

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

**Propuesta de un Proceso Industrial de Obtención de Hilo a Partir de Fibra de Pseudo tallo de Banano para una pyme ubicada en la ciudad de Cuenca**


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor:**

María de los Ángeles Jaya Arias

**Director:**

Pablo Andrés Flores Sigüenza

ORCID:  0000-0002-8038-2912

**Cuenca, Ecuador**

2025-02-03

## Resumen

El banano es el principal producto de exportación del Ecuador, genera distintas fuentes de empleo y contribuye al crecimiento económico del país. El banano al ser una planta cuyo pseudo tallo es cortado una vez cosechado el fruto, genera billones de toneladas de residuos al año, por ende surge la importancia de aprovechar el pseudo tallo como fuente de materia prima. La industria textil contribuye el desarrollo del país, siendo el segundo sector de manufactura que genera fuentes de empleo. Por tal motivo se plantea diseñar un proceso industrial en donde se pueda utilizar la fibra obtenida del pseudo tallo de banano como materia prima para la obtención de hilo textil. La metodología planteada consta de tres fases. En la primera fase se obtiene información sobre las especies de banano (musas) presentes en el Ecuador con sus características físico-químicas, y los procesos de extracción de fibras. En la segunda fase se realiza un estudio de mercado, estudio técnico y económico y se analiza la sostenibilidad del proyecto. Por último, en la tercera fase se diseña la planta de producción y se realiza una simulación en el software Flexsim del comportamiento de la planta de elaboración de hilo textil con demanda actual y demanda futura. Como resultado se describe el mejor proceso para la extracción de fibra, las características de la fibra del pseudo tallo; se determina la demanda de hilo a partir del pseudo tallo, se describe el proceso de elaboración de hilo obteniendo los costos de producción y la inversión inicial, se analiza la sostenibilidad del proyecto, y se observa si el diseño propuesto es capaz de solventar la demanda futura.

*Palabras clave del autor:* industria textil, hilado, residuo agrícola



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

Banana is Ecuador's main export product; it generates different sources of employment and contributes to the country's economic growth. Bananas are plants whose pseudo stem is cut once the fruit is harvested, generating billions of tons of waste per year, which is why it is important to use the pseudo stem as a source of raw material. The textile industry contributes to the country's development, being the second manufacturing sector that generates sources of employment. For this reason, it is proposed to design an industrial process where the fiber obtained from the banana pseudo stem can be used as raw material to obtain textile thread. The proposed methodology consists of three phases. In the first phase, information is obtained on the banana species (musas) present in Ecuador with their physical-chemical characteristics, and the fiber extraction processes. In the second phase, a market study, a technical and economic study are carried out and the sustainability of the project is analyzed. Finally, in the third phase, the production plant is designed and a simulation is carried out in the Flexsim software of the behavior of the textile thread production plant with current demand and future demand. The results describe the best process for fiber extraction, the characteristics of the fiber from the pseudo stem, the demand for yarn from the pseudo stem is determined, the yarn production process is described, obtaining the production costs and the initial investment, the sustainability of the project is analyzed, and it is observed whether the proposed design is capable of meeting future demand.

*Author Keywords:* textile industry, yarn, agricultural waste



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

Resumen .....	2
Abstract.....	3
Índice de figuras.....	7
Índice de tablas.....	9
Agradecimientos .....	11
Dedicatoria.....	12
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>13</b>
<b>Introducción</b>	<b>13</b>
1.1. Objetivo General .....	14
1.2. Objetivo Específico .....	14
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>14</b>
<b>Marco Teórico</b>	<b>14</b>
2.1. Industria Textil.....	14
2.2. Fibra Textil .....	15
2.3. Elaboración de Textiles con Fibras Naturales.....	15
2.4. Industria Textil en el Ecuador .....	15
2.5. Importancia del Banano en el Ecuador.....	16
2.6. Pseudo Tallo.....	17
2.6.1. Fibra de Pseudo Tallo de banano .....	17
2.7. Hilatura .....	18
2.8. Diseño de un Proceso Industrial .....	18
2.9. Metodología de Fink .....	18
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>19</b>
<b>Metodología</b>	<b>19</b>
3.1. Fase 1: Situación actual de la pyme de la ciudad de Cuenca e Información Científica.....	20
3.2. Fase 2: Factibilidad y Sostenibilidad de la propuesta.....	21
3.3. Fase 3: Propuesta de diseño industrial .....	21
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>22</b>
<b>Desarrollo</b>	<b>22</b>
4.1. Análisis de la situación actual de la empresa.....	22
4.2. Muestreo de Información bibliográfica.....	23
4.3. Selección de Información bibliográfica .....	25

4.4.	Extracción de datos .....	25
4.4.1.	Especies de Musas Presentes en el Ecuador .....	26
4.4.2.	Extracción de Fibra de Banano .....	27
4.4.2.1.	Extracción por Medios Mecánicos.....	27
4.4.2.2.	Enriado .....	28
4.4.2.3.	Extracción por Medios Químicos.....	28
4.4.3.	Caracterización de la Fibra del Pseudo Tallo .....	29
4.4.3.1.	Características Físicas y Mecánicas .....	30
4.4.3.2.	Características Químicas .....	31
4.5.	Estudio de Mercado .....	34
4.5.1.	Tamaño de la muestra .....	34
4.5.2.	Diseño de la Encuesta .....	36
4.5.3.	Resultados de la Encuesta .....	37
4.5.4.	Demanda de Hilo de Fibra de Pseudo Tallo de Banano.....	43
4.5.4.1.	Nicho de mercado.....	44
4.5.4.2.	Personas Interesadas .....	44
4.5.4.3.	Frecuencia del Consumo .....	44
4.5.4.4.	Consumo Promedio .....	44
4.5.5.	Demanda Futura.....	45
4.6.	Estudio Técnico .....	46
4.6.1.	Selección de Proveedores y Localización del Proyecto .....	47
4.6.2.	Diseño del Proceso de Producción .....	47
4.6.3.	Selección de Maquinaria y equipos.....	50
4.6.4.	Determinación de las áreas de trabajo necesarias.....	55
4.6.5.	Determinación de Mano de Obra .....	56
4.6.6.	Requisitos Legales.....	58
4.7.	Estudio económico.....	59
4.7.1.	Costos de Operación .....	59
4.7.1.1.	Presupuesto de costos de producción .....	59
4.7.1.2.	Presupuesto de gastos de administración.....	64
4.7.1.3.	Presupuesto de gastos de venta.....	65
4.7.2.	Precio del Producto.....	66
4.7.3.	Costos de inicio del proyecto .....	66
4.7.4.	Inversión Inicial .....	67
4.7.5.	Depreciación y amortización .....	69

4.7.6.	Estado de Resultados.....	71
4.8.	Sostenibilidad del proyecto .....	72
4.8.1.	Punto de equilibrio .....	72
4.8.2.	Indicadores de Rentabilidad.....	73
4.8.2.1.	VAN .....	73
4.8.2.2.	TIR.....	74
4.8.2.3.	ROI .....	74
4.8.2.4.	Índice de Rentabilidad .....	74
4.8.2.5.	Payback Period.....	75
4.9.	Diseño de la planta de producción .....	75
4.9.1.	Flujo del proceso .....	76
4.9.2.	Diseño 3D de la planta de producción.....	76
4.10.	Simulación en Flexsim.....	78
4.10.1.	Tiempo de simulación .....	78
4.10.2.	Materia Prima .....	79
4.10.3.	Tiempo de procesamiento.....	79
4.10.4.	Recursos Humanos .....	79
<b>CAPÍTULO 5</b>		<b>81</b>
<b>Análisis de Resultados y Discusión</b>		<b>81</b>
5.1.	Estudio Técnico .....	81
5.2.	Estudio Económico .....	82
5.3.	Sostenibilidad del proyecto .....	82
5.4.	Simulación con demanda actual .....	83
5.5.	Simulación con demanda futura.....	85
<b>CAPÍTULO 6</b>		<b>87</b>
<b>Conclusiones</b>		<b>87</b>
Referencias.....		89

## Índice de figuras

Figura 1: Fases de la Metodología del Trabajo de Investigación .....	20
Figura 2: Diagrama de Flujo de la Metodología Aplicada .....	25
Figura 3: Actividad Económica.....	38
Figura 4: Porcentaje de Importancia de Uso de Fibras Naturales .....	38
Figura 5: Porcentaje de Uso de Hilo de Origen Natural.....	39
Figura 6: Porcentaje de conocimiento de fibras naturales sostenibles .....	39
Figura 7: Porcentaje de Interés en Utilizar Hilo de Pseudo Tallo.....	40
Figura 8: Porcentaje de Frecuencia de Compra de Hilo .....	40
Figura 9: Cantidad de Hilo Utilizado Mensualmente.....	41
Figura 10: Criterios Para Adquirir Hilo de Fibra de Banano .....	42
Figura 11: Cantidad de Hilo que se Considera Adquirir Mensualmente.....	42
Figura 12: Precio Por Kilogramo de Hilo de Pseudo Tallo de Banano.....	43
Figura 13: Partes que Conforman un Estudio Técnico .....	46
Figura 14: Diagrama de flujo del proceso.....	48
Figura 15: Máquina extractora automática de pseudo tallo de banano.....	51
Figura 16: Tanque para eliminación de lignina .....	51
Figura 17: Secador de aire caliente.....	52
Figura 18: Máquina de Cardado.....	53
Figura 19: Máquina de estirado.....	53
Figura 20: Máquina Peinadora .....	54
Figura 21: Máquina de Hilado de Anillos .....	54
Figura 22: Gráfica del punto de punto de equilibrio.....	73
Figura 23: Distribución de planta.....	75
Figura 24: Diagrama de hilos .....	76
Figura 25: Vista superior de la planta de producción.....	77
Figura 26: Vista lateral de la planta de producción .....	77
Figura 27: Simulación realizada en Flexsim .....	81

Figura 28: Utilización de máquinas de producción .....	83
Figura 29: Utilización promedio de la planta.....	84
Figura 30: Kilogramos de mermas, producción y residuos .....	84
Figura 31: Resultados con la demanda prevista del año 2 .....	85
Figura 32: Resultados con la demanda prevista del año 3 .....	86
Figura 33: Producción máxima de kilogramos / mes .....	86

**Índice de tablas**

Tabla 1: Metodología de Fink aplicada a la presente investigación .....	23
Tabla 2: Comparación entre los distintos métodos de extracción .....	29
Tabla 3: Comparación de características entre la Musa Acuminata, Musa Paradisiaca y Musa Sapientum .....	30
Tabla 4: Características físicas de la fibra del pseudo tallo del banano.....	30
Tabla 5: Características mecánicas de la fibra de pseudo tallo de banano.....	31
Tabla 6: Características químicas de la fibra del pseudo tallo del banano obtenida de Musa Acuminata.....	31
Tabla 7: Características químicas de la fibra de pseudo tallo de banano .....	32
Tabla 8: Características térmicas de la fibra de pseudo tallo de banano .....	32
Tabla 9: Características térmicas de la fibra de pseudo tallo de banano .....	33
Tabla 10: Clasificación de empresas según su actividad económica .....	34
Tabla 11: Demanda de kilogramos de hilo .....	45
Tabla 12: Demanda Futura anual.....	46
Tabla 13: Método de localización por puntos para determinar la localización .....	47
Tabla 14: Bases de cálculo para cada una de las áreas de la empresa .....	55
Tabla 15: Cálculo de minutos requeridos por turno .....	57
Tabla 16: Costo de Materia Prima.....	59
Tabla 17: Costo de insumos.....	60
Tabla 18: Costo de herramientas de trabajo .....	60
Tabla 19: Consumo de Energía Eléctrica .....	61
Tabla 20: Consumo de agua .....	61
Tabla 21: Costo de mano de obra directa .....	62
Tabla 22: Costo mano de obra indirecta.....	62
Tabla 23: Costo de control de calidad .....	63
Tabla 24: Resumen de presupuesto de costo de producción .....	64
Tabla 25: Presupuesto de gastos administrativos .....	64
Tabla 26: Presupuesto de gastos de venta .....	65

Tabla 27: Costo de total de producción.....	65
Tabla 28: Costo de inicio.....	66
Tabla 29: Activo fijo de producción.....	67
Tabla 30: Activo fijo de producción.....	68
Tabla 31: Obra Civil .....	68
Tabla 32: Inversión inicial total.....	69
Tabla 33: Costos de Importación .....	70
Tabla 34: Depreciación de activos .....	71
Tabla 35: Estado de resultados del año 1 al año 5.....	71
Tabla 36: Capacidad de producción de las distintas máquinas .....	78
Tabla 37: Tiempo de procesamiento .....	79
Tabla 38: Asignación de operarios a cada área de trabajo.....	80

## Agradecimientos

Al culminar este proyecto de investigación quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han contribuido a su realización.

Agradezco a mi familia, dado que con su orientación en la industria me brindaron opiniones y críticas constructivas para mejorar este trabajo.

## Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que han sido un apoyo y motivación a lo largo de mi vida académica.

A mis padres, que con su amor incondicional y apoyo constante han sido mi guía en cada paso de este camino. A toda mi familia, que siempre se preocupan por mi bienestar y que, de igual manera me han brindado un apoyo incondicional. Gracias por confiar, creer en mí y ser mi mayor inspiración.

A mi hermana, por sus consejos, comprensión y por estar siempre ahí, brindándome su apoyo y consejos, ha sido fundamental para celebrar mis éxitos

A mis amigos, por brindarme los mejores momentos en la universidad, motivación para seguir y culminar la carrera.

## Capítulo 1

### Introducción

La producción bananera es una actividad agrícola de gran importancia en distintas regiones del mundo. Ecuador al tener el mayor nivel de producción de banano a nivel mundial, considera que esta actividad es vital para el crecimiento económico del país. De acuerdo a información proporcionada por el Ministerio de Comercio Exterior (2017), la exportación de banano representa alrededor del 2% del PIB. Debido a su importancia miles de personas trabajan en este sector ya sea directa o indirectamente generando distintas fuentes de empleo.

Al momento de cosechar el fruto del banano, el tallo falso de la planta madre es cortado, con el fin de servir de abono y fuentes de nutrientes para el “hijo” y posteriormente ser desechado, lo que genera billones de toneladas de residuos de pseudo tallos a nivel mundial. En este contexto, surge la oportunidad de utilizar la fibra del pseudo tallo de banano en la industria textil.

La industria textil en el Ecuador, al igual que el sector bananero, representa uno de los principales sectores generadores de empleo y con mayor impacto económico. La incorporación de fibras naturales como la del pseudo tallo de banano podría diversificar la oferta y fortalecer la competitividad de la industria en mercados nacionales.

Investigaciones realizadas previamente en Sudamérica por (Collazos & Pinzón, 2022), (Moreno & Neusa, 2021) (Pedraza, 2019), (Rosero, 2023), entre otras, han explorado el uso de estos residuos generados para la extracción de fibra para su posterior uso como materia prima para artesanías o productos derivados. Sin embargo, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un proceso industrial para la producción de hilo textil a partir de fibra de pseudo tallo de banano, determinando la factibilidad de aplicación.

A través de una investigación exhaustiva, se identificaron las especies de banano presentes en el Ecuador, el método óptimo de extracción de fibra y las características físico – químicas de la fibra. Asimismo, se realizó un estudio de mercado para analizar la demanda del nuevo producto, un estudio técnico para identificar los recursos como materiales, maquinaria, personal; un estudio económico para conocer la inversión inicial y costos de producción y poder analizar la sostenibilidad del proyecto.

Este proyecto busca aportar innovación a la industria textil ecuatoriana al transformar un residuo agrícola en un producto de valor agregado.

## 1.1. Objetivo General

Diseñar un proceso industrial para la producción de hilo textil a partir de la fibra del pseudo tallo de banano, mediante un análisis de factibilidad que permita evaluar diferentes escenarios de demanda y su viabilidad técnica y económica.

## 1.2. Objetivo Específico

- Realizar una investigación bibliográfica de las propiedades físicas y químicas del pseudo tallo, los métodos de extracción de fibras aplicables a nivel industrial y el contexto nacional.
- Realizar un análisis de factibilidad técnica y económica de la producción de hilo textil a partir de la fibra obtenida del pseudo tallo de banano.
- Diseñar un proceso industrial para la transformación de fibra de pseudo tallo de banano en hilo que incluya los datos del análisis de factibilidad y diferentes escenarios de demanda.

## Capítulo 2

### Marco Teórico

En esta sección se detalla aspectos importantes y relevantes para el desarrollo de la investigación.

#### 2.1. Industria Textil

La industria textil es el sector manufacturero dedicado a la producción de fibras, telas, hilados y productos relacionados con ropa y vestimenta. Esta industria es una de las actividades económicas más importantes del mundo brindando trabajo a grandes sectores de diferentes países. En el año 2020, a pesar de las consecuencias negativas del COVID-19, la producción de textiles a nivel mundial fue de 109 millones de toneladas y se espera que para el año 2025 la producción llegue a los 124 millones de toneladas (Vidal, 2022). La mayor parte de la producción de fibras, son fibras sintéticas en donde su producción tiene un impacto negativo en el ambiente.

## 2.2. Fibra Textil

Se conoce como fibra a la unidad básica de todo textil, es un componente que se elabora a partir de materiales naturales o sintéticos, los cuales serán materia prima para la confección de hilados y tejidos textiles (Delgado & Vidal, 2021).

Las fibras textiles tienen dos grandes clasificaciones:

- Fibras naturales: Hacen referencia a todas las fibras de origen vegetal o animal (Carrera, 2017). Existen diversos tipos de fibras naturales, las fibras de origen vegetal más conocidas son el algodón y lino; mientras que de origen animal son las fibras de lana y seda.
- Fibras químicas o sintéticas: Son aquellas que se obtienen por medio de un proceso de transformación de polímeros (Carrera, 2017).

## 2.3. Elaboración de Textiles con Fibras Naturales

El algodón es uno de los compuestos más utilizados en la industria textil debido a propiedades como la absorción a la humedad. A pesar de tener varias ventajas, la fabricación de tejidos de algodón ha creado diversos impactos ambientales. Para cultivar fibra de algodón se requiere grandes cantidades de agua dulce, que puede oscilar entre 700 y 2900 L/kg de producción (Nayak, Jajpura, & Khandual, 2023). Además, se estima que el 25% de los insecticidas y el 11% de los pesticidas mundiales se consumen en el cultivo de algodón (Roy, 2017). A pesar de que el algodón es una fibra natural, su obtención ha generado impactos ambientales negativos y poco sustentables para la industria.

La fibra elaborada de lana también presenta algunos inconvenientes con su producción. A pesar de que se deriva de recursos renovables y es biodegradable presenta un impacto ambiental negativo. Para poder mantener a las ovejas libres de parásitos se les aplica insecticidas, los cuales, al estar presentes en la lana, se eliminan durante el lavado de la misma y se descarga en fuentes de agua por lo que existe contaminación (Wiedemann, Clarke, Nguyen, Cheah, & Simmons, 2023). Algo similar ocurre con la obtención de seda, puesto que algunos fabricantes utilizan químicos como cloro o formaldehído para proteger a los gusanos de seda (Nayak, Jajpura, & Khandual, 2023). En la obtención de lana como de seda hay procesos que no son controlados ni regulados.

## 2.4. Industria Textil en el Ecuador

En el Ecuador la industria textil constituye uno de los sectores manufactureros más reconocidos del país y con mayor importancia económica; además, es uno de los principales

sectores generadores de empleo (Valdivieso, Siluk, & Michelin, 2022). Según datos del INEC, este sector aporta el 7% al PIB y genera alrededor de 250 mil de plazas de empleo directas e indirectas; de esta manera, el sector textil logra ser el segundo sector manufacturero con más mano de obra empleada (Espinoza & Sorhegui, 2016). En el año 2020, se redujo el 36% de ventas en el sector textil ecuatoriano debido a diversos factores como la falta de competitividad y la pandemia; sin embargo, aún es una industria clave para el crecimiento y la creación de plazas de empleo (Llanos & Salazar, 2023).

Estudios realizados sobre el potencial uso de la fibra del pseudo tallo de banano incluyen la extracción de fibra manualmente para la elaboración de artesanías (Abril, 2022) o como refuerzo para otros productos. Los tejidos que se han obtenido hasta el momento son tejidos gruesos, por lo que su aplicación en la industria textil es limitada.

Por tal motivo, teniendo en cuenta la cantidad de fibra textil que es usada a nivel mundial ha surgido la iniciativa de buscar nuevas fuentes de obtención de fibra que no genere un impacto negativo al ambiente. Considerando que el Ecuador es el principal productor de banano a nivel mundial se ha visto la oportunidad de aprovechar estos residuos no tratados como fuente de materia prima para la elaboración de hilo textil.

## **2.5. Importancia del Banano en el Ecuador**

Ecuador es conocido a nivel mundial por ser el país con mayor cantidad de producción y de exportación de banano. De acuerdo a información proporcionada por el Ministerio de Comercio Exterior (2017), la exportación de banano representa alrededor del 2% del PIB general y un 35% del PIB agrícola. En el año 2021 se registró que las provincias de El Oro y Guayas contienen el 80% de toda la superficie de cosecha bananera, siendo este alrededor de 200 mil hectáreas (León , Espinosa , & Carvajal , 2023). En el año 2022, según datos proporcionados por la Asociación de Comercialización y Exportación de Banano – ACORBANEC (2023) se registraron un total de 332.791.407 cajas de exportación de banano. La exportación de este producto representa el segundo rubro, después del petróleo, de las actividades exportables del país (Poveda, Cabrera, Carrera, & Sambonino, 2021).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede observar que el sector bananero en el Ecuador tiene un gran impacto a nivel económico y social debido a que genera gran cantidad de empleo. El total de plantaciones bananeras se encuentran en 129 países en donde la producción global llega a ser 26.2 millones de hectáreas. Esta cantidad de producción genera billones de toneladas de residuos de pseudo tallos y hojas anualmente (Patel & Patel, 2022).

Estos residuos en su mayoría son desechados a un relleno sanitario o se queman a cielo abierto, por lo que considerar el uso de las partes no consumibles de esta planta pueden ser utilizados como una alternativa de fibra natural promoviendo el concepto de bioeconomía (Alvarado , Cevallos , Alcívar , Dueñas, & Riera, 2021).

## 2.6. Pseudo Tallo

El pseudo tallo del banano es considerado como un tallo falso que está formado por vainas foliares que se encuentran superpuestas. A pesar de que el pseudo tallo está conformado principalmente por agua, su peso es de 30 a 40 kilogramos, es bastante fuerte y puede soportar un racimo aproximadamente de 50 kilogramos (Patel & Patel, 2022).

Al realizar un corte transversal en el pseudo tallo, éste se puede segmentar en tres categorías: capa externa, capa intermedia y capa interna. Cada segmento del pseudo tallo contiene diferentes características químicas.

### 2.6.1. Fibra de Pseudo Tallo de banano

La fibra que se obtiene del pseudo tallo del banano se debe separar de acuerdo a la parte de donde se extrae. La separación se puede realizar clasificando las fibras en tres grupos: fibra dura, fibra suave y malla. Es importante recalcar que las capas más cercanas al núcleo no proveen fibra puesto que son fibras muy delicadas que se rompen con facilidad, por ende la extracción se vuelve compleja (Rosero, 2023).

**Fibra Suave:** La fibra suave es una fibra de fácil manipulación, se obtiene de las capas más internas del pseudo tallo y es una fibra suave y flexible, (Delgado & Vidal, 2021). Representa alrededor del 40% del total de la fibra obtenida. A pesar de que es suave, según la experimentación realizada por (Pedraza, 2019) esta fibra tiene un espesor elevado. Al estar más cerca del pseudo tallo esta fibra posee un alto contenido de celulosa, por lo que sus propiedades mecánicas de absorción son buenas.

**Fibra Dura:** La fibra dura es una fibra que se encuentra en las capas más externas del pseudo tallo. Esta fibra se caracteriza por ser una fibra fuerte y gruesa y representa el 60% del total de la fibra obtenida. Según (Rosero, 2023) esta fibra es comúnmente usada debido a que, al ser resistente, puede soportar la aplicación de diferentes químicos. En comparación con las fibras suaves, éstas poseen mayor contenido de lignina.

