



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECÁNICO DE EXTRACCIÓN DE
PIGMENTOS VEGETALES PARA TINTURADO DE FIBRAS DE CABUYA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO MECÁNICO

AUTORES: CRISTHIAN MAURICIO GONZÁLEZ VALLADARES
BRYAN XAVIER TITUAÑA CHECA

TUTOR: EDUARDO XAVIER VACA MICHILENA

Quito-Ecuador

2024


CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Crithian Mauricio González Valladares con documento de identificación N° 1722400452 y Bryan Xavier Tituaña Checa con documento de identificación N° 1724155229; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro La Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 15 de febrero de 2024

Atentamente,



Bryan Xavier Tituaña Checa

1724155229



Crithian Mauricio González Valladares.

1722400452

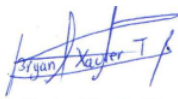
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Cristhian Mauricio González Valladares con documento de identificación No. 1722400452 y Bryan Xavier Tituaña Checa con documento de identificación No. 1724155229, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: "Diseño y construcción de un equipo mecánico de extracción de pigmentos vegetales para tinturado de fibra de cabuya", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento en el que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de febrero de 2024

Atentamente,



BryanXavier Tituaña Checa
1724155229



CristhianMauricio GonzálezValladares.
1722400452

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eduardo Xavier Vaca Michilena con documento de identificación N° 1721078424 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECÁNICO DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS VEGETALES PARA TINTURADO DE FIBRAS DE CABUYA, realizado por Bryan Xavier Tituaña Checa con documento de identificación 1724155229 y Cristhian Mauricio González Valladares con documento de identificación NN°1o. 1722400452,obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito,15 de febrero de 2024

Atentamente,



Ing. Eduardo Xavier Vaca Michilena,Msc.

1721078424

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre Cecilia Checa que es un pilar muy importante en mi estudio y en mi vida personal, a mi padre Juan Tituaña que hasta sus últimos días de vida me enseñó hacer una buena persona, buen trabajador y que siempre tenga la frente en alto, a mi hermana Estefanía Tituaña que me dio palabra de aliento y ayuda cuando más la necesitaba para culminar mi tesis.

Bryan Tituaña.

A mis padres, Mauricio González y Jenny Valladares, por ser el pilar fundamental en el objetivo de alcanzar mis metas, por ser el apoyo más grande que tenido a lo largo de mi carrera y enseñarme a ser una persona de bien y agradezco a Dios por darme tan excelentes padres.

A mis Esposa Katherine Aguirre por ser la persona que siempre estuvo conmigo en los momentos más difíciles y ser quien no permitió que me rinda en las adversidades más difíciles que pase. A mi princesa Cristalito por ser mi inspiración a ser una persona grande, un profesional y con cada ocurrencia darme ganas para lograr mi objetivo de ser ingeniero. A mis dos hermanos Kevin y Darío por ser indispensables en el transcurso de mi carrera y brindarme el apoyo de hermanos para salir siempre adelante

Cristhian González.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, padre y hermana que han sido siempre el motor que impulsan mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Cuando concluí mis estudios, y una meta más conquistada. Orgulloso que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Bryan Tituaña.

Primero que nada, quiero agradecer a **mis padres** quienes siempre me han apoyado incondicionalmente para lograr todas mis metas personales y académicas. Ellos son los que con su amor siempre me alentaron a seguir mis metas y no desistir de ellas ante las dificultades. Ellos también son los que me apoyaron material y económicamente para que pudiera concentrarme en mis estudios y nunca dejarlos sin terminar.

Agradezco a mi **esposa Katherine** y a mi **hija Cristal** que me apoyan en todo, gracias, porque siempre son una compañía absoluta en mi vida.

Mi **hija Cristal** es el mejor regalo que recibí de Dios. Eres mi mayor tesoro y también la más pura fuente de inspiración; Por eso quiero agradecerte cada momento de felicidad con el que llenas mi vida. Te agradezco, hija mía, por darle sentido a mi vida y permitirme ser cada día mejor padre contigo. Eres el mayor tesoro y fuente de motivación en mi vida. Gracias a él pude cumplir con todos mis deberes académicos necesarios, de lo contrario esta tesis no se habría completado con tanto éxito.

Cristhian González.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
CAPÍTULO I.....	4
1.1 MARCO TEÓRICO FIBRAS NATURALES Y PIGMENTACIÓN	4
1.2 Tintes Naturales.....	7
1.2.1 Teñidos vegetales o naturales.....	8
1.2.2 Plantas Tintóreas.	8
1.2.3 Remolacha (Beta Vulgaris)	9
1.2.4 Colores obtenidos de plantas vegetales	11
1.3 Tinción.....	14
1.3.1 Diferentes tipos de tinciones	14
1.4 Mordientes o Fijadores	15
1.5 Síntesis del capítulo	15
Resumen del capítulo	19
CAPÍTULO II	20
ALTERNATIVA VIABLE PARA LA FABRICACIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES	20
2 Requerimiento de máquinas de uso artesanal.....	20
2.1 Sistema neumático.....	20
2.1.1 Característica del sistema neumático	21
2.1.2 Funcionamiento de las partes del sistema neumático.....	21
2.1.3 Partes del sistema neumático.....	21
2.2 Sistema hidráulico	23
2.2.1 Componentes del circuito hidráulico.....	23
2.2.2 Características del sistema hidráulico	24

2.2.3	Funcionamiento de las partes del sistema hidráulico	24
2.2.4	Partes del sistema hidráulico	25
2.3	Sistemas Mecánicos.....	27
2.3.1	Características del sistema mecánico	28
2.3.2	Tipos de sistemas mecánicos.....	28
2.4	Tabla de comparaciones	29
2.4.1	Valoración de los parámetros de selección	29
2.4.2	Selección de alternativas	30
	Resumen del capítulo	31
	CAPÍTULO III	32
	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECÁNICO ENCARGADO DE LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTO VEGETAL.....	32
3.1	Partes de la máquina	32
3.1.1	Elementos de la máquina de extracción de pigmentos naturales	33
3.1.2	Propiedad mecánica del material utilizado.....	34
3.1.3	Bancada o estructura	37
3.1.4	Tanque de acero inoxidable.....	38
3.1.5	Boca de suministro de materia prima	38
3.1.6	Volante y perno para presión.....	39
3.2	Simulaciones en volante y perno	39
3.2.1	Simulación de Cargas del volante y perno	39
3.2.2	Von mises o Tensión	39
3.2.3	Desplazamiento	40
3.2.4	Factor de seguridad	40
3.3	Proceso de funcionamiento.....	41
3.3.1	Sistema de ingreso y salida de agua	41

3.3.2	Sistema de trituración.....	42
3.3.3	Motor monofásico	43
3.3.4	Sistema de presión manual.....	44
3.4	Simulación bancada.....	44
3.5	Funcionamiento	46
3.5.1	Preparación de la máquina	46
3.5.2	Preparación de la materia prima.....	46
3.5.3	Operación de la máquina.....	47
3.5.4	Limpieza de la máquina	47
CAPÍTULO IV		49
OBTENCIÓN DE TINTES NATURALES PARA TINTURADO EN LA FIBRA DE CABUYA.....		49
4.1	Proceso.....	50
4.3	Nomenclatura para diagrama de flujo del proceso	55
Resumen del capítulo		64
CAPÍTULO V		65
VIABILIDAD DEL PROYECTO		65
5.1	Metodología.....	65
5.2	Tasa de rendimiento por hora	66
5.3	Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egresos.....	66
5.4	Cálculo de la viabilidad del proyecto	69
5.4.1	Escenario 1.....	70
5.5	Análisis	71
5.6	Retorno de la inversión.....	72
Resumen.....		75
Conclusiones		76

Recomendaciones.....	77
Referencias.....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características de fique (cabuya)	6
Tabla 2 Características taxonómicas [24].....	9
Tabla 3 Características nutricionales [33]	10
Tabla 5 Elementos de un sistema Hidráulico [19]	25
Tabla 6 Tabla de sistemas diferentes.....	29
Tabla 7 Valoraciones de parámetros.	29
Tabla 8 Selección de alternativas.	30
Tabla 9 Partes de la Maquina de extracción de pigmentos.	33
Tabla 10 propiedades mecánicas del acero 316.	34
Tabla 11 propiedad física del acero 316.....	35
Tabla 12 Propiedad Mecánica del acero 303.....	36
Tabla 13 Propiedad Física acero 303.	36
Tabla 14 Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egreso	55
Tabla 15 Diagrama del proceso.....	60
Tabla 16 Tabla de Factores y niveles	61
Tabla 17 Combinaciones realizadas de mordientes y tinte.	61
Tabla 18 Variables para el proceso de experimentación.	62
Tabla 19 resultados de ensayos realizados.	63
Tabla 20 Rendimiento del uso de la máquina	66
Tabla 21 Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egreso	67
Tabla 22 Inversión inicial y tasa de descuento.....	70
Tabla 23 Cálculo de VAN y TIR.....	70
Tabla 24 Flujo de efectivo acumulado escenario 1	72
Tabla 25 Inversión inicial y tasa de descuento.....	73
Tabla 26 Cálculo de VAN y TIR.....	73
Tabla 27 Flujo de efectivo acumulado escenario 2.	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fibras naturales (cabuya) [38].	6
Figura 4. Teñido Vegetal o Natural [4].	8
Figura 5. Plantas Tintóreas[21].	9
Figura 6. Color amarillo cúrcuma [14].	12
Figura 7. Color naranja zanahoria[14].	12
Figura 8. Color rojo remolacha [14].	12
Figura 9. Color rosa [14].	13
Figura 10. Pigmento de mora[14].	13
Figura 11. alfalfa(pigmento)[14].	14
Figura 12. Mordientes [28].	15
Figura 13 Tintes naturales.	16
Figura 14 Colores en las plantas vegetales.	17
Figura 15 Tipos de tinciones.	18
Figura 16 Mordientes o fijadores.	19
Figura 17. Sistemas Neumáticos[1].	20
Figura 18. Sistemas Hidráulicos [3].	23
Figura 19. Circuito Hidráulico [3].	24
Figura 20 .sistemas mecánicos [17].	27
Figura 21. Movimiento de un mecanismo [39].	28
Figura 22 partes de la máquina de extracción de pigmentos.	33
Figura 23 Bancada o estructura isométrica.	37
Figura 24 Cilindro en acero inoxidable.	38
Figura 25 volante y perno de presión.	39
Figura 26 Tensión.	40
Figura 27 Desplazamiento.	40
Figura 28 Factor de seguridad.	41
Figura 29 ingreso y salida de agua.	42
Figura 30 Cuchilla.	43
Figura 31 Motor monofásico[10].	44
Figura 32 Von mises.	45
Figura 33 Desplazamiento.	45

Figura 34 Factor de Seguridad.	46
Figura 25 representación de una remolacha mediante un corte.	57
Figura 26 Recipiente para cálculo de densidad.	58

RESUMEN

La finalidad de esta investigación es el diseño y construcción de un dispositivo mecánico para extraer pigmentos vegetales para fibras de cabuya mediante un sistema de trituración y tamizaje. El estudio regirá con un enfoque conceptual sobre los pigmentos vegetales, mordientes y fibras naturales, así como con una reseña histórica de los procesos inmersos en esta actividad, por lo tanto, se identifica las alternativas viables para la fabricación de un equipo mecánico de extracción de pigmentos naturales, tomando en cuenta que los sitios en donde se realizan artesanías no cuentan con un sistema de energía y una presión de agua adecuado para el correcto funcionamiento. Por esta razón es necesario realizar el diseño de un equipo mecánico que satisfaga las necesidades de los artesanos en el momento de obtener pigmentos, utilizados al tinturar las fibras de cabuya para la realización de las artesanías. Así mismo, se tomó en cuenta un proceso de prueba en el cual se obtiene los pigmentos naturales a base de: remolacha, zanahoria, cúrcuma y varios productos naturales que poseen estas propiedades tintóreas capaces de brindar un tono de color necesario al tinturar la cabuya, así como los distintos procesos previos que se deben realizar como: el lavado de la cabuya, el pigmentado, el secado, y el aumento de mordientes que permiten que la pintura permanezca en la cabuya, tomando en cuenta que relación utilizada debe ser de 2:1, (agua/remolacha). De igual manera, se evidenció que el proyecto es rentable puesto que se definió un VAN de 194.88 y una TIR del 20%.

ABSTRAC

The purpose of this research is the design and construction of a mechanical device to extract vegetable pigments for cabuya fibers through a crushing and screening system. The study will govern with a conceptual approach on plant pigments, mordants and natural fibers, as well as with a historical review of the processes involved in this activity, therefore, viable alternatives for the manufacture of mechanical extraction equipment are identified. natural pigments, taking into account that the places where crafts are made do not have an energy system and adequate water pressure for proper functioning. For this reason, it is necessary to design mechanical equipment that satisfies the needs of artisans when obtaining pigments, used when dyeing cabuya fibers to make crafts. Likewise, a test process was taken into account in which natural pigments were obtained based on: beets, carrots, turmeric and various natural products that have these dyeing properties capable of providing a color tone necessary when dyeing the cabuya, as well as the different previous processes that must be carried out such as: washing the rod, pigmenting, drying, and increasing the mordants that allow the paint to remain on the rod, taking into account that the ratio used must be 2: 1, (water/beet). Likewise, it was evident that the project is profitable since a NPV of 194.88 and an IRR of 20% were defined.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación desarrollo un método mecánico de extracción de pigmentos naturales que sirvan de soporte en lugares en los que realizan artesanías a partir de la fibra de cabuya. Con esto, se espera que el nuevo diseño del sistema produzca beneficios en la fabricación de sus productos mediante la reducción de tiempo, producción y así como su costo.

Según Marrone Luciana [23], hizo un estudio sobre tintes naturales hechos de fibras naturales como seda, algodón, hebra de conejo, hebra de llama, apenas es un componente del valor agregado de productos, también como el centro del proyecto; permite revalorizar técnicas pasadas de tintura, adaptarlas a nuestros tiempos y redescubrir tintes a nuestro alcance.

En Ecuador, la cabuya se cultiva en las provincias de Carchi, Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Cañar, Guayas, Manabí y las demás regiones del país. Se clasifica como una fibra dura, que no es apta para la confección de ropa. Su objeto principal es la producción de sogas y cordeles, y entre las nuevas tendencias ha sido considerada para la producción de papel, colchones, alfombras y tapicería [7]. Se utiliza cada vez más para reforzar materiales compuestos de plástico, un buen ejemplo de los cuales son las piezas de automóviles.

La producción artesanal de artículos de cabuya en Ecuador.; y especialmente en las provincias dedicadas a las artesanías, se vive una profunda crisis económica productiva, que reduce significativamente la cantidad de familias que participan en esta actividad; la que inició su declive a partir de los 70, cuando la Cabuya fue sustituida por otras fibras artificiales, dejando de lado las propiedades textiles y naturales de esta fibra vegetal (biodegradable), que se está volviendo cada vez menos común[16].

En nuestro entorno, las materias primas se procesan manualmente sin la tecnología ni los procesos industriales adecuados, el progreso técnico supera las habilidades de los artesanos, dando como resultado una producción y calidad deficiente de los textiles fabricados, lo que hace que estos productos no puedan competir con sus similares de mayor calidad en el mercado. Por ello, la investigación consiste en someter el material a diferentes procesos para mejorar su aspecto mediante un tratamiento fisicoquímico que permita aprovechar las propiedades textiles que ofrecen sus fibras [16].

Según Torres J. [25] cerca de ciento veinte mil talleres artesanales que aglutinan directamente a cerca de 480.000 artesanos y si se consideran todas las cadenas productivas; suministradores, se está diciendo de un total de dos millones cuatrocientas mil personas, que depende directamente de las actividades vocacionales. Ante los antecedentes mencionados, el propósito de la investigación es acercar al público el proceso de extracción de pigmentos vegetales, que satisface las necesidades de los artesanos para el desarrollo del tinte de fibras de origen natural, mediante el diseño y fabricación de una máquina que cumpla con todas las exigencias y sea eficiente en la producción de estos artículos.

De acuerdo con Palacios y Arévalo [15] la fibra de llama se cultiva en Chocabí en cantidades limitadas y las mujeres artesanas carecen de habilidades para concentrar el tinte. Se llevó a cabo una prueba con cinco plantas que tienen un efecto astringente: chilca, mullaca, nogal, chicoria y capulí. Además, controlan dos sulfuros mordientes: hierro y aluminio. Además, ajustó el pH a niveles alcalinos y ácidos. Creó una paleta de noventa matices que realizó muestras de resistencia a la luz, al lavado y al frote en los hilos teñidos. Para evaluar el cambio de color, la mayoría de los hilos teñidos tuvieron efectos positivos a la escala de grises.

