene nutrientes que favorecen al crecimiento de otras plantas, esto sucede como una sucesión de propiedades.

El pseudotallo está formado por un conjunto de capas posicionadas de una forma organizada creando círculos lo que le da fuerza y rigidez a la planta para sostener las hojas y el racimo de banano que puede llegar a pesar alrededor de 50 kg. Dentro del pseudotallo se encuentra otro tallo floral o también llamado tallo verdadero, éste brota por la parte superior llamada cogollo.



*Figura 15.* Capas del pseudotallo

Tomado de (Promusa, 2016)

- El pseudotallo está conformado por un promedio de 10 capas, las cuales tienen un espesor, esto varía a medida que se disminuyen las capas.
- Estas mismas contienen gran cantidad de agua acumulada entre los pequeños espacios, esto ayuda a mantener la hidratación de la planta, ya que se encuentran en zonas donde la temperatura puede llegar a medidas y la planta se puede ver seriamente afectada.

### **Propiedades del pseudotallo de banano**

1. La planta de banano puede llegar a alcanzar una altura de 3 hasta los 7 metros con las hojas, pero solo el tallo puede llegar a medir de 3 a 4 m, esto varía dependiendo de la especie y las condiciones climáticas en las que fue cultivado.
  - Se estima una circunferencia de hasta 30 centímetros de diámetro.
  - El color característico es el verde y a medida que la planta madura las primeras capas se secan y se tornan cafés.
  - El pseudotallo está conformado de varias capas a medida que van disminuyendo su espesor también se reduce hasta llega al centro en el cual se encuentra el tallo floral.
  - El tiempo de biodegradación depende mucho del clima. En días con mayor temperatura las capas se tardan mucho más que lo de normal.
  - Capacidad de soporte de peso de 50kg o más.

#### 4.1.4. Materiales

##### 4.1.4.1. Compuestos

Los materiales se componen cuando se hace la unión materiales diferentes y por ende con distintas características que hacen que el nuevo material tenga mejores propiedades que actuando por sí solos. Generalmente se usa dos materiales para la combinación o en otros casos se puede usar más para poder extraer cualidades importantes que pueden mejorar el material final compuesto. Se lo obtiene de manera artificial, ya que el material obtenido no se lo puede encontrar de manera natural.

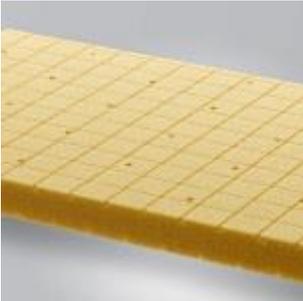
Se califican en función de:

Tipo de matriz: metálico, cerámico y polimérica.

Tipo de forma: partículas, fibras y estructurales.

Tabla 1.

##### *Materiales compuestos*

	<p><i>Figura 16.</i> Partículas de hormigón Tomado de (ARQHYS Arquitectura, 2012)</p>
	<p><i>Figura 17.</i> Fibra de vidrio Tomado de (Naval Composites, sf)</p>
	<p><i>Figura 18.</i> Estructural espuma Tomado de (Naval Composites, sf)</p>

#### 4.1.4.2. Naturales

Son los materiales que se puede encontrar libremente en la naturaleza. Estos se clasifican en 3 categorías de acuerdo a su origen:

1. Los que son de origen vegetal, se los encuentra en las plantas.
2. Los de origen animal, se los obtiene de los animales.
3. Origen mineral, son obtenidos de los minerales y rocas.

Tabla 2.

#### *Materiales naturales*

	<p style="text-align: center;"><i>Figura 19. Algodón</i></p> <p style="text-align: center;">Tomado de (Xunta de Galicia, sf)</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Figura 20. Lana de oveja</i></p> <p style="text-align: center;">Tomado de (Eco es más, sf)</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Figura 21. Mineral Ágata</i></p> <p style="text-align: center;">Tomado de (Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco)</p>

#### 4.1.4.3. Fibras vegetales

La mayoría de plantas están estructuradas de raíz, tallo, hojas, flores y frutos, cada una de estas partes contienen propiedades beneficiosas como base para la creación de materia prima. Todas a su manera y en sus diferentes partes contienen fibras. De acuerdo a esto son clasificadas en fibras duras y fibras blandas.

Las blandas se extraen a partir del tallo de las plantas dicotiledóneas y las duras de las plantas monocotiledóneas.



Figura 22. Tipos de fibras vegetales

Tomado de (Jardín Botánico Atlántico de Gijón, 2009)

La extracción de fibra vegetal se la puede realizar por medio de dos métodos.

1. Enriado: este método se usa para extraer las fibras blandas. Consiste en poner a remojo dentro de fundas de agua a la materia prima, esto toma alrededor de 2 a 3 semanas dependiendo de su dureza. Esto con el fin de que los tejidos de la planta se descompongan, gracias a su biodegradación, así solo quedan las hebras de la fibra. Posteriormente son lavadas y puestas bajo el sol.
2. Descortezación: usado para la extracción de fibras duras. La corteza es separada mecánicamente de la planta, se lo realiza manualmente o de manera industrial con ayuda de maquinaria. Posteriormente es secada en el sol y luego se extrae la fibra por medio de un proceso químico donde es puesto en agua mezclada con fosfatos, caustica o cualquier químico que sirva para eliminar las pectinas y gomas que se encuentran en el interior de los tejidos de la fibra.

## 4.2. Aspectos de Referencia

### 4.2.1. Extracción de fibra de materiales naturales

#### 4.2.1.1. Fibra del pseudotallo de banano

Extracción de la materia prima mediante herramientas y procesos caseros, del cual los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se debe cortar el pseudotallo y a éste cortarlo en trozos largos.
2. Retirar cada una de las capas.

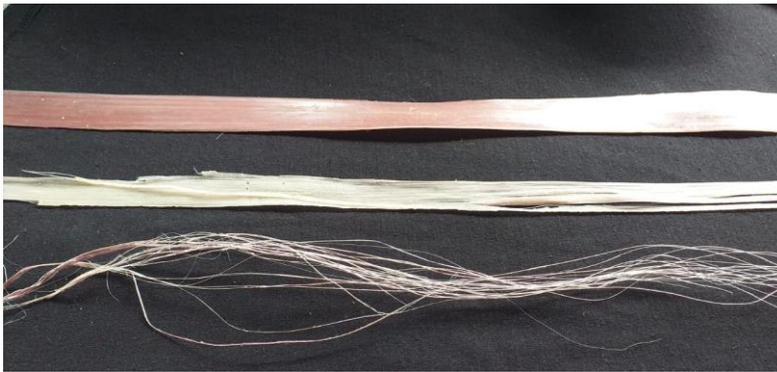


*Figura 23.* Capas de pseudotallo  
Tomado de (Torres A y Vera A, 2015)

3. Se usa una herramienta casera como un cuchillo para extraer la fibra, que puede ser de 3 maneras.



*Figura 24.* Malla  
Tomado de (Torres A y Vera A, 2015)



Fibra dura

Fibra malla

Fibra pelo

*Figura 25.* Tipos de fibra

4. Dejar secar las fibras en el sol con una separación considerable. Este paso se lo debe realizar con suma rapidez puesto que los insectos pueden dañar al material.
5. Deben estar bajo el sol el tiempo suficiente para que estén secas, pero no frágiles, lo cual tomaría un día aproximadamente.
6. Las capas deben ser divididas en segmentos de 3 cm de ancho, su rigidez es proporcional a su grosor.
7. Para la obtención de fibra pelo más resistente enrollar los segmentos para obtener una cuerda.

Se describe el proceso de fabricación que puede ser aplicado en productos.

- Tejido: para crear una malla de fibra se entretrejen los segmentos de fibras una sobre otra, para esto se usa entre 150 y 300 hebras.
- Costura: se cose y se empareja las puntas sobrantes de la malla.
- Molde: se utiliza una horma con la forma del producto, se coloca la malla tejida dentro de la misma y pasa a ser prensada con vapor.
- Tinte: se coloca la malla en una olla con agua, se aplica el tinte se mete la fibra y se deja reposar por unos minutos, luego se la saca y se la deja secar.

#### 4.2.1.2. Fibra de abacá



*Figura 26.* Planta de abacá  
Tomado de (Quevedo D, 2018)

1. Los tallos de la planta son cortados en gajos manualmente.



*Figura 27.* Tallo de abacá  
Tomado de (Quevedo D, 2018)



*Figura 28.* Gajos de tallo de abacá  
Tomado de (Quevedo D, 2018)

2. Los gajos son llevados a la maquina cepilladora de fibra.



*Figura 29.* Maquina cepilladora  
Tomado de (Quevedo D, 2018)



*Figura 30.* Cepillado  
Tomado de (Quevedo D, 2018)

3. La fibra es puesta al sol.



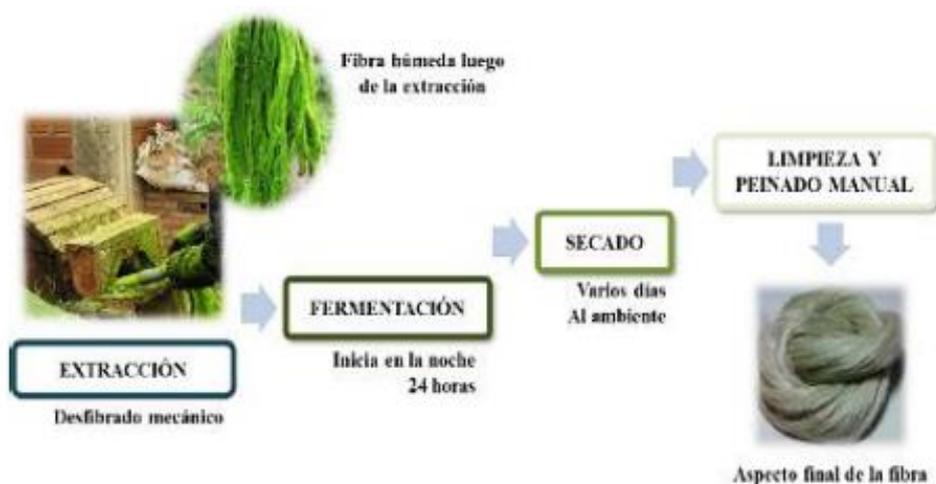
*Figura 31.* Planta de abacá

Tomado de (Quevedo D, 2018)

La planta de abacá tiene la misma apariencia de una planta de banano puesto que pertenecen a la misma familia con la única diferencia que el abacá no es comestible, es decir no presenta fruta, solo el tallo y las hojas. La fibra se la obtuvo casi de manera artesanal, con la excepción de la maquina cepilladora, es un proceso que se puede realizar con la ayuda de herramientas caseras, ya que el material no contiene nada perjudicial para salud.

#### 4.2.1.3. Fibra de la hoja de la Lengua de Suegra

Esta investigación realizada por Bonilla O., Trujillo H., Guerra S., Guevara V.H., y López C., explica un método alternativo para extraer la fibra de la *Sansevieria Trifasciata*, conocida comúnmente como Lengua de Suegra.



*Figura 32.* Proceso de extracción de fibra

Tomado de ((Sreenivasan, Ravindra, Manikandam, & Naraysanasamy, 2011).

### Métodos de extracción mecánica

- **Extracción manual:** Primero cortan una cantidad de hojas en dirección abajo hacia arriba y de dentro a afuera, seguido, se remueve el nervio principal o quilla, luego las fracciones se cepillan, lo que resulto en las fibras ya separadas del resto de la planta, esto se logra gracias a una herramienta conocida como cardadora.
- **Extracción por enriado:** Se sumergen las hojas cortadas en agua, fueron separadas por 2 tratamientos, el primero sin machacado y para el segundo fueron machacadas y golpeadas. En el primer experimento las hojas fueron extraídas al décimo tercer día y para el segundo, al quinto día. En estos 2 casos por igual, se pudieron extraer las fibras al ser golpeadas contra un trozo de madera.
- **Extracción por descortezado:** En este experimento se sometieron las fibras a una descortezadora, lo que ayudó a extraerlas en menor tiempo, finalmente el proceso de lavado y secado es similar a los anteriores métodos.

### Métodos de extracción química

- **Extracción con hidróxido de sodio:** A las hojas cortadas se les sometió a 2 inmersiones distintas en hidróxido de sodio, la primera siendo de impregnación y en el número dos, de deslignificación. El tiempo de sumergimiento fue de entre 10 a 20 minutos.
- **Extracción con sulfito de sodio:** Se trabajó con soluciones de 50, 30 y 15% de concentración de sulfito de sodio. Las hojas fueron machacadas previamente, seguido a esto se procedió a sumergirlas en baños, en punto de ebullición, que iban desde los 60 hasta los 240 minutos, para este experimento se debe regular el pH de la mezcla para no perjudicar la extracción, por lo que se la mezcló con carbonato de sodio.
- **Extracción con peróxido de hidrógeno:** En este experimento las concentraciones fueron de 50, 27.5 y 25%, separadas en baños de punto de ebullición y temperatura ambiente, de igual manera las hojas fueron sumergidas en tiempos desde los 60 hasta los 240 minutos.

## 4.2.2. Aplicación

### 4.2.2.1. Uso de fibra de tallo de banano para la producción de artesanías.

Este proyecto habla acerca del desaprovechamiento del pseudotallo de banano en las diferentes plantaciones bananeras de la zona costera del país y cómo un movimiento de mujeres se percató de las propiedades del mismo para aplicarlas en diferentes productos artesanales y de esta manera obtener ingresos económicos.



*Figura 33. Artesanías*

Tomado de (Torres A y Vera A, 2015)

Estas artesanías están fabricadas aparte de vetas o listones y fibras en hebras o hilo del pseudotallo de banano. Son productos artesanales y se los puede realizar en el hogar sin mucha ciencia puesto que los objetos son de uso diario que ya funcionan como moldes.

### 4.2.2.2. Exploración de aplicaciones comerciales del abacá

Esta exploración se basó en el uso del abacá como materia prima para generar un nuevo material que contribuya al aprovechamiento de la planta y creación de productos a base de componentes naturales por ende amigables con el medio ambiente, además de su aplicación en la industria.



*Figura 34. Fibra de abacá*

Tomado de (Quevedo D, 2018)

Realizó varias pruebas con la fibra de abacá de diferentes maneras mezclada con aditivos para obtener una materia prima resistente que pueda ser aplicada a varios productos cotidianos.

En este caso presentó un taburete con el asiento en forma de plancha rectangular con un espesor considerable.



*Figura 35.* Taburete con asiento de fibra de abacá.

Tomado de (Quevedo D, 2018)

#### **4.2.2.3. Cuero de hoja de Teca**



*Figura 36.* Hoja de Teca

Tomado de (Intersynergia, sf)

El árbol teca contiene un aceite que le da la propiedad de impermeabilidad lo que lo protege de insectos y hongos. Todas estas características traspasan a sus hojas las cuales tienen una consistencia dura y resistente.

Gracias a esto se ha podido hacer exploraciones y aplicaciones con los resultados. Algunas ya aplican la presentación comercial que es en estado de cuero a diferentes productos.



*Figura 37. Bolsa de cuero de teca*

*Tomado de Tomado de (Intersynergia, sf)*

Es un material duradero, ligero, resistente a la suciedad, al agua y antibacteriano, además que Peta lo registró como un material vegano, ya que el 95% de su composición es natural.

#### **4.2.2.4. Cuero de champiñones**



*Figura 38. Champiñón*

*Tomado de (Aguarón, sf)*



*Figura 39. Cuero de champiñón*

*Tomado de (Intersynergia, sf)*

Los champiñones son una planta pequeña con variedad de tonalidades y que se puede encontrar y producir fácilmente. Se ha realizado exploraciones con este material y se ha logrado obtener una presentación en estado de cuero, creando planchas de proporción extensa en comparación a su tamaño.

Para su elaboración no usa químicos y el resultado de aplicación en productos es suave y biodegradable. Una característica importante es que se puede dar diferentes acabados al cuero.

#### 4.2.2.5. Cuero de piña



*Figura 40. Cuero de piña*  
Tomado de (Intersynergia, sf)

Carmen Hinojosa estudió las características de las hojas de la piña y como poder atraer una materia prima de las mismas. Se extrae la fibra por medio de descortezación y desfibración en una máquina, posteriormente llevada a otros procesos y finalmente el resultado que se obtiene es una presentación en láminas que tiene la apariencia de cuero.

Piñatex es la empresa que creó Carmen y con la cual ya ha aplicado el cuero en productos como bolsas, calzado, tapicería, ropa, accesorios y mobiliario, esto gracias a su flexibilidad y resistencia.

### 4.3. Aspectos Conceptuales

#### 4.3.1. Sostenibilidad

"El Desarrollo Sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". (CMMAD, 1988)

La sostenibilidad está basada en la relación entre el medioambiente y el hombre y como la acción de éste puede llegar a perjudicar al medio donde vive, también en un análisis de las evidencias de la situación actual describiéndola como una emergencia planetaria.

La sostenibilidad ambiental es la manera equilibrada de vivir entre la humanidad y la naturaleza que la encierra y de la cual forma parte. Esto involucra que las

personas pueden tener nuevos desarrollos sin amenazar a los recursos naturales y sin poner en peligro a las generaciones futuras.

#### **4.4. Aspectos Teóricos**

##### **4.4.1. Propiedades fisicoquímicas de las plantas**

###### **Estructura de las plantas**

Las plantas son un organismo vivo, la mayoría posee tres partes principales como son:

**Hojas**, es la parte de la planta que realiza la fotosíntesis, transpiración y respiración vegetal.

**Tallo**, en este crecen las ramas en las cuales nacerán las flores, frutas y hojas. Por lo general su crecimiento es en forma vertical siguiendo al sol y por el centro del tallo corre la savia, consistencia formada a partir de la mixtura de minerales y agua son absorbidos del suelo por la planta.