**Malla:** La malla es un tipo de fibra que se encuentra en las capas internas del pseudo tallo. Al ser un entramado con separaciones se dificulta la separación de fibras individuales

(Delgado & Vidal, 2021). Al no tener un contenido de lignina tan alto como los otros tipos de fibras, su flexibilidad es mayor. Al ser una red de fibras finas y no estructuras las aplicaciones en el área textil son limitadas, su uso se puede potencializar en la fabricación de materiales biodegradables.

## 2.7. Hilatura

La hilatura es un proceso, artesanal o industrial, que con distintas operaciones y utilizando fibras textiles como materia prima tiene como objetivo la elaboración de hilo, el cuál es un cuerpo textil, alargado, resistente y flexible (Pérez, 2015).

**Hilatura de anillos:** En este tipo de hilatura la fibra es convertida en hilo empleando torsión mediante un husillo giratorio (Solé, 2013). Este método produce hilos con grosor y textura uniformes, además de que poseen alta resistencia y flexibilidad en la torsión (Quishpe, 2013).

**Hilatura Open Ed:** La torsión aplicada a la fibra es mediante un rotor giratorio cuyo objetivo es condensar las fibras y dar una torsión adecuada para formar el hilo (Solé, 2013). Este tipo de hilatura genera gran productividad, como consecuencia el costo es bajo debido a su alto rendimiento. Sin embargo, el hilo resultante es un hilo débil (Meza & Suquilanda, 2022).

## 2.8. Diseño de un Proceso Industrial

Se puede definir como proceso industrial a las operaciones mecánicas, químicas o físicas que se realizan para la transformación de materias primas en productos finales o acabados para su futura distribución o comercialización (SDI, 2022). Un diseño de un proceso industrial incluye tres elementos principales, el diagrama de procesos, diseño de planta y selección de tecnología (Universidad de la Costa, 2024)

## 2.9. Metodología de Fink

La metodología de Fink, desarrollada por Arlene Fink, es un enfoque sistemático para realizar revisiones de literatura, en contextos de investigación científica y académica. Es un conjunto de pasos estructurados en donde se busca, evalúa, sintetiza e interpreta información de investigaciones previas (Fink, 2020)

El método de revisión sistemática adoptado por Fink, consta de siete pasos sistemáticos (Moya, 2021), los cuales se detallan a continuación (Fink, 2020):

**Selección de preguntas de investigación:** se especifican las preguntas centrales que guiarán el proceso de investigación; las preguntas deben ser claras y específicas enfocadas en los objetos de estudio. La importancia de realizar preguntas de investigación radica en que delimita el alcance de la investigación evitando incluir información irrelevante

**Selección de bases de datos bibliográficas:** En este paso se debe elegir las plataformas (como revistas científicas), bases de datos y repositorios que contienen información relevante. De esta manera se asegura que la revisión de literatura sea exhaustiva y basada en fuentes confiables.

**Definición de términos de búsqueda:** Consiste en identificar palabras claves y combinación de términos que se usarán para buscar estudios realizados previamente , se recomienda utilizar operadores como AND, OR, NOT con el objeto de afinar las búsquedas; además de, utilizar sinónimos y términos relacionados

**Aplicación de criterios prácticos:** En este paso se establecen los criterios para decidir qué artículos serán considerados relevantes, lo que evita sesgos y mantiene el enfoque en estudios pertinentes. Algunos ejemplos de criterios son el año de publicación idioma, tipo de documento, año de publicación, entre otros.

**Aplicación de criterios de selección:** Consiste en recopilar información de relevancia de cada estudio, como objetivo, métodos, resultados y conclusiones, evaluando la calidad de los estudios seleccionados para asegurar la validez y confiabilidad

**Revisión y categorización:** Para realizar la revisión y categorización se organiza los datos recopilados en categorías o temas principales teniendo como referencia las preguntas de investigación

**Análisis de resultados:** Este es el último paso de la metodología de Fink consiste en integrar los hallazgos en un informe en donde se responda las preguntas de investigación que fueron planteadas en el primer paso. Un análisis de resultados contiene elementos clave como comparar estudios y discutir similitudes y diferencias, identificar lagunas en la literatura.

## Capítulo 3

### Metodología

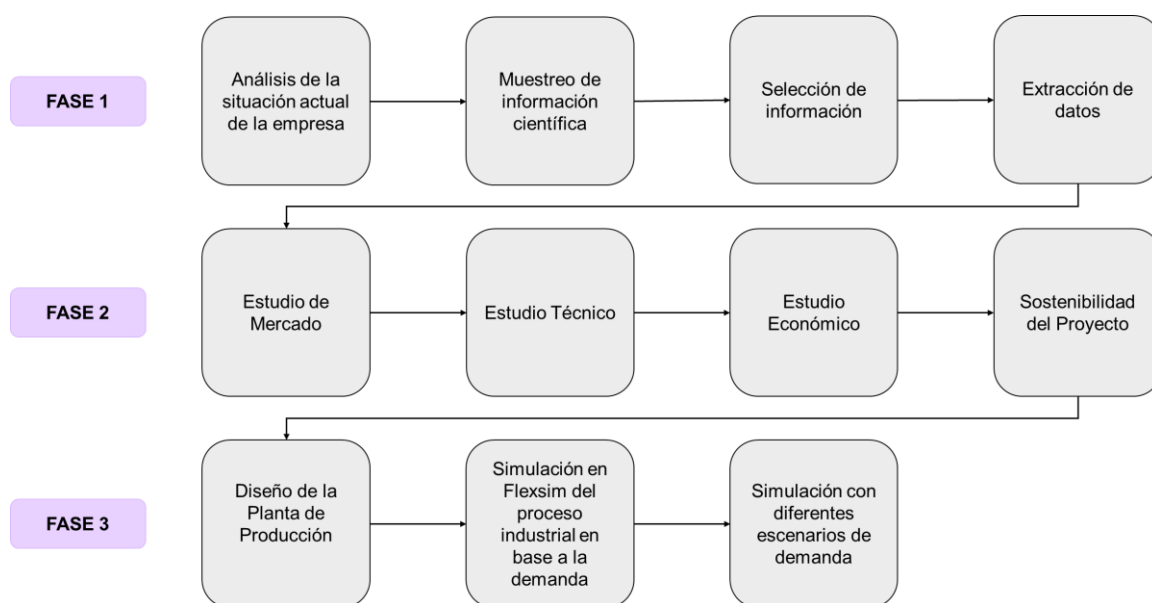
Para diseñar un proceso industrial es necesario realizar un análisis de mercado, determinar mediante muestreo de revisión bibliográfica sistemática el proceso adecuado de elaboración

de hilo textil a partir de fibra de pseudo tallo de banano, así como considerar los aspectos técnicos y económicos; y, con ello evaluar la factibilidad de su implementación.

Esta metodología consta de tres fases, en la fase 1 se aplica un enfoque investigativo, orientado a la recopilación de información. En la fase 2 se utiliza un enfoque cuantitativo ya que implica análisis de datos y cálculos. Por último en la fase 3, el enfoque metodológico es sistémico debido a que integra distintos aspectos. En la figura 1 se puede observar de forma resumida la estructura de cada fase de la estructura metodológica.

**Figura 1:**

*Fases de la Metodología del Trabajo de Investigación*



Nota: Autoría Propia

### 3.1. Fase 1: Situación actual de la pyme de la ciudad de Cuenca e Información Científica

La Fase 1 consiste en analizar la situación actual de la empresa que pretende elaborar hilo textil a base del pseudo tallo de banano. Además, se realiza una revisión sistemática de información bibliográfica aplicando la Metodología de Fink que consiste en realizar un muestreo de información documentada, selección y extracción de datos (MacDonald, Saliba, Hodgins, & Ovington, 2016), con lo que se determina cuáles son las especies de banano que se encuentran en el Ecuador, los métodos de extracción de fibra, las características físicas y químicas de la fibra obtenida a partir de pseudo tallo de banano. Los resultados de la revisión de información científica son esenciales para el diseño del proceso de producción.

El método de revisión sistemática adoptado por Fink, consta de siete pasos sistemáticos (Moya, 2021), los cuales se detallan en la sección 2.9.

### **3.2. Fase 2: Factibilidad y Sostenibilidad de la propuesta**

En la fase 2 se realiza un estudio de mercado con el objeto de poder establecer la demanda actual del hilo textil que se obtiene del pseudo tallo. Para realizar el estudio de mercado es importante conocer el tamaño de la muestra, la cual es detallada en la sección 4.5.1; además se realiza la encuesta con 10 preguntas de opción múltiple con el objetivo de obtener el consumo promedio de kilogramo de hilo textil por mes. Además se obtiene una demanda futura considerando un periodo de cinco años.

De acuerdo a los resultados de la demanda de mercado se realiza un estudio técnico con la finalidad de establecer la locación del proyecto utilizando el Método de Localización por Puntos, se detalla el proceso de producción, la selección de máquinas a utilizar, las áreas de trabajo necesarias, mano de obra requerida, materia prima y requisitos legales.

En esta fase también se realiza un estudio económico en donde se obtiene los costos de producción, costos administrativos, costos de venta y estimación de costo por unidad; además de, la inversión inicial considerando activos fijos de producción, activos fijos de oficina y ventas, obra civil y costos de inicio del proyecto. Por último, se analiza la sostenibilidad económica a largo plazo del proyecto obteniendo el punto de equilibrio e indicadores de rentabilidad como VAN, TIR ROI y Payback-Period.

### **3.3. Fase 3: Propuesta de diseño industrial**

La última fase plantea un proceso industrial en donde, se realiza un diseño de la planta de producción, considerando todos los aspectos del estudio técnico. En base al diseño propuesto se obtiene una simulación en el software Flexsim considerando distintas variables como la capacidad de producción, el tiempo de simulación, la cantidad de materia prima necesaria, tiempo de procesamiento y la asignación de personal a las distintas áreas de trabajo.

La simulación se realiza para observar el comportamiento del proceso con demanda actual y se utiliza los datos de demanda futura en un periodo de cinco años para conocer el comportamiento del diseño en un futuro.

## Capítulo 4

### Desarrollo

#### 4.1. Análisis de la situación actual de la empresa

La empresa que pretende desarrollar el proceso de obtención de hilo a partir de fibra de pseudo tallo de banano es una pyme ubicada en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Con más de 15 años de experiencia en el mercado textil, su actividad principal se centra en la confección, elaboración y venta de productos textiles, especialmente indumentaria de cama.

La capacidad de producción de la empresa varía según el tipo de producto fabricado, oscilando entre 150 y 700 unidades diarias. Sin embargo, el nivel de ventas ha disminuido en comparación con años anteriores, lo que ha llevado a la empresa a implementar estrategias como reducción de costos, innovación en productos y mejoras en los procesos productivos.

El equipo de trabajo actual incluye cuatro personas encargadas de la confección de productos, quienes llevan aproximadamente 10 años laborando en la empresa, lo que refleja un alto nivel de experiencia y compromiso.

Para la elaboración de sus productos, la empresa importa telas de China y Perú, además de trabajar con proveedores nacionales. Esto le ha permitido mantener una comprensión clara del comportamiento del mercado y las tendencias actuales. Sin embargo, la competencia en el sector textil ha incrementado considerablemente, desafiando a la pyme a buscar nuevas formas de diferenciarse.

Gracias a su relación con proveedores peruanos, el dueño de la pyme ha tenido la oportunidad de visitar fábricas dedicadas a la producción de hilo y telas, adquiriendo un conocimiento amplio sobre la industria textil, incluyendo los procesos de tratamiento de fibras. Este aprendizaje se ha convertido en una ventaja estratégica para la empresa en la implementación de nuevos proyectos.

Actualmente, la pyme busca diversificar su oferta enfocándose en un mercado con preferencia por productos naturales y menos sintéticos. Con este objetivo, ha decidido aprovechar los residuos de la cosecha de banano como materia prima para la elaboración de hilo textil. Este hilo tiene el potencial de ser utilizado en diversos productos como tejidos y telas, accesorios de moda, artículos de punto o crochet, entre otros.

La empresa ha realizado estudios previos sobre la viabilidad técnica y económica de este proyecto, visitando otras empresas y consultando con expertos en el área.

Además, se han identificado posibles clientes objetivo: fabricantes de tela y artesanos locales, quienes podrían beneficiarse del uso de este hilo en la elaboración de productos sostenibles y diferenciados.

## 4.2. Muestreo de Información bibliográfica

Para realizar el muestreo de información científica, se ha tomado en cuenta los 7 pasos de la metodología de Fink descritos en la sección de metodología.

**Tabla 1:**

*Metodología de Fink aplicada a la presente investigación*

<b>Selección de Preguntas de Investigación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué especies de Musas son características del Ecuador?</li> <li>- ¿Cuáles son los métodos de extracción de fibra que son aplicables para extraer la fibra del pseudo tallo a escala industrial?</li> <li>- ¿Cuáles son las características químicas y físicas que posee la fibra extraída del pseudo tallo de banano?</li> </ul>
<b>Selección de bases de datos bibliográficas</b>
De acuerdo al tipo de investigación se seleccionaron las siguientes bases de datos: ScienceDirect, Scielo, Textile Research Journal y trabajo de titulación de distintas universidades como la Universidad Técnica del Norte, Universidad de Chile, Universidad tecnológica de Pereira
<b>Definición de términos de búsqueda</b>
<p>Clasificación de musas</p> <p>Musas presentes en el Ecuador</p> <p>Extracción de fibra de banano</p> <p>Fibra del pseudo tallo de banano</p> <p>Características físicas de fibra de pseudo tallo de banano.</p>

Características químicas de fibra de pseudo tallo de banano.

Oferta de productos elaborados con fibra de banano

### Aplicación de criterios prácticos

Fecha de publicación: entre 2013 y 2024

Tipo de documento: Artículo de revista, artículo científico, trabajos de titulación

Área de conocimiento: industria textil, ingeniería industrial, gestión de proyectos

### Aplicación de criterios de selección

- Estudios de especies de musas presentes en el Ecuador.
- Estudios realizados que describen los diferentes métodos de extracción de fibras
- Investigaciones experimentales que analizan el comportamiento de las fibras del pseudo tallo
- Investigaciones que analizan las propiedades físicas y químicas.

### Revisión

- Leer y organizar la información obtenida y crear una base de datos que permita gestionar los artículos seleccionados.
- Realizar una lectura crítica en donde se identifique las secciones claves y relevantes para responder a las preguntas de investigación.
- Revisar la solidez de cada investigación seleccionada y examinar la relevancia de los resultados obtenidos
- Extraer y recopilar datos de importancia y comparar con otros estudios realizados para evaluar la consistencia de los resultados.

### Análisis de resultados

Los resultados de la búsqueda fueron analizados mediante la recopilación de información que contribuya a dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

- Conocer las especies de musas presentes en el Ecuador y sus características.
- Analizar los métodos de extracción para determinar cuál es el más eficiente
- Comparar las propiedades físicas y químicas de la fibra extraída del pseudo tallo
- Evaluar las aplicaciones potenciales de la fibra en diferentes industrias

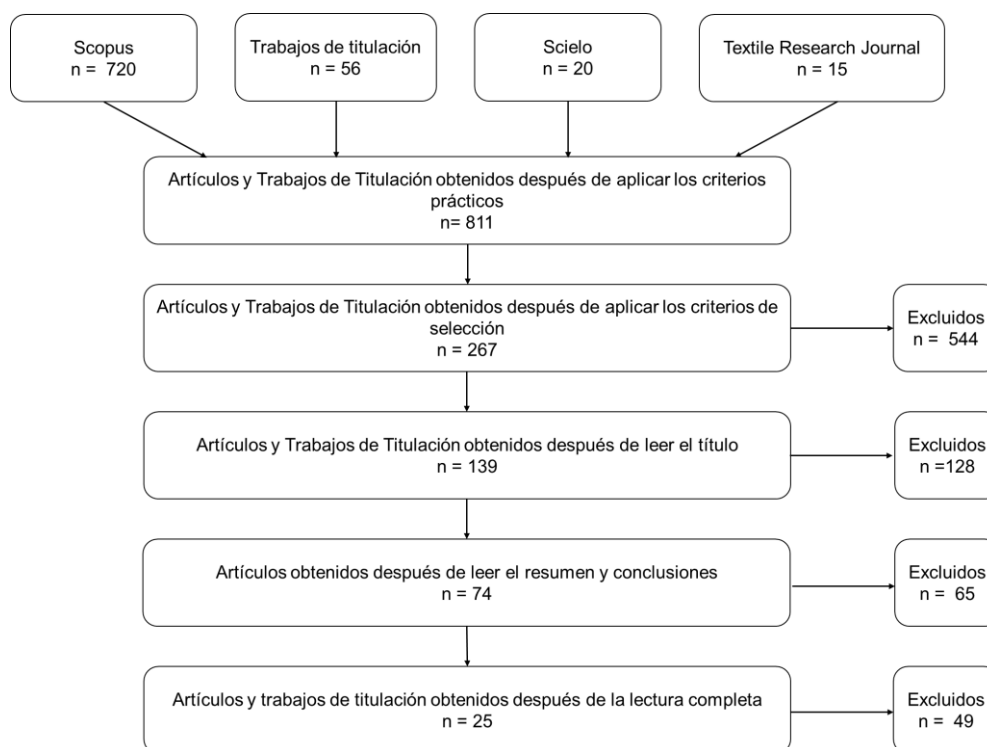
*Nota:* Autoría Propia

### 4.3. Selección de Información bibliográfica

Para seleccionar la información científica se aplicaron los diferentes pasos de la metodología de Fink. En la Figura 2, basada en la revisión bibliográfica de (Flores, y otros, 2022) se puede observar un diagrama de flujo que resume los artículos encontrados después del muestreo de información científica y de la metodología aplicada.

**Figura 2:**

*Diagrama de Flujo de la Metodología Aplicada*



*Nota:* Autoría Propia

El número de muestra inicial fue de 811 artículos y trabajos de titulación. Después de aplicar los criterios de selección se excluyeron un total de 267 artículos y trabajos de investigación. Al leer los títulos, el resumen y las conclusiones el número de muestra fue de 74 artículos, Por último, al leer completamente los resultados obtenidos la muestra es de 25 artículos y trabajos de titulación, los cuales se discuten y analizan a continuación.

### 4.4. Extracción de datos

A continuación se presenta la información extraída del análisis de información.

#### 4.4.1. Especies de Musas Presentes en el Ecuador

La planta de banano pertenece al género de *Musa* de la familia de las musáceas (Hastuti, Purnomo, Sumardi, & Setiadi, 2019). Este tipo de plantas son muy antiguas por lo que comprende más de cincuenta especies y decenas de híbridos (Torres, 2013) dentro de la familia de las musáceas se encuentran especies silvestres de bananos y plátanos comestibles y grupos ornamentales (Mohandas & Ravishankar, 2016). Los bananos más consumidos en la actualidad se originaron a partir de cruces de dos especies que son las *Musas Acuminata*, que cuentan con genoma A, y las *Musas Balbisiana*, que cuentan con genoma B. Estos bananos resultantes de los cruces pueden ser diploides (AA, AB), triploides (AAA, AAB O ABB) (Šimoníková et al., 2022) o tetraploides (AAAA, AAAB, AABB, ABBB) (Panda et al., 2020).

Ecuador al ser el país mayor exportador de banano cuenta con diversas especies de musas, a la especie más común se le conoce como banano Cavendish, perteneciente a la especie de *Musa Acuminata* (AAA), este tipo de banano es el más común en el mercado internacional debido a características como el sabor y resistencia al transporte, son frutos más suaves y dulces que los frutos de la musa paradisíaca. El pseudo tallo puede llegar a medir hasta los 7 metros de altura y se considera menos resistente que otras especies por lo que tiene fibras delgadas y suaves (Ordoñez, Vite, & Barrezueta, 2019). Según (Yajaira, Maholin, Pallo, Quiñonez, & Albarrasin, 2024) este tipo de banano representa gran parte de las exportaciones de banano en el Ecuador.

En el Ecuador también se encuentra una especie denominada *Musa Paradisiaca* (AAB), híbrido entre *Musa Acuminata* y *Musa Balbisiana*. Esta especie es consumida en grandes cantidades en la región Costa ecuatoriana es conocida como plátano de cocinar debido a uso para la cocción de patacones, chifles y maduros (Burgos, Mendoza, Mendoza, Bedón, & Alcívar, 2022). El tamaño del pseudo tallo puede alcanzar hasta los 7 metros de altura, posee fibras más gruesas que la *Musa Acuminata* por ende es más apta para tejidos duraderos. Representa el principal producto de exportación de la provincia de Manabí (Avellán, y otros, 2020).

Por último, se encuentra la *Musa Balbisiana* (B) es considerada como uno de los padres de la musa paradisíaca (Borborah, Tanti, & Borthakur, 2015), el fruto de esta especie es más grande y posee un sabor amargo y una textura dura en comparación con la *Musa Acuminata*. El tamaño del pseudo tallo puede alcanzar los 6 metros de alturas, las fibras de esta especie son gruesas y resistentes (Turrado, Saucedo, Sanjuán, & Sulbaran, 2019). A pesar de que tiene presencia en el Ecuador, la especie es menos común y es usada para realizar mejoras

genéticas. El ejemplar más característico de esta especie es el Abacá o *musa textiles*, es una planta ornamental, es decir no contiene fruto. Debido a sus fibras de alta resistencia son utilizadas ampliamente en la industria textil como cuerdas y cordeles (Ponce, 2015).

Conocer las diferentes especies de musas que se encuentran en el Ecuador resulta de gran importancia debido a que ayuda a seleccionar la mejor especie para la elaboración de hilo y es importante conocer cuál es la especie que se encuentra en mayor cantidad para garantizar la materia prima y cumplir con la demanda de hilo.

#### **4.4.2. Extracción de Fibra de Banano**

La extracción de la fibra de Banano se puede realizar por diferentes métodos; ya sea procesos físicos, químicos o biológicos. Sin embargo, para cualquier método es importante primero realizar el corte del pseudo tallo para dar paso al crecimiento de los hijos y que la planta siga dando frutos (Vezina & Baena, 2020). Además se debe verificar que el pseudo tallo se encuentre en buenas condiciones (Rosero, 2023). De acuerdo a estudios realizados por (Maldonado, Manzano, Cuesta, Cedeño, & Zevallos, 2023) el porcentaje de extracción de fibra es alrededor de un 8% del total del pseudo tallo.

##### **4.4.2.1. Extracción por Medios Mecánicos**

El medio más común para realizar la extracción de fibra del pseudo tallo es por medios mecánicos. Este proceso se puede realizar de manera manual o mecánica.

La extracción manual es un método sencillo, debido a que se utiliza herramientas básicas para obtener la fibra. Este método produce una fibra de alta calidad y no genera residuos en la superficie de la fibra (Badanayak, Jose, & Bose, A critical review on fiber extraction, characterization, and surface, 2023). Sin embargo, este método al ser manual es poco eficiente y la capacidad productiva es muy baja (Badanayak, Jose, & Bose, A critical review on fiber extraction, characterization, and surface, 2023).

En la extracción mecánica las fibras son separadas por una máquina compuesta por rodillos dentados que tienen como función separar las fibras (Rosero, 2023). La extracción mecánica puede reducir la mano de obra notablemente; al igual que con el uso de este método la producción de fibra puede aumentar alrededor de 20 veces en comparación con el proceso manual (Dandesa, 2016), lo que reduce los costos de producción. Debido a que se utiliza una máquina para la extracción, las fibras resultan ser uniformes y consistentes. Sin embargo, al utilizar maquinaria específica para este proceso, requiere una inversión inicial alta.

#### 4.4.2.2. Enriado

El enriado es un método que consiste en extraer las fibras del pseudo tallo sumergiéndolo en agua, puede ser por enriado al rocío o enriado en agua fría.

##### **Enriado al Rocío.**

Es un método ecológico que consiste en colocar el pseudo tallo ya cortado en el suelo con el objetivo de ser descompuesto por la acción de hongos y bacterias (Collazos & Pinzón, 2022). El tiempo que requiere este método de extracción es de 21 a 30 días (Moreno & Neusa, 2021). Sin embargo, al ser expuesto el pseudo tallo a microorganismos del entorno, la fibra puede cambiar sus propiedades químicas y físicas (Collazos & Pinzón, 2022).

##### **Enriado en agua fría**

Consiste en sumergir los tallos en agua. El tiempo que requiere este método de extracción es de aproximadamente de 7 a 14 días. La calidad de las fibras es mayor en comparación con el enriado al rocío (Moreno & Neusa, 2021). Una gran desventaja de este método es la gran cantidad de agua utilizada debido a que se debe sumergir el pseudo tallo en grandes tanques para poder extraer la fibra.