Según Ponce y Morales [27] aseguran que los colores naturales de las fibras utilizadas por las comunidades andinas se mantengan. Puede ser blanco o marrón el algodón, la seda puede ser cremosa, sin embargo, el textil nativo utiliza una variedad de colores para hacer sus prendas, por lo que recurre a tintes para agregar uno o más colores a los hilos.

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar y construir un equipo mecánico de extracción de pigmentos vegetales para tinturado de fibras de cabuya.

Objetivos Específicos

- Establecer el proceso de obtención de pigmentos vegetales, necesarios para tinturado en fibras de cabuya.
- Identificar la alternativa viable para la fabricación de un sistema de extracción de pigmentos naturales, tomando en cuenta las necesidades y restricciones necesarias en su diseño.
- Diseñar un equipo mecánico encargado de la extracción de pigmento vegetal.
- Validar el funcionamiento del equipo mediante la obtención de tintes naturales con el proceso de tinturado en la fibra de cabuya.
- Analizar la viabilidad económica de acuerdo con indicadores financieros como son el TIR y VAN.

CAPÍTULO I

1.1 MARCO TEÓRICO FIBRAS NATURALES Y PIGMENTACIÓN

Este capítulo presenta una recopilación de información basadas en investigaciones realizadas en Ecuador, enfocándose en promover el uso de pigmentos vegetales en la cabuya y mostrar sus beneficios como una alternativa económica a la pigmentación natural.

Estado del arte

Desde la antigüedad, la producción de tintes coloreados utilizando sustancias naturales ha sido una práctica muy extendida en las regiones del mundo. A lo largo del tiempo se han conservado el color en diversas civilizaciones, incluidas la Olmeca, Maya, Azteca y Teotihuacana, también se pueden encontrar en innumerables obras de arte, entre ellas diversas pinturas murales, jarrones y estatuillas bicolors y policromadas. Fragmentos de tejidos que muestran colores y pinturas en prendas ceremoniales [26].

Esta tintura se usó en varios lugares, pero no duraron mucho porque son materiales perecederos. Es difícil encontrar este tipo de prueba arqueológica [26]. Este es una de las formas más antiguas de usar el color en las poblaciones humanas fue la llamada pintura corporal. Esto no se limitaba a funciones ceremoniales, sino que también se integraba en el entorno y actuaba como repelente de insectos.

Cuando los españoles llegaron a América quedaron asombrados por la diversidad y riqueza natural. En este contexto, es importante destacar la relevancia de los tintes, que se convirtieron en un producto de lujo muy caro, sólo superado por el oro y la plata del Nuevo Mundo. También hay evidencia y detalle del interés español por las técnicas de teñido indígenas [9]. El verde, el rojo y el amarillo fueron los colores más comunes. Estos colorantes encontramos en todas las partes de la planta, incluidas en los tallos, las flores, las semillas y las raíces, según la especie [20]. La mayoría de las veces, los tintes no se pueden obtener directamente de la naturaleza, por lo que suele ser inevitable mezclarlo o combinarlo, en ocasiones, tener una variedad de principios vegetales directos.

En la artesanía se utilizan varios colores: azul, verde, rojo, blanco, marrón, amarillo, naranja, negro y morado. Estos pigmentos se extraen de minerales, plantas (como tallos, hojas, semillas y frutos), insectos (cochinilla) y animales (como mejillones) que se encuentran a lo largo del

Golfo Pérsico. Para mezclar los pigmentos se utiliza un aceite llamado "axina", que se puede extraer de insectos criados para este fin. Estos insectos se hierven para extraer aceite de sus cuerpos, que se utiliza como base para barniz o pintura [11].

Dolores Cordero [23], en su artículo Tintes Vegetales en la Artesanía de Panamá, define la palabra tinte como cualquier sustancia capaz de dar un color determinado a otro cuerpo de manera más o menos permanente. Si se desea teñir con sustancias vegetales, debe conocer los tipos de plantas disponibles en el país. Un libro de botánica puede ser útil porque proporciona datos e información gráfica. El jardín botánico es otra fuente de información sobre estas plantas.

También es conveniente probar la fuerza lumínica del color, esto se garantiza la calidad del trabajo y se debe considerar, como dice Let Van de Vrande, que los resultados de los colores difieren a veces, porque las plantas crecieron en diferentes biotipos o en condiciones climáticas completamente diferentes y otras condiciones de los procesos de tintura e incluso una hora del día sorprendente porque [39].

1.1.1 Fibra Natural

Componente fibroso biológico con características, físicas, mecánicas y químicas les dan textura, durabilidad y flexibilidad. La fibra animal son productos que se obtienen de las transpiraciones de glándulas, como: los folículos pilosos, lana, alpaca, etc. La fibra vegetal es compuesta de células con alta resistencia mecánica, y su contenido está compuesto principalmente por celulosa, se relaciona principalmente con la función de plantas [38]. El exceso de contenido de lignina permite que estas fibras soporten el impacto mecánico al que están expuestas durante los procesos de tensión, mientras que la composición química, rica en celulosa, es de difícil absorción para los microorganismos, que respalda su durabilidad, mostrado en la Figura 1.



Figura 1. Fibras naturales (cabuya) [38].

1.1.2 Fibras de fique (cabuya)

El fique fue reconocido como un producto vegetal con diversas aplicaciones artesanales y agroindustriales y un gran potencial para beneficios ambientales, laborales y de ingresos [28]. Con una producción anual de alrededor de 30.000 toneladas, Colombia es el principal productor mundial de esta fibra. Aunque también se cultiva comercialmente en Venezuela, Ecuador y Costa Rica, la producción de fique se estima en 1.000 toneladas anuales, se indica la Figura 2 (Moreno, 2015).



Figura 2. Cabuya [16].

1.1.3 Características y propiedades del fique (cabuya)

Delvasto et al. [10] presentaron algunas propiedades de Cabuya y observaron una gran variación en el diámetro obtenido para indicar el lote e incluso indica el largo de la fibra, mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1 Características de fique (cabuya)

Características	Fique	Media
Diámetro equivalente, (mm)	0,160-0,420	0,240
Densidad aparente, (gr/cm^3)	0,720	

Densidad específica, (gr/cm ³)	1,740	
Absorción de agua (%)	60	
Resistencia máxima a la tensión (MPa)	43-55	51
Elongación última, (%)	9,800	

Se puede observar en la Tabla 1, las características de la cabuya, desde los diferentes tipos de densidades, el porcentaje de absorción, su resistencia, elongación y demás características.

1.2 Tintes Naturales

Desde la prehistoria, se ha practicado el uso de colores naturales con el fin de embellecer y decorar diversos objetos de uso general. Debido a esto, se obtienen propiedades de color de muchas plantas, de las cuales se extraen las propiedades de tinte, lo que condujo a la creación de nuevos colores y el aumento del conocimiento sobre este campo. Morales, A. [13] elimina el uso de recursos naturales con propiedades de color específicas, así como técnicas y procesos de teñido. Como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Tintes Naturales [18].

La producción de tonos sintéticos nuevos se ha vuelto más científica. Como resultado, se olvidaron las técnicas de extracción más antiguas, lo que provocó problemas como la toxicidad y la contaminación (Sánchez, 1984).

Según Jaramillo Hernán [21] muchas de las plantas del continente emitían colores únicos, efectivos y puros. Desde el punto de vista estético, los colores naturales transmiten belleza, pero su brillo no es lo único que llama la atención.

1.2.1 Teñidos vegetales o naturales

Producen colorantes, sustancias reductoras y fijadoras de color. Según Marrone Luciana [21] estas sustancias no se disuelven naturalmente en los agentes no hidrolíticos de la tinta, lo que la convierte en un tinte sustantivo que no requiere fijador ni colorante. se unen a las fibras.

Ahora se utilizan varias plantas para teñir fibras. La aplicación del tinturado se utiliza en: cortezas, flores, hojas, vainas, raíces y semillas. Se observa en la Figura 4.

Según la diseñadora Verónica Buitrón [4] este nuevo auge se debe también a que los cursos de pintura han vuelto como una opción sostenible en el diseño de aulas universitarias internacionales desde hace al menos una década.



Figura 2. Teñido Vegetal o Natural [4].

1.2.2 Plantas Tintóreas

Las plantas tintóreas (PT) contienen compuestos químicos utilizados en los procesos de pigmentación, su conocimiento se remonta a la antigüedad que tienen gran valor cultural y económico para diversos pueblos del mundo. Sin embargo, los tintes sintéticos reemplazan este conocimiento y su uso en el teñido de productos artesanales. Se considera como una planta de la cual se extraen tintes de diferentes colores y de sus diversas partes como raíz, tallo y semillas, tal como se puede apreciar en la representación gráfica proporcionada en la Figura 5.



Figura 3.Plantas Tintóreas[21].

1.2.3 Remolacha (*Beta Vulgaris*)

La remolacha, también conocida como *Beta vulgaris* o remolacha azucarera, antiguo alimento prehistórico que crece natural en las costas de Asia y Europa. La remolacha dulce se cultiva desde la antigua época romana, la elaboración de la hortaliza en el país se ve muy afectada por el desconocimiento sobre su aplicación en el consumidor; se evaluará la posibilidad de dotar a esta hortaliza de nuevas aplicaciones mediante la creación de tintes vegetales [24] que se muestra en la Tabla 2, caracterizando la taxonomía de la remolacha.

1.2.3.1 Selección de remolacha como material principal de trabajo

Si bien son varios los productos de los cuales se puede obtener un tinte que puede ser utilizado en la pigmentación de fibras naturales, se optó por escoger la remolacha como producto base en el tinturado al ser un vegetal de bajo costo y que puede ser encontrado en cualquier lugar de expendio de vegetales además que presenta una al tinturar las fibras al tener un color intenso rojo, facilitando el estudio en la pigmentación de fibras de cabuya.

En la tabla 2 se indica las características de la remolacha para su uso.

Tabla 2 Características taxonómicas [24]

Características	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae, Chenopodioideae
Genero	Beta
Especie	B. vulgaris

Nombre común o vulgar	Remolacha, Betarraga, betabel, remolacha de mesa, remolacha roja
Nombre científico o latino	Beta vulgaris
Origen	Originaria del sur de Europa
Color	Rosáceo, violáceo, anaranjado, marrón

La Tabla 3 muestra las características nutricionales de la remolacha por cada 100 gramos de consumo.

Tabla 3 Características nutricionales [33]

Características	Descripción
Calorías	46 kcal
Azúcares	6,75 g
Fibras	2,8 g
Grasas totales	0,17 g
Colesterol	0 g
Vit. C	4,9 mg
Proteínas	1,61 g
Calcio	16 mg
Magnesio	23 mg
Fósforo	40 mg
Potasio	325 mg
Sodio	78 mg

1.2.3.2 Extracción del colorante

Para extraer el colorante rojo (betacianina) de la remolacha es posible realizar cuatro tratamientos utilizando la remolacha como materia prima, luego se utilizan diferentes métodos para extraerlo, los cuales son [14]:

- **Por secado:** se obtiene un polvo rojo fino utilizando un secador de bandeja y luego se disuelve en un medio líquido.

- **Por presión:** se obtiene la remolacha con cascara, la cual es cortada en trozos pequeños para luego exprimir todo el jugo de esta y finalmente filtrar la tintura.
- **Por lixiviación:** las muestras se colocan en un vaso de precipitación con una cantidad de agua fría en una proporción de 2:1 (agua/remolacha) para extraer el colorante durante 24 h. Este proceso es el de menor resultados obtenidos ya que al esperar 24 horas se presenta una fermentación que produce hongos en el pigmento.
- **Por cocción:** en una olla normal se utiliza una proporción de 1:1 o 2:1 (agua/remolacha), en la proporción 1:1 se corre el riesgo de que el colorante sea absorbido, en cambio en la relación 2:1 se obtiene de mejor manera el colorante ya que la remolacha no absorbe y presenta mayor color.

1.2.3.3 Obtención de colorante por cocción

Para la obtención del colorante por cocción se realiza el siguiente proceso.

- **Pesado:** se utiliza una balanza para pesar la materia prima y calcular el peso de la remolacha que se necesita para el tratamiento.
- **Corte:** se procede a realizar cortes a la remolacha en trozos pequeños, se lo realiza manualmente con la ayuda de un cuchillo.
- **Cocción:** se realiza en una cocina, la remolacha mezclada con agua tomando en cuenta que debe ser una relación 2:1 (agua: remolacha).
- **Trituración:** con la ayuda de una licuadora o maquina industrial se procede a triturar la remolacha por completo.
- **Filtración:** con la ayuda de un tamiz se procede la filtración de la cocción obteniendo el colorante.
- **Evaporación:** tiene como objetivo alcanzar una mayor concentración del colorante, se lo realiza hasta alcanzar un volumen del 50% del peso del producto utilizado.

1.2.4 Colores obtenidos de plantas vegetales

Luego revela los tintes naturales obtenidos de plantas, verduras, frutas, y los colores derivados de sus respectivos elementos. Se puede lograr cualquier color sin desperdiciar pieles, hojas, frutas y verduras en mal estado que se pueden usar para hacer tintes [14].

1.2.4.1 Amarillo

Mango, diente de león, cúrcuma, girasoles, granadas, cártamo, brezo, zumaque y abedul. Pimentón, apio, narcisos o dalias, Se muestra en la Figura 6 para dar un tono dorado [14].



Figura 4. Color amarillo cúrcuma [14].

1.2.4.2 Naranja

Para un naranja fuerte, agregue calabacines, zanahorias, azafrán y hojas de eucalipt, mostrado en la Figura 7.



Figura 5. Color naranja zanahoria [14].

1.2.4.3 Rojo

Como se muestra en la Figura 8, zumaque, diente de león(raíz), escaramujos, capulí, remolacha, palo de Brasil. (Bengar, 2015).



Figura 6. Color rojo remolacha [14].

1.2.4.4 Rosa

El gran abeto contiene peonías, remolacha(raíz), cerezas, frambuesas, líquenes, corteza y fresa. Un color más brillante, agregue jugo de limón y sal a las camelias. Indicado en la figura 9.



Figura 7. Color rosa [14]

1.2.4.5 Púrpura y violeta

Saúco, mora y berenjena para un morado oscuro profundo. Mostrado en la Figura 10. (Bengar, 2015).



Figura 8. Pigmento de mora [14]

1.2.4.6 Verde

El té matcha, la echinacea, la acedera, las alcachofas, espinaca, lilas. La hierba, la raíz de agracejo, las hojas de durazno producen un color amarillo verdoso. Como se muestra en la Figura 11 [25], los lirios y la cebolla se colorean para un verde claro



Figura 9. alfalfa(pigmento) [14].

1.3 Tinción

La variación de productos químicos o un vínculo físico en medio de la tela y el tinte es lo que hace posible este proceso [18]. Dependiendo del tejido y acabado deseado, se utiliza una amplia gama de colores y métodos.

1.3.1 Diferentes tipos de tinciones

1.3.1.1 Directo

Remojar la fibra con el tinte en agua, y se conoce el potencial tintóreo de la especie. Este método se usa con mayor frecuencia con los líquenes, porque su tallo o cuerpo contiene una gran cantidad de ácidos que cumplen una función que potencializa el color.

1.3.1.2 Premordentado

Se conoce como el proceso donde antes del teñido, las fibras se preparan con colorantes, lo que facilita la absorción y fijación de estos. Para esto, se empieza agregando un mordiente en agua para que mediante el calor llevarla a su punto de ebullición y luego sumergir por un lapso de una hora a la fibra húmeda. Se suele utilizar esta técnica con las plantas.

1.3.1.3 Postmordentado

El procedimiento se lleva a cabo después del teñido. Primero se tiñe la fibra directamente, luego se sumerge en otro baño para tintes. El propósito de este procedimiento es cambiar el color obtenido durante el teñido o fortalecer la resistencia al lavado y a la luz.

1.4 Mordientes o Fijadores

La palabra latina "morderé", que significa "morder" o "atrapar", es la fuente de la palabra mordiente. El tinte se aplica a cualquier sustancia natural o sintética para agregar color a la lana o la fibra sintética. Las sales metálicas simples conocidas como mordientes favorecen a unir los tintes a las fibras. La sal se adhiere a las fibras y los colorantes a las sales metálicas. El proceso que sigue un mordiente empieza con el fijado del tinte a la fibra, luego hace que se intensifique o atenúe y finalmente le da estabilidad al color.

Los mordientes se utilizan para adherir los tonos de color, incluyendo el sulfato de aluminio (alumbre), el sulfato de cobre, la alcarraposa, limón, cenizas, sal en grano, el vinagre y la miel. En la Figura 12, se puede apreciar un ejemplo de mordientes, para tener una idea de su color y forma.



