



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

División de estudios de Posgrado

“Desarrollo de una materia prima para textiles de tejido plano, elaborada con material vegetal que se encuentra en Huajuapán de León, Oaxaca.”

Tesis

Para obtener el grado de:

Maestra en Diseño de Modas

Que presenta:

L.A. Lucia Italiby Lerin Sánchez

Director de Tesis

Dr. Agustín Santiago Alvarado

Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca; Octubre 2024.

Con mucho cariño, dedico este trabajo a mi familia, que ha sido mi pilar a lo largo de este viaje. A Iván, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su inquebrantable apoyo, el cual ha sido fundamental durante el desarrollo de este proyecto de tesis. Su constante presencia, disposición para escucharme y valiosos consejos han dejado una huella imborrable en este trabajo. Gracias a su aliento incesante, he encontrado la fortaleza necesaria para no rendirme, convirtiéndose en un faro de luz en mis momentos más difíciles. A mi hermano Marco, cuyo apoyo, aunque distante, siempre ha estado presente. A Sara, mi abuela, así como a Assael y Adelina, que han sido una fuente de ánimo y aliento. A Cinna, cuyo recuerdo me ha proporcionado fuerzas y momentos de alegría en los días más complicados.

A mis amigos, profesores, revisores y todos aquellos que han estado a mi lado en esta hermosa travesía académica, brindándome consejos, guía y apoyo incondicional.

Gracias infinitas por estar conmigo durante esta etapa de mi vida. Sin ustedes, esto no habría sido posible.

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Agustín, mi director de tesis, por sus consejos oportunos, su disposición para escucharme y la constante motivación que me ofreció a lo largo de estos años. Su vasto conocimiento y habilidad para transmitirlo han sido esenciales para guiar esta investigación.

Asimismo, agradezco al Dr. Miguel, quien se integró al equipo y me proporcionó un valioso apoyo moral y académico, por su experiencia y orientación.

A mi amigo Gustavo, compañero y amigo quien ha sido un gran hermano y cómplice en esta etapa de crecimiento; y Cristina mi hombro derecho; les agradezco por guiarme hacia la serenidad en la toma de decisiones, siempre brindándome su apoyo incondicional.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a la Universidad Tecnológica de la Mixteca, a su personal y, especialmente, a la División de Estudios de Posgrado, profesores y técnicos. También quiero reconocer al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), sin su apoyo económico durante estos dos años, este proyecto no habría sido posible y por su puesto a la Universidad Iberoamericana Campus Puebla, a la Dra. María José Rivas Arreola, y el personal que me apoyo en la estancia realizada. Agradezco profundamente su confianza en las mentes de nuestro país.

RESUMEN

Se presenta una alternativa de fibra textil creada a través de un proceso químico con material vegetal. Actualmente el consumo de fibras textiles sintéticas genera un impacto negativo al medio ambiente, por lo que, con la elaboración de una fibra textil a base de material vegetal como alternativa, se busca disminuir la emisión de desechos contaminantes. Con este fin, se realizó una recopilación y análisis de información sobre los materiales vegetales que se encuentran en Huajuapán de León, Oaxaca, procesos de obtención de celulosa para aplicaciones textiles y de los procesos de producción de fibras textiles que existen para obtener finalmente tejidos. La investigación se llevó a cabo utilizando como base la metodología de Diseño Mixto de Integración, debido a la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizó análisis espectroscópico FT-IR e imágenes de microscopía electrónica de barrido (MEB). Adicionalmente, se midió el módulo elástico de las muestras obtenidas y los resultados demuestran que las especies vegetales se pueden emplear como materia sostenible en la industria textil. En este trabajo se generó un biocuero e hilo de forma artesanal, mismos que fueron aplicados en una bolsa para dama y un monedero respectivamente.

Índice General

Índice de figuras	8
Índice de tablas.....	10
CAPÍTULO 1	11
1.1 Introducción	11
1.2 Estado del arte	15
1.3 Planteamiento del problema	19
1.4 Justificación.....	21
1.5 Hipótesis	22
1.6 Objetivos	23
1.6.1 Objetivo General	23
1.6.2 Objetivos específicos	23
1.7 Metas	23
1.8 Limitaciones de la Tesis	24
1.9 Metodología.....	25
CAPÍTULO 2	31
2.1 Marco teórico conceptual.....	31
2.1.1 Conceptos textiles.....	31
2.1.2 Conceptos vegetales.....	32
2.1.3 Conceptos metodológicos y evaluaciones.....	33
2.2 Lista de flora del Municipio de Huajuapán de León.	35
2.2.1 Lista de especies vegetales que se encuentran actualmente en Huajuapán de León y pueden ser utilizadas como materia prima vegetal.	35
2.2.2 Lista clasificada de especies vegetales que se encuentren actualmente en Huajuapán de León y puedan ser utilizados como materia prima vegetal	37
2.3 Lista de los procesos existentes para la obtención de celulosa con especies vegetales.	39
2.3.1 Clasificación y descripción de procesos para la obtención de celulosa como base para la elaboración de fibras textiles	40
2.4 Lista de procesos que se utilizan para la obtención de hilos	45
2.4.1 Descripción de procesos de hilatura.....	46

2.4.2 Nuevos procesos de hilatura	50
2.5 Selección de una especie vegetal que sirva como base para la creación de una fibra textil.....	50
CAPITULO 3	57
3.1. Selección del proceso óptimo para la producción de una nueva fibra textil de tejido plano.....	57
3.1.1. Empleo de la matriz QFD adaptada para determinar el proceso más adecuado para la obtención de celulosa.....	57
3.2 Producción de una materia prima para textiles de tejido plano a base de material vegetal a través de un proceso químico.....	64
3.2.1. Preparación del material vegetal.	65
3.2.2. Proceso químico para la obtención de celulosa.....	66
3.2.3. Producción de hilo con base de celulosa obtenida para textiles de tejido plano.	71
3.2.4. Producción de biocuero con base de celulosa obtenida	73
CAPITULO 4	75
4. 1 Obtención de espectros (FT-IR)	75
4.1.1 Espectro de Guaje rojo	76
4.1.2 Espectro de Pochote	78
4.2 Medición del módulo elástico.	80
4.2.1. Medición del módulo elástico en Biocuero.....	80
4.2.2. Medición del módulo elástico en hilo compuesto	81
4.2.3. Medición del módulo elástico en hilo simple.....	83
4.3. Observación de muestras con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)	85
4.3.1. Imágenes tomadas a la muestra de Guaje rojo con Microscopio Electrónico de barrido (MEB). Antes y después del tratamiento químico.	85
4.3.2. Imágenes tomadas a la muestra de Pochote con Microscopio electrónico de barrido (MEB). Antes y después del tratamiento químico.	86
4.4 Aplicación textil de biocuero.....	87
4.4.1. Metodología para la elaboración del diseño	88
4.4.2. Concepto de diseño	89
4.4.3. Requerimientos de diseño.	89

4.4.4. Desarrollo de diseño.	90
4.4.5. Fuente de inspiración:	91
4.4.6. Prototipo.....	96
4.5 Aplicación textil de hilo	97
4.5.1. Metodología para la elaboración del diseño	97
4.5.2. Creación de una visión de la experiencia de materiales.....	98
4.5.3. Creación, conceptos y productos (Prototipo)	100
CAPÍTULO 5	103
5.1 Discusiones.....	103
5.2 Conclusiones	108
5.3 Trabajo futuro.....	110
Referencias	111
Anexo 1. Lista de la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de León	131
Anexo 2. Lista de la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de León, clasificada.	138

Índice de figuras

1.	Diagrama de la relación entre el Diseño de Moda y la Industria Textil.	12
2.	Distribución mundial de fibras textiles	13
3.	Impacto medioambiental de fabricación de las fibras	14
4.	Ciclo de vida de prendas de vestir considerado en los estudios Quantis y FICCI LCA.....	21
5.	Ejemplo de textil de tejido plano.....	32
6.	Proceso de diseño mixto de integración	34
7.	Categorías taxonómicas empleadas en la lista de flora.	36
8.	Proceso de obtención de celulosa a través del método Kraft (Extendido).	44
9.	Procesos de obtención de hilos.	45
10.	Proceso de hilatura de anillo giratorio.	46
11.	Diagrama del proceso de hilatura: Hilado sin torsión.	47
12.	Diagrama de proceso para la selección de especies a caracterizar.	51
13.	Etapas fenológicas de Guaje Rojo y Pochote	55
14.	Matriz de relación de requerimientos del cliente y los métodos de obtención de celulosa.....	60
15.	Matriz de correlación para métodos de obtención de celulosa.	62
16.	Matriz QFD para la selección del proceso de obtención de celulosa.	63
17.	Diagrama de proceso para la obtención de celulosa.	64
18.	Fotografías de las especies vegetales (Guaje rojo y Pochote).....	64
19.	Fotografías de la corteza de material vegetal obtenido	66
20.	Fotografías de laminillas a base de material vegetal obtenido.	66
21.	Reactivos químicos a utilizar	67
22.	Adición de muestras a la solución de Hidróxido de Sodio.....	68
23.	Pastas resultantes de Guaje rojo (inciso a) y pochote (inciso b) recién enjuagadas.	70
24.	Imágenes de las muestras obtenidas después del secado.....	71

25.	Fibras de celulosa sobre hoja milimétrica.	72
26.	Fracción de hilos sobre hoja milimétrica.	73
27.	Biomaterial a base de celulosa de Pochote.	74
28.	Espectro FT-IR ATR de Guaje rojo antes y después de ser procesado químicamente.	76
29.	Espectro FT-IR ATR de Pochote antes y después de tratamiento.....	78
30.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a Biocuero.....	80
31.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a Biocuero.	81
32.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto.....	82
33.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto.....	82
34.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto.....	83
35.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo simple.....	84
36.	Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo simple.....	84
37.	Imagen tomada con TESCAN® VEGA 3 a la muestra de celulosa de Guaje rojo antes y después de ser tratada.....	86
38.	Imagen tomada con TESCAN® VEGA 3 a la muestra de celulosa de Pochote antes y después de ser tratada.....	87
39.	Etapas de los modelos descriptivos del diseño.	88
40.	Modelo volumétrico como base de diseño para el objeto.....	90
41.	Fotografías de inspiración para el diseño.....	91
42.	Paleta de colores basada en las fotografías de inspiración.....	92
43.	Formas presentes en la fuente de inspiración.	92
44.	Bocetos realizados.....	94
45.	Boceto preliminar con medidas y modelo volumétrico.	95
46.	Prototipo de bolsa.....	97
47.	Metodología modificada de diseño centrado en el material.....	98
48.	Paleta de colores basada en las fotografías de inspiración.	100
49.	Boceto de monedero con medidas.....	100
50.	Bocetos de monedero con aplicaciones.....	101
51.	Prototipo de monedero.	102

Índice de tablas

1. Descripción de la metodología a utilizar por etapas.	26
2. Clasificación de procesos para extraer de celulosa.	40
3. Descripción de diez especies vegetales.	52
4. Especies seleccionadas para extracción de celulosa.	54
5. Requerimientos del cliente para la matriz QFD.....	59
6. Símbolos y valores relación para la matriz QFD.	59
7. Métodos a evaluar en la matriz de correlación.	60
8. Calificaciones y porcentajes de cada método de acuerdo a su importancia.....	61
9. Símbolos para la matriz de correlación.	61
10. Concentraciones de Hidróxido de Sodio a utilizar.....	67
11. Ilustraciones de los enjuagues realizados.	68
12. Tabla resumen de resultados obtenidos después del tratamiento químico en muestras.	71
13. Picos de absorbancia antes y después de procesar la muestra de Guaje rojo en Hidróxido de Sodio.	77
14. Picos de absorbancia antes y después de procesar la muestra de Pochote en Hidróxido de Sodio.....	79
15. Valores obtenidos de las 2 pruebas de resistencia a Biocuero.....	81
16. Valores obtenidos de las 3 pruebas de tracción a hilo compuesto.....	83
17. Valores obtenidos de las 3 pruebas de tracción a hilo simple.	85

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

El diseño de moda tiene varias definiciones, como concepto se puede entender al categorizarlo en tres partes. La primera, desde el objetivo del diseño de modas, que se fija en la obtención de un producto como la vestimenta. La segunda, a través de sus componentes que permiten definir la naturaleza y la ontología, entre los que se encuentran: i) intentar dar respuesta a una necesidad o un problema, ii) obtener un producto (en este caso prendas de vestir), iii) hacer uso del conocimiento y la investigación, iv) ser un elemento estético, v) tener la intencionalidad y un plan de acción, vi) construir un sistema de acciones, vii) la creatividad y viii) la innovación (Carvajal-Villaplana, 2017). La tercera, desde los procesos actuales que conforman la obtención del producto textil como son: diseñar, producir, vender y consumir los textiles (United Nations Environment Programme, 2020).

El diseño de moda se encuentra dentro de los procesos de la industria textil y de la confección. Esta se divide en dos, por un lado, la textil (dedicada a la producción de fibras, hilos y telas) y por otro, la de confección (enfocada en la elaboración de prendas, calzados y piezas de vestir). No obstante, para la presente investigación se citará como una sola industria, la textil. Actualmente se identifica que la esta industria se compone de varios procesos tales como: el diseño, la producción, venta y consumo de textiles (encontrándose dentro del proceso de producción, la confección) y estos, a su vez de subprocesos, como son: la obtención de materia prima, abastecimientos de materiales de procesamiento, preparación de fibra, hilado, tejeduría, blanqueamiento, teñido y terminado, ensamblaje, distribución y uso; especialmente de ropa; se puede decir que es mayormente es un sistema lineal (United Nations Environment Programme, 2020). La representación visual de estos datos se ilustra en la **Figura.1**, donde se destacan los aspectos esenciales del objeto del diseño de modas y su relación con la industria textil.

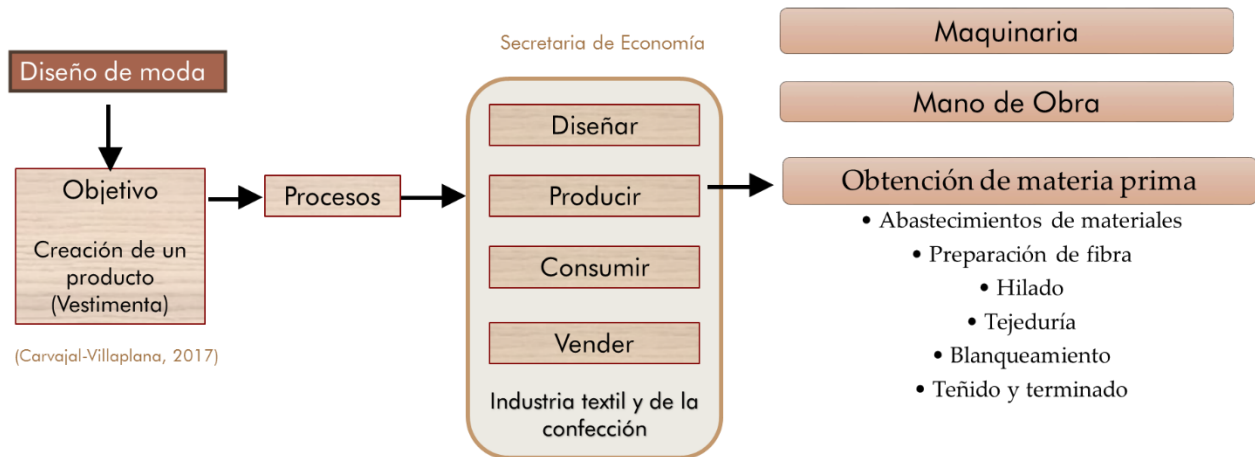


Figura 1. Diagrama de la relación entre el Diseño de Moda y la Industria Textil.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la industria textil se puede dividir en tres sectores de acuerdo al método de producción. El primero, la “alta costura” (*Haute Couture*, en francés), se ejecuta de forma manual siendo una referencia de lujo y la exclusividad ya que la prenda es elaborada de manera artesanal, partiendo desde la solicitud del cliente, el diseño de la prenda, la elección de los materiales y finalizando con la confección (Rey T. , 2018). El segundo, produce los textiles en un menor tiempo, para satisfacer la demanda del mercado actual y es llamado “producción textil comercial”. En este se lleva a cabo la producción de hilos, tejidos y textiles, dividiéndose en 4 subprocesos: hilatura, tejeduría, tintura y acabado. Una vez que se ha obtenido el textil se debe de añadir el proceso de confección a los productos finales (Ferrer-Dalmau Textil, 2020). El tercero, “la producción artesanal”, usa de recursos naturales, utilizados como materias primas, técnicas ancestrales y elaborado de manera manual (Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías, 2009).

En la actualidad los productos textiles se conforman de cuatro fibras textiles, las cuales se encuentran distribuidas en los siguientes porcentajes: 64% fibras sintéticas, 24% algodón, 6% otras fibras naturales y 6% celulosa (Viscosa) como se muestra en la **Figura**

2. Durante el proceso de obtención de materia prima se utilizan recursos naturales, lo que en consecuencia genera un impacto notable en la contaminación global. Esta industria generó en el año 2016 un aproximado de 8% de emisiones (por efecto invernadero), con un aumento pronosticado del 49% para el año 2030 si continúan las actuales tendencias (Quantis, 2018). Recientes análisis comparativos entre las industrias más contaminantes, señalan que en primer lugar se encuentra la petroquímica y sus derivados, es decir el sector encargado de la obtención y producción de combustibles; en segundo lugar, la textil, encargada de obtener y elaborar la vestimenta; y, en tercer lugar, la alimentaria refiriéndose a la ganadería y agricultura (Deliberty Prime Mailbox, 2021).

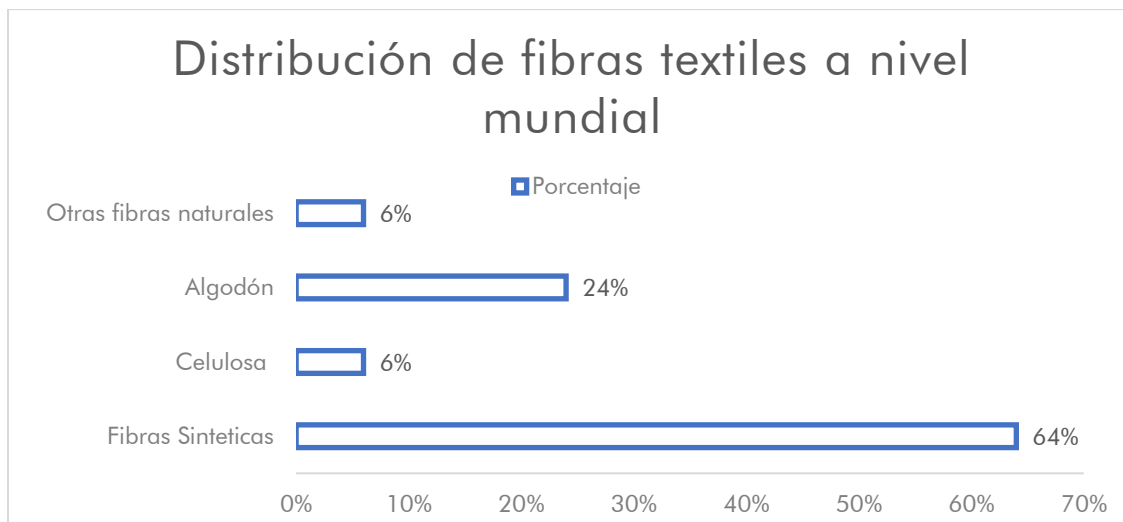


Figura 2. Distribución mundial de fibras textiles. (Quantis, 2018).

Según lo expone Vidal González (2022) en su estudio del impacto medioambiental de fibras textiles (naturales y sintéticas) utilizando tres criterios: 1) El Potencial de Calentamiento Global (PCG) señala la emisión de dióxido de Carbono (CO_2) por kilogramo producido; 2) El indicador del Uso de Energía No Renovable (NREU) el cual mide el consumo energético; y 3) la huella hídrica (Vidal, 2022). Ver **Figura 3**.

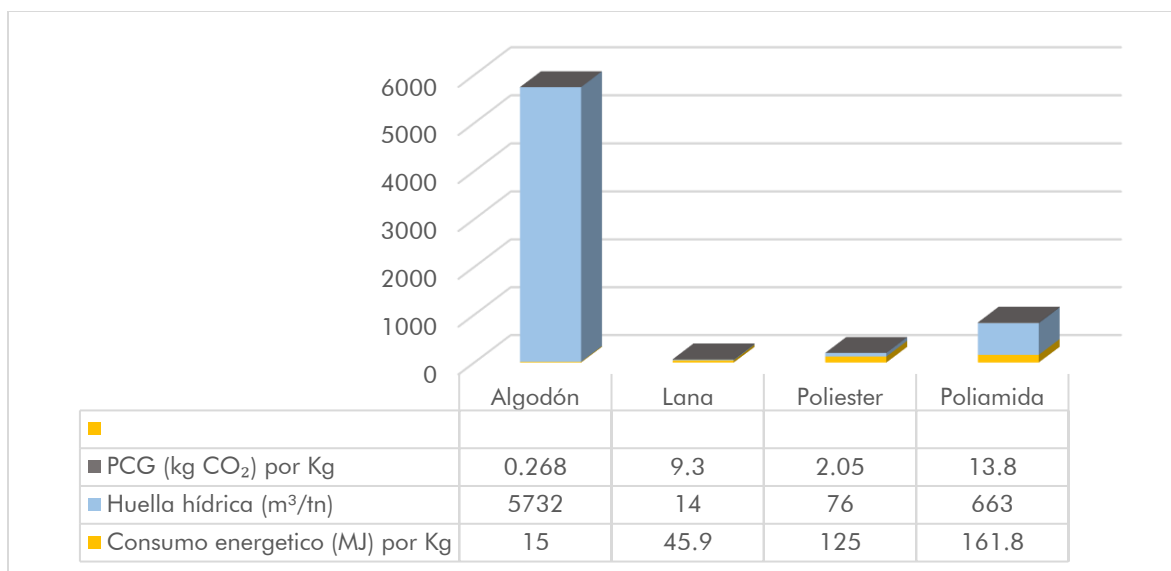


Figura 3. Impacto medioambiental de fabricación de las fibras. Elaboración propia basada en Vidal (2022).

Con base en lo anterior, se han desarrollado nuevas fibras naturales sostenibles como alternativas ecológicas (Palanisamy & et al., 2024), como el caso de fibras de Bamboo Guadua (*Angustifolia Kunth*) colombiano para telas, que tiene una absorbencia alta (6 veces mayor que el algodón), secado rápido y no utiliza pesticidas, ni poliéster en su producción (Gomez, Obtención de tela de Bambú Guadua (*Angustifolia Kunth*), 2022). Otros casos son las fibras de coco, caucho, y lana o lino para colchones hipoalergénicos (García R. M., 2017). Por otra parte, México cuenta con una gran variedad de plantas endémicas (Secretaria de medio ambiente y recursos naturales, 2016) que pueden ser utilizadas como compuestos poliméricos de fibras naturales para aplicaciones textiles. Un ejemplo es el “cuero de nopal”, elaborado con un 90% a base de planta y de un biopolímero hecho de compuestos renovables (Base de cactus y composta biodegradable) (López-Velarde & Cázarez, 2023). Además, de emplear pigmentos naturales para teñir fibras como el añil o la grana cochinilla (Franco Maass & Cruz Balderas, 2020).

La siguiente investigación propone un proceso para desarrollar fibra textil natural, para textiles de tejido plano, teniendo como base, material vegetal y que de esta manera

se reduzca el impacto ambiental. Esta investigación utilizará la metodología de “Diseño Mixto de Integración”, partiendo de la revisión bibliográfica y estudio de casos, para proceder a la elaboración de los instrumentos cuantitativos y cualitativos con su respectivo análisis y propuestas de aplicación (Hernández Sampieri, 2010).

Es por ellos, que en la región mixteca se han clasificado 240 especies vegetales endémicas, de las cuales, la corteza de Guaje rojo y Pochote se han considerado para la producción de textiles. Esto debido a su velocidad de crecimiento, altura máxima y abundancia (H. Ayuntamiento de Hca. ciudad de Huajuapán de León, 2021). La selección de estas dos especies es debido a que: el Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*) crece de forma silvestre (Comisión Nacional Forestal, 2011) (Cervantes y otros, 1994) y puede alcanzar una altura máxima de 15 m, con un diámetro del tronco de hasta 35 cm; y el Pochote (*Ceiba Aesculifolia*) (Pagaza Calderón & Fernández Nava, 2004), alcanza alturas de hasta 15 m; además de que se ha utilizado el mesocarpio del fruto por su similitud con el algodón, reportándose análisis y posibles aplicaciones en el área textil (Carranza Núñez, 2018).

Para producir textiles con estas especies endémicas es necesaria la extracción de celulosa (Gañan & al., 2017) (Lavanya, 2011) (Douglas y otros, 2008), esta se obtiene mediante procesos químicos, semiquímicos o mecánicos. El método químico más empleado es el Kraft, el cual se utiliza en el 72% de la producción mundial de celulosa (Bajpai, 2015) (Mues y otros, 2016) y tiene un rendimiento global aproximado del 60%, presentando ventajas de uso en cualquier tipo de especie de planta, teniendo la capacidad de autosuficiencia en la provisión energética y la posibilidad de reutilizar un reactivo en el proceso de deslignificación (Mues y otros, 2016).

1.2 Estado del arte

En un inicio, la industria textil solo consideraba la creación de productos textiles de manera artesanal. En épocas prehistóricas se utilizaban como materia prima el pelo y la piel de animales; plantas y semillas para obtener fibras. Con el paso del tiempo se empezó

a obtener de diferentes fuentes, como la seda, la cual empezó a utilizarse en China alrededor del año 2600 a.C., “ya que es la única fibra natural formada por filamentos que se retuercen para obtener un hilo” (Warshaw, 1998). Concluyendo que la producción textil era una actividad completamente artesanal típica del medio rural, donde los artesanos hábiles participaban en pequeños grupos (Ivester & Neefus, 1998).

Las fibras que se utilizan para la producción de productos textiles, se pueden clasificar en fibras naturales y fibras sintéticas (Quantia Solutions, 2020). Dentro de las fibras naturales que siguen vigentes, se encuentra la seda, también conocida como la “reina de los tejidos” debido a su antigüedad y diversas propiedades como ligereza, suavidad, alta resistencia a la tracción y muy poca o nula elasticidad. El proceso para la producción de seda como bien lo describe Gabriel F. Iribarren (2017), inicia cuando el gusano de seda genera seda líquida (compuesta de proteínas), después esta se endurece para formar filamentos, con los que construye su capullo. El ser humano interviene posteriormente, aplicando calor para suavizar los filamentos endurecidos, una vez que la larva ha muerto y para desenrollarlos y de esta manera entrelazarlos de forma individual en uno sólo, formando el hilo de seda (Iribarren, 2017). Esta tela es usada en productos de alta calidad y de lujo, debido al proceso de obtención del tejido, ya que sus propiedades de suavidad, brillo y resistencia, han logrado convertir su proceso de obtención en una industria completa debido a la demanda que tiene.

El desarrollo de nuevas propuestas textiles ha surgido por diversas exigencias del mercado, pues las necesidades y preferencias de los consumidores exigen la evolución en la tecnología de tejidos y la maquinaria de producción dando como resultado la creación de nuevos materiales y técnicas. A su vez, la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente han impulsado la investigación y el desarrollo de materiales sostenibles. Esto incluye el uso de fibras recicladas, tejidos biodegradables y procesos de producción menos contaminantes (Universidad de Burgos , 2020). Un último factor a considerar es la cultura y moda, pues los diseñadores y artistas buscan constantemente innovar y explorar nuevas formas de expresión a través del textil. Esto ha llevado a la creación de tejidos únicos, patrones innovadores y técnicas de diseño experimentales. Cada una de estas razones

refleja cómo las propuestas textiles responden a una combinación de factores prácticos, creativos y sociales.

Actualmente a nivel mundial se están creando textiles a base de materiales de origen vegetal, el primer antecedente es la tela de Bambú Asiático (*Bambusa arundinacea*), la cual se produce en China, Taiwán, Japón y otras partes de Asia. Es una fibra renovable que está generando una revolución en el mundo de la moda, porque genera beneficios en su cultivo, debido a que el bambú se puede cultivar con poco o ningún fertilizante, pesticidas, maquinaria pesada de cosecha o riego, y los sistemas de raíces de bambú pueden proteger los bancos empinados de la erosión. Además, las prendas a base de bambú son cuatro veces más absorbentes que el algodón, pues contienen agentes que previenen la aparición de bacterias, siendo naturalmente suaves casi comparadas con la seda, son un termo regulador que mantienen la piel alejada del frío (en invierno) y del calor (en verano), también son antialérgicas es decir aptas para la piel sensible (no genera irritación) y protegen contra los rayos UV. Esta fibra es muy resistente y de peso ligero, por lo que se convierte en una excelente opción para la ropa deportiva (Fuentes Guija y otros, 2016).

Otro caso es la tela de bambú guadua (*Angustifolia Kunt*), que es considerada ecológica y absorbente ya que contiene una propiedad de absorción de 4 a 6 veces más que el algodón. Dentro de sus propiedades físicas se puede mencionar que es resistente, lavable, de secado rápido, además de propiedades moleculares (antibacterial, anti hongos, biodegradable, es reflexiva y reguladora térmica) (Gomez, Worlbamboo.net, 2017).

En Ecuador, se está empleando la fibra de coco para la elaboración de colchones, en conjunto con otros materiales que se obtienen de la naturaleza como el látex natural. Estos colchones son ecológicos e hipoalérgicos y están conformados por una capa de fibra de coco, que permite eliminar la humedad del colchón con una absorción rápida y veloz secado para que no se propaguen microorganismos como los hongos u otros parásitos entre ellos, los ácaros. (García García, 2017).

En México, los consumidores se sienten cada vez más atraídos por las fibras naturales, debido a que crean sensibilidad de los beneficios al medio ambiente y a la economía, además de sumar aspectos socioculturales en las prendas (CONABIO, 2020). Teniendo evidencia que los pobladores utilizaban fibras de maguey (*Agave sp.*) entrelazadas, posteriormente se utilizaron fibras de yuca (*Yucca*), para la elaboración de objetos como cordeles, redes y sandalias (Rendón & Neyra, 2020). Actualmente, se está innovando con el cuero de nopal, una especie nativa y perenne. Su cultivo ofrece múltiples beneficios, en primera instancia, ayuda a la microflora y microfauna del suelo, logrando revertir el cambio de uso de la tierra; un segundo beneficio es el ser considerado regenerativo, ya que las plantas (tronco y raíz) no resultan lastimadas en el momento de ser cortadas logrando cosechar cada 6 u 8 meses; un tercer beneficio es la generación de una mejora de la biodiversidad en la región, pues no es necesario utilizar productos químicos y, por último, al no aplicarse riego, existe un ahorro de agua (Rey P. , 2021)

Como lo menciona un reciente estudio de la empresa Quantia Solutions, pionera en diseño textil, las tendencias de consumo textil señalan que nos encontramos en una era que magnifica la personalidad de cada individuo, busca gratificación inmediata y tiene conciencia ambiental. Los consumidores desean tener productos personalizados, y están dispuestos a pagar más por ellos, con una rápida entrega y que sean sostenibles. Esto lleva a tener que ofrecer productos para entrega al día siguiente, desde que se hace la compra es decir un tiempo no mayor a 24 horas. El consumidor de hoy, en cuestión de minutos, sube su diseño en un software, selecciona una prenda, y se dirige a una máquina de producción, donde el diseño ya se convirtió en un producto físico, listo para empacar y enviar al domicilio del consumidor. “¡Lo ve hoy, lo pide hoy, lo quiere hoy!” (Quantia Solutions, 2019).

En México, “la industria textil ha realizado aportaciones significativas a la industrialización del país. La generación de empleos y las exportaciones que se generan, logran que figure entre las industrias que más aportan al PIB en manufactura” (Arroyo & Cárcamo, 2010). Analizando la variación del PIB de la industria textil y de la confección, esta logró una contribución del 3.2% en el PIB manufacturero durante el periodo que

comprende los meses de enero a septiembre de 2019, llegando a ser una de las actividades económicas manufactureras más importantes, encontrándose en la posición número 10 (INEGI y CAINTEX, 2020). Esto se debe a que dentro de la industria textil se encuentran procesos productivos que tienen un lugar importante en exportaciones de nuestro país, ya sea de materiales como hilos, telas, entre otras piezas. Observando datos de los censos económicos del 2019 publicados por el INEGI, “la industria textil-vestido contribuye con el 0.7% de la producción del PIB nacional y con el 2.9% del PIB manufacturero” (Mares, 2022).

1.3 Planteamiento del problema

Actualmente la industria textil es la segunda industria más contaminante del planeta (United Nations Environment Programme, 2020). Representa 6.7% del impacto climático global con 3,290 millones de toneladas métricas de CO₂ y emplea alrededor de 215 trillones de litros de agua por año (Quantis, 2018). También emplea mayor cantidad de sustancias químicas como colorantes y disolventes. Es considerada la segunda actividad económica más contaminante de los recursos hídricos después de la agricultura (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Los datos mencionados son el resultado del incremento de la demanda de textiles, misma que provienen del modelo de negocio más reciente en la industria de la moda, el “*Fast Fashion*” (Moda Rápida) el cual, consiste en vestir a la moda lo más rápido posible. Lo que ha llevado a que la Industria de la moda se transforme de una manera súbita para obtener niveles de producción cada vez mayores que sean capaces de satisfacer la demanda en una menor cantidad de tiempo, esta transformación se logró al distribuir de manera estratégica su producción en todo el mundo (Barahona, 2018).

Así también, los volúmenes de producción aumentan aceleradamente, aunque la vida útil de los productos obtenidos es más corta. La producción de ropa por poco se ha duplicado en los últimos 15 años. La moda rápida ha duplicado los niveles de producción

total de fibras entre el año 2000 y 2018. Actualmente, en la cadena de valor textil (dominantemente lineal), menos del 1% de los productos textiles se reciclan de nuevo en ropa (al final de su vida útil), solo el 12% se recicla en productos de menor valor como, paños de limpieza, material de aislamiento, relleno de materias, entre otros (cascada), lo que representa una pérdida de más de 100 mil millones de dólares en materiales por año (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

El porcentaje de participación de fibras para la elaboración de productos textiles a nivel mundial se estima por fibras naturales es de un 30% y 70% fibras sintéticas (United Nations Environment Programme, 2020). El principal problema es que la mayoría de las fibras textiles utilizadas actualmente son químicas o artificiales. Siendo esta la razón principal del incremento de los desechos que genera el uso de estas fibras en sus diferentes procesos, ya que al final de la cadena de producción de textiles, la industria desecha micro plásticos, productos químicos y agua contaminada.

Los principales problemas del sistema actual de la industria textil son, en primer lugar, la sobre explotación de recursos naturales que se utilizan principalmente en la producción textil comercial. Desde la obtención de fibras como materia prima, hasta llegar a los materiales que se desechan al final de la cadena de producción textil, principalmente, agua, energía eléctrica y petróleo. El segundo problema son los desechos que se generan durante toda la cadena de suministro, los residuos de la obtención de materias primas, hasta el desecho de los productos terminados, lo anterior se puede observar en la **Figura 4**.

Para mitigar el impacto ambiental de la industria textil, se propone el desarrollo de fibras a partir de especies nativas de la región como el Guaje rojo y el Pochote ya que estas plantas requieren menos recursos al ser cultivadas localmente lo que disminuye la huella de carbono.



Figura 4. Ciclo de vida de prendas de vestir considerado en los estudios Quantis y FICCI LCA. (United Nations Environment Programme, 2020).