#### 4.4.2.3. Extracción por Medios Químicos

La extracción de fibra por este método, consiste en diluir soluciones alcalinas o ácidas (Moreno & Neusa, 2021). Se puede emplear diferentes compuestos químicos para la extracción de la fibra, el compuesto más utilizado es el hidróxido de sodio (NaOH) (Collazos & Pinzón, 2022), por sus diferentes características disuelve la lignina y pectina que mantienen unidas las fibras, lo que facilita la separación de las fibras obtenidas, son fibras limpias y de alta calidad.

De acuerdo a experimentaciones previamente realizadas por (Manrique & Rivera, 2013) se realizó la extracción de fibra a diferentes concentraciones. Como resultado se obtuvo que con una concentración del 12% de NaOH las fibras son fuertes y difíciles de romper. En base al resultado obtenido previamente; se estudió el comportamiento de las fibras al ser sometidas a NaOH al 12% en diferentes tiempos. El mejor resultado fue de 2 horas puesto que “se obtienen fibras de alta resistencia y de textura suave al tacto” (Manrique & Rivera, 2013).

Estudios realizados por (Sango, y otros, 2018) demuestran que es suficiente una disolución al 5% de NaOH para eliminar por completo la lignina presente en el pseudo tallo a través de un método de deconstrucción y poder extraer las fibras largas del pseudo tallo.

En la tabla 2 se muestra un cuadro resumen en base a un estudio realizado por (Cifuentes & Cifuentes, 2019) con los diferentes métodos de extracción, ventajas, desventajas y costos, la cantidad de fibra obtenida en la experimentación fue de 2 400 kg.

**Tabla 2:**

*Comparación entre los distintos métodos de extracción*

<b>Método</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Costo</b>
Decorticado manual	5 días	Inversión baja	Mayor tiempo de extracción	\$ 81.251,38
Decorticado mecánico	6 min	Poco tiempo de extracción, baja mano de obra	Alta inversión inicial en comparación a los otros métodos	\$ 3.901,29
Enriado en agua	7-14 días	Inversión baja en mano de obra	Contaminación del agua, deterioro de fibra	\$ 6.142,70
Enriado químico al 5% NaOH	1-3 días	Inversión baja en mano de obra	Contaminación de agua, uso de químicos	\$ 8.511,95

*Nota:* Obtenido de Cifuentes & Cifuentes, 2019.

La importancia de investigar los métodos existentes de extracción de fibra radica en conocer las ventajas y desventajas de cada uno con el objeto de saber qué método se adapta de mejor manera a un proceso industrial, considerando el factor humano, factor ambiental y los costos de extracción.

#### **4.4.3. Caracterización de la Fibra del Pseudo Tallo**

La caracterización de la fibra que se utilizará como materia prima resulta de vital importancia, debido a que, al investigar las propiedades físicas y químicas, se puede conocer las aplicaciones que puede tener la fibra. Además es de gran importancia conocer las características de la materia prima para identificar el mejor proceso de elaboración de hilo.

De acuerdo a un estudio realizado por Delgado, Vidal & Delgado (2022) en la provincia de Manabí – Ecuador se realizó una comparación de las características entre la Musa Paradisiaca, Musa Acuminata y Musa Sapientum (hoy en día las variedades de la especie Musa Sapientum se encuentran divididas entre Musa Acuminata y Musa Paradisiaca), los resultados de dicho estudio se encuentran en la Tabla 3.

**Tabla 3:**

*Comparación de características entre la Musa Acuminata, Musa Paradisiaca y Musa Sapientum*

<b>Característica</b>	<b>Musa Acuminata</b>	<b>Musa Paradisiaca</b>	<b>Musa Sapientum</b>
Longitud de Fibra (cm)	98,75	113,04	123,34
Espesor (um)	30,45	56,96	64,62
Densidad lineal (tex)	5,5	6,2	7
Resistencia (MPa)	22,65	27,58	30,52
Elongación	4,83	5,86	7,93
Sección transversal	circular	circular	circular u ovalada

*Nota:* Obtenido de Cifuentes & Cifuentes, 2019.

De acuerdo a los datos que se presentan en la tabla 3, se puede observar que las tres especies de Musas presentan diferentes características. La *Musa Sapientum* presenta un espesor de 64.62 um que es más del doble del espesor que presenta la *Musa Acuminata* que tiene un valor de 30,45 um. Sin embargo, la resistencia y la sección transversal es muy similar para las tres especies.

#### **4.4.3.1. Características Físicas y Mecánicas**

Según (Moreno & Neusa, 2021) la apariencia de la fibra del banano es similar a la fibra del bambú, sin embargo, su flexibilidad es mejor que cualquier otra fibra; además de que cuenta con características de alta resistencia. Se ha resumido en la tabla 4 y en la tabla 5 las propiedades físicas y mecánicas de la fibra obtenida del pseudo tallo de banano utilizando distintas referencias bibliográficas.

**Tabla 4:**

*Características físicas de la fibra del pseudo tallo del banano*

<b>Parámetro</b>	<b>Fibra</b>	<b>Referencia</b>
Elasticidad	19,8 N/tex	(Moreno & Neusa, 2021)
Humedad	10 - 60 %	(Dandesa, 2016)
Longitud	1 m – 2,5 m	(Moreno & Neusa, 2021)

Diámetro	0,18mm – 0,25 mm	(Moreno & Neusa, 2021)
Densidad	1 - 1,5 g/cm <sup>3</sup>	(Moreno & Neusa, 2021)
Finura	3-7 dtex	(Badanayak, Jose, & Bose, 2023)
Relación de aspecto	150 L/D	(Jideani & Anyasi, 2020)

**Tabla 5:**

*Características mecánicas de la fibra de pseudo tallo de banano*

Parámetro	Fibra	Referencia
Resistencia a la tracción	600 - 800 Mpa	(Badanayak, Jose, & Bose, 2023)
Módulo de tracción	27 - 32 Gpa	(Badanayak, Jose, & Bose, 2023)
Deformación a la ruptura	1 - 3%	(Moreno & Neusa, 2021)
Módulo de flexión	25 - 30 GPa	(Dandesa, 2016)
Módulo de Young específico	30 - 40 GPa	(Dandesa, 2016)
Elongación	5.9%	(Moreno & Neusa, 2021)

#### 4.4.3.2. Características Químicas

Las características químicas resultan de gran importancia debido a que permite conocer la reacción de la fibra ante tratamientos o condiciones de uso. Entre las propiedades químicas que más destacan en la fibra del pseudo tallo son la celulosa, hemicelulosa y lignina (Moreno & Neusa, 2021). Según una comparativa de dos estudios realizados con Musa Acuminata (AAA) (Manrique & Rivera, 2013) (Kassaw, Bacha, & Meshesha, 2024) las características químicas se presentan en la tabla 6.

**Tabla 6:**

*Características químicas de la fibra del pseudo tallo del banano obtenida de Musa Acuminata*

Parámetro	Manrique & Rivera, 2013	Kassaw, Bacha, & Meshesha, 2024
Celulosa	33,26%	44,93%
Hemicelulosa	13,12%	23,70%

Lignina	36,78%	11,10%
Cenizas	2,39%	-

*Nota:* En la tabla se presentan distintos resultados de propiedades químicas de dos distintas investigaciones realizadas.

En la tabla 7, se presentan distintos valores para los parámetros químicos y térmicos resultantes de distintas evaluaciones con diferentes especies de musas; y, en la tabla 8 se presentan propiedades térmicas de las fibras de pseudo tallo.

**Tabla 7:**

*Características químicas de la fibra de pseudo tallo de banano*

Parámetro	Fibra	Referencia
Celulosa	30 - 75 %	(Moreno & Neusa, 2021)
Hemicelulosa	6 - 30%	(Dandesa, 2016)
Lignina	5 - 30%	(Jideani & Anyasi, 2020)
Cenizas	1 - 9%	(Jideani & Anyasi, 2020)
Pectina	3 - 5%	(Badanayak, Jose, & Bose, 2023)
Ceras	3 - 5%	(Moreno & Neusa, 2021)

*Nota:* La siguiente tabla presenta las características químicas obtenidas de diferentes fuentes bibliográficas.

**Tabla 8:**

*Características térmicas de la fibra de pseudo tallo de banano*

Parámetro	Fibra	Referencia
Capacidad Calorífica	0,67x10 <sup>6</sup> J/k*m <sup>3</sup>	(Moreno & Neusa, 2021)
Difusividad	082x10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s	(Moreno & Neusa, 2021)
Conductividad térmica	0,55 W/m*K	(Moreno & Neusa, 2021)

*Nota:* La siguiente tabla presenta las características térmicas obtenidas de diferentes fuentes bibliográficas.

La fibra dura como la fibra suave del pseudo tallo, poseen características diferentes. En la tabla 9 obtenida de (Asmanto & Chafidz, 2020) (Kumar, Gupta, & Yadav, 2013; Khan, y otros, 2022) se ha recopilado características para cada tipo de fibra.

**Tabla 9:**

*Características térmicas de la fibra de pseudo tallo de banano*

<b>Parámetro</b>	<b>Fibra Suave</b>	<b>Fibra Dura</b>
Diámetro	0,20 - 0,25 mm	0,3 - 0,6 mm
Densidad	1 - 1,5 g/cm <sup>3</sup>	1,4 - 1,6 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	300 - 500 MPa	500 - 900 MPa
Elongación a la ruptura	5 - 10 %	2 - 4 %
Celulosa	60 - 70 %	40 - 50 %
Hemicelulosa	15 - 20 %	10 - 15 %
Lignina	5 - 10 %	20 - 30

*Nota:* La siguiente tabla presenta las propiedades de la fibra suave y de la fibra dura del pseudo tallo de banano.

De acuerdo a las características mencionadas anteriormente se conoce que la fibra suave es una fibra delgada y flexible, por ende más manejable que la fibra dura. Además, la concentración de celulosa que posee la fibra suave hace que esta fibra tenga propiedades similares a otras fibras naturales. En cuanto a las propiedades térmicas, la del pseudo tallo actúa como aislante térmico, lo que le hace adecuada para aplicaciones donde se necesite la retención del calor como colchas textiles o ropa. En cuanto a las características mecánicas, es una fibra fuerte y rígida lo que contribuye a que sea una fibra difícil de romper.

Conocer el tipo de Musas, el método de extracción de la fibra y las características físicas y químicas del pseudo tallo es fundamental para garantizar el éxito del proceso de producción de hilo a partir de este recurso. Identificar la variedad adecuada permite seleccionar aquella que ofrezca fibras de mayor calidad, resistencia y disponibilidad en la región, optimizando costos y asegurando un suministro constante. Asimismo, analizar los métodos de extracción ayuda a determinar la técnica más eficiente y sostenible, preservando las propiedades de la fibra mientras se minimizan los impactos ambientales.

Las características físicas, como la resistencia, elasticidad y suavidad, junto con las químicas, como la composición de celulosa, lignina y hemicelulosa, influyen directamente en la calidad del hilo, su compatibilidad con procesos industriales y sus aplicaciones finales. Este conocimiento no solo facilita el diseño de un proceso productivo eficiente y escalable, sino que también asegura que el producto final cumpla con las expectativas de un mercado que demanda materiales naturales, sostenibles y de alto rendimiento, validando la viabilidad técnica y económica del proyecto.

#### 4.5. Estudio de Mercado

El estudio de mercado tuvo como objetivo evaluar la demanda objetiva de uso de fibra de pseudo tallo de banano analizando las preferencias del consumidor en cuanto a calidad y economía.

Se utilizó una encuesta estructurada de 10 preguntas aplicada a una muestra de la población. El análisis de demanda es punto base para el análisis de un estudio técnico, estudio económico y determinar la sostenibilidad del proyecto a un futuro.

##### 4.5.1. Tamaño de la muestra

Para realizar el estudio de mercado, se tiene como población objetivo Mipymes y artesanos, ya sea que estén calificados como personas naturales o jurídicas, que utilizan hilo para la elaboración de sus productos.

Para analizar la población, se tomó en cuenta las personas que se dedican a actividades textiles en la provincia del Azuay. Según el directorio de empresas (INEC, 2018) el número de personas naturales y jurídicas que se dedican a la actividad textil en el Azuay es de 1232, las cuales se encuentran divididas de la siguiente manera.

**Tabla 10:**

*Clasificación de empresas según su actividad económica*

Característica	Persona Natural	Persona Jurídica	Total
C1311 Preparación e hilatura de fibras textiles.	3	-	3
C1312 Tejeduría de productos textiles.	23	620	643
C1313 Servicio de acabado de productos textiles.	51	-	51

C1391 Fabricación de tejidos de punto y ganchillo.	1	-	1
C1392 Fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles, excepto prendas de vestir.	214	247	461
C1399 Fabricación de otros productos textiles.	61	8	69
C1430 Fabricación de artículos de punto y ganchillo.	3	1	4
<b>Total</b>			<b>1232</b>

*Nota:* Obtenido de Cifuentes & Cifuentes, 2019.

La descripción de cada código CIIU se puede encontrar en el Anexo 1

Dentro de la clasificación del INEC se encuentra la categoría denominada “C1410 Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel”, ha este grupo de actividad económica no se le considera parte de la población debido a que para elaborar prendas de vestir el hilo no es una materia prima, más bien es un insumo, y el hilo utilizado es diferente al hilo que se pretende producir.

Con el objetivo de conocer el número de personas a ser encuestadas para que el estudio de mercado sea relevante, se utilizó la fórmula para determinar el número de muestra para una población finita, como se muestra en la ecuación (1)

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

En donde:

$n$  = el tamaño de muestra que se desea obtener

$N$  = tamaño de la población

$Z$  = parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

$e$  = error de estimación aceptado

$p$  = probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

$q$  = (1-p) probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Para realizar el cálculo se utilizó un nivel de confianza del 95% ( $z=1.96$ ), un margen de error del 5%, y la probabilidad de que ocurra el evento será del 50% de aceptación.

$$n = \frac{1\ 232 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (1\ 232 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 293$$

El tamaño de la muestra, es decir, la cantidad de artesanos o Mipymes ha encuestar es de 293.

#### **4.5.2. Diseño de la Encuesta**

Para el diseño de la encuesta se redactaron preguntas que ayuden a determinar la demanda de mercado, el interés en la fibra de pseudo tallo de banano, la percepción del producto y preferencias de compra. Bajo estos cuatro criterios se realizó la siguiente encuesta a personas cuya actividad es la textil.

1. ¿A qué actividad económica se dedica?
  - Fabricación de telas y otros tejidos (CIIU C1311 - C1312)
  - Fabricación de prendas de vestir de punto y ganchillo (CIIU1430)
  - Servicio de acabado textil (CIIU C1313)
  - Fabricación de textiles de hogar (CIIU C1392)
2. ¿Qué importancia tiene para usted el uso de fibras naturales?
  - Muy Importante
  - Importante
  - Poco Importante
  - No Importante
3. ¿Usted utiliza hilos de origen natural (algodón, seda, lana) en sus productos?
  - Sí
  - No
4. ¿Usted tiene conocimiento del uso de fibra de pseudo tallo de banano?
  - Sí
  - No
5. ¿Estaría interesado en incorporar hilo textil obtenido de pseudo tallo de banano?
  - Sí
  - No
6. ¿Con qué frecuencia compra hilo para su producción?
  - Cada semana
  - Cada mes
  - Cada tres meses
  - Cada seis meses
7. ¿Cuántos kilos de hilo utiliza al mes?

- Menos de 50 kg
  - De 50 kg a 100 kg
  - De 101 kg a 150 kg
  - Más de 150 kg
8. ¿Cuáles serían sus principales criterios para decidir adquirir hilo de fibra de banano? (Escoger hasta 2 opciones)
- Precio
  - Calidad
  - Sostenibilidad
  - Resistencia
  - Durabilidad
  - Otros (especifique)
9. ¿Qué cantidad de hilo de fibra de banano consideraría adquirir mensualmente?
- Menos de 50 kg
  - De 50 kg a 100 kg
  - De 101 kg a 150 kg
  - Más de 150 kg
10. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por un kilogramo de hilo sostenible como es el hilo de pseudo tallo de banano?
- De \$3 a \$4
  - De \$4 a \$5
  - De \$5 a \$6
  - De \$6 a \$7
  - De \$7 a \$8

#### **4.5.3. Resultados de la Encuesta**

Los resultados generales que se obtuvieron después de realizar la encuesta se muestran a continuación:

##### **Pregunta 1: Tipo de Productos que fabrica**

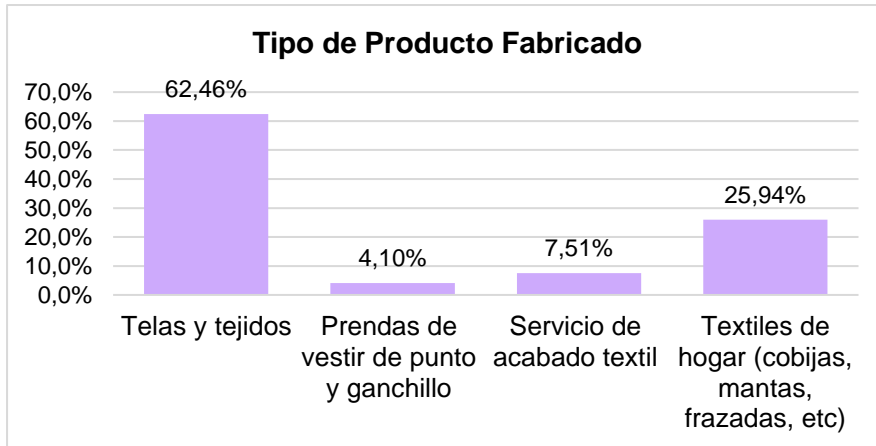
De acuerdo a los resultados de la pregunta 1 se puede observar que el producto más elaborado son las telas y tejidos con un 62,46%. Este nicho de mercado resulta ser importante para la introducción de hilo de fibra de banano.

Los textiles de hogar es la segunda actividad económica con más frecuencia con el 25,94%, después sigue los servicios de acabado textil; y, por último las prendas de vestir de punto y

ganchillo con un 4,10%. Los resultados demuestran que hay interés en materiales para distintas aplicaciones.

**Figura 3:**

*Actividad Económica*



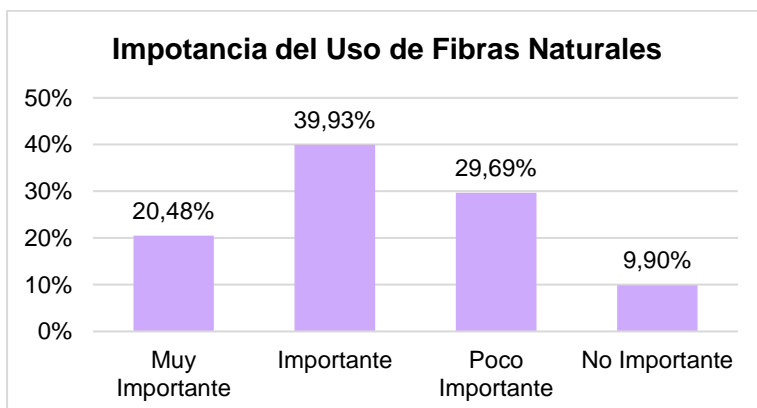
*Nota: Autoría Propia*

## **Pregunta 2: Importancia de fibras naturales**

De la población encuestada el 39,93% concluye que es importante el uso de fibras naturales. El 20,48% recalca que es muy importante el uso de fibras naturales; mientras que, el 29,69% menciona que es poco importante y el 9,90% indica que no es importante el uso de fibras naturales.

**Figura 4:**

*Porcentaje de Importancia de Uso de Fibras Naturales*



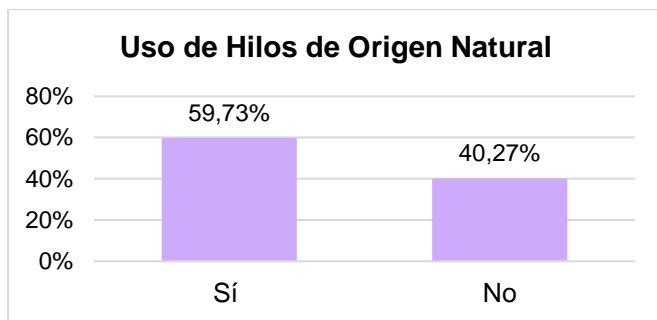
*Nota: Autoría Propia*

### Pregunta 3: Utilización de hilos naturales

El 59,73% de la población encuestada utiliza hilo de origen natural como el algodón, seda, lana, en la elaboración de sus productos. El 40,27% restante no utiliza hilo natural, tiene preferencias hacia el hilo de fibras sintéticas como es el poliéster.

**Figura 5:**

*Porcentaje de Uso de Hilo de Origen Natural*



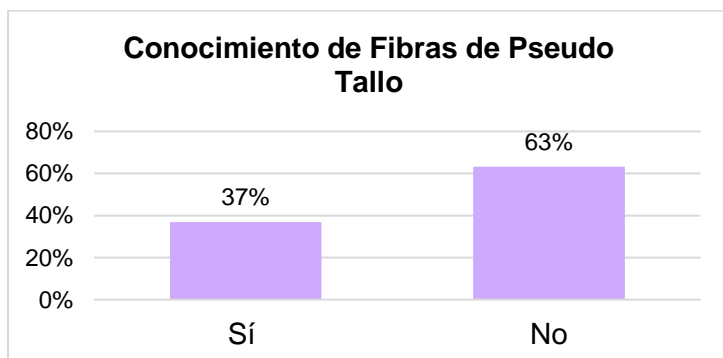
*Nota: Autoría Propia*

### Pregunta 4: Conocimiento de fibras de pseudo tallo de banano

El 37% de la población encuestada tiene conocimiento del uso de fibras de pseudo tallo de banano en la industria textil, este conocimiento da apertura al primer acercamiento de un nuevo hilo como materia prima. El 63% restante, no conoce sobre fibras de pseudo tallo de banano. A este grupo se puede considerar como oportunidad para brindar información sobre el uso y aplicación de esta fibra.

**Figura 6:**

*Porcentaje de conocimiento de fibras naturales sostenibles*



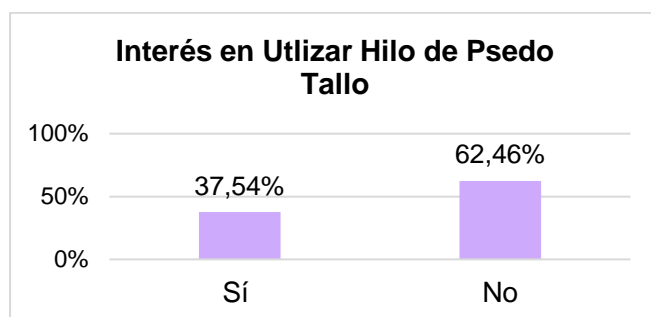
*Nota: Autoría Propia*

## Pregunta 5: Interés en hilos de Pseudo Tallo de Banano

El 37,54 % de la población encuestada tiene interés de incorporar hilo elaborado con fibra de pseudo tallo de banano en sus productos. El 62,46% de población no tiene interés en utilizar hilos con fibra de pseudo tallo en sus productos, existe una oportunidad de implementar diferentes estrategias de marketing para captar su atención y fidelidad.

**Figura 7:**

*Porcentaje de Interés en Utilizar Hilo de Pseudo Tallo*



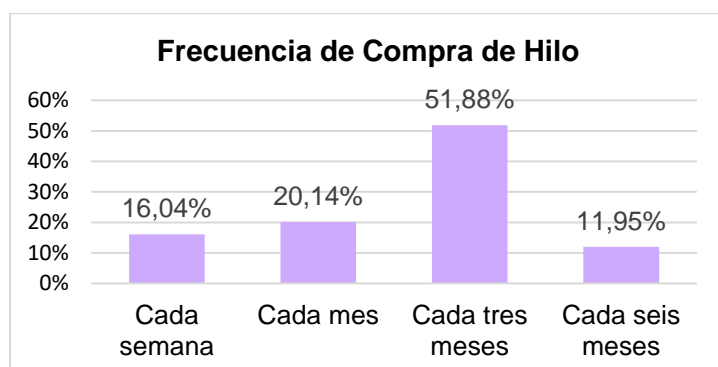
*Nota: Autoría Propia*

## Pregunta 6: Frecuencia de compra de hilo

De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 51,88% realiza la compra de hilo cada tres meses, lo que sugiere que su rotación de inventario es cuatro veces al año. El 20,14% de la muestra realiza la compra de hilo cada mes y el 16,04 % cada semana, lo cual indica una rotación constante, esto puede facilitar una relación de suministro continua y estable para el hilo de fibra de banano. Sin embargo, el 11,95% indica que cada seis meses compra hilo, esta frecuencia de compra sugiere que la demanda no sería constante sino cíclica.