**Raíz**, se encuentra bajo la tierra. Su función es mantener a la planta sujeta al suelo y absorber agua y minerales del suelo.

###### **Las plantas y su clasificación según su altura**

**Árboles**, son las plantas que están formadas por un tallo leñoso de una altura de cinco metros o superior.

**Arbustos**, tienen un tallo leñoso y pueden tener una altura que va de uno hasta los cinco metros. Sus ramas inician desde el nivel de la tierra.

**Matas**, miden menos que un metro y su tallo es leñoso.

**Hiervas**, su tallo es blando, por lo que no contienen una estructura dura ni leñosa.

###### **Renovación de aire**

La fotosíntesis es un proceso vital de las plantas para la filtración de aire, lo cual nos provee de oxígeno por medio del dióxido de carbono. Este proceso generalmente lo realizan por la mañana, sin embargo hay otro tipos de plantas de zonas calurosas que lo realizan por la noche.

#### 4.5. Marco Normativo y Legal

En el artículo 3 del Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas de banano, dispuesto por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y pesca, se establece los objetivos descritos a continuación:

*Tabla 3.*

Objetivos de la producción orgánica.

NORMA, LEY, DECRETO	Descripción
Producción orgánica  Salvaguardar un método factible de gestión agropecuario que:	Cumpla con los procedimientos, periodos naturales, mantener y mejorar la salud de los animales, plantas, agua, suelo y el equilibrio entre los mismos. Aporte a que la biodiversidad sea preservada y asegurada en mayor volumen. Utilizar de manera consciente los recursos naturales y energía proporcionados por el ecosistema los cuales son: aire, agua, suelo y materias orgánicas. Respete las necesidades de cada especie y mantener su seguridad
	Elaborar productos orgánicos de calidad alta.
	Producir variedad de productos agrícolas que satisfaga la necesidad y cantidad de consumo de personas que adquieren productos fabricados en base a procesos amigables con el medio ambiente, la salud del ser humano y la de los animales y plantas y así mismo su bienestar.

En el artículo 5 se establecen los siguientes principios en los que se basa la producción orgánica:

*Tabla 4*

Principios de la producción orgánica.

NORMA, LEY, DECRETO	Descripción
Producción orgánica Métodos ecológicos que:	Empleen producción mecánica y usen a organismos vivos. Traten una producción de ganado anexada al suelo y cultivos que cumplan con las normas de la industria pesquera sostenible. No usen un organismo genéticamente modificado (OGM) para la producción. Estén sujetos a evaluación de los riegos y a aplicar medidas de seguridad y prevención.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

La investigación está planteada a partir de la Metodología conceptual de Bruno Murani para concebir un proyecto, el cual cuenta con varias fases proyectadas al cumplimiento de los objetivos de una manera eficaz y obteniendo ideas innovadoras para la solución de problemas.

La metodología cuenta con los siguientes pasos:

**Definición del problema**, etapa inicial

**Recopilación de datos**, el proceso de obtención de información relevante sobre las características de nuestro objeto de estudio que es el pseudotallo de banano se lo realiza mediante entrevistas y observación. Las entrevistas se realizarán agricultores quienes trabajan en las empresas bananeras, los dueños, expertos en fibras vegetales y profesionales. Con las mismas personas se realizará una observación en un tiempo importante en cual se pueda obtener información relevante. Investigación en canales oficiales que brinden información importante y verdadera sobre las características del objeto de estudio.

**Análisis de datos**, en esta etapa se filtra la información obtenida, esto con el fin de poder seleccionar que datos son relevantes y lo que nos permitirá tener un alcance o nuevas perspectivas para la experimentación y cuáles serán los determinantes a usar en la etapa de diseño.

**Creatividad**, etapa en la cual se determinará las oportunidades y limitaciones, generación de opciones, mientras más amplio sea mejor así se tiene más opciones para decidir sin dejar a un lado alguna posibilidad.

**Materiales y tecnologías**, recolección de todos los elementos necesarios que se usarán para la experimentación, como es el pseudotallo y otros artículos como recipientes, herramientas de corte, etc.

**Experimentación**, se experimentará con el pseudotallo de banano, se abrirá todas las posibilidades y se aplicará tecnologías o métodos de extracción del material para la obtención de una o varias presentaciones comerciales.

**Modelos**, etapa importante en la cual se podrá ver los resultados de la experimentación, pero en un contexto más real, donde se observará y analizará la capacidad y propiedades del material obtenido. Esto aplicado en un producto que pueda responder las mismas características del resultado obtenido en cuanto a dureza y rigidez.

**Verificación**, se pondrá a prueba el resultado aplicado en un objeto, aquí se podrá saber cuan factible es y los inconvenientes que se pueden presentar en cuanto a durabilidad, función, estética, ergonomía y más aspectos ligados al buen diseño. Para luego hacer las correcciones necesarias.

**Solución**, exposición del resultado final de la experimentación en presentaciones comerciales aplicadas en objetos o productos cotidianos.

### **5.1. Tipo de investigación**

La investigación aplicada en el proyecto será explorativa.

Se basa en un primer acercamiento y tratarlo de manera superficial antes de adentrarse profundamente en el tema. Lo que busca este tipo de investigación es recopilar la mayor cantidad de información básica y relevante sobre el problema a tratar. Se basa en el estudio de la calidad de las herramientas, relaciones, medios y acciones aplicadas en un determinado problema. Pretende dar una descripción basada en el criterio propio. En base a la información obtenida se puede determinar los puntos clave que se abordarán.

Información cualitativa y cuantitativa

Se realizará entrevistas a personas que estén inmersas en la industria bananera, tales como empleados agricultores quienes tratan diariamente con el pseudotallo de banano y conocen a profundidad todo el proceso que conlleva la extracción y el uso que se le da, con el dueño de la empresa con la que se trabajará, con el fin de obtener información relevante sobre la producción y comercialización del fruto y planteamientos de usos de los residuos de la planta de banano.

Se realizarán observaciones en el campo de trabajo, es decir adentro de las plantaciones. Se podrá conocer y constatar a profundidad cada una de las

propiedades físicas, tamaño general de la planta, tiempo de vida del pseudotallo bajo el sol y bajo la sombra, características que influyen en su aceleración de descomposición, como tiempo de biodegradación, peso general, y peso por tamaño o trozos, entre otros. Se hará un análisis de todos los aspectos que pueden influir en la creación de un nuevo material y su posible aplicación.

## 5.2. Población

El proyecto no tiene un usuario final beneficiario final, ya que es una exploración de material, que aún no se conoce el resultado.

## 5.3. Muestra

La muestra es proporcional a la población.

## 5.4. Variables

Para la exploración del pseudotallo de la planta de banano se tomaron como base las siguientes categorías: propiedades, producción del banano, procesos tecnológicos, forma y estado.

*Tabla 5.*

Variables

Variable	Definición	Tipo de variable	Posible valor
Propiedades del pseudotallo de banano			
Tamaño	Magnitud o dimensión del pseudotallo.	Cuantitativa	2 – 3 metros
Peso	Medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.	Cuantitativa	4 - 6 kg
Humedad	Cantidad de líquido presente en el interior de las capas del pseudotallo.	Cuantitativa	Max 50 C° Min 30 C°
Flexibilidad	Capacidad de doblarse un cuerpo fácilmente.	Cuantitativa	45° - 90° - 180°

Compresión	Aplicación de fuerzas internas equilibradas a diferentes puntos de un material o estructura.	Cualitativa	Dstrucción: Total Parcial
Fricción	Fuerza que exista entre dos superficies en contacto.	Cualitativa	Dstrucción: Total Parcial
Producción de banano			
Cajas por día	Contenedor de cartón que protege los bananos.	Cuantitativa	800 - 1000
Planta cosechada por día	Planta que contiene bananos	Cuantitativa	500 - 700
Residuos de pseudotallo	Parte sobrantes de la planta de banano.	Cuantitativo	500 – 700 pseudotallos
Procesos tecnológicos			
Corte	División en diferentes partes al pseudotallo.	Cualitativo	Fácil de cortar Requiere de mayor fuerza.
Trituración	Dejar en estado de partículas.	Cualitativo	Partículas muy pequeñas o muy grandes.
Descortezado	Quitar la corteza o capas.	Cualitativo	Corteza completa o destruida.
Machacado	Aplastar dando golpes	Cualitativo	Corteza completa o destruida.
Forma - Estado			
Tablero	Plancha plana con espesor	Cuantitativa	2 x 2,5 metros 3 x 3,5 metros Espesor de 5 - 10 mm

Listón	Pieza plana y larga	Cuantitativa	10 cm x 1 m 20 cm x 2 m
Lámina	Plancha plana y delgada	Cuantitativa	50 cm x 80 m 80 cm x 1 m Espesor de 3 – 5 mm
Polvo	Acumulado de partículas	Cualitativo	Partículas diminutas o partículas grandes
Fibra	Hebras o hilos	Cualitativo	Hebra débil Hebra resistente
Pasta	Masa maleable y consistente	Cualitativo	Estado seco y espeso o maleable y consistente
Cuero	Lamina en estado de piel	Cualitativo	Suave o áspero

## 6. DIAGNÓSTICO

### 6.1. Producción de banano en Ecuador

Según la Asociación de Exportadores de banano de Ecuador, el país mensualmente exporta alrededor de 30 millones de cajas de banano y cada una de estas contiene de 60 a 65 frutos, dependiendo del tamaño.

Las empresas bananeras cuidan y tratan a la planta de banano para que produzca la mayor cantidad de frutos, los cuales pueden llegar a un promedio de 120 por racimo.

Haciendo un análisis y cálculo de los mismos se determina lo siguiente:

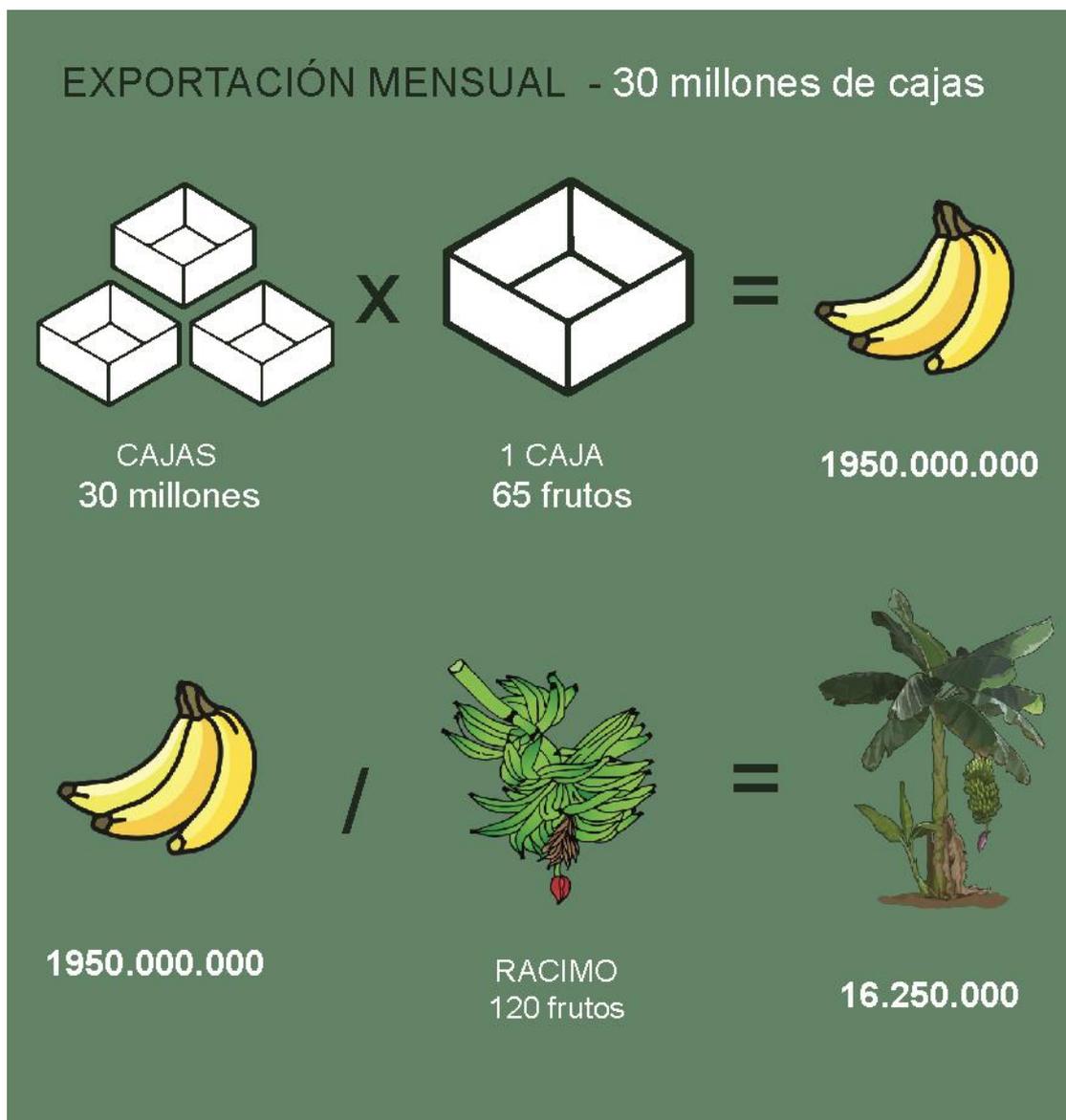


Figura 41. Exportación banano.

Todas las imágenes que son autoría del estudiante\*

Para cumplir con la exportación de 30 millones de cajas mensuales se necesitan 16.250.000 de plantas de banano lo cual implica miles de hectáreas.

Las empresas bananeras se encuentran ubicadas en la región costa del país, ya que el banano se produce en zonas calientes lo que facilita también la exportación por contar con puertos marítimos para envíos de productos hacia otros países.

Para poder abastecer la cantidad de 30 millones de cajas mensuales a diferentes países las empresas cuentan con plantaciones de miles de hectáreas, por lo que se encuentran ubicadas a las afueras de las ciudades. Los terrenos tienen plantas de diferente tamaño o estado, esto se debe a que están en un constante proceso de siembra y cosecha para no perder la producción. Una vez que ha sido cosechado el fruto y por ende desocupado un espacio se procede a la siembra.

## 6.2. Visita de campo

Para la observación del espacio donde crece la planta y su análisis externo se trasladó a la ciudad de Zaruma, centrada en una pequeña finca, la cual cuenta con plantación para consumo familiar.

La finca se encuentra situada en el barrio El Faique, a 10 minutos de la ciudad, donde es común que cada familia siembre y coseche sus propios alimentos con huertas caseras. El banano o guineo, como le conocen en la parte alta de El Oro, es el fruto que más se siembra y se puede encontrar con mayor frecuencia en las pequeñas fincas.



*Figura 42.* Plantas de banano.

### **6.2.1. Características de cultivo**

El clima cálido de la costa puede fácilmente marchitar a una planta si no se le da los cuidados correctos y todo inicia desde la elección del terreno y el alcance al agua.

- La planta de banano contiene mucha agua por lo que debe ser plantada en una tierra hidratada que por lo general es de un color café oscuro.
- El terreno debe ser plano o ligeramente inclinado, esto porque son cultivos de miles de plantas y el personal debe caminar muchos metros para la cosecho y la posterior traslado en rieles para el empaquetado, también porque si planta está demasiado inclinada corre el riesgo de doblarse y dañarse, y por ultimo por la instalación de sistema de riego
- Cuente con sistema de riego de agua para hidratación.
- El terreno debe estar despejado, no deben haber arboles sobre las plantas porque estos las cubren y no les permite obtener sol, el cual ayuda con el crecimiento.
- La tierra debe ser arcillosa o arenosa.

### **6.2.2. Características de la planta**

La temperatura en la costa oscila entre los 22°1 C y 28°C por lo que mantener una tierra hidratada para plantaciones en esta zona es una tarea que requiere de mucho esfuerzo y dedicación. La mayoría de productos costeros provienen de árboles o plantas que tienen su fruto fuera de la tierra y reciben los nutrientes e hidratación a través del tallo.

- El banano nace entre la terminación del pseudotallo y el inicio de las hojas.
- El fruto nace desde una especie de capullo color rojizo que lo mantiene guardado hasta que madure cada uno de los frutos y estos puedan salir a seguir desarrollándose.
- La humedad encontrada en un pseudotallo es de casi el 80%, esto se debe al clima cálido, la planta debe mantener su humedad para el correcto desarrollo de los frutos.
- La humedad le permite tener rigidez y fuerza para mantenerse en la tierra y para contener el banano, hojas y semillas.

- Es una planta considerablemente alta, ya que tiene una altura promedio de 4 metros desde el pie hasta las hojas.
- El tiempo de cosecha se calcula en las hojas, cuando éstas empiezan a tornarse de colores que van de amarillo a café es porque le falta poco tiempo, una vez que la mayoría de hojas han tomado dicha tonalidad se procede a la cosecha.
- Como arma de protección y también por el clima el pseudotallo mantiene sus capas externas en un estado seco o quebradizo.
- La planta no requiere de mayor cuidado en su desarrollo esto se debe a la cantidad de humedad que contiene.
- A medida que la planta crece van naciendo los hijos o retoños desde el rizoma y crecen a su lado.



*Figura 43. Referencia planta – hombre.*

En la imagen se aprecia el gran tamaño de la planta con un hombre a su lado, quien tiene una altura de 1.63 m.