1.4 Justificación

El uso de fibras naturales es deseable en la industria textil, y contar con una fibra textil a base de material vegetal que se encuentre en Huajuapán de León y que sirva para textiles de tejido plano favorece su desarrollo sustentable. Debido a que actualmente la industria textil es la segunda más contaminante en el planeta (Dávalos Soriano y otros, 2022). Puesto que, se utiliza mayor cantidad de recursos para la elaboración de fibras textiles. Desde los recursos naturales como agua, algodón, lana, hasta otros recursos procesados como son el gas, maquinaria especializada, químicos para tinte, químicos

para decoloración, químicos para lavado, entre otros. Esta industria busca principalmente satisfacer la demanda del mercado mundial, el cual exige telas de mejor calidad, con suficiente resistencia, elasticidad, longitud, y cohesión, mismas que deben de estar disponibles con un suministro constante y a un bajo costo (Hollen, 2001). Por lo que, es necesario encontrar una alternativa que satisfaga las necesidades de fibras textiles y que contamine menos el medio ambiente, en comparación con la fibra textil natural más utilizada en el mundo, el algodón.

La ejecución de esta investigación se considera pertinente, al tener como objetivo principal la creación de un precedente para una alternativa de fibra textil que reduzca el uso de recursos químicos, lo que resultará en una disminución de la emisión de desechos contaminantes. Además, se pretende establecer un antecedente que documente y recopile especies vegetales disponibles en el Municipio de Huajuapán de León, Oaxaca y diversos procesos utilizados en la obtención de fibras textiles.

La relevancia de esta investigación radica en la escasez de información disponible sobre alternativas naturales para la fabricación de fibras textiles. Actualmente, la mayoría de las fibras naturales provienen del algodón, lo que lleva a una sobreexplotación de este recurso vital. Además, la búsqueda de optimización en las propiedades físicas de las fibras, como absorción de humedad, resistencia a la tracción y durabilidad, ha llevado al uso predominante de fibras sintéticas. Este enfoque ha resultado en una mayor contaminación ambiental. Explorar y desarrollar alternativas naturales no solo podría reducir la dependencia del algodón y minimizar el impacto ambiental, sino también promover prácticas sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades locales.

1.5 Hipótesis

Las fibras de celulosa extraídas de especies vegetales que se encuentran en Huajuapán de León, Oaxaca, se pueden utilizar como base en la elaboración de tejidos planos y no tejidos, para su aplicación en la industria textil.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Desarrollar una materia prima para textiles de tejido plano elaborado con material vegetal que se encuentre en el Municipio de Huajuapán de León.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Delimitar y clasificar en un listado de especies de flora que se encuentran en el Municipio de Huajuapán de León de acuerdo a su origen, propiedades y posibles aplicaciones.
2. Seleccionar un material vegetal como base para la producción de una fibra textil.
3. Identificar y categorizar los procesos de obtención de celulosa a partir de material vegetal y los métodos de producción de hilatura textil.
4. Obtener fibras de celulosa de las especies vegetales seleccionadas (Guaje rojo, *Leucaena leucocephala* y Pochote, *Ceiba aesculifolia*) como base para la producción de una fibra textil.
5. Caracterizar el material obtenido mediante espectrofotometría FT-IR ATR, microscopía electrónica de barrido (SEM) y pruebas de funcionalidad, con el propósito de evaluar su idoneidad para aplicaciones en el diseño de moda.
6. Desarrollar conceptos de diseño y aplicar a dos prototipos la materia prima obtenida.

1.7 Metas

1. Elaboración de una lista de las especies vegetales que se encuentren en Huajuapán de León y que puedan ser utilizados como materia prima vegetal. Que incluya su aplicaciones, características generales y clasificación taxonómica.
2. Identificación y elección de especies vegetales mediante el desarrollo y aplicación de criterios específicos de evaluación para la obtención de fibras destinadas a la elaboración de tejidos planos.

3. Lista de procesos para la obtención de celulosa a partir de material vegetal y, lista de los métodos de hilatura textil.
4. Producción de una materia prima para textiles de tejido plano a base de material vegetal.
5. Resultados de las evaluaciones de la materia prima que se obtiene mediante espectrofotometría FTIR - ATR, microscopía electrónica de barrido (SEM) y pruebas mecánicas de funcionalidad.
6. Desarrollo y aplicación de la materia prima obtenida a dos prototipos de prenda de moda.
7. Publicación de resultados.

1.8 Limitaciones de la Tesis

En lo referente a los alcances y límites para la presente investigación se consideraron los siguientes aspectos:

a) Para la creación de la lista de la flora que se encuentra actualmente en el Municipio de Huajuapán de León existe un recurso limitado de información publicada. Además de mencionar que la poca información que se utilizará solo señala la flora de manera enunciativa, más no descriptiva.

b) Para la creación de la lista de procesos que se utilizan para la obtención de fibras textiles, tampoco se tiene información que recopile, mencione y describa en su conjunto.

Dado que solo existen procesos por etapas en la producción textil, procesos de obtención de celulosa, procesos de hilatura, procesos de tejeduría y procesos para realizar acabados.

c) Los criterios a considerar para la comparación de la vegetación a utilizar, están determinados por:

- Abundancia de la especie en la región
- Adaptación al clima

- Rápido crecimiento

Los recursos que se aplicarán serán de Infraestructura, en las Instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, e instalaciones del Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica (IDIT) de la Universidad Iberoamericana, campus Puebla.

1.9 Metodología

La metodología base a utilizar será “Diseño Mixto de Integración”.-(Sampieri R. H., 2018). El análisis cualitativo iniciará con la revisión bibliográfica y estudio de casos, después se elaborará un cuadro comparativo con análisis de datos. El análisis cuantitativo, y con modelos numéricos se harán válidas las premisas teóricas que se generaron con el análisis cualitativo anterior. De esta manera se obtendrá la información necesaria para continuar con un estudio cualitativo, mediante la aplicación en los casos de estudio, en esta investigación se realizarán casos experimentales para finalizar con las debidas conclusiones (Sampieri R. H., 2010).

A continuación, se presenta detalladamente las fases que conforman la metodología a utilizar.

Tabla 1. Descripción de la metodología a utilizar por etapas. Elaboración propia

FASE	ETAPA	ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Fase conceptual	Planteamiento del problema	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Revisión de documentos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Registros públicos ▪ Documentos personales ▪ Evidencia física 	Análisis de los datos a través de la comparación constante con el fin de generar de conceptos explicativos y teorías.
	Hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de documentos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Registros públicos ▪ Documentos personales ▪ Evidencia física 	

FASE	ETAPA	ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Fase conceptual	<p>Elaboración de una lista de las especies vegetales que se encuentren en Huajuapán de León y puedan ser utilizados como materia prima vegetal. Que incluya sus aplicaciones, características generales y clasificación taxonómica.</p>	<p>-Revisión de documentos y aplicación de criterios para la elaboración del listado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abundancia en la región ▪ Uso de la especie ▪ Velocidad de crecimiento ▪ Altura máxima ▪ Adaptabilidad al clima 	<p>Comprensión detallada de las especies vegetales presentes en la región (Características, propiedades y potencial uso).</p> <p>- Entrevistas semiestructuradas: Se realizan entrevistas a expertos locales, como botánicos, agricultores y artesanos, para obtener información detallada sobre las especies vegetales, sus usos tradicionales y su potencial como materia prima.</p> <p>Registros fotográficos: Se capturan imágenes de las especies vegetales identificadas, documentando sus características visuales y su entorno natural.</p> <p>Recolección de muestras: Se recolectan especímenes de las especies vegetales para su posterior análisis en laboratorio.</p>
	<p>Identificación y elección de especies vegetales mediante el desarrollo y aplicación de criterios específicos de evaluación para la obtención de fibras destinadas a la elaboración de tejidos planos.</p>		

FASE	ETAPA	ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Fase conceptual	Lista de procesos para la obtener celulosa a partir de material vegetal y, lista de los métodos de hilatura textil.	Revisión de documentos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Registros públicos ▪ Documentos personales ▪ Evidencia física 	Recopilación, análisis e interpretación de datos descriptivos relacionados con los procesos de obtención de celulosa a partir de material vegetal y los métodos de hilatura textil. A través de las actividades como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión bibliográfica ▪ Clasificación de procesos ▪ Visitas a instituciones especializadas ▪ Contacto directo con expertos y profesionales
Fase empírica	Producción de una materia prima para textiles de tejido plano a base de material vegetal.	Evaluación de parámetros cuantitativos a través de matriz QFD. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficiencia separación de fibras de celulosa. ▪ Versatilidad para procesar diferentes tipos de madera. ▪ Sostenibilidad y recuperación de materias primas. ▪ Calidad de las fibras de celulosa. ▪ Tiempo de realización. ▪ Mínimo consumo de energía. ▪ Equipo y reactivos asequibles. 	

FASE	ETAPA	ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Fase empírica	Resultados de las evaluaciones de la materia prima que se obtuvieron mediante espectrofotometría FTIR-ATR.	Análisis de los datos obtenidos mediante FTIR-ATR sobre la composición química de la materia prima. A través de la identificación de grupos funcionales específicos y características químicas de la materia prima. Esto implica un análisis más descriptivo y basado en la interpretación de los picos y patrones espectrales.	Analizar las variaciones de las líneas espectrales de absorción.
	Evaluaciones de la materia prima que se obtuvo mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).	Dimensiones de las fibras y formas.	Interpretación cualitativa para evaluar la morfología, la textura y otras características visuales de la materia prima. Esto implica una descripción detallada de las características observadas y su relación con las propiedades y el rendimiento del material.
	Evaluaciones de la materia prima que se obtuvo mediante pruebas de funcionalidad (elasticidad).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de variables <ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable independiente: Tipo de materia prima obtenida ▪ Variable dependiente: Elasticidad (Módulo de Young) 2. Diseño experimental <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecimiento de condiciones controladas para las pruebas 3. Recolección de datos 	

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización de máquina de ensayos universales ▪ Realización de pruebas de tracción para determinar el Módulo de Young ▪ Registro de los datos obtenidos <p>4. Análisis estadístico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo del Módulo de Young <p>5. Interpretación de resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparación de los valores obtenidos ▪ Determinación de la idoneidad de la materia prima para aplicaciones en tejidos planos 	
--	--	---	--

FASE	ETAPA	ENFOQUE CUANTITATIVO
Fase Inferencial (Discusión) Y Metainferencias (Producto de ambos enfoques)	Presentación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparación de resultados cualitativos y cuantitativos. ▪ Discusión de fallas y omisión de etapas o consideraciones encontradas a lo largo de la investigación. ▪ Exponer las limitaciones adicionales encontradas. ▪ Elaboración de proto
	Aplicación de los elementos de diseño en el prototipo final.	Integrar elementos obtenidos en el prototipo final evaluando la cohesión del diseño y su desempeño en condiciones reales, asegurando que los aspectos teóricos y prácticos se unan eficazmente para cumplir con las expectativas y requerimientos de diseño.

La metodología en la que está basada la investigación, combina las dos últimas etapas de la original de diseño mixto de integración, debido a que, en la presentación de resultados, se pretende mostrar la discusión del resultado de la comparación de los métodos cualitativos y cuantitativos.

CAPÍTULO 2

2.1 Marco teórico conceptual

En este capítulo se desarrollan los principales conceptos y teoría que se utilizarán dentro de la investigación que se desarrolla, para su entendimiento.

2.1.1 Conceptos textiles

Materia prima: Se le considera a todo insumo directamente utilizado en la elaboración de un producto terminado o semielaborado, exceptuando aquellos que se añadan al producto (Compás. Grupo de capacitación e investigación pedagógica, 2022).

Fibra textil: Es la unidad de materia de todo textil con la que se puede elaborar hilos o prendas a través de entrecruzamientos por diferentes métodos (tejido, hilado o torsión) y donde la longitud es superior a su diámetro o finura (ITex Maquinaria Textil y representaciones S.A.S. de C.V., 2019).

Textil: Es el producto que se elabora con base en fibras de origen natural, artificial o sintético, como pueden ser hilados, hilos de coser, estambres, telas, casimires, pasamanerías (encaje, listones, bordados, elásticos), y similares (Secretaría de comercio y fomento industrial, 1994)

Textil de tejido plano: Es aquel tejido que se conforma del entrecruzamiento de dos tipos de hilos. La urdimbre, el hilo longitudinal, y la trama, el hilo transversal (Gámez, 2021). **Figura 5** muestra un *Textil no tejido*: Tipo de material textil que se fabrica mediante la unión de fibras sin utilizar el proceso tradicional de tejido. A diferencia de los tejidos convencionales, donde los hilos se entrelazan para formar una trama y una urdimbre, el tejido no tejido se crea mediante la combinación de fibras a través de métodos mecánicos, térmicos o químicos (IBP UNIUSO , 2021).

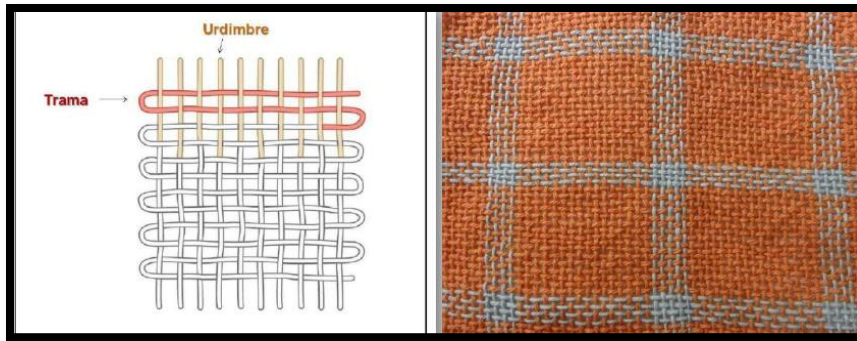


Figura 5. Ejemplo de textil de tejido plano. (Intextil, 2023)

2.1.2 Conceptos vegetales

Material vegetal: Es cualquier elemento de origen vegetal que pueda ser empleado para la elaboración o multiplicación de variedad vegetal (a través de la reproducción sexual o asexual) en los que se incluyen: semillas, tubérculos, estolones, cormo, bulbos, raíces, tallos, callos, hojas, meristemas, células, y cualquier parte de una planta o planta completa, de la cual sea posible obtener plantas completas o semillas (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2014).

Adicionalmente, la siguiente definición complementa el concepto ya mencionado: Se puede considerar *material vegetal* a las plantas y partes de ellas, como la semilla, el polen, incluyendo: a) Planta con raíces, b) brote, injerto (único o en cantidades múltiples), c) rama sin raíces, d) tejido vegetal apropiado para la multiplicación en cultivo de tejido, e) cualquier mutación descubierta en el material vegetal (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2020).

Celulosa: Es un polímero natural que tiene una estructura semicristalina, la cual puede variar dependiendo del tipo de fuente de la cual es aislada, depende del origen del cuerpo vegetal y la edad de la planta o árbol al momento en que se realizó el corte. Estos factores modifican el tamaño o pureza de la celulosa, adicionalmente dependiendo del tipo es posible que el nivel de cristalización o de polimerización de la celulosa llegará a

ser diferente afectando así sus propiedades mecánicas y de igual manera se pueden obtener múltiples tipos de morfologías, estructuras de celulosa (Gañán y otros, 2017).

2.1.3 Conceptos metodológicos y evaluaciones

Proceso artesanal: Es aquel proceso que se caracteriza por tener un volumen de producción muy pequeño, con una fuerza laboral altamente cualificada; elaborando productos con un alto valor agregado que tiende a mantenerse a lo largo del tiempo; manteniendo un alto contacto con su mercado reducido que usualmente pertenecen a un nicho de mercado de alto poder adquisitivo (Bustos, 2009).

Propiedades de los tejidos. Como lo menciona el investigador Enric Carrera (2015) los tejidos tienen cuatro propiedades principales: 1) estéticas, que incluyen color, brillo, cayente, entre otras; 2) funcionales, como la arrugabilidad, impermeabilidad, resistencia al fuego, tendencia al pilling; 3) convertibilidad o confeccionabilidad, las cuales se pueden definir como la facilidad para superar con éxito las operaciones de confección industrial; y 4) de mano, estas son los resultados de la evaluación de aspectos sensoriales. Todas las propiedades antes mencionadas se evalúan a través de distintos parámetros (estructurales, confeccionabilidad, mano y uso) (Carrera-Gallissà, 2015).

A continuación, se mencionan los parámetros de los tejidos de acuerdo a los ensayos físicos de la caracterización de los tejidos de Enric Carrera i Gallissà:

Los parámetros estructurales (Revelan la estructura del tejido):

- Masa laminar (g/m^2)
- Grosor (mm).
- Elasticidad
- Longitud (m)

Metodología “Diseño Mixto de Integración”: Esta metodología abarca en un mismo estudio los procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos con el fin de responder a un planteamiento del problema (**Figura 6**). De la misma manera se realiza un conjunto de procesos de diferente naturaleza (sistemáticos, empíricos y críticos de investigación), los cuales involucran la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, para su posterior análisis y, por último, la integración y discusión conjunta de toda la información obtenida.

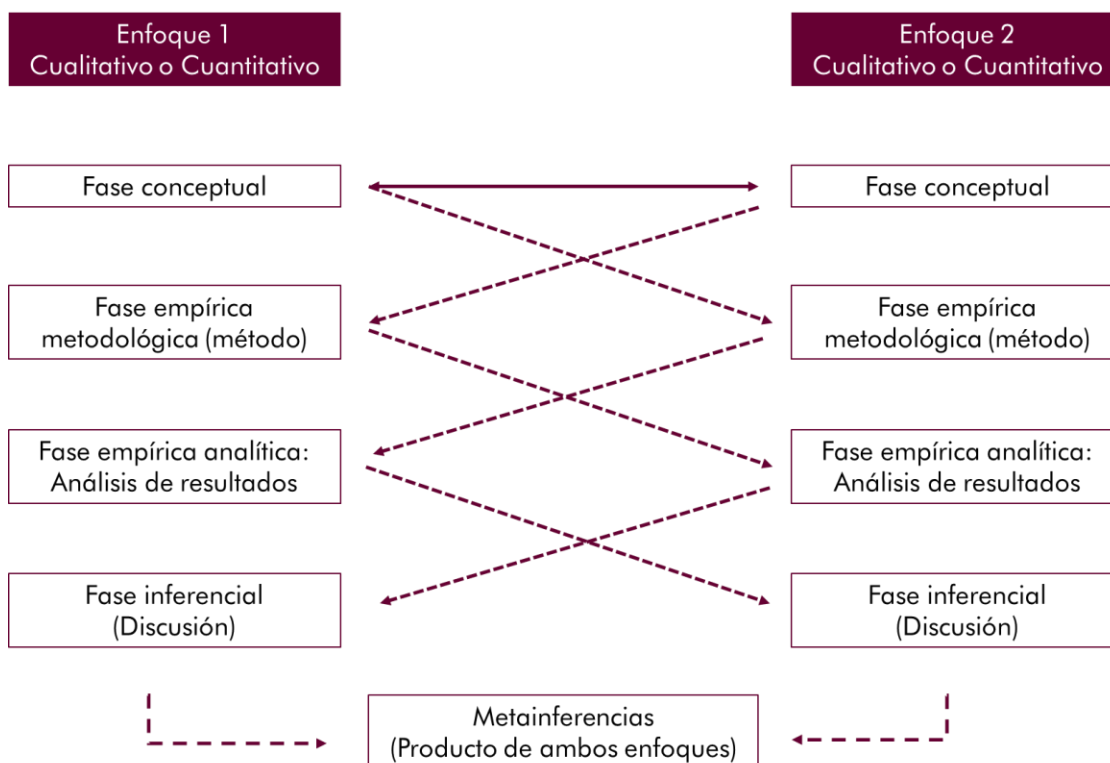


Figura 6. Proceso de diseño mixto de integración (Sampieri R. H., 2010).

El fin de llevar a cabo los pasos anteriormente mencionados, es el de realizar inferencias que resulten de toda la información recabada para llegar a un entendimiento de lo que se está estudiando (fenómeno o caso de estudio) (Lemus, 2022). A continuación, se señala una breve descripción de la metodología:

- Se realiza la recolección de datos (cuantitativos y cualitativos), este proceso puede ser secuencialmente o simultáneamente, inclusive puede realizarse de manera combinada.
- Se analizan los datos recabados (cuantitativos y cualitativos) durante todo el proceso.
- Se comparan cuantitativamente categorías con temas para establecer múltiples contrastes.
- Es posible integrar experimentos en el mismo estudio.
- Los resultados definitivos se reportan hasta el término del proceso, sin embargo, pueden elaborarse reportes parciales.
- El proceso es reiterativo.
- Los diseños suelen ser utilizados para problemas de suma complejidad.
- Los resultados se pueden generalizar y es factible al mismo tiempo desarrollar teoría emergente y probar hipótesis, explorar, etcétera (Sampieri R. H., 2018).

2.2 Lista de flora del Municipio de Huajuapán de León.

A continuación, se describe el inventario de especies vegetales que se encuentran en el municipio de Huajuapán de León, mismo que se presenta como parte fundamental de la investigación para el desarrollo de textiles de tejido plano a base de material vegetal. Este se ha dividido en dos secciones que permiten una organización clara y sistemática de las especies, facilitando su consulta y análisis posterior.

2.2.1 Lista de especies vegetales que se encuentran actualmente en Huajuapán de León y pueden ser utilizadas como materia prima vegetal.

Como primer meta, se presenta la lista de flora que se encuentra en Huajuapán de León (Anexo 1), la cual fue elaborada a partir de la consulta de dos principales fuentes documentales y de la investigación de campo realizada en el Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Este listado se realizó con la recopilación de información publicada sobre la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de

León, primeramente, con el “Estudio técnico justificativo declaratoria de la Zona ecológica del Cerro del Yucunitzá” (ETJZY 2019 -2021). Adicionalmente se añadió información del “Inventario de especies de flora del Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca”. El resultado de esta información es un listado de **240** especies vegetales, donde se eliminan cactáceas, especies protegidas, y arbustos de lento crecimiento; con apoyo de personal experto, quienes, a partir de su conocimiento y experiencia en los levantamientos de muestra de especies en la región, señalaron las especies mencionadas que se encuentran en el Municipio de Huajuapán de León. Obteniendo como resultado una lista de **110** especies de flora.

Es necesario contar con esta lista ya que muestra un panorama general de las especies que se tienen cerca y con la posibilidad de utilizar para la producción de una nueva fibra. Además, se encuentran observaciones acerca de la toxicidad de algunas especies siendo este un parámetro a considerar para la selección de la especie idónea.

A continuación, se señalan las categorías taxonómicas (**Figura 7**) sobre las que fue elaborada la lista de flora y posteriormente se describe cada una de ellas.

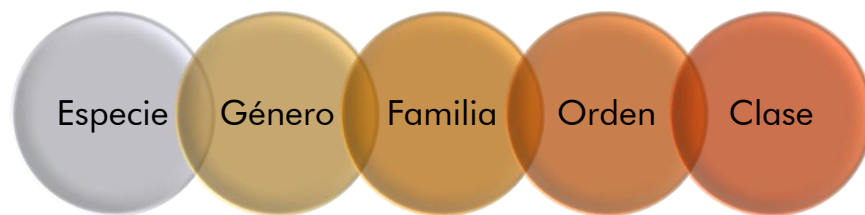


Figura 7. *Categorías taxonómicas empleadas en la lista de flora.* Elaboración propia.

Especie: Es el nombre científico de una planta, y no es de un taxón de cualquier otra categoría, este surge de la combinación de dos nombres, o “binomen”. El primer nombre es el nombre genérico y el segundo, el nombre específico. El nombre genérico debe de comenzar con una letra mayúscula y el nombre específico debe comenzar con la letra minúscula (Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica , 1999).

Género: Se refiere a una característica de la especie, por ejemplo: Bacillus, pequeño bastón. En honor a algún científico latinizando el nombre: Pasteurella, en honor de Pasteur. No hace referencia a una diferenciación sexual bacteriana entre masculino o femenino, que de hecho no existe en términos de taxonomía (Montoya-Villafane, 1999)

Familia: Un grupo de géneros similares.

Orden: Un grupo de familias similares

Clase: Un grupo de ordenes similares.

Meta 1: Primera etapa

→ Anexo 1: Lista de especies de la flora que se encuentran actualmente en Huajuapán de León.

2.2.2 Lista clasificada de especies vegetales que se encuentren actualmente en Huajuapán de León y puedan ser utilizados como materia prima vegetal

A continuación, se describen las características de las especies flora presentes en el Municipio de Huajuapán de León, las cuales se encuentran organizadas en un listado (Anexo 2), según el nombre común de cada especie. Cada entrada incluye una descripción que abarca su uso, velocidad de crecimiento, tamaño y observaciones pertinentes, definiendo detalladamente estas características a continuación:

Uso: Acciones específicas a las que se les da valor; sentido a lo que se posee al alcance (al usarlo) (S., Deborah, 2015).

Uso ornamental: Son las especies utilizadas para adornar decorados por motivos diversos debido a sus cualidades estéticas. Estas cualidades no se pueden medir debido a que el valor estético proviene de la apreciación que hacen las personas a través de los sentidos. Cabe mencionar que el término “estético” es relativo, pues lo agradable o hermoso para una persona, no lo es para otra; añadiendo las diferencias entre personas,

culturas y generaciones (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, 2020).

Uso como seto: El seto es una alineación de árboles o arbustos que tiene diversas funciones, una de ellas es imposibilitar el paso a ganado, vehículos o personas en un lugar determinado; de igual forma evita el efecto perjudicial del viento; forma pantallas contra ruidos e impide la observación indiscreta en determinadas zonas (Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 1991).

Uso medicinal: Son aquellas especies que producen una gran diversidad de compuestos (aminoácidos, carbohidratos, lípidos, nucleótidos), por lo que se conocen como metabolitos secundarios. Y que se utilizan para aliviar algunos de los malestares del ser humano, como el prevenir enfermedades, eliminar parásitos o ayudar a la digestión. En México se tienen registradas aproximadamente 3,000 especies en el Herbario del IMSS (CONABIO, 2023).

Uso reforestación: Especies que pueden encontrarse en varias etapas de crecimiento, pues reforestar es llevar a cabo diferentes acciones para plantar árboles; incluyendo las actividades y procesos involucrados (planeación, operación, control y supervisión). Existen 2 tipos de reforestación: urbana y rural. La reforestación urbana se realiza en ciudades con fines estéticos, de investigación, experimentales o demostrativos, conductivos o moderadores de ruido y como control de sombras. La reforestación rural, se realiza en superficies forestales o potencialmente forestales, los tipos son, de conservación, protección y restauración, agroforestal y productiva (CONABIO, 2020).

Velocidad de crecimiento: Capacidad de una especie de flora de aumentar su tamaño. Para la lista de la flora que se presenta, se mencionan cinco tipos de velocidad de crecimiento:

- Muy Rápida: Especies que en un tiempo de 3 años han llegado al 75% de su altura máxima.
- Rápida: Especies que en un tiempo de 3 años han superado el 50% de su altura máxima sin superar el 75%.

- Mediana: Especies que en 3 años no han llegado al 50% de su altura máxima, pero ya superaron el 25%.
- Lenta: Especies de flora que en un periodo de 3 años solo han alcanzado el 25% de su altura máxima.
- Muy lenta: Especies de flora que después de 3 años solo han alcanzado el 10% de su altura máxima.

Adaptabilidad al clima: Se define como la tolerancia que tiene cada especie respecto al medio en el que vive. El conjunto de habilidades o capacidades para soportar las condiciones climáticas que no son óptimas mientras crece, estas variables pueden ser, las condiciones térmicas e hídricas, la intensidad lumínica y la duración del día. Se menciona aparte la variación de agua, ya que es esencial para las especies vegetales pues define la variación de la estructura y forma de las hojas en las angiospermas clasificándolas de acuerdo a los requerimientos de agua (mesófitas, hidrófitas y xerófitas) (Duval y otros, 2015).

Altura máxima: La altura que una especie de flora alcanza al desarrollarse por completo con la correcta absorción de nutrientes.

A continuación, se anexa la lista de flora en el Municipio de Huajuapán de León clasificada de acuerdo a los conceptos mencionados en este apartado.

Meta 1: Segunda etapa

- **Anexo 2. Lista clasificada de especies vegetales que se encuentren actualmente en Huajuapán de León y puedan ser utilizados como materia prima vegetal.**

2.3 Lista de los procesos existentes para la obtención de celulosa con especies vegetales.

En esta investigación se pretende obtener la celulosa vegetal proveniente de maderas, para lo cual es necesario delimitar los procesos a utilizar. Como se ha

mencionado anteriormente, la producción de textiles lleva un conjunto de subprocesos que logran un determinado producto. En el siguiente apartado es requerido la obtención de celulosa (materia prima del proceso de producción de tejido plano) esta, se obtiene del proceso de separación de las fibras provenientes de madera. Los procesos más utilizados se clasifican en tres tipos de acuerdo a los reactivos utilizados y son los siguientes:

1. Mecánicos (No químicos)
2. Semiquímicos
3. Químicos.

2.3.1 Clasificación y descripción de procesos para la obtención de celulosa como base para la elaboración de fibras textiles

Tabla 2. Clasificación de procesos para extraer de celulosa. Elaboración propia

Procesos No químicos	Procesos semiquímicos	Procesos químicos
Molido de madera	Quimio- termo mecánico CTMP (Chemothermomechanical process)	Kraft
Masonite	Neutro semiquímico sulfito, NSSC (Neutral Sulfite Semi Chemical)	Ácido del sulfito
Termo mecánico	Sosa fría	

En los procesos mecánicos se encuentra el molido de madera, este proceso se utiliza en especies de árboles de hoja caduca, es decir, árboles que durante el otoño y el invierno no tiene hojas como el Abedul o Eucalipto. Este proceso requiere un importante consumo de energía, y logra obtener hasta el 95% de celulosa. Sin embargo, la celulosa que se obtiene es de una baja calidad, ya que tiene un color marrón, por lo que es necesario aplicar químicos para lograr el blanqueamiento y añadir propiedades funcionales.

El proceso de obtención del algodón se considera en su mayoría mecánico, ya que cuenta con subprocesos que comienza con la siembra de las semillas en suelos fértiles y bien drenados, seguido de un cuidadoso crecimiento que incluye riego y control de plagas. Una vez maduras, las cápsulas de algodón se cosechan, ya sea manualmente o mediante máquinas especializadas. El algodón cosechado se lleva a una planta de desmotado donde se separa de las semillas y residuos (Universidad de Sonora, 2014).

Otro proceso no químico es el Masonite, este se lleva a cabo con vapor principalmente, ya que una cala (pedazo de madera) se somete a un paso de refinado mecánico muy ligero antes de la fabricación de tablero de fibra, posteriormente pasa a la etapa de vaporización, donde dependiendo de la temperatura aplicada varía el rendimiento de fibra, este se encuentra en el rango de 80-95% de obtención de celulosa, siendo los componentes principales que se lixivian de la pulpa extractos solubles en agua y fracciones de hemicelulosa (Overend & E., 1987). O como lo mencionan otros autores, las astillas de madera se ponen en contacto en reactores discontinuos durante 1 ± 10 min con vapor saturado a presiones hasta 90 atm, el cual es liberado a través de una válvula (a presión atmosférica). Como consecuencia, la madera se desestructura y las fibras se despolimerizan debido a la repentina descompresión y expansión. Las fibras del residuo sólido están cubiertas por una capa de lignina, incapaz de producir pulpa, pero útil para fabricar tableros de fibra (Garrote y otros, 1999).

Por otro lado, existe el proceso termo mecánico, TMP (*Thermomechanical process*) el cual, una vez que obtienen las astillas de madera consta de 3 etapas; en la primera etapa, las astillas son lavadas para eliminar impurezas duras, a continuación, se pasa a calentarse con vapor a presión aumentada y se procesan en una fábrica de discos; en la segunda etapa, la masa que se obtiene es transportada a un contenedor (tina), donde se endereza y se extraen las fibras deformadas y; en la tercera etapa se trasladan al tanque de almacenamiento (Boeykens, 2006).

En otra categoría se encuentran los procesos semiquímicos, uno de ellos es el Químio-termo mecánico CTMP (*Chemothermomechanical process*). El cual, combina el TMP con la integración química de laminillas de madera, lo que permite obtener celulosa

limpia, resistente y con óptimas propiedades seleccionadas llegando a ser altamente eficiente logrando la obtención de hasta el 95% de fibras con un menor consumo de agua en comparación con otros procesos, aunque cabe mencionar en que se requiere más energía para producir la pulpa. Por otra parte, es útil para la obtención de celulosa limpia con resistencia suficiente y blanqueamiento aceptable según las necesidades de la industria textil. Para llevarse a cabo pasan por las siguientes etapas. En la primera etapa, se lavan y tamizan las laminillas. En la segunda etapa, se impregnan las laminillas con químicos, se requieren soluciones químicas dependiendo el tipo de madera, ya que, si se trabaja con maderas blandas, se utiliza el sulfato de sodio, mientras que para madera dura se emplean los peróxidos alcalinos. En la tercera etapa, cuando el proceso de integración de laminillas a finalizado, se calientan las astillas para mezclarse con agua y de esta manera los enlaces de lignina se aflojan liberando las fibras de celulosa (PPC GROUP, 2020). Los químicos utilizados por este proceso son el sulfito sódico (Na_2SO_3), carbonato de sodio (Na_2CO_3), hidróxido de sodio (NaOH) y sulfuro de sodio (Na_2S) (Areej y otros, 2023).

El siguiente proceso semiquímico es el Neutro semiquímico sulfito, NSSC (*Neutral Sulfite Semi Chemical*), este proceso de fabricación de celulosa semiquímica llega a producir celulosa sin blanquear con rendimientos de alrededor del 80%. Las maderas duras son las que se utilizan normalmente como materia prima y la celulosa producida se utiliza principalmente para la producción de medio corrugado (estriado). Las virutas (hojas delgadas comúnmente en forma de espiral que se obtienen al labrar la madera con cepillo u otra herramienta) se impregnan con sulfito y carbonato a pH neutro, y se cuecen durante unos 30 minutos a aproximadamente 170-180 °C, posteriormente se desfibran hasta obtener pulpa gruesa en un refinador, se lavan y finalmente se refinan para obtener una combinación óptima de resistencia y rigidez (VALMET FORWARD, 2023). El consumo energético específico total en desfibración y refinado es normalmente inferior a 200 kWh/t.

Otro proceso semiquímico es el de la sosa fría (Hidróxido de sodio, NaOH) este proceso consiste en el refinado mecánico de las astillas, posteriormente se sumergen durante un periodo de tiempo (entre 30 y 120 minutos) en una disolución de sosa a una

temperatura no mayor de 25°C. La variabilidad del tiempo es acorde al tipo de madera, encontrando dos tipos, madera blanda y madera dura. Las astillas son ablandadas por la absorción acelerada que experimenta la hemicelulosa y las zonas amorfas de la estructura celulósica. El rendimiento obtenido de madera (dura) a pasta es entre el 87% y el 92%. Señalando que el consumo de la sosa, se encuentra una aproximación de 60 kg por tonelada de pulpa dependiendo del tipo de madera (Producción de papel periódico). El líquido resultante se le conoce como "licor" y puede ser reutilizada en el proceso siempre y cuando se le añada la cantidad adecuada de sosa, pudiendo ser utilizado hasta por 20 ciclos. En cuanto a costos, este proceso es más económico que el proceso de "mecánica", ya que, a pesar de realizar un gasto en productos químicos, es notablemente menor ahorro energético de la desfibración. El papel que se obtiene tiene características similares al papel obtenido por métodos mecánicos, y sus aplicaciones son las mismas. Por último, cabe mencionar que este proceso ya se encuentra en desuso debido a las malas propiedades del producto, en comparación con la calidad que se obtiene de la aplicación de otros métodos (Sanz, 2023).