**Figura 8:**

*Porcentaje de Frecuencia de Compra de Hilo*



*Nota: Autoría Propia*

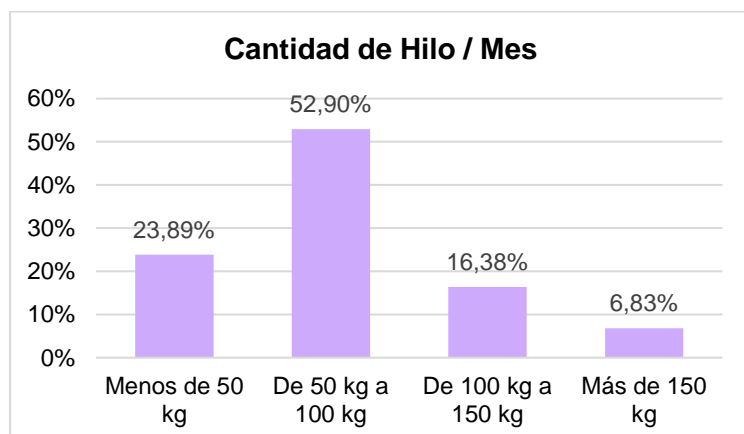
## Pregunta 7: Cantidad de hilo utilizado en un mes

El 52,90 % de las personas encuestadas, utilizan de 50 a 100 kilogramos al mes. Este volumen de consumo es favorable para establecer un flujo de ventas. El consumo de menos de 50 kilogramos al mes representa un 23,89 %, a pesar de que es un nivel de consumo pequeño, al ser varios consumidores, la sumatoria total representa un mercado potencial. El 16,38% utiliza de 101 a 150 kilogramos, este grupo representa un consumo notable que podría contribuir al volumen de ventas de forma significativa.

Por último, el 6,83% de la población consume más de 150 kilogramos al mes, lo que corresponde a negocios que cuentan con una mayor producción mensual. Este grupo puede representar un desafío en términos de capacidad, dado que requiere grandes volúmenes mensuales.

**Figura 9:**

*Cantidad de Hilo Utilizado Mensualmente*



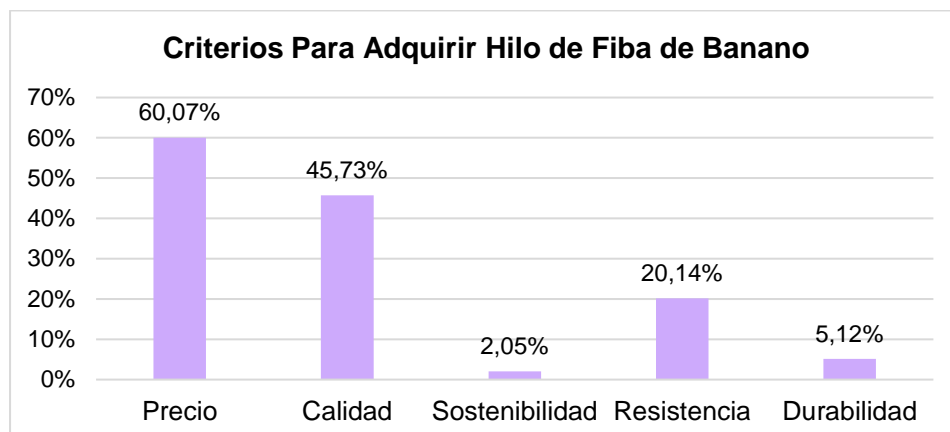
*Nota: Autoría Propia*

## Pregunta 8: Criterios para adquirir el nuevo producto

En un mercado competitivo, el 60,07% de encuestados considera el precio fundamental para adquirir hilo natural, esto se debe a que el precio se ha vuelto un factor clave, ante la gran oferta, para introducir productos al mercado. De acuerdo a estos resultados, el hilo de fibra de banano debe tener un precio con el cual pueda competir en el mercado. De igual manera, el 45,73% de la población considera la calidad un factor importante para la adquisición de fibras. El 20,14% considera a la resistencia, el 5,12% considera la durabilidad para adquirir hilo de fibra de banano; y del 2,05% considera la sostenibilidad un criterio importante.

**Figura 10:**

*Criterios Para Adquirir Hilo de Fibra de Banano*



Nota: Autoría Propia

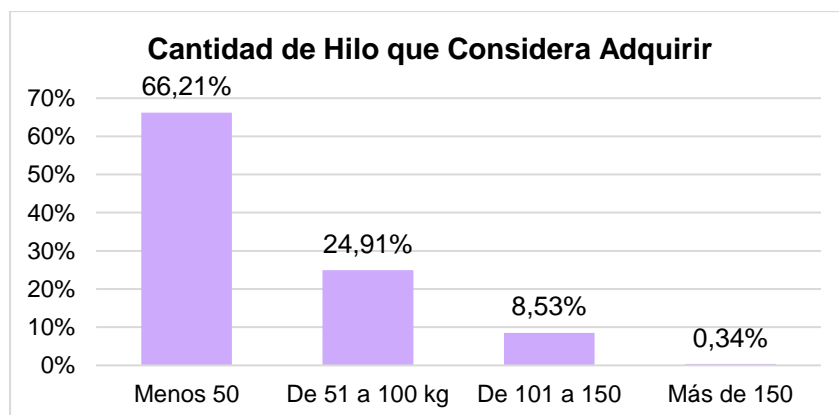
**Pregunta 9: Cantidad de hilo que considera adquirir**

El 66,21 % de la población considera comprar menos de 50 kilogramos al mes; mientras que el 24,91% compraría entre 50 y 100 kilogramos al mes. Estos son los grupos más dominantes, lo cual indica que las principales oportunidades se encuentran en volúmenes pequeños y moderados.

El 8,53% compraría de 100 a 150 kilogramos por mes, lo que indica una demanda moderada, este segmento resulta ser prometedor para generar una demanda recurrente. Por último, el 0,34% indica que compraría más de 150 kilogramos al mes, lo que indica que el interés de comprar hilo de pseud tallo de banano en grandes volúmenes es reducido.

**Figura 11:**

*Cantidad de Hilo que se Considera Adquirir Mensualmente*



Nota: Autoría Propia

### Pregunta 10: Precio dispuesto a pagar por hilo sostenible

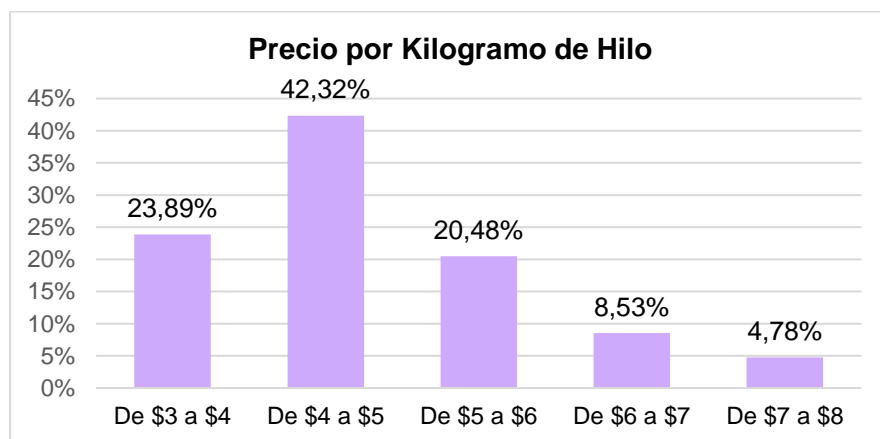
El porcentaje más representativo es de 42,32 % que hace referencia a que los encuestados estarían dispuestos a pagar de \$4 a \$5 dólares por kilogramos de hilo de pseudo tallo de banano, este grupo prioriza un precio económico pero de calidad para mantener bajos los costos de producción. El 23,89% considera un precio de \$3 a \$4 dólares. El 20,48% considera un precio de \$5 a \$6 lo que sugiere que existe disposición de pagar más por kilogramo de hilo, posiblemente a cambio de mayores beneficios como sería la calidad.

El 8,53% está dispuesto a pagar hasta \$7 dólares por hilo de pseudo tallo de banano, lo que podría corresponder a medianas empresas con interés especial en productos de alta calidad.

EL 4,78% está dispuesto a pagar entre \$7 a \$8 dólares por kilogramos de hilo, este porcentaje indica que un precio elevado sería atractivo para la minoría de compradores.

### Figura 12:

*Precio Por Kilogramo de Hilo de Pseudo Tallo de Banano*



Nota: Autoría Propia

#### 4.5.4. Demanda de Hilo de Fibra de Pseudo Tallo de Banano

De acuerdo a (Castro, 2015) la demanda actual se calcula de la siguiente manera:

$$D_o = N * G * f * C_{pc}$$

En donde:

$D_o$  = demanda actual del mercado

$N$  = nicho de mercado

$G$  = gusto o preferencia del nicho de mercado (personas interesadas)

$f$  = frecuencia del consumo

$C_{pc}$  = consumo promedio

#### 4.5.4.1. Nicho de mercado

El nicho de mercado en este caso es el tamaño de la población el cual representa 1 232 personas.

#### 4.5.4.2. Personas Interesadas

De acuerdo a los resultados de la pregunta número cuatro de la encuesta, el 37,54% de la muestra están interesados en comprar hilo elaborado de pseudo tallo de banano.

$$\text{Número de personas Interesadas} = 1\,232 * 0,3754$$

$$\text{Número de personas Interesadas} = 462,5 \text{ personas}$$

#### 4.5.4.3. Frecuencia del Consumo

Para obtener la frecuencia de consumo se ponderó cada intervalo, considerando como referencia el periodo de un mes.

$$52 \text{ semanas en un año} = 4,33 \text{ semanas en un mes}$$

$$4 \text{ trimestres en un año} = 0,32 \text{ trimestres en un mes}$$

$$2 \text{ semestres en un año} = 0,17 \text{ semestres en un mes}$$

A continuación se multiplicó las frecuencias obtenidas por el porcentaje de población

$$\text{Cada semana} = 4,33 * 0,1604$$

$$\text{Cada mes} = 1 * 0,2014$$

$$\text{Cada trimestre} = 0,33 * 0,5188$$

$$\text{Cada semestre} = 0,17 * 0,1195$$

$$\text{Frecuencia de consumo} = 1,09 \text{ veces al mes}$$

#### 4.5.4.4. Consumo Promedio

Para obtener el consumo promedio se asignó un valor promedio a cada rango (25, 75,125,150). Después se multiplicó el valor con el porcentaje de cantidad de hilo que consideraría adquirir.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

$$\text{Menos de 50 kg} = 25 * 0,6621$$

$$\text{De 50 a 100 kg} = 75 * 0,2491$$

$$\text{De 100 a 150 kg} = 125 * 0,0853$$

$$\text{Más de 150 kg} = 150 * 0,034$$

$$\text{Consumo promedio} = 46,4163$$

Para el cálculo de la demanda real, se reemplazó los valores obtenidos anteriormente.

$$D_o = N * G * f * C_{pc}$$

$$D_o = 1\,232 * 0,3754 * 1,09 * 46,4163$$

$$D_o = 23\,400 \text{ kg / mes}$$

La demanda mensual es de 23 400 kilogramos al mes o 280 800 kilogramos año.

#### 4.5.5. Demanda Futura

La demanda futura se define como una estimación de la cantidad de producto que los consumidores adquirirán en un período determinado. En este contexto, se ha analizado y ponderado la información proporcionada por la (Asociación de Industriales Textiles del Ecuador , 2024), tomando como base los resultados obtenidos de la encuesta realizada y aplicada.

**Tabla 11:**

*Demanda de kilogramos de hilo*

Año	Demanda Kg Hilo
2011	309.659,71
2012	310.547,36
2013	311.044,91
2014	311.463,04
2015	308.479,60
2016	308.489,87
2017	309.915,83
2018	310.512,30
2019	309.148,23
2020	303.005,89
2021	307.702,41
2022	310.553,07

*Nota:* Datos obtenidos de (Asociación de Industriales Textiles del Ecuador , 2024)

Considerando un 2% (Tejidos, 2024) de crecimiento en la industria se ha obtenido los datos para los siguientes 5 años

**Tabla 12:**

*Demanda Futura anual*

Año	Demanda Kg Hilo
1	280800
2	325478
3	337955
4	350909
5	367570

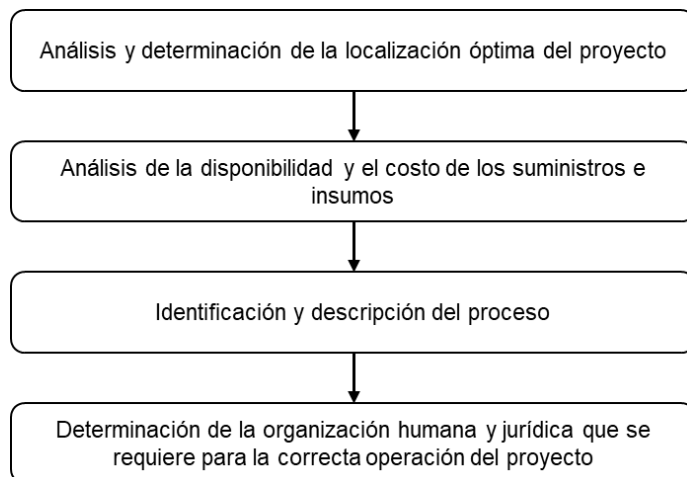
*Nota:* Autoría Propia

#### 4.6. Estudio Técnico

Según (Baca, 2013) las partes que conforman un estudio técnico se muestran en la siguiente figura.

**Figura 13:**

*Partes que Conforman un Estudio Técnico*



*Nota:* Obtenido de Vaca, 2013, Evaluación de proyectos.

### 4.6.1. Selección de Proveedores y Localización del Proyecto

La empresa que pretende implementar el proyecto se encuentra en la ciudad de Cuenca, cuenta con dos proveedores de pseudo tallos de banano, uno se encuentra ubicado en la ciudad de Machala y otro se encuentra ubicado en La Troncal, debido a esta diferencia de localización se ha analizado diversos factores para determinar la localización óptima del proyecto y qué proveedor elegir. Los dos proveedores cuentan con la especie de pseudo tallo que se pretende utilizar (musa acuminata) y de acuerdo a los datos de la demanda es necesario que el proveedor sea capaz de abastecer 10.529 tallos mensualmente.

Según (Majura, 2019) algunos de los factores a considerar son la proximidad de los materiales, proximidad del mercado, costo de adquisición, regulaciones ambientales y de la zona, seguridad de la comunidad.

La tabla 13 muestra un análisis de localidad por medio del método de localización por puntos ponderados.

**Tabla 13:**

*Método de localización por puntos para determinar la localización*

Factor	Peso	Calificación			Calificación Ponderada		
		Cuenca	Troncal	Machala	Cuenca	Troncal	Machala
Proximidad de Materiales	0,18	3	9	10	0,54	1,62	1,8
Proximidad de Mercado	0,35	8	4	5	2,8	1,4	1,75
Costo de Adquisición	0,15	4	7	6	0,6	1,05	0,9
Condiciones Ambientales	0,2	5	8	9	1	1,6	1,8
Seguridad de la Comunidad	0,12	8	5	5	0,96	0,6	0,6
<b>Total</b>	<b>1</b>				<b>5,9</b>	<b>6,27</b>	<b>6,85</b>

Nota: Autoría Propia

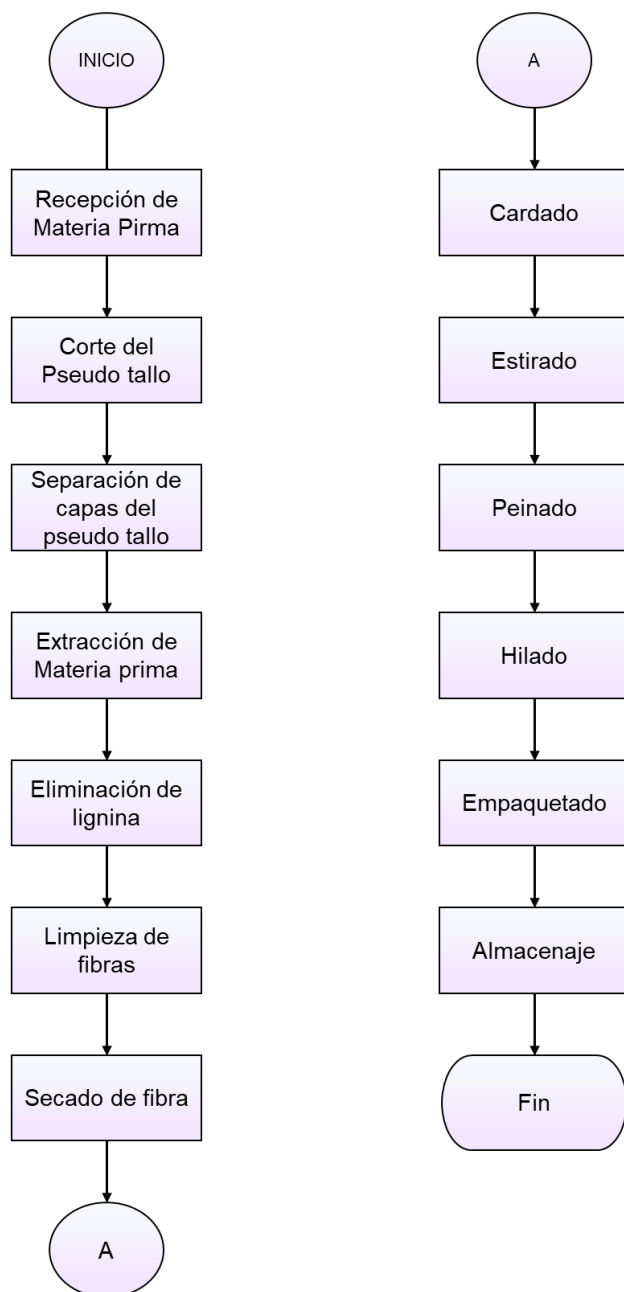
### 4.6.2. Diseño del Proceso de Producción

Tomando en cuenta la composición física y química de la fibra de pseudo tallo de banano descrita en la sección 4.4.3, se obtiene que la fibra de pseudo tallo es una fibra gruesa y dura en comparación al algodón. Considerando la calidad de hilo que se desea obtener, se plantea

el proceso de hilatura (figura 14), con el objetivo de que el hilo de pseudo tallo tenga características similares al hilo de algodón.

**Figura 14:**

Diagrama de flujo del proceso



*Nota:* Autoría Propia

**Recepción de Materia Prima:** La especie predominante que se utilizará en el proceso es la musa acuminata debido a su gran prevalencia en el Ecuador y a sus características, también

la Musa paradisiaca se utilizará pero en menos cantidades. Los pseudo tallos de banano serán transportados a la planta de producción donde se almacenarán para luego ser procesados. Es necesario el uso de un montacargas para el almacenamiento de materia prima.

**Corte del Pseudo tallo:** Se utilizará una máquina cortadora que realice el corte del pseudo tallo y lo divida en diferentes capas como proceso previo a la extracción de fibras. En este proceso se separará las diferentes capas en fibra suave y fibra dura

**Extracción de Materia Prima:** De acuerdo a la información obtenida el mejor método para la extracción de fibra de pseudo tallo de banano en grandes cantidades es por medios mecánicos. Por tal motivo se empleará una máquina decortadora para extraer por separado la fibra dura y la fibra suave

**Eliminación de lignina en las fibras:** La lignina al ser un polímero que forma parte del tejido vascular de las plantas, es el encargado de proveer rigidez estructural, resistencia y tensión a la planta (Renault, Reichhart, & Weng, 2019), logrando que las fibras vegetales sean más fuertes y menos susceptible a la descomposición. La fibra de pseudo tallo al contar con un rango de 5 al 30% de lignina es una fibra rígida, por ende la eliminación de este compuesto resulta de gran importancia.

Después de la extracción de las fibras, éstas serán introducidas en tanques, en donde se puede introducir máximo 50 kg de fibra, con una preparación de sosa caustica (NaOH) al 2%. Este procedimiento aplica tanto para la fibra dura como para la fibra suave. La fibra dura será sometida por un tiempo de 2 horas y la fibra suave por un tiempo de 1 hora.

**Limpieza de fibras:** Se lava las fibras con agua con el objetivo de eliminar residuos de lignina y de NaOH restantes.

**Secado de fibras:** Se secan las fibras previamente lavadas, se utilizará un secador industrial con una temperatura máximo de 50 °C.

**Cardado:** El proceso de cardado consiste en separar y desenredar las fibras para obtener fibras individuales, la principal función de este proceso es mezclar uniformemente las fibras, eliminar las impurezas residuales del proceso anterior (González & Hurtado, 2023). Una vez realizada la separación se limpia cualquier impureza o defecto residual. Realizar este proceso de cardado es de gran importancia debido a que mejora la calidad y uniformidad del hilo obtenido (Yeshzhanov, Murzabayeva, & Togataev, 2023).

Para realizar este proceso es necesario la utilización de una máquina cardadora. Es ideal trabajar bajo una temperatura de 20 °C a 25 °C para mantener la elasticidad y suavidad de la fibra (Portilla, 2017).

**Estirado:** Este proceso consiste, en estirar las fibras procedentes del proceso de cardado para reducir el diámetro con el fin de mejorar la uniformidad y resistencia (Pérez, 2015). El velo resultante del proceso de cardado debe estar limpio y seco.

**Peinado:** El peinado consiste en separar las fibras cortas, impurezas y alinear las fibras largas, en otras palabras el objetivo es tener una mecha libre de impurezas (Cuadros, 2016). Este proceso mejora la uniformidad, resistencia y reduce la vellosidad del hilo que se obtiene (Shi, y otros).

**Hilado:** El hilado es el proceso en donde las fibras se alinean para formar hilo. El proceso consiste en torcer la cinta de fibra proveniente de los procesos anteriores para formar el hilo. En la actualidad, existen diferentes métodos de hilado, que dependen del tipo de fibra, el equipo disponible y el uso del hilo. La hilatura que se utilizará es la hilatura de anillos.

**Empaquetado:** Las bobinas resultantes del proceso de hilado son empaquetadas para evitar que el hilo pierda la calidad

**Almacenaje:** Por último se almacena el producto final en estanterías listo para ser entregado.

#### **4.6.3. Selección de Maquinaria y equipos**

Se escoge la maquinaria considerando cubrir la demanda de los próximos años de acuerdo a la demanda y a las características del proceso.

**Corte del Pseudo tallo:** La máquina para cortar en diferentes capas el pseudo tallo es una máquina en donde se introduce el pseudo tallo y, por una banda transportadora se dirige hasta una cortadora en capas. Esta máquina es fabricada por Romiter Group, y cuenta con las siguientes características.

