



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

**DESARROLLO DE UN LAMINADO CON FIBRA DE COCO PARA APROVECHAR LOS
DESECHOS GENERADOS EN BAHÍAS DE HUATULCO, OAXACA.**

Tesis

Que para obtener el título de:

Ingeniero en Diseño

Presenta:

Hernández Hernández Luz Elena

Director de tesis:

M.A.V. Alejandro Alberto Bravo

Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, México, mayo, 2025

Dedicatoria

A mis padres:

Gracias a mis padres por todo el apoyo que me han brindado, por ser el mejor ejemplo a seguir, por su paciencia y por confiar en mí.

Valoro profundamente cada esfuerzo y sacrificio que realizaron por mí, acompañándome y apoyándome a lo largo de mi vida.

Agradezco a mi madre por su amor incondicional, por su comprensión, sus consejos y sus palabras, que tantas veces me dieron la fuerza para seguir adelante.

A mi padre, por ser siempre mi respaldo en cada paso del camino.

A mis hermanas, Alejandra, Marissa y Alba, les agradezco por estar ahí en los momentos importantes, por su ayuda constante, por sus palabras de motivación y por los actos de amor y cariño que me han sostenido durante todo este camino.

Gracias de corazón. Los amo infinitamente.

Agradecimientos

A mis familiares y amistades por su apoyo incondicional, por sus consejos y por acompañarme en cada momento, tanto en los buenos como en los difíciles.

En especial, agradezco a Canalizo por brindarme su tiempo, su paciencia y por estar presente cuando más lo necesitaba, escuchándome con empatía y ofreciéndome su ayuda en los momentos de vulnerabilidad.

Su apoyo significó mucho para mí.

Agradezco profundamente a mi director de tesis, el **M.A.V. Alejandro Alberto Guzmán**, por su apoyo, confianza y por compartir sus conocimientos con paciencia y dedicación a lo largo de este proceso, por los consejos y las pláticas.

Al **C. Enrique Ramírez Castellanos**, mi sincero agradecimiento por su tiempo, su paciencia y por compartir conmigo su experiencia en el desarrollo del papel. Su apoyo fue fundamental durante la elaboración de los laminados.

A la **Dra. Alejandra Velarde Galván**, gracias por su tiempo, su paciencia y su constante motivación en cada etapa del proyecto. Agradezco profundamente sus consejos, sugerencias y el conocimiento que me compartió, así como el apoyo tanto académico como personal.

Al **D.C.G. Alfonso Acosta Romero**, gracias por sus observaciones y aportaciones, las cuales ayudaron en este trabajo.

Y al **M.A.V. Jorge Vázquez Sánchez**, por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a fortalecer esta investigación.

Gracias a todos ustedes por su valiosa contribución, que hizo posible la realización y culminación de este proyecto.