Finalmente se mencionan los procesos químicos los cuales, disgregan la lignina de la pared celular logrando separar las fibras de celulosa sin una notable acción mecánica, sustituyendo pastas mecánicas por pastas químicas.

El primer método químico es el Método Kraft (**Figura 8**), el cual consiste en separar las fibras de celulosa mediante un proceso químico. En primer lugar se debe de obtener la madera, esta debe de triturarse en laminillas de madera, los cuales se muelen con ayuda de un molino, esta muestra se hierve en una solución de Hidróxido de Sodio con agua a una temperatura de 130°C, posteriormente se enjuaga para no dejar residuos de hidróxido de sodio y se deja secar al sol, una vez seca la muestra se añade una solución de ácido sulfúrico con agua repitiendo el enjuague y secado de las muestras (Yacelga G., 2018). Este método es el más utilizado actualmente llegando a dominar el 80 % de la producción mundial de pulpa, ya que las fibras tienen una mejor durabilidad además de que cualquier tipo de madera puede ser sometida a este proceso y, por último, permite la

recuperación de materias primas químicas para ser reutilizadas en este mismo proceso (PPC GROUP Manufacturer of speciality chemicals , 2018).



Figura 8. Proceso de obtención de celulosa a través del método Kraft (Extendido). Elaboración propia.

El proceso del ácido sulfito utiliza como reactivos sulfito de sodio (Na_2SO_3) y dióxido de azufre (SO_2). Se efectúa cuando se descompone la madera en una disolución de bisulfito de calcio y dióxido produciendo dos reacciones 1) La sulfonación y solubilización de la lignina con el bisulfito y 2) la división hidrolítica del complejo celulosa-lignina. Después se separa la corteza de la madera, se limpia y se desmenuza la pulpa, de la cual se obtienen astillas de 1.5 cm de longitud aproximada. Luego es llevado a tolvas (tanques) de almacenamiento ubicadas en la parte superior de los digestores de cocción. El digestor es llenado con astillas donde licor ácido de cocción se inyecta por el fondo del digestor. Todas las variables de la cocción dependen del tipo de madera, la presión que puede variar desde 480 hasta 1100 kPa, el tiempo desde 6 a 12 horas y la temperatura y de 170 a 176°C. Con el fin de eliminar materias extrañas, el producto se envía a centrifugar y la pulpa relativamente pura se reúne en espesadores. El agua se escurre dejando la pulpa retenida en la malla, luego esta es enviada a los blanqueadores, donde se le aplica

dióxido de cloro, una vez agotado el cloro destinado a la pulpa, se agrega lechada de cal (Solución de hidróxido de calcio con agua) para neutralizar la masa. La pasta pasa a lavado donde se vuelve espesa y se envía a los tanques de pasta de la máquina. La pulpa de los tanques se transforma en láminas compuestas de 35% de fibra (base seca), que una vez secadas, son empacadas como producto que contiene 80 a 90% de fibra seca. Este proceso es menos contaminante, aunque tiene como desventaja la incompleta disolución de la corteza, ramas y resina (Cotton works, 2023).

2.4 Lista de procesos que se utilizan para la obtención de hilos

Una vez obtenida la fibra natural es necesario realizar el proceso de hilatura con el fin de obtener un hilo y de esta manera conseguir posteriormente un tejido. A continuación, se menciona la clasificación básica de los procesos de hilatura, se describen los mismos y se mencionan nuevos procesos de hilatura.



Figura 9. Procesos de obtención de hilos. Elaboración propia

2.4.1 Descripción de procesos de hilatura

A continuación, se describen 10 tipos de proceso de hilatura:

1. Anillo giratorio: Este proceso es el de mayor antigüedad y consta en seleccionar un pabilo, estirarlo y torcerlo al mismo tiempo para que sea resistente, enrollarla en una bobina con ayuda de una canilla y terminar con el proceso de bobinado, como se muestra en la **Figura 10**. Aunque este proceso es más lento comparado con otros sistemas de hilatura más modernos al ocupar más pasos de procesamiento (Cotton works, 2023).

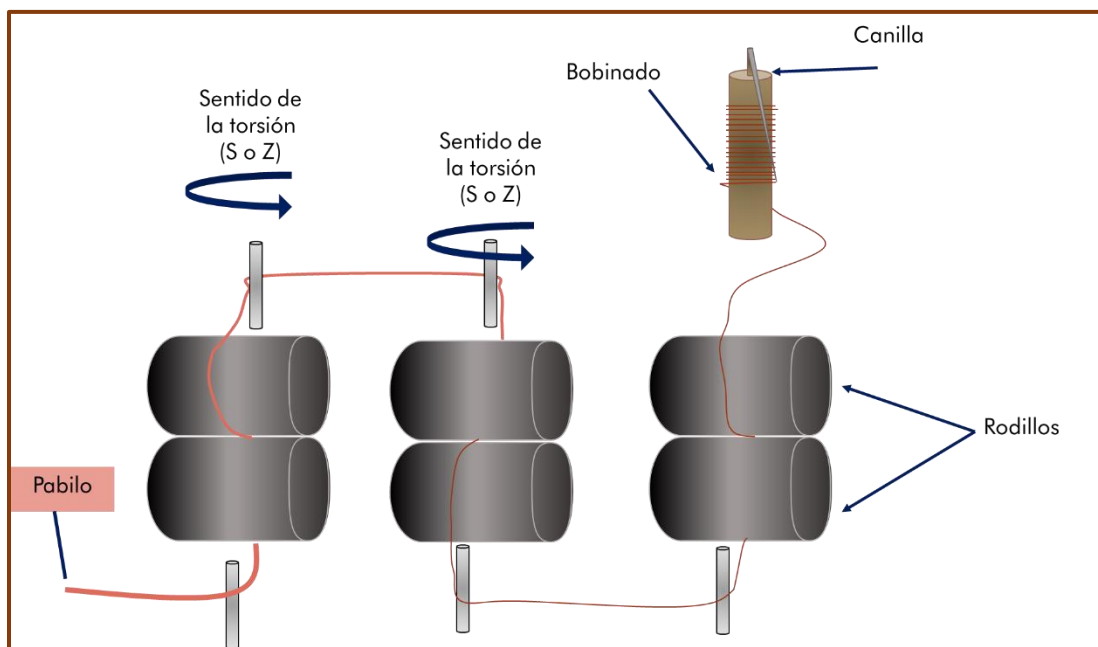


Figura 10. Proceso de hilatura de anillo giratorio. Elaboración propia

2. Hilado sin torsión: La empresa Textex (TESTEX , 2023) describe este proceso iniciando con el estiramiento de la mecha de la fibra a través de una máquina de estirado logrando formar fibra en tiras, estas se trasladan a un tambor de torsión donde se le agrega una fina capa de aglutinante. A continuación, con ayuda de rodillos las tiras de fibra se dirigen hacia adelante en conjunto con el tambor, uno de los rodillos enrolla las tiras de fibra con un movimiento axial alternativo en una sección transversal

redonda haciendo que cada fibra entre en contacto uniformemente. Las tiras de fibras redondas son secadas con un calentador y se adhieren entre sí para formar un hilo. La velocidad de hilado es mayor comparada con los métodos de hilado tradicionales (2 a 4 veces mayor) y el hilo obtenido puede ser utilizado para tejer.

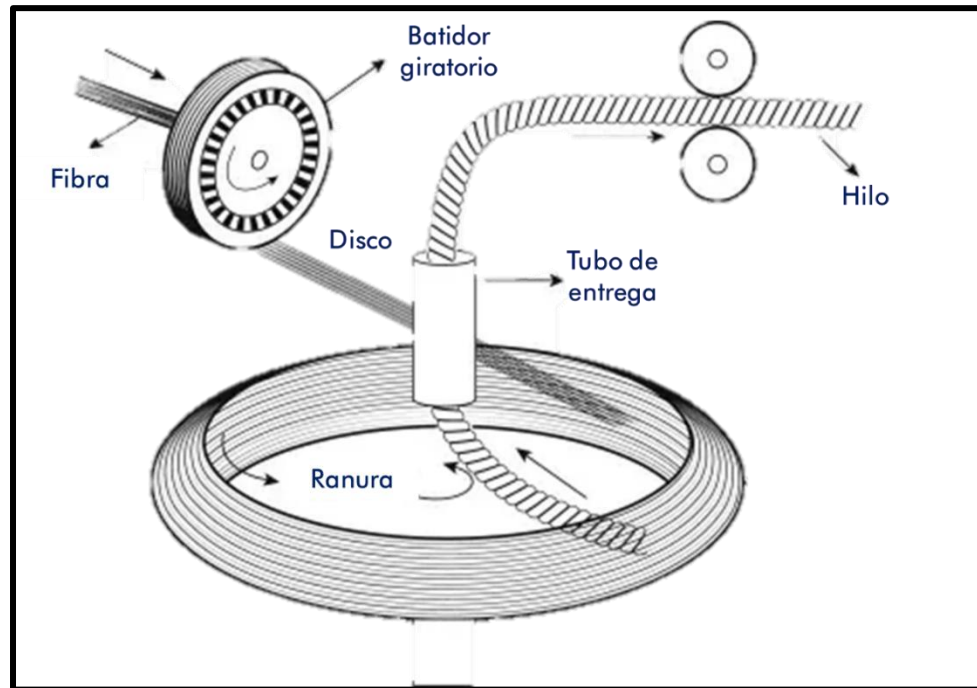


Figura 11. Diagrama del proceso de hilatura: Hilado sin torsión. Traducción propia. (TESTEX , 2023).

3. Giro automático: Este proceso de hilado estira dos tiras de fibra delgadas en un dispositivo de estirado (hilera). Después, las fibras, salen del rodillo frontal y del rodillo de torsión para fusionarse en un gancho guía. Por otro lado, los rodillos de torsión giran y oscilan axialmente de manera veloz para torcer el hilo, de tal forma que los hilos antes y después de pasar por los rodillos de torsión se tuercen en direcciones opuestas (S y Z) (TESTEX , 2023).
4. Hilado de ollas: Este proceso de es continuo, empezando en una "taza" (tanque centrífugo de alta velocidad) y un tubo guía para la elevación, usado para el giro y enrollado. La mecha de hilo se extiende continuamente desde el rodillo frontal para

después entrar en un recipiente centrífugo cilíndrico que gira a alta velocidad; un gancho guía y un tubo guía son utilizados en toda esta fase específicamente para el hilo. La fuerza centrífuga va adhiriendo el hilo a la pared interior del recipiente, haciéndolo girar para torcer el hilo entre el extremo inferior del tubo guía y el rodillo frontal. El tubo guía forma una torta de hilo que después se vacía y engancha la cabeza del hilo en el gancho del tubo cilíndrico. Esto permite que el hilo se vuelva a enrollar en el tubo cilíndrico, completando así el proceso de devanado. Este proceso tiene un menor consumo de energía, menos problemas con el hilo roto y la gestión de la vuelta, sin embargo, detener el rodillo frontal para rebobinar el hilo en el tubo afecta la productividad (TESTEX , 2023).

5. Giro de gorra: Consiste en retorcer y enrollar con un huso y un tubo el hilo real fijando en la parte superior del husillo la tapa del mismo mientras que el tubo está unido al husillo, la mecha se va adelgazando con el dispositivo de estirado, donde sale en forma de tira de fibra continua del rodillo frontal, este rodillo se va enrollando en el tubo con ayuda del gancho guía y el borde inferior de la tapa del husillo. Este método es el más utilizado para fibras de lana y lino (TESTEX , 2023).
6. Mula girando: Este proceso es de cuatro etapas distintas. En la primera etapa, un dispositivo de estirado alarga la mecha y envía tiras de fibra. La segunda etapa, el dispositivo de estirado alarga la mecha y envía tiras de fibra. A continuación, el carro del husillo se desplaza desde dicho dispositivo hacia afuera, estirando suavemente la mecha mientras el husillo gira y la torsiona. La tercera etapa, implica que el dispositivo de extracción y el carro del huso móvil permanecen detenidos. Mientras tanto, el huso gira en dirección opuesta a una rotación lenta, permitiendo que el anillo de hilo salga del devanado. Por último, la cuarta etapa, el carro del huso móvil se desplaza rápidamente hacia el dispositivo de estirado, mientras el huso gira en dirección de torsión para enrollar el hilo. El gancho formador superior guía el hilo hacia un enrollado firme, formando un rollo específico, y el gancho de formación inferior tira con fuerza del hilo. (TESTEX , 2023).

7. Romper el giro: Este proceso de hilado es una innovación reciente que implica aflojar tiras de fibra hasta obtener fibras individuales, las cuales después son fusionadas para formar tiras de fibra con extremos libres. Estas tiras se retuercen para producir hilos, manteniendo su forma de extremo libre. Este método, también denominado 'hilado por fractura', se basa en el estado fracturado tanto de las tiras de fibra alimentadas como de las tiras de fibra con extremos libres. (TESTEX , 2023).

8. Hilado Open End (giro de extremo abierto): Este método utiliza un rotor de hilatura junto con un sistema de extracción que aplica una torsión simulada para convertir las fibras en hilo. Durante este proceso, la tira de fibra se libera de la ranura adhesiva mientras se retuerce en hilo debido a la alta rotación de la copa de hilatura. Luego, es extraída por el rodillo de salida a través del disco de torsión y el tubo principal de hilo para finalmente ser enrollada en un tubo impulsado por el tubo de la ranura. Aunque este proceso genera un hilo más débil y con una gama más limitada de variaciones. Por lo anterior es también conocido como "hilado a rotores" y es uno de los procedimientos más eficientes en la hilatura por rotura (Cotton works, 2023).

9. Hilatura electrostática: Este procedimiento implica la apertura de las fibras y su transporte, realizándose mediante dos métodos: 1) empleando un rodillo de tracción para abrir y transportar la fibra mediante un campo electrostático; 2) utilizando un rodillo de pinzamiento para aflojar las fibras de algodón mediante el flujo de aire. Luego, se procede con la coalescencia electrostática, la torsión de extremos abiertos y el bobinado de los tubos (TESTEX , 2023)

10. Giro por fricción: Este método aprovecha la fricción entre la superficie de la máquina y el hilo para generar torsión. Una técnica ampliamente utilizada es el hilado en jaula de polvo, un proceso que prescinde de partes de alta velocidad para torcer el hilo. Su característica distintiva radica en el uso de una pantalla con un dispositivo de succión que retuerce las fibras para formar el hilo. La esencia principal es la torsión de las fibras mediante una pantalla equipada con un dispositivo de succión (TESTEX , 2023).

2.4.2 Nuevos procesos de hilatura

Una innovación en cuanto a procesos de hilatura es el método del *flashing* pues, simplifica la producción de fibras con un peso molecular mayor. Comparado con los métodos convencionales, permite obtener cantidades significativamente mayores de fibras. Esta técnica implica la utilización de un polímero disuelto en un solvente bajo condiciones supercríticas de temperatura y presión para generar las fibras. La solución homogénea se extruye a alta velocidad a través de una boquilla hacia una zona de temperatura y presión notablemente más baja. Por ejemplo, se emplea el PET como polímero, y como solvente, el diclorometano y el fenol. La experimentación con la variación de varios parámetros ha dado lugar a una amplia gama de estructuras, desde fibras a escala microscópica hasta esferas, estructuras porosas e irregulares." (Cabello-Alvarado y otros, 2019)

Existen otras técnicas alternativas para fabricar tejidos no tejidos porosos. Una de ellas implica la uniforme mezcla de un polímero con un diluyente, logrando una concentración de polímero del 10 al 60% en peso. Esta mezcla se procesa mediante una máquina de extrusión monohusillo, fundiéndola y extruyéndola para obtener "pellets" que se emplean en la producción de tela no tejida. Este método ofrece la versatilidad de utilizar diversos tipos de sustancias para la creación de estos tejidos. (Cabello-Alvarado y otros, 2019).

2.5 Selección de una especie vegetal que sirva como base para la creación de una fibra textil

A continuación, en la **Figura 12** se muestra el diagrama de proceso que se realizó para la selección de las especies.

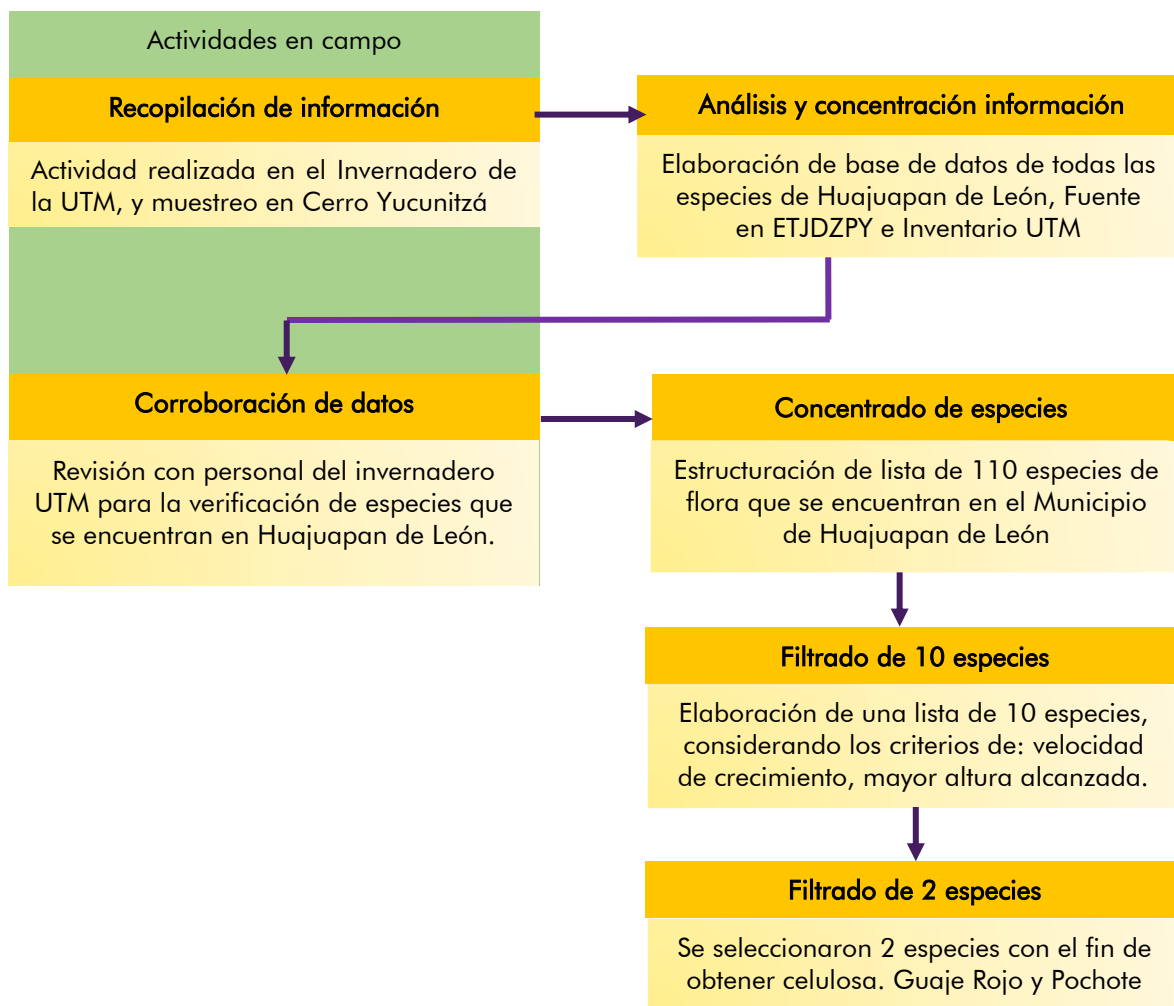


Figura 12. Diagrama de proceso para la selección de especies a caracterizar. Elaboración propia.

Dentro del primer análisis de la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de León, se realizó un primer filtro tomando en cuenta 2 principales criterios: 1) la velocidad de crecimiento, la cual debe de ser rápida; y 2) la altura máxima. En el listado de flora que se encuentra en el municipio de Huajuapán de León. A través de un análisis cuantitativo se aplicaron los criterios antes mencionados, mismos que arrojaron 10 especies óptimas para la creación de fibras utilizando como primer criterio la velocidad de crecimiento. La **Tabla 3** describe las diez especies óptimas.

Tabla 3. Descripción de diez especies vegetales. Elaboración propia

No.	Nombre Común		Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)	
					Altura mínima	Altura máxima
36	Ciprés		Ornamental	Rápida	25 m	30 m
	Clase	Equisetopsida	Observaciones			
	Familia	Cupressaceae	En 3 años llega a la etapa adulta			
	Género	Cupressus				
	Especie	Sempervirens				
84	Otate (Bambú mexicano)		Industria	Rápida	6 m	20 m
	Clase	Liliopsida	Observaciones			
	Familia	Poaceae	Para construcciones; protección de cuencas y riberas de ríos y de quebradas; elaboración de muebles y de artesanías; fabricación de laminados, aglomerados, parqué; fijador temporario de dióxido de carbono.			
	Género	Otatea				
	Especie	Acuminata				
24	Cedro blanco		Seto y reforestación	Rápida	10 m	20 m
	Clase	Pinopsida	Observaciones			
	Familia	Cupressaceae	Árbol ideal para seto, siempre verde que se adapta a cualquier clima. Florece en octubre y la recolección de semillas es de febrero a junio. En 5 años llega a la edad adulta			
	Género	Cupressus				
	Especie	Lusitanica				
3	Acebuche		Medicinal	Rápida	12 m	15
	Clase	Magnoliopsida	Observaciones			
	Familia	Cannabaceae	Es un árbol de hojas perennes de copa redondeada con gran anchura. Siendo una especie popular en zonas mediterráneas. Es extremadamente sensible a las heladas.			
	Género	Celtis				
	Especie	Pallida				

No.	Nombre Común		Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)	
					Altura mínima	Altura máxima
91	Pinocote		Reforestación y madera	Rápida	< 15 m	15
	Clase	Equisetopsida	Observaciones			
	Familia	Pinaceae	Ideal para clima frío y templado, aunque se desarrolla en zonas cálidas. Árbol nativo de Tlaxiaco y Juxtlahuaca. Su semilla se colecta de diciembre a enero			
	Género	Pinus				
	Especie	Pinus Oaxacana				
107	Tulipan africano		Ornamental	Rápida	3 m	15
	Clase	Equisetopsida	Observaciones			
	Familia	Bignoniaceae	Ideal para clima frío y templado, aunque se desarrolla en zonas cálidas. Árbol nativo de Tlaxiaco y Juxtlahuaca. Su semilla se colecta de diciembre a enero. En 3 años inicia la floración.			
	Género	Spathodea				
	Especie	Campanulata				
93	Pochote - Ceiba		Ornamental	Rápida	3 m	12
	Clase	Magnoliopsida	Observaciones			
	Familia	Malvaceae	Ideal para clima templado a pleno sol. Florece de diciembre a junio. Colecta de semilla en febrero			
	Género	Ceiba				
	Especie	Aesculifolia				
58	Fresno		Reforestación urbana	Rápida	2 m	10
	Clase	Equisetopsida	Observaciones			
	Familia	Oleaceae	Ideal para clima templado y cálido. Árbol de pleno sol, florece de abril a mayo y se colecta semilla en junio			
	Género	Fraxinus				
	Especie	Fraxinus uhdel				

No.	Nombre Común		Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)	
					Altura mínima	Altura máxima
60	Guaje rojo		Reforestación	Rápida	3 m	10 m
	Clase	Equisetopsida	Observaciones			
	Familia	Fabaceae	Ideal para clima cálido y templado.			
	Género	Leucaena				
	Especie	Esculenta				
68	Jacaranda		Ornamental	Rápida	4 m	10 m
	Clase	Magnoliopsida	Observaciones			
	Familia	Bignoniaceae	Ideal para clima cálido o templado. Florece de febrero a mayo. Produce semilla en febrero			
	Género	Jacarandae				
	Especie	Jacaranda mimosifolia				

Como segundo filtro cuantitativo se consideró: la accesibilidad a las especies para la obtención de celulosa, por lo que discriminando las especies más óptimas son:

Tabla 4. Especies seleccionadas para extracción de celulosa. Elaboración propia

#	Nombre	Uso	Velocidad de crecimiento	Altura máxima
93	Pochote - Ceiba	Ornamental	Rápida	12 m
60	Guaje rojo	Reforestación	Rápida	10 m

Las dos especies mencionadas son a las que se les aplicará el método más óptimo para la obtención de celulosa y de esta manera continuar el proceso de elaboración de tejidos. Adicionalmente se elaboró la **Figura 13**, que detalla la fenología de las dos especies seleccionadas, identificando cuatro etapas principales i) floración, refiriéndose a

la cantidad de flores producidas por cada especie, ii) fructificación, etapa donde se producen frutos a partir de las flores de la planta, iii) dispersión de semillas, etapa donde las semillas son trasladadas desde la planta madre a nuevos lugares, lo que permite la dispersión de la especie y iv) follaje, haciendo referencia a la cantidad de hojas en una planta. La intensidad de estas etapas fenológicas varía a lo largo del año y su desarrollo depende del medio ambiente, influenciado por factores como las islas de calor y la disponibilidad de agua (Saens & luna (1993).

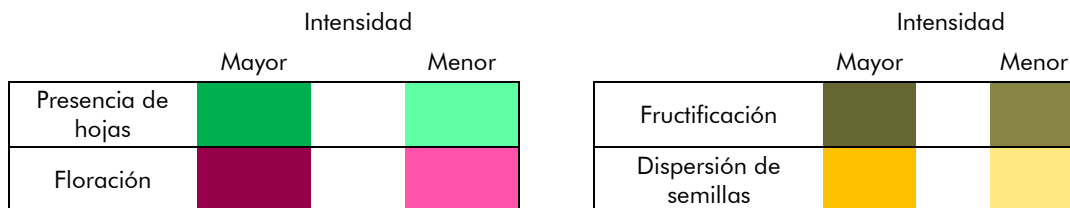
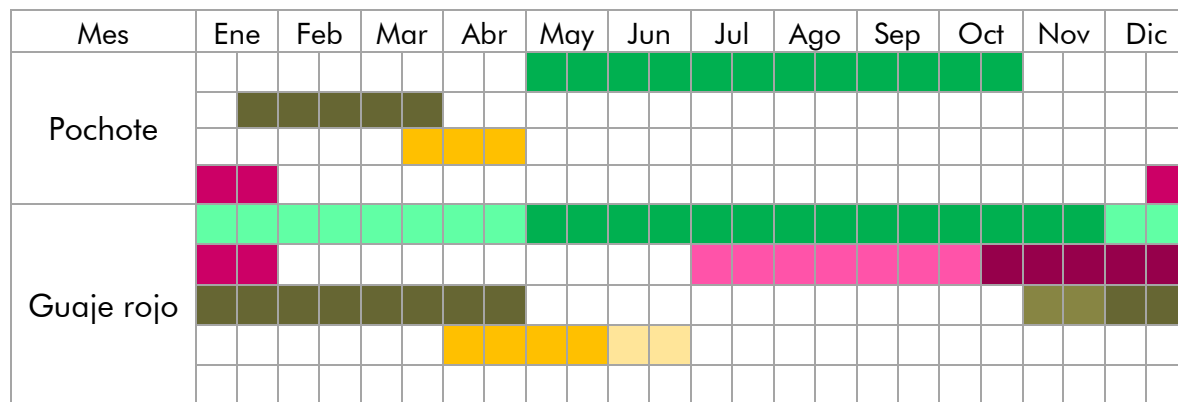


Figura 13. Etapas fenológicas de Guaje Rojo y Pochote. Elaboración propia.

La floración en pochote ocurre de octubre a noviembre, aunque debido a comportamientos atípicos del clima, esta puede iniciar a mediados de diciembre y extenderse durante enero. El follaje se presenta con las lluvias en mayo o junio y se mantiene hasta octubre, en que emergen los botones. Los frutos aparecen entre febrero y marzo, y la dispersión de semillas maduras se produce a finales de marzo y todo el mes de abril (Wencomo & Ortiz, 2010).

En cuanto al Guaje rojo, la caída de sus hojas es durante la época seca, de noviembre a marzo. El crecimiento de follaje comienza en mayo, logrando más de 50% de hojas maduras para junio. La floración dura siete meses, desde julio hasta enero, con un pico en noviembre y diciembre. La etapa de fructificación se inicia con frutos jóvenes en noviembre, alcanzando su madurez entre diciembre y abril y para la etapa de dispersión de semillas, estas alcanzan su madurez en los meses de abril y mayo (Arriaga, 1991).

CAPITULO 3

3.1. Selección del proceso óptimo para la producción de una nueva fibra textil de tejido plano.

Para la obtención de un tejido plano, se debe iniciar el proceso con la obtención de celulosa. Existen diversos métodos para obtener celulosa a partir de especies vegetales, los cuales fueron descritos en el capítulo 2 (Subtítulo 2.14) Cada uno de estos métodos presenta ventajas y desventajas, por lo que, es necesario elegir el proceso óptimo para la presente investigación.

Con el fin de seleccionar el método más adecuado, se aplicó la metodología de "Despliegue de la función de calidad" o QFD (*Quality Function Deployment*). Esta metodología permite realizar un análisis comparativo entre los requerimientos y las características técnicas necesarias para satisfacerlos (Yacuzzi & Martín, 2003) a través de un método cuantitativo. Además, que evalúa parámetros de calidad, costos, tiempos empleados y ventajas competitivas en el mercado (Olaya Escobar y otros, 2005) lo que permitió determinar el proceso óptimo para la obtención de celulosa en el contexto de esta investigación.

3.1.1. Empleo de la matriz QFD adaptada para determinar el proceso más adecuado para la obtención de celulosa.

La selección del proceso más adecuado para obtener celulosa de las especies vegetales de la región impacta directamente en la calidad del producto final, la eficiencia del proceso y la sostenibilidad ambiental. Para tomar esta decisión de manera informada y estratégica, se requiere una herramienta que permita evaluar y comparar los diferentes métodos disponibles considerando los requerimientos del cliente. La metodología que permite integrar los requerimientos del usuario (investigador) en el desarrollo de

productos, brindando una estructura lógica, y cuantitativa para entender y satisfacer sus requerimientos en función de la calidad es la Matriz QFD (Quality Function Deployment) (American Society for Quality, 2021). Esta matriz permite un análisis sistemático y multidimensional, considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Finalmente, fomenta la colaboración interdisciplinaria y la documentación de requisitos, evitando malentendidos y promoviendo un enfoque unificado hacia el desarrollo de un producto de calidad que satisfaga las necesidades del mercado textil (Ángel Acosta, 2015).

La matriz QFD se elabora a partir de 7 pasos, los cuales son: 1) mencionar los requerimientos del cliente (investigador) que se buscan en cada método, 2) asignar una calificación a cada requerimiento de acuerdo a su importancia, 3) asignar un símbolo a un valor numérico (3, 6 y 9) en la matriz de relación, 4) desplegar los métodos a evaluar en forma horizontal, 5) asignar en la matriz de relación los valores y símbolos de acuerdo a las características de cada método, 6) agregar las calificaciones y los porcentajes obtenidos por cada método y 7) asignar símbolos para determinar la correlación entre los diferentes métodos.

En el primer paso, se mencionan los requerimientos del cliente (investigador) 1) eficiencia en la cantidad de fibras de celulosa durante la separación, 2) versatilidad para procesar diferentes tipos de madera, 3) sostenibilidad y recuperación de materias primas, 4) calidad de las fibras de celulosa obtenidas, 5) tiempo de realización del proceso, 6) mínimo consumo de energía, 7) equipo y reactivos asequibles. Con base en lo anterior se asigna una calificación a cada requerimiento de acuerdo a su importancia (Paso 2), en una escala del 1 al 5, considerando 1 como el valor de menor importancia y 5 el valor de mayor importancia. Además de calcular el porcentaje de la calificación de importancia para cada requerimiento. Esto se realiza al dividir la calificación asignada a cada requerimiento entre el total de todas las calificaciones. Esto se ilustra en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Requerimientos del cliente para la matriz QFD




Requerimientos del cliente	Importancia para el cliente	Porcentaje de importancia para el cliente
Eficiencia en la cantidad de fibras de celulosa durante la separación	5	18%
Versatilidad para procesar diferentes tipos de madera	4	14%
Sostenibilidad y recuperación de materias primas	4	14%
Calidad de las fibras de celulosa obtenidas	5	18%
Tiempo de realización del proceso	3	11%
Mínimo consumo de energía	2	7%
Equipo y reactivos asequibles	5	18%
		100%

El paso 3 analiza la relación entre los requerimientos del cliente y las características de los métodos, asignando un símbolo a un valor numérico (3, 6 y 9) en la matriz de relación. Los valores se asignan con el fin de dar más peso a las características que diferencias el producto y representan niveles cualitativamente diferentes de intensidad en la relación:

- 1 indica una correlación "poco correlacionados"
- 3 indica una correlación "correlacionados"
- 9 indica una correlación "muy correlacionados"

Esto permite diferenciar los distintos grados de vínculo entre los requerimientos de la investigación y las características técnicas, lo cual es fundamental para priorizar adecuadamente las características más relevantes para satisfacer la voz del cliente. El salto entre los valores refleja esta diferencia cualitativa (Yacuzzi & Martín, 2003).

Tabla 6. Símbolos y valores relación para la matriz QFD. Elaboración propia.

Matriz de relación					
Símbolo	Relación	Valor	Símbolo	Relación	Valor
	Fuerte	9		Débil	1
	Mediano	3		Sin asignación	

De forma horizontal se deben desplegar los métodos a evaluar, estos son: a) molido de madera, b) Masonite, c) termo mecánico, d) quimio- termo mecánico CTMP, e) neutro semiquímico sulfito, NSSC, f) sosa Fría, g) Kraft y h) ácido del sulfito. Como se muestra en la **tabla 7**.

Tabla 7. Métodos a evaluar en la matriz de correlación. Elaboración propia.

Molido de madera	Masonite	Termo mecánico	Quimio- termo mecánico CTMP	Neutro semiquímico sulfito, NSSC	Sosa Fría	Kraft	Ácido del sulfito
------------------	----------	----------------	--------------------------------------	--	-----------	-------	-------------------

En la matriz de relación donde convergen requerimientos del cliente y los métodos para la obtención de celulosa, se deben de asignar los valores y símbolos de acuerdo a las características de cada método como se muestra en la **Figura 14**.

Requerimientos del cliente	Molido de madera	Masonite	Termo mecánico	Quimio- termo mecánico CTMP	Neutro semiquímico o sulfito, NSSC	Sosa Fría	Kraft	Ácido del sulfito
Eficiencia en la cantidad de fibras de celulosa durante la separación	●	●	○	●	●	●	●	●
Versatilidad para procesar diferentes tipos de madera	○	●	●	●	○	●	●	●
Sostenibilidad y recuperación de materias primas	●	○	△	△		●	●	●
Calidad de las fibras de celulosa obtenidas	△	△	○	○	○	△	●	○
Tiempo de realización del proceso	△	●		△		○	●	○
Minimo consumo de energía	△	△	○	△	△	●	○	○
Equipo y reactivos asequibles	○	●	○	△	△	●	○	△

Figura 14. Matriz de relación de requerimientos del cliente y los métodos de obtención de celulosa. Elaboración propia.

Posteriormente se agregan las calificaciones y los porcentajes obtenidos por cada método. Esto se lleva a cabo multiplicando el porcentaje de la calificación de importancia con la calificación de relación para cada uno de los métodos y sumando los totales para obtener la calificación de acuerdo a la importancia **Tabla 8**.

Tabla 8. Calificaciones y porcentajes de cada método de acuerdo a su importancia. Elaboración propia.