Figura 10. Mordientes [28].

1.5 Síntesis del capítulo

En este apartado, se expone el resumen del capítulo mediante la estructuración de mapas conceptuales que sintetizan conceptos, propiedades, características y ejemplos de tintes naturales, colores de las plantas, tipos de tinciones y mordientes; de los cuales se trató a detalle en este capítulo.

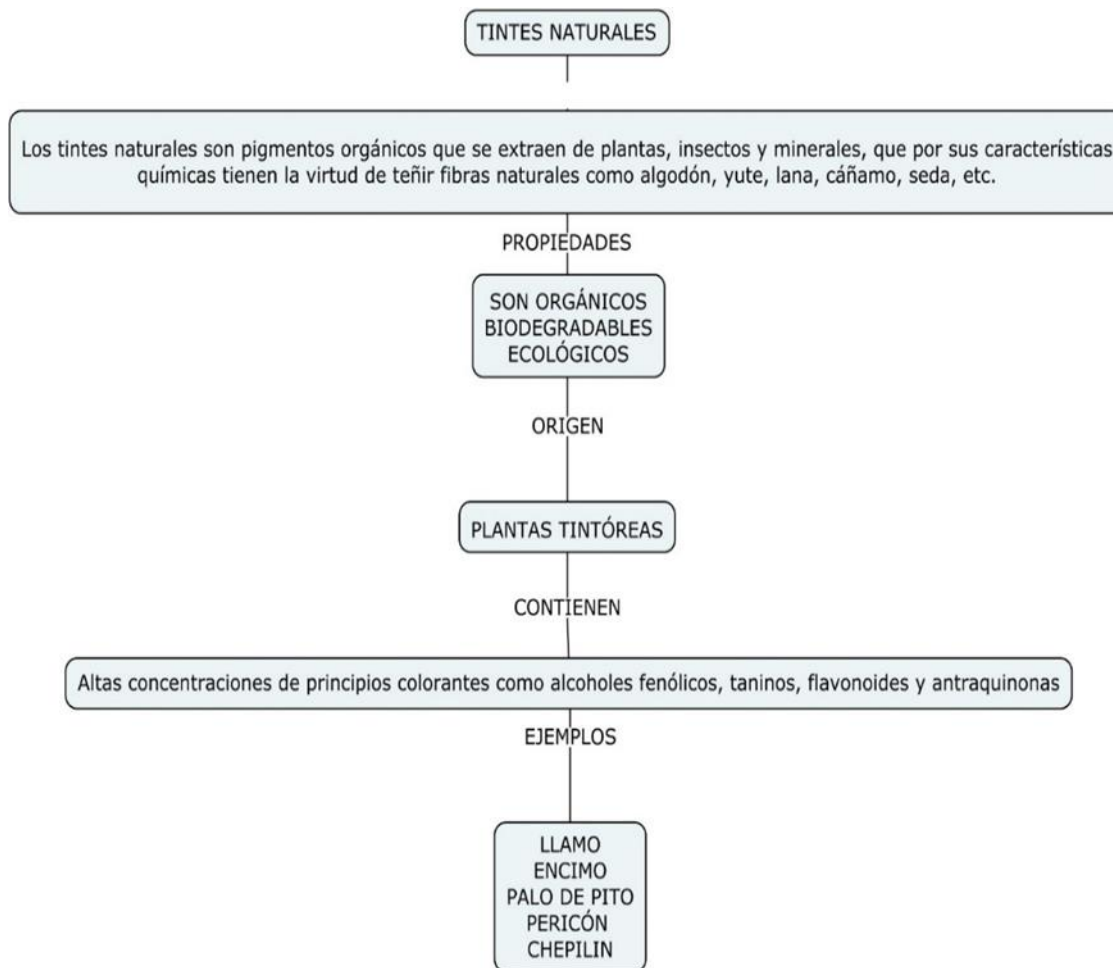


Figura 11 Tintes naturales.

En la Figura 13, se expone un mapa conceptual que trata sobre los tintes naturales, su concepto, propiedades, origen y ejemplos. La imagen pretende dar a conocer la importancia de estos recursos para que el lector tenga una orientación conceptual del tema.

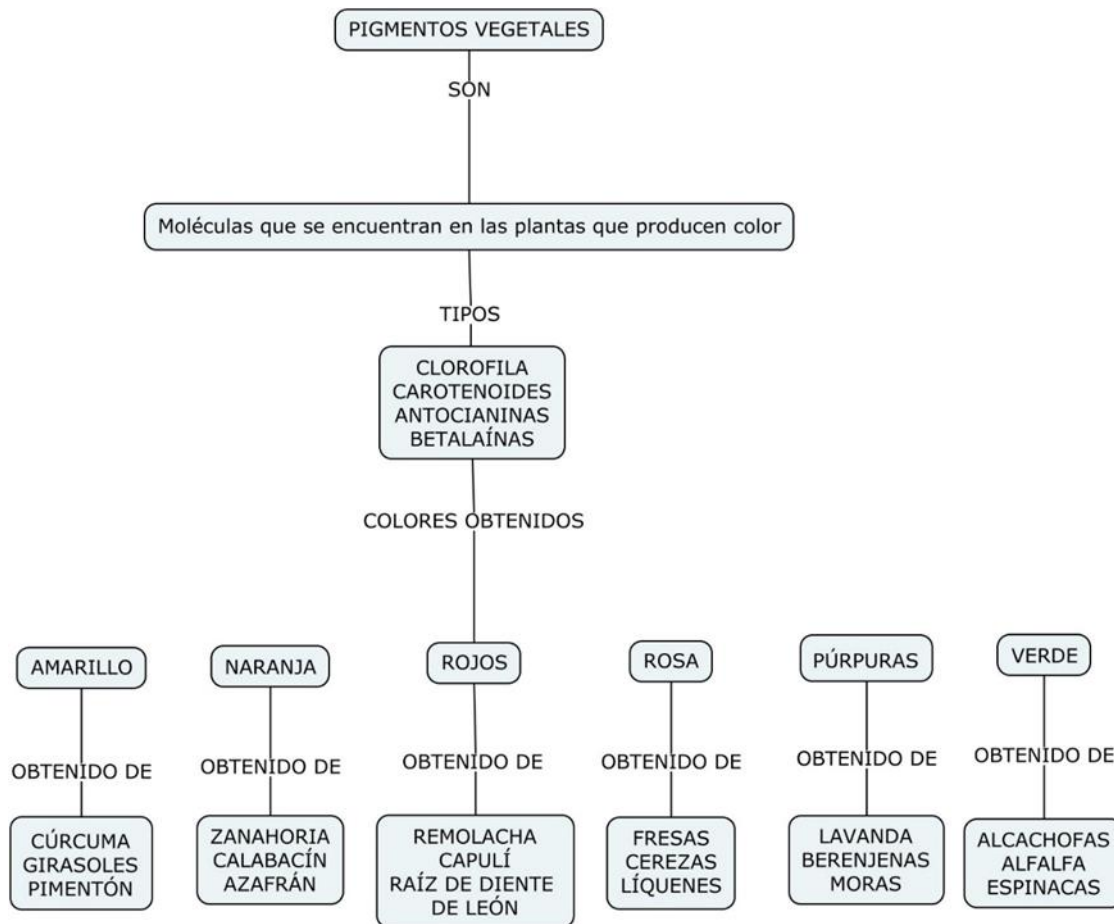


Figura 12 Colores en las plantas vegetales.

En la Figura 14 se expone lo que es un pigmento vegetal, su procedencia y los diferentes tipos de colores que se pueden obtener de las plantas y vegetales. Esta información es importante debido a que indica la proveniencia del color y de esta forma se asocia el color con la planta del que se extrae.

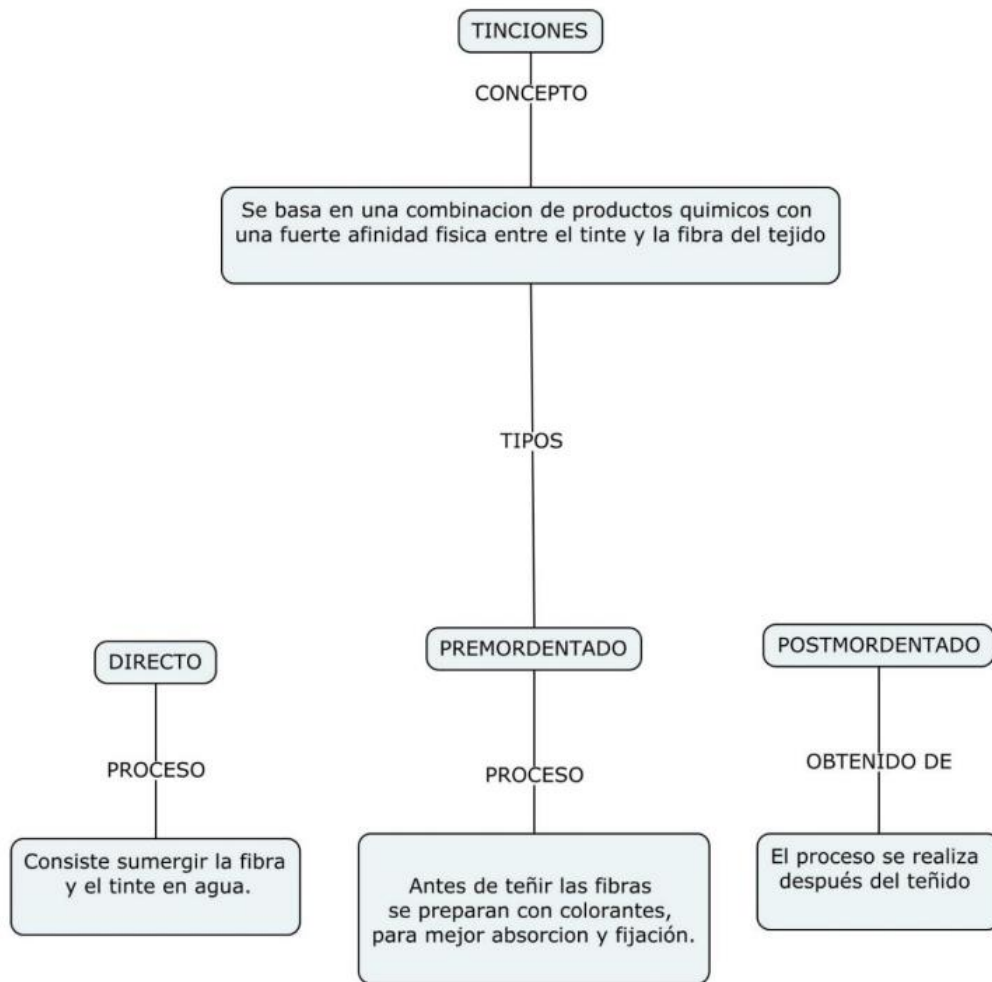


Figura 13 Tipos de tinciones.

La Figura 15 muestra el diagrama conceptual de tipos y definiciones de tintes existentes en la industria del teñido. Estos datos son relevantes ya que se expone el proceso que sigue el teñido de las fibras y de esta forma se conocen las sus fases y características que permiten diferenciarlos.



Figura 14 Mordientes o fijadores.

Por último, en la Figura 16, se presenta el concepto de mordientes o fijadores y los ejemplos más comunes utilizados en la industria. Con esta información es posible recordar la función de un mordiente y distinguir cual se puede ser usado en el proceso de teñido de fibras vegetales.

Resumen del capítulo

El capítulo I denominado marco teórico sobre fibras naturales y pigmentación, trata sobre los diferentes conceptos de fibra natural, enfocándose especialmente de la cabuya. Según la recopilación de datos, se basa en investigaciones acerca de la temática y pretende promover el uso de pigmentos vegetales en la cabuya sobre los tintes naturales, definiciones, propiedades, origen y ejemplos, de igual manera lo que es el pigmento vegetal, su procedencia y los diferentes tipos de colores que se pueden obtener de las plantas y vegetales, también el concepto y los diversos tipos de tinciones existentes en la industria del teñido y de mordientes o fijadores estudiando los ejemplos más utilizados en este tipo de industria.

CAPÍTULO II

ALTERNATIVA VIABLE PARA LA FABRICACIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES

Este capítulo presenta algunas especificaciones consideradas para la fabricación y diseño de las máquinas para el uso dentro de talleres de tratamiento y tintura de Cabuya. Debido a que los artesanos trabajan en áreas donde hay escasez de servicios, como el sistema eléctrico, el sistema de agua potable y el personal encargado del trabajo, es crucial conocer qué factores influyen.

2 Requerimiento de máquinas de uso artesanal

En un recorrido por los lugares dedicados a la elaboración artesanal de fibras cabuya, es posible descubrir que la mayoría de los talleres artesanales no cuentan con la tecnología necesaria para el trabajo automático debido a la falta de un sistema eléctrico trifásico, sistema de agua potable adecuado, se debe excluir la operación de un sistema mecánico de tecnología superior, como un sistema hidráulico o neumático.

Por ello, trata de realizar una operación mecánica que se adapte a las condiciones y lugares de trabajo de los artesanos.

2.1 Sistema neumático

Un sistema de aire comprimido incluye componentes como válvulas, mangueras asistidas por aire comprimido, actuadores y compresores. Conforme se muestra en la Figura 17, el sistema incorpora conductos y necesita un sistema de reciclaje para su operación [1].

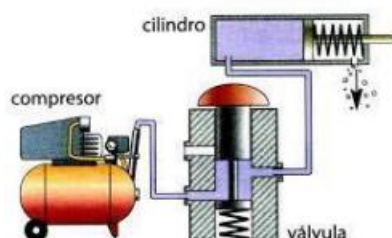


Figura 15. Sistemas Neumáticos [1].

2.1.1 Característica del sistema neumático

Compuestos por los elementos:

- Compresor
- Tanque de aire
- Interruptores que permiten o bloquean el gas
- Válvulas reguladoras de presión
- Sistema de filtro
- Conductos de aire comprimido y mangueras
- Actuadores
- Medidores de Presión

Los sistemas neumáticos funcionan mediante conexiones entre componentes, lo que explica su función es necesario describir sus componentes y su participación en el proceso [1].

2.1.2 Funcionamiento de las partes del sistema neumático

Los sistemas neumáticos constan de diferentes grupos de cadenas de componentes [1]. Los componentes forman una ruta que transmite la señal de comando desde el lado de la señal (entrada) al lado de operación (salida) mostrado en la Tabla 4

El sistema de neumático tiene los siguientes elementos.

- Procesadores
- Sensores
- Abastecimiento de energía
- Actuadores

2.1.3 Partes del sistema neumático

En la Tabla 4 se describe las funciones y componentes básicos del sistema neumático que utiliza aire comprimido, donde el compresor desempeña la función de comprimir el aire para aumentar la presión, y luego hay un tanque de aire para mantener el aire a alta presión y enfriarlo a

temperatura ambiente, seguido de un sistema de filtración que elimina la humedad del aire. La válvula reguladora de presión controla la distribución de presión y finalmente, el circuito neumático se puede cerrar o abrir, es sumamente importante para el correcto funcionamiento del sistema [1].

Tabla 4 Partes del sistema neumático [1].

Partes del sistema Neumático	Funcionamiento
	Es el responsable de absorber el aire y lo comprime para aumentar la presión de éste.
Compresor	Es el encargado de retener el aire a alta presión que produce el compresor y deja enfriar este aire a temperatura ambiente.
Depósito de aire	Suele estar ubicado en la salida del depósito y cumple la función de remover la humedad del aire.
Sistema de Filtro	Este sistema es esencial para garantizar un buen funcionamiento del sistema neumático, así como también para la preservación de cada una de las partes
Válvulas reguladoras de presión	Como su nombre lo indica, regulan y controlan la distribución de la presión.
Circuitos neumáticos	Hay circuitos cerrados y abiertos. Los circuitos cerrados garantizan el flujo de aire y ahorra energía, mientras que los circuitos

abiertos actúan más por la presión que por el flujo de aire.

2.2 Sistema hidráulico

Un sistema hidráulico constituye una disposición de componentes interconectados que facilitan el transporte de fluido. Este sistema desempeña funciones diversas, como la medición del flujo del fluido (como en las tuberías de refrigeración en sistemas térmicos) y la regulación de la presión del fluido (mediante impulsores hidráulicos). Se vale de fluidos a presión para controlar maquinaria y movilizar partes mecánicas [3]. Este tipo de sistema hidráulico se aplica en diversos entornos industriales, así como en equipos de construcción y vehículos, como se ilustra en la Figura 18.



Figura 16. Sistemas Hidráulicos [3].