Índice General

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | 2 |
| Agradecimientos | 3 |
| Índice de General | 4 |
| Índice de Figuras | 5 |
| Índice de Tablas | 8 |
| Introducción | 9 |
| CAPÍTULO I ASPECTOS PRELIMINARES | 11 |
| 1.1 Estado del arte | 11 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 15 |
| 1.3 Justificación | 17 |
| 1.4 Objetivo General..... | 17 |
| 1.5 Objetivos Específicos y Metas | 17 |
| 1.6 Metodología..... | 19 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 Origen del coco | 20 |
| 2.1.1 Variedades | 21 |
| 2.1.2 Cultivo..... | 21 |
| 2.1.3 Características botánicas | 21 |
| 2.1.4 Requerimiento de suelo y clima | 23 |
| 2.2 Tipos de cocoteros | 24 |
| 2.3 Fibra de coco..... | 29 |
| 2.3.1 Uso de la fibra de coco | 30 |
| 2.3.2 Propiedades de la fibra | 31 |
| 2.3.3 Características de la fibra | 31 |
| 2.4 Importancia del aprovechamiento de los desechos de la fibra de coco | 32 |
| 2.5. Taller Arte Papel Vista Hermosa, San Agustín Etla | 35 |
| 2.6 Documentación de la elaboración de la materia prima en EL CASA..... | 36 |
| CAPITULO III DESARROLLO DEL CONCEPTUAL..... | 39 |
| 3.1 Planificación y organización del experimento. | 39 |
| 3.2 Requerimientos formales, estructurales y de usabilidad..... | 40 |
| 3.3 Proceso experimental del laminado | 42 |
| CAPITULO IV FASE EXPERIMENTAL | 45 |
| 4.1 Recolección y extracción de fibra de coco | 45 |
| 4.2 Limpiado y preparación de la fibra | 46 |
| 4.2.1 Fibra de coco sin cocción: | 47 |
| 4.2.2 Fibra de coco cocida:..... | 50 |
| 4.2.3 Fibra de coco cocida con algodón: | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3. Prueba de fibra de coco con algodón 01..... | 57 |
| 4.4 Prueba de fibra de coco con algodón 02..... | 58 |
| 4.5 Prueba de fibra de coco con algodón 03..... | 59 |
| 4.6 Prueba de fibra de coco con algodón 04..... | 60 |
| 4.7 Prueba de fibra de coco con algodón 05..... | 61 |
| 4.8 Resultados..... | 62 |
| CAPITULO V LAMINADOS | 64 |
| 5.1 Elaboración del laminado | 64 |
| 5.1.2 Desfibrado y trituración..... | 64 |
| 5.1.3 Cocinado..... | 65 |
| 5.1.4 Pila holandesa. | 65 |
| 5.2 Formación del laminado | 66 |
| 5.2.1 Prensado y secado | 73 |
| 5.3 Pruebas realizadas..... | 74 |
| 5.4 Mesa creativa | 80 |
| 5.5 Sugerencias de aplicaciones de diseño | 83 |
| Conclusiones | 91 |
| Trabajos a futuro | 95 |
| Referencias | 95 |
| Anexos..... | 95 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Bolsa de lino de diferentes tamaños. | 11 |
| Figura 2 Fibras del pepino ya preparadas y secas. | 11 |
| Figura 3 Proceso de blanqueado de las fibras. | 12 |
| Figura 4 Hojas finales. | 12 |
| Figura 5 Formación de la hoja. | 12 |
| Figura 6 Prensado de hojas en húmedo | 12 |
| Figura 7 Materiales que se utilizaron..... | 13 |
| Figura 8 Prototipo. | 13 |
| Figura 9 Fotografías de fibras obtenidas por microscopía óptica. | 13 |
| Figura 10 Fotografías de fibras obtenidas por microscopía óptica. | 14 |
| Figura 11 Bolsa Biopot. | 14 |
| Figura 12 Bolsa de repuesto de fibra de coco..... | 15 |
| Figura 13 Partes del coco..... | 15 |
| Figura 14 Partes del coco..... | 16 |
| Figura 15 Diagrama de metodología adaptada..... | 19 |