### 6.2.3. Proceso de extracción del pseudotallo

Normalmente en la industria del banano cuando realizan la cosecha del fruto cortan solo el racimo desde su pequeño tronco. Una vez obtenido el banano se procede al corte de las hojas y al pseudotallo lo cortan en tres o cuatro partes. Para esta extracción se usa tan solo una herramienta básica dentro de la agricultura como es el machete.

*Tabla 6*

Proceso de extracción del pseudotallo

Paso	Proceso
<p>1. El tiempo de vida que normalmente debe tener un banano para ser cosechado es de un año.</p> <p>Se corta toda la planta de desde la parte más baja del pseudotallo, con el fin de aprovecharlo en su totalidad.</p>	

2. Se corta las hojas.



3. Se deja reposar por dos horas hasta que deje caer la mayor cantidad de un líquido transparente similar a un pegamento.



4. El pseudotallo tiene residuos y capas que se secan a lo largo de su vida que deber ser extraídas.



5. Una vez extraídos todos los residuos el pseudotallo tiene una apariencia rosa de las capas.



- Los tres metros de altura hacen que la palma sea muy pesada por lo cual el proceso de extracción es un poco complicado y tedioso, aun así, un hombre adulto lo puede hacer.
- Para el traslado del pseudotallo lo lleva en el hombro.
- El tiempo promedio que conlleva todo el proceso desde el corte hasta la limpieza es 3 horas y restando el tiempo de espera del reposo es de una hora.
- El líquido transparente es similar a un pegamento.

### 6.3. Identificación y caracterización del pseudotallo

Para el proceso de identificación y caracterización se trabaja con la mitad de un pseudotallo, ya que el tamaño original es de casi 3 metros.



*Figura 44.* Identificación y caracterización.

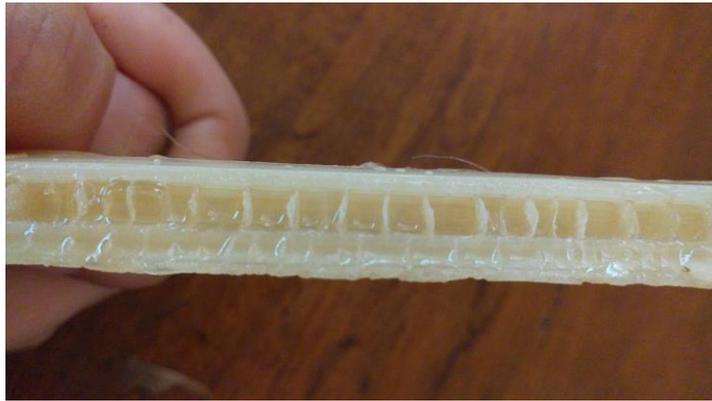
#### 6.3.1. Apariencia externa

- La textura es lisa.
- Tiene variedad de tonos de rosado.



*Figura 45.* Tonos de rosado.

- El cuerpo contiene gran cantidad de agua.



*Figura 46. Presencia de agua.*

- Las capas internas van perdiendo el color rosa y se vuelven más claras hasta el blanco hueso.



*Figura 47. Color rosa y blanco.*

- Tiene alrededor de 25 capas.



*Figura 48. Capas del pseudotallo.*

- Las capas tienen forma curvada.



*Figura 49. Forma curvada.*

- Los extremos de las capas son muy delgados y se rompen con facilidad, en cambio la parte central de la misma tiene un espesor de 5 a 10 mm.



*Figura 50. Extremos delgados.*

- Es muy quebradiza, pero no se puede rasgar con facilidad, ya que está formada por varias partes.



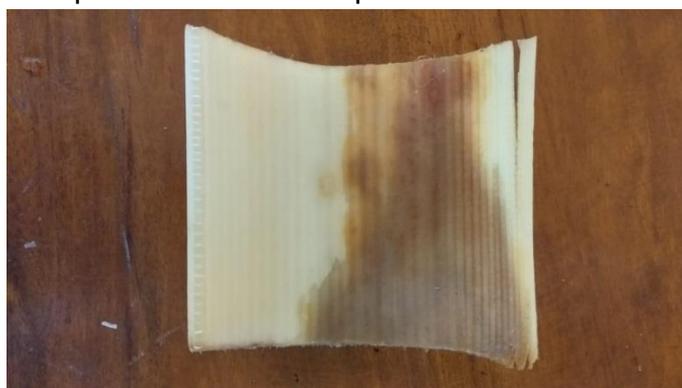
*Figura 51. Capa quebradiza.*

- Las capas constan de 2 caras, una de un color rosa y la otra es blanca.



*Figura 52. Caras con diferente color.*

- Cuando inicia su proceso de descomposición toma un color café oscuro.



*Figura 53. Descomposición.*

### **6.3.2. Sub capas**

Cada una de las capas tiene sus propias partes o componentes que se las puede definir como sub capas. Son 3 y cada una de estas tiene características diferentes lo que le da mayor dureza y capacidad de resistencia y almacenamiento de la humedad del pseudotallo.

#### **6.3.2.1. Sub capa dura**



*Figura 54. Cara externa.*



*Figura 55. Cara interna.*

- Es la primera parte o cara que se puede ver en el pseudotallo.



*Figura 56. Apariencia de pseudotallo*

- Tiene un degradado que va de blanco hasta llegar a un tono rosa oscuro de abajo hacia arriba.



*Figura 57. Degradado.*

- Tiene dos caras, una es la externa (rosa) y la otra interna (blanca).



*Figura 58. Cara externa rosa.*

*Figura 59. Cara externa blanca.*

- La cara interna tiene vetas o hebras en sentido vertical.



*Figura 60. Vetras de cara interna.*

- Las vetras son hilos que ayudan a mantener a la subcapa dándole más resistencia.
- La subcapa dura está formada por una especie de película impermeable de color rosa y se la extrae raspándola, hilos y material.
- Es capaz de enrollarse y no romperse.



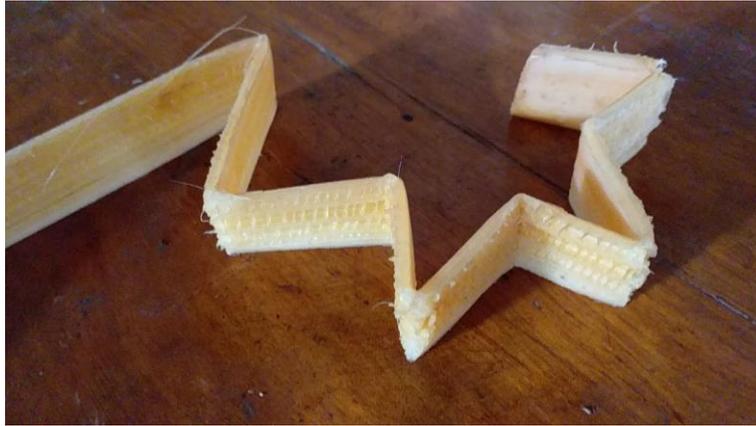
*Figura 61. Subcapa dura enrollada.*

- Puede generar formas orgánicas.



*Figura 62. Formas orgánicas*

- Se rompe al generar presión.



*Figura 63. Sub capa quebradiza.*

#### 6.3.2.2. Hilo



*Figura 64. Hilo.*

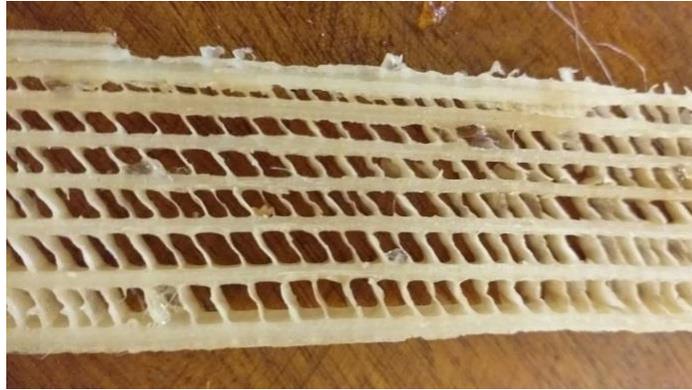
- Se puede visualizar la hebras en la cara externa de la sub capa dura.
- Está cubierto por una especie de película color rosa.
- Es de color blanco.
- Las hebras son finas casi igual a un hilo común.
- Se puede romper si es una sola hebra, pero en grupo mantiene mayor fuerza.

#### 6.3.2.3. Sub capa malla



*Figura 65. Sub capa malla.*

- Está ubicada en medio de la parte dura y la parte suave por lo que sirve como unión de estas dos.
- Funciona como almacenadora del agua o humedad.
- Color blanco hueso.
- Las dos caras son iguales.



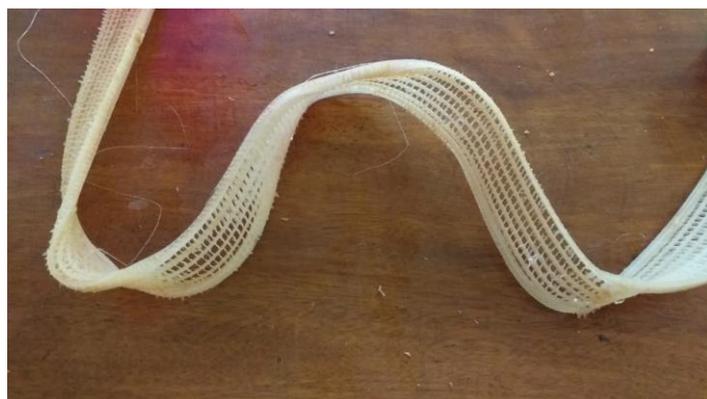
*Figura 66. Apariencia malla.*

- Se enrolla creando arcos.



*Figura 67. Malla enrollada*

- Se puede generar ondas.



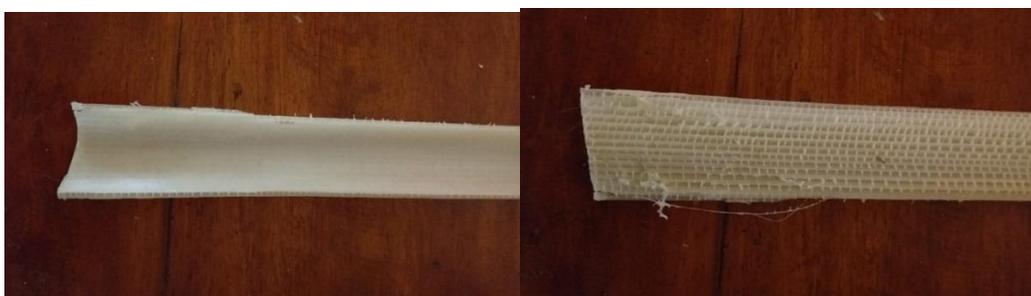
*Figura 68. Ondas*

- Las líneas de separación son frágiles y se pueden romper fácilmente al halarlas hacia abajo.



*Figura 69. Fragilidad de malla*

#### 6.3.2.4. Sub capa suave



*Figura 70. Sub capa suave*

- Es la parte interna que a simple vista no se puede en el pseudotallo entero sino solo cuando se hayan extraído las capas.
- Es muy suave y se puede romper con facilidad.
- Capacidad para enrollar, no para doblar porque se rompe.



*Figura 71. Sub capa suave enrollada*

### 6.3.2.5. Viruta

Al momento de extraer las diferentes sub capas de las capas del pseudotallo se realizaron varios cortes de los cuales quedaban pequeñas segmentos que al secarse tenían apariencia de viruta. Es por esto que después se planteó la obtención mediante la extracción desde la fibra dura y la capa completa.



*Figura 72. Viruta húmeda*

- Al momento de cortar las diferentes capas se observó la dureza y resistencia que estas poseen.

### 6.4. Extracción de capas

Basándome en la identificación y caracterización del pseudotallo establecí el método y los pasos para poder extraer las capas. No se usa herramientas de corte ni de ninguna otra índole, se lo hacer manualmente.

*Tabla 7.*

Proceso de extracción de capas.

Paso	Proceso
1. Identificar la separación de las capas. Es una línea externa casi transparente.	

2. Separar la capa desde los extremos.



3. Apoyar la mano en el pseudotallo para extraer.





La extracción es relativamente sencilla no necesita de mayor esfuerzo ni herramientas lo que facilita, ya que no hay riesgo de cortes.

### Conclusión

- La planta de banano tiene una altura promedio de 4 metros, por lo más bajo, incluyendo las hojas lo que es realmente alto comparándola con una persona de estatura promedio de Ecuador 1.65 m, lo cual puede resultar un peligroso o dificultoso porque existe riesgo de caída sobre el hombre o el traslado puede suponer mayor esfuerzo.
- En cuanto a las características físicas es un material que al simple tacto se determina que es suave y brillante llegando a tener una apariencia similar al plástico.
- Contiene gran cantidad de agua ubicada en el centro de la capa específicamente en la subcapa malla.
- Las capas son suaves al tacto pero ligeramente duras al rasgarlas con las manos, pero con una herramienta filosa como un cuchillo o machete se corta fácilmente a lo largo.
- Después de un par de días de ser cortado el pseudotallo ya se observa indicios de descomposición, este proceso no emana olores fuertes a menos que lleve semanas y bajo la lluvia.

#### **6.4.1. Tecnología para la extracción del pseudotallo**

Durante el proceso de diagnóstico se realizaron diferentes extracciones como son del pseudotallo, capas y subcapas, para esto se usó herramientas de corte como son machete y cuchillo grande y pequeño.

##### **Herramientas:**

##### **6.4.1.1. Machete**

- **Planta de banano**

Para realizar la extracción se usa un machete grande y filoso, con el fin de cortar toda la circunferencia en uno o dos machetazos para evitar cortes pequeños que pueden dañar los extremos del pseudotallo.

##### **6.4.1.2. Cuchillo**

- **Capas**

Las capas miden alrededor de 20 centímetro de ancho y un espesor de un centímetro, lo que las hace rígidas al doblado, pero suaves al corte. Con un cuchillo casero se pueden cortar fácilmente a lo largo en dirección de las vetas.

- **Extremos de capas.**

Son frágiles llegando a tener un espesor de un milímetro o menos por lo cual se los corto con un cuchillo pequeño o estilete.

- **Subcapas**

Las 3 partes son suaves al corte por lo cual se puede realizar con un cuchillo casero filoso.

#### **6.4.2. Resultado de la caracterización**

La estructura del pseudotallo permite ampliar la exploración de materiales, ya que cuenta con varias capas y cada una de estas tiene características singulares que al realizar tratamientos pueden aumentar su calidad.

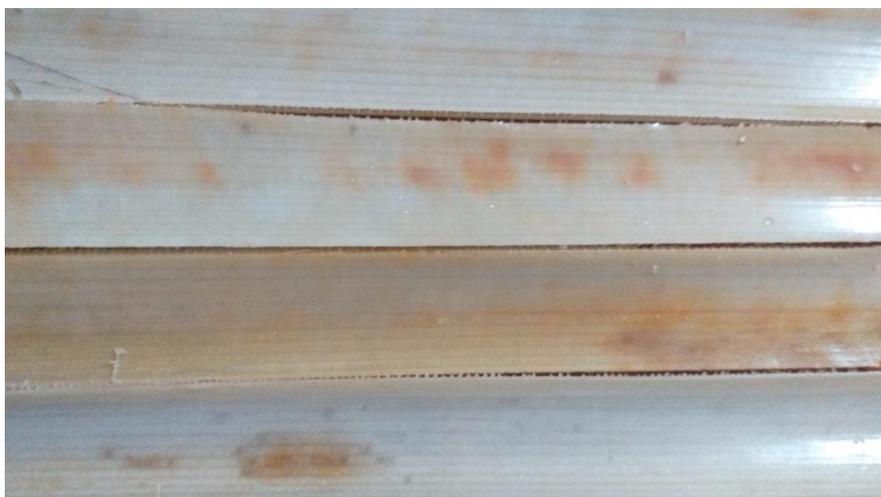
Las cinco partes que se han identificado y con las cuales se continuará la exploración son los siguientes:

### 1. Fibra dura



*Figura 73. Fibra dura.*

### 2. Fibra suave



*Figura 74. Fibra suave.*

### 3. Fibra malla



*Figura 75. Fibra malla.*

#### 4. Fibra hilo



*Figura 76. Fibra hilo*

#### 5. Viruta



*Figura 77. Viruta*

## 6.5. Extracción de fibras

Después de extraer la capa, ésta aun contiene impurezas y cortes irregulares y para iniciar la extracción solo de la fibra se debe realizar antes lo siguiente:

1. Limpiar las impurezas.



*Figura 78.* Limpieza.

2. Cortar los extremos verticales irregulares.



*Figura 79.* Corte de extremos verticales.

3. Cortar los extremos paralelos.



*Figura 80.* Corte de extremos laterales.

4. Cortar en dos o tres partes la capa, dependiendo del ancho de la misma.



*Figura 81. Corte a lo largo.*

### 6.5.1. Fibra dura

La extracción de la fibra dura es levemente fácil, ésta está expuesta y se la puede ver exteriormente lo que facilita su identificación. En el proceso de caracterización se definió la dirección de vetas que tienen una orientación vertical y con el fin de obtener mayor cantidad de fibra el corte se lo realiza lo largo con un cuchillo casero.

*Tabla 8.*

Extracción de fibra dura.