Método	Molido de madera	Masonite	Termo mecánico	Quimio-termo mecánico CTMP	Neutro semiquímico sulfito, NSSC	Sosa Fría	Kraft	Ácido del sulfito
Calificación	4.21	6.14	3.25	3.93	2.82	6.93	7.50	5.43
Porcentaje	10.48%	15.28%	8.08%	9.77%	7.02%	17.23%	18.65%	13.50%

Finalmente, en la parte superior se asignan símbolos de la **Tabla 9**. hacia arriba y hacia abajo, para determinar la correlación entre los diferentes métodos a través de sus características en común. Como se muestra en la **Figura 15**.

Tabla 9. Símbolos para la matriz de correlación. Elaboración propia

Matriz de correlación	
++	Muy positivo
+	Positivo
-	Negativo
--	Muy negativo
	Sin correlación

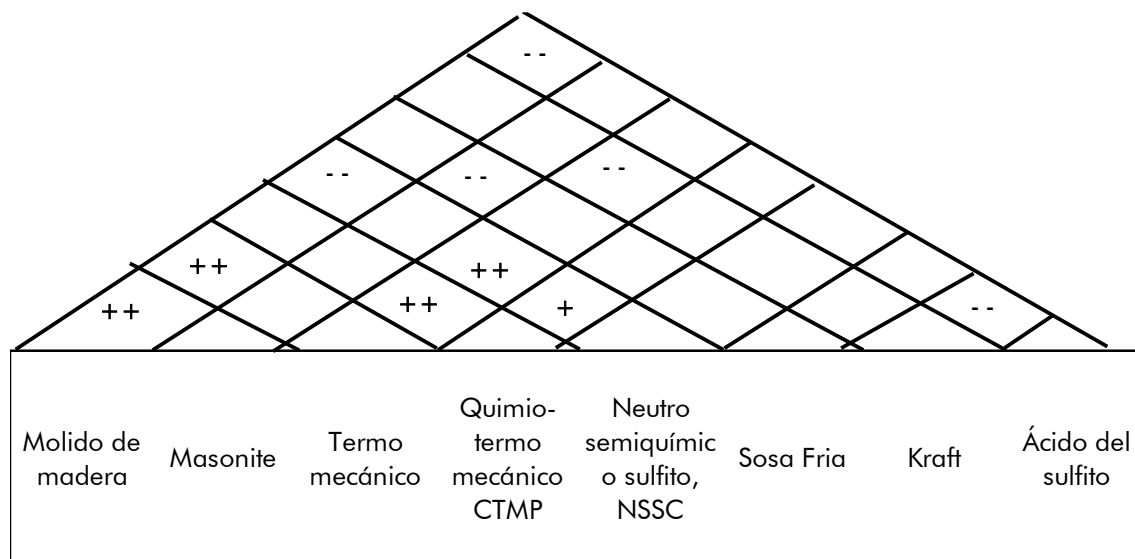


Figura 15. Matriz de correlación para métodos de obtención de celulosa. Elaboración propia

A continuación, se agrupan los elementos anteriores y se obtiene la Matriz QFD. Figura 16.

Figura 16. Matriz QFD para la selección del proceso de obtención de celulosa. Elaboración propia.

Requerimientos del cliente	Importancia para el cliente	Porcentaje de importancia para el cliente								
			Molido de madera	Masonite	Termo mecánico	Quimio-termo mecánico CTMP	Neuro semiquímico o sulfito, NSSC	Sosa Fria	Kraft	Ácido del sulfito
Eficiencia en la cantidad de fibras de celulosa durante la separación	5	18%	●	●	○	●	●	●	●	●
Versatilidad para procesar diferentes tipos de madera	4	14%	○	●	●	●	○	●	●	●
Sostenibilidad y recuperación de materias primas	4	14%	●	○	△	△		●	●	●
Calidad de las fibras de celulosa obtenidas	5	18%	△	△	○	○	○	△	●	○
Tiempo de realización del proceso	3	11%	△	●		△		○	●	○
Minimo consumo de energía	2	7%	△	△	○	△	△	●	○	○
Equipo y reactivos asequibles	5	18%	○	●	○	△	△	●	○	△
100%										
Calificación de acuerdo a la importancia			4.21	6.14	3.25	3.93	2.82	6.93	7.50	5.43
Porcentaje de calificación			10.48%	15.28%	8.08%	9.77%	7.02%	17.23%	18.65%	13.50%

De acuerdo con los resultados obtenidos en la matriz QFD, el método **Kraft** se posiciona como la opción óptima para la obtención de celulosa, alcanzando la calificación más alta de **7.50** y el mayor porcentaje de **18.65%** entre los procesos evaluados. Además, el proceso Kraft muestra una fuerte relación con la sostenibilidad y recuperación de materias primas, un aspecto cada vez más valorado en la industria textil.

3.2 Producción de una materia prima para textiles de tejido plano a base de material vegetal a través de un proceso químico.

En el siguiente apartado se describe el proceso físico y químico para la obtención de celulosa a partir de dos especies vegetales: Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*) y Pochote (*Ceiba aesculifolia*) y se detalla en la **Figura 17**.

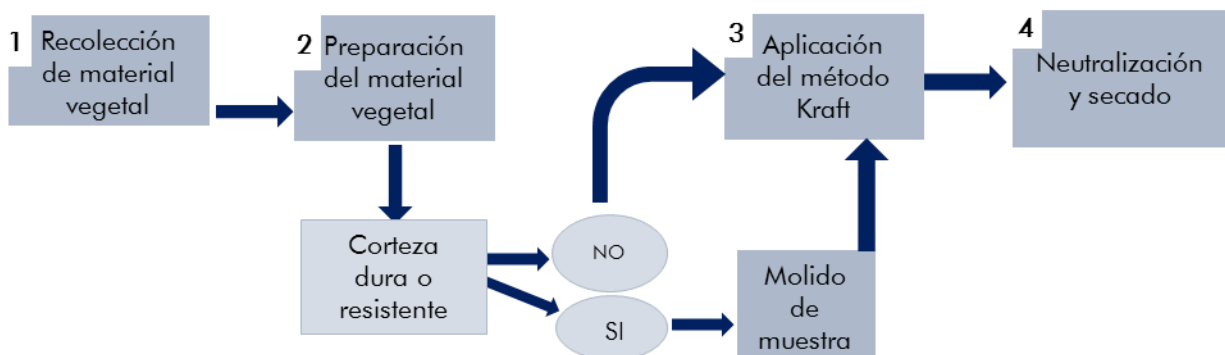


Figura 17. Diagrama de proceso para la obtención de celulosa. Elaboración propia.

Proceso físico para la obtención del material vegetal

Recolección de material vegetal de Guaje Rojo y Pochote.

Características del material vegetal:

- Debe de tener mínimo 4 años de edad (Avalado por expertos). La cantidad a recolectar debe de ser de 500 gr por cada especie vegetal. La parte recolectada debe de pertenecer al tronco, debido a que es la parte donde se concentra mayor cantidad de celulosa, la cual se encuentra hasta en un 80% en la pared celular de las plantas (Valenciaga & Chongo, 2013).

- Se recolectaron las muestras de especies vegetales ubicadas dentro de las Instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca como se muestra en la **Figura 18**.

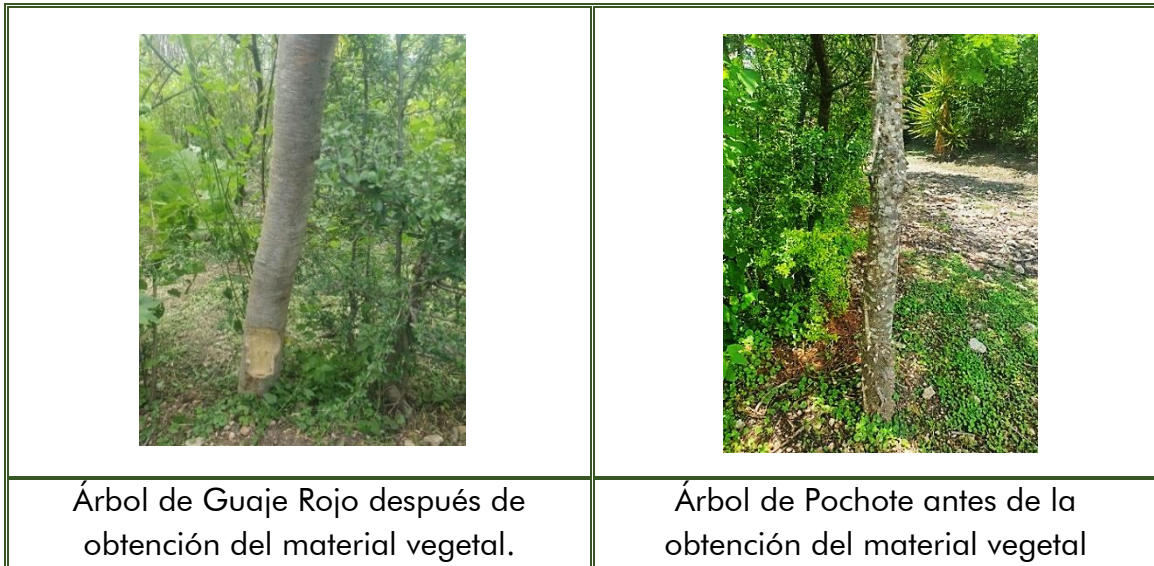


Figura 18. Fotografías de las especies vegetales (Guaje rojo y Pochote).

3.2.1. Preparación del material vegetal.

Se debe llevar a cabo un proceso físico para la obtención de laminillas de cada material vegetal (Guaje Rojo y Pochote). El tamaño de las muestras puede ser desde 10 mm de largo por 1 mm de ancho hasta 15mm de largo por 3 mm de ancho. A continuación, se describe el proceso para la obtención de muestras.

Con sierra eléctrica y/ o machete se obtienen pedazos de corteza del tallo de cada material vegetal (**Figura 19**).



Figura 19. Fotografías de la corteza de material vegetal obtenido.

Enseguida, se debe de golpear las rodajas obtenidas con un martillo para deshacerlas en pedazos más pequeños y finalmente, con apoyo de un molino casero se pueden triturar con el fin de obtener las laminillas de la medida requerida (**Figura 20**)



Figura 20. Fotografías de laminillas a base de material vegetal obtenido.

3.2.2. Proceso químico para la obtención de celulosa.

1. Se mezclaron 100 gr de cada muestra vegetal en forma de laminillas con una solución compuesta por Hidróxido de Sodio (NaOH) y agua (H₂O) al 40% en vasos de precipitado. La mezcla se mantuvo a una temperatura constante de

60°C durante un período de 6 horas para cada muestra, como se detalla en la **Tabla 10**. Los reactivos empleados en este proceso se ilustran en la **Figura 21**, mientras que la **Figura 22** muestra la adición de dichos reactivos a las muestras vegetales seleccionadas.

Tabla 10. Concentraciones de Hidróxido de Sodio a utilizar.

Material vegetal	Cantidad de muestras	Cantidad de la muestra del material vegetal	Tiempo de reposo	Porcentaje de hidróxido de Sodio (diluido con H ₂ O)	Cantidad de ml de agua	Cantidad de gr de hidróxido de Sodio
Pochote Guaje Rojo	2	100 gr	6 horas	40% *	600 ml	400 gr
CANTIDAD TOTAL DE REACTIVOS A UTILIZAR					1,200 ml	800 gr

* El porcentaje de Hidróxido de Sodio fue elegido debido a la conclusión de Yacelga, G., pues menciona que el porcentaje de hidróxido de Sodio con el que se obtiene una base de celulosa óptima es con un 40%, partiendo del análisis comparativo de diversas muestras de Bambú en diferentes concentraciones de Hidróxido de Sodio (Yacelga G. , 2018).

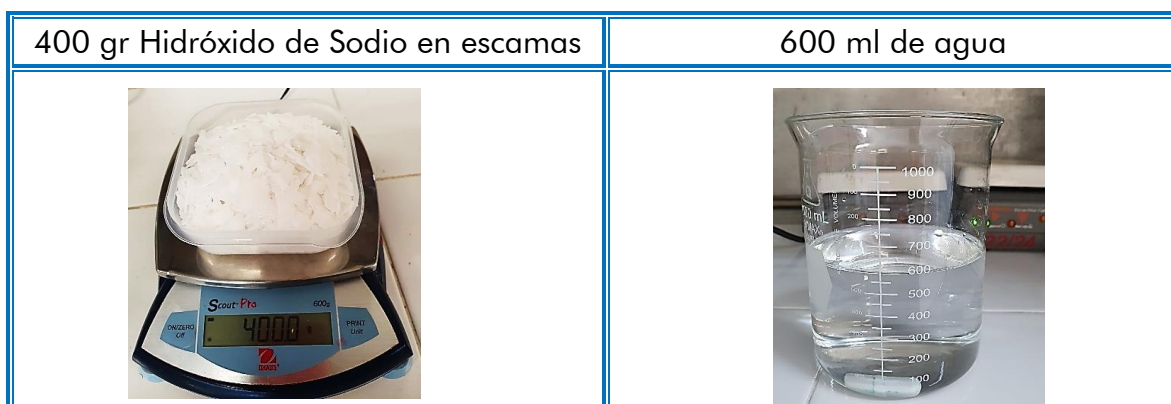


Figura 21. Reactivos químicos a utilizar. Elaboración propia

* Para obtener una solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) se agregó el sólido a un recipiente que contenía 300 ml de agua destilada. Revolviendo lentamente hasta que el NaOH se disolviera completamente. Finalmente se ajustó el volumen a 400 ml.




100 gr de Pochote molido	Pochote dentro de la solución de Hidróxido de Sodio
	
100 gr de Guaje Rojo	Guaje rojo dentro de la solución de Hidróxido de Sodio
	

Figura 22. Adición de muestras a la solución de Hidróxido de Sodio.

- Una vez transcurridas las 6 horas del tratamiento de la fibra en la solución de Hidróxido de Sodio (NaOH), y observar que las fibras de celulosa poseían dimensiones visibles de máximo 1 mm de ancho, se procedió a filtrar y separar la lignina. Este proceso se llevó a cabo con un filtro de tela de manta sobre un embudo de porcelana (Tabla 11).

Tabla 11. Ilustraciones de los enjuagues realizados. Elaboración propia

Primer enjuague realizado: Guaje rojo	
<p>El enjuague del Guaje rojo se realizó sobre el filtro de cerámica además de un trozo de manta, 2 papeles de filtros, y bombas de vacío, debido a que el Hidróxido de Sodio deshizo la muestra de Guaje rojo dejando fibras muy pequeñas de textura lodosa.</p>	

Segundo enjuague realizado: Pochote

El enjuague de esta fibra se realizó solo con manta sobre el filtro de cerámica y con apoyo de la bomba de vacío debido a que las fibras no fueron tan pequeñas.



3. Neutralización y secado: Debido al alto pH (pH 14) que muestra la infusión de Hidróxido de Sodio (NaOH), al introducir tiras reactivas indicadoras de pH PUBAMALL® (HACH, 2023). Toda vez que el Hidróxido de Sodio, es una base y alcalina fuertemente corrosiva que absorbe fácilmente la humedad y el dióxido de carbono del aire, formando hidratos (Panreac Química S.L.U., 2024). La pasta resultante que contenía fibras de celulosa de las muestras anteriores: Guaje rojo y Pochote adquirió un pH elevado; por lo que fue necesario neutralizar las muestras, es decir, bajar el pH a un nivel entre 6 y 7. Sin embargo, las fibras del Guaje rojo tenían un tamaño diminuto, resultado de la primera fase química (NaOH), considerando que no resistirían el ácido sulfúrico. A las muestras de Guaje rojo se le realizaron numerosos enjuagues con agua destilada, esto para neutralizar el pH alcalino de la muestra, toda vez que las muestras tenían un tamaño diminuto, por lo que se consideró que no resistirían el ácido sulfúrico en esta etapa del proceso.

Para llevar a cabo este proceso se preparó una solución con un reactivo altamente ácido (n pH muy bajo entre 0 y 1), este reactivo fue el ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluido al 70% con agua destilada en una probeta de 250 ml (72.4 ml de agua y 177.6 ml de ácido sulfúrico al 98% por ml, para un total de 250 ml de solución). Para esta preparación se siguieron las medidas de seguridad de la norma NOM-018-2015-MARY-MEAG (Instituto de química, 2020) . Esta disolución fue agregada únicamente a las fibras de Pochote, se agitó con una

varilla de agitación durante 5 minutos para que se mezclara con la celulosa sólida. A continuación, con agua destilada se realizaron enjuagues continuos midiendo el pH de manera constante entre cada enjuague. Una vez llegado al pH de 7, la pasta resultante se depositó en una superficie fresca y seca como se muestra en la **Figura 23**. Finalizando con el secado por 24 horas de las muestras.

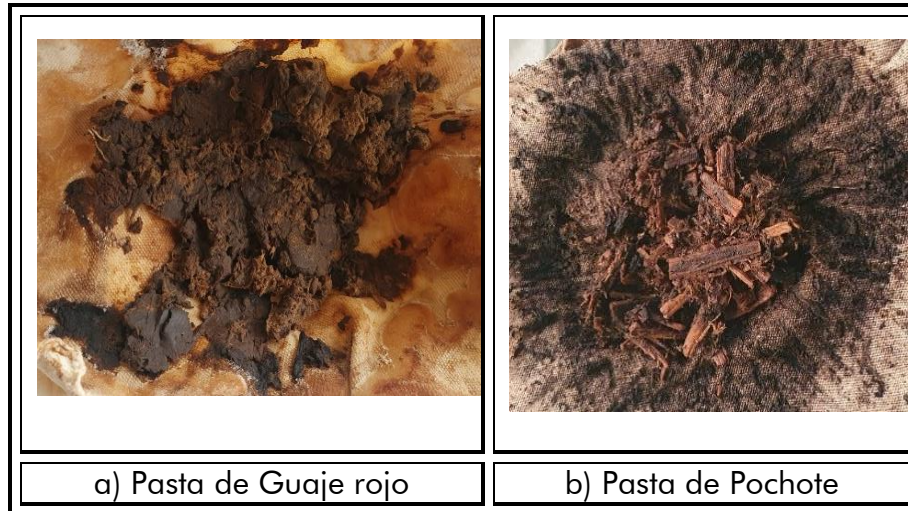


Figura 23. Pastas resultantes de Guaje rojo (inciso a) y pochote (inciso b) recién enjuagadas. Elaboración propia.

Finalmente, se muestra el resultado de cada una de las fibras obtenidas, ya secados al sol. (**Figura 24**). Y En la **Tabla 12**. se presentan los resultados obtenidos

Pochote	
Peso inicial: 100 gr Peso total: 25.037 gr Peso neto: 3.137 gr	
Guaje Rojo	

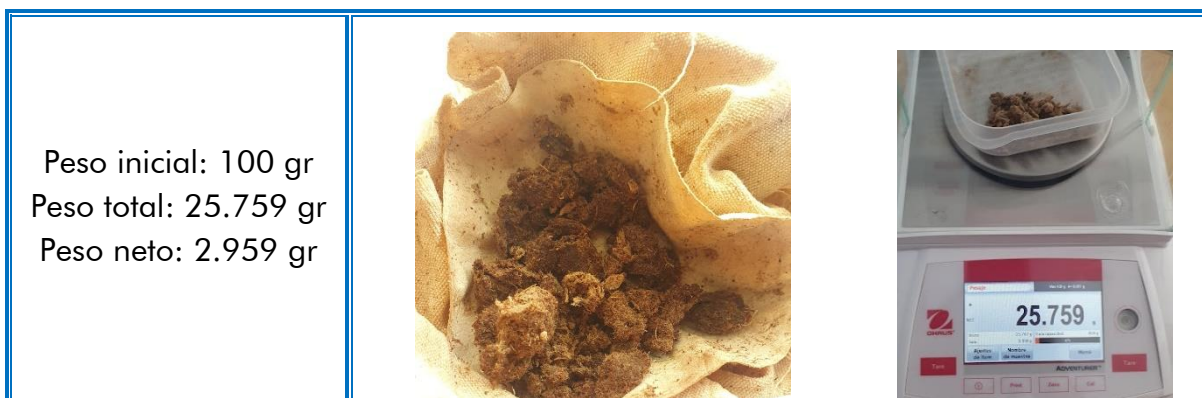


Figura 24. Imágenes de las muestras obtenidas después del secado. Elaboración propia

Tabla 12. Tabla resumen de resultados obtenidos después del tratamiento químico en muestras. Elaboración propia

Especie	Peso inicial	Método químico NaOH 40%	Método químico H ₂ SO ₄	Peso final
Pochote	100 gr	X	X	3.137 gr
Guaje Rojo	100 gr	X		2.959 gr

La reducción en el peso de las muestras vegetales de Guaje Rojo y Pochote se debe principalmente a la eliminación de lignina y otros componentes no celulósicos durante el proceso químico llevado a cabo para la obtención de celulosa, adicionalmente, se conoce que las maderas son blandas por lo que los reactivos fueron muy agresivos para las muestras.

3.2.3. Producción de hilo con base de celulosa obtenida para textiles de tejido plano.

Una vez obtenida la celulosa de las especies seleccionadas, y en línea con el objetivo principal de la presente tesis de maestría en Diseño de Modas, el cual consiste en la producción de un tejido plano a partir de material vegetal, se procedió a explorar métodos artesanales para la elaboración del hilo. Para tal fin, se estableció una colaboración con "Textiles FIDE", [artesanos](#) especializados en la producción de tejidos de lana, ubicados en el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, Oaxaca, perteneciente a la región Mixteca. Esta cooperación permitió integrar técnicas tradicionales y

conocimientos ancestrales en el proceso de transformación de la celulosa vegetal en un hilo apto para la fabricación de tejidos planos, fusionando así la innovación tecnológica con la riqueza cultural de la región.

Por lo anterior, se estableció contacto con la artesana Marisela Ramírez Espinoza, representante de Textiles FIDE, con el propósito de explorar la posibilidad de obtener hilo a partir de las muestras de celulosa derivadas de las especies vegetales seleccionadas. Dadas las dimensiones reducidas de las fibras obtenidas (**Figura 25**), tanto para el Guaje rojo, cuyas medidas de largo oscilan entre los 2mm y los 30mm, con un ancho que no supera los 5mm, como para el Pochote, cuyas fibras presentan una longitud que varía de 1mm a 10mm y un ancho máximo de 7mm, la experiencia de la artesana sugirió que no sería factible obtener hilo utilizando únicamente estas fibras. Sin embargo, se propuso la combinación de las mismas con una fibra de mayor longitud que sirviera como base para el proceso de hilado y de esta forma alcanzar propiedades aceptables tal y como lo menciona los expertos de Cotton USA (Elmogahzy, 2024). En este sentido, se optó por emplear las fibras de Pochote, cuyas dimensiones se asemejan a las de la lana, permitiendo así su procesamiento mediante técnicas artesanales de hilatura.

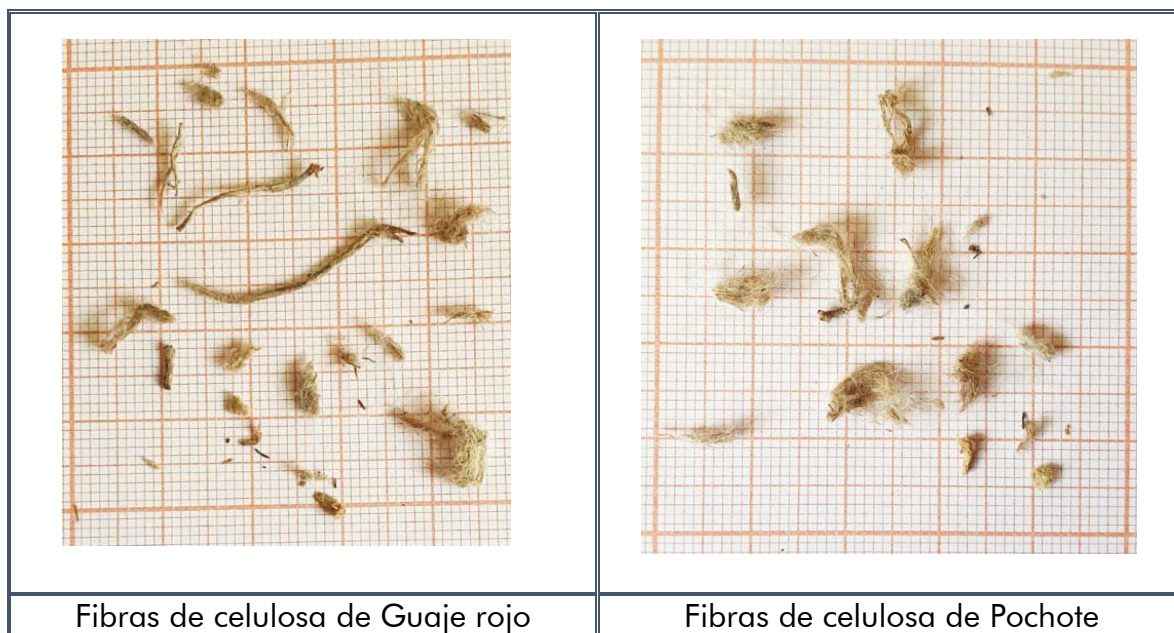


Figura 25. Fibras de celulosa sobre hoja milimétrica. Elaboración propia

Durante el proceso artesanal para la obtención de hilos, se combinaron las fibras y se obtuvieron hilos de dimensiones similares, las cuales van desde los 3 mm hasta los 6mm en ambas especies como se muestra en la **Figura 26**.

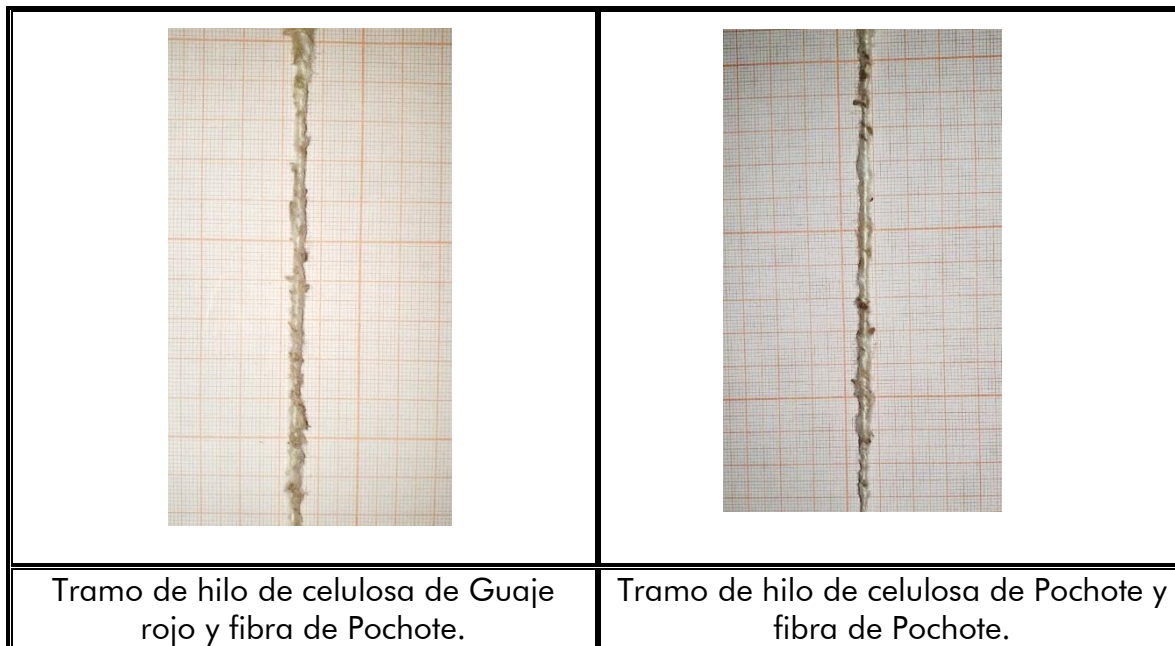


Figura 26. Fracción de hilos sobre hoja milimétrica. Elaboración propia.

Como parte del análisis del proceso de producción de hilo a base de celulosa obtenida para textiles de tejido plano, es importante destacar los siguientes puntos que la colaboración con artesanos especializados en la producción de tejidos de lana, es un aspecto clave en este proceso. Esta cooperación permitió integrar técnicas tradicionales y conocimientos ancestrales en la transformación de la celulosa vegetal en hilo, otorgando un valor agregado desde el punto de vista cultural y social.

3.2.4. Producción de biocuero con base de celulosa obtenida

Para la investigación se elaboró un biomaterial hecho a base de celulosa de Guaje rojo y Pochote, más una combinación de grenetina, vinagre y glicerina (**Figura 27**) con dimensiones limitadas de 27 cm de largo x 19 cm de ancho y un grueso de 2mm, estas dimensiones se lograron con las fibras de celulosa obtenidas en el tratamiento químico. Toda vez que se busca el aprovechamiento óptimo del material disponible.



Figura 27. Biomaterial a base de celulosa de Pochote. Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

Con el fin de caracterizar las propiedades estructurales y composicionales de fibras de celulosa derivadas de Guaje rojo y Pochote, se emplean técnicas de análisis como; la espectroscopía de Infrarrojo por Transformada de Fourier (FT-IR) proporciona información sobre la composición química y las interacciones moleculares presentes en estos materiales. El módulo de Young, el cual se utiliza para evaluar la rigidez y elasticidad de las fibras y biocuero, determinando sus propiedades mecánicas esenciales Y el análisis de Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) permite examinar la morfología superficial y la estructura detallada de las fibras a nivel microscópico. Estas técnicas combinadas ofrecen una visión integral sobre la calidad y el comportamiento de los materiales obtenidos de Guaje rojo y Pochote.

4. 1 Obtención de espectros (FT-IR)

La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) permite realizar análisis químicos de diversos materiales, incluyendo compuestos orgánicos, polímeros y muestras biológicas (Thermo Fisher Scientific Inc., 2013) . Esta técnica se basa en la interacción de la radiación infrarroja con la materia, generando espectros que reflejan la absorción de energía por parte de los distintos enlaces químicos presentes en la muestra. Cada enlace absorbe a una frecuencia característica, lo que permite identificar los grupos funcionales y obtener información sobre la estructura molecular (Larkin, 2011).

Se realizó un análisis mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) utilizando un espectrómetro ALPHA II FT-IR Platino (Bruker) con un rango espectral de 400 a 3600 cm^{-1} con el fin de analizar los grupos funcionales de las especies vegetales tratadas químicamente y comparar su estructura química antes y después de ser procesadas. Dicho estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio de principios reactivos, ubicado en el edificio de productos naturales y alimentos de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). Los picos de excitación que se muestran fueron

observados con el software Spectragryph, versión 1.2.16.1 de uso libre (Dr. Friedrich Menges, Software-Entwicklung, 2022).

A continuación, se presentan los espectros obtenidos del Guaje rojo y del Pochote, destacando los picos más prominentes en ambos casos. Estos espectros corresponden a las muestras antes y después de someterse a tratamientos químicos: el Guaje rojo se trató únicamente con hidróxido de sodio, mientras que el Pochote fue sometido tanto a hidróxido de sodio como a ácido sulfúrico.

4.1.1 Espectro de Guaje rojo

Se realizó el análisis del espectro de absorción FT-IR ATR de una muestra de Guaje rojo antes y después de ser procesado para determinar las bandas o picos de absorción característicos.

El espectro de absorbancia se muestra en la **Figura 28**.

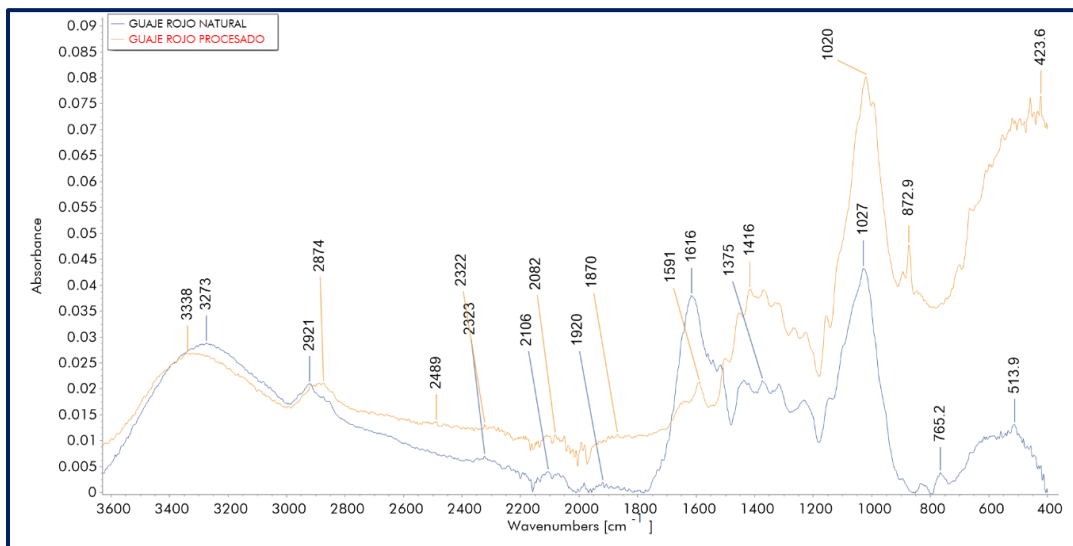


Figura 28. Espectro FT-IR ATR de Guaje rojo antes y después de ser procesado químicamente. Elaboración propia.

Con base en la imagen anterior, se procede a extraer en la **Tabla 13** los picos de absorbancia para su análisis.

Tabla 13. Picos de absorbancia antes y después de procesar la muestra de Guaje rojo en Hidróxido de Sodio. Elaboración propia

Guaje rojo	
Antes del tratamiento	Después del tratamiento
	3338
3273	
2921	2874
	2489
2323	2322
2106	2082
1920	1870
1616	1591
	1416
1375	
1027	1020
	872.9
765.2	
513.9	
	423.6

Comparando los picos en la **Tabla 13** con los espectros de referencia de celulosa, Hidróxido de Sodio y Ácido sulfúrico, se pueden identificar los siguientes grupos químicos principales en las muestras de Guaje rojo antes del tratamiento químico: el pico 3273 cm^{-1} hace referencia al grupo OH (hidroxilo), además de observar un pico ancho, esto indica la presencia de agua en la muestra (Rojo Callejas, 2000). Los picos 2921 y 2323 cm^{-1} indican la presencia de celulosa. Los picos en 2106 , 1920 y 1616 cm^{-1} señalan la presencia de aldehídos o cetonas (Mondragón Cortez, 2020) (Mondragón, 2017). Y los picos en el rango inferior a 1400 : 1375 , 1027 y 765.2 cm^{-1} son característicos de base de celulosa (Mondragón, 2017).

Por otro lado, los grupos funcionales observados en las muestras de Guaje rojo después del tratamiento químico de acuerdo a los picos se explican a continuación: el pico 3338 cm^{-1} , característico del Grupo OH (hidroxilo) señal de la presencia de agua en la muestra. Los picos 2874 y 2322 cm^{-1} que se observan, muestran señales de carbonilo. Se observan, pero en diferente posición (Mondragón Cortez, 2020) (Mondragón, 2017). El

pico en 1591 cm^{-1} , señala la presencia de enlaces de C=O (carbonilo), este pico se mantiene, en relación a la muestra sin el tratamiento, pero se desplaza, posiblemente por la interacción con el NaOH. Los picos en $1020\text{-}872\text{ cm}^{-1}$ muestran la presencia de enlaces C-O-C (éter) (Mondragón Cortez, 2020); (Mondragón, 2017). Por último, el pico en 423 cm^{-1} Podría corresponder a residuos de NaOH o productos de la reacción (Rojo Callejas, 2000).

4.1.2 Espectro de Pochote

También se realizó el análisis del espectro de absorción FT-IR ATR de una muestra de Pochote antes y después de procesada para determinar las bandas o picos de absorción característicos.

El espectro de absorbancia de la muestra de Pochote antes y después de ser procesada se muestra en la **Figura 29**.