2.2.1 Componentes del circuito hidráulico

Los circuitos hidráulicos tienen tres partes independientes: el grupo de desarrollo del sistema de control, el actuador y la presión. El empuje es el órgano móvil que transmite fuerza al actuador para completar el trabajo, tal se observa en la Figura 19[3].

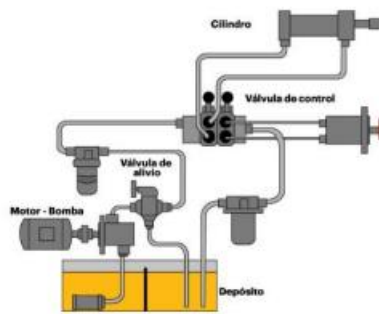


Figura 17. Circuito Hidráulico [3].

Cada elemento de un equipo hidráulico tiene ciertas características que deben ser conocidas para deducir el funcionamiento del equipo. En los siguientes apartados se describen las características del sistema.

2.2.2 Características del sistema hidráulico

Las características de los sistemas hidráulicos se resumen de la siguiente manera Fuente especificada no válida.:

- El cambio de velocidad es continuo simple y posee extenso rango de velocidad.
- Existe un correcto rendimiento de control. También se pueda adaptar a otros medios de control como los mecánicos o eléctricos, en especial cuando intervienen procesos eléctricos.
- Confianza en la acción y bien rendimiento operativo.
- Flexibilidad adecuada en la estructura y características del sistema.
- Uso de componentes estándar para formar bucles que pueden completar funciones complejas.

2.2.3 Funcionamiento de las partes del sistema hidráulico

- El depósito es el lugar donde se almacena el fluido hidráulico del sistema y sirve como fuente de aspiración para la bomba hidráulica. El filtro hidráulico se encarga de eliminar la suciedad y el aire del fluido, esto ayuda a expandir la vida útil del equipo. La bomba

hidráulica realiza la conversión de energía mecánica en hidráulica, tomando energía de una fuente y enviando el flujo a través del sistema [19]

- Las válvulas son dispositivos que controlan el flujo del aceite hacia el sistema hidráulico y regulan la dirección, el antirretorno, la presión y el caudal del fluido. Además, la red de distribución es un sistema de ductos que se utiliza para conducir el fluido por todo el sistema, y debe tener un sistema antirretorno [19].
- Los actuadores son dispositivos automáticos que funcionan con el fluido energía mecánica producida por la presión del fluido. Hay actuadores de alta y baja presión que se utilizan para la automatización, y pueden ser de movimiento lineal o rotativo [19].

2.2.4 Partes del sistema hidráulico

Un sistema hidráulico se compone de varios componentes fundamentales: el depósito, que almacena y elimina el aire y el calor del fluido; el filtro hidráulico, que protege el fluido de la suciedad y actúa como reserva de fluido; la bomba hidráulica, que transforma la energía mecánica en hidráulica y envía el fluido a otros lugares del sistema; las válvulas, controlan y dirigen el flujo; y la red de distribución, que Como se muestra en la Tabla 5, estos componentes garantizan el rendimiento óptimo del sistema y prolongan su vida útil [19].

Tabla 4 Elementos de un sistema Hidráulico [19]

Componente	Descripción	Aplicación
Depósito	Es un depósito de aspiración e impulso del sistema de bombeo.	Debe eliminar el calor y separar el aire del fluido.
Filtro Hidráulico	Generalmente fabricado de placas de acero rolando en frío para hacerlo a prueba de polvo y fugas.	No debe dejar entrar la suciedad externa. Obviamente, también sirve de almacén y reserva del fluido.
Bomba Hidráulica	Convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Toma energía de	Se empieza para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen

	una fuente. Toma el flujo del sistema y lo envía como flujo.	externo e interno, preservando la vida útil de los componentes del equipo.
Válvulas	Dispositivo que encausa, dirige o bloquea el flujo del aceite hacia un sistema hidráulico, impide el retroceso de un fluido de circula por un conducto.	Son las encargadas de regular el paso del fluido desde las bombas hacia los actuadores y las hay para distintos propósitos; de dirección, de antiretorno, de presión y de caudal
Red de Distribución	Sistema de ductos en los que se conduce el fluido, debe tener sistema antiretorno. El material utilizado suele ser de acero o plástico reforzado.	Transporta el fluido a lo largo del sistema. Debe mantener la presión y velocidad del fluido en todos los puntos del circuito.
Actuadores	Dispositivos automáticos que funcionan por medio del fluido. Los hay de alta y baja presión, y son utilizados para la automatización.	Transforma la energía de presión del fluido en energía mecánica. Los hay de movimiento lineal y rotativo.

2.3 Sistemas Mecánicos

En ingeniería y tecnología existen diversos dispositivos y máquinas que permiten transformar diferentes tipos de energía. Para convertir una velocidad en otra, se emplean poleas, engranajes o transmisiones para cambiar la relación de velocidad entre dos objetos en movimiento. Las palancas, poleas o sistemas hidráulicos se utilizan para transformar una fuerza en otra, aumentando o disminuyendo la fuerza aplicada en un punto específico. Para cambiar la trayectoria de un movimiento se emplean mecanismos de leva y seguidor, o sistemas de bielas y manivelas para transformar un movimiento de rotación en uno de traslación o para cambiar la dirección del movimiento [17]. Finalmente, la conversión de una energía en otra se logra mediante máquinas que utilizan principios de conversión de energía, como la generación de energía cinética a partir del viento en una turbina eólica. [17] como se muestra en la Figura 20. Un mecanismo es un conjunto de elementos, interconectados por articulaciones móviles, cuyas tareas son [17].



Figura 18 .sistemas mecánicos [17]

Dependiendo de cuantos elementos tenga el mecanismo puede ser clasificados de la siguiente manera:

- **Simple:** si tienen dos componentes de enlace.
- **Complejo:** cuando hay dos o más elementos de referencia

Esto determina los sistemas mecánicos.

Un sistema mecánico o máquina es un conjunto de mecanismos que transforman velocidad, trayectoria, fuerza o energía a través de una serie de transformaciones intermedias [36].

2.3.1 Características del sistema mecánico

Esto describe tres tipos de movimiento. La rotación o giro se refiere al movimiento alrededor de un eje central, como por ejemplo una rueda. alterno, un movimiento pendular hacia adelante y hacia atrás; Hay movimiento lineal, que se refiere a un movimiento recto y continuo en una dirección, indicado en la Figura 21[39].

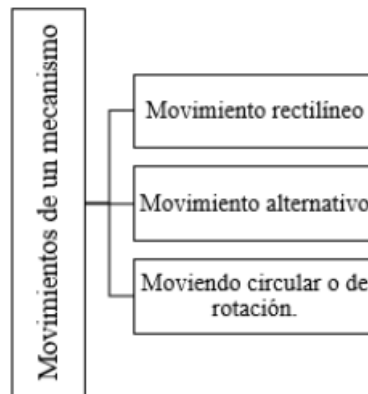


Figura 19. Movimiento de un mecanismo [39].

2.3.2 Tipos de sistemas mecánicos

- **Sistema de entrada:** obtiene energía de entrada que se convierte o transfiere. [36]
- **Sistema receptor o salida:** el objetivo del sistema mecánico es realizar el trabajo utilizando la salida del sistema transmisor [36].
- **Sistema transmisor:** Dispositivo que puede cambiar la energía de un motor en los automóviles, este sistema consta de un eje de transmisión, un embrague y una caja de cambios [36].

2.4 Tabla de comparaciones

En la tabla se realiza la comparación entre tres posibilidades de máquinas existentes en la obtención de pigmentos naturales, tomando en cuenta los talleres artesanales se analiza los siguientes parámetros, costo, producción y energía suministrada, mostrado en la Tabla 6.

Tabla 5 Tabla de sistemas diferentes.

Descripción	Tiempo	Costo	Producción	Energía
Hidráulica		100000	30-100 Ton	380 V
Neumática	1 hora	260000	20-100 Ton	380 V
Mecánica		600	48 galones	110 V

Considerando las horas de operación de los tres sistemas propuestos, se puede observar que el nivel de producción y los costos tanto de los sistemas neumáticos como hidráulicos son demasiado elevados, debido a que su corriente no supera los 110 V. en los talleres artesanales, se elige un sistema mecánico con el objetivo de construir un equipo de extracción de pigmentos, que ayude a reducir tiempo y costo.

2.4.1 Valoración de los parámetros de selección

La tabla muestra la evaluación de las alternativas presentadas a través del método de asignación directa, donde cada alternativa recibe una calificación del 1 al 3, siendo 1 la más baja y 3 la más alta mostrado en la Tabla 7.

Tabla 6 Valoraciones de parámetros.

Parámetro		Valor numérico
Tiempo	Bajo (10 minutos)	1
	Medio (15 minutos)	2
	Alto (20 minutos)	3
Costos	Bajo	1
	Medio	2
	Alto	3
Producción	Bajo	3

	Medio	2
	Alto	1
	Bajo	1
Energía	Medio	2
	Alto	3

2.4.2 Selección de alternativas

En la tabla se da la opción más adecuada, esta opción se elige teniendo en cuenta los parámetros de la tabla, que mejor se corresponden con las necesidades y objetivos presentados en este trabajo de título, considerando que trata de satisfacer las necesidades del máster. talleres dedicados a la producción de artesanías a base de cabuya. Las opciones 1, 2 y 3 corresponden al uso de sistemas hidráulicos, neumáticos y mecánicos como indica en la Tabla 8.

Tabla 7 Selección de alternativas.

Parámetro	Hidráulica	Neumático	Mecánico.
Costo	3	2	1
Tiempo	2	2	2
Producción	1	1	2
Energía	3	3	1
Total	11	10	6
Índice porcentual (%)	40,74	37,04	22,22

En la tabla mostrada con anterioridad se somete a comparación, los tres posibles sistemas que podría ser utilizados al momento de pigmentación de fibras naturales.

Al evaluar cada parámetro de opción en la tabla, se determina que la mejor opción es utilizar la opción mecánica, la cual expresa un 22.22% como porcentaje de acuerdo con la tabla. Esto permite definir que la opción mencionada permite satisfacer las necesidades expresadas en los

objetivos de este estudio, además de crear un contraste en cuanto al diseño y eficiencia de este sistema propuesto.

Resumen del capítulo

El capítulo II, denominado “alternativa viable para la fabricación de un sistema de extracción de pigmentos naturales”, trata acerca de las principales especificaciones que se deben tener en cuenta al momento de la fabricación y diseño de máquinas para el uso dentro de talleres de tratamiento y tintura de Cabuya, para esto también se tendrá en cuenta los tipos de mecanismos y se elaboró la tabla de comparaciones, así como la valoración de los parámetros y el análisis de las alternativas a ser consideradas.

CAPÍTULO III

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECÁNICO ENCARGADO DE LA EXTRACCIÓN DE PIGMENTO VEGETAL

Para la construcción y diseño de la máquina fueron considerados diferentes criterios como lo son:

- **Eficiencia e higiene:** fue diseñada para funcionar de manera eficiente y efectiva con un proceso de trituración que permita extraer la mayor cantidad de pigmento en el menor tiempo posible. Fue diseñada con materiales resistentes y de alta durabilidad, fáciles de limpiar y mantener en condiciones adecuadas para evitar la contaminación de los pigmentos.
- **Seguridad y durabilidad:** se diseñó para minimizar los riesgos para el operador y cumplir con las normas de seguridad aplicables. Esto incluye las características de las protecciones de seguridad y sistema de apagado. Se la diseñó con materiales resistentes como lo es el acero inoxidable y el aluminio con el fin de soportar el uso constante y prolongado. También con el objetivo de que pueda resistir a la corrosión causada por el proceso de trituración y la exposición a la humedad.
- **Facilidad de uso:** la máquina es de fácil uso y tiene controles simples. El sistema de alimentación permite un flujo de energía uniforme y constante.

3.1 Partes de la máquina

La máquina de extracción de pigmentos consta de varios componentes como son: Volante, perno para presión, boca de suministro de material, tanque de acero inoxidable y estructura como se indica en la Figura 22.

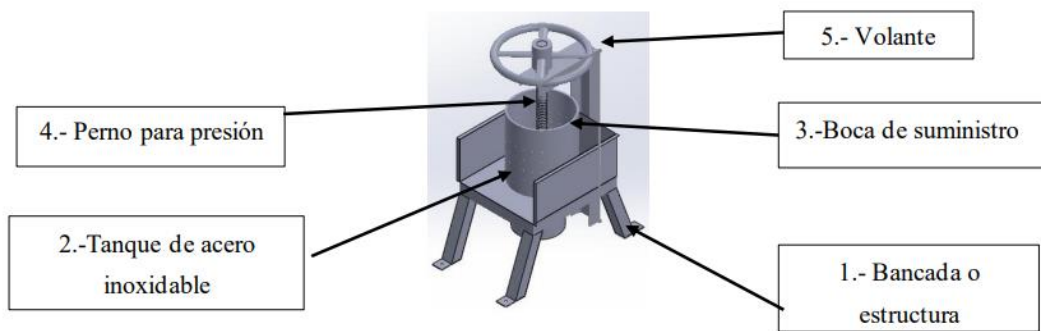


Figura 20 partes de la máquina de extracción de pigmentos.

3.1.1 Elementos de la máquina de extracción de pigmentos naturales

En la Tabla 9 se indica el material y las especificaciones utilizados, en la fabricación de la máquina, dependiendo del trabajo al que va a ser expuesto cada pieza que se indica en la Figura 22.

Tabla 8 Partes de la Maquina de extracción de pigmentos.

Partes	Material	Especificaciones
1.- Bancada o estructura	Tubo negro ASTM A569	Puede ser soldado para fabricar piezas estructurales.
2.-Tanque	Acero inoxidable AISI 316	Resistente a la corrosión por lo que es apto en el trabajo con alimentos.
3.-Boca de suministro	Acero inoxidable AISI 316	Resistente a la corrosión por lo que es apto en el trabajo con alimentos.

4.- Perno de presión.	Acero inoxidable AISI 303	Acero con cantidad de azufre alta por lo que es fácil de mecanizar.
5.- Volante	Acero inoxidable AISI 303	Acero con cantidad de azufre alta por lo que es fácil de mecanizar.

3.1.2 Propiedad mecánica del material utilizado

En la Tabla 10 se especifica las propiedad mecánicas y físicas, del material usado para la elaboración de la máquina de extracción de pigmentos.

Tabla 9 propiedades mecánicas del acero 316.

	Resistencia a la tracción (MPa) \geq	0.2% límite de elasticidad, \geq (MPa)	Elongación en 50 mm, (%) \geq	Reducción de área (%)	Dureza (HBW) \leq	Condición
AISI 316	580	290	50		79 HRB	Hoja de acero recocido
	550	240	60	70	712	Barra recocida
	620	415	45	65	275	Barra recocida

La propiedad física del acero inoxidable 316 indicado en la Tabla 11.

Tabla 10 propiedad física del acero 316.

ACERO INOXIDABLE 316	
PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad	8.03 g/cm ³
Punto de fusión	1370-1398 °C
Calor específico	500J/(kg·K) a 20 °C
Resistividad eléctrica	0.74 μΩ·m (20°C)
Permeabilidad magnética	1.02 (Aproximado)
Módulo elástico.	193 GPa (28×10 ⁶ psi)
Difusividad Térmica	4.05 mm ² /s
Coeficiente de conductividad Térmica	12.1(20 °C)
	16.3(100°C)
	21.5(500°C)
Coeficiente de dilatación lineal	15.9(20-100°C)

16.2(20-300°C)

17.5(20-500°C)

Tabla 11 Propiedad Mecánica del acero 303.

Resistencia a Punto Cedente 0.2% compensación		Resistencia a la Tensión		Elongación en 2 in., %	Dureza
psi (min)	(MPa)	psi (min.)	(MPa)	% (min)	(Max.)
45,000	310	85,000	586	50	202 (HBN)

Tabla 12 Propiedad Física acero 303.

ACERO INOXIDABLE 303 PROPIEDADES FISICAS.	
Densidad	0.285 lbs/ <i>in</i> ³ 7.89 g/ <i>cm</i> ³
Calor específico	0.12 BTU/lb-°F (32 – 212°F) 502 J/kg-°K (0 – 100°C)
Módulo de elasticidad	28.0 x 106 psi 193 GPa
Conductividad térmica	112 BTU/hr/ft2/ft/°F 16.2 W/m-°K
Punto de fusión	2500 – 2590°F 1480 – 1530°C
Resistividad elasticidad	28.3 Microohm-in at 68°C 72.0 Microohm-cm at 20°C

Teniendo en cuenta las propiedades del Acero inoxidable AISI 316 anteriormente analizadas, se tomó en consideración el espesor de 5 mm con el que viene las láminas propiamente dichas, puesto que, permite brindar la durabilidad, resistencia y se encuentra acorde a la capacidad requerida para el proceso. De igual manera, fue seleccionado debido a que el material es apto para el contacto con alimentos. Además, debido a la fuerza ejercida al momento del funcionamiento, sus propiedades y características, son aptas y permiten cumplir con el propósito para el cual fueron diseñadas.