| | |
|--|----|
| Figura 16 Partes de una palmera | 20 |
| Figura 17 Inflorescencia. | 22 |
| Figura 18 Fruto de cocotero. | 23 |
| Figura 19 Ambiente de cocotero | 24 |
| Figura 20 Coco enano amarillo malayo | 25 |
| Figura 21 Coco enano Fiyi..... | 25 |
| Figura 22 Malayo Dorado. | 26 |
| Figura 23 Coco Rey. | 26 |
| Figura 24 Coco alto de la costa Oeste | 27 |
| Figura 25 Coco Macapuno. | 27 |
| Figura 26 Coco Mypán. | 28 |
| Figura 27 Diferentes sustratos. | 32 |
| Figura 28 Fibra de coco en la agricultura..... | 32 |
| Figura 29 Fibra de coco en la construcción..... | 33 |
| Figura 30 Fibra de coco en la industria automotriz. | 34 |
| Figura 31 Maestro Francisco Toledo..... | 35 |
| Figura 32 Materia para elaboración de diferentes tipos de papel. | 36 |
| Figura 33 Materia para elaboración de diferentes tipos de papel. | 36 |
| Figura 34 Pila Holandesa. | 38 |
| Figura 35 Pulpa. | 38 |
| Figura 36 Hojas en láminas de zinc. | 38 |
| Figura 37 Hoja con pétalos de buganvillas..... | 38 |
| Figura 38 Diagrama de proceso de experimentación. | 39 |
| Figura 39 Categorías de experimentación | 43 |
| Figura 40 Diagrama de proceso de experimentación. | 44 |
| Figura 41 Recolección de coco. | 45 |
| Figura 42 Coco seco..... | 46 |
| Figura 43 Coco verde. | 46 |
| Figura 44 Fibra remojada. | 47 |
| Figura 45 Corte de fibra..... | 47 |
| Figura 46 Corte de fibra..... | 48 |
| Figura 47 Licuación. | 48 |
| Figura 48 Drenado de fibra..... | 49 |
| Figura 49 Drenado de fibra..... | 49 |
| Figura 50 Batidos 17 x 20 cm. | 49 |
| Figura 51 Fibra en cocción. | 50 |
| Figura 52 Fibra en cocción. | 51 |
| Figura 53 Cocción del algodón..... | 53 |
| Figura 54 Fibra con algodón..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Figura 55 Peso de fibra. | 53 |
| Figura 56 Agua y fibra | 54 |
| Figura 57 Introducción del bastidor | 54 |
| Figura 58 Drenado del agua | 54 |
| Figura 59 Soporte para drenado | 55 |
| Figura 60 Soporte para drenado | 55 |
| Figura 61 Fibra en cocción | 55 |
| Figura 62 Fibra en cocción | 55 |
| Figura 63 Licuefacción..... | 56 |
| Figura 64 Mucilago de sábila..... | 56 |
| Figura 65 Prueba con mucilago..... | 56 |
| Figura 66 Fibra en cocción | 57 |
| Figura 67 Prueba sin mucilago..... | 57 |
| Figura 68 Prueba con mucilago..... | 58 |
| Figura 69 Prueba con 200 ml de mucilago..... | 59 |
| Figura 70 Prueba con 400 ml de mucilago..... | 60 |
| Figura 71 Prueba sin mucilago..... | 61 |
| Figura 72 Comparación de hojas. | 62 |
| Figura 73 Molino Picadora INGAR | 64 |
| Figura 74 Cocción de la fibra de coco. | 65 |
| Figura 75 Pila holandesa. | 66 |
| Figura 76 Residuos de fibra. | 66 |
| Figura 77 Fibra de coco y algodón. | 67 |
| Figura 78 Algodón cocido. | 67 |
| Figura 79 Fibra de coco con agua..... | 67 |
| Figura 80 Preparación de la mezcla..... | 68 |
| Figura 81 Mezcla del agua y la fibra..... | 68 |
| Figura 82 Introducción del bastidor | 68 |
| Figura 83 El bastidor es cubierto en su totalidad | 68 |
| Figura 84 Es extraído con cuidado y fuerza..... | 69 |
| Figura 85 El bastidor es extraído con cuidado y fuerza..... | 69 |
| Figura 86 Drenado..... | 70 |
| Figura 87 Con ayuda se procede a colocar el Bastidor..... | 70 |
| Figura 88 El bastidor se coloca sobre la maya de acero inoxidable..... | 71 |
| Figura 89 Se hace presión para que termine de drenar el agua..... | 71 |
| Figura 90 Primera hoja | 71 |
| Figura 91 Hojas apiladas..... | 72 |
| Figura 92 Hoja sobre lamina de zinc de acero inoxidable..... | 72 |
| Figura 93 Textura de hoja húmeda. | 72 |

| | |
|---|----|
| Figura 94 Prensa hidráulica..... | 73 |
| Figura 95 Laminados de fibra de coco seca..... | 73 |
| Figura 96 Laminados de fibra de coco. | 74 |
| Figura 97 Laminado en recipiente con agua. | 75 |
| Figura 98 Molde de yeso. | 76 |
| Figura 99 Laminado húmedo colocado sobre el molde. | 76 |
| Figura 100 Extracción del molde. | 77 |
| Figura 101 Parte inferior del contenedor. | 77 |
| Figura 102 Extracción del molde. | 77 |
| Figura 106 Primera reunión. | 82 |
| Figura 107 Protector térmico para café. | 84 |
| Figura 108 Protector térmico con logotipo de la cafetería..... | 84 |
| Figura 110 Ojo tinta negra. | 86 |
| Figura 111 Ojo, combinación de dos tintas. | 86 |
| Figura 112 Cebra, tinta negra..... | 86 |
| Figura 113 Cebra, tinta roja en laminado húmedo. | 86 |
| Figura 114 Aves, tinta roja..... | 87 |
| Figura 115 Perro con sombrero, combinación de dos tintas..... | 87 |
| Figura 117 Extracción del laminado. | 88 |
| Figura 118 Estuche de lentes armado..... | 89 |
| Figura 119 Estuche de lentes abiertos | 90 |
| Figura 120 Estuche desarmado. | 90 |
| Figura 121 Bolsa de fibra..... | 91 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Características fibra de coco | 34 |
| Tabla 2 Tabla de requerimientos formales. | 41 |
| Tabla 3 Tabla de requerimientos estructurales. | 41 |
| Tabla 4 Tabla de requerimientos de usabilidad. | 42 |
| Tabla 5 Materiales que se utilizaron durante la primera fase | 47 |
| Tabla 6 Resultados primera fase. | 50 |
| Tabla 7 Materiales que se utilizaron durante la segunda fase. | 50 |
| Tabla 8 Resultados de la segunda fase..... | 52 |
| Tabla 9 Materiales que se utilizaron durante la tercera fase. | 52 |
| Tabla 10 Resultados de la tercera fase. | 62 |
| Tabla 11 Resultados finales..... | 63 |
| Tabla 12 Actividades de la mesa creativa. | 80 |