Paso	Proceso
<p>1. Identificar la parte rosada de la capa.</p>	

2. Identificar la fibra desde la parte superior de la capa.



3. Realizar el corte desde la parte superior.



4. Cortar hacia abajo.



5. La fibra dura está junto a la malla.



6. Fibra dura lado exterior e interior.



### Resultado

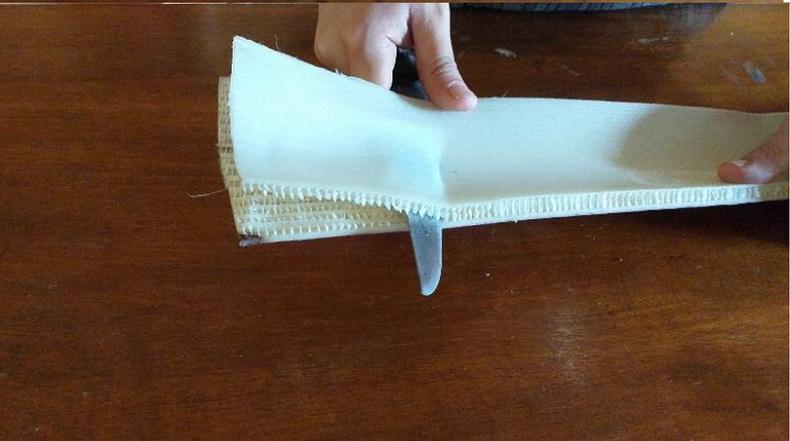
- La forma de la capa es curva por lo que es más factible extraer la fibra en segmentos de 10 centímetros de ancho.
- Si se hace cortes más anchos se puede llevar demasiada fibra malla.

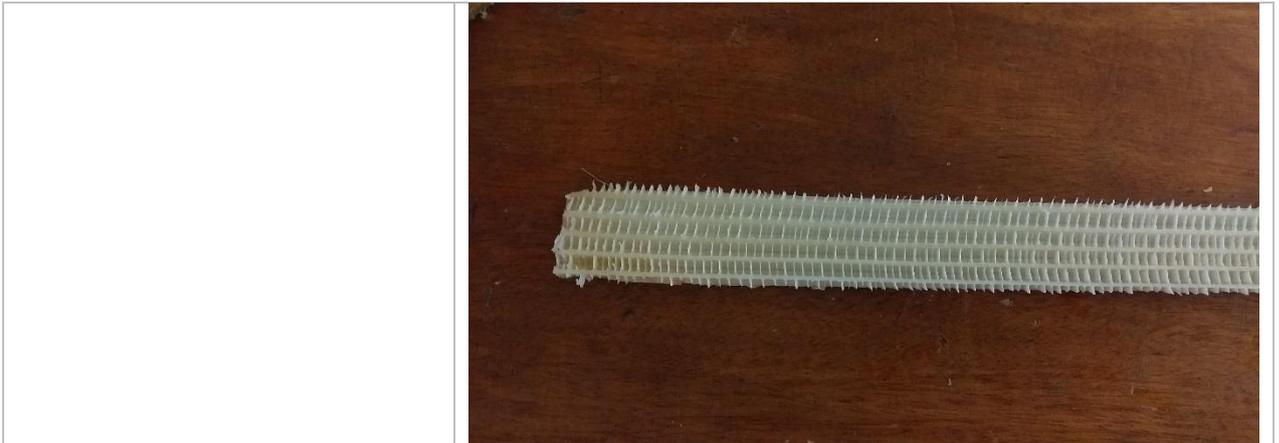
### 6.5.2. Fibra suave

Se realiza un proceso similar al de la fibra dura, pero con la diferencia que se identifica la parte más suave y clara de la capa.

Tabla 9.

Extracción de fibra suave

Paso	Proceso
1. Identificar la fibra desde la parte superior de la capa.	
2. Realizar el corte hacia abajo cuidando de no cortar demasiado la malla.	
3. Fibra extraída	



### Resultado

- Los conectores entre la fibra malla y suave son finos lo que facilita su extracción.
- Su extracción es más sencilla, pero se debe hacer con mayor cuidado.

#### 6.5.3. Fibra malla

Se realiza un proceso similar al de las dos fibras anteriores.

Se identifica la malla desde la parte superior de la capa, ya que está en medio de la dura y suave.

Tabla 10.

Extracción de fibra malla.

Paso	Proceso
<p>1. Extraer la sub capa dura.</p>	

<p>2. Identificar la fibra desde la parte superior de la capa.</p>	
<p>3. Separación de la fibra malla de la suave.</p>	
<p>4. Realizar el corte hacia abajo.</p>	
<p>5. Fibra malla</p>	

## Resultado

- Para sacar la malla primero se debe extraer la fibra dura y suave.
- La fibra se corta fácilmente con un cuchillo ya que es suave.

### 6.5.4. Fibra hilo

Por estar ubicada dentro de la fibra dura se necesita un proceso más elaborado y uso de herramientas. Se realizaron varios métodos.

#### Método 1

##### Raspar el recubrimiento

Extraer la parte que contiene la fibra para luego con cuidado raspar el recubrimiento rosado.

Tabla 11.

Raspar el recubrimiento.

Paso	Proceso
<p>1. Extraer un segmento a lo largo de la parte rosada de la sub capa dura.</p>	
<p>2. Segmento extraído.</p>	

3. Raspar el recubrimiento rosado hasta llegar al hilo.



4. Fibra extraída.



### Resultado

- El recubrimiento es suave y se lo puede retirar fácilmente raspándolo de arriba hacia abajo con un cuchillo, pero solo en pequeños segmentos se puede obtener una fibra limpia. En segmentos más grandes el hilo se rompe por la acción de raspar y el recubrimiento se queda pegado por zonas.
- Las hebras quedan con materia de la fibra dura.

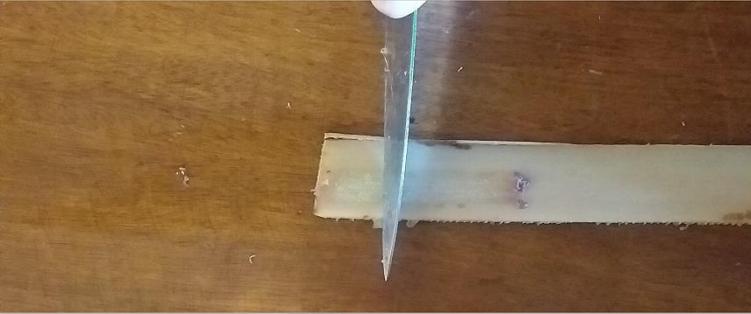
## Método 2

### Raspar a la sub capa dura

Consiste en raspar la sub fibra dura hacia abajo por el lado rosado para extraer el material con un cuchillo hasta dejar solo al hilo. La sub capa dura puesta sobre la mesa.

Tabla 12.

Raspar a la sub capa dura.

Paso	Proceso
<p>1. Identificar la parte exterior de la sub capa dura.</p>	
<p>2. Raspara hacia abajo el recubrimiento.</p>	
<p>3. Sub capa sin recubrimiento. Se observa las hebras.</p>	

## 4. Hebras.

**Resultado**

- Al generar mayor presión del cuchillo sobre la fibra para raspar esta se rompe y quedan hebras por la mitad.
- La fibra mantiene materia de las otras capas.
- Sí se logra visibilizar las hebras, pero para extraer por completo se debe realizar un trabajo más suave y toma mucho tiempo.

**Método 3****Hervir la sub capa dura**

Consiste en extraer la sub capa dura, cortarla en láminas de 30 centímetros de largo y 3 de ancho y posteriormente puesta a hervir en agua alrededor de 10 min, esto con el fin de que el material que sostiene al hilo se suavice y facilite la extracción.

Tabla 13.

Hervir la sub capa dura.

Paso	Proceso
1. Cortar en segmentos pequeños a la sub capa dura.	

<p>2. Hervir durante 20 minutos.</p>	
<p>3. Raspar la materia de la parte exterior e interior</p>	
<p>4. Fibra</p>	

### Resultado

- Después de hervir la fibra dura sí se vuelve más suave y se visualiza con más exactitud las hebras.
- Al momento de raspar la fibra sí se nota mayor suavidad, pero no a gran escala.
- Si se obtiene las hebras limpias con mayor esfuerzo y tiempo.
- El largo de las fibras es pequeño por lo que toma más tiempo obtener gran cantidad de fibra.

#### **Método 4**

Se necesitó crear un espacio amplio y con objetos adicionales como es una tabla y machete. Se coloca una capa grande a lo largo de la tabla que estará inclinada, se genera presión con fuerza arrastrando los restos de la fibra dura y fibra suave hacia abajo para llegar hasta la fibra.

#### **Herramientas**

##### **Machete pequeño**



*Figura 82. Machete.*

##### **Tabla**



*Figura 83. Tabla.*

Tabla 14.

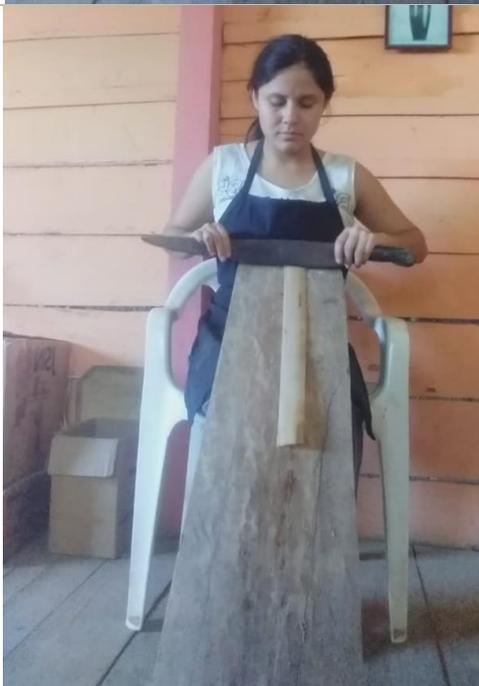
Extracción en tabla.

Paso	Proceso
1. Colocar la tabla inclinada desde el piso apoyada en las piernas.	
2. Colocar la sub capa dura a lo largo de la tabla.	

3. Doblar la sub capa a la mitad.



4. Tomar al machete de los extremos y raspar con fuerza hacia abajo con el lado filoso.



5. La materia restante empieza a salir para dejar al hilo.



<p>6. Extraer suavemente todo el material restante.</p>	
<p>7. Fibra extraída.</p>	

### Resultado

- La tabla tiene una largo de 1.20 metros lo que permite que la capa pueda ser acostada sobre ella.
- La inclinación de la tabla permite que se puede raspar la fibra hacia abajo con mayor precisión.
- La fuerza ejercida para raspar la fibra está equilibrada en los dos brazos por lo que no genera mayor molestia en el cuerpo.

### 6.5.5. Viruta

Para extraer la viruta se realizaron varios métodos para experimentar la dureza y resistencia de las diferentes capas.

#### Método 1

##### Trituración con molino – Fibra dura

El molino es una herramienta manual eficaz para triturar alimentos duros como el maíz, maní, entre otros, y se puede configurar la finura del molido. La manija es girada por las manos con la fuerza de los brazos lo que permite controlar la velocidad y cantidad de fibra que se coloca en la bandeja.

La bandeja es pequeña.

Tabla 15.

Trituración con molino.

Paso	Proceso
<p>1. Cortar las tiras de las capas a lo largo con un ancho de 2 a 3 centímetros cada una.</p>	
<p>2. Cortar en trocitos pequeños de 2x3 cm.</p>	

<p>3. Moler en el molino.</p>	
<p>4. Resultado de la trituración</p>	
<p>5. Secado</p>	

### Resultado

- El molino sí logra triturar los trocitos de fibra, pero no se obtiene la apariencia esperada, la cual es segmentos grandes y largos, por el contrario se adquiere una trituración similar a una pasta con grumos, que se mezcla y se enreda, haciendo casi imposible dispersar la viruta.

- Cuando se tritura destila gran cantidad de agua por lo que se humedece por completo y llega a tener una apariencia similar al musgo.
- Una vez seco, en su totalidad, desprende partículas como polvo, pierde dureza y volumen.

## Método 2

### Trituración con espátulas – Fibra dura

Tabla 15.

Trituración con espátula.

Paso	Proceso
1. Se corta tiras de la capa completa a lo largo con un ancho de 2 a 3 centímetros cada una.	
2. Cortar el trocitos pequeños de 2x3 cm	

<p>3. Colocar todos los segmentos en una tina.</p>	
<p>4. Cortar con espátulas haciendo presión en las manos y dando golpes fuertes para poder cortar.</p>	
<p>5. Viruta húmeda.</p>	
<p>6. Secado</p>	

## Resultado

- Cortar la capa completa a lo largo y en cuadritos si genera mayor desgaste y cansancio lo que hace también que se tome más tiempo para completar todo el proceso.
- Para usar la espátula se debe sostener el mango empuñando la mano para generar presión y dar golpes certeros en la fibra, que a la larga, genera dolor y fatiga en la persona.
- La espátula sí corta la fibra en segmentos más pequeños, pero con mucha fuerza y en mayor tiempo, lo que hace imposible la optimización del tiempo y energía.
- Se necesita una herramienta en cada mano para cumplir con la trituración en el menor tiempo.
- El resultado obtenido son segmentos delgados y dispersos, gracias a esto cuando son puestos bajo el sol se secan rápido.
- Cuando la viruta está seca los segmentos reducen su tamaño, ya que expulsan toda la humedad.
- Mantiene resistencia, dureza y volumen.

## Método 3

### Corte de tiras finas – Fibra dura

Tabla 16.

Corte de tiras finas.

Paso	Proceso
<p>1. Cortar a lo largo tiras finas de la capa dura.</p>	

2. Cortar pequeños segmentos de 2 centímetros de las tiras finas.



3. Segmentos cortados



4. Colocar la viruta sobre una base dura o en el piso y golpear con fuerza para que la fibra pueda expulsar la humedad.



5. Secado



## Resultados

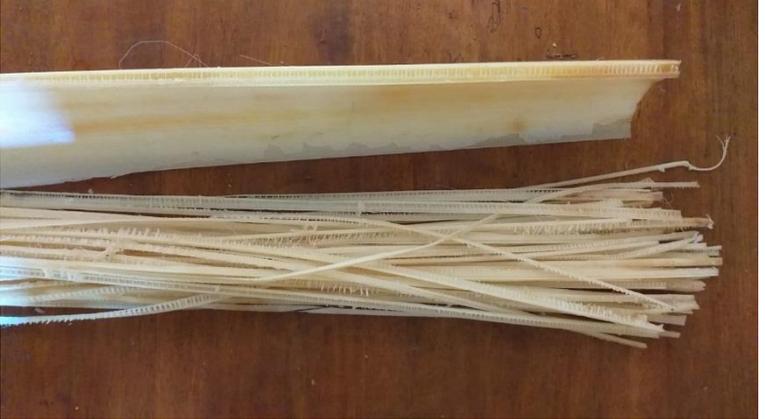
- La fibra dura posee los hilos en sentido vertical por lo que cortar las tiras finas es cómodo, ya que no se genera fuerza y se realiza en poco tiempo.
- El tiempo de corte de los segmento se reduce en gran manera en comparación con los otros métodos, ya que son más delgados y se puede cortar por grupos.
- Cuando se seca la viruta es más resistente y dura.

## Método 4

### Corte de tiras finas – Capa completa

Tabla 17.

Corte de tiras finas.

Paso	Proceso
<p>1. Cortar a lo largo tiras finas de la capa.</p>	
<p>2. Tiras de capa.</p>	

<p>3. Cortar segmentos pequeños de 2 a 3 centímetros.</p>	
<p>4. Viruta con humedad.</p>	
<p>5. Secado</p>	

### Resultados

- Se obtiene una viruta más variada.
- Se puede ver las 3 diferentes fibras, como es la malla, dura y suave cada una con diferentes características que al unirse tienen mayor resistencia.
- El tiempo de secado fue de 3 días con calor intenso.

## 6.6. Secado de fibras

### 6.6.1. Fibra dura

Es una fibra que conserva muy bien la humedad gracias a las hebras que pasan por toda la estructura lo que la hace pesada.

El secado de las fibras se lo hizo de manera natural bajo el sol, aprovechando el clima cálido de la costa, por esta razón es que el clima es un aspecto importante para la eficacia del tiempo de secado.

Se realizaron tres métodos:

#### 6.6.1.1. Tendido

Es un método muy común que se usa para secar, este permite que el objeto puede recibir luz por los laterales y desde arriba, lo que facilita el secado de manera eficaz. Las tiras son tendidas sobre una soga.



*Figura 84. Tendido de fibra dura.*



*Figura 85. Proceso de secado*

## Resultado

- Las tiras por el hecho de ser duras al momento de tenderlas quedan rectas y no se doblan totalmente.
- El tiempo de secado fue de 5 días.



*Figura 86. Fibra seca.*

### 6.6.1.2. Cama

En este método el secado se lo realiza en un espacio abierto con un clima natural y donde pueda entrar calor. Las tiras de fibra son acostadas sobre una base plana con la parte interior hacia arriba para que reciba el calor, ya que es la que contiene los hilos y mayor humedad.



*Figura 87. Tendido de fibra.*

A medida que pasaron los días se observó como las partes laterales empezaban a curvarse hasta llegar a enrollarse por completo hacia adentro formando una especie de tubo.



*Figura 88. Fibra enrollándose.*

### **Resultado**



*Figura 89. Fibra enrollada.*

- La fibra enrollada no permite que entre el calor suficiente para el secado.
- El tiempo que tomó fue de 5 días. Puede variar dependiendo del clima.
- La fibra mantiene dureza y resistencia.

### **Conclusión**

- La fibra tendida al igual que la está sobre cama se curvan hasta enrollarse,
- Al momento de abrirlas se debe aplicar fuerza.
- Entre los dos métodos se determina que es más eficaz el método de tendido, ya que el sol llega directamente a todo el cuerpo, no se enrolla tanto como en el método de la cama y el secado es en menor tiempo.