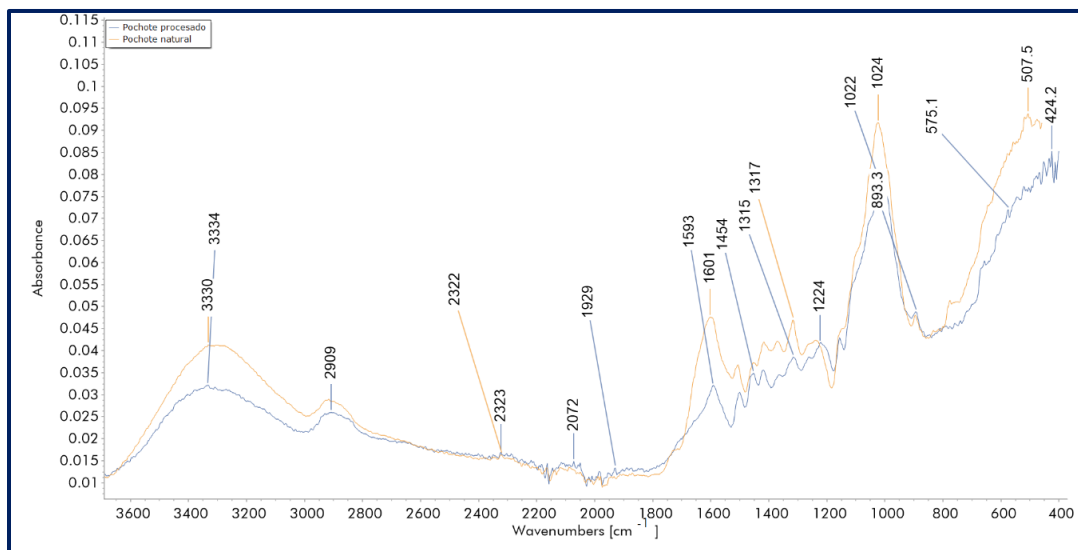


Figura 29. Espectro FT-IR ATR de Pochote antes y después de tratamiento.

Elaboración propia

Con base en la imagen anterior, se procede a extraer en la **Tabla 14** los picos de absorbancia para su análisis.

Tabla 14. Picos de absorbancia antes y después de procesar la muestra de Pochote en Hidróxido de Sodio. Elaboración propia

Pochote	
Antes del tratamiento	Después del tratamiento
3330	3334
2917	2909
2323	2323
	2072
	1929
1601	1593
1417	1454
1317	1315
	1224
1024	1022
	893
777	
507.8	575
	452

Comparando los picos en la **Tabla 14** listados con los espectros de referencia de celulosa, Hidróxido de Sodio y ácido sulfúrico, se pueden identificar los siguientes grupos químicos principales en la muestra de Pochote antes. El pico ancho e intenso alrededor de 3330 cm^{-1} está asociado al estiramiento del enlace O-H, característico de agua, lo que significa que esta fue absorbida en la muestra (Rojo Callejas, 2000). Los picos en 2917 y 2323 cm^{-1} son características de las vibraciones de estiramiento C-H de grupos metilo y metileno. (Rojo Callejas, 2000). El pico en 1601 cm^{-1} corresponde a vibraciones de estiramiento del enlace C=C de alquenos o aromáticos. Los picos en 1417 , 1317 y 1024 cm^{-1} podrían deberse a vibraciones de flexión y estiramiento C-O de éteres o carbohidratos (Mondragón Cortez, 2020).

En la muestra que fue procesada químicamente, se encontraron los siguientes picos. El pico de 3334 cm^{-1} , indica la presencia de agua en la muestra. Además de que aparecen nuevos picos en 2072 y 1929 cm^{-1} que no estaban presentes antes. Estos podrían deberse a la formación de grupos carbonilo (C=O) o alquinos (C≡C), dada la interacción con el Hidróxido de Sodio. Cabe mencionar que no se observan picos característicos del NaOH ($1200 - 1230\text{ cm}^{-1}$) indicando que fueron removidos en el lavado final (Tong & al, 2018).

4.2 Medición del módulo elástico.

Se midió el módulo de Young ya que proporciona una medida cuantitativa de la rigidez y elasticidad en materiales textiles. Al conocer el módulo de Young de las nuevas fibras y materiales compuestos, se puede determinar su idoneidad para diversos usos.

El módulo de Young, también conocido como módulo de elasticidad, representa la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación resultante en un material dentro de su rango elástico, donde la deformación es reversible (Cervera & Blanco, 2015). Los materiales analizados fueron hilos artesanales a base de fibra de Pochote en combinación con fibras de celulosa de Guaje rojo, y biocuero elaborado a base de fibra de pochote con otros ingredientes. Estas pruebas fueron realizadas en el laboratorio de Manufactura, dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, utilizando un equipo de tracción Shimadzu modelo AGS-J-100KN® (Shimadzu, 2024). A continuación, se presentan los resultados de las mediciones.

4.2.1. Medición del módulo elástico en Biocuero.

Se realizaron 2 pruebas de tensión con el biocuero. Dichas pruebas arrojaron los datos mostrados en las Figuras 30 y 31

Primera prueba de tracción a Biocuero

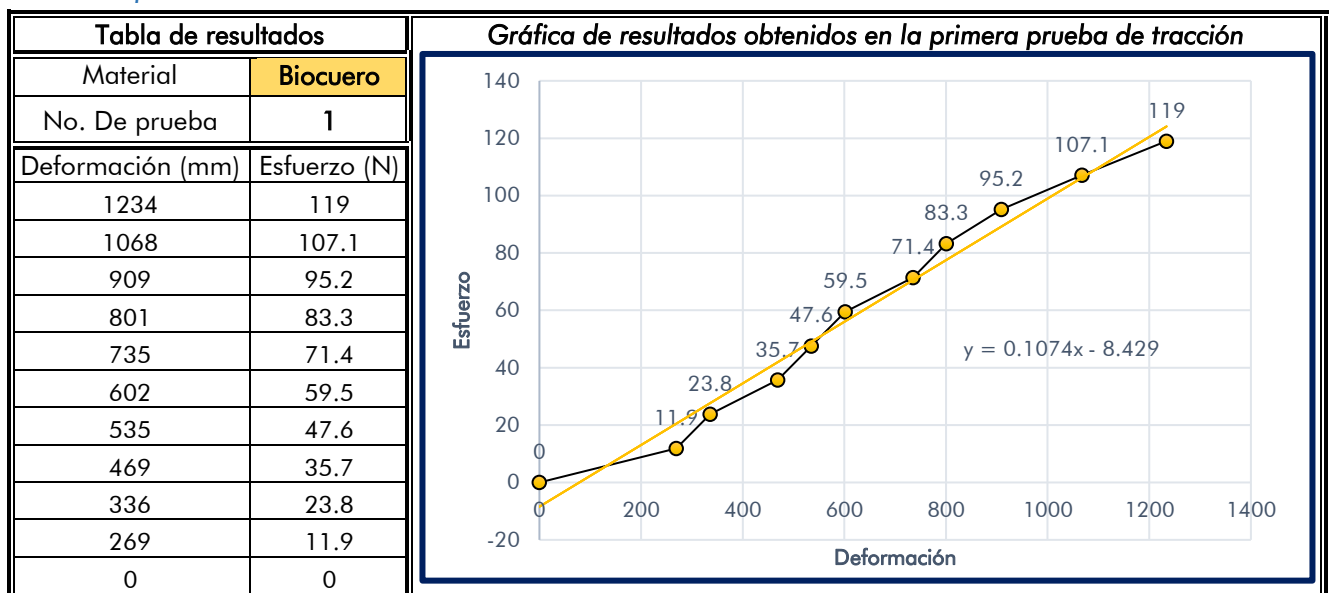


Figura 30. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a Biocuero. Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se puede calcular el módulo de Young a partir de la pendiente de la región lineal en las gráficas de esfuerzo vs. deformación. Las ecuaciones lineales en ajuste proporcionadas en cada gráfica nos dan esta información directamente. Obteniendo el siguiente valor para el módulo de Young **0.1074** en la prueba 1 y de la prueba 2, el valor es de: **0.1111**. Obteniendo los valores finales en la **Tabla 15**.

Segunda prueba de tracción a biocuero

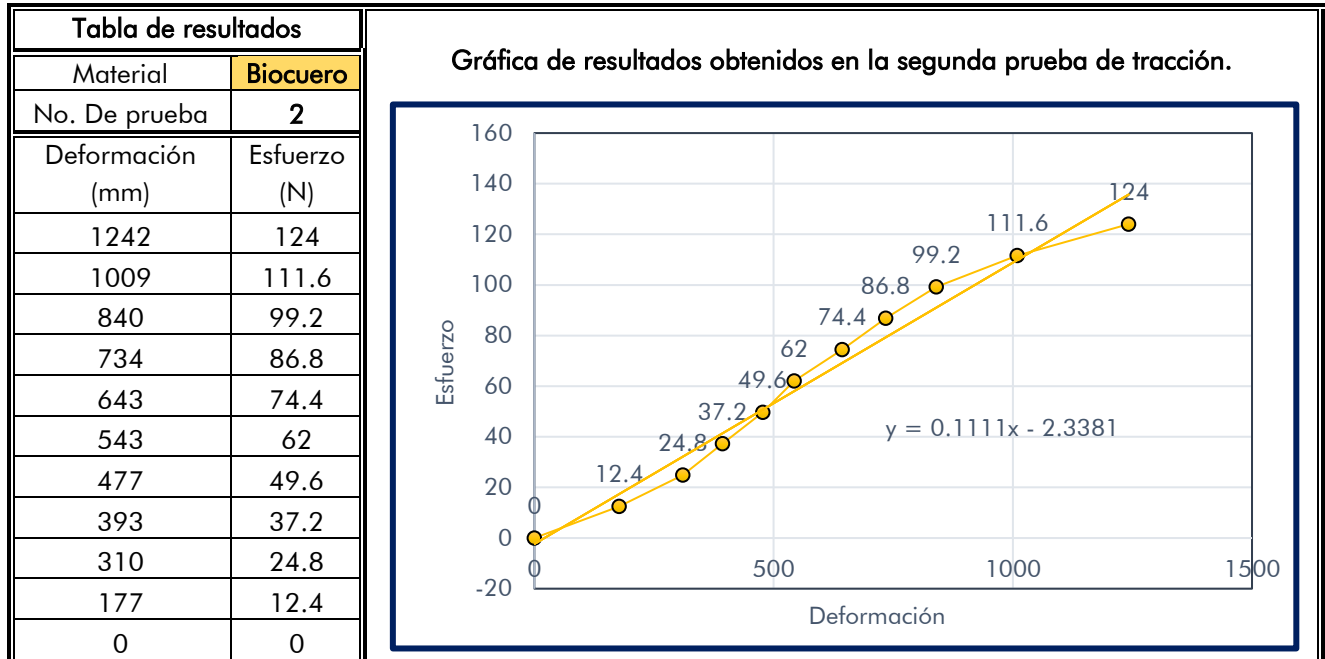


Figura 31. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a Biocuero. Elaboración propia

Tabla 15. Valores obtenidos de las 2 pruebas de tracción a Biocuero. Elaboración propia

Módulo de Young	Resistencia máxima:	Deformación máxima:
Prueba 1: 0.1074 N/mm	Prueba 1: 119 N	Prueba 1: 1234 mm
Prueba 2: 0.1111 N/mm	Prueba 2: 124 N	Prueba 2: 1242 mm
Promedio: 0.1093 N/mm	Promedio: 121.5 N	Promedio: 1238 mm

4.2.2. Medición del módulo elástico en hilo compuesto

Para el cálculo del módulo de Young del hilo, que se compone de fibras de celulosa de Guaje rojo con fibras de Pochote, se realizaron 3 pruebas de tensión. Dichas pruebas arrojaron los datos mostrados en las **Figuras 32, 33 y 34**. Donde se obtiene El módulo de

Young en la primera prueba de **0.008**, en la segunda **0.0087** y en la tercera **0.008**. Finalmente, los valores promedio de las pruebas se presentan en la **Tabla 16**.

Primera prueba de tracción a Hilo compuesto

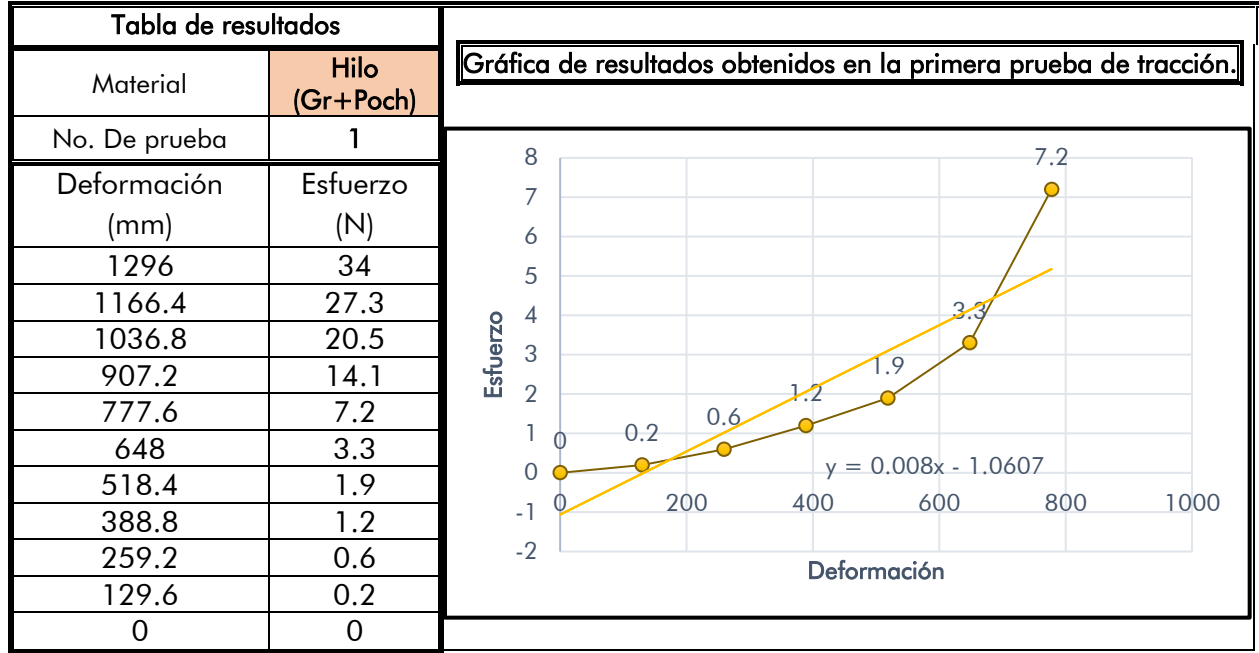


Figura 32. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto. Elaboración propia.

Segunda prueba de tracción a Hilo compuesto

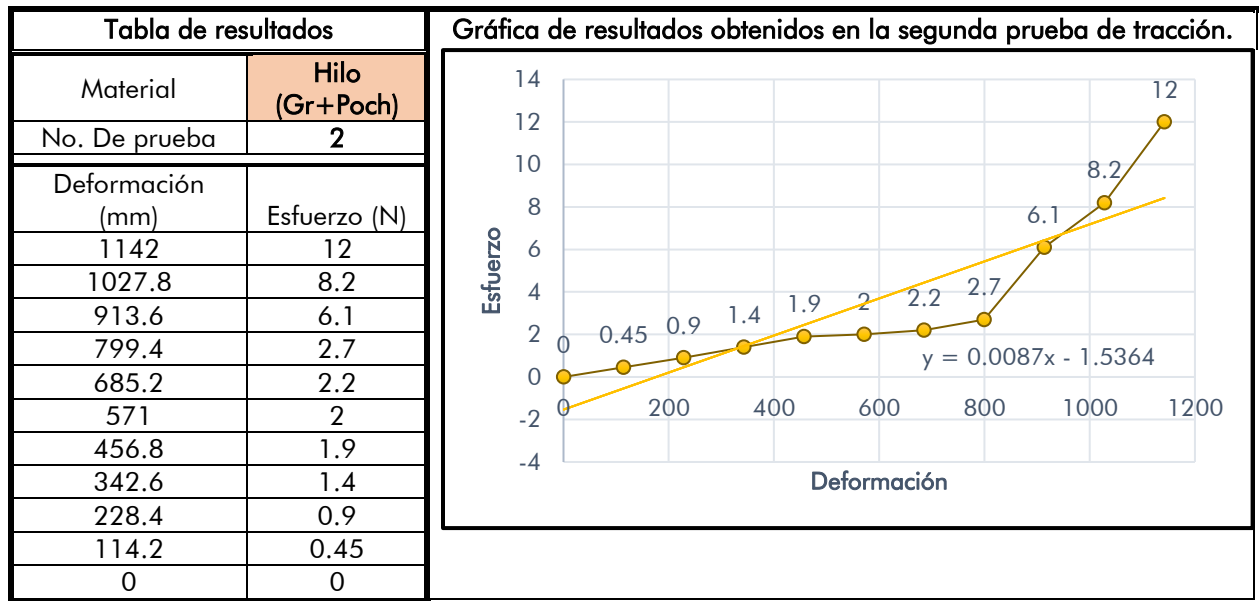


Figura 33. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto. Elaboración propia

Tercera prueba de tracción a Hilo compuesto

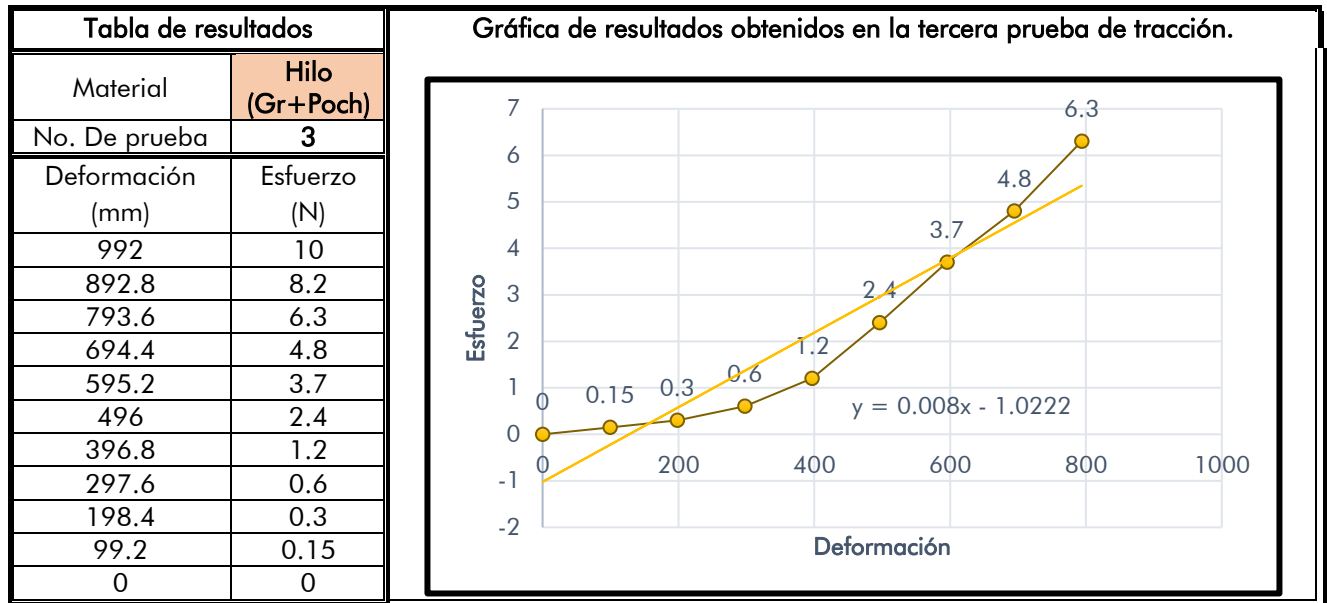


Figura 34. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo compuesto. Elaboración propia.

Tabla 16. Valores obtenidos de las 3 pruebas de tracción a hilo compuesto. Elaboración propia

Módulo de Young	Resistencia máxima:	Deformación máxima:
Prueba 1: 0.008 N/mm	Prueba 1: 34 N	Prueba 1: 1296 mm
Prueba 2: 0.0087 N/mm	Prueba 2: 12 N	Prueba 2: 1142 mm
Prueba 3: 0.008 N/mm	Prueba 3: 10 N	Prueba 3: 992 mm
Promedio: 0.0082 N/mm	Promedio: 18.67 N	Promedio: 1143 mm

4.2.3. Medición del módulo elástico en hilo simple

Para el cálculo del módulo de Young del hilo simple, es decir, únicamente fibras de Pochote. Se realizaron 2 pruebas de tensión. Dichas pruebas arrojaron los datos mostrados en las Figuras 35 y 36.

Primera prueba de tracción a hilo simple

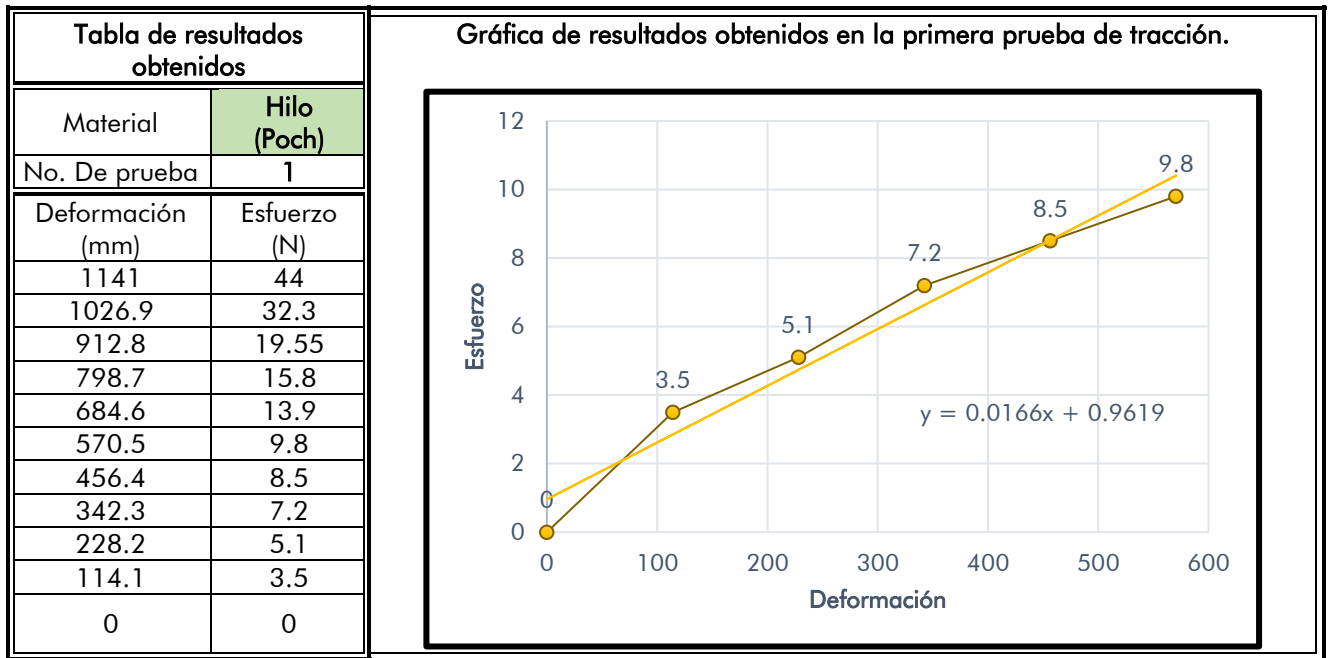


Figura 35. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo simple. Elaboración propia.

Segunda prueba de tracción a Hilo simple

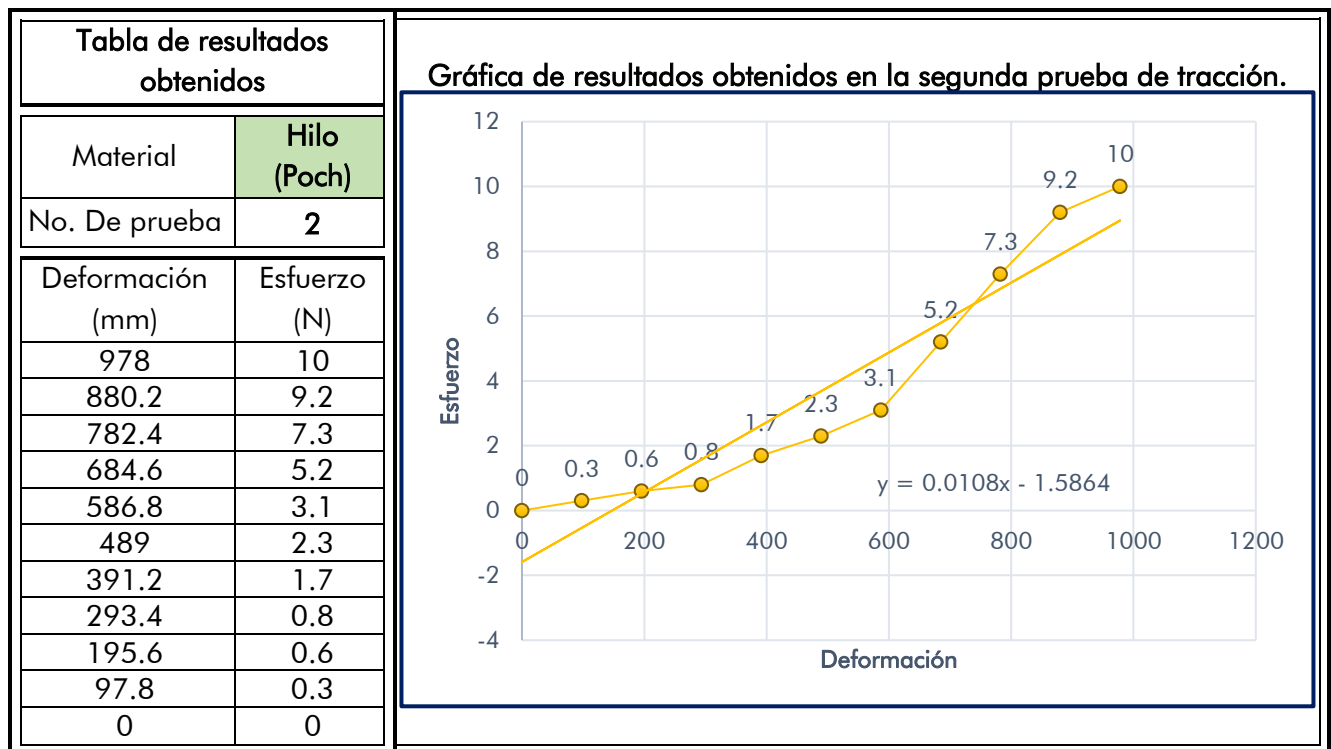


Figura 36. Resultados obtenidos en la prueba de tracción a hilo simple. Elaboración propia.

Tabla 17. Valores obtenidos de las 3 pruebas de tracción a hilo simple. Elaboración propia

Módulo de Young	Resistencia máxima:	Deformación máxima:
Prueba 1: 0.0166 N/mm	Prueba 1: 44 N	Prueba 1: 1141 mm
Prueba 2: 0.0108 N/mm	Prueba 2: 10 N	Prueba 2: 978 mm
Promedio: 0.0137 N/mm	Promedio: 27 N	Promedio: 1059.5 mm

4.3. Observación de muestras con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)

Adicionalmente se tomaron imágenes con el microscopio electrónico de barrido Scanning Electron Microscope TESCAN® VEGA 3 (TESCAN GROUP, a.s., 2024). Ubicado en el edificio de laboratorios de posgrado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). Con el fin de conocer las dimensiones y formas de las muestras de celulosa obtenidas de las especies vegetales analizadas. Debido a que las muestras de fibras de celulosa tienen diferentes dimensiones a nivel microscópico, los parámetros de observación fueron diferentes para cada una de ellas.

4.3.1. Imágenes tomadas a la muestra de Guaje rojo con Microscopio Electrónico de barrido (MEB). Antes y después del tratamiento químico.

La **Figura 37**, muestra cuatro imágenes donde se aprecian las dimensiones de algunos elementos de la muestra de Guaje rojo. El propósito de este análisis es comparar la estructura microscópica de las muestras vegetales obtenidas antes y después de ser sometidas a un tratamiento químico con Hidróxido de Sodio (NaOH). Las primeras dos imágenes (inciso a y b) revelan la arquitectura general del Guaje rojo, permitiendo observar su estructura y dimensiones. Por otro lado, las dos imágenes restantes (inciso c y d) capturadas a mayor amplificación, proporcionan una visión detallada de la superficie y textura de las fibras individuales. Esta comparación visual nos permitirá evaluar los cambios morfológicos y estructurales inducidos por el tratamiento alcalino.

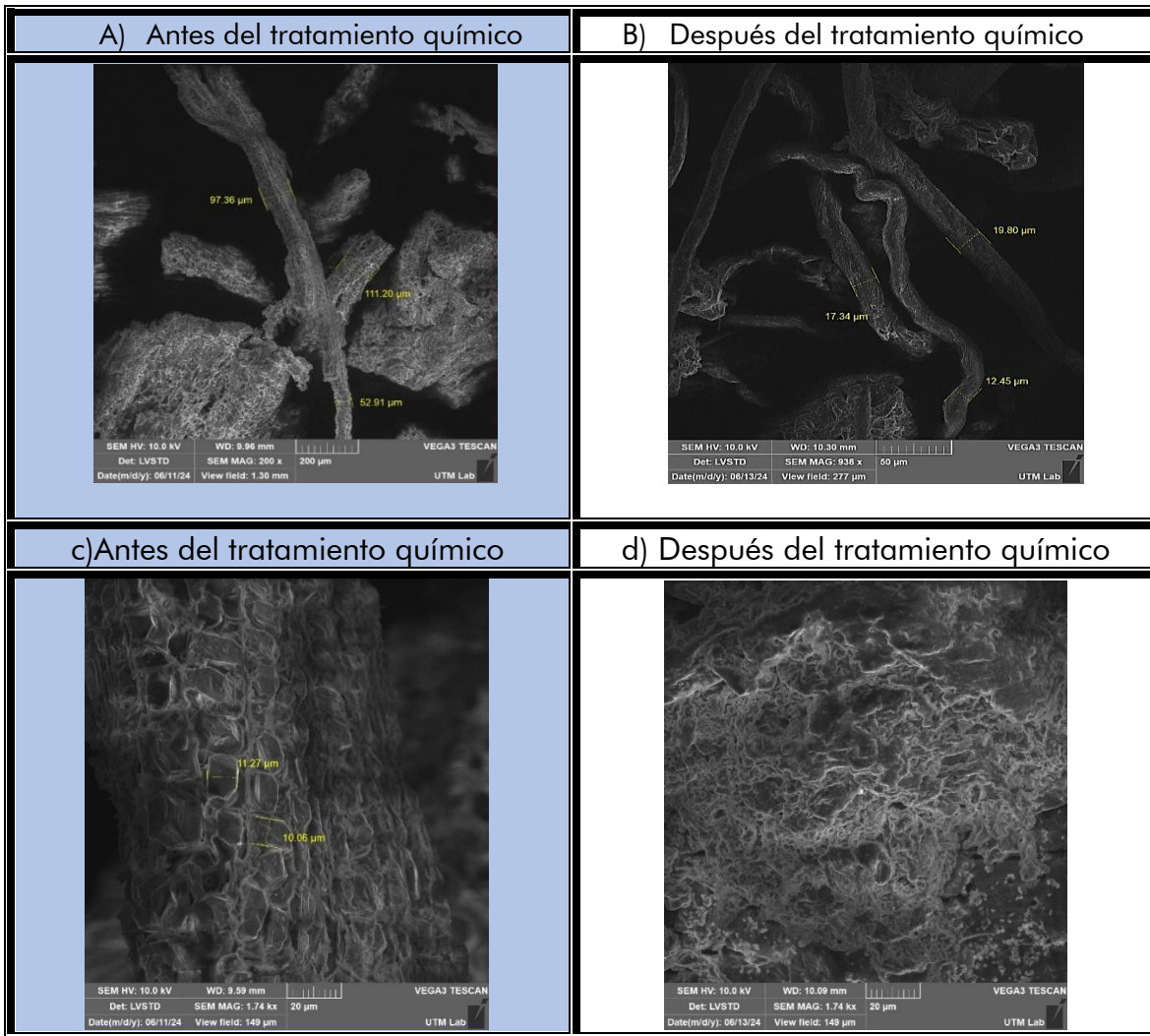


Figura 37. Imagen tomada con TESCAN® VEGA 3 a la muestra de celulosa de Guaje rojo antes y después de ser tratada.

4.3.2. Imágenes tomadas a la muestra de Pochote con Microscopio electrónico de barrido (MEB). | Antes y después del tratamiento químico.

En este apartado, se muestran cuatro imágenes donde se aprecian las dimensiones de algunos elementos de la muestra de Pochote (**Figura 38**). En general, se pueden ver las alteraciones superficiales a las muestras de material vegetal, pues la muestra presenta una apariencia típica de fibras vegetales no madereras, con una relación de aspecto (largo/ancho) elevada ([Castillo Ocampo, 2020](#)).

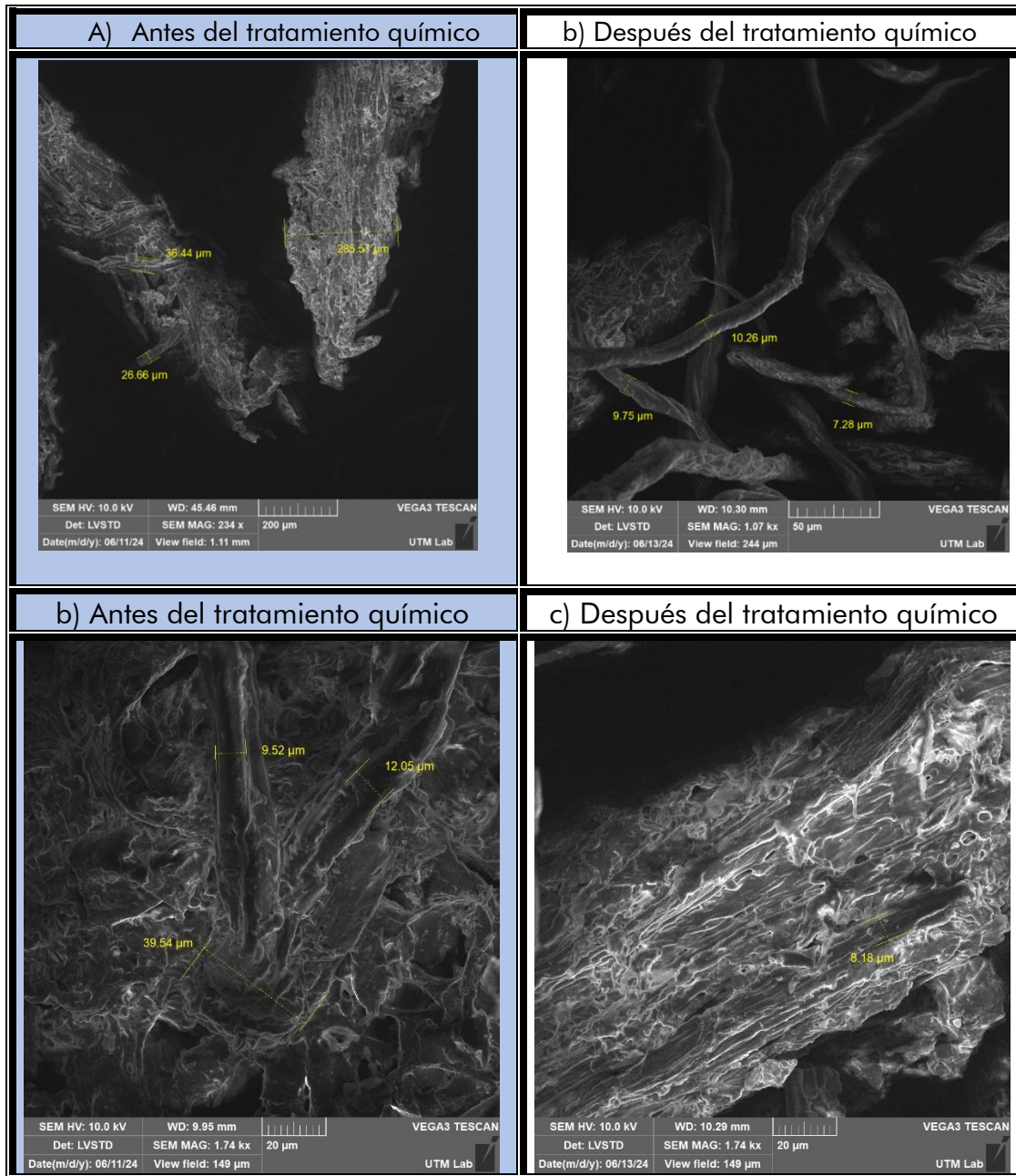


Figura 38. Imagen tomada con TESCAN® VEGA 3 a la muestra de celulosa de Pochote antes y después de ser tratada.