3.1.3 Bancada o estructura

La bancada o estructura es un sistema estructural fijo de la máquina, caracterizado por la rigidez como principal parámetro. Los bancos son típicos para máquinas donde las deformaciones estructurales pueden afectar la precisión del trabajo realizado. Ubicado la parte inferior de la máquina. Sobre esta se coloca la estructura y se ha considerado ciertos requisitos importantes para el diseño y fabricación, tales como la disposición adecuada de los elementos y la consideración del peso y las fuerzas involucradas del trabajo a realizar. Al elegir los materiales para construir la máquina, se consideró que el hierro fundido es uno de los materiales más utilizados debido a su gran resistencia al desgaste ayudó a mejorar la precisión de los cortes y dar forma a la máquina. La estructura es mostrada en la Figura 23.

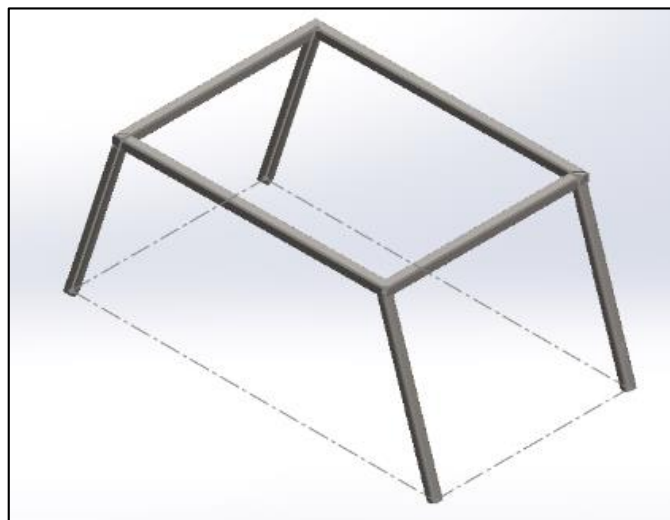


Figura 21 Bancada o estructura isométrica.

3.1.4 Tanque de acero inoxidable

El tanque de agua es la parte superior de la máquina y se utiliza para agregar la cantidad necesaria de agua para la producción de pigmentos. Tiene una tapa hermética que se abre y cierra fácilmente para su llenado y la limpieza creado de acero inoxidable de 5 mm de espesor, tiene agujeros de 2.5 mm de radio que actúan como colador que separa la parte líquida de los restos vegetales, obteniendo así pigmentos naturales mostrado en la Figura 24.

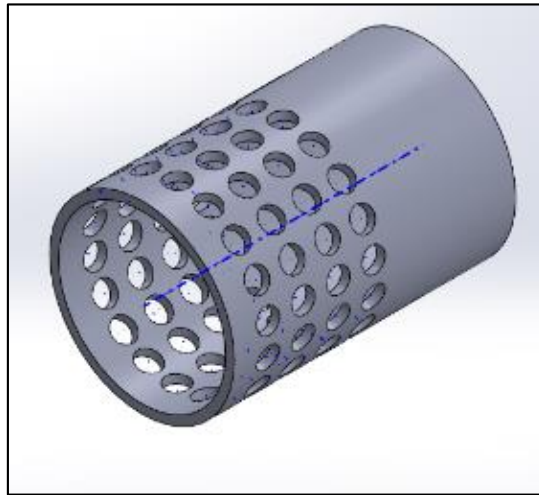


Figura 22 Cilindro en acero inoxidable.

3.1.5 Boca de suministro de materia prima

Para garantizar un proceso eficiente y fluido en la máquina, es esencial que el suministro de materia prima, es decir, los vegetales que se van a triturar para extraer el pigmento, sea fácilmente accesible. Para ello, se recomienda colocar un tanque en un lugar cercano a la máquina, preferiblemente a la misma altura para evitar problemas de flujo.

El tanque es muy grande para añadir una cantidad adecuada de vegetales, pero no tan grande que dificulte su manejo. La tapa de acero inoxidable es esencial para evitar que los vegetales se derramen por la parte superior de los tintes extraídos en la máquina y para evitar la entrada de impurezas y contaminantes.

Es importante que los vegetales se laven y se sequen bien antes de ser colocados en el tanque, para mantener el estado en la máquina, lo que podría causar daños y problemas en el proceso de trituración. Se recomienda hacer inspecciones regulares al tanque y la tapa para asegurarse de que estén en buen estado y no haya riesgos de contaminación.

3.1.6 Volante y perno para presión

El volante, que es un disco giratorio, se utiliza para aplicar una fuerza rotativa al sistema mecánico y, de este modo, se logra que la máquina funcione adecuadamente. Por otro lado, el perno, que es una pieza de metal que se puede apretar o aflojar mediante un tornillo, se utiliza para ajustar y presionar los productos insertados en la máquina. Al ajustar el perno, se puede controlar la cantidad de presión aplicada a los productos, lo que permite obtener resultados precisos y de alta calidad en el proceso de extracción de pigmentos. En conjunto, el volante y el perno son componentes esenciales de la máquina y permiten un funcionamiento eficiente y controlado del proceso de extracción de pigmentos como se muestra en la Figura 25.

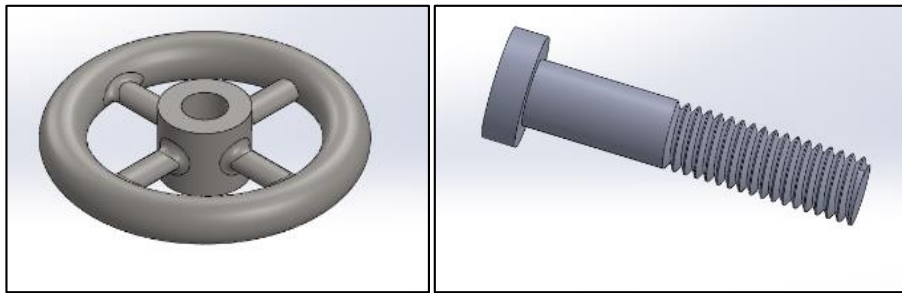


Figura 23 volante y perno de presión.

3.2 Simulaciones en volante y perno

3.2.1 Simulación de Cargas del volante y perno

En la simulación realizada mediante un software especializado de diseño SolidWorks se indica el Von mises, desplazamiento y factor de seguridad obtenido con la aplicación de una carga externa de 50 kg la cual es la fuerza necesaria para poner en funcionamiento el volante de la máquina.

3.2.2 Von mises o Tensión

En la Figura 26 se indica que la mayor tensión obtenida esta aplicada en la parte de la rosca la cual tiene un valor que está dentro de los parámetros adecuados en el funcionamiento de la máquina.

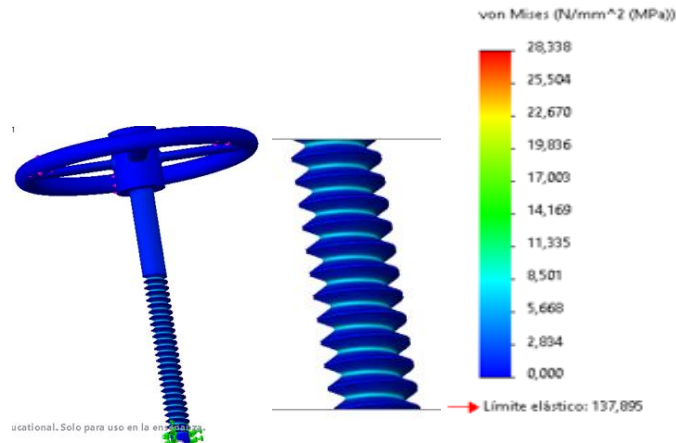


Figura 24 Tensión.

3.2.3 Desplazamiento

En la Figura 27 se indica el desplazamiento realizado por el volante al ser sometida a una fuerza externa de 50 kg comprobando su correcto funcionamiento.

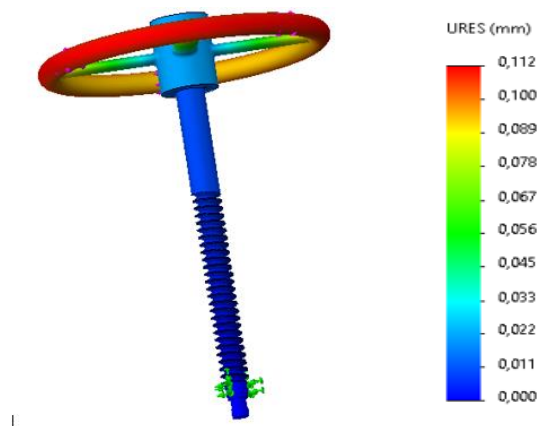


Figura 25 Desplazamiento.

3.2.4 Factor de seguridad

En la Figura 28 es representado el factor de seguridad con el que trabaja el volante y su correcto funcionamiento aplicando una fuerza de 50kg.

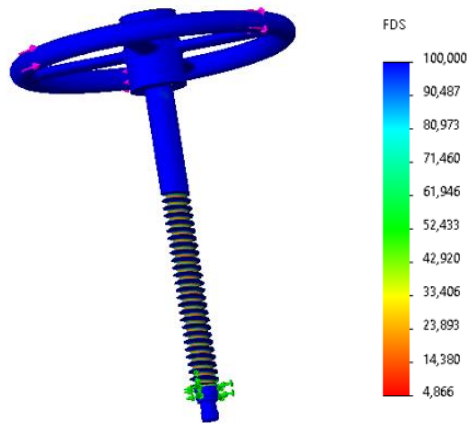


Figura 26 Factor de seguridad.

Al realizar el análisis mostrado con anterioridad se observa que el material utilizado en el volante de la maquina es el adecuado al mostrar parámetros correctos al ser expuesto a una carga externa con un valor de 50 kg la cual es la fuerza aplicada por una persona para poner en movimiento el volante de la máquina.

3.3 Proceso de funcionamiento

El sistema de una máquina para la producción de pigmentos se compone de varios elementos. El sistema de agua se encuentra ubicado por encima del tanque, mientras que el sistema de drenaje tiene un tubo en la parte baja. La salida de agua se encuentra en la parte inferior y de este punto se saca agua de un color establecido para poder almacenarla en el depósito para su uso posterior. El sistema de trituración de la máquina se compone de cuatro cuchillas y un motor monofásico de 1.5 hp proporciona la energía necesaria para su funcionamiento. Por último, el sistema de presión manual de la máquina es un mecanismo que permite ejercer una presión constante y uniforme sobre las frutas o vegetales para evitar que se derrame el líquido durante el proceso de trituración.

3.3.1 Sistema de ingreso y salida de agua

- El sistema de toma de agua está por encima del tanque, consiste en colocar el agua necesaria para la producción de pigmento en la cantidad y composición requerida.
- El sistema de drenaje tiene un tubo en la parte inferior, debido a que la remoción de agua debe ser mayor y llenar el tanque con agua en un tiempo más corto para volver a

iniciar el proceso, se utiliza para drenar el exceso de agua durante el proceso de trituración.

- Para la salida de agua se realiza en la parte inferior, de este punto se saca agua de un color establecido para poder almacenarla en el depósito para su uso posterior como se muestra en la Figura 29.

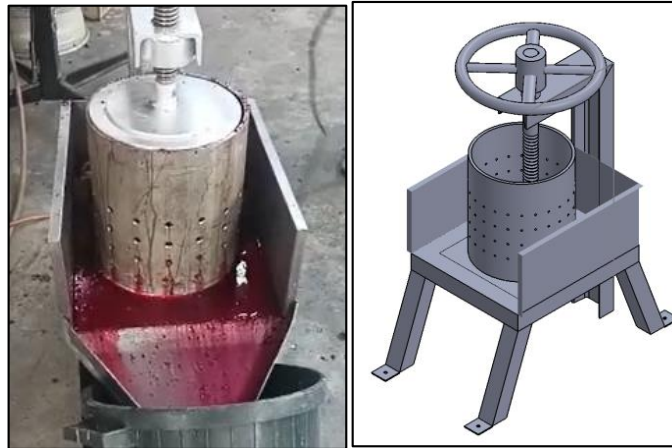


Figura 27 ingreso y salida de agua.

3.3.2 Sistema de trituración

El sistema de trituración de la máquina se compone de cuatro cuchillas: dos cuchillas superiores y dos cuchillas inferiores. Las cuchillas están fabricadas en acero inoxidable de 3 mm de espesor para garantizar su durabilidad y resistencia a la corrosión. La función de las cuchillas es triturar las frutas o vegetales junto con el agua para extraer los pigmentos. Las dos cuchillas superiores tienen forma de medialuna y están ubicadas en la parte superior del recipiente, mientras que las dos cuchillas inferiores también en forma de medialuna están ubicadas en la parte inferior del recipiente.

Cuando el sistema de trituración se activa, las cuatro cuchillas comienzan a girar a alta velocidad, triturando los vegetales y mezclándolos con el agua. La forma de las cuchillas está diseñada para crear un remolino dentro del recipiente, lo que permite una trituración más efectiva y una mezcla equitativa. Es importante tener en cuenta que las cuchillas deben estar bien afiladas para asegurar una trituración eficiente y evitar el desgaste excesivo del motor. Para ello, se recomienda afilar las cuchillas periódicamente o reemplazarlas cuando sea necesario como se muestra en la Figura 30.



Figura 28 Cuchilla.

3.3.3 Motor monofásico

El motor monofásico de 1.5 hp es una parte importante de la máquina, debido a que proporciona la energía para el funcionamiento del sistema de trituración y extracción de pigmentos. Es importante asegurarse de que la máquina sea conectada a una fuente de alimentación indicada para proporcionar la energía necesaria al motor. Además, se recomienda verificar regularmente el estado del motor y su sistema de enfriamiento para garantizar su buen funcionamiento.

Para evitar problemas de sobrecalentamiento y otros, es importante asegurarse que la ventilación del motor esté libre de obstrucciones y que el enfriamiento sea adecuado. Si se detecta algún problema con el motor, es recomendable detener la máquina de inmediato y buscar la ayuda de un técnico capacitado para realizar las reparaciones necesarias.

Se eligió un motor monofásico de 1.5 hp para esta máquina en base a que proporciona la potencia suficiente para llevar a cabo el proceso de trituración y extracción de pigmentos de forma eficiente y efectiva. Este tipo de motor es adecuado para aplicaciones que requieren una potencia media y que no necesitan una conexión trifásica. Además, los motores monofásicos son más fáciles de instalar y mantener que los motores trifásicos, ya que no requieren un sistema de arranque y paro especial, lo que los hace ideales para su uso en máquinas más pequeñas y menos complejas [10].

Otro factor importante que se tuvo en cuenta al elegir un motor para esta máquina es su eficiencia energética. Un motor de 1.5 hp monofásico es más eficiente que un motor de menor

potencia, lo que significa que consume menos energía eléctrica y ayuda a reducir los costos de operación a largo plazo como se muestra en la Figura 31.



Figura 29 Motor monofásico [10].

3.3.4 Sistema de presión manual

El sistema de presión manual de la máquina es un mecanismo que permite ejercer una presión constante y uniforme sobre las frutas o vegetales para evitar que se derrame el líquido durante el proceso de trituración. El sistema se compone de un manillar de 10 mm de diámetro, unido a un perno de 110 mm de largo, que está fijado a la parte superior de la placa de acero inoxidable de 40 mm de diámetro.

Cuando se activa el sistema de trituración, la placa de acero inoxidable baja para presionar las frutas o vegetales contra las cuchillas, mientras que el manillar se utiliza para ajustar la presión según las necesidades del proceso de extracción de pigmentos. Es importante tener en cuenta que la presión excesiva puede dañar la máquina y reducir su eficiencia, mientras que una presión insuficiente puede hacer que la extracción de pigmentos sea incompleta. Por lo tanto, es recomendable ajustar la presión de manera gradual hasta alcanzar el nivel óptimo.

3.4 Simulación bancada

A continuación, se muestra la simulación realizada mediante un software especializado de diseño como es SolidWorks mostrando el Von mises, desplazamiento y factor de seguridad en el cual se aplicó cargas externas para comprobar el funcionamiento adecuado del equipo como se muestra en la Figura 32.