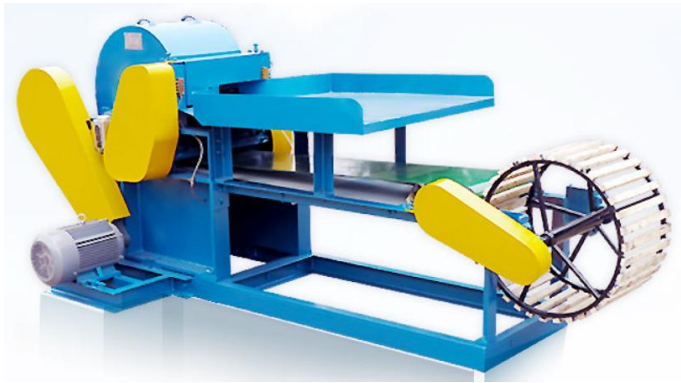
- Potencia del motor: 9 kW
- Peso 1200 kg
- Capacidad de producción: 100 tallos/ hora
- Dimensión total: 2400 x 1320 x 1300 mm

**Extracción de Fibra de banano:** Para extraer la fibra se utilizará una máquina extractora de fibra de la empresa china Zhanjiang Weida Machinery Industrial Co., LTD que cuenta con las siguientes características

- Diámetro exterior del tambor de cuchillas: 440 mm
- Potencia del motor: 11 kW
- Peso 1600 kg
- Capacidad de producción: 60 tallos/ hora
- Dimensión total: 2900 x 1500 x 1300 mm

**Figura 15:**

*Máquina extractora automática de pseudo tallo de banano*



*Nota:* Obtenido de Zhanjiang Weida Machinery Industrial, 2024

**Eliminación de lignina y limpieza de fibras:** Para eliminar la lignina se utilizará tanques de plástico anticorrosivos

- Dimensión total: 80 x 1000 mm

**Figura 16:**

*Tanque para eliminación de lignina*



*Nota:* Obtenido de Haladjian Industrial Solutions, 2024

**Secado de fibras:** La máquina para secar las fibras es de Economax y cuenta con las siguientes características

- Potencia del motor: 11 kW
- Peso 1000 kg
- Capacidad de producción: 200 kg/ hora
- Dimensión total: 1400 x 1500 x 1300 mm

**Figura 17:**

*Secador de aire caliente*



*Nota:* Obtenido de Haladjian Industrial Solutions, 2024.

**Cardado:** Para el cardado se utilizará una cardadora de la empresa Tongshengjia Machinery Technology que cuenta con las siguientes características:

- Velocidad máxima: 320 m/min
- Potencia: 24,64 kW
- Dimensión total: 10000 x 2800 x 2710 mm
- Ancho de trabajo: 1020 mm / 1280 mm
- Capacidad: 200 kg/h
- Peso: 11000 kg

**Figura 18:**

*Máquina de Cardado*



Nota: Obtenido de New Haina Machinery, 2024.

**Estirado:** La máquina a utilizar proviene de la empresa Marzoli y cuenta con las siguientes características:

- Potencia del motor: 15 kW
- Capacidad de Producción: 175 kg/h
- Número de dobles: de 6 a 8 dobles
- Velocidad de entrega: 1000 m/min
- Dimensión total: 3500 x 1800 x 1300 mm

**Figura 19:**

*Máquina de estirado*



Nota: Obtenido de Marzoli, 2024.

**Peinado:** La máquina a utilizar proviene de la empresa china Marzoli y cuenta con las siguientes características:

- Tamaño de mecha: 100 – 180 g/h
- Capacidad: 200 kg/h
- Potencia del motor 12 kW

- Peso: 2480 kg
- Dimensión total: 3110 x 1320 x 1280 mm

**Figura 20:**

*Máquina Peinadora*



*Nota:* Obtenido de Marzoli, 2024.

**Hilado:** La máquina a utilizar proviene de la empresa Saurer y cuenta con las siguientes características:

- Número de husos: 24 husos
- Tipo principal: alimentación de fibra simple
- Potencia: 8,9 kW
- Capacidad: 150
- Dimensión total: 13009 x 1150 x 2000 mm
- Capacidad: 70 kg/h

**Figura 21:**

*Máquina de Hilado de Anillos*



*Nota:* Obtenido de Saurer, 2024.

#### 4.6.4. Determinación de las áreas de trabajo necesarias

Es necesario calcular el tamaño físico de las áreas necesarias para cada actividad que se realizará en la planta:

- Patio de recepción de materia prima
- Almacenes de materia prima
- Almacén de producto terminada
- Producción
- Mantenimiento
- Sanitarios de producción
- Sanitarios de oficinas
- Oficinas administrativas

En la tabla 14 se presenta las áreas de la empresa de la planta de producción. Para las áreas de producción se ha tomado en consideración el tamaño de la máquina y el espacio suficiente para el paso de los trabajadores.

**Tabla 14:**

*Bases de cálculo para cada una de las áreas de la empresa*

Área	Base de cálculo	m <sup>2</sup>
Recepción de materia prima	Espacio suficiente para que un camión se pueda estacionar	98
Almacén de materia prima	Capacidad de almacenaje de 1500 pseudo tallos	152
Área de corte de fibra	Dimensión máquina: 2400 x 1320 x 1300 mm	26,07
Área de extracción de fibra	Dimensión máquina: 2900 x 1500 x 1300 mm	56,67
Área de eliminación de lignina	Los tanques tienen una dimensión de 80 x 1000. Se contarán con 6 tanques	62
Área de limpieza	Los tanques tienen una dimensión de 80 x 1000. Se contarán con 6 tanques	62
Área de secado	Dimensión total: 1400 x 1500 x 1300 mm	18,76
Área de cardado	Dimensión total: 1000 x 2800 x 2710 mm	53,32
Área de estirado	Dimensión total: 3500 x 1800 x 1300 mm	21,93
Área de peinado	Dimensión total: 3110 x 1320 x 1280 mm	22,36

Área de hilado	Dimensión total: 13009 x 1150 x 2000 mm	60,6
Área de empaque	Se plantea un área en donde los operadores puedan empaquetar el hilo y luego paletizar	30,25
Almacén de productos terminados	Se plantea estanterías de 4 pisos	217,5
Oficinas administrativas	Espacio para dos personas que estarán a cargo de la planta, gerente, secretaria y contadora	33,28
Mantenimiento	Almacenar repuestos esenciales de las máquinas	20,52
Calidad	Un área de oficina de control de calidad	20,52
Sanitarios de producción y casilleros	Dos baños para el personal de producción (1.61x1.80) y casilleros (0.5x0.9)	15,75
Bodega de químicos	Almacenar sosa cáustica. Al mes es necesario 29 sacos de 25 kg	6,67
Bodega de insumos	Almacenar insumos de producción	31,36
Comedor	Área para que el personal pueda almorzar	70,2
Botes de mecha	Espacio para los botes de mecha (inventario en proceso)	180
Pasillos	Pasillos para monta cargas y para trabajadores	285
Gestión de residuos		18
<b>Área necesaria</b>		<b>1571,43</b>

Nota: Autoría Propia

#### 4.6.5. Determinación de Mano de Obra

Para determinar la cantidad de operadores que será necesario se determina los tiempos de cada actividad y la mano de obra utilizada. En la tabla 15 se presenta la siguiente información, se considera el tiempo en un turno de trabajo de 8 horas

Tabla 15:

*Cálculo de minutos requeridos por turno*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción y tiempo de operación</b>	<b>M.O (min)</b>	<b>Frecuencia turno</b>	<b>Tiempo min / turno</b>
Recepción de Materia Prima	Recibir y acomodar la materia prima, manejo de montacargas	120	1	120
Corte del pseudo tallo	Introducir el pseudo tallo en la máquina de cortado	60	continua	480
Separación de capas del pseudo tallo	Separar las capas cortadas del pseudo tallo	30	continua	240
Extracción de materia prima	Tomar las capas cortadas del pseudo tallo y colocarlas en la máquina de extracción de fibras	60	continua	480
Pesar la cantidad de NaOH	Pesar 0,5 kg de NaOH para preparar la solución	5	8	40
Pesar la cantidad de fibra	Pesar la cantidad de kg de fibra para la solución	5	8	40
Eliminación de lignina	Preparar la solución y Colocar las fibras en los tanques con solución de sosa cáustica	15	8	120
Limpieza de fibras	Lavar las fibras del pseudo tallo	25	8	200
Secado de fibra	Recoger las fibras lavadas e introducir en la máquina de secado	60	continua	480
Cardado	Recoger las fibras e introducir en la máquina de cardado	60	continua	480
Estirado	Recoger la fibra cardada e introducir en la máquina de estirado	12	18	216
Peinado	Recoger la fibra de la máquina de estirado e introducir en la máquina de peinado	10	18	180
Hilado	Recoger la fibra de la máquina de peinado e introducir en el hilado	30	8	240
Empaquetado	Empaquetar las bobinas de hilo	60	continua	480

Almacenaje	Manejo de montacargas para almacenar la fibra	180	continua	180
Control de calidad	Verificar la calidad de hilo	30	continua	480
<b>Total minutos requeridos</b>				<b>4456</b>

*Nota:* Autoría Propia

De acuerdo a la tabla presentada previamente, son necesarios 4 416 minutos en un turno de trabajo. Se ha considerado que un trabajador tiene disponible 384 minutos de trabajo efectivo (Baca, 2013) en un turno de 8 hora debido a que aprovecha el 80% del tiempo total.

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{4456}{384}$$

$$\text{Número de trabajadores} = 11,6$$

Para la planta de producción de hilo textil será necesario 12 trabajadores que trabarán un turno de 8 horas diarias y 5 días a la semana.

#### **4.6.6. Requisitos Legales**

De acuerdo al Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019) será necesario un Registro Ambiental. Como en el proceso se utiliza sosa cáustica (NaOH), el cuál es considerada un compuesto corrosivo, es necesario la obtención del Registro de Generador de residuos o desechos peligrosos y el registro de sustancias químicas que es la autorización administrativa ambiental que habilita al operador a ejecutar las fases de gestión de sustancias químicas. De acuerdo a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, será necesario la autorización del gobierno autónomo descentralizado para la conexión de agua

Como medidas de control se debe realizar una declaración anual de desechos peligrosos y/o especiales de acuerdo a lo establecido en el artículo 88 del Acuerdo Ministerial 061; y, una declaración de Gestión de Sustancias Químicas Peligrosas de acuerdo al artículo 159 del mismo acuerdo ministerial.

Además de contar con los respectivos permisos ambientales, hay requisitos de seguridad industrial y salud ocupacional que incluyen diferentes obligaciones como el Reglamento de

Higiene y Seguridad, plan integral de prevención de riesgos laborales, reglamento interno de trabajo, permiso de bomberos y planes de emergencia y contingencia (Steward Redqueen, 2022).

## 4.7. Estudio económico

El análisis económico tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera de implementar un proceso para la elaboración de hilo a partir de fibra del pseudo tallo de banano. Para realizar este estudio se ha considerado diversos factores económicos.

### 4.7.1. Costos de Operación

Los costos de producción son todos los costos relacionados con la elaboración del producto, ya sea directa o indirectamente. La planta de producción está planeada, por el momento, para trabajar un solo turno de trabajo.

#### 4.7.1.1. Presupuesto de costos de producción

##### Costo de materia prima

La cantidad de materia prima que debe ser procesada para cumplir con la demanda diaria es de 527 tallos. Este valor es debido a que se conoce que el peso de un pseudo tallo es alrededor de 30 kilogramos; sin embargo, del peso total, rinde un 8% de fibra. Además según (Declercq, 2017) la cantidad mermas en un proceso de hilatura es de un 8% total. La materia prima mensual será de 10.540 kilogramos.

Debido a que, el pseudo tallo de banano representa un residuo, muchas de las veces los productores regalan o venden a un bajo precio. En cuanto al transporte, se pretende transportar los pseudo tallos en un camión de 10 toneladas, cada tonelada puede contener hasta 30 pseudo tallos, el costo de tonelada por kilómetro es de 0,15 USD aproximadamente.

En la tabla 16 se resumen los costos de materia prima y de transporte

**Tabla 16:**

*Costo de Materia Prima*

Materia Prima	Consumo U	Costo pseudo tallo	Costo mensual	Costo anual
Pseudo tallos	10530	1	\$ 10.530,00	\$ 126.360,00
Transporte	10530	0,15	\$ 1.579,50	\$ 18.954,00

<b>Total</b>	<b>\$ 12.109,50</b>	<b>\$ 145.314,00</b>
--------------	---------------------	----------------------

*Nota: Autoría Propia*

**Tabla 17:**

*Costo de insumos*

<b>Concepto</b>	<b>Consumo mes</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Sosa Cáustica	1872 kg	\$ 1,40	\$ 655,20	\$ 7.862,40
Lubricantes y aceites	5 litros	\$ 15,00	\$ 75,00	\$ 900,00
Bobinas y conos	23400 u	\$ 0,25	\$ 5.850,00	\$ 70.200,00
Cintas y etiquetas	23400 u	\$ 0,01	\$ 234,00	\$ 2.808,00
Material de embalaje	20 rollos	\$ 15,00	\$ 300,00	\$ 3.600,00
<b>Total</b>			<b>\$ 9.079,80</b>	<b>\$ 108.957,60</b>

*Nota: Autoría Propia*

**Tabla 18:**

*Costo de herramientas de trabajo*

<b>Concepto</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo anual</b>
Protección (EPP)	\$ 20,00	\$ 2.880,00
Insumos de limpieza	\$ 10,00	\$ 1.200,00
Balanzas	\$ 100,00	\$ 100,00
<b>Total</b>		<b>\$ 1.540,00</b>

*Nota: Autoría Propia*

### **Costo de energía eléctrica**

Para determinar los costos de energía eléctrica se ha considerado la potencia de cada máquina la cual se describe en la sección 4.6.3.

**Tabla 19:**
*Consumo de Energía Eléctrica*

Equipo	Unidades	Potencia (kW)	Costo kW mes	Costo KW anual
Cortadora de Pseudo tallo	1	9	\$ 129,60	\$ 1.555,20
Máquina extractora	2	11	\$ 316,80	\$ 3.801,60
Secadora de fibras	1	11	\$ 158,40	\$ 1.900,80
Máquina de cardado	1	25	\$ 360,00	\$ 4.320,00
Máquina de estirado	1	15	\$ 216,00	\$ 2.592,00
Máquina de peinado	1	12	\$ 172,80	\$ 2.073,60
Máquina de hilado	2	20	\$ 576,00	\$ 6.912,00
<b>Total</b>			<b>\$ 1.929,60</b>	<b>\$ 23.155,20</b>

Nota: Autoría Propia

Del consumo de energía eléctrica se considera un 5% adicional de imprevistos (Baca, 2013). El consumo total de energía eléctrica es de \$ 2.026,08 y el consumo anual de \$ 24.312,96.

**Costo de consumo de agua**

Para realizar el cálculo de consumo de agua se ha utilizado una relación de 4:1 con el objetivo de garantizar que la fibra quede totalmente sumergida en la solución compuesta de agua y sosa caustica. Para procesar los 23.000 kilogramos de fibra es necesario 91.728 m<sup>3</sup> de agua al mes debido a que el agua representa el 98% de la solución. De igual manera, el agua para el lavado de fibras tiene una relación de 4:1 para garantizar un correcto lavado, y eliminación de residuos de la fibra.

**Tabla 20:**
*Consumo de agua*

Proceso	m <sup>3</sup> / mes	Costo mes	Costo anual
Eliminado de lignina	91,73	\$ 407,27	\$ 4.887,27
Lavado de fibras	93,6	\$ 415,58	\$ 4.1987,01

Agua para el personal	16	\$ 63,03	\$ 756,36
Limpeza de fábrica	20	\$ 88,00	\$ 1.056,00
<b>Total</b>	<b>221,33</b>	<b>\$ 973,89</b>	<b>\$ 11.686,64</b>

Nota: Autoría Propia

Del consumo de agua se considera un 5% adicional de imprevistos (Baca, 2013). El consumo total de agua al mes es de \$ 1.022,58 y el consumo anual de \$ 12.270,97.

### Costo de Gestión de Residuos

El costo de gestión de residuos incluye la clasificación y de separación de residuos, el tratamiento de residuos químicos y orgánicos, transporte y disposición final y cumplimiento normativo, llegando a ser un total de \$2.078,00 dólares mensuales y \$ 24.936,00 anuales.

### Costo de mano de obra directa

De acuerdo a la sección 5.6.4 es necesario de 12 obreros para que pueda funcionar la planta de producción.

**Tabla 21:**

*Costo de mano de obra directa*

Personal	Sueldo fijo	Beneficios Ley	Costo Mensual	Costo Anual
Personal de producción	\$ 460	\$ 185,44	\$ 7.745,30	\$ 92.943,55

Nota: Autoría Propia

### Costo de mano de obra indirecta

**Tabla 22:**

*Costo mano de obra indirecta*

Personal	Cant.	Sueldo fijo	Beneficios Ley	Costo Mensual	Costo Anual
Supervisor producción	1	\$ 700,00	\$ 230,21	\$ 930,21	\$11.162,56
Jefe de producción	1	\$ 1.000,00	\$ 358,13	\$ 1.358,13	\$16.297,60

---

<b>Total</b>	<b>\$ 1.700,00</b>	<b>\$ 588,35</b>	<b>\$ 2.288,35</b>	<b>\$27.460,16</b>
--------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------

---

*Nota: Autoría Propia*

### Costo de mantenimiento

El mantenimiento será preventivo con una revisión periódica de las máquinas de producción. El costo interno por proporcionar mantenimiento es del 2% del costo total del inmueble (Baca, 2013). Es decir de \$ 9.122,00 anuales o de \$ 760,17 dólares mensuales. Se calcula un salario al técnico de mantenimiento de \$ 700 dólares. El costo total mensual y anual de mantenimiento es de \$ 1460,17 y \$ 17.522,04 respectivamente.

### Costo de control de calidad

#### Tabla 23:

*Costo de control de calidad*

<b>Parámetro</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Evaluación	\$ 150,00	\$ 3.600,00
Reproceso	\$ 1.170,00	\$ 14.040,00
Devoluciones	\$ 468,00	\$ 5.616,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.788,00</b>	<b>\$ 21.456,00</b>

*Nota: Autoría Propia*

### Arriendo

Para empezar con el proyecto, se pretende arrendar un galpón y adecuarlo para la planta de producción, el arriendo tiene un costo aproximado de \$2.600,00 mensuales o \$31.2000,00 anuales

### Depreciación

El valor de depreciación se encuentra detallado en la sección 4.7.5, tabla 34 Se detalla los costos de importación de la maquinaria y la depreciación de todos los activos fijo de la empresa. Como resultado se obtiene un valor de \$ 61.247,81 anual.

Al resumir los datos obtenidos, se obtiene el siguiente presupuesto de producción

**Tabla 24:**

*Resumen de presupuesto de costo de producción*

<b>Concepto</b>	<b>Costo Mes</b>	<b>Costo anual</b>
Materia Prima	\$ 12.109,50	\$ 145.314,00
Insumos y Otros materiales	\$ 9.079,80	\$ 108.957,60
Herramientas de trabajo	\$ 440,00	\$ 1.540,00
Energía Eléctrica	\$ 2.026,08	\$ 24.312,96
Agua	\$ 1.022,58	\$ 12.270,97
Mano de obra directa	\$ 7.745,30	\$ 92.943,55
Mano de obra indirecta	\$ 2.288,35	\$ 27.460,16
Mantenimiento	\$ 1.560,17	\$ 18.722,04
Calidad	\$ 1.788,00	\$ 21.456,00
Depreciación	\$ 5.103,98	\$ 61.247,81
Gestión de residuos	\$ 2.078,00	\$ 24.936,00
Arriendo	\$ 2.600,00	\$ 31.200,00
<b>Total</b>	<b>\$ 47.841,76</b>	<b>\$ 570.361,08</b>

*Nota: Autoría Propia*

#### **4.7.1.2. Presupuesto de gastos de administración**

La empresa contará con un gerente general, secretaria, auxiliar contable, limpieza general. Además la administración cuenta con egresos como gastos de oficina (papelería, facturas, lápices)

**Tabla 25:**

*Presupuesto de gastos administrativos*

<b>Concepto</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
Sueldo Gerente	\$ 2.018,03	\$ 24.216,36

Sueldo secretaria	\$	764,22	\$	9.170,64
Sueldo Contadora	\$	830,21	\$	9.962,52
Sueldo limpieza	\$	645,44	\$	7.745,28
Suministros de oficina	\$	200,00	\$	2.400,00
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b>4.457,90</b>	<b>\$</b>	<b>53.494,80</b>

Nota: Autoría Propia

### 4.7.1.3. Presupuesto de gastos de venta

La tabla 26 resume los gastos de venta que se ha considerado para la operación del negocio, se ha considerado contar con dos ejecutivos de ventas, un chofer, y un repartidor.

**Tabla 26:**

*Presupuesto de gastos de venta*

Concepto	Costo Mensual	Costo Anual
Sueldo Ejecutivo de ventas	\$ 1.290,88	\$ 15.490,56
Sueldo Chofer	\$ 645,44	\$ 7.745,28
Sueldo Repartidor	\$ 645,44	\$ 7.745,28
Publicidad	\$ 200,00	\$ 2.400,00
Operación de vehículos	\$ 500,00	\$ 6.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 3.281,76</b>	<b>\$ 39.381,12</b>

Nota: Autoría Propia

En la tabla 27 se resume el costo de producción y el costo unitario por kilogramo

**Tabla 27:**

*Costo de total de producción*

Concepto	Costo Mensual	Costo Anual
Costo de producción	\$ 47.841,76	\$ 570.361,08
Costo de administración	\$ 4.457,90	\$ 53.494,80

Costo de ventas	\$ 3.281,76	\$ 39.381,12
Costo financiero	\$ 11.634,13	\$ 139.609,56
<b>Total</b>	<b>\$ 67.215,55</b>	<b>\$ 802.846,56</b>
<b>Costo unitario / kg</b>	<b>\$ 2,87</b>	

Nota: Autoría Propia

#### 4.7.2. Precio del Producto

En el mercado textil existen hilos elaborados con distintas materias primas, distintos grados de calidad y distintos precios. El precio de hilo en el mercado puede ser desde los \$3 dólares hasta más de \$20 dependiendo de la calidad, material, tecnología. De acuerdo a la encuesta el 42,32% de la muestra considera de \$4 a \$5 dólares un precio razonable para el hilo de pseudo tallo de banano, y el 23,89% considera un precio de \$3 a \$4.

Con esta información se ha considerado un precio medio de \$4,00 por kilogramo de hilo, que representa un 40% de utilidad

#### 4.7.3. Costos de inicio del proyecto

Los costos de arranque son gastos iniciales asociados con el inicio o puesta en marcha de un proyecto, proceso o negocio. Estos costos se incurren antes de que la operación comience a generar ingresos y están relacionados con la preparación para el funcionamiento del proyecto (Toro, 2023). Debido a que el proyecto es a largo plazo se ha considerado un horizonte de tiempo de un periodo de 6 meses

**Tabla 28:**

*Costo de inicio*

Descripción	Costo Mensual	Costo por 6 meses
Sueldos y Salarios	\$ 7.745,30	\$ 46.471,78
Capacitación	\$ 250,00	\$ 1.500,00
Mantenimiento y Calibración	\$ 1.560,17	\$ 9.361,02
Materiales pruebas de producción	\$ 1.210,95	\$ 7.265,70
Energía	\$ 1.929,60	\$ 11.577,60

Agua	\$ 1.022,58	\$ 6.135,48
Costo administrativo	\$ 4.457,90	\$ 26.747,40
Costo de ventas	\$ 3.281,76	\$ 19.690,56
Arriendo	\$ 2.600,00	\$ 15.600,00
<b>Total</b>	<b>\$ 24.058,26</b>	<b>\$ 144.349,54</b>

Nota: Autoría Propia

#### 4.7.4. Inversión Inicial

En este apartado se define la inversión monetaria de activos fijos que corresponden a los bienes necesarios para operar la empresa, desde el punto de vista de producción, administración y ventas.

**Tabla 29:**

*Activo fijo de producción*

Cantidad	Equipo	Costo Total
1	Cortadora de pseudo tallo	\$ 3.440,00
2	Extractora automática	\$ 19.712,67
1	Secadora	\$ 5.234,78
1	Cardadora	\$ 42.925,16
1	Estirado	\$ 61.022,52
1	Peinadora	\$ 180.674,52
2	Hilado	\$ 252.465,72
2	Balanza	\$ 200,00
2	Montacargas	\$ 38.333,34
110	pallets	\$ 550,00
40	Estanterías	\$ 4.000,00
3	Bloques de casilleros	\$ 450,00
60	Botes de mecha	\$ 3.600,00

20	Tanques	\$ 160,00
<b>Total</b>		<b>\$ 612.768,69</b>

*Nota: Autoría Propia*

**Tabla 30:**

*Activo fijo de producción*

Cantidad	Concepto	Costo total
2	Computadoras	\$ 1.900,00
2	Impresora	\$ 240,00
5	Escritorio	\$ 150,00
20	Sillas	\$ 200,00
1	Camión	\$ 20.000,00
2	Mesas	\$ 80,00
<b>Total</b>		<b>\$ 22.570,00</b>

*Nota: Autoría Propia*

**Tabla 31:**

*Obra Civil*

Concepto	Costo
Instalaciones	\$ 20.000,00
Permisos de construcción	\$ 6.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 26.000,00</b>

*Nota: Autoría Propia*

A pesar de que el costo de arranque no es una inversión fija, es decir no representa ningún activo, resulta importante considerarlo como inversión inicial dado que va a cubrir los costos de producción hasta que el proyecto genere ingresos. Además, es importante este valor para el cálculo de índices financieros.