## 6.6.2. Fibra suave

### 6.6.2.1. Tendido

A la fibra suave se la puede tender fácilmente gracias a su maleabilidad.



*Figura 90.* Tendido de fibra.

### Fibra seca



*Figura 91.* Fibra seca.

### Resultado

- La fibra se secó completamente en 5 días.
- A medida que avanza el secado las puntas se van enrollando.
- Cambia de color considerablemente.
- La fibra se encoje o se hace más pequeña.

### 6.6.2.2. Cama

En el primer método cuando la fibra ya se secaba en su totalidad, llegaba a encogerse o arrugarse, perdían su apariencia inicial que parecían haber sido planchadas, por lo que se construyó una cama con listones de madera para apretar a la fibra y evitar que se encoja.

La cama está conformada por:

1. Una base, tipo tela, para mantener limpia y segura a la fibra.
2. Listones que van sobre la base dispuestas en sentido horizontal con una separación de 25 centímetros.
3. Otro grupo de listones que van sobre la fibra, estos son unidos a los otros listones con clavos para generar mayor presión.

Las fibras son puestas a lo largo de la cama, muy juntas, ya que en su proceso de secado reducen su tamaño, los listos son apretados.



*Figura 92.* Fibra en cama.

### **Secado**

La cama es puesta a secar en temperatura ambiente, dentro de un espacio con paredes y techo donde puede recibir el calor del sol.



Figura 93. Fibra seca en cama.

### Resultados

- El tiempo de secado total dura aproximadamente una semana, ya que la parte de la fibra que está sobre la base no recibe el calor suficiente para eliminar la humedad
- La parte que está apretada por los listones mantienen su forma planchada, pero la que está libre sí se encoje y arruga.
- Preparar toda la cama toma más tiempo, haciendo el proceso más largo.
- Es un método parcialmente eficaz que no logra mantener la forma original de la fibra con el largo de un metro o más, pero funciona con fibras más pequeñas.

### Conclusión

- Se determina que el método tendido es el más eficaz, ya que a pesar de que la fibra se enrolla el tiempo de secado es más corto, la fibra recibe el calor en todo el cuerpo, en cambio con el método de cama la fibra no recibe el suficiente calor.
- Realizar la cama con listones y el armado de la misma toma mucho tiempo y no permite una optimización.

### 6.6.3. Fibra malla

Es la fibra que contiene la mayor parte de humedad del pseudotallo.

#### 6.6.3.1. Tendida



*Figura 94.* Fibra malla tendida.

#### Fibra seca



*Figura 95.* Fibra seca tendida.

#### Resultado

- La fibra no se dobla totalmente por lo que cuando es tendida queda ligeramente abierta o recta.
- Las ranuras permiten la entrada de mayor cantidad de calor lo que acelera su secado.
- Secado en 3 a 4 días.

#### Conclusión

- El método más eficaz es el tendido.

### 6.6.3.2. Cama

Mismas imágenes de fibra suave\*

#### Resultados

- Una parte de la fibra está sobre el suelo lo que provoca que conserve por mayor tiempo la humedad y alarga el tiempo de secado.
- La fibra reduce volumen por lo que los listones ya no aprietan.
- Secado en 7 días.

### 6.6.4. Fibra hilo

Cuando las hebras de hilo son extraídas contienen poca humedad, ya que son delgadas y se secan en poco tiempo.

#### 6.6.4.1. Reposar las hebras en ambiente natural

Una vez realizado el proceso de descrude e impermeabilización la fibra tiene que echar toda la humedad que contiene en sus hebras, estas están formadas en grupo por lo que generan mayor volumen.

Para su secado son tendidas en un cordel en un espacio abierto donde llegue el calor, pero que no le dé el sol directamente, ya que se puede secar, volverse más frágil y perder su resistencia y elasticidad.



*Figura 96.* Fibra hilo al sol.

## Resultado

- Al estar en un espacio abierto donde corre el viento y llega el calor del sol acelera el de secado.
- El tiempo de secado fue de 3 horas.
- Al secarse la fibra tiene una apariencia reseca.

### 6.6.5. Viruta

#### 6.6.5.1. Sobre zinc

Una de las características de la viruta es que sus segmentos se pueden esparcir, lo cual favorece en el proceso de secado, ya que les llega el calor directamente a cada segmento y mientras más separados estén más rápido se secan.

El zinc es un material que se calienta mucho con el calor del sol y se mantiene así por horas. Se coloca la fibra costada sobre el zinc para que esta pueda absorber el calor y su secado sea más rápido.



Figura 97. Fibra sobre zinc.

La viruta es colocada sobre una bandeja de hornear lo mayor dispersa posible para optimizar su tiempo de secado.

Puesta sobre un techo de zinc donde da el sol directamente, lo que hace que el material permanezca caliente.

Cada 2 horas se debe revolver la viruta para que el secado sea homogéneo.

## Resultado

- Al estar sobre un material que mantiene el calor la fibra se secó rápido.
- Baja el volumen notoriamente.

## 6.7. Tonalidad de fibras

Después de realizar los diferentes métodos de secado las fibras presentan diferentes tonalidades, esto se debe al tiempo de vida del pseudotallo después de ser cortado. Una vez que ha sido retirado del rizoma inicia su proceso de descomposición tomando un tono café claro hasta llegar a un café oscuro, esas mismas tonalidades se verán reflejadas en la fibra extraída.

### 6.7.1. Fibra dura



*Figura 98.* Tonalidades fibra dura.

### 6.7.2. Fibra suave



*Figura 99.* Tonalidades fibra suave.

**6.7.3. Fibra malla**

*Figura 100.* Tonalidades fibra malla.

**6.7.4. Viruta**

*Figura 101.* Tonalidades viruta.

## 7. DESARROLLO

### 7.1. Tratamiento de fibras

#### 7.1.1. Fibra dura

##### 7.1.1.1. Impermeabilización

Desde que se extrae la fibra dura se visualiza una característica física importante y es su impermeabilidad. La conserva a lo largo de los diferentes tratamiento que se le realiza, pero en menor grado, es decir que, después de pasar por extracción y secado va perdiendo esa particularidad, se vuelve frágil y quebradiza, aún más si cuando se extrajo la fibra el pseudotallo ya llevada días de haber sido cortado. Un material que ha sido utilizado en otras fibras desde la antigüedad es la vela.

*Tabla 18.*

Impermeabilización de fibra dura.

Paso	Ejecución
<p>1. Limpiar la fibra a lo largo con un trapo húmedo y luego secar.</p>	
<p>2. Usar vela blanca</p>	

<p>3. Rodar con presión la vela a lo largo de la fibra.</p>	 A close-up photograph showing a hand holding a white candle and rolling it along a horizontal wooden fiber. The candle is being pushed against the fiber, and a small amount of wax is visible at the bottom.
<p>4. Al pasar la vela quedan residuos adheridos en las vetas.</p>	 A close-up photograph of the wooden fiber, showing a small amount of white wax residue that has adhered to the surface of the wood.
<p>5. Pasar nuevamente una tela suave sobre la fibra para extraer los residuos de vela.</p>	 A close-up photograph showing a hand holding a white, soft cloth and wiping the wooden fiber. The cloth is being used to remove the wax residue from the surface.
<p>6. Fibra impermeabilizada</p>	 A close-up photograph of the wooden fiber, now completely covered in a thin, uniform layer of white wax, indicating it has been successfully treated.

## 7.1.2. Fibra suave

### 7.1.2.1. Planchado

Cuando la fibra se ha secado completamente se arruga o encoje porque ya no cuenta con humedad, la cual le da dureza y rigidez. Se plancha la fibra con plancha casera para darle un estado plano y así poder trabajarla mejor.

*Tabla 19.*

Planchado de fibra suave.

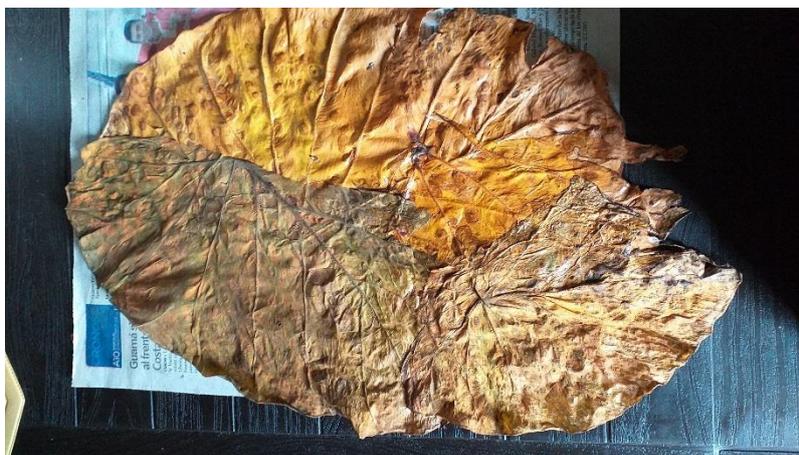
Paso	Proceso.
1. Fibra suave arrugada	
2. Se plancha la fibra con una plancha casera en el nivel más bajo, ya que si se está muy caliente se puede quemar o volver quebradiza.	
3. Fibra planchada	

### 7.1.2.2. Aditivo

#### Sábila

Se observó que la sábila tenía la capacidad de unir a dos hojas de una planta al untar el cristal sobre una y colocar otra sobre la primera. El grosor de las hojas es fino midiendo solo de uno a dos milímetros.

Considerando esta peculiaridad de la sábila se procedió a realizar pruebas de pegado con las hojas.



*Figura 102.* Hojas con sábila.

Se coloca las hojas pegadas sobre un periódico para optimizar el tiempo de secado.



*Figura 103.* Hojas secas.

#### Resultado

- Las hojas si se pegaron en un día y se mantuvieron así durante una semana hasta que la hoja se descompuso.

Tabla 21.

## Aditivo de sábila.

Paso	Proceso
1. Se corta la sábila en cuadritos	
2. Se licua hasta dejarlo completamente líquido	
3. Mezclar con goma	
4. Sábila mezclada con goma.	

## Harina

Tabla 22.

Aditivo de harina.

Paso	Proceso
1. Verter dos tazas pequeñas de harina en una olla con agua.	
2. Agregar 2 cucharadas de azúcar.	
3. Agregar 2 cucharadas de vinagre blanco.	
4. Media cucharada de bicarbonato.	

5. Reposar en un recipiente.



### 7.1.2.3. Pegado

Para realizar el pegado se realizaron 3 métodos

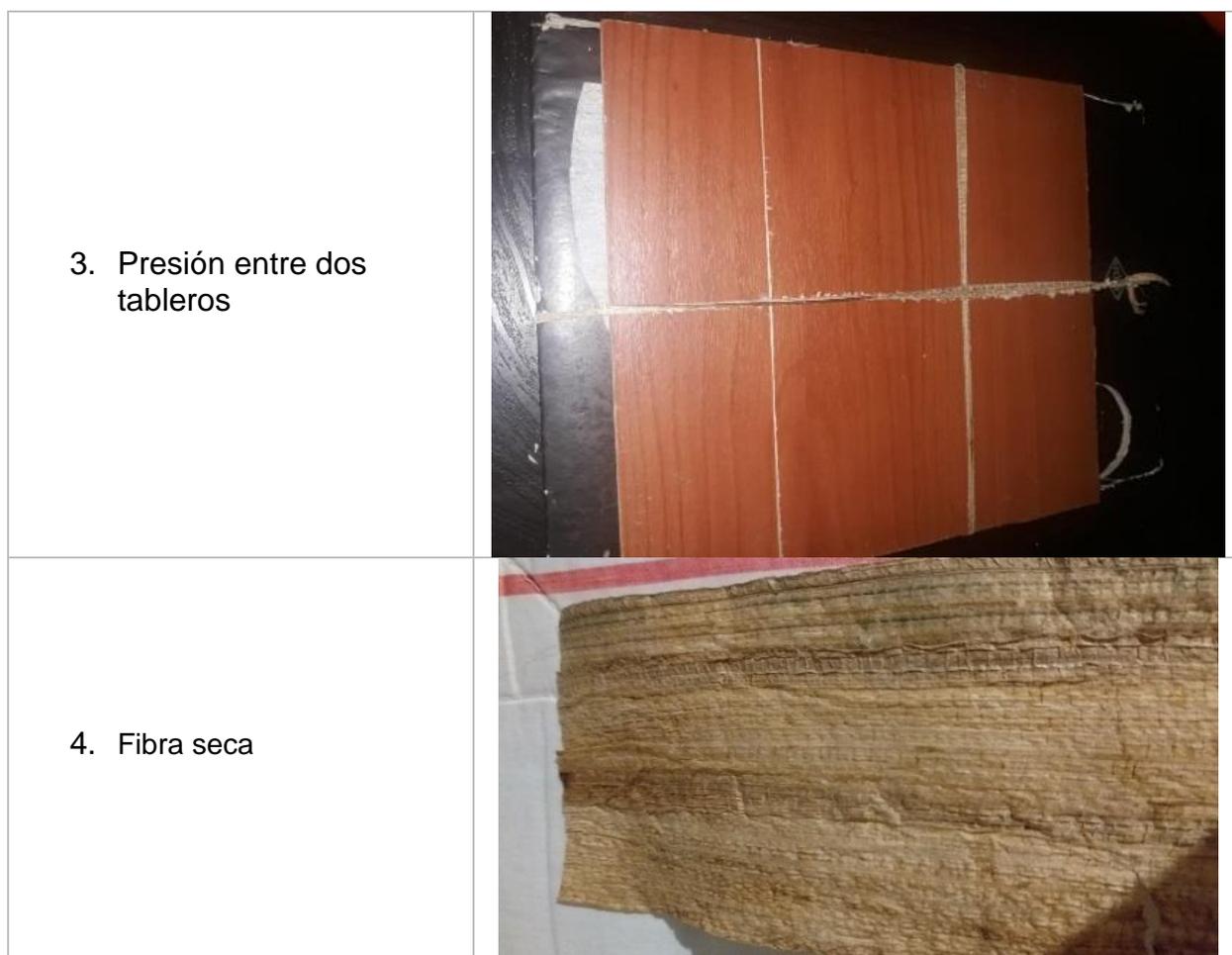
#### Método 1

#### Remojado – Goma

*Tabla 23.*

Pegado con goma blanca.

Paso	Proceso
1. Remojar las tiras de fibra en agua por una hora para que se suavice.	
2. Pegar con goma	



### Resultado

- Al remojar la fibra se vuelve más suave y conserva su estado planchado.
- La goma sobre la fibra mojada se deshace, esto hace que sea más difícil la adhesión entre las fibras, se resbalan y despegan.
- A pesar de la dificultad de adhesión si logró pegarse fibra con la ayuda de la presión generada por las tablas obligando a las fibras mantenerse juntas y pegadas.
- La fibra seca mantiene su estado planchado, pero si presenta zonas quebradizas debido a la humedad acumulada.
- El método es parcialmente eficaz, ya que sí mantiene su estado plano y tono original, pero la resistencia es muy baja, se vuelve frágil y quebradiza.
- Se plantea dejar en remojo menos tiempo y dejar secar para eliminar parcialmente la humedad manteniendo la forma plana.

**Método 2****Remojado – Sábila***Tabla 24.*

Pegado con sábila.

Paso	Proceso
1. Remojar las tiras de fibra en agua por una hora para que se suavice.	 A blue plastic bowl filled with water and numerous light-brown, fibrous strips of agave fiber. The fibers are partially submerged and appear to be soaking.
2. Dejar reposar la fibra sobre un periódico para que absorba la humedad y la seque parcialmente.	 Four horizontal strips of agave fiber are laid out on a piece of newspaper. The fibers are a darker brown color, indicating they have been partially dried.
3. Untar el aditivo sobre los extremos de la fibra.	 A close-up view of a paintbrush with a wooden handle and a metal ferrule. The brush is being used to apply a white, adhesive substance to the ends of several agave fiber strips.

#### 4. Fibra seca



### Resultado

- Se colocó un cartón pesado del mismo tamaño de la fibra para generar presión por cual tiene una apariencia plana.
- Se obtiene una tela con pequeñas muestras de arrugas, pero mantiene su apariencia plana.
- Se observa indicios de moho debido a la humedad.

### Método 3

#### Harina

Tabla 25.

Pegado con harina.

Paso	Proceso
<p>1. Fibras secadas con el método tendido.</p>	

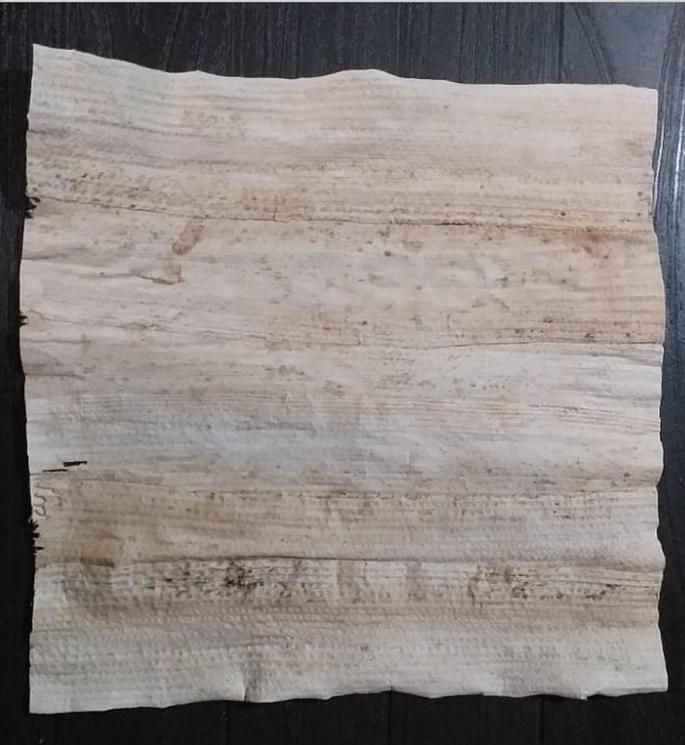
2. Color el aditivo de harina en los extremos para colocar una fibra sobre otra.