4.4 Aplicación textil de biocuero

El material elaborado a base de celulosa de Guaje rojo y Pochote (Biocuero) tiene dimensiones de 27 cm de largo x 19 cm de ancho y un grueso de 2mm, estas medidas se

pueden aplicar en prendas de vestir o accesorios pequeños, ya que resultan adecuadas para ser aplicadas en el diseño de un accesorio tipo bolsa. Toda vez que se busca el aprovechamiento óptimo del material disponible, además que la flexibilidad del biomaterial permite su adaptabilidad a la estructura y forma de una bolsa, permitiendo generar diseños funcionales y estéticos. En los siguientes puntos se describe el proceso de diseño desarrollado para la aplicación del biocuero en un accesorio tipo bolsa.

4.4.1. Metodología para la elaboración del diseño

A continuación, se presentan y describen los pasos desarrollados para la aplicación del biomaterial en un accesorio tipo bolsa (**Figura 39**) con base en los modelos descriptivos del diseño de Nigel Cross (Cross, 2002).

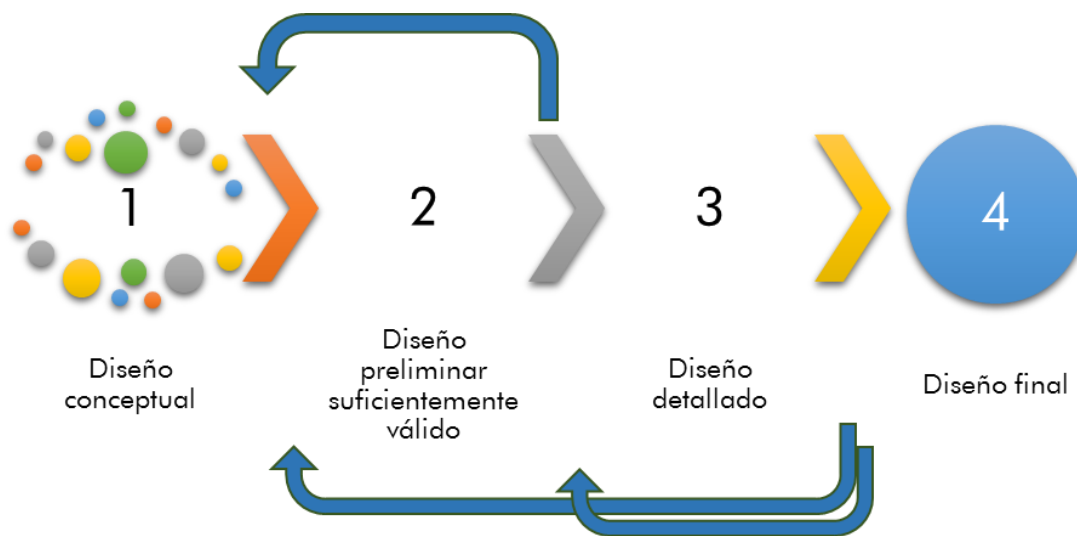


Figura 39. Etapas de los modelos descriptivos del diseño. Elaboración propia basada en Nigel Cross (2022).

Este modelo descriptivo del diseño consta de cuatro etapas:

La primera etapa llamada: **Diseño conceptual**, busca el “concepto” o “principios de identificación de solución al problema”, obteniendo los requerimientos y

especificaciones que se aplicarán al diseño, es aquí donde se crean las bases para la solución del problema presentado.

4.4.2. Concepto de diseño

Tomando como base las leyes de la Gestalt (Vargas, 2008), las cuales establecen las bases para entender cómo el cerebro humano percibe y organiza los elementos visuales en una composición, a través de conceptos como regularidad, irregularidad, equilibrio, inestabilidad, contraste, unidad, simetría, simetría circular, asimetría, entre otros; siendo estos conceptos la base para analizar y crear diseños de accesorios. Por lo que, se desarrolló un set de fotografías de diferentes paisajes de la región.

4.4.3. Requerimientos de diseño.

Género: Mujer

Edad: Mayores a 65 años

Descripción física y de salud: Las mujeres de este rango de edad suelen presentar problemas de salud como: Hipertensión arterial, Diabetes mellitus, Obesidad (Secretaría de Salud , 2022); afectaciones que limitan su movilidad. lo que requiere tener consideraciones especiales en el diseño del accesorio (Fisk et al., 2009). También es común las mujeres en este rango de edad tengan problemas de vista, por lo que necesitan lentes con aumento, de vista cansada y, en ocasiones, una lupa. Estos factores deben tenerse en cuenta al diseñar elementos como cierres, botones y compartimentos para garantizar una fácil manipulación (Farage et al., 2012).

Preferencias de vestimenta y accesorios: Los usuarios de este rango de edad prefieren colores que incluyen tonos claros, oscuros, neutros y algunas variantes de azul, café y blanco.

Objetivos del accesorio: El accesorio (bolsa) debe contar con compartimentos de fácil acceso para introducir de manera sencilla objetos como: monederos de pequeñas dimensiones, equipos electrónicos básicos, artículos de higiene personal y medicamentos en la mayoría de los casos. Estos detalles deben considerarse al seleccionar los materiales,

colores y estilo del accesorio, buscando un diseño atemporal que sea a la vez casual y formal (Eckman et al., 1990).

Añadiendo un botón o cierre que evite que se caigan o sean sustraídos fácilmente (Charness & Jastrzemski, 2009). La ergonomía de estos compartimentos es crucial para garantizar una interacción cómoda y segura con los dispositivos (Pheasant & Haslegrave, 2005). Debe contar con una correa ancha que distribuya el peso de manera uniforme y no lastime el hombro de la usuaria (Chaffin et al., 1999).

4.4.4. Desarrollo de diseño.

Antes de mostrar el prototipo se describe el proceso de inspiración para llevar a cabo el diseño de la bolsa.

Como primer paso se construyó el modelo de trabajo volumétrico como primera propuesta del objeto de diseño para conocer las dimensiones y formas y posibles medidas que deberán tomarse en cuenta para la construcción del objeto. **Figura 40.**

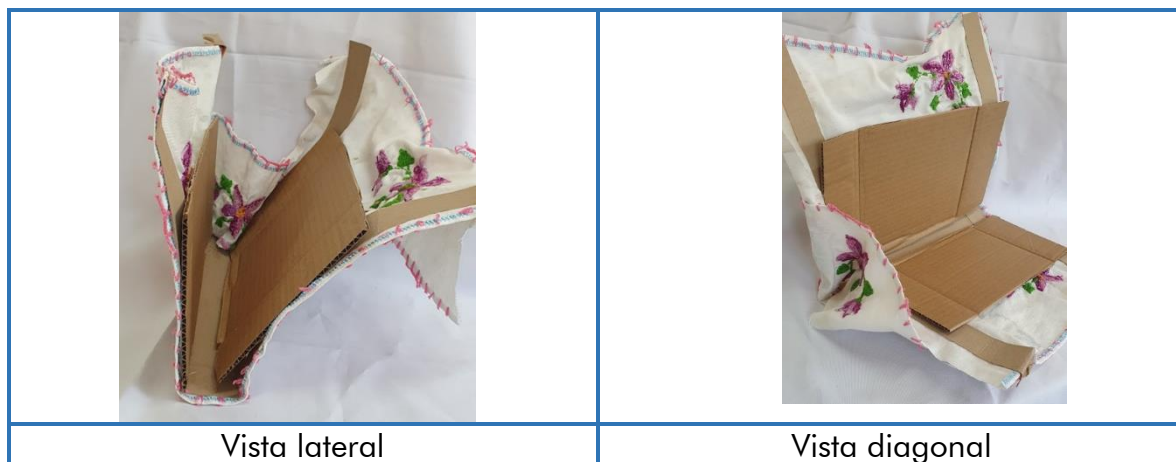


Figura 40. Modelo volumétrico como base de diseño para el objeto. Elaboración propia.

4.4.5. Fuente de inspiración:

La región Mixteca, ubicada en el estado de Oaxaca, México, se caracteriza por su rica diversidad natural y cultural. Para el diseño de la bolsa, se buscó capturar la esencia de este paisaje único, tomando como referencia visual los alrededores del Municipio de Huajuapán de León. Se realizó una exploración fotográfica en lugares como el cerro Yucunitzá, el pueblo de San Marcos Arteaga, el Balneario Atonalzin situado en Tamazulapam del Progreso, la Agencia Municipal de San Sebastián Progreso y las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Además de los paisajes, se prestó especial atención a la flora característica de la región Mixteca destacando sus colores vibrantes, texturas intrigantes y formas orgánicas. Estos elementos naturales sirvieron como base para el proceso de bocetaje, buscando incorporar la esencia de la naturaleza local en el diseño de la bolsa.

La **Figura 41** muestra una selección de las fotografías de inspiración tomadas en la región Mixteca, que capturan la belleza y diversidad de sus paisajes y flora. Estas imágenes representan la base conceptual y estética sobre la cual se construyó el diseño de la bolsa, buscando transmitir la identidad y el espíritu de esta región única de México.



Figura 41. Fotografías de inspiración para el diseño. Fotografías de elaboración propia.

La paleta de colores (**Figura 42**) se inspiró en los tonos tierra y los matices vibrantes presentes en el entorno, desde los ocre y marrones de la tierra hasta los verdes exuberantes de la vegetación.



Figura 42. Paleta de colores basada en las fotografías de inspiración. Elaboración propia.

Asimismo, las formas orgánicas y fluidas observadas en la naturaleza sirvieron como punto de partida para la creación de siluetas y líneas en el bocetaje de la bolsa. Las texturas encontradas en las fotografías, tanto en las superficies rocosas como en los detalles de las plantas, se tradujeron en patrones y acabados táctiles en el diseño. En la **Figura 43.** se muestran la abstracción de formas presentes en las fotografías de inspiración.

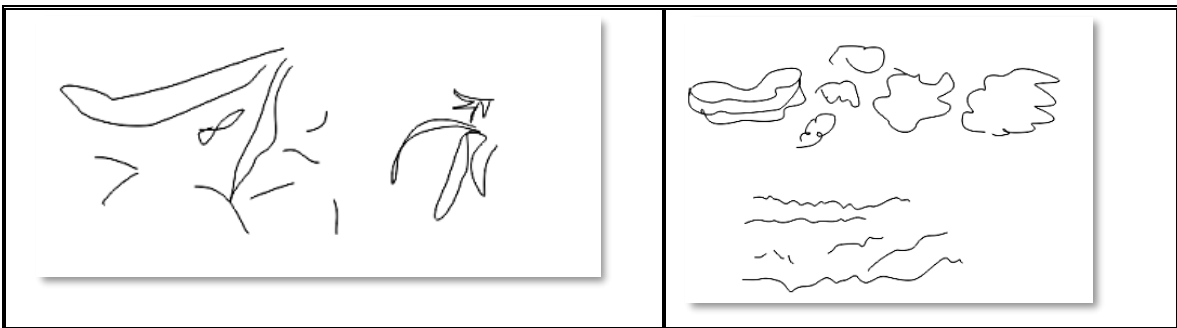


Figura 43. Formas presentes en la fuente de inspiración. Elaboración propia.

La segunda etapa llamada: Diseño preliminar suficientemente válido, muestra acabados, volúmenes y algunas especificaciones que permiten materializar la respuesta al problema. Se tiene una solución al problema del objeto de diseño, formas específicas, materiales propuestos y planos con dimensiones generales, que representan al producto como un

conjunto organizado de piezas, componentes, enlaces y acoplamientos. Considerando los elementos e inspiración antes mencionados.

Para el presente trabajo, se realizaron cinco bocetos iniciales (**Figura 44**) con base en el modelo volumétrico.

BOCETO #1	
	<p>Boceto de bolso con líneas curvas e irregulares en los bordes laterales. Con una correa mediana y ancha con el fin de ser cómoda para el usuario. La parte trasera es más larga y tiene una tapa que protegerá el contenido interno.</p>
BOCETO #2	
	<p>Boceto de bolso con líneas curvas regulares en los bordes laterales. Se visualiza una correa rígida tipo arco que pueda girar rodeando la bolsa para poder abrirla. El ancho de la bolsa está hecho con material flexible y doblada por el fin de proporcionar alargamiento para el contenido. La cara trasera cuenta con una tapa que protegerá el contenido en la bolsa.</p>
BOCETO #3	
	<p>Este boceto tiene una composición de formas geométricas contrastantes: curvas orgánicas suaves yuxtapuestas con líneas rectas y ángulos marcados. El cuerpo principal de la bolsa tiene una forma ovalada irregular que se ve interrumpida por un asa rectangular rígida que se proyecta desde la parte superior. Con un detalle llamativo circular en la parte delantera de la bolsa.</p>

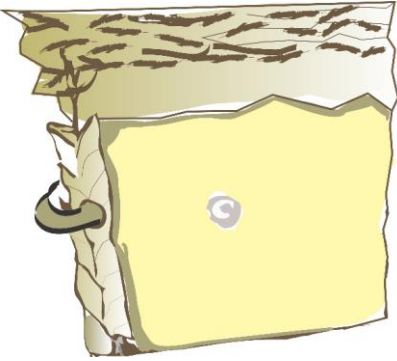
BOCETO #4	
	<p>Este boceto tiene un marco de textura que simula ramas entrelazadas, con el objetivo de que se cree un contraste entre la forma cuadrada regular de la bolsa. Tiene un compartimento central para cerrar la bolsa, el cual resalta con su forma redonda y regular. Además, que la forma similar a un trapezoide siendo más amplia en la parte.</p>
BOCETO #5	
	<p>El boceto es una propuesta para una bolsa con forma curvilínea y orgánica con un enfoque minimalista, donde la forma es el elemento principal que define la estética de la bolsa. Se busca tener una textura lisa y flexible con el fin de poder acceder y manipular el contenido de una manera fácil. En cuanto a la correa, esta mantiene una forma rígida con el fin de dar soporte a la estructura en general.</p>

Figura 44. Bocetos realizados. Elaboración propia.

La tercera etapa llamada de Diseño detallado, muestra el diseño a detalle correspondiente a la generación de todas las especificaciones necesarias para la producción del objeto. Para el presente trabajo, se elaboró un boceto preliminar y un modelo volumétrico (**Figura 45**).

Las medidas de la bolsa surgen a partir de considerar limitaciones de fuerza y movilidad según las necesidades de mujeres mayores de 65 años. Con una base de 30 cm de ancho, la bolsa ofrece un espacio amplio para llevar los artículos esenciales sin ser demasiado grande o pesada. La altura de 23 cm permite un fácil acceso al contenido,

evitando tener que buscar en lo profundo de la bolsa. Las correas de 12 cm de largo y 3 cm de ancho brindan un agarre cómodo y seguro, distribuyendo el peso adecuadamente. Además, la abertura superior de 11 cm facilita meter y sacar objetos sin dificultad.

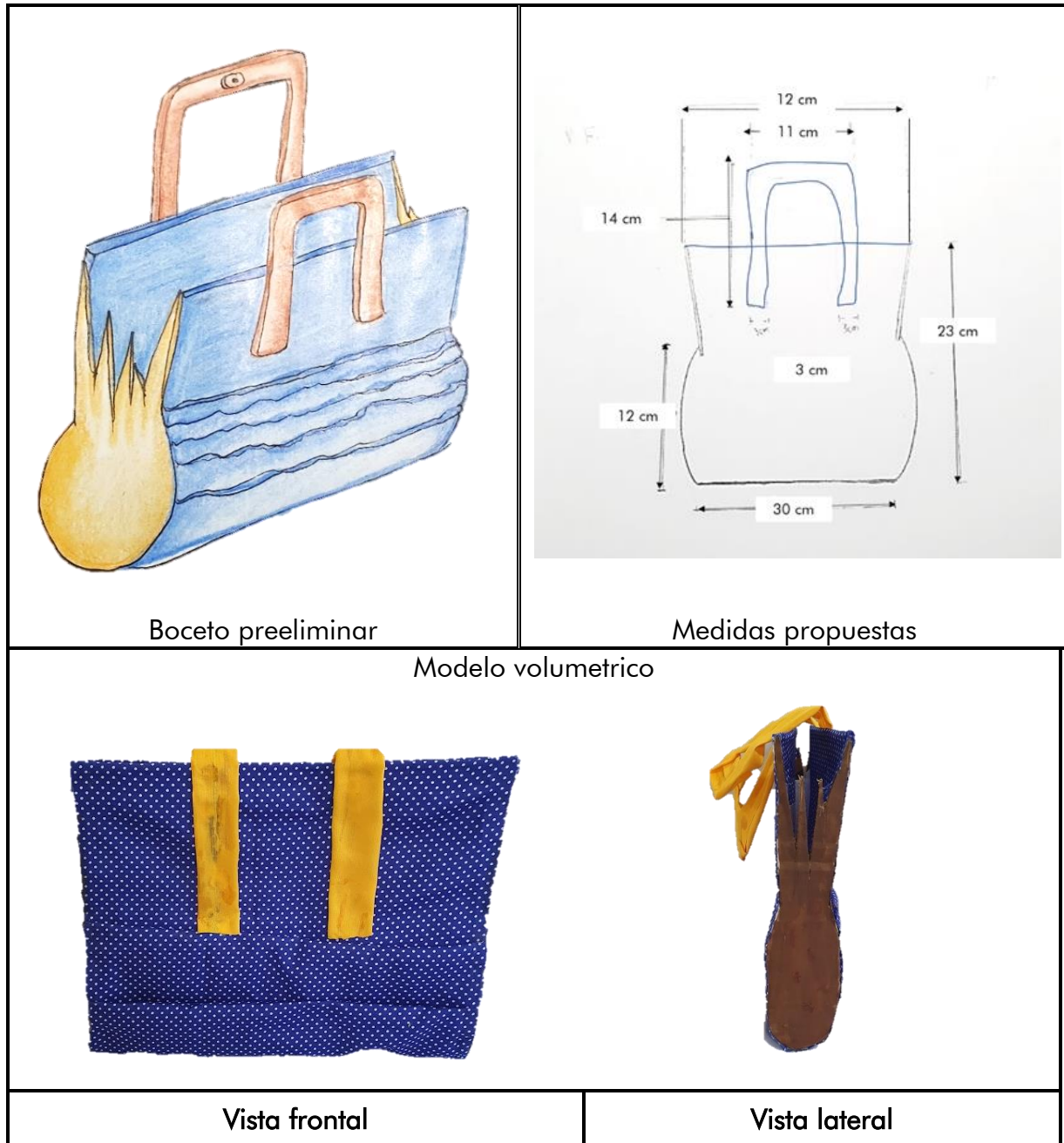


Figura 45. Boceto preliminar con medidas y modelo volumétrico. Elaboración propia.

El boceto preliminar representa la culminación de un proceso de diseño inspirado en la región Mixteca Oaxaqueña. Ya que incorpora elementos naturales: el plisado tomando como referencia visual las montañas que se observan en los paisajes, de la región, así como los colores, texturas y formas orgánicas presentes en la flora local. Esto se refleja en las curvas suaves y fluidas de la bolsa, que emulan las formas encontradas en la naturaleza. La paleta de colores inspirada en el entorno: Los colores utilizados en el diseño, como se muestra en la paleta de la **Figura 42**, se inspiran en los tonos tierra y los matices vibrantes característicos de la región, desde los ocre y marrones hasta los verdes exuberantes. Esto crea una conexión visual directa con el paisaje local.

En cuanto a la funcionalidad y comodidad, el diseño de la bolsa considera aspectos prácticos, como una correa mediana y ancha que brinda comodidad al usuario durante su uso. Un valor importante considerado es el equilibrio entre formas orgánicas y estructura, este se refleja en las formas curvilíneas y orgánicas inspiradas en la naturaleza y la estructura proporcionada por la correa rígida. Por último, la representación de la identidad regional está plasmada al integrar elementos visuales y estéticos derivados de la región Mixteca.

4.4.6. Prototipo

La última y cuarta etapa llamada de Diseño final, evalúa aspectos de ergonomía, antropometría con el usuario, materiales disponibles y capacidad de producción. Por lo que se procede a elaborar un prototipo o diseño final a partir de materiales disponibles, requerimientos del usuario y la fuente de inspiración.

El diseño final de la bolsa se generó a partir de la combinación de formas orgánicas y estructuradas, inspiradas en los paisajes y la flora de la región Mixteca Oaxaqueña. La composición del diseño busca un equilibrio entre las curvas suaves y fluidas, que emulan las montañas y las formas encontradas en la naturaleza, y la estructura proporcionada por la correa rígida y el plisado.

El estilo del diseño final de la bolsa se caracteriza por su enfoque en la funcionalidad y la comodidad, considerando los requerimientos del usuario que se

describen en el apartado **4.4.3**, como la necesidad de una correa mediana y ancha para mayor comodidad durante su uso. Además, el diseño incorpora elementos estéticos derivados de la región Mixteca, como las texturas y formas orgánicas, para representar y celebrar la identidad cultural de la región.



Figura 46. Prototipo de bolsa. Fotografía de elaboración propia

4.5 Aplicación textil de hilo

4.5.1. Metodología para la elaboración del diseño

Para la aplicación del hilo a base de Pochote con fibras de celulosa de Guaje rojo y Pochote se utilizó la metodología de diseño centrado en el material o también llamada “Diseño impulsado por materiales” (MDD por sus siglas en inglés *Material Driven Desing*) (Karana y otros, 2015). Para el desarrollo del producto se modificó la metodología y solo se consideran 3 etapas (**Figura 47**).

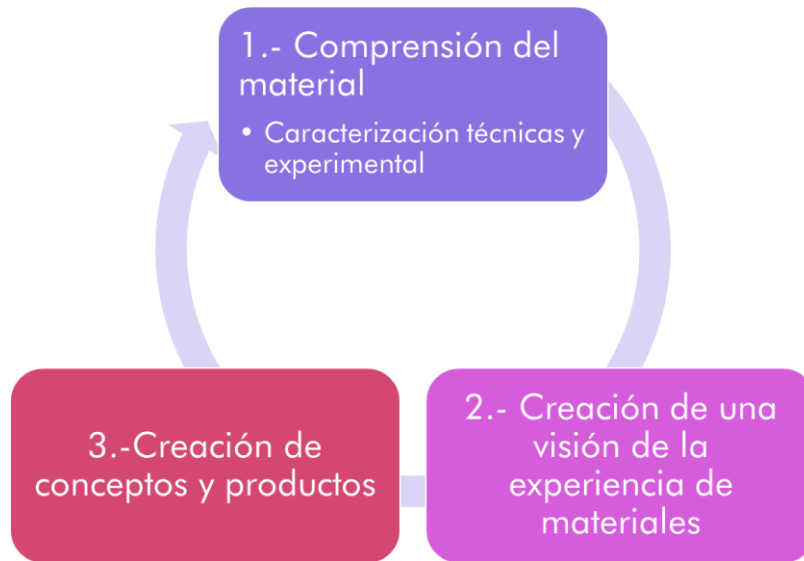


Figura 47. Metodología modificada de diseño centrado en el material. Elaboración propia basada en Karana y otros (2015).

En la primera etapa de comprensión del material, se incluye la caracterización técnica y experimental. La cual se puede observar en el apartado [4.2.2](#) y [4.2.3](#).

4.5.2. Creación de una visión de la experiencia de materiales

Para esta etapa, se busca desarrollar el diseño a partir de las características del material, así como su potencial y el lugar donde se puede aplicar, resumiendo los hallazgos de la caracterización del material en un todo cohesivo. para lo cual desarrollamos el siguiente análisis con base en las siguientes tres preguntas.

1. ¿En qué contextos el material haría una diferencia positiva?

Este hilo podría hacer una diferencia positiva en varios contextos:

- Industria textil sostenible: Ofrecería una alternativa eco-amigable a los hilos sintéticos o de algodón convencional.
- Moda ética: Permitiría la creación de prendas y accesorios con menor impacto ambiental y huella de CO₂.

- Artesanía local: Podría revitalizar técnicas tradicionales de tejido, incorporando un nuevo hilo con raíces locales.

2. ¿Cuál sería el aporte singular del material?

- Combinación única de fibras: La mezcla de Pochote con celulosa de Guaje rojo podría ofrecer propiedades mecánicas y estéticas únicas.
- Sostenibilidad local: Utilizaría recursos vegetales específicos de ciertas regiones, promoviendo la biodiversidad y economías locales.
- Versatilidad: Potencial para aplicaciones tanto en textiles tradicionales como en nuevos materiales compuestos.
- Biodegradabilidad: Ofrecería una opción de fin de vida más ecológica comparada con fibras sintéticas.

3. ¿Cuál sería el papel del material en la sociedad?

- Promotor de la economía circular: Fomentaría el uso de recursos renovables y biodegradables en la industria textil.
- Catalizador de innovación: Inspiraría la investigación y desarrollo de otros materiales basados en recursos vegetales locales.
- Conservación de la biodiversidad: Incentivaría la preservación y cultivo sostenible de especies como el Pochote y el Guaje rojo.
- Educación ambiental: Serviría como ejemplo tangible de cómo los materiales tradicionales pueden reinventarse para satisfacer necesidades modernas de manera sostenible.
- Reducción de la dependencia de materiales sintéticos: Contribuiría a disminuir el uso de fibras derivadas del petróleo en la industria textil.
- Desarrollo comunitario: Podría generar nuevas oportunidades económicas para comunidades rurales que cultivan estas plantas.
- Identidad cultural: Reforzaría la conexión entre productos modernos y recursos naturales tradicionales, fortaleciendo la identidad cultural local.

4.5.3. Creación, conceptos y productos (Prototipo)

Para llevar a cabo esta etapa, se experimentó de diversas maneras con el hilo. Esto se realizó con diferentes formas de tejidos y combinaciones de colores. Esto se ejecutó en un telar de pedal para lana, ya que su estructura es similar a este hilo. Debido a la disponibilidad de hilo se elaboró un producto pequeño que se combinó con lana de 2 colores logrando implementarse en un monedero.

La paleta de colores (**Figura 48**) se inspiró en los tonos terrosos, y considerando los pigmentos naturales que se encuentran en la mixteca Oaxaqueña, como es la granada, y el nogal.

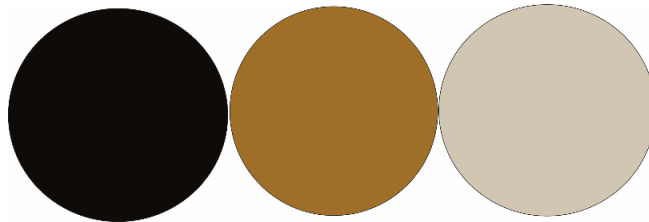


Figura 48. Paleta de colores basada en las fotografías de inspiración. Elaboración propia.

Para el desarrollo del diseño se elaboraron 3 bocetos que tengan un mínimo de ancho de 15 cm y de alto 8 cm como se ilustra en la siguiente figura:

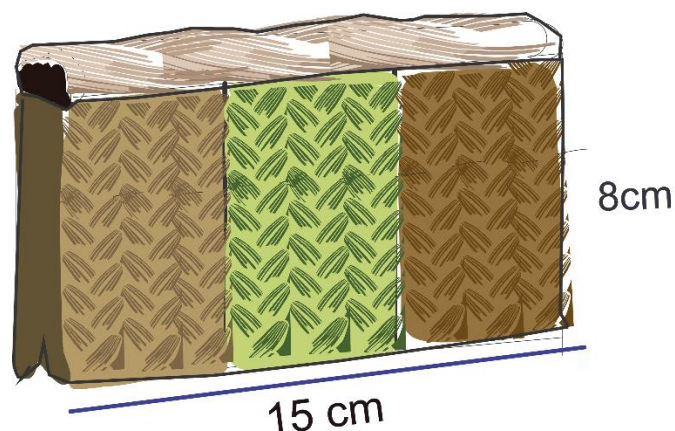


Figura 49. Boceto de monedero con medidas. Elaboración propia

Para el diseño del monedero, se consideraron diversos patrones de bordado que se pueden realizar con un telar de pedal. El monedero, pequeño y compacto, está diseñado para monedas, y contará con un cierre clásico de 15 cm, resistente y duradero. Su estructura será robusta y el tejido o bordado elaborado con el telar de pedal añadirá un toque distintivo y elegante. mismos que se señalan en la **Figura 50**.

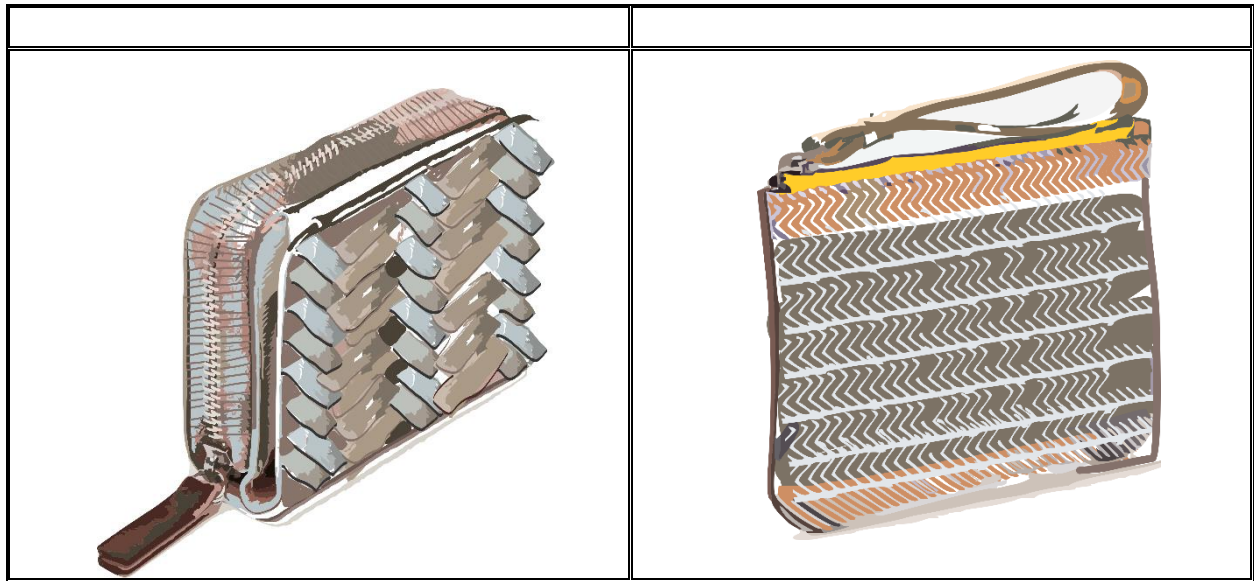


Figura 50. Bocetos de monedero con aplicaciones. Elaboración propia.

El diseño del prototipo final se consideran las variantes de colore y texturas de un telar de pedal en una dimensión de 12 cm de largo por 20 cm de ancho. Lo anterior se logró elaborar con la fibra de Pochote con hilos de lana de oveja pigmentada con tintes naturales. **Figura 51**



Figura 51. Prototipo de monedero. Fotografía de elaboración propia

CAPÍTULO 5

5.1 Discusiones

En la investigación que se llevó a cabo, de los resultados encontrados se puede enfatizar lo siguiente:

1. En cuanto a la preparación de muestras de corteza y su tratamiento químico con Hidróxido de Sodio, los resultados presentados en el apartado 3.2 revelaron que el NaOH no interactuó con las laminillas de medidas comprendidas entre 10 mm de largo por 1 mm de ancho y 15 mm de largo por 3 mm de ancho. Aunque las muestras fueron modificadas en tamaños más pequeñas procesadas para facilitar la penetración del NaOH, esta modificación permitió que el reactivo penetrara en las muestras vegetales y se obtuvieran fibras de celulosa, pero afectó el tamaño mínimo de las mismas (20.606 mm) necesarias para la producción de hilos industriales, y resultó en la pérdida de una cantidad significativa de material vegetal. Para mejorar la cantidad y calidad de la celulosa, es necesario experimentar con diferentes concentraciones de Hidróxido de Sodio, tamaños de laminillas de corteza y formas, con el fin de optimizar el proceso de obtención de fibras de celulosa adecuadas para su incorporación en el hilo industrial. Con relación a las muestras resultantes de Guaje rojo tenían un tamaño diminuto, resultado de la primera fase química (NaOH), considerando que no resistirían el ácido sulfúrico. Por lo que es necesario hacer pruebas con diferentes concentraciones para obtener muestras de fibra de celulosa de Guaje rojo con tamaños más adecuados.

Las dimensiones de las fibras de celulosa derivadas de las especies vegetales seleccionadas (Guaje rojo y Pochote) presentan dimensiones reducidas, lo que dificulta su procesamiento directo para la obtención de hilo. Esto se debió a que la medida elegida para las laminillas no consideraba los requerimientos mínimos de tamaño de fibra, sumando que durante la aplicación del proceso químicos estas laminillas se molieron a un tamaño todavía menor. Estas fibras obtenidas impiden elaborar un hilo compuesto totalmente por estas, siendo la razón por la que se requiere la combinación con fibras de mayor longitud como base para el proceso de hilado. Se seleccionaron las fibras del fruto de Pochote para este fin, ya que tiene una resistencia mecánica, además de encontrarse

en los alrededores de Huajuapán de León y ser una fibra de ligera y de bajo costo (Carranza Núñez, 2018).

2. De acuerdo al análisis con espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) realizada a las muestras de Guaje rojo. Se observaron antes del tratamiento químico picos característicos de grupos hidroxilo (OH), celulosa, aldehídos o cetonas, y una base de celulosa. Después del tratamiento con Hidróxido de Sodio (NaOH), se mantuvieron algunos picos, como el grupo OH y señales de carbonilo, pero se desplazaron por la interacción con el NaOH, Además, aparecieron nuevos picos correspondientes a enlaces C-O-C (éter) y residuos de NaOH o productos de la reacción.

Por otro lado, en la muestra de Pochote, antes del tratamiento se identificaron picos asociados a enlaces O-H (agua absorbida), vibraciones de estiramiento C-H de grupos metilo y metileno, enlaces C=C de alquenos, y vibraciones de flexión y estiramiento C-O de éteres o carbohidratos. Después del tratamiento químico, se observó la presencia de agua y la aparición de nuevos picos que podrían deberse a la formación de grupos carbonilo (C=O) o alquinos (C≡C), resultado de la interacción con el NaOH.

En ambos casos, se observaron cambios tanto en la presencia de picos anchos como en los desplazamientos de algunos picos después del tratamiento químico. Si bien se mantuvieron algunas señales características de los materiales originales, la aparición de nuevos picos y los desplazamientos sugieren modificaciones en la estructura química de las muestras. Estos cambios indican que la huella del material se vio alterada por el procesamiento alcalino, al haber desprendimientos de los componentes propios de la celulosa como la lignina o hemicelulosa, esto lleva a implicaciones en las amplitudes, propiedades y aplicaciones de las especies vegetales estudiadas.