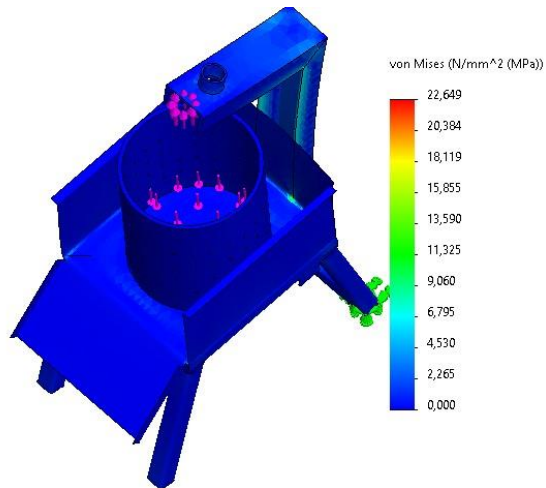


Figura 30 Von mises.

En la Figura 33 se indica el desplazamiento realizado por la maquina al ser sometida a una fuerza externa comprobando su correcto funcionamiento.

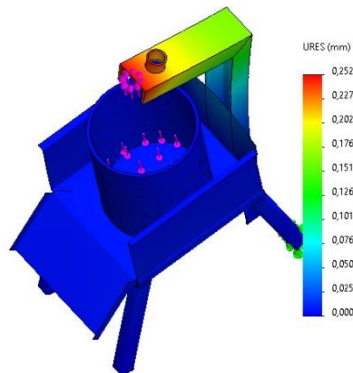


Figura 31 Desplazamiento

En la Figura 34 es representado el factor de seguridad con el que trabaja el equipo mecánico y su correcto funcionamiento.

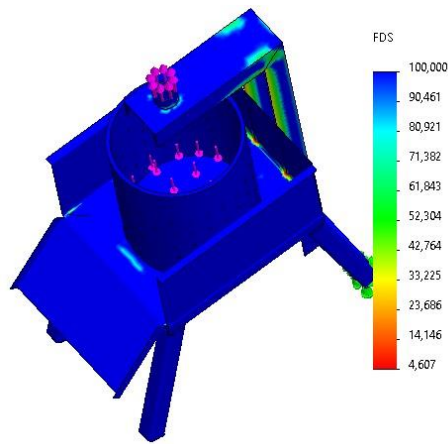


Figura 32 Factor de Seguridad.

3.5 Funcionamiento

3.5.1 Preparación de la máquina

- Asegurarse de la limpieza de la máquina y evitar obstrucciones. Si es necesario, se debe lavar el recipiente y las cuchillas con agua y jabón y secarlos completamente antes de volver a utilizar la máquina.
- Ubicar la máquina en una superficie plana. Asegurarse de que la máquina esté estable y no se tambalee.
- Conectar la máquina a una fuente de energía eléctrica y asegurarse de que esté funcionando correctamente.

3.5.2 Preparación de la materia prima

- Seleccionar las frutas o vegetales adecuados para el tipo de pigmento que se desea producir.
- Lavar bien las frutas o vegetales y cortarlos en trozos pequeños que quepan en el recipiente de la máquina.

- Colocar los trozos de frutas o vegetales en el recipiente de la máquina. Asegurarse de no llenar el recipiente más allá de su capacidad máxima.
- Colocar la tapa de acero inoxidable en el recipiente y asegurarla firmemente.

3.5.3 Operación de la máquina

- Agregar la cantidad necesaria de agua en el tanque superior. Asegurarse de seguir las instrucciones de la receta para la cantidad y composición requerida.
- Conectar el tubo de entrada de agua por arriba del tanque y asegurarlo firmemente.
- Encender la máquina y utilizar el sistema de presión manual para presionar las frutas y vegetales y comenzar el proceso de trituración.
- Una vez que el proceso de trituración esté completo, utilizar el tubo de drenaje para drenar el exceso de agua del recipiente. Después, utilizar la salida de agua para extraer el agua con pigmento de un color establecido.
- Almacenar el agua con pigmento en un depósito adecuado para su uso posterior.
- Si se desea producir más pigmento, repite los pasos anteriores con una nueva cantidad de frutas o vegetales y agua fresca.

3.5.4 Limpieza de la máquina

- Después de que se haya producido la cantidad deseada de pigmento, apagar la máquina y desenchufarla de la fuente de energía eléctrica.
- Para realizar la limpieza del equipo después de usarlo el equipo cuenta con una manguera de acero inoxidable de ½ pulgada, la cual permite la salida de los residuos al retirar el tapón que se encuentra en la misma.
- Limpiar el recipiente y las cuchillas con agua y jabón y sécalos completamente antes de guardar la máquina.
- Siguiendo estos pasos de preparación, operación y limpieza, se podrá producir pigmentos naturales de manera efectiva con tu máquina trituradora de frutas y vegetales.

El capítulo III titulado Diseño, construcción de un equipo mecánico encargado de la extracción de pigmento vegetal en donde se seleccionará el material y se estudiará las partes de la máquina, así como proceso de funcionamiento y sistema de ingreso y salida de agua, el sistema de trituración, así como su funcionamiento, preparación de la materia prima, operación y limpieza de la máquina.

CAPÍTULO IV

OBTENCIÓN DE TINTES NATURALES PARA TINTURADO EN LA FIBRA DE CABUYA.

Este capítulo contiene una guía de práctica del proceso de teñido de las fibras de cabuya mediante la extracción de los pigmentos naturales obtenidos previamente con el equipo mecánico, describe los diversos materiales utilizados en el proceso de teñido, las cantidades utilizadas, el tiempo y la temperatura de teñido en el cual la Cabuya debe ser humedecida para lograr el tono deseado.

1 Materiales y equipo

- 1 kilo de cabuya
- 50 gramos de peróxido de hidrógeno (blanquear)
- 70 gramos de detergente
- 100 gramos de sal
- 250 gramos de alumbre
- 30 gramos de sulfato de hierro (entonador de color)
- 30 gramo de sulfato cobre (modifica el color)
- Máquina para la extracción del pigmento
- 100 gramos de sulfato ferroso
- 100 gramos de sulfato de magnesio
- 100 ml de vinagre
- 10cm cúbicos de suavizante
- 28 litros de agua

4.1 Proceso

El proceso de teñido de cabuya comienza con la preparación de la fibra natural, que debe estar limpia y libre de impurezas para asegurar que el tinte se adhiera correctamente. Luego, se sumerge en una solución de tinte, que puede ser natural o sintética, y se deja remojar durante un tiempo determinado para lograr el tono deseado. Una vez que la cabuya ha absorbido suficiente color, se retira del baño de tinte y se lava cuidadosamente para eliminar cualquier exceso de colorante. Por último, la fibra se seca y está lista para la fabricación de productos artesanales. Es importante destacar que el proceso de teñido puede variar dependiendo del tipo de tinte y el resultado deseado. También es crucial seguir las instrucciones de seguridad del fabricante al trabajar con tintes, ya que algunos pueden ser tóxicos si se manejan incorrectamente.

En el caso específico del estudio, se seleccionó a la remolacha o betabel como materia prima principal para la extracción del tinte, puesto que se ha observado que el nivel de tinturado que presenta el tubérculo es mayor al de otras frutas o vegetales, por consiguiente, para realizar el experimento se utilizó con la finalidad de extraer el color deseado. Sin embargo, futuras investigaciones que partan de la base del estudio realizado pueden realizar un estudio experimental, en donde se seleccionen otros productos que brinden el mismo color de tinturado, como de otros colores.

4.2 Preparación de la Fibra

- Se selecciona la cabuya, misma que debe estar fresca sin perder su color blanco.
- Para la limpieza es conveniente lavar con agua tibia durante quince minutos.
- Para el blanqueado se debe colocar en un recipiente grande, mezclar el peróxido de hidrógeno y el detergente con 8 litros de agua.
- Llevar la mezcla hasta punto de ebullición.
- Agregar la fibra de cabuya o fique y sumergirla completamente en la mezcla.
- Reducir el fuego y dejar que la fibra se cocine a fuego lento durante dos horas. Durante este tiempo se debe revolver ocasionalmente para asegurarse de que la fibra esté dentro del agua.

- Una vez pasado el tiempo, retirar la fibra del agua y enjuagar con agua limpia, hasta que el agua salga transparente.
- Escurrir la fibra y dejarla secar

4.2.1 Preparación de la mordiente

- Preparar la fibra o cabuya para el teñido. Su finalidad es abrir el poro y limpiarlo para que durante el teñido la tinta penetre bien y se adhiera a la fibra, lo que garantiza que los colores sean estables, no se desvanezcan con el sol y no corran con el agua. El mordiente ayuda a fijar el color y a prevenir la decoloración prematura debido al lavado y la exposición a la luz.
- Agregar 50 gramos de alumbre a la mezcla de agua y sal. Revolver hasta que el alumbre se disuelva por completo.
- Añadir 30 gramos de hierro y 30 gramos de cobre a la mezcla. Estos metales funcionan como fijadores naturales para el color dejando que el tinte se adhiera a la fibra.
- Sumergir la fibra de cabuya en la solución de mordiente y asegurarse de que esté completamente dentro.
- Remojar la fibra en remojo en la solución de mordiente durante al menos 24 horas, revolviendo de vez en cuando para asegurarse de que la fibra esté cubierta.
- Después de 24 horas, sacar la fibra de la solución de mordiente y enjuagarla con agua limpia para eliminar cualquier residuo de mordiente.
- Una vez terminado el proceso de mordiente, la fibra está lista para ser teñida con el tinte natural preparado en la máquina de triturado.

4.2.2 Proceso de teñido

- La tintura de la fibra de cabuya con tintes naturales se realiza después de la preparación de la fibra y la aplicación del mordiente. El proceso de tintura consiste en sumergir la fibra de cabuya en el agua tintórea preparada previamente, manteniendo la mezcla a una temperatura adecuada y removiendo constantemente para asegurar que el tinte cubra uniformemente la fibra.

- Para este proceso, se necesitan los 20 litros de agua tintórea y 1 kg de fibra de cabuya.
- Primero, se calienta el agua tintórea a la temperatura adecuada, que puede variar dependiendo del tipo de tintura utilizada.
- Luego, se sumerge la fibra de cabuya en el agua tintórea y se remueve constantemente durante un período de tiempo que también dependerá de la tintura utilizada y del tono deseado.
- Una vez que la fibra ha alcanzado el tono deseado, se retira del agua tintórea y se enjuaga varias veces para eliminar cualquier exceso de tinte.
- Después del enjuague, se deja secar la fibra al aire libre o se seca en una secadora a baja temperatura.
- El resultado final es una fibra de cabuya teñida con un color natural y resistente al lavado y al desgaste.

4.2.3 Proceso de fijado

El proceso de fijación del color es una etapa importante después del teñido, ya que ayuda a que el color se adhiera de manera efectiva a la fibra y no se desvanezca con el tiempo.

El vinagre es un fijador natural de color, ya que su acidez ayuda a estabilizar los pigmentos de color.

- Primero, se enjuaga la fibra de cabuya teñida en agua tibia para eliminar cualquier exceso de tinte que no haya penetrado en la fibra. Luego, se sumerge la fibra en una mezcla de agua y vinagre (en una proporción de 1:1) durante unos 30 minutos.
- Después de la inmersión, la fibra se enjuaga con agua limpia para eliminar cualquier exceso de vinagre y se deja secar al sol o se seca en una secadora si se desea.
- Es importante tener en cuenta que la cantidad de vinagre necesaria puede variar según la cantidad de fibra y el tipo de tinte utilizado.
- Se hizo una prueba previa con una pequeña cantidad de fibra antes de sumergir todo el tejido en la mezcla de agua y vinagre.

4.2.4 Proceso de matizado

En caso de que se desee matizar, el proceso de matizado del color es un paso importante en el teñido de fibras y textiles, ya que permite modificar y ajustar el tono de color obtenido en la tintura previa. El uso de vinagre, limón, sulfato ferroso, sulfato de magnesio y sal utilizada en la industria textil.

- Primero, se diluyen en agua 100 gramos de sulfato ferroso y 100 gramos de sulfato de magnesio. El agua necesaria depende de la cantidad de fibras que se deseen matizar.
- Luego, se sumerge la fibra previamente teñida en la solución de sulfatos y se deja reposar durante 20 a 30 minutos.
- Se saca la fibra y se enjuaga con abundante agua fría para eliminar los restos de la solución de sulfatos.
- A continuación, se sumerge la fibra en una solución de vinagre y limón en partes iguales, y se deja reposar durante 20 a 30 minutos.
- La solución de vinagre y limón ayuda a fijar el color y a reducir el pH de la fibra.
- Finalmente, se retira la fibra y se enjuaga nuevamente en agua.
- La fibra matizada se puede secar al aire libre o en una secadora, dependiendo de las recomendaciones del fabricante.
- Es importante tener en cuenta que el proceso de matizado puede afectar la intensidad del color obtenido en la tintura previa, por lo que es recomendable realizar pruebas de matizado en una pequeña muestra antes de aplicar la técnica a una cantidad mayor de fibra.

4.2.5 Proceso de lavado

Después de realizar el proceso de matizado se procede a lavar la fibra con agua y jabón hasta que ya no suelte tinta ni colorante [27] el proceso de lavado de la cabuya tinturada es crucial por diversas razones. En primer lugar, su objetivo es eliminar cualquier exceso de tinte que no se haya adherido a las fibras. Si no se realiza adecuadamente, estos residuos pueden ocasionar decoloración o manchas en el futuro. Asimismo, el lavado permite eliminar cualquier resto de

mordiente o agente fijador utilizado en el proceso de tintura, lo cual puede afectar la suavidad y textura de la cabuya.

Además, este proceso es fundamental para mejorar la durabilidad del color. Si el tinte no se ha adherido de manera adecuada a las fibras, es posible que se desvanezca con el tiempo o incluso se desprenda durante el uso. Por esta razón, el lavado se encarga de eliminar cualquier exceso de tinte que pueda causar este problema y mejorar la resistencia del color [29]

4.2.6 Proceso de suavizado

Proceso por el cual se debe someter una fibra para restaurar y/o reparar la suavidad perdida durante tratamientos diferentes como se indica en la Tabla 9 [16]. El proceso de suavizado es una etapa importante en el tratamiento de la cabuya tinturada, ya que permite mejorar la suavidad y la textura de las fibras.

- Para suavizar la cabuya se utiliza una mezcla de suavizante y agua. Se utilizó 10 cm³ de suavizante por cada 20 litros de agua para 1 kg de cabuya.
- Después de haber lavado y enjuagado la cabuya tinturada, se coloca en una solución de agua y suavizante durante unos 10-15 minutos. Durante este tiempo, el suavizante penetró en las fibras de la cabuya y ayuda a ablandarlas, mejorando así su suavidad y flexibilidad.
- Después de haber suavizado la cabuya, se retira del baño de suavizante y se enjuaga con agua limpia para eliminar cualquier residuo de suavizante que pueda haber quedado en las fibras.
- Luego se deja secar al aire libre o se seca con un secador de pelo o una secadora de ropa a baja temperatura.
- Es importante tener en cuenta que el uso excesivo de suavizante puede afectar negativamente la calidad de la cabuya, ya que puede debilitar las fibras y hacer que se rompan más fácilmente. Por lo tanto, se recomienda utilizar sólo la cantidad necesaria de suavizante para lograr el nivel deseado de suavidad.





4.2.7 Proceso de secado

Las fibras ya ablandadas se sacuden y se extienden sobre cuerdas fuera de las corrientes y de la luz solar directa, volteándolas cada dos horas para evitar la formación de hongos [27]. Una vez que la fibra ha sido lavada, enjuagada y escurrida, se puede extender en una superficie plana al aire libre en un lugar soleado y ventilado.