Introducción

La palma de coco (*Cocos nucifera* L) ha sido cultivada desde hace miles de años en distintas partes del mundo, aunque resulta difícil determinar su origen geográfico algunos estudios apuntan que se extendió a partir de las Costas del Pacífico. Se trata de la sexta especie frutal más cultivada del mundo: con 96 países que en conjunto destinan 11,253,700 ha como área de cosecha, lo que representa una producción anual de 64,675,222 toneladas (Sacchi, 2021 y FAOSTAT, 2023). Dentro de los diez principales productores de coco en 2023, México ocupó el 8° lugar con una producción de 1,144,985 toneladas (FAOSTAT, 2023).

El cultivo de esta planta tiene un alto valor económico, social y cultural, debido a los empleos e ingresos que genera particularmente en las comunidades rurales y también por las diversas industrias que dependen de ella (Limonés y Fernández, 2016; Sacchi, 2021 y Lagunes Fortiz, 2020). La versatilidad en sus usos ha permitido la producción de un sinnúmero de productos a base del coco en diversas industrias.

Este trabajo se centra en la aplicación de la fibra de coco para la creación artesanal de un laminado con el objetivo de aprovechar un recurso orgánico que es considerado un desecho que normalmente termina en tiraderos a cielo abierto o quemado. Con ello se busca indirectamente paliar una problemática local y al mismo tiempo darle un valor agregado a esta materia prima generando un producto sostenible.

El trabajo se estructura en cuatro capítulos. En el capítulo 1 se aborda el estado del arte, donde se presentan trabajos a fines con la fibra de coco, se abordan objetivos específicos y metas, así mismo la metodología de Ulrich y Eppinger (2013), la cual se planteó para el desarrollo del presente proyecto.

En el capítulo 2 se desarrollan los conceptos del origen del coco, variedades, las características de la fibra, así como las aplicaciones en diferentes sectores de la industria. Se aborda el origen y los inicios del Taller Arte Papel vista Hermosa, San Agustín Etla. De la misma manera, se describe la documentación y aplicación que se lleva a cabo en este taller con los diferentes tipos de fibras que se trabajan.

En el capítulo 3 se presentan una tabla donde se destacan las principales características de la fibra de coco y otra acerca de las características de los laminados de EL CASA. En este capítulo se desarrolla la planeación y organización de las fases experimentales del laminado, se muestran tablas con datos obtenidos de cada fase experimental.

En el capítulo 4, se desarrolla toda la fase experimental, se hace registro de cada fase, se identifican características y se lleva el registro de cada uno de los resultados.

Finalmente, el capítulo 5 se llevó a cabo la elaboración del laminado, registrando cada etapa del proceso, se realizaron una serie de pruebas a dicho laminado, también se llevó a cabo una mesa

creativa en la que los integrantes aportaron diversas ideas sobre posibles aplicaciones del laminado de fibra de coco.

Se llevó a cabo un análisis para determinar si se cumplieron los objetivos del proyecto y evaluar el desempeño del material, culminando en la presentación de propuestas concretas que destacan el potencial del laminado en diferentes sectores.

CAPÍTULO I

ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 Estado del arte

En este apartado se presentan proyectos afines con los que se están trabajando en el sentido del tratamiento de diversas fibras y como son aplicadas, las cuales se tomaron como experiencias para el presente proyecto.

En lo que representa a productos comerciales se puede encontrar las bolsas 60 Bag, diseñadas por la diseñadora Polaca Katarzyna Okinczyc y el fotógrafo Remigiusz Truchanowicz, bolsas hechas de tela no tejida de lino-viscosa con fibra de lino la cual es procedente de residuos industriales, estas bolsas logran descomponerse en 60 días después de ser desechadas por el usuario, están también logran ser compostables y se encuentran en diferentes tamaños (Cris zawada,2009).

Figura 1

Bolsa de lino de diferentes tamaños.



Fuente: Dezeenv (2022).

Por otro lado, en la Universidad de Sevilla se realizó un trabajo de fin de grado titulado elaboración Artesanal de papel y su uso en Bellas Artes. La elaboración de este papel se elaboró con pino carrasco (*Pinus halepensis*).

Figura 2

Fibras del pepino ya preparadas y secas.



Fuente: Mena (2022).

Para este proceso debido al interés estético se utilizó lejía de cloro (NaClO) diluida en agua, este proceso suele ser peligroso debido a que la lejía suele dañar la celulosa.