3. Fibra pegada



4. Seca



## Resultados

- Se pegan con mayor fuerza en comparación a los dos métodos anteriores.
- El aditivo de harina si pega, pero se puede ver las partículas en la fibra, generando una apariencia sucia y maltratada.
- Los extremos de la fibra son curvos por lo que no logra pegarse correctamente a la otra fibra y a los días se empieza a levantar.

## Conclusión

- Después de haber realizado las pruebas con los diferentes aditivos se determina que el aditivo a usar es el de harina, ya que en el resultado se vio mayor eficacia y resistencia.

### 7.1.2.4. Cosido

En el proceso de pegado con harina se observó que los extremos doblados que no tomaron el aditivo se levantaban al pasar los días por lo que se planteó intentar unir las fibras con hilo, es decir, coserlas. El proceso se lo realizó a mano y en máquina.

#### A mano

Tabla 26.

Cosido a mano.

Paso	Proceso
1. Fibra a coser	

2. Juntar los extremos	
3. Coser	
4. Fibra cosida	

### Resultado

- La fibra suave en su apariencia es similar a una tela por lo que se aplicó un cosido normal que se usa para textiles.
- La aguja si entra con facilidad en una fibra pero en dos se debe aplicar más fuerza.
- En algunas zonas más delgadas o reseca la fibra se rompe o cuartea.

## Máquina

Tabla 27.

Cosido en máquina.

Paso	Proceso
1. Lamina de fibra.	
2. Juntar los extremos de las fibras	
3. Asegurar con pinzas	
4. Coser.	

5. Fibra cosida.



*Figura 104.* Bolsa cosida a mano.

**Resultado**

- La fibra suave es delgada y en zonas más secas se vuelve delicada por lo que puso una tela delgada en medio de las fibras.
- Para coser en maquina se debe usar la configuración ...
- Tiene un acabado final similar a una tela cosida.
- Sí cose correctamente.

### 7.1.3. Fibra malla

#### 7.1.3.1. Aditivo

#### Almidón de yuca

Tabla 28.

Proceso de aditivo de yuca.

Paso	Proceso
1. Dos yucas peladas	
2. Rayar las yucas con un rayador para obtener segmentos pequeños.	
3. Verter la yuca rayada en una olla con agua.	

4. Hervir hasta que el compuesto se vuelva como una pasta.



5. Cernir para obtener solo la parte líquida.



6. Resultado



**Maicena**

Tabla 29.

Proceso de aditivo de maicena.

Paso	Proceso
1. Media taza de maicena.	
2. Verter la maicena en una olla con una taza de agua y mover constantemente para evitar grumos.	
3. Agregar una cucharada de vinagre blanco.	

4. Cernir para retirar los grumos.	
5. Aditivo	

### 7.1.3.2. Pegado

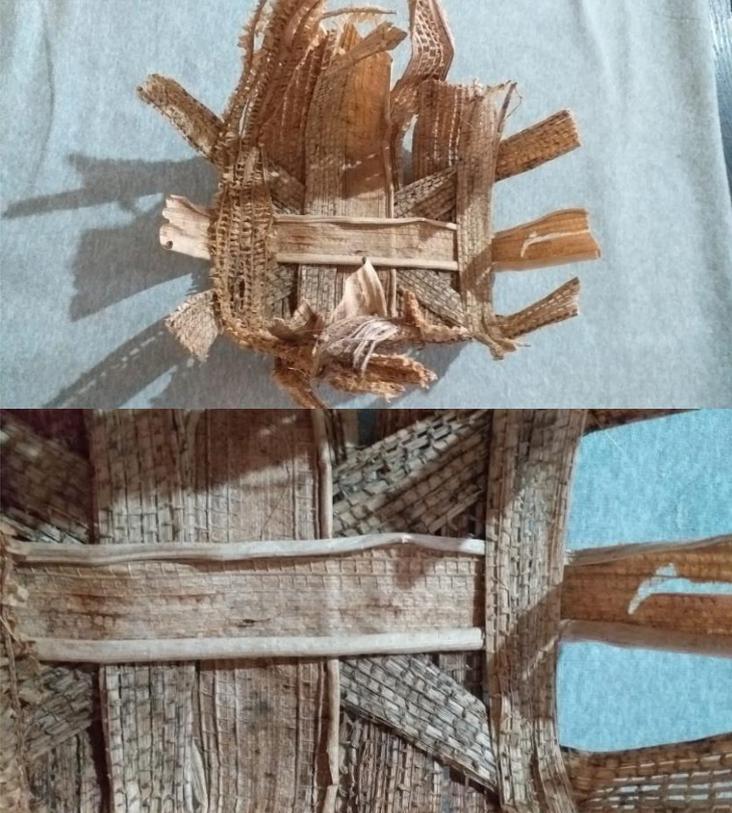
Prueba de usabilidad del pegamento en diferentes tipos de envases, los cuales tienen formas curvas.

### Almidón de yuca

*Tabla 30.*

Proceso de pegado con aditivo de yuca.

Paso	Proceso
1. Colocar las tiras de fibra en el molde.	

<p>2. Agregar más tiras en sentido contrario y luego pegar.</p>	
<p>3. Molde seco</p>	

### Resultados

- El pegado es deficiente. No une completamente las fibras.
- Los laterales de la fibra se levanta y curvan.
- Se despega con facilidad.

## Maicena

Tabla 31.

Proceso de pegado con aditivo de maicena.

Paso	Ejecución
<p>1. Colocar dos tiras de fibra en forma de x sobre la base de la tarrina.</p>	
<p>2. Tapar completamente la tarrina con las fibras</p>	
<p>3. Tarrina cubierta</p>	
<p>4. Fibra seca</p>	



### Resultado

- El pegamento lograr tener una eficiencia del 80%, ya que sí pega la base y la mayor parte de pared, pero en las puntas se puede ver aberturas.
- Usar un molde aumenta las probabilidades de un buen pegado y el uso de la liga ayudó a mantener ajustadas a las fibras.
- El prototipo tiene un acabado liso.

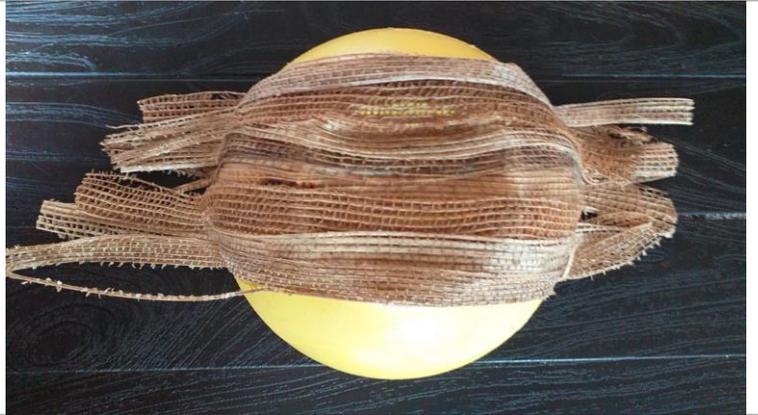
### Sábila con goma

*Tabla 32.*

Proceso de pegado con goma.

Paso	Proceso
1. Colocar la fibra malla sobre el molde.	

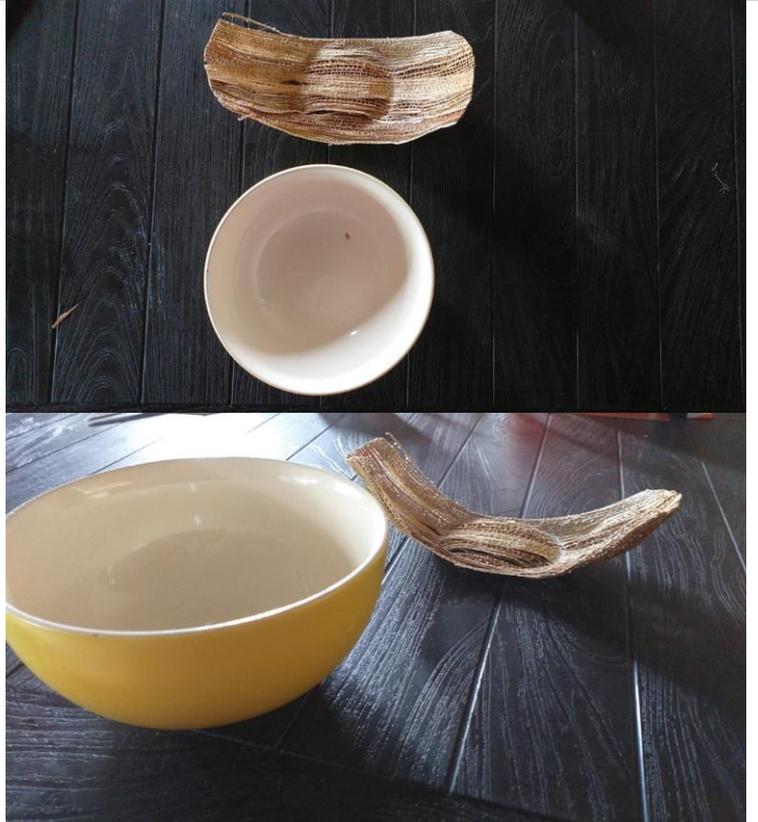
2. Colocar más fibras en el mismo sentido.



3. Molde cubierta



4. Fibra seca



## Resultados

- La sábila no funciona correctamente por sí sola, ya que al aplicarla mantenía ligeramente unidas las fibras por lo que se le agregó goma.
- Las fibras obtuvieron la forma del molde.
- El secado tomó 5 días.

## Harina

Tabla 33.

Proceso de pegado con harina.

Paso	Ejecución
<p>1. Colocar la fibra malla sobre el molde y untar pegamento.</p>	
<p>2. Colocar una tira de fibra en sentido contrario.</p>	

3. Hacer un marco de fibras.



4. Agregar alternadamente 4 capas de fibras en sentido vertical y horizontal.



5. Seco



## Resultado

- La cantidad de capas aumenta el volumen y por consiguiente el tiempo de secado.
- El secado tardo alrededor de 8 días.
- El aditivo cumple de manera eficiente la unión de las fibras, ya que en estado seco se observa dureza y capas bien adheridas una con otra.

## Conclusión

- Para que la malla pueda obtener mayor dureza y volumen se debe crear capas en sentidos opuestos para lo cual el aditivo que se observó ser el más eficiente es la el de harina.

### 7.1.4. Tratamiento de hilo

#### 7.1.4.1. Descrude

Cuando la fibra hilo es extraída de las capas lleva consigo impurezas y residuos que desordenan y enredan las hebras, para lo cual se realiza un proceso llamado descrude para eliminar impurezas y limpiar la fibra.

#### Método 1

##### Con sal

*Tabla 34.*

Descrude con sal.

Paso	Proceso
1. Fibras crudas	

<p>2. Colocar las fibras en una olla con agua con sal y hervir durante 20 minutos.</p>	
<p>3. Sacar y dejar secar.</p>	

## Resultados

- Se constata la eliminación parcial de impurezas, aún mantiene partículas en las hebras lo que sigue generando que se enreden.
- El color es más oscuro.

## Método 2

### Con sal, limón y vinagre blanco.

Tabla 35.

Descrude con sal, limón y vinagre.

Paso	Ejecución
<p>1. En una olla con agua poner una cucharada de sal.</p>	

<p>2. Agregar dos cucharas de vinagre blanco.</p>	 A hand is shown pouring white vinegar from a bottle labeled 'VINAGRE' into a metal pot. The pot is on a dark wooden surface.
<p>3. Cortar 2 limones grandes en 4 partes y añadir a la olla.</p>	 A metal pot filled with water, containing several whole lemons and several lemon slices.
<p>4. Sumergir la fibra en el preparado y hervir durante 20 minutos.</p>	 A metal pot containing water, lemons, lemon slices, and a bundle of fiber being submerged.
<p>5. Lavar en agua fría.</p>	 A hand is shown washing a bundle of fiber in a yellow plastic basket under running water.
<p>6. Fibra lavada.</p>	 A bundle of washed fiber is shown on a blue surface.

## Resultado

- Las hebras se ven más limpias y dispersas.
- Sí cambia a un color más oscuro pero no llega al tono del descruce con sal.
- Se puede lavar sin enredarse.

## Conclusión

- Se determina que el método más eficaz es el segundo, ya que la mezcla de las diferentes ingredientes hace que la fibra pueda eliminar la mayoría de impurezas y la deja suave.

### 7.1.4.2. Blanqueo

Las fibras más claras permiten la mejor visualización de colores si se tiñen.

Tabla 36.

Blanqueado con cloro.

Paso	Proceso
<p>1. En una tina colocar agua y 5 tapas de cloro.</p>	
<p>2. Sumergir la fibra hasta que sea cubierta por completo.</p>	

3. Fibra blanqueada.	
4. Fibra sin blanquear y fibra blanqueada.	

### Resultado

- La fibra si obtiene un color mucho más claro llegando a un blanco.
- El blanqueado tomó una hora.
- Sigue manteniendo resistencia.
- Después del lavado mantiene levemente el olor a cloro.

### 7.1.4.3. Suavizante

Tabla 37.

Suavizado con suavizante de ropa.

Paso	Proceso
1. En un balde con agua colocar suavizante ropa.	

2. Sumergir la fibra	
3. Tender la fibra sin lavar.	

### Resultado

- La fibra si toma mayor suavidad al tacto.
- El olor a suavizante se impregna.
- Sigue mantiene el mismo color.

#### 7.1.4.4. Cepillado

El cepillo se lo realiza con una peinilla de dientes delgados para que puedan pasar entre las hebras y no las rompan, ya que son débiles y delicadas solas o en grupos pequeños de 3 a 5 hebras.

Tabla 38.

## Cepillado.

Paso	Proceso
1. Fibra a cepillar	
2. Asegurar las fibras con las manos	
3. Cepillar despacio de arriba hacia abajo	
4. Fibra cepillada	



### Resultado

- Las hebras solas son frágiles por lo que cuando se cepillan se rompen fácilmente.
- Se generan demasiados residuos lo que lleva al desperdicio.



*Figura 105. Residuos de fibra.*

#### 7.1.4.5. Teñido

Existen variedad de colorantes vegetales que se puede encontrar fácilmente en los hogares, entre los más utilizados está el achiote, col morada, remolacha, entre otros Son una opción amigable con el medio ambiente, ya que no usan químicos dañinos y las emisiones generadas en el proceso pueden ser devueltas a la tierra.

**Achiote**

Tabla 39.

Proceso de teñido con achiote.

Paso	Proceso
1. Colocar la fibra en una olla con agua.	
2. Añadir las semillas de achiote	
3. Añadir cuadros pequeños de cera de abeja.	
4. Agregar 3 cucharadas de vinagre blanco.	

5. Hervir durante 10 minutos



6. Sacar de la olla y al instante lavar la fibra con jabón para eliminar los residuos.



7. Lavar con agua fría hasta que ya no caiga agua de color del teñido.



8. Secar en un ambiente natural donde no le dé el sol directamente.



9. Fibra teñida



Se realizó el mismo proceso con la col morada y la remolacha.



Figura 106. Fibras teñidas.

**Resultados.**

- El tiempo de teñido fue de 10 minutos.
- El teñido es eficiente. Aun después de lavar con jabón siguió manteniendo el mismo color.
- En el teñido con remolacha y col morada se necesita al menos 20 minutos en agua hirviendo, ya que el colorante se encuentra en el cuerpo de la legumbre y no tiene semilla como el achiote.
- La fibra tiene una apariencia brillante.

#### 7.1.4.6. Impermeabilizado

Para realizar la impermeabilización de la fibra hilo se usó la cera de abeja. Está es cortada en pequeños partes y puesta en el agua caliente hasta que se deshace.



*Figura 107. Cera de abeja.*

#### Resultado

- Cuando la cera está hirviendo con la fibra emana un olor fuerte.
- Se deshace en un promedio de tiempo de 5 minutos.

#### 7.1.4.7. Hilado

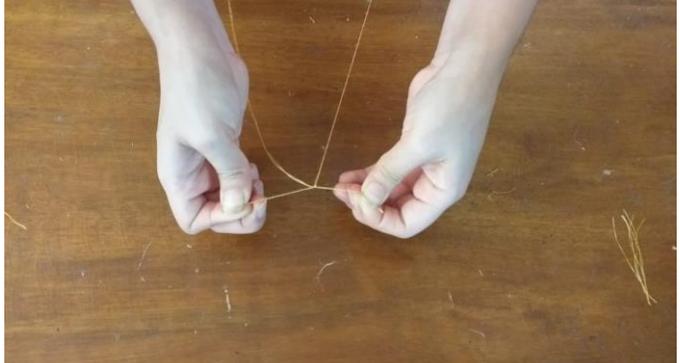
Después de realizar todo el proceso de tratamiento de la fibra hilo hasta llegar al teñido se procede a realizar el hilado, el cual consiste en unir las hebras para generar un hilo más largo y posteriormente enrollarlo en un carrete.

Para el hilado se realizaron 2 métodos.

**Método****Nudos**

Tabla 40.

Proceso de hilado con nudos.