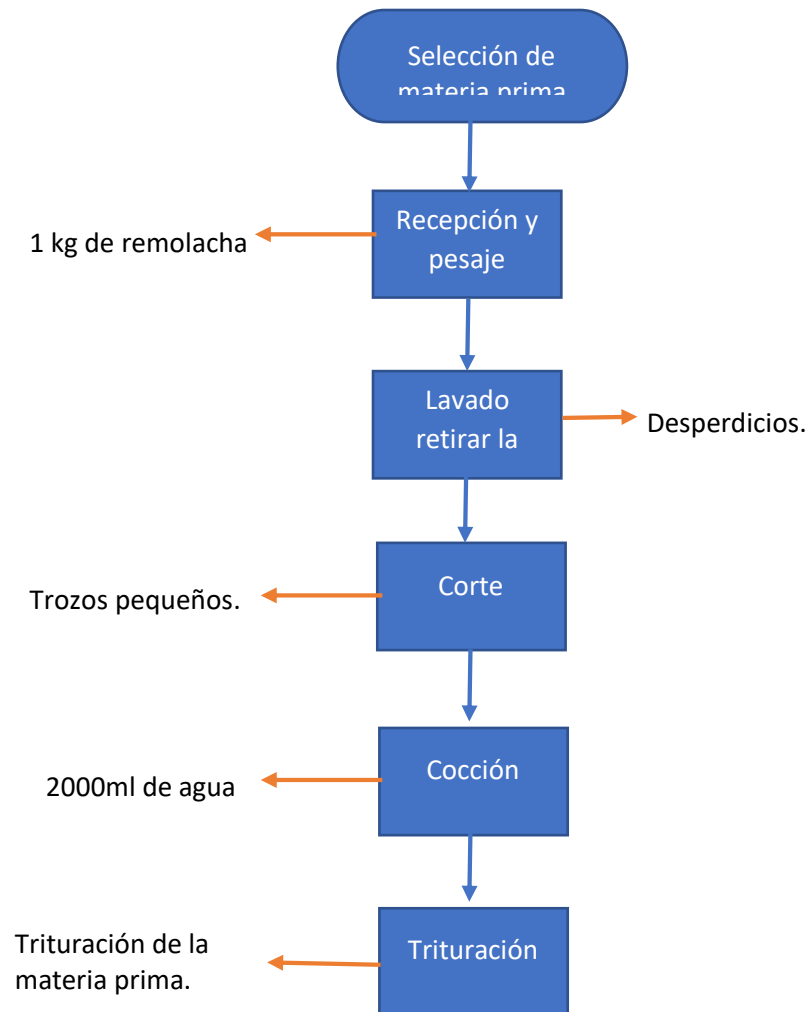
Es importante tener en cuenta que la fibra debe ser extendida de manera uniforme para que se seque de manera uniforme, y debe ser volteada cada cierto tiempo para asegurar que se seque de manera pareja en ambos lados.

4.3 Nomenclatura para diagrama de flujo del proceso

Tabla 13 Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egreso

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Terminal: muestra el inicio o final de una actividad.		Actividad: Indica un proceso
	Inspección/firma: actividades que requieren seguimiento.		Conector de un proceso: indica relación con otro proceso.

4.3.1 Diagrama de flujo obtención de tinte



4.4 Densidad de la Remolacha

Se realizó el cálculo de la densidad con ayuda de la ecuación 3 y 4 de una remolacha mediante un corte pequeño en forma de cilindro tomando en cuenta datos de masa, volumen, radio y altura como se muestra en la Figura 35.

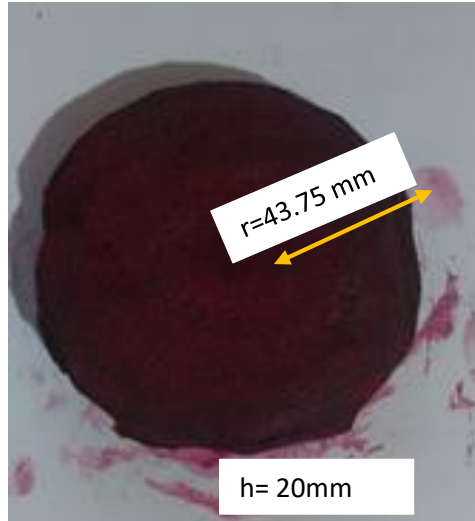


Figura 33 representación de una remolacha mediante un corte.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{Ecuación(1)}$$

$$v = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{Ecuación(2)}$$

$$v = \pi \cdot 43.75^2 \cdot 20$$

$$v = 1199889.4 \text{ mm}^3$$

$$d = \frac{108 \text{ g}}{120 \text{ cm}^3}$$

$$d = 0.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Donde

m es la masa medida en (g)

v es el volumen medido en (mm^3)

r es el radio medido en mm

h es la altura medida en mm

d es la densidad medida en (g/cm³)

4.5 Densidad de agua y remolacha

Se realizó el cálculo de la densidad de la mezcla de agua más la remolacha con ayuda de la ecuación 3 y 4, tomando como base un recipiente de forma cilíndrica, tomando en cuenta datos de masa, volumen, radio y altura como se muestra en la Figura 36.



Figura 34 Recipiente para cálculo de densidad.

$$d = \frac{m}{v} \quad (3)$$

$$v = \pi * r^2 * h \quad (4)$$

$$v = \pi * 89^2 * 100$$

$$v = 2488455.5 \text{ mm}^3$$

$$d = \frac{2000 \text{ g}}{2488 \text{ cm}^3}$$

$$d = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Donde

m es la masa medida en (g)

v es el volumen medido en (mm^3)

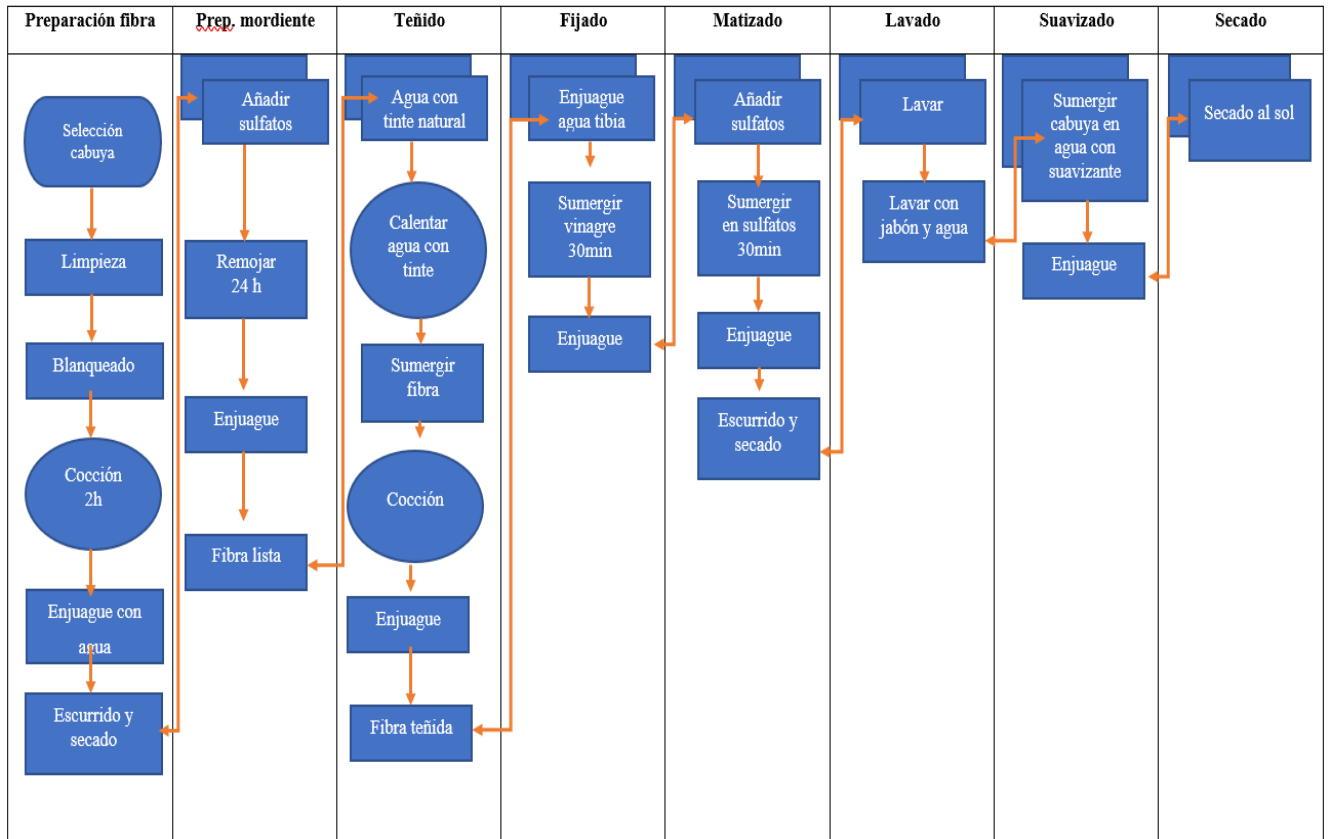
r es el radio medido en mm

h es la altura medida en mm

d es la densidad medida en (g/cm^3)

4.6 Diagrama de flujo del proceso

Tabla 14 Diagrama del proceso



4.7 Tabla de factores

Para llevar a cabo el proceso de experimentación, se tomó en consideración como constante un kilogramo de remolacha y un litro de agua. Por el contrario, dentro de las variables utilizadas, se encuentran; la sal y vinagre que fueron utilizados en formas de razón con respecto al tinte obtenido como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 15 Tabla de Factores y niveles

Sal	2:1	1:1
Vinagre	2:1	1:1

4.8 Combinaciones realizadas

Para poner a prueba el proceso de tinturado en la fibra de cabuya es necesario realizar pruebas en las cuales se expone la cabuya a un proceso de tinturado tomando en cuenta los factores mencionados con anterioridad, realizando variaciones en las cantidades de estas para obtener el mejor resultado posible en tinturar, a continuación, se muestra una tabla que indica la cantidad en la cual va a variar los factores utilizados como se muestra en la tabla 17.





Tabla 16 Combinaciones realizadas de mordientes y tinte.

	SAL	VINAGRE
Nivel 1	2:1	2:1
Nivel 2	2:1	1:1
Nivel 3	1:1	2:1
Nivel 4	1:1	1:1

4.9 Análisis de resultados

A continuación, en la Tabla 18. se muestra los resultados obtenidos en la experimentación realizada con los factores mencionados en la Tabla 17, incluyendo imágenes, y mostrando si es apto o no para el proceso de tinturado.

Tabla 17 Variables para el proceso de experimentación.

	Sal	Vinagre	Imagen	Apto o no apto
Ensayo 1	2:1	2:1		Apto se obtiene un pigmento rojo intenso
Ensayo 2	2:1	1:1		Apto se obtiene un pigmento rojo con menor intensidad que el ensayo 1
Ensayo 3	1:1	2:1		Apto se obtiene un pigmento rojo de menor intensidad.
Ensayo 4	1:1	1:1		Apto se obtiene un pigmento rosa intenso.

Nota. La tabla indica las diferentes variables utilizadas para el desarrollo del experimento siendo los 4 ensayos aptos para el proceso de tinturado, se debe tomar en cuenta la variación de tonalidad que se obtiene dependiendo las mezclas utilizadas, esto no quiere decir que una de las mezclas no es apta para la pigmentación.

En la tabla 19 se observa el proceso de experimentación, los cuatro ensayos presentados corresponden a los resultados aptos con las diferentes formulaciones, y se eliminaron las que no se encontraron aptas por no cumplir con las características previamente establecidas.

Tabla 18 resultados de ensayos realizados.

Ensayo número	Observaciones
1	Se obtuvo un nivel de tinte rojo fuerte, distribuido uniformemente en la fibra de cabuya. No se observa deterioro del tinte y se mantiene la intensidad.
2	Se obtuvo un nivel de tinte rojo fuerte, distribuido uniformemente en la fibra de cabuya. Se observa despigmentación mínima en partes de la cabuya sin ser de mayor relevancia.
3	Se obtuvo un nivel de tinte rojo fuerte, distribuido uniformemente en la fibra de cabuya. Se observa despigmentación mínima en partes de la cabuya sin ser de mayor relevancia.
4	Se obtuvo un nivel de tinte rosa fuerte, distribuido uniformemente en la fibra de cabuya. No se observa deterioro del tinte y se mantiene la intensidad.

Resumen del capítulo

El capítulo IV titulado “Obtención de tintes naturales para tinturado en la fibra de cabuya”, en donde se conocieron cuáles son los materiales y equipos utilizados, así como todo lo que conllevan sus diferentes procesos entre los que constan el teñido, matizado, lavado, suavizado y secado y sus diferentes diagramas de flujo del proceso, con su respectiva nomenclatura.

CAPÍTULO V

VIABILIDAD DEL PROYECTO

La fabricación de la máquina es necesaria para satisfacer las necesidades de los artesanos al momento de obtener pigmentos para la tintura de las fibras de cabuya, que a su vez se utilizarán para la realización de las artesanías. La razón principal es que los artesanos necesitan un método eficiente y efectivo para producir los pigmentos, ya que actualmente la obtención de los mismos se realiza de manera manual y puede ser un proceso largo y tedioso.

La fabricación de la máquina puede mejorar la calidad y uniformidad de los pigmentos, lo que a su vez mejorará la calidad y consistencia del resultado final en la tintura de las fibras de cabuya. Esto también puede reducir la variabilidad en el proceso de tintura y aumentar la eficiencia de producción, lo que puede ser beneficioso para los artesanos en términos de reducción de costos y aumento de la rentabilidad.

La fabricación de la máquina permitirá a los artesanos contar con un método más confiable y efectivo para producir pigmentos para la tintura de las fibras de cabuya, lo que a su vez puede mejorar la calidad y consistencia del producto final y reducir los costos y tiempos de producción. Es por esto que se realizará la viabilidad de la compra de la maquinaria para un artesano.

El flujo de caja será tomado del negocio de transformación de cabuya teñida para la elaboración de artesanías para el primer trimestre del 2023, después de la adquisición de la máquina descrita en este documento.

5.1 Metodología

La metodología para analizar la viabilidad del proyecto usará enfoque cuantitativo, el mismo que toma datos numéricos y los transformará para dar una conclusión, misma que mostrará la viabilidad a través de índices como el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno. Los datos serán contables serán tomados de un microempresario dedicado a la elaboración y venta de artesanías en base al fique teñido. El microempresario también vende la cabuya teñida y a partir de la compra de la máquina también recibe como fuente de ingreso la renta de la máquina a otros artesanos micro emprendedores.

5.2 Tasa de rendimiento por hora

La tasa de rendimiento por hora va a permitir visualizar el porcentaje de ahorro por horas que realiza la máquina a través de su utilización. Por medio de esta se conoce la tasa de descuento o rendimiento para obtener el VAN y el TIR. Además, brinda al emprendedor una herramienta por medio de la cual se pueden proyectar las ventas. Como se puede ver la tasa de rendimiento es un 10.4424% menos de tiempo como se indica en la tabla 20.

Tabla 19 Rendimiento del uso de la máquina

Tiempo estimado del teñido	Sin máquina	Con máquina
Preparación de la fibra	2h	2h
Preparación de la mordiente	26h	26h
Preparación del tinte	6h	0.1h
Proceso de teñido (depende del color)	7h	7h
Proceso de fijado	1h	1h
Proceso de matizado	10.5h	1.5h
Proceso de lavado	0.5h	0.5h
Proceso de suavizado	0.5h	0.5h
Proceso de secado	12h	12h
Total	56.5	50.6

5.3 Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egresos

Para proyectar el ingreso mensual del emprendedor, se ha aplicado un porcentaje de rendimiento por ahorro del proceso. Dado que no se cuenta con información sobre la tasa de rendimiento de la industria y que métodos como el WACC requieren datos que el emprendedor desconoce, se ha optado por este enfoque. De esta manera, se estima que los ingresos tendrán un crecimiento del 10.4424%. Además, se ha considerado un estimado conservador del alquiler del equipo a 10 emprendedores por un mínimo de 1 hora de alquiler con un precio de \$10 la hora como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 20 Fuentes de ingreso, ingreso proyectado y egreso.

Ingresos reales vs ingresos proyectados				
Ingresos			Egresos	
Fuente	reales	Proyecto	Fuente	Monto
		Dicimbre2022		
Venta de artesanías	\$ 750.00		Salarios	\$ 950.00
Venta de cabuya teñida	\$ 450.00		Servicios básicos (agua, luz e internet)	\$ 80.00
Venta de cabuya sin teñir	\$ 340.00		Materiales para mordiente	\$ 50.00
			Aporte voluntario al IESS	\$ 140.08
			Pago crédito	\$ 160.00
			Compra materiales	\$ 150.00
		Enero 2023		
Venta de artesanías	\$ 870.00	\$ 960.85	Salarios	\$ 950.00
Venta de cabuya teñida	\$ 550.00	\$ 607.43	Servicios básicos (agua, luz e internet)	\$ 80.00

Venta de cabuya sin teñir	\$ 320.00	\$ 353.42	Materiales para mordiente	\$ 50.00
Renta de máquina a otros artesanos		\$ 100.00	Aporte voluntario al IESS	\$ 140.08
			Pago crédito	\$ 160.00
			Compra materiales	\$ 158.00
		Febrero 2023		
Venta de artesanías	\$ 890.00	\$ 982.94	Salarios	\$ 950.00
Venta de cabuya teñida	\$ 580.00	\$ 640.57	Servicios básicos (agua, luz e internet)	\$ 80.00
Venta de cabuya sin teñir	\$ 420.00	\$ 463.86	Materiales para mordiente	\$ 50.00
Renta de máquina a otros artesanos		\$ 100.00	Aporte voluntario al IESS	\$ 140.08
Ventas materiales para mordiente	\$ 80.00	\$ 80.00	Pago crédito	\$ 160.00

			Compra	
			materiales	\$ 165.00
		Marzo 2023		
Venta de artesanías	\$ 920.00	\$ 1,016.07	Salarios	\$ 900.00
Venta de cabuya teñida	\$ 600.00	\$ 662.65	Servicios básicos (agua, luz e internet)	\$ 80.00
Venta de cabuya sin teñir	\$ 340.00	\$ 375.50	Materiales para mordiente	\$ 50.00
Renta de máquina a otros artesanos		\$ 100.00	Aporte voluntario al IESS	\$ 140.08
			Pago crédito	\$ 160.00
			Compra materiales	\$ 190.00

5.4 Cálculo de la viabilidad del proyecto

Para establecer si el proyecto es viable, se ha utilizado como tasa de descuento el rendimiento calculado por hora, el cual se espera que se traduzca en un aumento de las ventas a través de la reducción del tiempo de producción. Cabe destacar que no se cuenta con más información para calcular otras tasas de descuento.