**Tabla 32:**

*Inversión inicial total*

Concepto	Costo
Activo fijo de producción	\$ 612.768,69
Activo fijo de oficina y ventas	\$ 22.570,00
Obra Civil	\$ 21.000,00
Costo de iniciación del proyecto	\$ 144.349,54
<b>Total</b>	<b>\$ 800.688,23</b>

*Nota:* Autoría Propia

#### **4.7.5. Depreciación y amortización**

Los cargos de depreciación son gastos cuyo fin es permitir al inversionista que recupere la inversión inicial que ha realizado. En la tabla 34 se resume los gastos de depreciación en un periodo de 5 años, los porcentajes establecidos están de acuerdo al artículo 28 de la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno.

#### **Costos de Importación**

Debido a que la maquinaria se va a importar es importante conocer el costo de importación para obtener el costo total del equipo de producción y poder realizar la depreciación de los equipos.

Según la partida arancelaria 84.45 cuya designación es (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2024):

“Máquinas para la preparación de materia textil; máquinas para hilar, doblar o retorcer materia textil y demás máquinas y aparatos para la fabricación de hilados textiles; máquinas para bobinar (incluidas las canilleras) o devanar materia textil y máquinas para la preparación de hilados textiles para su utilización en las máquinas de las partidas 84.46 u 84.47” (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2024).

Las máquinas para la preparación de materia textil (cardas, peinadoras, mechas) no cuentan con tarifa arancelaria. Sin embargo de acuerdo a la subpartida 8445.20.00.00, las máquinas para hilar materia textil cuentan con un 5% de tarifa arancelaria.

Además de acuerdo a (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2024) la importación de maquinaria textil no aplica el rubro de AD VALOREM por lo que no se cuenta como parámetro para realizar la importación. El AD Valorem es un tributo al comercio exterior que consiste en porcentajes según el tipo de mercancía que se desee importar, generalmente se aplica al CIF. Sin embargo, el Fondo de Desarrollo para la Infancia (FODINFA), también un tributo al comercio exterior se aplica el 0,5% sobre la base imponible de la importación.

El FOB es un incoterm (reglas que tienen como objetivo delimitar los derechos y obligaciones de todas las partes que intervienen en el comercio internacional), en donde el transporte se realiza por barcos, ya sea de manera marítima o fluvial. Este incoterm designa las responsabilidades del vendedor hasta la entrega de la mercancía a bordo del buque; después de la entrega, todos los riesgos de pérdida o daños pasan al comprador (Soler, 2021).

El CIF, Costo, Seguro y Flete es un incoterm de transporte marítimo; en donde, el vendedor debe contratar el transporte y seguro de la mercancía, y las responsabilidades del vendedor terminan cuando el buque llega al puerto de destino (Banco Central deL Ecuador, 2017).

Por último el Freight es un término que se refiere a la carga que se transporta a larga distancia, ya sea por barco, trenes, camiones o aviones.

**Tabla 33:**

*Costos de Importación*

Máquina	Cortadora pseudo tallo	Extractora automática	Secadora	Cardadora	Estirado	Peinadora	Hilado	Total
Costo de Maquinaria	\$ 2.000,00	\$15.600,00	\$3.500,00	\$35.000,00	\$50.000,00	\$150.000,00	\$200.000,00	\$456.100,00
Aranceles	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
FOB	\$ 2.000,00	\$15.600,00	\$3.500,00	\$35.000,00	\$50.000,00	\$150.000,00	\$210.000,00	\$466.100,00
Freight	\$ 875,00	\$ 875,00	\$ 875,00	\$ 875,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00
Total	\$ 2.875,00	\$16.475,00	\$4.375,00	\$35.875,00	\$51.000,00	\$151.000,00	\$211.000,00	\$472.600,00
Seguro	\$ 115,00	\$ 659,00	\$ 175,00	\$ 1.435,00	\$ 2.040,00	\$ 6.040,00	\$ 8.440,00	\$ 18.904,00
CIF	\$ 2.990,00	\$17.134,00	\$4.550,00	\$37.310,00	\$53.040,00	\$157.040,00	\$219.440,00	\$491.504,00
FODINFA	\$ 1,50	\$ 8,57	\$ 2,28	\$ 18,66	\$ 26,52	\$ 78,52	\$ 109,72	\$ 245,75
IVA	\$ 448,50	\$ 2.570,10	\$ 682,50	\$ 5.596,50	\$ 7.956,00	\$ 23.556,00	\$ 32.916,00	\$ 73.725,60

Total Impuesto	\$ 450,00	\$ 2.578,67	\$ 684,78	\$ 5.615,16	\$ 7.982,52	\$ 23.634,52	\$ 33.025,72	\$ 73.971,35
<b>Costo total</b>	<b>\$ 3.440,00</b>	<b>\$19.712,67</b>	<b>\$5.234,78</b>	<b>\$42.925,16</b>	<b>\$61.022,52</b>	<b>\$180.674,52</b>	<b>\$252.465,72</b>	<b>\$565.475,35</b>

Nota: Autoría Propia

**Tabla 34:**

*Depreciación de activos*

Concepto	Costo total	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Valor Residual
Equipo Producción	\$565.475,65	10%	\$56.453,31	\$56.547,54	\$56.547,54	\$56.547,54	\$56.547,54	\$ 82.737,68
Equipo de oficina	\$ 670,00	10%	\$ 67,00	\$ 67,00	\$ 67,00	\$ 67,00	\$ 67,00	\$ 335,00
Computadoras	\$ 1.900,00	33%	\$ 633,27	\$ 633,27	\$ 633,27	-	-	\$ 0,19
Vehículos	\$ 20.000,00	20%	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$4.000,00	\$4.000,00	\$ -
<b>Total</b>			<b>\$61.247,81</b>	<b>\$61.247,81</b>	<b>\$61.247,81</b>	<b>\$61.247,81</b>	<b>\$61.247,81</b>	<b>\$283.072,87</b>

Nota: Autoría Propia

#### 4.7.6. Estado de Resultados

El estado de resultados es un documento financiero en donde se detallan los ingresos, costos, gastos y utilidades que tiene la empresa. Se ha realizado un estado de resultado para los próximos cinco años tomando en cuenta la demanda futura.

**Tabla 35:**

*Estado de resultados del año 1 al año 5*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción	280800	325478	331658	337955	344371
Ingresos	\$1.123.985,19	\$1.302.822,12	\$1.327.559,40	\$1.352.765,01	\$1.378.446,95
Costo de producción	\$570.361,08	\$581.768,31	\$593.403,67	\$605.271,75	\$617.377,18
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 553.624,11</b>	<b>\$ 721.053,82</b>	<b>\$ 734.155,73</b>	<b>\$ 747.493,27</b>	<b>\$ 761.069,77</b>
Gastos administrativos	\$ 53.494,80	\$ 53.494,80	\$ 53.494,80	\$ 53.494,80	\$ 53.494,80

Gastos de ventas	\$ 39.381,12	\$ 43.319,23	\$ 47.651,16	\$ 52.416,27	\$ 57.657,90
<b>Utilidad Operativa</b>	<b>\$ 460.748,19</b>	<b>\$ 624.239,78</b>	<b>\$ 633.009,78</b>	<b>\$ 641.582,19</b>	<b>\$ 649.917,07</b>
Gastos Financieros	\$ 204.964,55	\$ 193.875,24	\$ 181.129,82	\$ 166.480,98	\$ 149.644,46
<b>Utilidad ante impuesto</b>	<b>\$ 255.783,64</b>	<b>\$ 430.364,54</b>	<b>\$ 451.879,96</b>	<b>\$ 475.101,21</b>	<b>\$ 500.272,61</b>
Participación trabajadores	\$ 38.367,55	\$ 64.554,68	\$ 67.781,99	\$ 71.265,18	\$ 75.040,89
Impuesto a la renta (25%)	\$ 54.354,02	\$ 91.452,47	\$ 96.024,49	\$ 100.959,01	\$ 106.307,93
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 163.062,07</b>	<b>\$ 274.357,40</b>	<b>\$ 288.073,47</b>	<b>\$ 302.877,02</b>	<b>\$ 318.923,79</b>

Nota: Autoría Propia

#### 4.8. Sostenibilidad del proyecto

Para evaluar determinar si la propuesta del proceso industrial es sostenible a lo largo del tiempo es importante analizar el punto de equilibrio, el análisis de costos e ingresos, la rentabilidad; así como, analizar la gestión de residuos y el impacto ambiental.

##### 4.8.1. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio tiene como finalidad determinar cuál es el nivel de producción en donde los costos totales igualan a los ingresos. Para ello se ha clasificado los costos en costos fijos y costos variables.

Para determinar el punto de equilibrio se ha utilizado la siguiente ecuación (2):

$$Q = \frac{F}{P - V} \quad (2)$$

Donde:

$Q$  = punto de equilibrio en unidades

$F$  = costos fijos

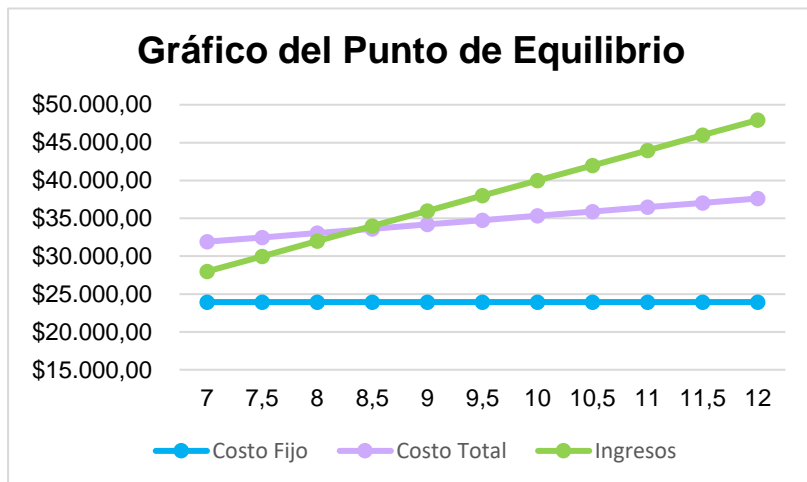
$P$  = precio unitario del producto

$V$  = costo variable unitario

$$Q = \frac{23.937,46}{4,00 - 1,13} = 8342,66 \text{ kg}$$

Figura 22:

Gráfica del punto de punto de equilibrio



Nota: Autoría Propia

#### 4.8.2. Indicadores de Rentabilidad

Para la evaluación de la rentabilidad del proyecto se calcula el VAN, TIR, ROI. Es importante mencionar que los Gastos Financieros no se cuentan como

##### 4.8.2.1. VAN

El VAN, valor actual neto es un criterio de inversión en donde se actualiza los pagos de un proyecto para conocer cuánto se va a ganar o perder con la inversión. Para calcular el VAN es necesario conocer los flujos de efectivo, diferencia entre los ingresos y egresos, y la tasa de descuento (Velayos, 2024). Si el VAN indica un número positivo, es un proyecto rentable a lo largo del tiempo, y si indica un número negativo el proyecto no es rentable

Para el cálculo del van se ha considerado un periodo de 5 años, con una inversión de \$ 800.688,23 y una tasa de descuento del 10%. La fórmula para el cálculo del VAN se muestra en la ecuación (3).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Flujo}{(1+r)^t} - I \tag{3}$$

$$VAN = \$ 195.621,19$$

#### 4.8.2.2. TIR

La tasa interna de retorno, más conocido como TIR, es la rentabilidad esperada que ofrece una inversión, es decir cuánto ganas o cuánto pierdes con una inversión. Este valor está muy relacionado con el VAN, puesto que también se define el TIR como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero (Sevilla, 2024).

En este caso el TIR tiene un valor de 18,27385 % = 18,27%

#### 4.8.2.3. ROI

EL ROI, retorno de la inversión es un indicador que permite evaluar la rentabilidad de una inversión en base al capital destinado y al beneficio obtenido. En otras palabras, es un indicador para analizar si un proyecto reporta utilidad (Westreicher, 2020). Debido a que es un proyecto de alta inversión, se calculará el ROI, ecuación (4), para el periodo de los cinco primeros años.

$$ROI = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Inversión}} = \frac{\text{Ingresos} - \text{inversión}}{\text{Inversión}} \quad (4)$$

$$ROI = \frac{\$1.347.293,75 - \$800.688,23}{\$800.688,23} = 0,6826$$

$$ROI = 68,26\%$$

#### 4.8.2.4. Índice de Rentabilidad

El índice de rentabilidad (PI) es la relación entre el valor presente del flujo de caja futuro esperado y la inversión inicial requerida para completar el proyecto (Sevilla, 2024). En otras palabras, indica cuánto valor genera el proyecto por cada dólar invertido. La ecuación para calcular el índice de rentabilidad es la ecuación (5).

$$PI = \frac{VAN - inversión\ inicial}{Inversión\ inicial} \quad (5)$$

$$PI = 1,244$$

### 4.8.2.5. Payback Period

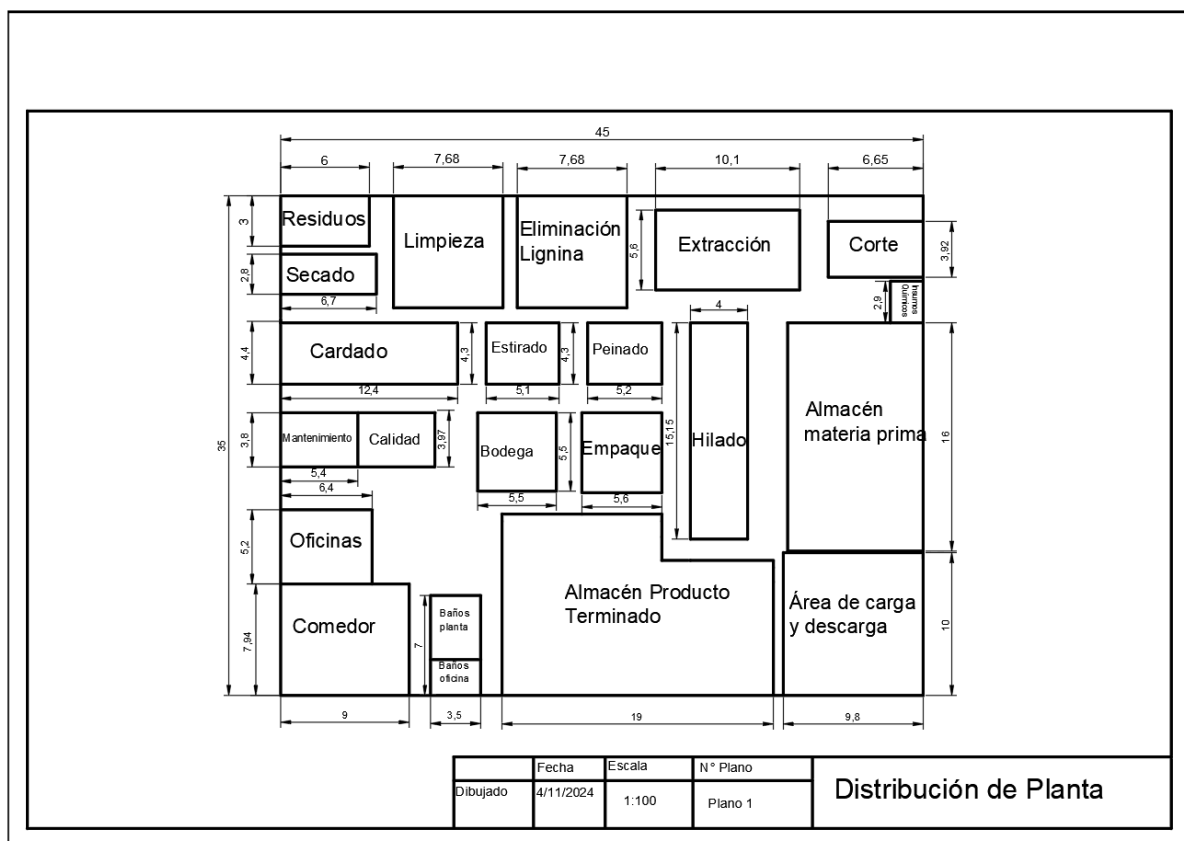
El periodo de payback mide en cuánto tiempo se tarda en recuperar la inversión inicial con los flujos de efectivo generados por el proyecto (Sevilla, 2024). Para calcular el periodo de recuperación se ha realizado un acumulado del flujo de efectivo hasta que llegue al valor inicial, dando como resultado un periodo de recuperación de 3,26 años es decir 3 años con 3 meses.

### 4.9. Diseño de la planta de producción

De acuerdo a la determinación de área de trabajo necesarias presentado en la sección 4.6.4, se ha realizado en el software AUTOCAD la siguiente distribución de planta.

**Figura 23:**

*Distribución de planta*



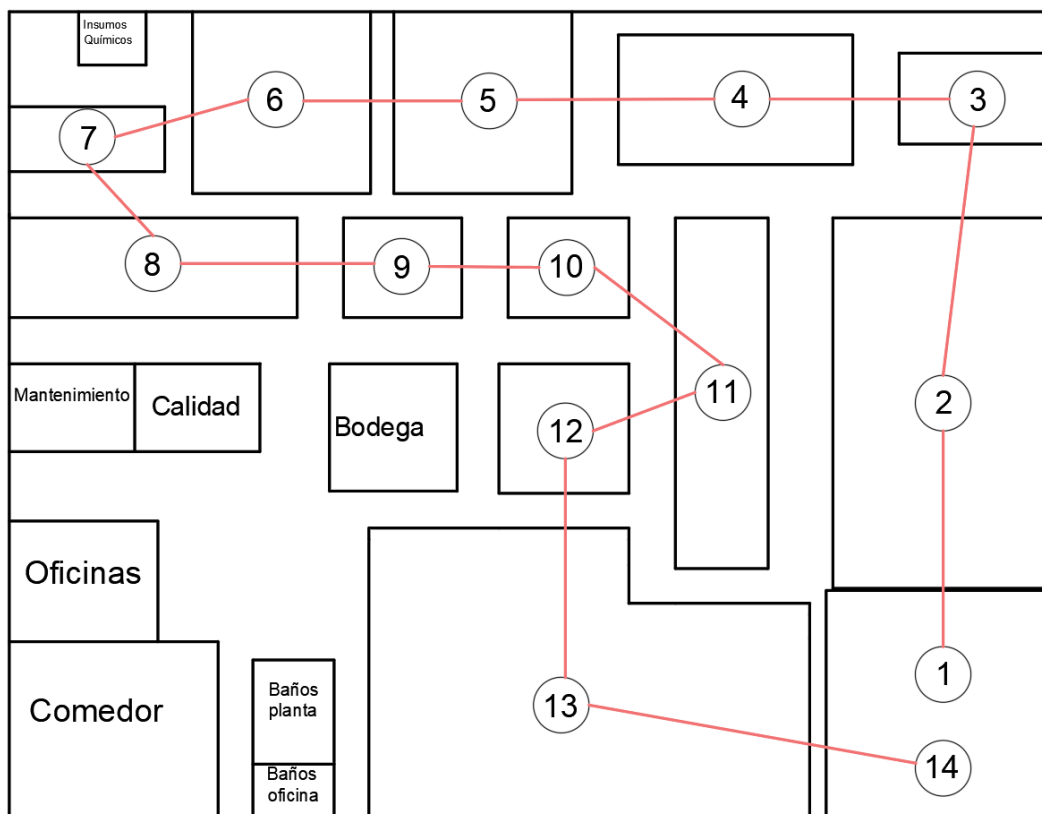
*Nota: Autoría Propia*

## 4.9.1. Flujo del proceso

La distribución de planta propuesta cumple con el principio de flujo de materiales. De acuerdo al diagrama de hilos presentado en la figura 24 se puede observar que la fibra en ningún momento presenta una intervención con ningún otro proceso, por lo que la distribución de planta permite una secuencia progresiva del producto.

**Figura 24:**

*Diagrama de hilos*



*Nota:* Autoría Propia

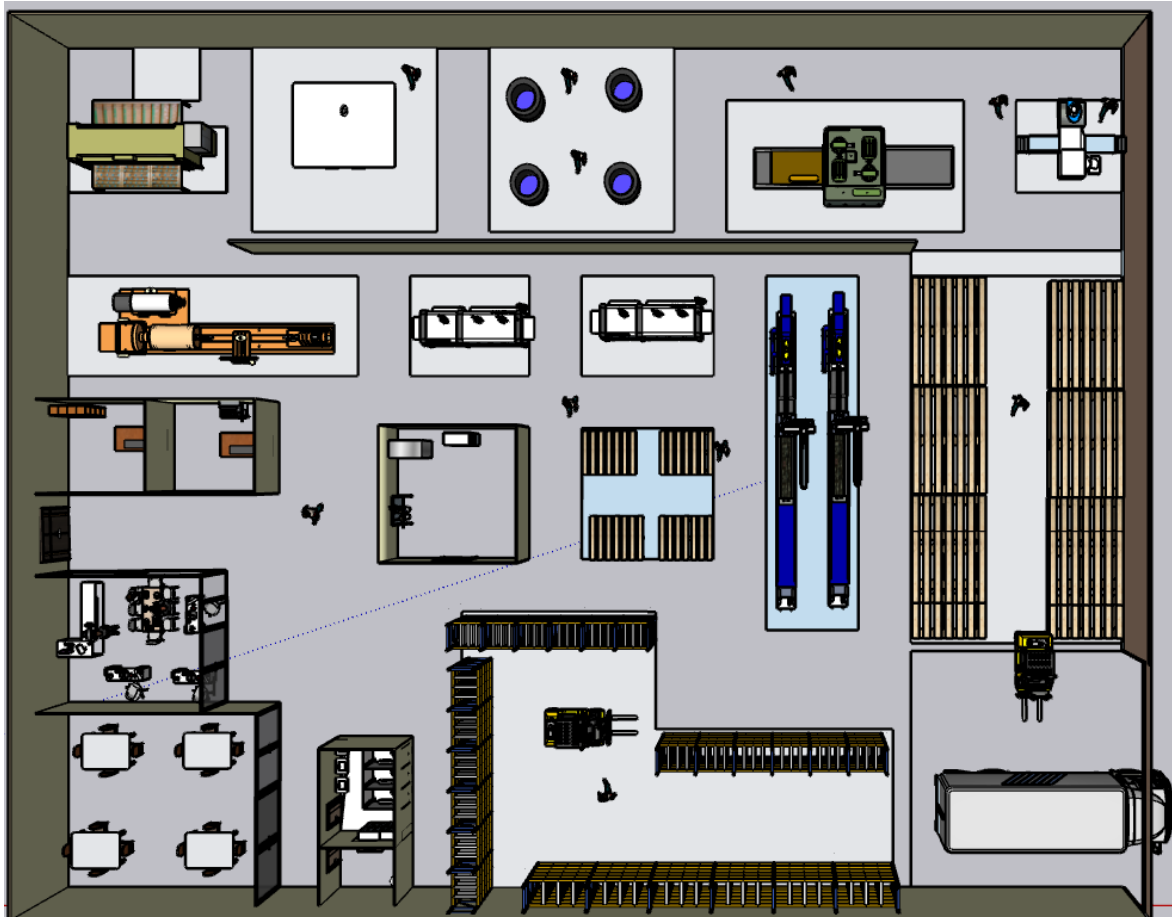
## 4.9.2. Diseño 3D de la planta de producción

El modelo 3D permite obtener una visualización tridimensional de cualquier diseño elaborado, sirve para obtener una representación detallada de la distribución de planta junto a sus equipos. El software utilizado para representar la planta de producción de hilo es SketchUp, este software utiliza una interfaz amigable para los usuarios que cuenta con distintas herramientas para la elaboración de planos en tercera dimensión (Ruiz ,2023).

En la figura 25 se puede observar una visualización general del modelo 3D de la planta de producción.