Paso	Proceso
1. Fibra a hilar.	 A top-down view of two hands holding a bundle of long, thin, yellow fibers. The fibers are held together in the center, with some strands extending outwards.
2. Tomar la cantidad de fibras para hacer el hilo.	 A top-down view of two hands selecting a portion of the yellow fibers from the bundle. The hands are positioned to separate a specific amount of fiber.
3. Torcer o dar vueltas a las hebras en un sentido para que se entrelacen.	 A top-down view of two hands twisting the selected yellow fibers. The hands are moving in opposite directions to create a tight, uniform twist in the fibers.
4. Para unir los hilos hacer un nudo ciego con los extremos.	 A top-down view of two hands tying a knot with the twisted yellow fibers. The hands are pulling the ends of the fibers together to form a secure knot.

5. Cortar los extremos restantes.	
6. Hilos unidos.	

### Hilo en carrete



*Figura 108.* Hilo en carrete

### Resultado

- Después de unir las fibras se puede ver ligeramente la unión con el nudo.
- La acción de enrollar la fibra y luego unirla a otra toma mucho tiempo lo cual no permite optimizar el proceso.

## Método 2

### Halar

Para este método se utiliza una caña de guadua delgada y lisa para sujetar la fibra sobre esta y así asegurarla. La forma circular permite que las hebras puedan entrelazarse con otras sin enredarse.

#### Caña de guadua.



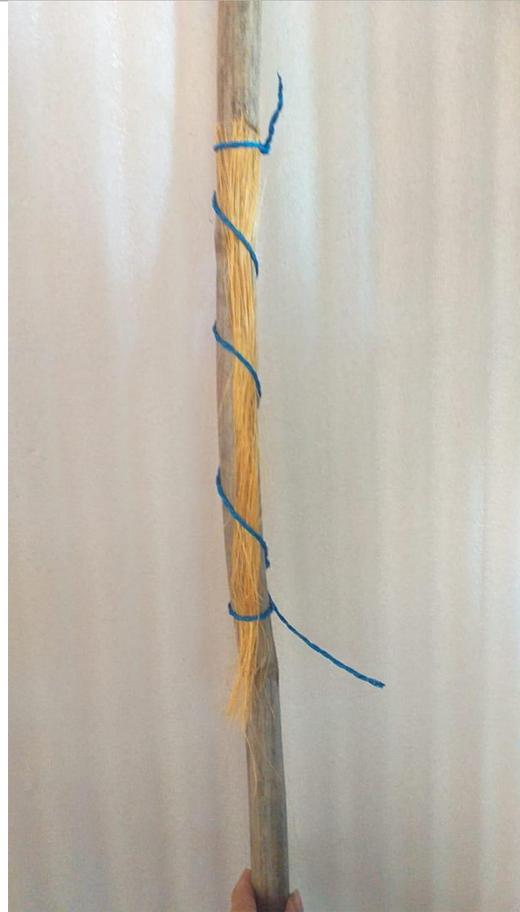
*Figura 109.* Caña de guadua

Tabla 41.

Proceso de hilado halando la fibra.

Paso	Proceso
1. Colocar la fibra sobre la caña.	
2. Asegurar la fibra con una piola delgada pasándola alrededor y haciendo un nudo.	

3. Pasar la piola alrededor de toda la fibra.



4. Tomar las hebras para hilar.



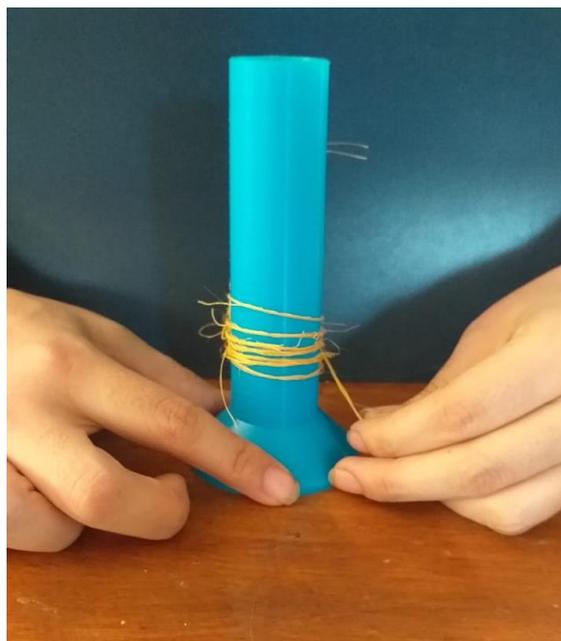
5. Dar vueltas al grupo de hebras hasta que formen un hilo e ir halando hacia abajo para generar un hilo más largo.



6. El hilo inicial irá halando a otro grupo de hebras que se irán entrelazando para alargar el hilo.



### Hilo en carrete



*Figura 110. Hilo en carrete.*

#### **Resultado**

- El hilado se lo realiza en menor tiempo en comparación al método anterior.
- El hilo no es limpio, es decir tiene hebras que sobresalen.
- Al halar las hebras no se tiene un control completo del grosor o espesor del hilo.
- El hilo tiene un grosor irregular.

**7.1.5. Viruta****7.1.5.1. Aditivo  
Almidón de papa.***Tabla 42.*

Proceso de aditivo de papa.

Paso	Proceso
1. Se usan dos papas	 A white ceramic bowl containing two peeled, yellow potatoes. The bowl is placed on a dark red surface.
2. Se raya la papa	 A close-up view of a person's hands grating a yellow potato through a yellow plastic strainer. The shreds of potato are falling into a white bowl below. The background is a dark red surface.
3. Colocar en una olla con agua y llevar al fuego.	 A top-down view of a metal pot on a stove. The pot is filled with a thick, yellowish, bubbling liquid, which is the potato mash being cooked in water.

4. Agregar media cucharada de bicarbonato.



5. Cernir para obtener el líquido.



6. Aditivo



### 7.1.5.2. Pegado

#### Goma

Tabla 43.

Pegado con goma

Paso	Proceso
1. Colocar la viruta en el molde.	
2. Agregar la goma.	
3. Viruta seca.	



### Resultado

- La viruta sí se pegó, pero aún quedan fibras sueltas.

### Aditivo de almidón de papa



Figura 111. Pegado con aditivo de papa.

### Resultado

- El aditivo no logra la unión de la viruta.
- Al pasar los días tomó mal olor e inició proceso de pudrición.
- No cumple el objetivo de pegamento.

### Aditivo de harina con goma blanca



Figura 112. Pegado con aditivo de harina y goma.

#### Resultado

- El aditivo si pega de manera eficiente y con la goma aumenta la resistencia.
- Después de varios días siguió manteniendo su dureza.

#### 7.1.5.3. Secado

Para realizar el secado se planteó dos métodos a experimentar con el propósito de obtener un mejor acabado y optimizar el tiempo.

##### Método 1

##### Con presión

Este método es utilizado para mantener la forma de un objeto.



Figura 113. Secado con presión.

## Resultado

- Al pasar un día no se vio ningún indicio de proceso de secado, por el contrario empezó a tomar mal olor.
- La humedad más el calor hicieron que la fibra aligerara su descomposición.
- Los ladrillos sobre la fibra acumularon calor y la humedad del aditivo.

## Método 2

### Bajo el sol



*Figura 114. Secado bajo el sol.*



*Figura 115. Tablero seco.*

## Resultado

- Al estar la fibra expuesta puede recibir directamente el calor del sol lo que aligera su secado.
- El tiempo de secado fue de 3 días.
- Para aligerar su secado se colocó el tablero sobre una bandeja de hornear y se puso sobre el fuego.

### 7.1.5.4. Cubierta

Para hacer la cubierta del tablero se usó láminas de la fibra suave, considerando su terminado de vetas y su color asemejando a la madera.

Tabla 44.

Cubierta de tablero de viruta.

Paso	Proceso
1. Fibra suave	
2. Untar de goma a la fibra.	

<p>3. Pegar sobre el tablero de viruta.</p>	
<p>4. Tablero cubierto.</p>	

### Resultado

- La fibra pego parcialmente, ya que el tablero es más duro y tiene zonas irregulares lo que hacía que ciertas láminas no se peguen bien.

## 7.2. Resumen de etapa de desarrollo

### 7.2.1. Fibra dura

Extracción	Secado	Impermeabilización
Método corte a lo largo	Método tendido	Vela

### 7.2.2. Fibra suave

Extracción	Secado
Método corte a lo largo.	Método tendido

### 7.2.3. Fibra malla

Extracción	Secado
Método corte a lo largo	Método tendido

### 7.2.4. Hilo

Extracción	Secado	Descrude	Impermeabilización	Teñido
Extracción en tabla	Ambiente natural	Con sal, limón y vinagre blanco.	Cera de abeja	Natural Achiote

### 7.2.5. Viruta

Extracción	Secado
Corte de tiras finas Capa completa	Sobre zinc

## 7.3. Pruebas de función del material

### 7.3.1. Fibra dura

#### 7.3.1.1. Tejido

La fibra después de pasar por varios procesos sigue conservando su dureza y resistencia al estiramiento y no se puede arrancar o romper fácilmente, por lo cual se convierte en un material que funciona como sogá o tela en tiras.

Se planteó realizar un tejido plano para analizar la resistencia y otras características de las fibras entrelazadas.



Figura 116. Proceso de tejido.



*Figura 117. Tejido final.*

### **7.3.1.2. Trenzado**

#### **Tres hebras**

Para realizar el trenzado las fibras son cruzadas una sobre otra en forma de x, esto necesita mayor fuerza para que queden apretadas.



*Figura 118. Trenzado*

### Dos hebras

Se pueden hacer trenzas de dos fibras entrelazadas una sobre otra. Este proceso es más sencillo y no toma mucho tiempo ni fuerza en comparación al trenzado de 3 fibras, pero la trenza final es mal delgada.



*Figura 119. Trenza de dos hebras,*



*Figura 120. Trenza.*

### Una hebra

La fibra es enrollada con las manos hasta obtener una forma circular como un tubo delgado o sogá.



*Figura 121. Fibra enrollándose*



*Figura 122. Trenza.*



*Figura 123. Trenza cosida.*

### 7.3.2. Fibra suave

#### 7.3.2.1. Doblado



*Figura 124.* Lámina sosteniendo un frasco.



*Figura 125.* Lámina enrollando un frasco.



*Figura 126.* Lámina sosteniendo fibra dura.

### 7.3.3. Fibra malla

#### 7.3.3.1. Doblado



*Figura 127.* Fibra enrollada en frasco.



*Figura 128.* Lámina doblada.



Figura 129. Lámina curvada.

### 7.3.4. Fibra hilo

#### 7.3.4.1. Tejido

Para realiza cualquier tipo de tejido se usa fibras o hilos por lo que se planteó hacerlo con la fibra hilo. Para tejer usa un telar.

Tabla 44

Proceso de telar

Paso	Proceso
1. Marco de madera	

2. Medir 1 cm de separación a lo largo del ancho del cuadro.



3. Calvar tachuelas en los puntos marcados de cada centímetro.



4. Hacer un nudo en una primera tachuela de la esquina.



5. Pasar el hilo alrededor de la tachuela hasta crear una malla.



6. Tejido en telar.



**Tejido con fibra sin teñir**



*Figura 130. Tejido.*

**7.3.5. Viruta**

**7.3.5.1. Mesa**



*Figura 131. Tablero.*

## 7.4. Desarrollo de presentaciones comerciales

### 7.4.1. Fibra dura

#### 7.4.1.1. Asiento de silla

Para esta presentación se realizó el asiento de una silla aplicando dos técnicas.

7. Trenzado
8. Tejido plano

La trenza es de 3 hebras o tiras, que al entrelazarlas se hacen más resistentes y fuertes y al generar un tejido plano con las trenzas crea mayor resistencia al peso.

#### Silla a usar.



*Figura 132. Silla*

### Proceso de asiento de silla.

1. Iniciar tejido sobre la silla.



*Figura 133. Proceso de tejido.*

2. Desarrollo de tejido.



*Figura 134. Desarrollo de asiento.*



*Figura 135. Asiento tejido.*



*Figura 136. Silla con asiento tejido.*

## 7.4.2. Fibra suave

### 7.4.2.1. Bolsa

En las pruebas de función se determinó que la fibra suave es capaz de resistir peso, tiene elasticidad y una apariencia similar al cuero, características que se tomaron como base para hacer una bolsa que se utilice para las compras de mercado y que pueda funcionar como sustituto de la bolsa plástica.

#### Proceso

1. Cortar tiras de fibra suave del largo de la bolsa.



*Figura 137.* Tiras de fibra.

2. Pegarlas con aditivo de harina



*Figura 138.* Fibras pegadas.

3. Doblar la tela de fibra.



*Figura 139. Tela doblada*

4. Coser los laterales.



*Figura 140. Cosido*

5. Pegar asas.



*Figura 141. Cosido de asas.*



*Figura 142. Profundidad de bolsa*

### **Prototipo**



*Figura 143. Bolsa.*

Se realizó cambios en las asas, ya que el peso no está equilibrado.

**Producto final**



*Figura 144.* Bolsa de fibra suave.

### 7.4.3. Fibra malla

En la fase de desarrollo se realizó las pruebas de pegado con los diferentes aditivos aplicados en las fibras. Con la fibra malla se realizaron varios envases y tomando en cuenta esto se planteó como presentación comercial envases para alimentos secos. Si se usa alimentos perecederos que al entrar contacto con la fibra, que está pegada con aditivo de harina, puede generar humedad y por consiguiente moho, lo cual es antihigiénico y no recomendado para el consumo de alimentos.

#### 7.4.3.1. Envase para granos secos

##### 1. Fibra



*Figura 145. Fibra.*

##### 2. Cortar el largo requerido



*Figura 146. Corte de fibra*

### 3. Corte de base



*Figura 147. Moldes.*

### 4. Enrollar



*Figura 148. Fibra enrollada*

### 5. Coser



*Figura 149. Cosido de fibra.*

### Producto final



*Figura 150. Envase.*

- El envase contiene una libra de maní y sigue intacta, lo cual indica que es capaz de soportar mayor peso.
- Un envase que puede ser usado para almacenar diferentes granos secos durante un tiempo de hasta 4 meses hasta que el envase pierda dureza y resistencia.
- Al terminar su tiempo de vida puede ser desechado como basura orgánica directo a la tierra.

- 

#### **7.4.4. Fibra hilo**

El hilo al pasar por varios procesos se convirtió en un material resistente, fácil de trabajar y con una característica importante que permite hacer hilado de diferentes grosores dependiendo de la cantidad de fibras. Se realizó pruebas de tejido con lo cual al entrelazar los hilos creo mayor resistencia.

En base a esto se plantea generar una tela con la técnica de tejido plano para hacer una mochila.

#### 7.4.4.1. Bolsa de mano.

##### Hilo

1. Hilo teñido con achiote enrollado en un carrete.



*Figura 151. Hilo a usar.*

##### Telar

2. Proceso de tejido con un avance del 80%



*Figura 152. Proceso tejido.*



*Figura 153.* Proceso de tejido en telar.



*Figura 154.* Variedad de tonos.

### 3. Tejido



*Figura 155. Tejido.*

### 4. Tejido doblado para bolsa



*Figura 156. Tejido doblado.*

## Producto final



*Figura 157.* Bolsa de mano.

### 7.4.5. Viruta

En el proceso de desarrollo se realizaron varios prototipos de tableros en los cuales se pudo constatar la resistencia y apariencia muy similar a los tableros OBS que dejan a la vista la viruta de madera mezclado con resina para crear mayor dureza.

#### 7.4.5.1. Tablero

1. Colocar la viruta en el molde



*Figura 158.* Molde tablero.

2. Pegar con aditivo de harina mezclado con goma



*Figura 159. Pegamento.*

3. Dejar secar sobre zinc durante 4 días.



*Figura 160. Secado.*

**Producto final**

*Figura 161.* Tablero.

## 7.5. Aplicación en productos

### 7.5.1. Fibra dura

Se realizaron dos artículos de uso diario, como son las bolsas, para conocer el comportamiento de las fibras y experimentar una industria.

#### Producto 1



*Figura 162. Bolsa de mano*

Las fibras fueron trenzadas con tres segmentos y luego unidas unas con otras por medio de cosido a mano.



*Figura 163. Trenzado*

**Producto 2**

*Figura 164. Bolsa tejida*



*Figura 165. Tejido*

### 7.5.2. Fibra suave

Con la intención de conocer la factibilidad del material en estado de tela se realizó un diseño y prototipo de un conjunto de vestimenta, el cual está conformado por una blusa y vestido.

#### Etapa de extracción

Se realizó la extracción de la fibra con el método corte a lo largo y se dejó secar en ambiente natural durante 4 días, al constatar que durante esos días no secaba, se procedió a colocarlos sobre techo de zinc. Al transcurrir dos horas, la fibra se tornó quebradiza, por lo cual se concluyó que:

1. Si bien poner la fibra sobre zinc acelera el secado no es factible, ya que se rompe con facilidad y quebradiza.
2. No resiste el paso de la aguja con hilo.
3. El secado con mejores resultados es en ambiente natural, no bajo el sol directo.

#### Etapa de desarrollo

Fue realizado a partir de segmentos o tiras de fibras en sentido vertical, cada uno de estos segmentos fueron unidos con hilo en máquina de coser, ya que en prototipos anteriores se observó que la fibra es resistente y capaz de unirse con método de cosido.



*Figura 166. Fibra suave cosida*



*Figura 167.* Fibra suave cosida

Se obtuvo un rollo de tela de fibra suave.