3. El análisis comparativo de las Micrografías Electrónicas de Barrido (MEB) de muestras de Guaje rojo correspondientes al inciso "a" (antes) y "b" (después) de la **Figura 37**, muestran cambios en la estructura de la muestra. Inicialmente, la muestra presentaba una superficie altamente irregular y porosa, con protuberancias ramificadas

interconectadas formando una red tridimensional. Las dimensiones de estas estructuras oscilaban entre 50-100 μ m de grosor, con separaciones similares entre ellas. Tras el tratamiento, se observa una textura más fina y homogénea, caracterizada por fibras delgadas (10 -20 μ m de ancho) y alargadas (al menos 50-100 μ m de longitud visible). Además, se aprecia una alteración en el tamaño y afectación superficiales en su estructura.

En cuanto a las micrografías electrónicas de barrido de las muestras de Guaje rojo correspondientes al inciso "c" (antes) y "d" (después), tienen una amplificación común de 1,74 Kx, revelando a este nivel de acercamiento una textura altamente rugosa e irregular. El inciso c, muestra una textura en forma de "celdas" donde el alto y ancho de cada una oscila entre 10 y 12 μ m. Por otro lado, el inciso d, muestra una estructura irregular con pliegues, surcos y protuberancias, demostrando que después del proceso químico, la forma de la estructura original de las especies fue modificada.

La imagen correspondiente al inciso a, amplificada de 234 x permite apreciar la disposición general de la estructura porosa, con filamentos irregulares que van desde los 25 - 286 μ m de grosor y longitudes variables, formando una red tridimensional compleja. Por otro lado, la imagen del inciso b, tiene una estructura de filamentos notablemente más delgados, estos van de 7 -11 μ m de ancho, lo que demuestra que el tratamiento químico cambio la estructura de la muestra de Pochote al haber desprendimiento de los componentes de la estructura como lignina y hemicelulosa, los cuales se describen en la **Figura 38**.

En la imagen del inciso c, con una amplificación de 1,74 kx, se observan filamentos delgados y fragmentados, con un grosor promedio que de 9-40 μ m, mostrando una textura rugosa e irregular. En la imagen que corresponde al inciso d, es notable el cambio de la estructura original, esta imagen indica que el tratamiento químico ha alterado profundamente la estructura del Pochote, reduciendo el tamaño de los filamentos y modificándolos.

4. El análisis mecánico de biocuero, muestra un comportamiento elástico lineal en el rango de prueba, lo que permite el cálculo del módulo de Young. Las dos pruebas

muestran resultados consistentes, con una diferencia de solo 3.4% en el módulo de Young calculado. Esto sugiere una buena reproducibilidad del material y del método de prueba.

El módulo de Young promedio de 0.1093 N/mm indica que el material es relativamente flexible. Esto podría ser una característica deseable para aplicaciones que requieren flexibilidad, como en la industria de la moda o tapicería.

La resistencia máxima promedio de 121.5 N sugiere que el material puede soportar cargas moderadas. La deformación máxima promedio de 1238 mm es considerable, lo que indica que el material es extensible. Esto podría ser una ventaja en aplicaciones que requieren elasticidad.

Existe un biocuero elaborado a partir de viruta wet blue (Polímero de PVC) mostró un módulo de Young promedio de 28.17 MPa. Este valor es significativamente menor al de cueros naturales, que pueden tener módulos de Young entre 100-400 MPa (Roh y otros, 2019). El biocuero elaborado a partir de fibras de Pochote tiene un módulo de Young significativamente menor en comparación con los biocueros actuales.

Una ventaja clave del biocuero es la reducción de desechos sólidos de las curtiembres. Ya que el reciclaje de estos residuos en nuevos materiales ayuda a mitigar su impacto ambiental (Kanagaraj y otros, 2015). No obstante, una desventaja es la baja resistencia mecánica en comparación con cueros convencionales. Esto podría limitar sus aplicaciones a productos que no requieran alta durabilidad. El biocuero obtenido podría tener potencial en aplicaciones como revestimientos decorativos o accesorios de moda. Sin embargo, se requiere más investigación para mejorar sus propiedades mecánicas y ampliar su rango de usos.

El análisis mecánico de hilo compuestos elaborados con fibras de pochote y guaje rojo presentaron un módulo de Young promedio de 0.0082 N/mm, mientras que el hilo de pochote puro tuvo un módulo de 0.0137 N/mm (0.0137 MPa.). Estos valores son inferiores a los de fibras sintéticas como el nylon, que puede tener módulos de Young entre 2-4 GPa (2000-4000 MPa) (Bunsell, 2018).

Sin embargo, los hilos elaborados presentan la ventaja de utilizar recursos naturales renovables. En comparación con otras fibras naturales, el módulo obtenido es menor al del algodón (5-10 GPa) y el yute (10-30 GPa) (Müssig, 2010). Esto indica que los hilos desarrollados tendrían menor resistencia y rigidez.

Una ventaja potencial es la biodegradabilidad de las fibras naturales utilizadas. Según Babu et al. (2013), las fibras naturales como el yute y el cáñamo pueden biodegradarse completamente en 6-12 meses, mientras que las fibras sintéticas pueden tardar décadas o siglos (Babu y otros, 2013).

Los hilos compuestos podrían tener aplicaciones en textiles que no requieran alta resistencia mecánica, como telas decorativas o de uso ligero. Su naturaleza biodegradable los haría atractivos para productos de vida útil corta o desechables.

5. En cuanto al diseño del accesorio tipo bolsa, el uso de la metodología de Nigel Cross (2002), facilitó alcanzar el objetivo de elaborar una bolsa con fibras de celulosa de Guaje rojo y Pochote, dado el diminuto tamaño de las fibras, se convino con un biomaterial potenciando su aplicación en textiles. También, el tamaño de las fibras dificultó su manipulación y procesamiento para combinarlo, pero la grenetina, vinagre y glicerina permitió obtener una lámina maleable con las propiedades mecánicas adecuadas para la confección de la bolsa. (Rabinarayan y otros, 2023)

Una ventaja importante del material desarrollado es su flexibilidad, la misma que facilitó su adaptación a la estructura y forma deseadas para la bolsa. Además, que el uso de materias primas de origen natural y biodegradables representa un beneficio desde el punto de vista de la sostenibilidad, en línea con las tendencias actuales de la industria textil (United Nations Environment Programme, 2020). No obstante, una limitación a considerar es que las dimensiones del biomaterial (27 cm x 19 cm) restringieron el tamaño final del accesorio, lo cual podría limitar sus aplicaciones comerciales. Por lo que se deben modificar los tamaños de las astillas para una mejor manipulación, e incrementar las aplicaciones.

En cuanto al diseño, se lograron cumplir las expectativas iniciales de crear un producto funcional y estético. La inspiración en los paisajes y flora de la región Mixteca permitió incorporar elementos visuales distintivos, resultando en un diseño original que pone en valor la identidad cultural local. Esto es consistente con estudios que señalan la importancia de integrar aspectos culturales en el diseño de productos sostenibles (Niinimäki & Hassi, 2011).

6. En el caso del hilo de Pochote con Guaje rojo, la metodología MDD (Karana y otros, 2015) permitió aplicar un enfoque que no sólo se centra en las propiedades técnicas del material, sino también en su potencial para crear experiencias significativas y su papel en un contexto social más amplio. En comparación con la metodología de Nigel Cross aplicada a la bolsa, la metodología MDD tiene un enfoque más directo en la resolución de problemas técnicos, como la manipulación de fibras diminutas y la creación de un biomaterial adecuado para la confección. Podría explorarse más a fondo el hilo de Pochote en combinación con otros materiales, además de la lana y en diferentes tamaños con el fin de conocer aún más las propiedades de uso de la nueva fibra.

5.2 Conclusiones

En esta investigación se llevó a cabo el proceso de obtención de celulosa a partir de las especies vegetales Guaje Rojo (*Leucaena esculenta*) y Pochote (*Ceiba aesculifolia*). Lo que permitió la obtención de diversas materias primas esenciales, las fibras de celulosa se transformaron en hilo, un componente fundamental para la elaboración de tejido plano. Además, se logró elaborar un biomaterial no tejido (biocuero) mediante la combinación de las fibras de celulosa con otros componentes. Sin embargo, debido a las dimensiones reducidas de las fibras que se trabajaron, no fue posible producir hilos que cumplieran con los estándares industriales para la fabricación de tejidos planos. Es importante mencionar que, si las laminillas de corteza se procesan con diferentes dimensiones, el rango de aplicaciones en textiles puede ser más amplio.

Fue posible elaborar propuestas de accesorios tipo bolsa y monedero. La bolsa fue hecha con aplicaciones del biocuero, basándose en requerimientos de diseño establecidos y el monedero elaborado a partir del hilo artesanal y de igual forma utilizando una metodología de diseño

Se elaboraron dos listas de la flora de Huajuapán de León, a partir de fuentes documentales y una investigación de campo, donde se hallaron 240 especies iniciales, de las cuales, al aplicar criterios de selección se redujeron a 110 especies, mismas a las que les fue aplicados criterios de uso, velocidad de crecimiento y abundancia. A partir de lo anterior quedaron 10 especies que cumplen con esos criterios, donde se seleccionaron 2 especies para realizar la investigación, el Guaje rojo y el Pochote.

Para la obtención de celulosa destinada a la producción de una nueva fibra textil de tejido plano, el método Kraft se destaca como el proceso idóneo entre las opciones disponibles. Esta elección se fundamenta en un análisis exhaustivo realizado mediante QFD.

Una de las aplicaciones en textiles de las fibras de celulosa de Guaje rojo y Pochote es un biomaterial (biocuero), y con ayuda de la metodología de Nigel Cross se desarrolló una bolsa para mujeres mayores de 65 años, considerando sus necesidades específicas.

En cuanto a la elaboración del hilo y su aplicación en un accesorio tipo monedero, la metodología de diseño centrado en el material aplicada al hilo hecho de base de Pochote con fibras de celulosa de Guaje rojo y Pochote. Permitted la creación de conceptos y prototipos. El material muestra potencial en la industria textil sostenible, la moda ética y la artesanía local, ofreciendo una alternativa eco-amigable con propiedades únicas.

Los estudios mecánicos realizados, permiten concluir que tanto el biocuero como los hilos (compuesto y simple) muestran potencial para aplicaciones textiles, aunque con diferentes características y posibles usos. El biocuero presenta un módulo de Young promedio de 0.1093 N/mm, lo que sugiere una mayor rigidez en comparación con los hilos, haciéndolo potencialmente adecuado para aplicaciones que requieren más estructura, como bolsos, calzado o accesorios. Los hilos, por su parte, muestran una mayor

elasticidad, con el hilo compuesto (Guaje rojo y Pochote) teniendo un módulo de Young promedio de 0.0082 N/mm y el hilo simple (solo Pochote) de 0.0137 N/mm. Esta elasticidad los hace más apropiados para prendas de vestir o textiles que requieren flexibilidad y comodidad. La combinación de fibras en el hilo compuesto ofrece propiedades intermedias, lo que podría ser ventajoso para aplicaciones que requieren un balance entre resistencia y elasticidad.

La integración de técnicas artesanales en el proceso de hilatura y la colaboración con artesanos locales enriqueció la investigación desde una perspectiva técnica, cultural y de conocimiento tradicional.

5.3 Trabajo futuro

Los resultados de esta investigación sientan las bases para futuras líneas de trabajo enfocadas en optimizar el proceso de obtención de celulosa a partir de Guaje Rojo y Pochote. Esto podría incluir ajustes en las dimensiones de las laminillas de madera, tiempos y temperaturas de tratamiento mediante el proceso químico Kraft, así como proporciones de reactivos, con el fin de obtener fibras con características más adecuadas para la hilatura industrial. Además, el método Kraft modificado aplicado en esta investigación, puede ampliarse a otras especies vegetales con características similares, tales como la velocidad de crecimiento, abundancia y altura máxima. Esta expansión permitiría explorar alternativas que fomenten la conciencia ambiental y la sostenibilidad en la industria textil. Asimismo, se recomienda considerar modificaciones en el tamaño de las muestras y variaciones en las concentraciones de reactivos como el hidróxido de sodio, así como en los tiempos de procesamiento. Estas adaptaciones no solo podrían mejorar la eficiencia del proceso, sino también proporcionar una gama más amplia de opciones de fibras sostenibles, contribuyendo así a la diversificación de materiales ecológicos en la industria textil y promoviendo prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

Referencias

- American Society for Quality. (31 de Enero de 2021). *What is the Quality Function Deployment (QFD)?* Obtenido de ASQ. : <https://asq.org/quality-resources/qfd-quality-function-deployment>
- Ángel Acosta, J. d. (31 de Octubre de 2015). *Modelo de despliegue de función de la calidad (QFD) aplicado a la responsabilidad social empresarial*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <http://hdl.handle.net/10654/7200>
- Areej, F., Mohd Ashadie, K., Zakiah, S., & Ainun, Z. (2023). Chapter 2 - Pulping process for nonwoody plants. *Pulping and Papermaking of Nonwood Plant Fibers*, 17-32. <https://doi.org/9780323916257>
- Arriaga, V. (1991). Fenología de 12 especies de la montaña de Guerrero, México. Elementos para su manejo en una comunidad campesina. *Tesis*, 1(1), 51-53.
- Arroyo, M. d., & Cárcamo, M. d. (2010). La evolución histórica e importancia económica del sector textil y del vestido en México. *Economía y sociedad*, 51-68.
- Babu, R. P., O'Connor, K., & Seeram, R. (3013). Current progress on bio-based polymers and their future trends. *Progress in Biomaterials*, 2(1), 8.
- Bajpai, P. (2015). *Pulp and Paper Industry*.
- Barahona, M. L. (7 de Mayo de 2018). *Repositorio Institucional Universidad de América*. Obtenido de Análisis del fast fashion como generador de patrones de consumo insostenibles: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7138/1/078390-2018-I-GA.pdf>
- Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana UNAM. (31 de Enero de 2009). *Flora Medicinal Indígena de México*. Obtenido de Apicomaa, Chaparro prieto: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/fmim/termino.php?v=1&l=4&p=kikapu&cr=9&t=apicomaa&id=283>

- Boeykens, S. (1 de Agosto de 2006). *Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires*. Obtenido de Encrucijadas, no. 38. Universidad de Buenos Aires: <http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>
- Bonfil, C. (1993). La riqueza de los encinos. *Ciencias*(29), 13-15.
- Bustos, C. (2009). La producción artesanal. *Visión gerencial* , 1(1), 37-52.
- Cabello-Alvarado, C., Caicedo-Cano, C., Melo-López, L., Andrade-Guel, M., Cruz-Delgado, V. J., & Ávila-Orta, C. A. (2019). Revisión de métodos para la obtención de textiles técnicos. Textiles técnicos y su obtención. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20(3), 105-117.
- Carranza Núñez, U. (2018). *Análisis morfológico y estructural de la fibra ceiba Aesculifolia*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Carrera-Gallissà, E. (2015). Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles. *Universitat Politècnica de Catalunya.*, 1(1), 1-88.
- Carvajal-Villaplana, Á. (2017). Diseño, innovación y moda: entre la tecnología y el arte. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 1(22), 1-22.
- Castillo Ocampo, P. (15 de Mayo de 2020). *Apuntes de Microscopía Electrónica*. Recuperado el 14 de Abril de 2024, de <http://microscopiaelectronicauami.izt.uam.mx/media/attachments/2020/05/15/apuntes2020.pdf>
- Cervantes, V., López, M., Salas, N., & Hernández, G. (1994). *Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación*. Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL.
- Cervera, M., & Blanco, E. (2015). En M. Cervera, & E. Blanco, *Resistencia de Materiales* (págs. 40-59). Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.

Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica . (1999). *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. The International Commission on Zoological Nomenclature. <https://doi.org/10.1093/iczn/1.4>

Comisión Nacional Forestal . (12 de Agosto de 2011). *Leucaena esculenta* (Moc. Et Sessé ex Dc.) Benth. Obtenido de CONAFOR: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/938Leucaena%20esculenta.pdf>

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. (30 de Septiembre de 2020). *biodiversidad mexicana*. Obtenido de Ornamental: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/ornamental>

CONABIO. (4 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de CONABIO: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/oxalidaceae/oxalis-corniculata/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (4 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Oxalis latifolia Kunth: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/oxalidaceae/oxalis-latifolia/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (4 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Oxalis latifolia Kunth: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/sonchus-oleraceus/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (16 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Artemisia ludoviciana Nutt.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/artemisia-ludoviciana/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (13 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Solanum rostratum* Dunal:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/solanum-rostratum/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (16 de Julio de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Commelina coelestis* Willd.:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/commelinaceae/commelina-coelestis/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (20 de Julio de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Nothoscordum bivalve* (L.) Britton:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/alliaceae/nothoscordum-bivalve/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (21 de Diciembre de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Diospyros texana* Naturalista:
<https://www.naturalista.mx/taxa/120505-Diospyros-texana>

CONABIO. (19 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Rivina humilis* L:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/phytolaccaceae/rivina-humilis/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (16 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/taraxacum-officinale/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (29 de Julio de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Heimia salicifolia* (Kunth) Link:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lythraceae/heimia-salicifolia/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (4 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/malvaceae/malvastrum-coromandelianum/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (13 de Julio de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Gnaphalium viscosum* Kunth: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/gnaphalium-viscosum/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (10 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/dennstaedtiaceae/pteridium-aquilinum/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (19 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Mirabilis jalapa* L.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/nyctaginaceae/mirabilis-jalapa/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (6 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Bouteloua triaena* (Trin. ex Spreng.) Scribn.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/bouteloua-triaena/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (30 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Datura stramonium* L.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/datura-stramonium/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (29 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Physalis philadelphica* Lam.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/physalis-philadelphica/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (14 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C. E. Jarvis: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/vitaceae/cissus-verticillata/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (10 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlttdl.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/rubiaceae/bouvardia-ternifolia/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (13 de Agosto de 2009). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Solanum elaeagnifolium* Cav.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/solanum-elaegnifolium/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (23 de Junio de 2010). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Duranta erecta* L.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/duranta-erecta/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (1 de Octubre de 2011). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Heliotropium angiospermum* Murray: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/boraginaceae/heliotropium-angiospermum/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (7 de Julio de 2012). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Catálogo para la identificación de especies: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/JM027_ANEXO_I.pdf

CONABIO. (25 de Diciembre de 2012). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de *Croton lobatus* L.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/croton-lobatus/fichas/ficha.htm>

CONABIO. (14 de Noviembre de 2014). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/168764-Selaginella-lepidophylla>

CONABIO. (12 de Septiembre de 2014). *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Comisión Nacional Forestal: http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20SEMARNAT_especies%20ex%C3%B3ticas/Cenchrus%20ciliaris.pdf

CONABIO. (16 de Enero de 2014). *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Acacia farnesiana: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/38-legum4m.pdf

CONABIO. (3 de Marzo de 2016). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/60241-Anemopsis-californica>

CONABIO. (16 de Enero de 2019). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/47563-Nerium-oleander>

CONABIO. (30 de Septiembre de 2020). *Biodiversidad mexicana*. Obtenido de Reforestación: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/reforestacion>

CONABIO. (7 de Octubre de 2020). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/172908-guadua-angustifolia>

CONABIO. (15 de Septiembre de 2020). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/192970-salix-nigra>

CONABIO. (12 de Septiembre de 2020). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Biodiversidad mexicana: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>

CONABIO. (7 de Diciembre de 2021). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/190492-lycium-berlandieri>

CONABIO. (26 de Junio de 2021). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/151958-aspidotis-meifolia>

CONABIO. (26 de Junio de 2021). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/151958-aspidotis-meifolia>

CONABIO. (13 de Septiembre de 2021). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/47447-Leucaena-leucocephala>

CONABIO. (23 de Febrero de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Prunus serotina: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosacóm.pdf

CONABIO. (12 de Febrero de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista : <https://www.naturalista.mx/taxa/64261-Cupressus-sempervirens>

CONABIO. (Marzo de 15 de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/62867-Psidium>

- CONABIO. (21 de Enero de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/193351-pelargonium-x-hortorum>
- CONABIO. (23 de Mayo de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/168386-Salvia-microphylla>
- CONABIO. (01 de Mayo de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/209276-Juglans-mollis>
- CONABIO. (19 de Mayo de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/164344-Karwinskia-humboldtiana>
- CONABIO. (16 de Enero de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/171141-celtis-pallida>
- CONABIO. (16 de Mayo de 2022). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/51446-Passiflora-edulis>
- CONABIO. (12 de Enero de 2023). *Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad: <https://www.snib.mx/taxonomia/checklist/>
- CONABIO. (15 de Marzo de 2023). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Plantas medicinales. Biodiversidad mexicana: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/medicinal/plantas>
- CONABIO. (6 de Marzo de 2023). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Enciclovida: <https://enciclovida.mx/especies/166229-argemone-mexicana>

CONAFOR - CONABIO. (2022). *Cercidium praecox (Ruiz et Pavón) Harms.* SIRE-Paquetes Tecnológicos.

Cotton works. (12 de Enero de 2023). *Cotton works.* Obtenido de Procesos de hilatura: <https://cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/produccion-hilo/procesos/>

Cross, N. (2002). *Métodos de diseño.* LIMUSA WILEY .

Dávalos Soriano, F., Paz, R., & Resendiz, A. (2 de Marzo de 2022). *UNAM Global.* Obtenido de La industria de la moda: la segunda más contaminante del mundo: <https://unamglobal.unam.mx/la-industria-de-la-moda-la-segunda-mas-contaminante-del-mundo/#:~:text=%E2%80%9CLa%20industria%20de%20la%20moda,clim%C3%A1tico%20y%20el%20calentamiento%20global.>

Deliberty Prime Mailbox. (14 de Junio de 2021). *Las industrias más contaminantes: 4 sectores y 1 destino.* Obtenido de Deliberty Prime Mailbox: <https://www.delibertyprimemailbox.com/2021/06/14/las-industrias-mas-contaminantes-solucion-buzones-inteligentes/>

Departamento de Madera, Celulosa y Papel. (1995). *Encino colorado.* Universidad de Guadalajara.

Douglas, J. G., Gloria, S. O., Ryan, M., & My Ahmed, S. A. (2008). Adhesión y problemas de superficie en celulosa y nanocelulosa. *Journal of Adhesion Science and Technology* , 22(5-6), 545-567, . <https://doi.org/10.1163>

Dr. Friedrich Menges, Software-Entwicklung. (14 de Julio de 2022). *Espectroscopía ninja.* Obtenido de Spectragryph -- software de espectroscopía óptica: <https://www.ffmpeg2.de/spectragryph/down.html>

Duval, V., Benedetti, G. M., & Campo, A. M. (2015). Relación clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad del jarillal al clima semiárido, Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa, Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín*

del Instituto de Geografía, UNAM, ISSN 0188-4611(88), 33-44.
<https://doi.org/10.14350/rig.48033>

Ellen MacArthur Foundation. (28 de Noviembre de 2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Obtenido de Ellen MacArthur Foundation:
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>

Elmogahzy, Y. (13 de Agosto de 2024). *THE COTTON THE WORLD TRUSTS*. Obtenido de COTTON USA : <https://www.cottonusa.org/es/expert-outlooks/why-do-we-need-cotton-fiber-blending>

Fernandez, R. (1996). Flora del bajío y de regiones adyacentes. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 43(13), 1-68.

Ferrer-Dalmau Textil. (6 de Mayo de 2020). *FD Textil*. Obtenido de Procesos y maquinaria en la industria textil: <https://fdtextil.es/procesos-y-maquinaria-en-la-industria-textil/>

Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías. (2009). *Artesanías y medio ambiente*. Tlalpan: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Franco Maass, S., & Cruz Balderas, Y. (2020). El conocimiento local sobre el teñido de la lana en una comunidad mazahua del Estado de México. *Intervención (México DF)*, 11(22), 247-295. <https://doi.org/10.30763>

Fuentes Guija, I. K., Moreno Figueroa, M. L., & Peña Trigos, C. L. (1 de Enero de 2016). *El bambú, innovación en el sector textil peruano*. Obtenido de Repositorio Academico UPC:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/618276/TARAZONA_YL.pdf?sequence=1

Gámez, L. d. (28 de Septiembre de 2021). *Una ingeniera textil*. Obtenido de Tejido plano:
<https://luzmoranchel.wordpress.com/tejido-plano/>

Gañan, P., & al., e. (2017). Celulosa: un polímero de siempre con mucho futuro. 11(1-4).

- Gañán, P., Zuluaga, R., & Castro, C. (2017). Celulosa: un polimero de siempre con mucho futuro. *Revista colombiana de materiales, Edición especial*, 01-04. <https://doi.org/ISSN 2256-1013>
- García García, R. M. (2017). Proceso de obtención de fibra de coco para fabricar colchones ecológicos hipoalergénicos en la comuna de Sacachún. *Revista Empresarial, ICE-FEE-UCSG, Vol. 11(4)*, 14-19. <https://doi.org/44>
- García, A., & Martínez, F. (2018). *Actualización de la información de las especies y subespecies de magueyes de Oaxaca, con énfasis en las especies mezcaleras*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología.
- García, R. M. (2017). Proceso de obtención de fibra de coco para fabricar colchones ecológicos hipoalergénicos en la comuna Sacachún. *Revista Empresarial* , 11.44, 14-19.
- Garrote, G., Domínguez, H., & Parajo, J. C. (1999). Hydrothermal processing of lignocellulosic materials. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57(3), 191-202.
- Gomez, I. (12 de Septiembre de 2017). *Worldbamboo.net*. Obtenido de Obtención de tela de Bambú Guadua (Angustifolia Kunth): <https://worldbamboo.net/3cmb2016/lvan%20Gomez%20Garcia.docx.pdf>
- Gomez, I. (2022). Obtención de tela de Bambú Guadua (Angustifolia Kunth). *Organizatin World Bamboo*.
- H. Ayuntamiento de Hca. ciudad de Huajuapán de León. (2021). *Estudio Técnico Justificativo declaratoria de la "Zona de Reserva Ecológica del Cerro del Yucunitza"*. Heroica ciudad de Huajuapán de León: Departamento de Planificación Física, Urbanismo y Catastro.
- HACH. (14 de Noviembre de 2023). *HACH*. Obtenido de Tiras de control para pH, rango de pH de 0 a 14, paquete de 100: <https://es.hach.com/tiras-de-control-para-ph-rango-de-ph-de-0-a-14-paquete-de-100/product?id=26145999565>
- Hollen, N. (2001). *Introducción a los textiles*. México: Limusa.

- IBP UNIUSO . (23 de Septiembre de 2021). *Tejido no tejido: Qué es, características y usos*.
Obtenido de INVERSIONES BLANCO PARIS SL,:
<https://www.uniuso.com/blog/tejido-no-tejido-que-es-caracteristicas-y-usos/>
- INABIO. (13 de Noviembre de 2022). *Instituto Nacional de la Biodiversidad* . Obtenido de NaturalistEc: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/58160-Prosopis-glandulosa>
- INEGI y CAINTEX. (5 de Mayo de 2020). *INEGI.org*. Obtenido de CONOCIENDO LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN:
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/Indiatextil2020.pdf>
- Instituto de química. (2020). *Procedimientos de operación para el manejo de ácidos fuertes* . Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). *Reglamento de propiedad intelectual del instituto nacional de innovación agraria*. Ministerio de Agricultura y Riego.
- Intextil. (12 de Julio de 2023). *INTEXTIL*. Obtenido de Textiles, Todas: 2023
- Iribarren, G. F. (27 de Febrero de 2017). *Gabriel Farias Iribarren*. Obtenido de Fibras textiles naturales: <https://gabrielfariasiribarren.com/fibras-textiles-naturales/>
- ITex Maquinaria Textil y representaciones S.A.S. de C.V. (1 de Octubre de 2019). *ITex México*. Obtenido de Fibra textil: <https://www.itexmexico.com/fibras-e-hilatura.html>
- Ivester, L., & Neefus, J. D. (1998). *Industria de productos textiles. Industrias textiles y de la confección*. En J. M. Stellman, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Organización Internacional del trabajo*. (págs. 89.1-89.35). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Subdirección General de Publicaciones.
- Kanagaraj, J., Senthilvelan, T., Panda, R. C., & Kavitha, S. (2015). Eco-friendly waste management strategies for greener environment towards sustainable development in leather industry: a comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 89, 1-17.

- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). "Material driven designInternational Journal of Design, 9(2), 35-54. https://doi.org/https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1965/693*
- Larkin, P. (2011). Chapter 1. Introduction: Infrared and Raman Spectroscopy. En *IR and Raman Spectroscopy. Principles and Spectral Interpretation* (págs. 12-14). Waltham: Elsevier Inc.
- Lavanya, D. K. (2011). Sources of cellulose and their applications - A review. *International Journal of Drug Formulation and Research, 2(6), 19-38.*
- López-Velarde, A., & Cázarez, M. (8 de Septiembre de 2023). Desserto. (Adriano Di Marti Company) Recuperado el 1 de Febrero de 2024, de Developed for the fashion Industry: <https://desserto.com.mx/home>
- Mares, A. (6 de Octubre de 2022). *Fashion Network*. Obtenido de La industria textil-confección aporta 2,9 % al PIB manufacturero: <https://mx.fashionnetwork.com/news/La-industria-textil-confeccion-aporta-2-9-al-pib-manufacturero,1446430.html#:~:text=De%20acuerdo%20a%20%E2%80%8Bla,c on%20un%20%2C9%20%25>.
- Ministerio de agricultura pesca y alimentación. (1991). Setos y ceramientos ornamentales. *Hojas divulgadoras, 1(15), 1-32. https://doi.org/15/90*
- Mondragón Cortez, P. (2020). *Principios y aplicaciones de la espectroscopía de infrarrojo en el análisis de alimentos y bebidas*. Zapopan, Jalisco , México: CIATEJ. Recuperado el 2 de Abril de 2024
- Mondragón, P. (2017). *Espectroscopia de infrarrojo para todos... y 51 espectros de alimentos consumidos en México*. Zapopan, Jalisco, México: Centro de

Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.
Recuperado el 18 de Mayo de 2024, de
https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf

Montoya-Villafane, H. (1999). Clasificación de los seres vivos. *Revista de la facultad de odontología de la Universidad de Antioquia*, 8(2), 29-33.

Mues, F., Rolón, J. N., & Rodríguez, M. E. (2016). Determinación de costos para la producción de celulosa mediante método Kraft y mecánico. *Revista Tecnología y ciencia*(32).

Müssig, J. (2010). *Industrial applications of natural fibres: structure, properties and technical applications*. John Wiley & Sons.

Natusfera. (01 de Junio de 2020). *Natusfera*. Obtenido de Zacate Tempranero Setaria leucopila: <https://spain.inaturalist.org/taxa/122606-Setaria-leucopila>

Niinimäki, K., & Hassi, L. (2011). Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing. *Journal of Cleaner Production*, 19(16), 1876-1883,. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.020>

Olaya Escobar, E. S., Cortes Rodriguez, C. J., & Duarte Velasco, O. G. (2005). Despliegue de la función de calidad (QFD): beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis mioeléctrica de mano. *Ingeniería e investigación*, 25(1), 30-38.

Overend, R. P., & E., C. (1987). Fractionation of lignocellulosics by steam-aqueous pretreatments. *Division of Biological Sciences, Rideau Falls Laboratory, National Research Council of Canada, Ottawa., A-321(25959)*, 523-536.

Pagaza Calderón, E. M., & Fernández Nava, R. (2004). La familia Bombacaceae en la Cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica*(17), 71-102.

Palanisamy, S., & et al. (2024). The Prospects of Natural Fiber Composites: A Brief Review. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 1-34.

- Panreac Química S.L.U. (23 de Enero de 2024). *Sodio Hidróxido solución (1 M) para biología molecular*. Obtenido de PanReac AppliChem ITW Reagents: <https://itwreagents.com/iberia/es/product/A6579/A6579>
- Pérez, E., & Valencia-A., S. (2017). Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México. *Acta botanica mexicana*(120), 1-45.
- PPC GROUP. (9 de Enero de 2020). *PPC GROUP* . Obtenido de Manufacturer of chemical specialties: <https://www.products.pcc.eu/es/k/industria-de-pulpa-y-papel/>
- PPC GROUP Manufacturer of speciality chemicals . (16 de Marzo de 2018). *Pulp and paper industry*. Obtenido de Papermaking process: <https://www.products.pcc.eu/en/k/pulp-and-paper-industry/>
- Quantia Solutions. (30 de Octubre de 2019). *Quantiasolutions*. Obtenido de Tendencias en la industria textil: <https://quantiasolutions.com/tendencias-en-la-industria-textil/>
- Quantia Solutions. (19 de Mayo de 2020). *Quantia Solutions*. Obtenido de <https://quantiasolutions.com/wp-content/uploads/Quantia-Solutions-Formaci%C3%B3n-Hilados-y-Textiles.pdf>
- Quantis. (2018). *Measuring Fashion Enviromental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries Study*. Suiza: Quantis.
- Rabinarayan, P., Suvendu Kumar, S., & Anik, D. (2023). Applications of polysaccharides in topical and transdermal drug delivery: A recent update of literature. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* , 58(e20802), 1-38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/s2175-97902022e20802>
- Redonda, R., & Rios, J. (2011). *Flora del valle de Tehuacán- Cuicatlán*. Instituto de Biología UNAM . [https://doi.org/Fascículo 89](https://doi.org/Fascículo%2089)
- Rendón, A., & Neyra, L. (30 de Septiembre de 2020). *Biodiversidad mexicana*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>

- Rey, P. (13 de Mayo de 2021). *VOGUE*. Obtenido de MODA. Desserto: la marca lidera el cambio sustentable con su innovador cuero vegetal: <https://www.vogue.mx/sustentabilidad/articulo/piel-de-nopal-porque-el-cuero-vegetal-es-el-material-sustentable-en-boga>
- Rey, T. (26 de 11 de 2018). *VANITATIS*. Obtenido de La alta costura o el concepto más artístico de la moda: https://www.vanitatis.elconfidencial.com/estilo/moda/2018-11-26/alta-costura-concepto-artistico-moda_1643878/
- Roh, E., Hwang, S. Y., Kim, J. S., Jeon, N. Y., & Baek, D. (2019). Biodegradable and biocompatible leather-like materials based on silk fibroin and pectin. . *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 5(11), 6433-6443.
- Rojo Callejas, F. (30 de 01 de 2000). *Departamento de física y química UNAM*. Recuperado el 12 de Mayo de 2024, de https://ada.educatic.unam.mx/pluginfile.php/586/mod_assign/intro/TablasInterpretaci%C3%B3nIR.pdf
- Rzedowski, J., Calderon, G., Torres, L., & Grether, R. (2016). Familia leguminosae. *Flora del bajío y de regiones adyacentes*(192), 17-34.
- S., Deborah. (17 de Marzo de 2015). *Significado* . Obtenido de Uso: <https://significado.net/uso/>
- Sampieri, R. H. (2010). *Métodos Mixtos*. Mc Graw Hill.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- Sanz, A. (15 de Enero de 2023). *Universidad de Valladolid*. Obtenido de Tecnología de la celulosa. La industria papelera: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (30 de Diciembre de 2014). *NORMA Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SAG/BIO-2014*. Ciudad de México, Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCFI-1994, Información comercial*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial . (2020). *Documento Técnico Base del Inventario de especies vegetales del Estado de Guanajuato*. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial.

Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. (21 de Mayo de 2016). SEMARNAT. (Gobierno de México) Recuperado el 1 de Febrero de 2024, de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mexico-pais-megadiverso-31976#:~:text=M%C3%A9xico%20es%20un%20pa%C3%ADs%20megadiverso,mam%C3%ADfe>

Secretaria de Salud . (23 de Diciembre de 2022). *Veinte principales causas de enfermedad en el grupo de mayores de 65 años*. Obtenido de Sesenta y cinco y más: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/20220/principales/grupo/sesentaicincos_mas.pdf

Shimadzu . (23 de Mayo de 2024). *Shimadzu Excellence in science* . Obtenido de Probador de tracción/universal de precisión: <https://www.shimadzu.com/an/products/materials-testing/uni-ttm/autograph-ags-x-series/index.html>

TESCAN GROUP, a.s. (3 de Febrero de 2024). *TESCAN VEGA*. Obtenido de TESCOAN PERFORMANCE IN NANOSPACE: <https://www.tescan.com/es/product/tescan-vega/>

TESTEX . (8 de Septiembre de 2023). *TESTEX Our instruments your success*. Obtenido de Compartir conocimientos: 13 tipos de procesos de hilado: https://www.testertextile.com/es/compartir-conocimientos-13-tipos-de-procesos-de-hilatura/#Pot_spinning

Thermo Fisher Scientific Inc. (2013). *Introduction to FT-IR Sample Handling*. Waltham: Thermo Scientific.

- Tong, A., & al, e. (2018). Sensitive and selective detection of hydroxide ions based on Ag/AgCl nanoparticles"o H₂SO₄ (1200-1230 cm⁻¹).
- United Nations Environment Programme. (2020). *Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain, Global stocktaking*. Nairobi Kenya: United Nations Environment Programme.
- Universidad de Burgos . (2020). Textiles. En A. López, & A. Alcalde, *Materiales. Una historia sobre la evolución humana y los avances tecnológicos* (págs. 59-75). Fundación española para la ciencia y la tecnología. Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Universidad de Sonora. (2014). El cultivo del Algodón. Generalidades y sistenas de producción en el noroeste de México. *Cultivos extensivos*, 9, 29-98. <https://doi.org/https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20ALGODON.pdf>
- Valenciaga, D., & Chongo, B. (2013). La pared celular. Influencia de su naturaleza en la degradación microbiana ruminal de los forrajes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(4), 343-350.
- VALMET FORWARD. (25 de Enero de 2023). *VALMET FORWARD Industrias a las que servimos*. Obtenido de Mechanical pulping: <https://www.valmet.com/pulp/mechanical-pulping/steam-separation/?page=1>
- Vargas, F. F. (2008). Gestalt y aprendizaje. *Revista Electrón*, 1-13.
- Vidal, S. (1 de Septiembre de 2022). *Repositorio Universidad de Coruña* . Obtenido de Estudio sobre el impacto de las principales fibras empleadas en el sector textil desde el punto de vista de la sostenibilidad.: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/32158/VidalGonzalez_Sofia_TFG_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- VOGUE. (19 de Marzo de 2020). Vogue. Obtenido de ¿Cuál es la diferencia entre tejido de punto y tejido plano? Son varias, te las explicamos: <https://www.vogue.mx/moda/articulo/la-diferencia-entre-tejido-y-punto>
- Warshaw, L. J. (1998). La industria textil: historia y salud y seguridad. En A. L. Ivester, & J. D. Neefus, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pág. 89.2). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Wencomo, H., & Ortiz, R. (2010). Comportamiento fenológico de 23 accesiones de *Leucaena* spp. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1-12.
- Yacelga, G. (2018). Obtención de base de celulosa a partir de Bambú para utilizar como materia prima en la fabricación de fibra textil. *Facultad de Ingenieria en Ciencias Aplicadas*, 1(1), 1-7.
- Yacelga, G. (2018). Obtención de base de celulosa a partir del bambpu para utilizarla como materia prima en la fabricación de fibra textil . *FICA*, 1(1), 1-7.
- Yacuzzi, E., & Martín, F. (2003). QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos. *Serie Documentos de Trabajo*.(234).
- Zaragoza, J. M. (2010). Desarrollo de un producto de panificación adicionado con semilla de ébano. En J. M. ZARAGOZA, *Desarrollo de un producto de panificación adicionado con semilla de ébano* (págs. 52 -86). Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de ciencias biológicas.

Anexo 1. Lista de la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de León

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
1	Abrojo	Liliopsida	Poaceae	Cenchrus	Ciliaris	11/02/2023
2	Acacia de invierno	Magnoliopsida	Fabaceae	Senna	Pendula	13/01/2023
3	Acebuché	Magnoliopsida	Cannabaceae	Celtis	Pallida	18/02/2023
4	Acedera	Magnoliopsida	Oxalidaceae	Oxalis	Corniculata	02/03/2023
5	Acederilla	Magnoliopsida	Oxalidaceae	Oxalis	Latifolia	14/01/2023
6	Achicora	Magnoliopsida	Asteraceae	Sonchus	Oleraceus	16/01/2023
7	Adelfa / Rosa Laurel	Magnoliopsida	Apiaceae	Nerium	Oleander	03/03/2023
8	Ajenjo	Magnoliopsida	Asteraceae	Artemisia	Absinthium	07/02/2023
9	Alacrancillo	Magnoliopsida	Boraginaceae	Heliotropium	Angiospermum	07/02/2023
10	Amapolilla/Cardo santo	Magnoliopsida	Papaveraceae	Argemone	Mexicana	04/02/2023
11	Árbol de la vida	Equisetopsida	Malvaceae	Hibiscus	Tiliaceus	07/02/2023
12	Auranta	Magnoliopsida	Verbenaceae	Duranta	Erecta	24/01/2023
13	Ayohuiztle	Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum	Rostratum	21/01/2023
14	Banderilla	Liliopsida	Poaceae	Bouteloua	Curtipendula	15/02/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
15	Barquito	Liliopsida	Commelinaceae	Commelina	Coelestis	26/02/2023
16	Bella aurora	Equisetopsida	Malvaceae	Dombeya	Dombella Wallichii	24/01/2023
17	Biznaga	Magnoliopsida	Cactaceae	Mammillaria	Heidery	03/03/2023
18	Bugambilia	Bougainvillea	Nyctaginaceae	Bougainvillea	Bougainvillea Glabra Choisy	17/01/2023
19	Camaroncito	Magnoliopsida	Fabaceae	Caesalpinia	Pulcherrima	04/03/2023
20	Cantillo	Liliopsida	Commelinaceae	Commelina	Erecta	03/02/2023
21	Caobilla - palo zopilote	Magnoliopsida	Meliaceae	<u>Swietenia</u>	Swietenia Humilis	27/01/2023
22	Capulín	Magnoliopsida	Rosaceae	Prunus	Serotina	10/02/2023
23	Cebolleta	Liliopsida	Amaryllidaceae	Nothoscordum	Bivalve	05/03/2023
24	Cedro blanco	Pinopsida	Cupressaceae	Cupressus	Lusitanica	09/03/2023
25	Cedro rojo	Magnoliopsida	Meliaceae	Cedrela	Cedrella Odorata	03/03/2023
26	Cenizo	Magnoliopsida	Scrophulariaceae	Leucophyllum	Frutescens	24/01/2023
27	Chaparro amargo	Magnoliopsida	Simaroubaceae	Castela	Texana	17/02/2023
28	Chaparro prieto	Magnoliopsida	fabaceae	Acacia	Rigidula	20/01/2023
29	Chapote negro	Magnoliopsida	Ebenaceae	Dyospiros	Texana	21/02/2023
30	Chaquira	Magnoliopsida	Rhamnaceae	Ceanothus	Coeruleus	17/02/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
31	Chascarrillo	Magnoliopsida	Fabaceae	Mimosa	Malacophylla	27/02/2023
32	Chicharrón de pollo	Magnoliopsida	Opiliaceae	Agogandra	Agogandra Racemosa	07/02/2023
33	Cilantro	Magnoliopsida	Apiaceae	Coriandrum	Sativum	12/01/2023
34	Cilindrillo	Magnoliopsida	Solanaceae	Lycium	Berlandieri	09/02/2023
35	Cinco negritos	Magnoliopsida	Verbenaceae	Lantana	Camara	21/02/2023
36	Ciprés	Equisetopsida	Cupressaceae	Cupressus	Sempervirens	15/02/2023
37	Coralito	Magnoliopsida	Petiveriaceae	Rivina	Humilis	02/02/2023
38	Crotos	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Codiaeum	Variegatum	09/02/2023
39	Cucharilla / Tehuizote	Equisetopsida	Asparagaceae	Dasyllirion	Dasyllirion Serratifolium	09/03/2023
40	Culantrillo de agua	Polypodiopsida	Pteridaceae	Adiantum	Tenerum	09/02/2023
41	Daminana-damiana	Magnoliopsida	Passifloraceae	Turnera	Diffusa	01/02/2023
42	Diente de león	Magnoliopsida	Asteraceae	Taraxacum	Officinale	02/02/2023
43	Doradillas	Lycopodiopsida	Sellaginellaceae	Selaginella	Lepidophylla	07/03/2023
44	Ébano	Magnoliopsida	Fabaceae	Ebenopsis	Ébano	15/02/2023
45	Encino	Magnoliopsida	Fagaceae	Quercus	Virginiana	07/03/2023
46	Encino azul	Magnoliopsida	Fagaceae	Quercus	Laceyi	14/01/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
47	Encino blanco	Magnoliopsida	Fagaceae	Quercus	Canbyi	09/03/2023
48	Encino colorado	Magnoliopsida	Fagaceae	Quercus	Rysophylla	22/02/2023
49	Encino roble	Magnoliopsida	Fagaceae	Quercus	Polymorpha	04/03/2023
50	Enebro	Equisetopsida	Cupressaceae	Calocedrus	Juniperus Flácida	16/01/2023
51	Escoba de arroyo	Magnoliopsida	Lythraceae	Heimia	Salicifolia	10/03/2023
52	Escobillo	Magnoliopsida	Malvaceae	Malvastrum	Coromandelianum	23/01/2023
53	Espino	Magnoliopsida	fabaceae	Acacia	Berlingieri	04/03/2023
54	Estafiate	Magnoliopsida	Asteraceae	Artemisia	Ludoviciana	20/02/2023
55	Ficus	Equisetopsida	Moraceae	Ficus	Ficus Benjamina	24/01/2023
56	Flor morada	Magnoliopsida	Leguminosae	Lonchocarpus	Obovatus	25/01/2023
57	Framboyán - Tabachín	Magnoliopsida	Fabaceae	Delonix	Delonix Regia	20/01/2023
58	Fresno	Equisetopsida	Oleaceae	Fraxinus	Fraxinus Uhdel	01/03/2023
59	Gordolobo	Equisetopsida	Asteraceae	Gnaphalium	Leptophyllum	11/02/2023
60	Guaje rojo	Equisetopsida	Fabaceae	Leucaena	Esculenta	18/02/2023
61	Guayabo sabanero	Magnoliopsida	Myrtaceae	Psidium	Guineense	02/03/2023
62	Helecho águila	Polypodiopsida	Dennstaedtiaceae	Pteridium	Aquilinum	11/03/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
63	Helecho perejil	Polypodiopsida	Pteridaceae	Cheilanthes	Meifolia	15/02/2023
64	Hierba de la golondrina	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Euphorbia	Hyssopifolia	01/02/2023
65	Hierba del campo	Magnoliopsida	Malvaceae	Herissantia	Crispa	01/03/2023
66	Hierba del pollo	Liliopsida	Commelinaceae	Commelina	Diffusa	28/01/2023
67	Hierba mansa	Magnoliopsida	Saururaceae	Anemopsis	Califónica	28/01/2023
68	Jacaranda	Magnoliopsida	Bignoniaceae	Jacarandae	Jacaranda Mimosifolia	15/01/2023
69	Jarilla	Eudicotyledoneae	Asteraceae	Senecio	Cinerarioides	23/02/2023
70	Jícama de conejo	Magnoliopsida	Fabaceae	Coursetia	Caribaea	24/01/2023
71	Lantana / Cinco negritos	Magnoliopsida	Verbenaceae	Lantana	Camara L	14/02/2023
72	Magüey espadilla	Liliopsida	Asparagaceae	Agave	Vivipara	14/02/2023
73	Magüey lechuguilla	Liliopsida	Asparagaceae	Agave	Angustiarum	17/01/2023
74	Magüey paplomé	Equisetopsida	Asparagales	Agave	Agave Potatorum	05/02/2023
75	Malvon o geranio	Magnoliopsida	Geraniaceae	Pelargonium	Hibrydum	08/03/2023
76	Maracuya	Magnoliopsida	Passifloraceae	Passiflora	Edulis	20/02/2023
77	Maravilla de cerro	Magnoliopsida	Nyctaginaceae	Mirabilis	Longiflora	03/03/2023
78	Mezquite	Equisetopsida	Fabaceae	Prosopis	Prosopis Juliflora	01/02/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
79	Mezquite dulce	Magnoliopsida	Fabaceae	Prosopis	Glandulosa	01/02/2023
80	Mirto chico	Magnoliopsida	Lamiaceae	Salvia	Microphylla	19/02/2023
81	Navajita roja	Liliopsida	Poaceae	Bouteloua	Trifida	20/01/2023
82	Noche buena	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	Euphorbia	Cyathophora	19/01/2023
83	Nogal encarcelado	Magnoliopsida	Juglandaceae	Juglans	Mollis	19/02/2023
84	Otate (Bambú mexicano)	Liliopsida	Poaceae	Otatea	Acuminata	16/01/2023
85	Palma Washingtonia	Equisetopsida	Arecaceae	Washingtonia	Washingtonia Robusta	20/01/2023
86	Palo flor - atayate	Equisetopsida	Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax Elipticum	04/02/2023
87	Palo manteco	Equisetopsida	Fabaceae	Parkinsonia	Parkinsonia Praecox	30/01/2023
88	Pata de cabra /Pata de vaca asiatica	Magnoliopsida	Fabaceae	Bauhinia	Bauhinia Variegata	02/03/2023
89	Pata de elefante	Liliopsida	Asparagaceae	Beaucarnea	Beaucarnea Gracilis	19/02/2023
90	Pata de León/ Tabebuia palmert	Magnoliopsida	Bignoniaceae	Handroanthus	Impetiginosus	09/03/2023
91	Pinocote	Equisetopsida	Pinaceae	Pinus	Pinus Oaxacana	14/01/2023
92	Piracanto	Magnoliopsida	Rosaceae	Pyracantha	Coccinea	15/01/2023
93	Pochote - Ceiba	Magnoliopsida	Malvaceae	Ceiba	Aesculifolia	18/01/2023

No.	Nombre Común	Clase	Familia	Género	Especie	Fecha de consulta
94	Primavera	Magnoliopsida	Bignoniaceae	Tabebuia	Donell-Smithii	05/02/2023
95	Rayado - mandimbo	Equisetopsida	Ehretiaceae	Ehretia	Ehretia Tinifolia	11/01/2023
96	Sabino - Ahuehuete	Equisetopsida	Cupressaceae	Taxodium	Taxodium Mucronatum	12/03/2023
97	Sauce negro	Magnoliopsida	Salicaceae	Salix	Nigra	10/03/2023
98	Tepeguaje domilón	Magnoliopsida	Fabaceae	Leucaena	Leucocephala	15/01/2023
99	Tepehuaje	Equisetopsida	Fabaceae	Lysiloma	Lysilona Acapulcense	20/02/2023
100	Teresita	Magnoliopsida	Apocynaceae	Cryptostegia	Grandiflora	25/01/2023
101	Toloache	Magnoliopsida	Solanaceae	Datura	Stramonium	30/01/2023
102	Tomate de cáscara	Magnoliopsida	Santalaceae	Phoradendron	Philadelphica	17/01/2023
103	Tripa de vaca	Magnoliopsida	Vitaceae	Cissus	Verticillata	12/03/2023
104	Trompetilla	Magnoliopsida	Rubiaceae	Bovardia	Ternifolia	02/02/2023
105	Trompillo (pochote)	Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum	Elaeagnifolium	23/02/2023
106	Trueno	Magnoliopsida	Oleaceae	Ligustrum	Lucidum	16/02/2023
107	Tulipan africano	Equisetopsida	Bignoniaceae	Spathodea	Campanulata	08/02/2023
108	Tullidora	Magnoliopsida	Rhamnaceae	Karwinskia	Humboldtiana	22/02/2023
109	Venenillo - Narciso	Magnoliopsida	Apocynaceae	Cascabela	Thevetia Thevetioides	17/01/2023
110	Zacate temprano	Liliopsida	Poaceae	Setaria	Leucopila	28/02/2023

Anexo 2. Lista de la flora que se encuentra en el Municipio de Huajuapán de León, clasificada.

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
1	Abrojo	Forraje y control de la erosión	Rápida	0.10 m	1.5 m	Reportada como especie invasora	(CONABIO, 2014)
2	Acacia de invierno	Ornamental	Rápida	1.5 m	2.5 m	Ideal para clima cálido. Necesita pleno sol. Florece de octubre a febrero y produce semilla en marzo	(CONABIO, 2014)
3	Acebuche	Medicinal	Rápida	12 m	15 m	-	(CONABIO, 2022)
4	Acedera	Ornamental y forraje	Rápida	0.35 m	1.2 m	-	(CONABIO, 2009)
5	Acederilla	Maleza nociva e invasora	Rápida	0.045 m	0.12 m	-	(CONABIO, 2009)
6	Achicora	Forraje y medicinal.	Rápida	1.2 m	2 m	Planta comestible, que contiene látex y se le conocen propiedades curativas en padecimientos del hígado.	(CONABIO, 2009)
7	Adelfa / Rosa Laurel	Seto y ornamental	Rápida 4 años para llegar a la etapa adulta	1.2 m	3 m	Ideal como arbusto o seto a pleno sol, siempre verde. Se adapta a cualquier clima. Florece todo el año y se propaga por estacas	(CONABIO, 2019)
8	Ajenjo	Medicinal	Rápida	1 m	1.5 m	-	(CONABIO, 2009)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
9	Alacrancillo	Medicinal y tóxica	Rápida	0.15 m	0.80 m	Es ampliamente usado como medicinal, sobre todo para enfermedades gastrointestinales; contiene varios alcaloides, entre ellos alcaloides de pirrolizidina. Pero, es riesgosa. Puede ser tóxica en cantidades mayores y ha causado envenenamientos de personas, sobre todo niños.	(CONABIO, 2011)
10	Amapolilla/ Cardo santo	Medicinal y tóxica	Rápida	0.25 m	0.80 m	-	(CONABIO, 2023)
11	Árbol de la vida	Ornamental	Rápida 3 años para llegar a la etapa adulta	2 m	7 m	Ideal para clima cálido, árbol de pleno sol, florece y da semilla todo el año	(CONABIO, 2012)
12	Auranta	Seto	Rápida	1 m	2m	Ideal para clima templado y cálido, es un arbusto de sol y su propagación es mediante estacas	(CONABIO, 2010)
13	Ayohuiztle	Medicinal, como forraje y melífera.	Rápida	< 1 m	1 m	Toxica al ganado porque sus hojas y frutos contienen solanina.	(CONABIO, 2009)
14	Banderilla	Maleza nociva e invasora	Rápida	< 1 m	2 m	-	(CONABIO, 2014)
15	Barquito	Medicinal	Rápida	0.40 m	1.5 m	En la medicina vernácula tiene fama de hemostático eficaz.	(CONABIO, 2009)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
16	Bella aurora	Ornamental	Rápida en 2 años llega a la etapa adulta	1.5 m	4 m	Ideal para clima caliente, arbusto de pleno sol, florece de diciembre a marzo. Se propaga por estacas	(CONABIO, 2023)
17	Biznaga	-	Lenta	0.001 m	0.40 m	-	(CONABIO, 2023)
18	Bugambilia	Ornamental y medicinal	Media	1 m	12 m	-	(CONABIO, 2023)
19	Camaroncito	Ornamental	Rápida	1.5 m	3 m	En 3 años produce frutos. Ideal para clima cálido a pleno sol. Florece y produce semilla todo el año.	(CONABIO, 2023)
20	Cantillo	Ornamental y medicinal	Rápida	< 0.90 m	0.90 m	-	(CONABIO, 2023)
21	Caobilla - palo zopilote	Reforestal - medicinal	Moderada	4 m	10 m	Ideal para clima cálido a templado. Árbol nativo de la selva baja. Florece en junio y su semilla se colecta en abril	(CONABIO, 2023)
22	Capulín	Industrial y medicinal	Media	5 m	15 m	La máxima producción de semilla se da después de los 30 años	(CONABIO, 2022)
23	Cebolleta	Ornamental	Media	0.30 m	0.80 m	-	(CONABIO, 2009)
24	Cedro blanco	Seto y reforestación	Rápida en 5 años llega a la edad adulta	10 m	20 m	Árbol ideal para seto, siempre verde que se adapta a cualquier clima. Florece en octubre y la recolección de semillas es de febrero a junio	(CONABIO, 2023)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
25	Cedro rojo	Ornamental	Rápida	2 m	4 m	Ideal para clima templado a cálido a pleno sol. Árbol nativo de la selva baja. Florece en junio y su semilla se colecta en abril	(CONABIO, 2023)
26	Cenizo	Medicinal	Rápida	0.20 m	0.50 m	-	(CONABIO, 2023)
27	Chaparro amargo	Medicinal	Media	3 m	8 m	-	(Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana UNAM, 2009)
28	Chaparro prieto	Medicinal	Media	3 m	8 m	-	(CONABIO, 2023)
29	Chapote negro	Industrial y artesanal	Media	3m	12 m	El duramen es duro, denso, y tiene un alto pulimento. Se utiliza para hacer bloques de grabado, obras de arte y herramientas.	(CONABIO, 2009)
30	Chaquira	Ornamental	Media	0.5 m	7 m	C. caeruleus es la especie del género Ceanothus más ampliamente distribuida en México.	(Fernandez, 1996)
31	Chascarrillo	Seto y ornamental	Rápida	0.5 m	3 m	Controlan la erosión, infiltran agua de lluvia, mejoran los suelos con su hojarasca y funcionan como cortina rompevientos, seto vivo y ornamentales.	(CONABIO, 2023)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
32	Chicharrón de pollo	Seto y ornamental	Lenta	3 m	5 m	Son potencialmente árboles para proveer sombra, control de erosión, infiltran agua de lluvia, refugio de fauna silvestre, melífera, medicinal (sistema digestivo), forraje, melífera, construcción rural y leña, alimento de fauna silvestre, ornamenta y cercos vivos.	(Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial , 2020)
33	Cilantro	Alimento	Rápido	0.40 m	0.70 m	-	(CONABIO, 2023)
34	Cilindrillo	Ornamental	Media	1	2.5 m	-	(CONABIO, 2021)
35	Cinco negritos	Media	Media	1	3 m	Toxica: La ingestión de dos gramos de hoja por kilogramo de peso causa intoxicación al ganado.	(CONABIO, 2023)
36	Ciprés	Ornamental	Rápida	25 m	30 m	En 3 años llega a la etapa adulta	(CONABIO, 2022)
37	Coralito	Ornamental	Media	> 1.5 m	1.5 m		(CONABIO, 2009)
38	Crotos	Medicinal	Rápida	0.5 m	1 m		(CONABIO, 2012)
39	Cucharilla / Tehuizote	Reforestación y religioso	Muy lenta	1 m	2.5 m	Ideal para clima cálido y templado. Requiere pleno sol, florece de mayo a junio y fructifica en noviembre	(CONABIO, 2023)
40	Culantrillo de agua	Ornamental	Rápida	< 3.5 m	3.5 m		(CONABIO, 2023)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
41	Damiana	Alimenticio	Rápida	0.15 m	2 m	Se utiliza como aromatizante y saborizante en la fabricación de licores.	(CONABIO, 2023)
42	Diente de león	Follaje y medicinal	Rápida	0.10 m	0.50 m	-	(CONABIO, 2009)
43	Doradillas	Ornamental	Lenta	< 0.05 m	0.05 m	Es una planta que "resucita", es decir, que tras un periodo de desecación puede continuar su ciclo vital si se vuelve a hidratar. Mediante un proceso conocido como anhidrobiosis.	(CONABIO, 2014)
44	Ébano	Industria	Media	< 15 m	15 m	Es una especie amenazada de extinción. Se utiliza para elaboración de instrumentos musicales.	(Zaragoza, 2010)
45	Encino	Industria	Lenta	< 9 m	9 m	Leña, combustible, carbón, construcciones rurales, implementos agrícolas, cabos para herramientas, muebles rústicos, postes y vigas, durmientes y pulpa para papel (poco).	(Bonfil, 1993)
46	Encino azul	Industria	Lenta	5 m	15 m	Leña, combustible, carbón, construcciones rurales, implementos agrícolas, cabos para herramientas, muebles rústicos.	(Departamento de Madera, Celulosa y Papel, 1995)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
47	Encino blanco	Industria	Lenta	5 m	15 m	Leña, combustible, carbón, construcciones rurales, implementos agrícolas, cabos para herramientas, muebles rústicos, postes, vigas y pulpa para papel (poco).	(Pérez & Valencia-A., 2017)
48	Encino colorado	Industria	Lenta	8 m	25 m	Leña, combustible, carbón, construcciones rurales, implementos agrícolas, cabos para herramientas, muebles rústicos, postes, vigas, y pulpa para papel (poco).	(Pérez & Valencia-A., 2017)
49	Encino roble	Industria	Lenta	6 m	20 m	Leña, combustible, carbón, construcciones rurales, implementos agrícolas, cabos para herramientas, muebles rústicos, postes, vigas y pulpa para papel (poco).	(Pérez & Valencia-A., 2017)
50	Enebro	Reforestación	Lenta	3 m	7 m	Ideal para clima frío y semicálido. Árbol de pleno sol, florece en agosto y da semilla de febrero a junio	(CONABIO, 2023)
51	Escoba de arroyo	Ornamental	Media	1.5 m	3 m	-	(CONABIO, 2009)
52	Escobillo	Maleza nociva e invasora	Rápida	< 1	1 m	-	(CONABIO, 2009)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
53	Espino	Ornamental y seto	Media	1 m	5 m	Su madera es densa y pesada, se utiliza para la elaboración de mangos de herramientas. En agricultura se utiliza como barrera natural.	(CONABIO, 2023)
54	Estafiate	Medicinal	Rápida	1 m	1.5 m	Arbusto	(CONABIO, 2023)
55	Ficus	Ornamental	Rápida	2 m	7 m	Ideal para clima templado y cálido. Ideal para poda ornamental. Árbol de pleno sol. Se propaga por acodo aéreo	(CONABIO, 2023)
56	Flor morada	Ornamental	Rápida	2 m	5 m	Ideal para clima templado a cálido a pleno sol. Árbol nativo de la selva baja caducifolia. Florece de junio a julio y produce semilla en octubre	(CONABIO, 2023)
57	Framboyán - Tabachín	Ornamental	Rápida	3 m	8 m	Ideal para clima templado a cálido a pleno sol. Florece de abril a julio. Produce semilla en enero	(CONABIO, 2023)
58	Fresno	Reforestación urbana	Rápida	2 m	10 m	Ideal para clima templado y cálido. Árbol de pleno sol, florece de abril a mayo y se colecta semilla en junio	(CONABIO, 2023)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
59	Gordolobo	Medicinal	Rápida	0.20 m	0.80 m		(CONABIO, 2009)
60	Guaje rojo	Reforestación	Rápida	3 m	10 m	Ideal para clima cálido y templado.	(Redonda & Rios, 2011)
61	Guayabo sabanero	Alimenticio	Media	< 6 m	6 m	-	(CONABIO, 2022)
62	Helecho águila	Ornamental	Rápida	1 m	1.5 m	-	(CONABIO, 2009)
63	Helecho perejil	Ornamental	Rápida	1 m	1.5 m	-	(CONABIO, 2021)
64	Hierba de la golondrina	Medicinal y ornamental	Rápida	0.50 m	1 m	-	(CONABIO, 2023)
65	Hierba del campo	Maleza nociva e invasora	Rápida	< 1m	1 m	-	(CONABIO, 2023)
66	Hierba del pollo	Medicinal	Media	0.40 m	1.5 m	-	(CONABIO, 2023)
67	Hierba mansa	Medicinal	Media	< 0.80 m	0.80 m	-	(CONABIO, 2016)
68	Jacaranda	Ornamental	Rápida	4 m	10 m	Ideal para clima cálido o templado. Florece de febrero a mayo.	(CONABIO, 2021)
69	Jarilla	Seto	Rápida en 3 o 4 años produce seto	1 m	1.5 m	Ideal para clima cálido o templado, arbusto de sol, florece en enero y su semilla se colecta de mayo a junio	(CONABIO, 2023)
70	Jícama de conejo	Forraje y medicinal.	Media	< 2 m	2 m	-	(Rzedowski y otros, 2016)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
71	Lantana / Cinco negritos	Ornamental o seto	Rápida	1.5 m	2.5 m	Ideal para clima templado y cálido. Arbusto a pleno sol. Propagación Mediante estacas	(CONABIO, 2023)
72	Maguey espadilla	Producción de mezcal y fibras	Media	1 m	1.5 m	-	(García & Martínez, 2018)
73	Maguey lechuguilla	Seto	Media	0.5 m	0.7 m		(García & Martínez, 2018)
74	Maguey paplomé	Reforestación	Media	< 1 m	1 m de altura	Ideal para clima cálido. Llega a la madurez en promedio a los 8 años, utilizándolo para producir mezcal	(García & Martínez, 2018)
75	Malvón o geranio	Ornamental	Rápida	< 0.60 m	0.60m	-	(CONABIO, 2022)
76	Maracuyá	Alimenticio y ornamental	Rápida	< 9 m	9 m	-	(CONABIO, 2022)
77	Maravilla de cerro	Ornamental	Rápida	< 0.60 m	1.5 m	Se reporta como maleza en el cultivo de manzana	(CONABIO, 2009)
78	Mezquite	Reforestación ribereña	Medio	1 m	10 m	Ideal para clima cálido y templado. Árbol de pleno sol, florece de marzo a abril y se colecta semilla de mayo a junio.	(CONABIO, 2023)
79	Mezquite dulce	Elaboración de carbón	Media	5 m	9 m	Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo	(INABIO, 2022)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
80	Mirto chico	Ornamental y medicinal	Media	0.50 m	1.20 m		(CONABIO, 2022)
81	Navajita roja	Forraje	Media	0.50 m	1 m	-	(CONABIO, 2009)
82	Noche buena	Ornamental	Media	< 0.50	0.50 m		(CONABIO, 2023)
83	Nogal encarcelado	Proveedor de combustibles	Media	3 m	12 m	Proveedor de combustibles: leña, carbón y madera,	(CONABIO, 2022)
84	Otate (Bambú mexicano)	Industria	Rápida	6 m	20 m	Para construcciones; protección de cuencas y riberas de ríos y de quebradas; elaboración de muebles y de artesanías; fabricación de laminados, aglomerados, parqué; fijador temporario de dióxido de carbono	(CONABIO, 2020)
85	Palma Washingtonia	Ornamental	Rápida en 3 años está en etapa adulta	2 m	10 m	Ideal para clima templado y cálido. Árbol de pleno sol. Se propaga por semilla que se colecta en abril	(CONABIO, 2023)
86	Palo flor - atayate	Ornamental	Lenta	2 m	7 m	Ideal para clima cálido, árbol de pleno sol, floración a partir del 5 año y más de 10 años para producir semilla	(CONABIO, 2023)
87	Palo manteco	Forraje	Media	< 7 m	7 m	-	(CONAFOR - CONABIO, 2022)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
88	Pata de cabra /Pata de vaca asiática	Ornamental	Rápida			Ideal para clima templado y cálido a pleno sol.	(CONABIO, 2023)
89	Pata de elefante	Ornamental	Muy lenta	2 m	7 m	Ideal para clima cálido, árbol de pleno sol.	(CONABIO, 2023)
90	Pata de León/ Tabebuia palmert	Ornamental y reforestación	Moderada	3 m	6 m	Árbol nativo de la selva baja caducifolia. Requiere pleno sol.	(CONABIO, 2023)
91	Pinocote	Reforestación y madera	Rápida	< 15 m	15 m	Ideal para clima frío y templado, aunque se desarrolla en zonas cálidas. Árbol nativo de Tlaxiaco y Juxtlahuaca.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
92	Piracanto	Seto	Rápida en 4 años está en su etapa adulta	1 m	2 m	Ideal para clima templado y cálido, arbusto de sol.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
93	Pochote - Ceiba	Ornamental	Rápida	3 m	12 m	Ideal para clima templado a pleno sol. Florece de diciembre a junio.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
94	Primavera	Ornamental	Moderada	5 m	15 m	Ideal para clima cálido. Árbol de pleno sol.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
95	Rayado - mandimbo	Reforestación urbana	Intermedio	< 15 m	15 m	Árbol de la selva baja caducifolia. Ideal para clima cálido y templado.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
96	Sabino - Ahuehuate	Reforestación ribereña	Lento	<10 m	10 m	Ideal para clima cálido y templado.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
97	Sauce negro	Medicinal	Media	10 m	30 m	-	(CONABIO, 2020)
98	Tepeguaje dormilón	Forraje y alimenticio	Media	< 7 m	7 m	Los frutos guajes se han consumido en México desde tiempos prehispánicos ya sea cocidos o crudos. Se utiliza como cerco vivo, forraje y combustible.	(CONABIO, 2021)
99	Tepehuaje	Reforestación	Rápida	3 m	10 m	Ideal para clima frío y semi cálido. Árbol de pleno sol, florece en abril y da semilla en enero.	(CONABIO, 2023)
100	Teresita	Ornamental	Rápida en 3 años está en su etapa adulta	1.5 m	3 m	Ideal para clima cálido, arbusto de pleno sol, florece y da semilla todo el año.	(CONABIO, 2023)
101	Toloache	Medicinal	Rápida	0.30 m	1 m	Planta venenosa para los animales y el ser humano (contiene el alcaloide hiosciamina en hojas, semillas y raíces, estas últimas poseen hioscina). El contacto con sus hojas produce dermatitis en individuos susceptibles.	(CONABIO, 2009)
102	Tomate de cáscara	Alimenticio y Medicinal	Rápida	0.15 m	0.60 m	-	(CONABIO, 2009)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
103	Tripa de vaca	Medicinal	Rápida	3 m	10 m		(CONABIO, 2009)
104	Trompetilla	Medicinal	Rápida	0.30 m	1.5 m		(CONABIO, 2009)
105	Trompillo (pochote)	Medicinal	Rápida	< 1 m	1 m	Contiene solanina, un alcaloide. Puede ser tóxica para el ganado bovino (afecta menos a los borregos, y casi nada a las cabras). Irrita el tracto gastro-intestinal y puede tener efectos sobre el sistema nervioso.	(CONABIO, 2009)
106	Trueno	Seto y ornamental	Rápida	<4 m	4 m	Ideal para clima frío o templado, arbusto de sil.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
107	Tulipán africano	Ornamental	Rápida	3 m	15 m	Ideal para clima templado o cálido, árbol de pleno sol.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
108	Tullidora	Seto	Media	< 8m	8 m	La pulpa del fruto es comestible, pero las semillas y las hojas son tóxicas, como mantiene sus hojas en épocas secas, el ganado se alimenta de ellas y esto ocasiona frecuente mortandad de estos animales.	(CONABIO, 2022)

No.	Nombre Común	Uso	Velocidad de crecimiento	Tamaño (Altura)		Observaciones	Fuente de información para clasificación
				Altura mínima	Altura Máxima		
109	Venenillo - Narciso	Ornamental	Moderada En 6 años está en su etapa adulta	3 m	6 m	Ideal para cálido, árbol de sol. Florece de marzo a julio.	Inventario Invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca
110	Zacate temprano	Forraje	Rápida	0.10 m	1 m	Aunque buen forraje para el ganado, solo se utiliza en la vida silvestre.	(Natusfera, 2020)