Además, se han considerado dos escenarios. En el primer escenario, además del aumento en las ventas, se ha incluido un ingreso adicional por el alquiler de la máquina a \$10 por hora de uso,

asumiendo un análisis conservador de 10 emprendedores usuarios por mes del servicio. En el segundo, se espera un aumento en las ventas en línea con el porcentaje de rendimiento esperado.

Un factor clave a tener en cuenta es la inversión inicial, la cual se ha estimado en \$500 por el valor de la maquinaria y \$566.57 por los materiales necesarios para lograr el aumento de las ventas del 10.4424%. Estos escenarios y la inversión inicial sugieren que es viable y generará un ingreso adecuado para los inversores. Sin embargo, es importante tener en cuenta otros factores, como el riesgo asociado con la inversión y los costos adicionales que puedan surgir durante el proyecto.

5.4.1 Escenario 1

Tabla 21 Inversión inicial y tasa de descuento

	Actual	Proyección
Inversión máquina y materiales		\$ 500.00
Inversión de materiales	\$ 513.00	\$ 566.57
Tasa de descuento		0.104424

Tabla 22 Cálculo de VAN y TIR

Periodo	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo Neto	Valor Actual
0			\$ (1,066.57)	
1	\$ 2,021.70	\$ 1,538.08	\$ 483.62	\$ 437.89
2	\$ 2,267.36	\$ 1,545.08	\$ 722.28	\$ 592.15
3	\$ 2,154.23	\$ 1,510.08	\$ 644.15	\$ 478.17
	Valor presente de la suma de flujos actualizados			\$ 1,508.21
	Valor Actual Neto			\$ 441.64
	Tasa Interna de Retorno			32%

Suma de flujos actualizados:

$$\text{flujos actualizados} = \Sigma VA$$

$$\text{flujos actualizados} = 437.89 + 592.15 + 478.17$$

flujos actualizados = 1508.21

Cálculo del Valor Actual Neto

$$VAN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

$$VAN = -1066.67 + 1508.21$$

$$VAN = 441.64$$

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (Fórmula financiera Excel)

$$TIR = \frac{\text{Valor presente}}{\text{Inversión Inicial}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$TIR = 32\%$$

5.5 Análisis

El modelo utilizado para el pronóstico e incremento de venta se realizó a partir de la información analizada a partir de la revisión bibliográfica, tomando en consideración las ventas de las artesanías realizadas en cabuya teñida y sin teñir, así como la renta de la máquina para el mes de enero. Asimismo, se realizó una proyección de los ingresos actuales frente a los que se pueden generar, teniendo en cuenta que los ingresos actuales fueron un valor no variable en la mayoría del período de tiempo. Con la información obtenida, se realizó la comparativa entre ambos procesos, la misma que pudo evidenciar que el rendimiento de la maquina fue 0,1044. A partir de esta información, se establecieron dos escenarios en donde los ingresos y egresos fueron variables.

El Valor Actuar de la suma de flujos actualizados (también conocido como Valor Actual Neto o VPN, indica el valor de los flujos de efectivo generados por la venta de la cabuya teñida, descontados al costo de oportunidad del capital utilizado. El VAN es de 441.64, lo que sugiere que es rentable el proyecto, ya que el valor presente de los flujos de efectivo futuros supera el costo inicial del proyecto.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, lo que significa que es la tasa a la cual el proyecto genera un VAN de cero. En este caso, la TIR es del

32%, lo que muestra que la inversión es rentable y genera una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento (el costo de oportunidad del capital utilizado).

5.6 Retorno de la inversión

Para calcular el valor presente de los flujos de efectivo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$VA = \frac{\text{flujo de efectivo}}{(1 + \text{tasa de descuento})^n}$$

donde "n" es el número de períodos (o años) desde el inicio de la inversión hasta el período en el que se recibe el flujo de efectivo. Con una tasa de descuento del 10.44%, los valores presentes de los flujos de efectivo son:

$$VA_1 = \frac{483.62}{(1 + 0.104424)^1} = 435.87$$

$$VA_2 = \frac{722.28}{(1 + 0.104424)^2} = 602.12$$

$$VA_3 = \frac{644.15}{(1 + 0.104424)^3} = 524.57$$

El valor presente de la inversión es la suma de los valores presentes de los flujos de efectivo:

$$VPI = VP1 + VP2 + VP3 = 1562.56$$

Como el valor presente de la inversión es mayor que el costo de la inversión (1066.57), la inversión es rentable. Para calcular el tiempo de recuperación de la inversión, se puede utilizar una tabla de flujo de efectivo acumulado

Tabla 23 Flujo de efectivo acumulado escenario 1

Periodo	Flujo de efectivo	Flujo de efectivo acumulado
1	483.62	483.62
2	722.28	1205.90
3	644.15	1849.05

En el tercer período, el flujo de efectivo acumulado (1849.05) es mayor que la inversión original (1066.57), por lo que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 períodos. Por lo tanto, se recupera la inversión en 3 períodos con un VAN de 441.64, un TIR del 32%, y una tasa de descuento del 10.44%.

5.6.1 Escenario 2

Tabla 24 Inversión inicial y tasa de descuento

	Actual	Proyección
Inversión máquina y materiales		\$ 500.00
Inversión de materiales	\$ 513.00	\$ 566.57
Tasa de descuento		0.104424

Tabla 25 Cálculo de VAN y TIR

Periodo	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo Neto	Valor Actual
0			\$ (1,066.57)	
1	\$ 1,921.70	\$ 1,538.08	\$ 383.62	\$ 347.89
2	\$ 2,167.36	\$ 1,545.08	\$ 622.28	\$ 510.15
3	\$ 2,054.23	\$ 1,510.08	\$ 544.15	\$ 403.17
Valor presente de la suma de flujos actualizados				\$ 1,261.45
Valor Actual Neto				\$ 194.64
Tasa Interna de Retorno				20%

Cálculo del valor presente de la suma de flujos actualizados:

$$\text{flujos actualizados} = \Sigma VA$$

$$\text{flujos actualizados} = 347.35 + 510.17 + 403.93$$

$$\text{flujos actualizados} = 1261.45$$

Cálculo del Valor Actual Neto

$$VAN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

$$VAN = -1066.67 + 1261.45$$

$$VAN = 194.88$$

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (Fórmula financiera Excel)

$$TIR = \frac{\text{Valor Actual}}{\text{Inversión Inicial}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}}{\text{Inversión Inicial}}$$

$$TIR = 20\%$$

5.7 Análisis

El presente valor de la suma de flujos actualizados asciende a 1261.45. Este cálculo implica la suma de los valores actuales de cada flujo de efectivo futuro, representando así el total de los flujos de efectivo futuros en relación con su valor en el presente, empleando una tasa de descuento específica.

El Valor Actual Neto (VAN) se sitúa en 194.88. Se obtiene mediante la suma de los flujos de efectivo futuros actualizados y la sustracción del costo inicial de la inversión. Un VAN con resultado positivo señala que la inversión producirá un rendimiento satisfactorio, mientras que un VAN negativo indica la inviabilidad de la inversión. En esta instancia, el VAN es positivo, indicando que la inversión es factible y generará un retorno adecuado. En cuanto a la Tasa Interna de Retorno (TIR), esta se establece en un 20%. La TIR, una métrica financiera adicional para evaluar la viabilidad de una inversión, representa la tasa de rendimiento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo futuros al costo inicial de la inversión. Si la TIR supera la tasa de descuento empleada para calcular el VAN, la inversión se considera viable. En este caso, la TIR supera la tasa de descuento, indicando que la inversión es viable y generará un retorno adecuado.

5.8 Rendimiento de la inversión

Para calcular el tiempo de recuperación de la inversión, se necesita primero encontrar el valor presente de los flujos de efectivo. Utilizando la tasa de descuento del 10.44%, los valores presentes de los flujos de efectivo son:

$$VA = \frac{383.62}{(1 + 0.104424)^1} = 345.89$$

$$VA = \frac{622.28}{(1 + 0.104424)^2} = 470.43$$

$$VA = \frac{544.15}{(1 + 0.104424)^3} = 396.11$$

La suma de los valores presentes de los flujos de efectivo constituye el valor presente de la inversión:

$$VPI = VP1 + VP2 + VP3 = 1212.43$$

Dado que el valor presente de la inversión supera el costo inicial de la misma (1066.57), se concluye que la inversión es lucrativa. Para identificar el período de recuperación de la inversión, se puede emplear una tabla de flujo de efectivo acumulado.

Tabla 26 Flujo de efectivo acumulado escenario 2.

Periodo	Flujo de efectivo	Flujo de efectivo acumulado
1	383.62	383.62
2	622.28	1005.90
3	544.15	1549.05

En el tercer período, el flujo de efectivo acumulado (1549.05) es mayor que la inversión original (1066.57), por lo que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3 períodos, para el caso son meses. Por lo tanto, se recupera la inversión en 3 períodos con un VAN de 194.88, un TIR del 20%, y una tasa de descuento del 10.44%.

Resumen

El capítulo V titulado “Viabilidad del proyecto” estudia la metodología utilizada, así como cuales son las fuentes de ingresos como son la venta de artesanías, de cabuya teñida y sin teñir, la renta de maquinaria a otros artesanos y demás, entre los gastos constan los salarios, el pago de servicios básicos, cancelación del pago del crédito entre otros además se comparó 2 posibles escenarios y sus respectivos cálculos de la tasa interna de retorno y el valor actual neta de las mismas.

Conclusiones

Teñir la fibra cabuya ayuda a aumentar su brillo y agregar valor al producto, es un aspecto importante de la producción artesanal, en la investigación se ha logrado buenos resultados en cuanto a la afinidad de los tintes con las fibras, lo que permite que teñir y obtener diferentes colores para realizar las operaciones se encuentran detalladas en las respectivas páginas del artículo.

El estudio de una opción viable para el desarrollo de un equipo mecánico que permita la obtención de tintes se basa en las necesidades presentes en el campo artesanal especialmente en la producción de arte con fibras de cabuya, tomando en cuenta características principales para su funcionamiento como son: corriente eléctrica, sistema de agua potable, producción y economía siendo estos los puntos más importantes a estudiar.

En el diseño de un equipo mecánico de obtención de pigmentos naturales, es necesario tomar en cuenta factores que permitan la fabricación de este, para lo cual es de suma importancia la utilización de un software de simulación que permita que el funcionamiento de este sea el adecuado aplicando fuerzas externas con las cuales se obtiene factores de seguridad necesarios en la fabricación del equipo y las distintas partes que son de suma importancia en su funcionamiento.

Aplicar un nuevo proceso de tinturado a la fibra natural de cabuya en una serie de artesanías; este proceso no requiere gastos excesivos y no causa efectos ambientales. En definitiva, se puede afirmar que la forma más idónea para llevar a cabo el proceso de tinturado es el uso de los pigmentos naturales en fibras, siendo la materia prima el uso de vegetales que están compuestos de características tintóreas, que mediante un proceso seguido se puede aprovechar por completo en la producción de artesanías con fibras naturales.

La viabilidad de un equipo mecánico de pigmentación, es sometido a un análisis estadístico mediante factores como son el TIR Y VAN nos permiten conocer de una manera más clara si el proyecto permite producir más ganancias y es viable para su uso, mediante este estudio se llega a la conclusión que el proyecto es totalmente viable por producir fuentes de ingreso mayores y en menor tiempo aumentando ganancias y producción de las artesanías.

Recomendaciones

Se desarrollan proyectos para mejorar la producción mediante la modernización de procesos y la aplicación de técnicas adecuadas como tinturado y mezcla de diferentes fibras agrega valor al producto, mejora su calidad y reduce los costos.

Es recomendable generar interés en aplicar nuevos procesos de acabado a la fibra cabuya orgánica para incentivar a los diseñadores y artesanos a utilizarla, y esta es la mejor oportunidad para cambiar el impacto ambiental.

Como propuesta de materia prima se recomienda presentar los procesos de tinturado de la fibra natural de cabuya, donde por desconocimiento se ha convertido en un recurso con innumerables propiedades, a la fibra natural se le ha aplicado diversas técnicas de teñido de cabuya para crear nuevos productos que promuevan la versatilidad de artesanías de estilo casual.

El artesano necesita formarse en las técnicas adecuadas para comercializar sus productos y empezar a abrir nuevos mercados nacionales e internacionales aprovecha las características que te ofrece la artesanía cabuya.

Referencias

1. A.Javier. (2007). Sistemas neumáticos. Quito.
2. Bengar. (3 de diciembre de 2015). Bienvenidos al blog Bengar como hacer tintes naturales.
3. Brothai. (2021). Características del sistema hidráulico. Barcelona.
4. Buitron, V. (10 de agosto de 2020). El teñido natural de textiles.
5. C.Sánchez. (2010). El caso de los colorantes. Yucatán.
6. Cedanoa, V. (2006). Colorantes orgánicos de hongos. Bolivia.
7. Corpei. (2009). Perfil de las demas cuerdas y cordajes del genero agave. Quito.
8. Corpoica, C. (2004). Tintes Naturales. Colombia.
9. D.Magolini. (2001). Materiales y técnicas de la pintura mural Maya. México.
10. Delvasto, M. (2010). Appropriate vacuum tachtology for manufacture of corrugated fique fiber.
11. E. Mirambel. (2019). El acero inoxidable. Cataluña.
12. E. Surián, S. y. (2017). Efecto de la composición química del metal y del calor aportado sobre la microestructura. Brasil.
13. Furmanski. (2012). Artesanias de fique. Colombia.
14. G.A.P. Bonifaz. (2013). Obtención del pigmento rojo. Quito.
15. G. Arévalo, R. y. (2019). Experimentación con tintes naturales en fibras de llamas. Chocabí.
16. German, G. (1965). La cabuya cultivo e industrialización. Quito.
17. Graw, M. (2010). Mecanismo y sistema mecánico. México.
18. Gutierréz, P. (2012). Tintura en las comunidades de Rumira. Cuzco.
19. Industria, C. (2012). siatema hidraulico y funcionamiento. Quito.
20. J.Rossignon. (1859). Manual del cultivo del añil y nopal extracción del Indigo. París.

21. Jaramillo, H. (2002). Artesanías. Colombia.
22. L.Marrone. (2003). TINTES NATURALES. Buenos Aires.
23. L.Marrone. (2007). Tintes Naturales. Buenos Aires.
24. Luna, M. (2017). Proceso industrial para elaboración de tinte de remolacha. Nariño.
25. M.D.P.C.E.I. (06 de noviembre de 2019). Gobierno ractifica su compromiso con el artesano ecuatoriano.
26. Monterroso, M. I. (2008). El arte sale de las casas tintes naturales en San Juan la Laguna. Guatemala.
27. Morales, G. y. (2011). Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies.
28. Moreno, A. (2015). Estudio de caracterización del sector agropecuario. Tolima.
29. Pérez, D. (10 de mayo de 2007). Colorantes vegetales en las artesanías panameñas.
30. R.Hosting. (1998). Tintes vegetales. Guatemala.
31. R.M.G. (2000). Sistema de sensores y actuadores. Cartagena.
32. Ramírez, P. (2014). Laboratorios de diseño e innovación. Cundinamarca.
33. Rattin, E. y. (2022). Las multifacéticas de la remolacha. Colombia.
34. Ruiz, S. (2001). Los estilos en la pintura mural Maya. México.
35. Sánchez, P. (1984). Estrategias de supervivencia en la comunidad andina. Quito.
36. Torres, M. (2020). Diseño de un proceso para la obtención de colorantes a partir de la remolacha. Bogotá.
37. U.T.N. (2017). Máquina de prueba para tinturado. Ibarra.
38. Vidal, G. Y. (2016). Las fibras vegetales y sus aplicaciones. Concepción.
39. Vrande, L. d. (1988). Teñido artesanal. Barcelona: CEAC.S.A.