*Figura 168.* Fibra suave cosida

## Producto



*Figura 169. Vestimenta*

## Conclusión

1. La fibra se puede unir con el método de cosido en máquina de coser.
2. Es frágil, se rompe con facilidad las áreas donde la fibra es más fina.
3. Se puede hacer rollos.
4. No funciona como material para vestimenta, si bien se puede coser, es muy difícil darle formas orgánicas, ya que cuando están unidos los

segmentos la tela se vuelve rígida, además que el cuerpo en movimiento la rompe o rasga.

## 8. VALIDACIÓN

### 8.1. Validación del material

#### 8.1.1. Fibra dura

##### 8.1.1.1. Resistencia al estiramiento

Para realizar la prueba de estiramiento se usó la fuerza del hombre. La fibra fue enrollada desde los extremos en las manos y se aplicó gran fuerza para estirla todo lo que se pudo y así medir la resistencia.



*Figura 170. Estiramiento.*

#### Resultado

- La fibra es dura, ligeramente elástica y resistente.

#### 8.1.2. Fibra suave

##### 8.1.2.1. Corte con tijera

Para realizar el corte se usó una tijera grande y filosa.



*Figura 171. Corte.*



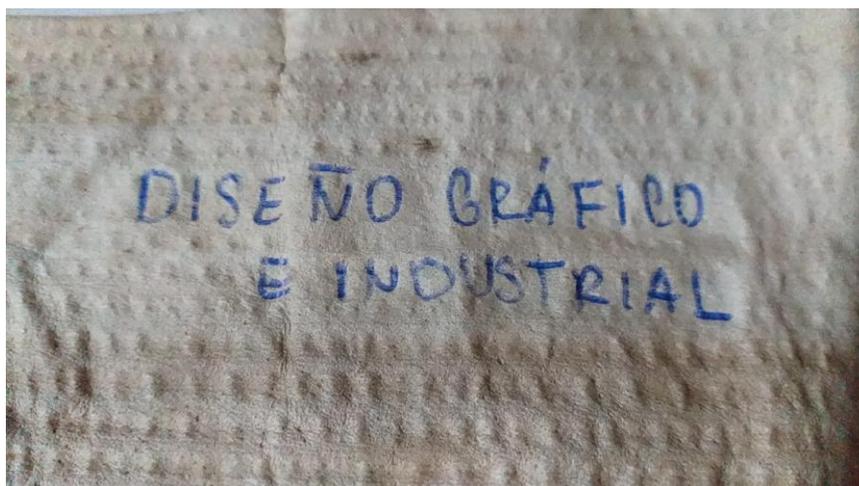
*Figura 172. Corte.*

### **Resultado**

- El corte es limpio.
- No se generan ni partículas ni se desastilla la fibra.
- Resiste fácilmente al corte con tijera.

### **8.1.2.2. Escritura**

Para realizar esta prueba se usó una fibra del tono más claro y un esferográfico escolar de color azul para que la escritura se puede visualizar bien.



*Figura 173. Escrito.*

### **Resultado**

- La fibra como base para escritura es similar a un papel.
- Se escribió de manera correcta todas letras.
- El trazado tiene ligeros trazos irregulares, pero aun así se puede visualizar todas las palabras.

### 8.1.2.3. Enrollamiento



*Figura 174. Rollo.*

#### Resultado

- La fibra puede enrollarse a lo largo de la fibra
- No se rompe ni se cuartea.

### 8.1.2.4. Elasticidad

Para realizar la prueba de estiramiento de la fibra suave se usó la fuerza del hombre. Se tomó con los dedos los extremos de la fibra en sentido horizontal y generó fuerza para estirla todo lo que daba.



*Figura 175. Estirada.*

#### Resultado

- La fibra no se rompió totalmente ni generó roturas en pliegues.
- Es resistente y ligeramente elástica.
- No se despegaron las fibras pegadas a los extremos.

### 8.1.2.5. Peso

Para la prueba con peso se usó una botella de vidrio y una lata de spray, que al juntarlas sumaron un peso de 3 libras. Estas fueron colocadas en una lámina de fibra suave doblada dando una forma de bolsa.



*Figura 176. Peso.*

### Resultado

- La lámina de fibra mantuvo estáticas a la botella y a la lata.
- No se rompió ni estiró.
- Soporta el peso de 3 libras lo que indica que puede soportar más peso.

### 8.1.3. Fibra malla

#### 8.1.3.1. Corte con tijera



*Figura 177. Corte.*



*Figura 178. Corte.*

### **Resultado**

- Al cortar la fibra desprende partículas en cantidades pequeñas.
- En el corte quedan astillas pequeñas.
- Para realizar el corte sí se aplica más fuerza.

### **8.1.3.2. Barniz**

Para realizar el barnizado se usó un barniz con acabado transparente.



*Figura 179. Barniz.*

### **Resultado**

- La fibra soportó el barniz.
- Cambió de color.
- Días después mantenía el acabado y su resistencia.

#### 8.1.4. Fibra hilo

##### 8.1.4.1. Agua

###### Fibra sin teñir



*Figura 180.* Tejido en agua.

###### Resultado

- La fibra sigue manteniendo su color y forma.

###### Fibra teñida



*Figura 181.* Tejido teñido en agua.

###### Resultado

- Sigue manteniendo su color y forma.

#### 8.1.4.2. Lavado

Detergente

Fibra sin teñir



*Figura 182. Tejido en detergente.*



*Figura 183. Lavado de tejido.*



*Figura 184. Tejido lavado*

**Resultado**

- El tejido sigue manteniendo el mismo color
- Se puede lavar como una tela común.
- No se deshilacha la fibra.

**Fibra teñida**

Figura 185. Tejido teñido en detergente

**Resultado**

- El tejido mantiene el color.

**Jabón****Fibra sin teñir**

Figura 186. Tejido con jabón



*Figura 187. Tejido con espuma.*



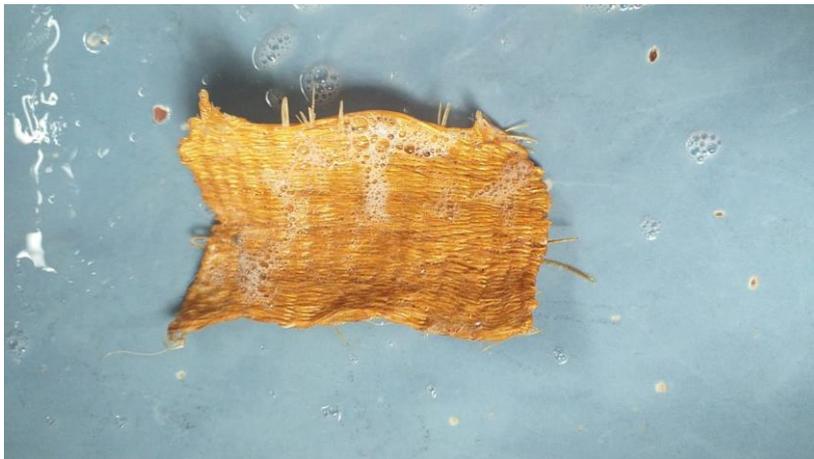
*Figura 188. Tejido lavado*

### **Resultado**

- El tejido genera gran cantidad de espuma.
- Se lava como una tela común
- Mantiene su color.

**Fibra teñida**

*Figura 189.* Tejido teñido con jabón.



*Figura 190.* Tejido teñido con espuma.



*Figura 191.* Tejido teñido lavado.

## Resultados

- El tejido mantiene color.
- Genera poca espuma.
- Se lava como una tela común.

### 8.1.4.3. Cloro

#### Fibra sin teñir



*Figura 192.* Tejido sin teñir en cloro.



*Figura 193.* Tejido seco.

**Resultado**

- El tejido inició el cambio de color al estar en contacto con el cloro por 3 minutos.
- Mantiene resistencia
- Sí cambia de color significativamente.

**Fibra teñida**

*Figura 194. Tejido teñido en cloro.*



*Figura 195. Tejido seco.*

## Resultado

- El tejido estuvo en contacto con el cloro durante 10 minutos y no se evidenció cambio de color.
- Resistente al cloro.
- Mantiene su resistencia.

### 8.1.5. Viruta

#### 8.1.5.1. Corte con sierra

Para realizar el corte se usó una sierra de mano.



*Figura 196. Corte con sierra.*



*Figura 197. Corte.*

## Resultado

- La sierra sí corta el tablero.
- En el corte quedan astillas y partículas.

### 8.1.5.2. Perforación



*Figura 198. Perforación.*



*Figura 199. Perforación.*

## Resultado

- La perforación se realiza con éxito.
- Genera polvo como la madera.
- No se desastilló
- El tablero mantiene resistencia y dureza.

### 8.1.5.3. Peso

Para realizar la prueba con peso se usó objetos de 3 libras.



*Figura 200. Peso.*



*Figura 201. Peso.*

**Resultado**

- El tablero resistente el peso de 3 libras con éxito.
- No se rompe ni triza.

**8.2. Validación de presentaciones comerciales.****8.2.1. Fibra dura****8.2.1.1. Resistencia al peso**

*Figura 202. Resistencia al peso.*

**Resultado**

- El asiento de la silla fue trenzado con tres hebras, tejido con la técnica de plano y luego estas fueron estiradas con fuerza para que quedan lo más planas posibles, esto hizo que pudiera soportar un peso de 130 libras.

## 8.2.2. Fibra suave

### 8.2.2.1. Resistencia al peso



*Figura 203.* Bolsa con plátanos.



*Figura 204.* Bolsa con plátanos.

### **Resultado**

- La bolsa es sostenida de las asas para equilibrar el peso en todo el cuerpo de la bolsa.
- Soportó un peso de 4 libras.
- La bolsa no se cuarteó ni rompió.
- Las asas se mantuvieron siempre sujetas a la bolsa.

### 8.2.3. Fibra malla

#### 8.2.3.1. Resistencia al peso



*Figura 205. Envase con maíz.*

#### **Resultado**

- El envase soportó un peso de 2 libras de maíz.
- No se rompió ni cuarteó.

## 8.2.4. Hilo

### 8.2.4.1. Resistencia al peso



*Figura 206. Bolsa con cubo de madera.*

#### **Resultado**

- Se usó un cubo de madera para medir la resistencia al peso del bolso.
- El cubo de una libra fue colocado dentro de la bolsa y esta logró soportar el peso del mismo.
- No se rompió.

#### 8.2.4.2. Uso



*Figura 207. Bolsa con objeto.*



*Figura 208.* Bolsa en mano.

### **Resultado**

- La bolsa es considerable te grande por lo cual puede contener varios objetos.
- El usuario sostuvo la bolsa sin dificultades
- El material mismo de la bolsa permite que no resbale de las manos del usuario.

## 8.2.5. Viruta

### 8.2.5.1. Estabilidad



*Figura 209.* Tablero con objetos.

#### **Resultado**

- Para la validación se usó una lámpara y una tetera de decoración, juntas suman un peso de dos libras.
- El tablero mantuvo su resistencia al peso y se mantuvo firme todo el tiempo.
- No se tambaleó.
- No se rompió ni cuarteó.

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1 Conclusiones**

- La extracción del pseudotallo es la etapa que más esfuerzo conlleva, primero porque en promedio tiene una altura de 3 metros, pero en todo la etapa se pudo observar plantas de hasta 6 metros, lo que lleva a tener mayor precaución y cuidado, segundo porque se debe usar una herramienta grande filosa como es un machete, que si no se usa de manera adecuada puede causar daños y por ultimo una vez que la planta es cortada, se debe trasladar el pseudotallo a un espacio cerrado para cubrirlo de lluvias y agentes externos, tomando en cuenta el peso y la altura del mismo, se necesita de más de una personas y mayor fuerza.
- Las capas son un material que se puede extraer con mayor facilidad y lo puede hacer una persona.
- Cada una de las subcapas presentaron características físicas como resistencia, dureza, maleabilidad, elasticidad, impermeabilidad, por lo que al trabajar con estas se pudo constatar la gran capacidad que tiene para funcionar como nuevos materiales biodegradables para crear productos cotidianos.
- Después realizar la exploración se pudo crear 5 nuevos materiales como son, fibra malla, fibra suave, fibra dura, hilo y viruta.
- Al tener pocos meses no se logró explorar ni explotar en mayor capacidad al material para darle otros usos o incluso llegar a extraer nuevos materiales de las capas del pseudotallo.
- Las plantaciones bananeras desaprovechan diariamente gran cantidad de residuos orgánicos, que como se pudo constatar en el proyecto, bien pueden ser procesados y aplicados para generar materiales nuevos.

### **9.2 Recomendaciones**

- Seguir realizando exploraciones con todas las sub capas del pseudotallo, ya sea como funcionamiento como material y sus posibles aplicaciones dentro de diferentes industrias.
- Mantener una investigación constante con otros profesionales sobre la capacidad del material para ser biodegradable.

## REFERENCIAS

- Álvarez C., Oviedo C., & Navarro D. (2019). *IMPORTANCIA DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES EN ECUADOR*. Eumed.net. Recuperado el 21 de noviembre de 2019 de <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/06/productos-biodegradables-ecuador.html>
- Asociación de exportadores de banano de Ecuador. (2019). *Estadísticas bananeras*. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de [http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2019/12/AE\\_EstadisticasPublicas\\_Agosto19.pdf](http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2019/12/AE_EstadisticasPublicas_Agosto19.pdf)
- Bonilla O., Trujillo H., Guerra S., Guevara V. H. & López C. (2009). *Extracción y Caracterización de la fibra de la hoja de la Lengua de Suegra (Sansevieria trifasciata)*. Revista Politécnica. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5549/1/Omar-Bonilla.pdf>
- Consellería de Educación - Xunta de Galicia. (12 de mayo. 2019). *Tipos de materiales*. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/index.html>
- Graciela. (12 de marzo, 2019). *Proceso De Producción Del Banano*. Agroecuador. Recuperado el 29 de enero, 2020, de <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/217-proceso-de-produccion-del-banano>
- Larrea C., Espinosa M., & Sylva P. (1987). *EL BANANO EN EL ECUADOR: TRANSNACIONALES. MODERNIZACION y SUBDESARROLLO*. Quito, Corporación Editora Nacional. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=43489>
- Ligallo de Chunta Aragonesista Aguarón. (s.f). *Champiñon de campo - "Micología - Hongos y Setas de la Sierra de Algairén"*. Aguaron. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de <http://www.aguaron.org/turismo/setas/champinon-de-campo.html>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2017). *MANUAL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE BANANO*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-banano.pdf>

Ministerio del comercio exterior. (2017). *Informe sector bananero Ecuatoriano*. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>

Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *FICHA SECTORIAL: BANANO Y PLÁTANOS*. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Recuperado de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>

Ortiz J. (s.f). *Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos*. Lifeder. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de <https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria/>

Pérez J, Gardey A. (2018). *Definición de hacha*. Definición de. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://definicion.de/hacha/>

*Pieles vegetales. Las diez alternativas más impresionantes*. (s.f). Intersynergia. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://intersynergia.com/las-diez-mejores-pieles-vegetales/>

Polanco D. (28 de noviembre, 2017). *Plátano (Musa spp), cuidados de la planta. Propiedades del plátano*. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://naturaleza.paradais-sphinx.com/plantas/tipos-de-frutas/platano-musa.htm>

Portal educativo. (2010). Características de las plantas. Recuperado de <https://www.portaleducativo.net/segundo-basico/124/Caracteristicas-de-las-plantas>

¿Qué es la investigación cuantitativa? (s.f). SIS INTERNATIONAL RESEARCH. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de <https://www.sisinternational.com/investigacion-cuantitativa/>

Quevedo D. (2019). *Exploración de aplicaciones utilizando materiales compuestos para generar valor agregado, caso abacá*. Universidad de las Américas. Recuperado 29 de enero, 2020, de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10808>

Redacción Guayaquil. (13 de agosto, 2019). *Las exportaciones de banano crecieron 3,44% en el primer semestre*. El Comercio. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/exportaciones-banano-crecimiento-ecuador-mercados.html>

Redacción Sociedad. (2018). *Ecuador tiene iniciativas para reducir consumo de plástico*. El Telégrafo. Recuperado 21 de enero, 2019, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/ecuador-reduccion-consumo-plasticos-ambiente>

Revista ARQHYS. (2012), *Materiales naturales y artificiales*. ARQHYS ARQUITECTURA. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://www.arqhys.com/construccion/naturales-materiales.html>.

Silva J. (s.f). *El cultivo de banano*. Agro tendencia. Recuperado 29 de enero, 2020, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-banano/>

Torres A., Vera A. (2015). *ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DEL TALLO DEL BANANO COMO FUENTE DE FIBRA, PARA POTENCIALIZAR LA PRODUCCIÓN DE ARTESANÍAS DEL CANTÓN EL TRIUNFO Y SU FUTURA EXPORTACIÓN*. Universidad de Guayaquil. Recuperado 29 de enero, 2020, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17209/1/TESIS%20FINAL.pdf>

Vera Vélez L. (s.f). *LA INVESTIGACION CUALITATIVA*. Universidad Interamericana. Recuperado el 01 de febrero de 2020 de

<http://ponce.inter.edu/cai/Comite-investigacion/investigacion-cualitativa.html>

Vézina A. (22 de julio, 2016). *Morfología de la planta del banano*. ProMusa. Recuperado 29 de enero, 2020, de <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>

Vidal G, Hormazábal S. (diciembre, 2016). *Las fibras vegetales y sus aplicaciones*. Universidad de Concepción. Recuperado 29 de enero, 2020, de <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/las-fibras-vegetales-y-sus-aplicaciones.pdf>

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Imágenes de la vestimenta en fibra suave cosida en máquina.**



Figura A1.1. Vista frontal.



Figura A1.2. Vista lateral.