**Figura 25:**

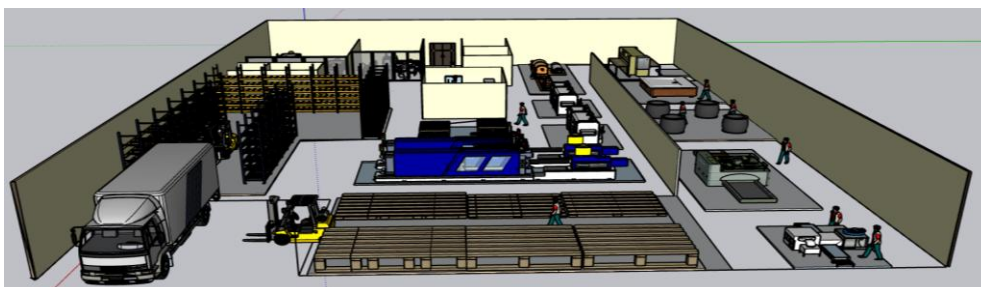
*Vista superior de la planta de producción*



*Nota: Autoría Propia*

**Figura 26:**

*Vista lateral de la planta de producción*



*Nota: Autoría Propia*

## 4.10. Simulación en Flexsim

Flexsim es un software de simulación que permite visualizar y probar distintos cambios en las operaciones, procesos de logística y manejo de materiales de manera rápida y sencilla, evitando costos y riesgos que conlleva a experimentar cambios en el mundo real (Flexsim, 2024). La importancia de realizar una simulación en el software flexsim radica para conocer la eficiencia de la planta de producción diseñada en un futuro y el comportamiento del flujo de producción teórico.

Para realizar la simulación en flexsim es importante tener en cuenta distintas variables que se detallan a continuación.

### Capacidad de Producción

**Tabla 36:**

*Capacidad de producción de las distintas máquinas*

Máquina	Capacidad de Producción (kg/h)
Corte del Pseudo tallo	100 tallos /hora
Extracción de fibra	60 tallos /hora
Eliminación de lignina	100
secado de fibras	200
Cardado	200
Estirado	175
Peinado	200
Hilado	70

*Nota:* Autoría Propia

#### 4.10.1. Tiempo de simulación

El tiempo de simulación se ha establecido para un turno de 8 horas diarias, con dos días de descanso, es decir que se simulará por un periodo de 20 días en un horario de 8h00 a 17h00, considerando una hora de descanso de los trabajadores.

### 4.10.2. Materia Prima

La cantidad de materia prima mensual a utilizar es de 10.540 kilogramos, este resultado se encuentra detallado en la sección 4.7.1.1.

### 4.10.3. Tiempo de procesamiento

El tiempo de procesamiento para 100 kilogramos de hilo es se presenta en la siguiente tabla. Los tiempos de procesamiento se obtuvieron de acuerdo a la capacidad de cada máquina descrita en la sección 4.6.3.

**Tabla 37:**

*Tiempo de procesamiento*

Proceso	Tiempo (min)
Cortado (unidades)	33,33
Extracción (unidades)	91,66
Eliminación de lignina Fibra Suave	60
Eliminación de lignina Fibra Dura	120
Lavado	33,33
Secado	25
Cardado	30
Estirado	30
Peinado	33,33
Hilado	60
Empaque	8,33
<b>Total</b>	<b>525</b>

*Nota:* Autoría Propia

### 4.10.4. Recursos Humanos

De acuerdo al cálculo de mano de obra necesaria, serán 12 operarios que estarán dentro de la simulación divididos como se presenta en la tabla 38.

Debido a que hay operaciones en donde no se requiere la presencia de un operador el turno completo, se ha asignado el mismo operador a diferentes áreas.

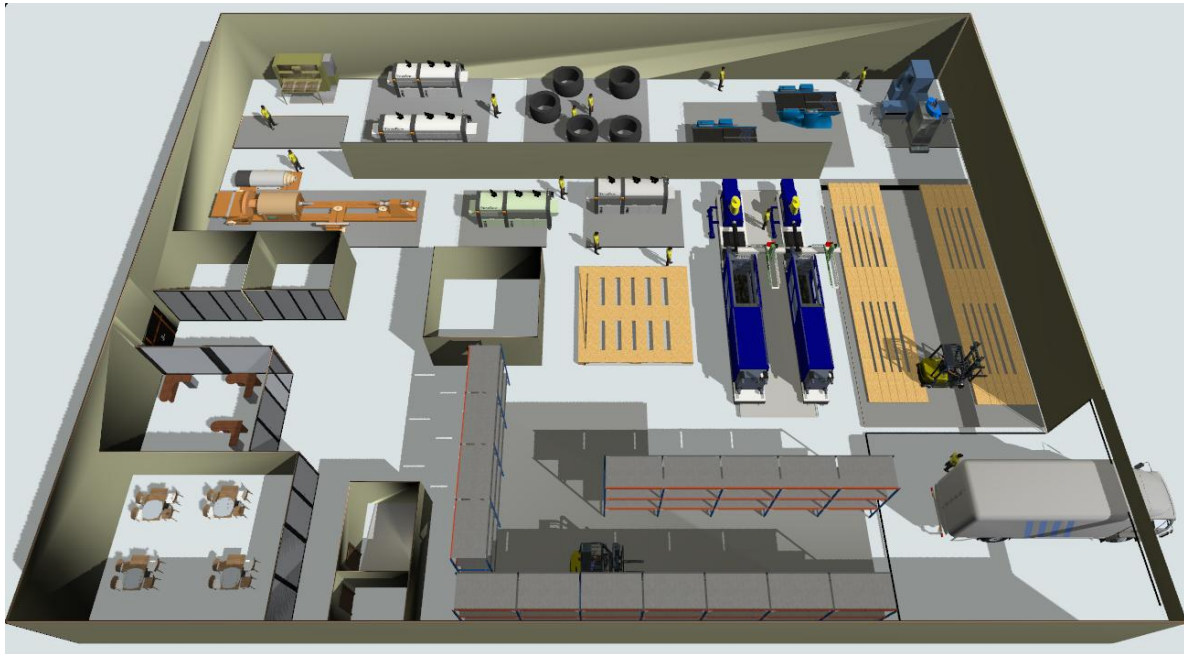
**Tabla 38:**

*Asignación de operarios a cada área de trabajo*

<b>Área</b>	<b>Operarios</b>
Recepción de materia prima	1
Corte	0,5
Separación	0,5
Extracción	1
Eliminación de lignina	1
Limpieza	2
Secado	0,5
Cardado	0,5
Estirado	0,5
Peinado	0,5
hilado	2
empaquetado	1,5
Almacenaje	0,5
<b>Total</b>	<b>12</b>

*Nota:* Autoría Propia

En la figura 27 se puede observar un gráfico de la simulación realizada en el software Flexsim.

**Figura 27:***Simulación realizada en Flexsim*

*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

## Capítulo 5

### Análisis de Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados de las distintas etapas de la metodología

#### 5.1. Estudio Técnico

La mejor localización para implementar el proyecto es la ciudad de Machala, este resultado se obtuvo comparando las tres opciones y ponderando factores relevantes para el proyecto. Dado que la temperatura ideal de funcionamiento de la maquinaria es más de 20 °C, esta localidad es ideal por su clima cálido. Además como la provincia de El Oro es una provincia bananera, es ideal para en cuanto a la proximidad de materiales y el costo de adquisición.

En cuanto al proceso de hilatura, se diseñó el proceso para transformar fibra de pseudo tallo de banano en hilo textil. Se consideró a la especie de *musa acuminata* como la mejor materia prima debido a su gran prevalencia en el país y a sus características físico – químicas.

Una característica muy importante es la densidad lineal la cual ayuda a determinar el título del hilo. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se obtiene que la densidad de la fibra puede oscilar entre los 5 a 7 dtex.

Con los procesos de cardado, estirado, peinado e hilado de anillos se espera tener como resultado un hilo textil con un título 30 a 40 tex. Los productos que se pueden utilizar con estos hilos son tejidos peinado de peso medio a fino, incluidas telas de camisería, como ropa interior, camisetas y camisillas; y ropa de cama (Australian Cotton, 2024).

## **5.2. Estudio Económico**

El costo total de producción es de \$67.215,55 dólares mensuales, obteniendo un costo de \$ 2,87 dólares por kilogramo. Se ha establecido una utilidad del 40% en base a investigaciones de precios referenciales y para que el hilo pueda competir dentro del mercado.

Debido a que es un proyecto grande cuenta con una inversión alta de \$ 800.688,23 dólares que incluye el activo fijo de producción, activo de oficina y ventas y costo de arranque e instalaciones.

## **5.3. Sostenibilidad del proyecto**

Para que la producción no presente pérdidas ni ganancias, es decir llegue al punto de equilibrio se debe vender un total de 8342 kilogramos de fibra mensuales, lo que presenta un 36% de la demanda mensual prevista. Este valor representa un bajo riesgo inicial debido a que se necesita menos nivel de ventas para cubrir con los costos y empezar a generar ganancias.

El VAN del proyecto es de \$ 195.621,19 representa que el proyecto generará en un periodo de 5 años un valor adicional por encima de la inversión inicial, es decir se obtendrá beneficios superiores a los costos, por ende el proyecto es rentable, la inversión está justificada y tiene potencial para ser exitosa.

De acuerdo a los cálculos del TIR el proyecto generará un retorno sobre el 18,27% del capital invertido, lo cual es un valor relativamente alto en comparación con inversiones en mercados tradicionales. Debido a que el TIR calculado es mayor a la tasa de descuento utilizada (10%) el proyecto se considera viable y rentable.

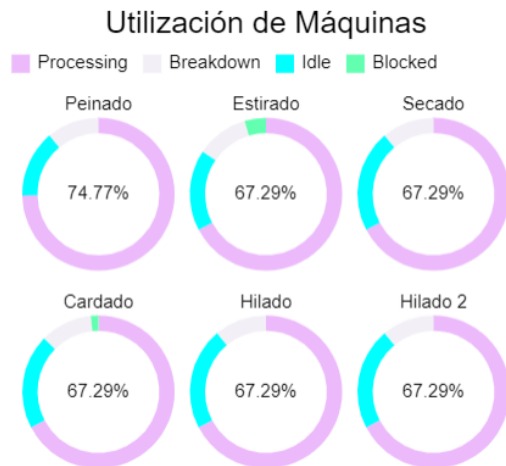
Al momento de obtener el ROI en un año, este valor es negativo, es decir que con las ventas anuales no se logra recuperar la inversión inicial. Debido a que el proyecto es grande se espera recuperar la inversión en un periodo de 5 años máximo. Al calcular el ROI con los flujos de este periodo se obtuvo un valor del 68,26% que indica que la inversión es rentable ya que genera más del doble del capital invertido.

## 5.4. Simulación con demanda actual

Con la simulación realizada, que implica un turno de trabajo de 8 horas, trabajo de 5 días a la semana y un periodo de simulación de un mes, se obtuvieron los siguientes resultados

**Figura 28:**

*Utilización de máquinas de producción*



*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

En la figura 28 se presenta las máquinas que tienen mayor porcentaje de operación. Los tiempos totales operativos para cada máquina son los siguientes: peinado un 74,77%, secado un 67,29%, cardado, estirado e hilado un 67,29%. Los tiempos de inactividad (idle), es decir el tiempo en que la máquina está disponible pero no tiene material para trabajar, de cada máquina son los siguientes; peinado un 14,12%, estirado 17,08%, secado un 21,60%, cardado un 20,02%, e hilado un 21,6%.

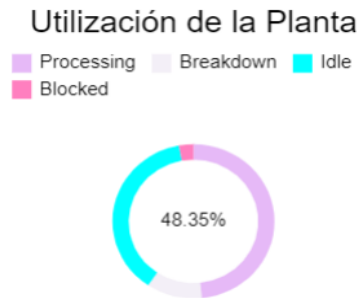
Debido a que estas máquinas son críticas para el proceso de elaboración de hilo, los porcentajes de procesamiento y de inactividad representan que se puede mejorar la eficiencia del proceso, ya que se busca una eficiencia mayor al 85%. Estos porcentajes también pueden indicar que las máquinas están sobre dimensionadas para los volúmenes actuales de demanda. Para disminuir los porcentajes de inactividad se debería realizar una planificación de producción adecuada con el objetivo de que las máquinas siempre tengan material para trabajar.

En la figura 29 se puede observar la utilización promedio de toda la planta, con un 48,35% de tiempo de procesamiento y un 37,68% de inactividad. Al analizar estos resultados es

necesario realizar una programación de la producción adecuada para cada estación para garantizar que las máquinas tengan inventario para trabajar.

**Figura 29:**

*Utilización promedio de la planta*



*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

### Comparación de producción con residuos

Se conoce que de un pseudo tallo solo el 8% es fibra aprovechable, el 92% restante es agua, restos de celulosa, hemicelulosa, lignina y otros compuestos. Para cumplir con la demanda de 23.400 kilogramos mensuales, es necesario un total de 10.530 unidades de pseudo tallo o 315.900 kilogramos de entrada (considerando un peso promedio de 30 kilogramos por pseudo tallo).

De acuerdo a la figura 30 se puede observar que 290.494 kilogramos son residuos; 23.410 kilogramos es materia que se convierte en hilo y 2026 kilogramos, son mermas.

**Figura 30:**

*Kilogramos de mermas, producción y residuos*



*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

## 5.5. Simulación con demanda futura

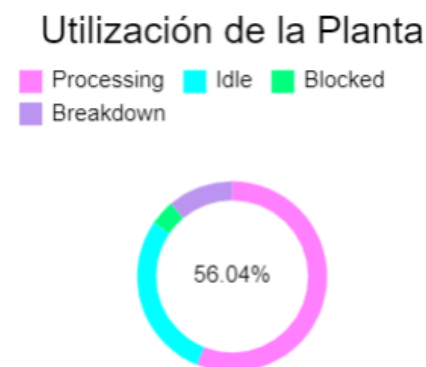
También se ha simulado la planta de producción con los escenarios de demanda para los próximos cinco años con el objetivo de conocer el comportamiento de la planta y saber si con la capacidad actual es capaz de cubrir la demanda de los 5 siguientes años.

Para el segundo año la demanda mensual es de 27.124 unidades, los resultados para el siguiente escenario de demanda se presentan en la figura 30. El 56,04% del tiempo se encuentra en procesamiento (un 8% más que el primer año), mientras que el 28,56% se encuentra en inactividad.

A pesar de que el tiempo de procesamiento es mayor, aún no se logra una alta eficiencia en la producción

### Figura 31:

*Resultados con la demanda prevista del año 2*

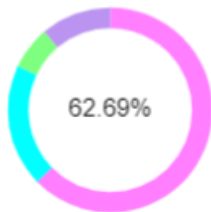
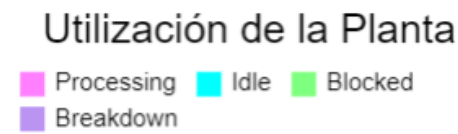


*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

En la figura 32 se presentan los resultados para el año 3, con una demanda mensual de 28163. Se observa que la utilización de la planta es un 1% más que el año dos. Sin embargo, de acuerdo a la figura 32 los kilogramos producidos son 27.611, que son 28 kilogramos menos a la demanda mensual prevista. Debido a que no son bastantes kilogramos faltantes, la planta puede trabajar ocasionalmente horas extras para cumplir con la demanda.

**Figura 32:**

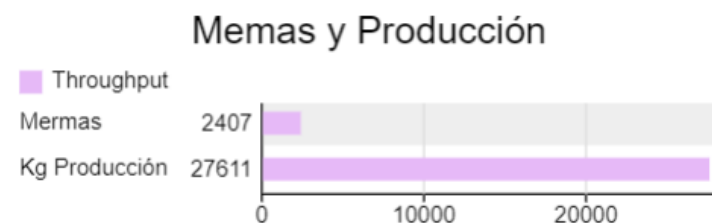
*Resultados con la demanda prevista del año 3*



*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

**Figura 33:**

*Producción máxima de kilogramos / mes*



*Nota:* Gráfico obtenido de Flexsim, 2024

La producción máxima que puede tener la planta de producción con un turno de trabajo es de 27.611 kilogramos. La demanda mensual prevista para el año 4 es de 29243 kilogramos al mes. Con un turno de trabajo, son 1632 kilogramos faltantes para cumplir con la demanda del año 4.

La demanda mensual prevista del año 5 es de 30631 kilogramos, de acuerdo a los datos obtenidos son 3020 kilogramos faltantes para cubrir la demanda con el año 5.

Debido a que se produce aproximadamente 172 kilogramos / hora con 9 horas extras al mes se puede llegar a cumplir con la demanda para el año 4 y con 18 horas extras al mes y se llega a cumplir con la demanda del año 5.

## CAPÍTULO 6

### Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo resaltan la viabilidad técnica y económica del diseño de un proceso industrial para la producción de hilo textil a partir de fibra del pseudo tallo de banano. Este subproducto agrícola, abundante en Ecuador, representa una alternativa para la industria textil, al mismo tiempo que contribuye a reducir el impacto ambiental generado por su disposición inadecuada. El proceso propuesto combina métodos de extracción mecánica y tratamiento químico, lo que garantiza un producto de alta calidad, adaptable a las necesidades de la industria, y aprovecha tecnologías disponibles, lo que facilita su implementación.

El análisis de mercado evidenció un interés destacando criterios como precio y calidad. Aunque la introducción de este producto requiere estrategias para aumentar la aceptación en ciertos segmentos del mercado, los estudios realizados indican que existe un nicho potencial con demanda suficiente para asegurar la rentabilidad del proyecto. Asimismo, la capacidad de producción diseñada y los costos proyectados aseguran una oferta competitiva.

El estudio técnico evidencia que la producción de hilo textil a partir de fibra del pseudo tallo de banano es técnicamente viable utilizando métodos de extracción mecánica y tratamientos químicos específicos. La maquinaria seleccionada asegura el cumplimiento de la demanda actual con un turno de trabajo; sin embargo, para cumplir con la demanda futura será necesario de horas extras. Además, la planta propuesta cuenta con un diseño que permite una distribución eficiente de áreas de trabajo, evitando que existe cruce entre las operaciones. El uso de tecnologías estándar adaptadas a la fibra del pseudo tallo asegura que el proceso sea escalable para futuras expansiones ser menos de 1575 metros cuadrados. En cuanto a personal, la planta necesita doce trabajadores.

En cuando al estudio económico el proyecto es factible. A pesar de que cuenta con una inversión inicial elevada para una Mipyme, en donde puede presentar problemas de financiamiento, el retorno de inversión es positivo en un horizonte razonable. Los costos de producción permiten establecer un precio competitivo en el mercado, especialmente considerando el creciente interés por materiales naturales. El análisis financiero mostró que, bajo los escenarios proyectados, se puede garantizar un flujo de ingresos constante, incluso considerando las fluctuaciones en la demanda.

La simulación realizada permitió validar el diseño del proceso industrial bajo diferentes escenarios de demanda, en donde se evidenció que para que la planta opere de manera eficiente se debe de realizar una planeación de producción adecuada para aumentar el tiempo de producción de las máquinas y disminuir el tiempo de inactividad. Además, se evidenció que la planta puede operar satisfaciendo la demanda actual y tiene la capacidad de ajustarse a incrementos futuros.

En síntesis, este proyecto demuestra la viabilidad técnica, económica y sostenible de implementar un proceso industrial para la producción de hilo a partir de fibra de pseudo tallo de banano, aprovechando un residuo agrícola con alto impacto ambiental. Los estudios realizados confirman que este producto no solo puede competir en calidad y costo dentro del mercado textil, sino que también se alinea con las demandas actuales por prácticas sostenibles. Además, la simulación del proceso respalda la capacidad de la planta para adaptarse a diferentes niveles de demanda, asegurando su operatividad y rentabilidad en el tiempo.

## Referencias

- Abril, A. (2022). *Elaboración de hilo en base a la fibra de banano obtenida de los residuos de pseudotallos de las producciones bananeras del Ecuador para aplicación textil*. Obtenido de Universidad de Chile .
- ACORBANEC. (2023). *Análisis de las exportaciones de banano del Ecuador de enero a diciembre del 2022*. Obtenido de Asociación de Comercialización y Exportación de Banano : <https://acorbanec.com/quienes-somos/>
- Adesina, F., & Ajayi, B. (2024). Evaluation of fiber characteristics of *Musa balbisiana*, *Musa paradisiaca* and *Musa sapientum* pseudo-stalks for pulp and paper production. *Open Journal of Agricultural Research*, 12-19. doi:10.31586/ojar.2024.451
- Alvarado , M., Cevallos , M., Alcívar , J., Dueñas, E., & Riera, M. (2021). *Banana waste (Musa paradisiaca) as alternative raw material in papermaking*. Obtenido de Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/215/2151925003/html/>
- Arcos, L., & Sopalo, C. (2024). *Propuesta de un Plan de Manetimiento Productivo Total Para La Empresa Insomet - Hilansur*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12024>
- Asmanto, S., & Chafidz, A. (2020). *Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation, Characteristics, and Applications*. doi:10.5772/intechopen.82204
- Asociación de Industriales Textiles del Ecuador . (2024). *El Sector Textil y Confección en el Ecuador: Análisis económico sectorial 2011-2022*.
- Australian Cotton. (2024). *Hoja de datos comprender el título del hilo*. Obtenido de [https://australiancotton.com.au/assets/downloads/Understanding\\_Yarn\\_Counts\\_-\\_SPANISH.pdf](https://australiancotton.com.au/assets/downloads/Understanding_Yarn_Counts_-_SPANISH.pdf)
- Avellán, L., Cobeña, N., Estévez, S., Zamora, P., Vivas, J., González, I., & Sánchez, A. (2020). EXPORTACIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DE FÓSFORO EN PLÁTANO 'BARRAGANETE' (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25-55.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de proyectos* (Séptima ed.). México: Mc Graw Hill. Obtenido de [https://www.uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG\\_.pdf](https://www.uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG_.pdf)

- Badanayak, P., Jose, S., & Bose, G. (2023). A critical review on fiber extraction, characterization, and surface. *Journal of Natural Fibers*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2168821>
- Badanayak, P., Jose, S., & Bose, G. (2023). Banana pseudostem fiber: A critical review on fiber extraction, characterization, and surface modification. *Journal of Natural Fibers*, 20. Obtenido de *Journal of Natural Fibers*: <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2168821>
- Banco Central deL Ecuador. (2017). *Metodología de la información Estadística*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/IEMensual/metodologia/ese4taed.pdf>
- Borborah, K., Tanti, B., & Borthakur, S. (2015). Musa balbisiana Colla - Taxonomy, Traditional knowledge and economic potentialities of the plant in Assam, India. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. Obtenido de <https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/33567/1/IJTK%2015%281%29%20116-120.pdf>
- Bryan, L. (2023). *Propuesta de Diseño de una Planta de Producción Textil a Base de Cábamo Industrial H-51 Para la Cooperativa Ananda Ubicada en el Sector Chingazo Alto, Cantón Guano*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/19048/1/85T00780.pdf>
- Burgos, G., Mendoza, C., Mendoza, C., Bedón, V., & Alcívar, U. (2022). *Aprovechamiento del pinzote de banano (musa paradisiaca) en la elaboración de papel*. Obtenido de La Técnica: [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i0.4494](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.4494)
- Carrera, E. (2017). *Física Textil: Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles* . Obtenido de Universitat Politècnica de Catalunya.
- Castro, H. (2015). *Método simplificado para calcular la demanda*. Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/18f80695-7ee7-4553-88e5-126ae581b0fb/content>
- Cifuentes, W., & Cifuentes, E. (2019). *Propuesta de aprovechamiento de la fibra de plátano en la región del Ariari departamento del Meta*. Obtenido de Universidad Pontificia Bolivariana:

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4925/Propuesta%20aprovechamiento%20fibra%20de%20pl%C3%A1tano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Collazos, S., & Pinzón, L. (2022). *Propuesta de Aprovechamiento del Pseudotallo o Vástago de Plátano para Fabricar Fibras Textiles en Colombia*. Obtenido de Fundación Universidad de América: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8800/4/3171391-2022-1-II.pdf>

Cuadros, R. (2016). *Propuesta para mejorar la productividad al disminuir el nivel de rotación del personal de una empresa textil productora de top, Arequipa 2016*. Obtenido de Universidad Católica de Santa Ana: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/44a29856-4463-43ea-84e1-b280331ca680/content>

Dandesa, M. (2016). *EXTRACTION, CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION OF BANANA TRUNK FIBER*. Obtenido de Addis Ababa University : [https://www.academia.edu/71669382/Extraction\\_Characterization\\_and\\_Optimization\\_of\\_Banana\\_Trunk\\_Fiber](https://www.academia.edu/71669382/Extraction_Characterization_and_Optimization_of_Banana_Trunk_Fiber)

Declercq, L. (2017). *Industrialización del algodón nativo peruano de color*. Obtenido de Universidad de Lima: [https://www.researchgate.net/publication/322012732\\_Industrializacion\\_del\\_algodon\\_nativo\\_peruano\\_de\\_color](https://www.researchgate.net/publication/322012732_Industrializacion_del_algodon_nativo_peruano_de_color)

Delgado, M., & Vidal, D. (2021). *Aprovechamiento del residuo del cultivo de banano (Musa paradisiaca, Musa Sapientum y Musa acuminata) en la producción artesanal de fibra textil*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabía Manuel Félix López: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1642/1/TTMA53D.pdf>

Delgado, M., Vidal, D., & Delgado, C. (2022). *Evaluation of the physical properties of banana pseudostem for textile application*. Obtenido de Visions For Sustainability : <https://doi.org/10.13135/2384-8677/7061>

Erazo, M., Prado, E., Cervantes, A., & Vite, H. (2021). *Análisis de Regulación del precio de la caja de Banano en Ecuador periodo 2015 - 2020*. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/429/449>

Espinoza, C. P., & Sorhegui, R. A. (2016). *ANÁLISIS DEL SECTOR TEXTIL ECUATORIANO 2009-2013*. Obtenido de ECOCIENCIA: <https://www.proquest.com/scholarly->

journals/análisis-del-sector-textil-ecuatoriano-2009-2013/docview/1838071522/se-2?accountid=36749

Fanyuan Instrument. (2023). *Resumen de preguntas relacionadas con la máquina peinadora*. Obtenido de [https://fyitester.com/es/m%C3%A1quina-peinadora/#What\\_is\\_comber\\_machine\\_used\\_for](https://fyitester.com/es/m%C3%A1quina-peinadora/#What_is_comber_machine_used_for)

Fink, A. (2020). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. Los Angeles: Sage.

Flexsim. (2024). *¿Qué es Flxsim?* Obtenido de Flexsim problem Solverd: <https://www.simulacion.mx/>

Flores, P., Siguenza, L., Lema, F., Tigre, F., Vanegas, P., & Aviles, J. (2022). *A Systematic Literature Review of Facility Layout Problems and Resilience Factors in the Industry*. Obtenido de Applied Technologies: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-03884-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-03884-6_19)

Garita, R. (2022). *Banano: Investigación, cultivo y experiencias*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

González, E., & Hurtado, R. (2023). *Apuntes multidisciplinarios tecnológicos*. Grupo de Ediciones y Publicaciones Xalapa S.A. de C.V. Obtenido de <https://grepxa.mx/wp-content/uploads/2023/07/978-607-59608-4-5.pdf#page=76>

Hastuti, H., Purnomo, P., Sumardi, I., & Setiadi, B. (2019). *Diversity wild banana species (Musa spp.) in Sulawesi, Indonesia*. Obtenido de Universitas Gadjah Mada: <https://smujo.id/biodiv/article/view/3135/2819>

INEC. (2018). *Directorio de Empresa*. Obtenido de INEC: <https://bit.ly/39p4kRQ>

Jideani, A., & Anyasi, T. (2020). *Banana Nutrition: Function and Processing Kinetics*. BoD – Books on Demand. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=rjP8DwAAQBAJ&dq=characterization+of+pseudostem+fibers&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=rjP8DwAAQBAJ&dq=characterization+of+pseudostem+fibers&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

Kassaw, T., Bacha, W., & Meshesha, B. (2024). A preliminary investigation of banana pseudo-stem (*Musa cavendish*) for pulp and paper production: morphology, chemical composition, FTIR, XRD and thermogravimetric analysis. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*. doi:<https://doi.org/10.1515/npprj-2024-0043>

- Khan, A., Iftikhar, K., Mohsin, M., Ubaidullah, M., Ali, M., & Mueen, A. (2022). Banana agro-waste as an alternative to cotton fibre in textile applications. Yarn to fabric: An ecofriendly approach. *Industrial Crops and Products*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669022011700>
- Kumar, R., Gupta, G., & Yadav, S. (2013). *A Review on Composition and Properties of Banana Fibers*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/367023462>
- Lechón, J. (2021). *Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Elaboración de un Programa de Mantenimiento para las Máquinas Circulares de Gran Diámetro: <https://core.ac.uk/download/pdf/421325859.pdf>
- León, J., Espinosa, M., & Carvajal, H. (2023). *Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4981/7563#:~:text=De%20acuerdo%20Acara%20et%20al,detalla%20en%20la%20Figura%201.>
- Llanos, M., & Salazar, Á. (2023). *Efectos post pandemia en el desempeño del sector industrial textil ecuatoriano de ropa liviana: periodo 2020-2021*. Obtenido de ECA Sinergia: <https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v14i3.5665>
- López, P., & Fachelli, S. (2017). *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Obtenido de [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf)
- MacDonald, J., Saliba, A., Hodgins, G., & Ovington, L. (2016). Burnout in journalists: A systematic literature review. *Burnout Research*, 34-44. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.burn.2016.03.001>
- Majura, J. (2019). *Feasibility Study: A Practical Diy Guide for Sme Projects with a Detailed Case Study*. (X. UK, Ed.)
- Maldonado, L., Manzano, P., Cuesta, F., Cedeño, Y., & Zevallos, N. (2023). *Caracterización físico - química de las fibras obtenidas del pseudotallo de la planta de banano (Musa paradisiaca), procedente del cantón El Guabo de la provincia de El Oro*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte: [https://www.researchgate.net/publication/305279928\\_Caracterizacion\\_fisico\\_-\\_quimica\\_de\\_las\\_fibras\\_obtenidas\\_del\\_pseudotallo\\_de\\_la\\_planta\\_de\\_banano\\_Musa\\_paradisiaca\\_procedente\\_del\\_canton\\_El\\_Guabo\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_El\\_Oro](https://www.researchgate.net/publication/305279928_Caracterizacion_fisico_-_quimica_de_las_fibras_obtenidas_del_pseudotallo_de_la_planta_de_banano_Musa_paradisiaca_procedente_del_canton_El_Guabo_de_la_provincia_de_El_Oro)

- Manrique, A., & Rivera, D. (2013). *Aprovechamiento de los residuos del pseudotallo del banano común (musa sp AAA) y del bocadillo (musa spa AA) para la extracción de fibras textiles*. Obtenido de Universidad tecnológica de Pereira: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2d9fea19-1123-4dd8-a095-7ca22a008b22/content>
- Martínez, G., & Rey, J. (2021). *Bananas (Musa AAA): Importance, production and trade in Covid-19 times*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43768194023/html/>
- Meza, B. A., & Suquilanda, P. (2022). *Optimización de una Máquina Hiladora de Fibra de Alpaca Para la Comunidad de Caguanapamba*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23484/4/UPS-CT010089.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería . (2020). *Con regularización de cultivos inicia ordenamiento de sector bananero*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/con-regularizacion-de-cultivos-inicia-ordenamiento-de-sector-bananero/>
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Mohandas, S., & Ravishankar, K. (2016). *Banana: Genomics and Transgenic Approaches for Genetic Improvement*. Bangalore : Springer.
- Moreno, D., & Neusa, J. (2021). *Evaluación para la Obtención de una Fibra Textil a Partir de Pseudotallo de Plátano*. Obtenido de Fundación Universidad de América: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8317/1/6161797-2021-1-IQ.pdf>
- Moreno, L. (2019). *REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. Obtenido de <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>
- Moya, P. (2021). *INDICADORES CLAVE DE DESARROLLO ENFOCADOS AL CONTROL DE INVENTARIOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL “CM ORIGINAL”*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33308/1/t1855id.pdf>
- Nahmias, S., & Lennon, T. (2018). *Production and Operations Analysis* (Séptima ed.).

- Nayak, R., Jajpura, L., & Khandual, A. (2023). *Traditional fibres for fashion and textiles: Associated problems and future sustainable fibres*. Obtenido de University Vietnam: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128240526000135?via%3Dihub>
- Ordoñez, J., Vite, H., & Barrezueta, S. (2019). Análisis de rentabilidad económica del plátano (*Musa balbisiana* AAB Simmond) en el sitio Río Negro, provincia El Oro. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 166-170. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>
- Panda, S., Fonsêca, A., Saleh, R., Leyssen, P., Neyts, J., Swennen, R., & Luyten, W. (2020). *Antiviral and Cytotoxic Activity of Different Plant Parts of Banana (Musa spp.)*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7291111/>
- Pascual, J., Moreno, J., Ros, M., & Vergas, M. (2015). *De Residuo a Recurso*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Patel, B., & Patel, H. (2022). *Retting of banana pseudostem fibre using Bacillus strains to get excellent mechanical properties as biomaterial in textile & fiber industry*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022019405>
- Patel, B., & Patel, H. (2022). *Retting of banana pseudostem fibre using Bacillus strains to get excellent mechanical properties as biomaterial in textile & fiber industry*. Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022019405>
- Pedraza, C. (2019). *CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DEL PSEUDO TALLO DE PLÁTANO COMO REFUERZO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TEJAS*. Obtenido de Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia : <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3f1bdc92-1997-4e6c-a275-513c37aa701f/content>
- Pérez, D. (2015). *Propuesta para Disminuir el Desperdicio de Fibra de Algodón al Momento de Utilizar el Pabilo en el Área de Hilas, Terminado el Proceso de Estirado en la Empresa Textil S.J. Jersey*. Obtenido de Universidad de la Américas: [https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3852/1/UDLA-EC-TTPSI-2015-02\(S\).pdf](https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3852/1/UDLA-EC-TTPSI-2015-02(S).pdf)
- Ponce, J. (2015). *Producción de fibra de abacá (musa textilis) con abonadura orgánica*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO:

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1bc44fb1-5cf6-44d1-98b0-2531d3855f3e/content>

Portilla, E. (2017). *CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ARTESANAL CARDADORA DE FIBRA DE ALPACA*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte : <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7666/1/04%20MEC%20206%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Poveda, G., Cabrera, C., Carrera, J., & Sambonino, B. (2021). *Afectación a las exportaciones de banano ecuatoriano a causa de la pandemia por el covid 19: Impact on Ecuadorian banana exports due to the covid 19 pandemic*. Obtenido de <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/435/406>

Quishpe, E. (2013). *Estudio de Factibilidad para Modernizar una Urdidora en la Empresa Pintex*. Obtenido de Escuela de Formación de Tecnólogos: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5618/1/CD-4648.pdf>

Renault, H., Reichhart, D., & Weng, J. (2019). Harnessing lignin evolution for biotechnological applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 105-111. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.10.011>

Rosero, J. (2023). *Elaboración de Hilo con Fibras Obtenida del Pseudotallo de la Planta de Plátano "MUSA PARADISIACA"*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte : <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14492/2/04%20IT%20337%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Roy, A. K. (2017). *Green chemistry and textile industry*. Obtenido de KPS Institute of Polytechnic: <https://medcraveonline.com/JTEFT/JTEFT-02-00056.pdf>

Saha, S. (2019). *Introduction to Spinning Process*. Obtenido de Online Clothing Study: <https://www.onlineclothingstudy.com/2019/03/introduction-to-spinning-process-worsted.html>

Sancho, R. (2022). El potencial de las técnicas textiles artesanales en el reciclaje de residuos plásticos y su aplicación al diseño textil. 1-20. Obtenido de Sostenibilidad: económica, social y ambiental,: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/125093/1/Sostenibilidad\\_05\\_01.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/125093/1/Sostenibilidad_05_01.pdf)

Sango, T., Cheumani, A., Dutchatel, L., Marin, A., Ndikontar, M., Joly, N., & Lefebvre, J.-M. (2018). *Step-wise multi-scale deconstruction of banana pseudo-stem (Musa*

- acuminata*) biomass and morpho–mechanical characterization of extracted long fibres for sustainable applications. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.050>
- Sanz, A. (2023). *Tecnología de la celulosa. La industria papelera*. Obtenido de Química Orgánica Industrial: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>
- SDI. (2022). *¿Qué es un proceso industrial y cuántos tipos hay?* Obtenido de SDIndustrial: <https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-un-proceso-industrial/>
- Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2024). *ARANCEL NACIONAL*. Obtenido de [aduana.gob.ec](https://www.aduana.gob.ec): <https://www.aduana.gob.ec/arancel-nacional/>
- Sevilla, A. (2024). *Tasa interna de retorno (TIR): Qué es, fórmula y ejemplos*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Shen, Y., Ni, J., Yang, J., & Yu, C. (2021). *Study on the testing of the accelerated point of the floating fiber in the roller drafting process with an improved method*. Obtenido de *Textile Research Journal*: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/00405175211030881>
- Shi, Y., Geng, L., Fan, P., Yuan, Y., Zhao, J., & Zhang, Y. (s.f.). Mechanical properties and physicochemical characteristics of cotton fibers during combing process. *International Journal of Biological Macromolecules*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813024005944>
- Šimoníková, D., Cizkova, J., Zoulová, V., Christelová, P., & Hribova, E. (2022). *Advances in the Molecular Cytogenetics of Bananas, Family Musaceae*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/plants11040482>
- Solé, A. (2013). *Hilatura del Algodón*. Obtenido de Instituto Tecnológico Textil: <https://asolengin.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/12/hilatura-de-fibras-cortas.pdf>
- Soler, D. (2021). *Guía práctica de las reglas Incoterms 2020. Derechos y obligaciones sobre las mercancías en el comercio internacional*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/books/edition/Gu%C3%ADa\\_pr%C3%A1ctica\\_de\\_las\\_reglas\\_Incoterms/HWsvEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=incoterm&printsec=frontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Gu%C3%ADa_pr%C3%A1ctica_de_las_reglas_Incoterms/HWsvEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=incoterm&printsec=frontcover)

- Steward Redqueen. (2022). *Guía de Industria Textil*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/19.-Guia-Industria-Textil.pdf>
- Tejidos, A. (2024). *Análisis de la Demanda Textil en Ecuador*. Obtenido de <https://alexatejidos.com.ec/analisis-de-la-demanda-textil-en-ecuador/#:~:text=En%202022%2C%20el%20%C3%ADndice%20de,en%20la%20oferta%20y%20demanda.>
- Toro, F. (2023). *Costeo con base en procesos productivos* (Cuarta ed.). ECOE Ediciones.
- Torres, K. (2013). *Experimentación Tecnológica de la fibra de banano Aplicada en el diseño de Objetos*. Obtenido de Universidad del Azuay.
- Turrado, J., Saucedo, A., Sanjuán, R., & Sulbaran, B. (2019). PINZOTE de Musa balbisiana y Musa acuminata como Fuente de Fibras para Papel. *Información Tecnológica*, 117-122. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642009000400013&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642009000400013&script=sci_arttext)
- Universidad de la Costa. (2024). *¿Qué es el diseño de procesos industriales?* Obtenido de <https://virtual.cuc.edu.co/blog/que-es-el-diseno-de-procesos-industriales>
- UNIVERSITAT CARLEMANÝ. (2023). *Procesos industriales: los 4 tipos fundamentales de producción*. Obtenido de <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/procesos-industriales/>
- Valdivieso, A., Siluk, J., & Michelin, C. (2022). *Análisis Prospectivo Estratégico Del Sector Textil Productivo Ecuatoriano Para Incrementar la Competitividad en las Exportaciones*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas: <https://doi.org/10.24133/sigma.v9i02.2827>
- Vazhacharickal, P. J., Augustine, A., K, S. N., Mathew, J. J., Sreejith, P. E., & Sabu, M. (2019). *Morphological, molecular and biochemical characterization of selected banana varieties in Kerala and evaluation of their anticancer activity: an overview*. Kerala: Mar Augusthinose.
- Velayos, V. (2024). *Valor actual neto (VAN): Qué es y cómo utilizarlo*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Verified Market Reports. (2024). *Mercado global de fibra de plátano por tipo, por aplicación, por alcance geográfico y pronóstico*. Obtenido de <https://www.verifiedmarketreports.com/es/product/banana-fiber-market/>

Vezina, A., & Baena, M. (2020). *Morfología de la planta del banano*. Obtenido de Promusa.org:

<https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>

Vidal, S. (2022). *Estudio sobre el impacto de las principales fibras empleadas en el sector textil desde el punto de vista de la sostenibilidad*. . Obtenido de Universidade da Coruña:

[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/32158/VidalGonzalez\\_Sofia\\_TFG\\_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/32158/VidalGonzalez_Sofia_TFG_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Westreicher, G. (2020). *Retorno de la inversión (ROI)*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/retorno-de-la-inversion-roi.html>

Wiedemann, S., Clarke, S., Nguyen, Q., Cheah, Z., & Simmons, A. (2023). *Strategies to reduce environmental impacts from textiles: Extending clothing wear life compared to fibre displacement assessed using consequential LCA*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344923002550>

Yajaira , L., Maholin, N., Pallo, M., Quiñonez, M., & Albarrasin, V. (2024). *Producción y comercialización del baby banano (Musa Acuminata) en el cantón La Maná*. Obtenido de [10.59169/pentaciencias.v6i1.974](https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.974)

Yeshzhanov, A., Murzabayeva, G., & Togataev, T. (2023). *The influence of increasing the productivity of the carding machine on the quality indicators of the card sliver*. Obtenido de [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/04/e3sconf\\_icite2023\\_01024.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/04/e3sconf_icite2023_01024.pdf)

## Anexos

## Anexo A

**Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CIIU Rev. 4.0)****C1311 PREPARACIÓN E HILATURA DE FIBRAS TEXTILES.**

## C1311.0 PREPARACIÓN E HILATURA DE FIBRAS TEXTILES.

**C1311.01:** Actividades de operaciones preparatorias de fibras textiles: devanado y lavado de seda, desengrase, carbonización y cardado de fibras de animales, vegetales y artificiales.

**C1311.02:** Hilatura y fabricación de hilados e hilos para tejeduría o costura, para el comercio o para procesamiento posterior, texturización, retorcido, plegado, cableado y enrollado de hilos y filamentos de todas las clases de fibras animales, vegetales, sintéticas y artificiales.

**C1311.03:** Fabricación de hilados de papel.

**C1312 TEJEDURA DE PRODUCTOS TEXTILES.**

## C1312.0 FABRICACIÓN DE TEJIDOS.

**C1312.01:** Fabricación de tejidos (telas) anchos de algodón, lana cardada, lana peinada o seda, pelo fino de animales, incluidos los fabricados a partir de mezclas de hilados sintéticos o artificiales.

**C1312.02:** Fabricación de tejidos de materiales textiles diferentes de tejidos de felpa, tejidos de gasa, etcétera.

**C1312.03:** Fabricación de tejidos (telas) de yute.

**C1312.04:** Fabricación de tejidos de materias textiles por contrato o en comisión.

**C1312.05:** Fabricación de tejidos especiales tales como tejidos con pelos cortados, tejidos de fibras blandas e hilos especiales, tejidos con apliques y fabricación de etiquetas de tela.

## **C1313 SERVICIO DE ACABADO DE PRODUCTOS TEXTILES.**

### **C1313.0 SERVICIO DE ACABADO DE PRODUCTOS TEXTILES.**

**C1313.01:** Servicio de blanqueo y teñido de fibras, hilados, tejidos (telas) y artículos textiles, incluido prendas de vestir: pantalones vaqueros (jeans) etcétera, realizado por terceros a cambio de una retribución o por contrato.

**C1313.02:** Servicio de apresto, calandrado, secado, vaporizado, encogimiento, perchado, remallado, sanforizado, mercerizado, plisado de textiles y artículos textiles, incluido prendas de vestir realizado por terceros a cambio de una retribución o por contrato.

**C1313.03:** Servicio de impermeabilización, revestimiento, cauchado o impregnación de prendas realizado por terceros a cambio de una retribución o por contrato.

**C1313.04:** Servicio de estampado serigráfico de productos textiles y prendas de vestir, realizado por terceros a cambio de una retribución o por contrato.

## **C1391 FABRICACIÓN DE TEJIDOS DE PUNTO Y GANCHILLO.**

### **C1391.0 FABRICACIÓN DE TEJIDOS DE PUNTO.**

**C1391.01:** Fabricación de tejidos (telas) de punto o ganchillo: tejidos aterciopelados y de rizo, pieles de imitación de punto entretejido mediante el tricotaje.

**C1391.02:** Servicios de apoyo a la fabricación de tejidos de punto o ganchillo, realizado a cambio de una retribución o por contrato.

## **C1392 FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS CONFECCIONADOS DE MATERIALES TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR.**

### **C1392.0 FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS CONFECCIONADOS DE MATERIALES TEXTILES, EXCEPTO PRENDAS DE VESTIR.**

**C1392.01:** Fabricación de artículos confeccionados con cualquier tipo de material textil, incluidos tejidos (telas) de punto y ganchillo: frazadas, mantas de viaje, sobrecamas, colchas, edredones, ropa de cama, sábanas, mantelería, toallas y artículos de tocador, almohadones,

edredones, cojines, pufes, almohadas, sacos de dormir, artículos para el baño, etcétera, incluido tejidos para mantas eléctricas.

**C1392.02:** Fabricación de accesorios confeccionados para el hogar: cortinas, cenefas, visillos.

**C1392.03:** Fabricación de artículos de lona o encerados: tiendas de campaña, artículos de acampada, velas, toldos de protección contra el sol, carpas, fundas para almacenar mercaderías, etcétera.

**C1392.04:** Fabricación de sacos y bolsas no rígidas.

**C1392.05:** Fabricación de banderas, banderines, gallardetes, estandartes, etcétera.

**C1392.06:** Fabricación de cobertores y accesorios para automóviles, fundas para maquinarias, muebles, equipos o cualquier otro artículo.

**C1392.07:** Servicios de apoyo a la fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles, excepto prendas de vestir a cambio de una retribución o por contrato.

**C1392.09:** Fabricación de otros artículos confeccionados con textiles: paños para desempolvar, paños de cocina y artículos similares, chalecos salvavidas, paracaídas, etcétera.

## **C1399 - FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS TEXTILES N.C.P.**

### FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS TEXTILES N.C.P.

**C1399.01:** Fabricación de tejidos (telas) estrechos, incluidos los de urdimbre sin trama sujetos por una sustancia adhesiva: raberas, insignias, etcétera; artículos de pasamanería: cordones de materiales textiles para zapatos, trenzillas, borlas, madroños, tutas y otros tejidos (telas) de mallas anudadas, de encaje y bordados, en piezas, tiras o motivos decorativos; tejidos (telas) de red y del tipo que se utiliza para la confección de visillos tratados en máquinas Raschel o máquinas similares.

**C1399.02:** Fabricación de tejidos (telas) impregnados, revestidos, recubiertos o laminados con plástico.

**C1399.03:** Fabricación de hilos metalizados e hilos anchos enrollados, hilos y bandas de caucho revestidos de materiales textiles; hilos y bandas textiles recubiertos impregnados, revestidos o forrados con caucho o plástico.

**C1399.04:** Fabricación de tejidos tratados o revestidos: papel tela, lienzos preparados para pintores, bocací y tejidos rígidos similares, tejidos asfálticos y productos textiles impregnados para cuerdas de neumáticos.

**C1399.05:** Fabricación de tejidos tubulares para su fabricación, mangueras, correas transportadoras y bandas de transmisión de textiles; fabricación de tejidos de bolsa de airbag, cojines de seguridad inflables de materiales textiles; fabricación de redes textiles; fabricación de otros productos textiles n.c.p. tales como mechas para gas.

**C1399.06:** Fabricación de textiles para usos industriales tales como cintas transportadoras de textiles para reforzar neumáticos y materiales textiles con características técnicas especiales (por ejemplo, textiles de alta tenacidad).

**C1399.07:** Acabado de productos textiles tales como fabricación de artículos por un sistema de retribución o por contrato.

**C1399.08:** Fabricación de textiles estrechos (incluye bandas elásticas), artículos de un tejido, cinta-tejido sensible a la presión, a la abrasión y otras.

## **C143 - FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PUNTO Y GANCHILLO.**

### **C1430 - FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PUNTO Y GANCHILLO.**

**C1430.01:** Fabricación de artículos de confección de punto y ganchillo: jerséis, suéteres, chalecos y artículos similares.

**C1430.02:** Fabricación de medias, incluidos calcetines, leotardos y pantimedias.

**C1430.03:** Servicios de apoyo a la fabricación de artículos de punto y ganchillo a cambio de una retribución o por contrato.