Su aplicación fue para técnicas secas referentes al dibujo, son aquellas que no se usa agua o algún diluyente, así como papel para estampación (Mena, 2022).

Figura 3

Proceso de blanqueado de las fibras.



Fuente: Mena (2022).

Figura 4

Hojas finales.



Fuente: Mena (2022).

Figura 5

Formación de la hoja.



Fuente: Mena (2022).

Figura 6

Prensado de hojas en húmedo



Fuente: Mena (2022).

En la Universidad Tecnológica de Panamá, se desarrolló un plato desechable a partir de fibra de coco, cascara de plátano, papel reciclado, agua, fécula de maíz, glicerina y colorante vegetal, con el objetivo de ofrecer una solución factible a los platos desechables y a los plásticos. El resultado obtenido fue degradarse de 35 a 40 días al dejarlo a la intemperie (Cubilla et al., 2020)

Figura 7

Materiales que se utilizaron.



Fuente: Cubilla (2022).

Figura 8

Prototipo.

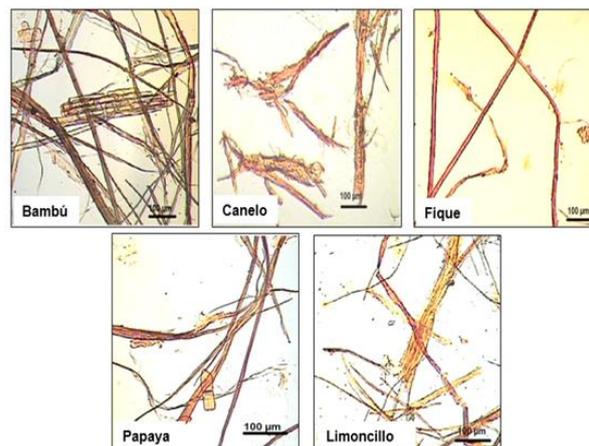


Fuente: Cubilla (2022).

El Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM), Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, realizó un estudio con el objetivo de evaluar cinco tipos de fibras no convencionales de Colombia (limoncillo, canelo, bambú, papayo y fique) con el objetivo de fabricar papel artesanal y así mismo determinar las propiedades físico- mecánicas y óptimas del papel artesanal obtenido. La investigación menciona que la mejor forma de hacer papel artesanal es de gramaje superior a 100g/m² y utilizar sin blanquear (Benítez et al., 2019)

Figura 9

Fotografías de fibras obtenidas por microscopía óptica.



Fuente: Benítez (2019).

Figura 10

Fotografías de fibras obtenidas por microscopía óptica.



Fuente: Benítez (2019).

En lo que representa a producto comercial se puede encontrar que dos estudiantes de la Universidad de Guanajuato presentaron bolsas de fibra de coco para sustituir a las bolsas de polietileno que se usan en la plantación de árboles, este proyecto formó parte de los 16 ganadores del concurso realizado por CONAFOR (2022) en su expo forestal. Estas bolsas a base de fibra al que las nombraron coco Biopot se usa como macetas que se pueden plantar directamente en el suelo, esto aporta muchas ventajas debido a que se evita el estrés que pueda sufrir la planta al ser trasladada y manipulada, además de que la fibra retiene el agua y nutre el suelo.

Figura 11

Bolsa Biopot.



Fuente: Comisión Nacional Forestal (2016).

Lo que representa a productos comerciales, la empresa Coco Bed a través de Amazon (2022), ofrecen una Bolsa de repuesto de fibra de coco de fabricación mexicana, el producto cuenta con dimensiones de 10 x 10 x 5 in y un peso aproximado de 150 g, con forma de cesta, este producto está destinado a usarse como maceteros debido a sus excelentes propiedades de retención de humedad, aireación y buen drenaje para que la planta se desarrolle de manera saludable.

Figura 12

Bolsa de repuesto de fibra de coco.



Fuente: Amazon (2022).

1.2 Planteamiento del problema

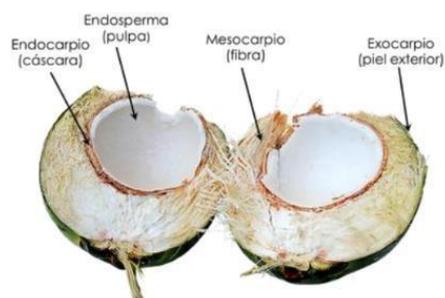
Dentro de los diez principales productores de coco en 2023, México ocupó el 8° lugar con una producción de 1,144,985 toneladas (FAOSTAT, 2023).

A nivel nacional, Oaxaca ocupa el cuarto lugar en producción de copra. El presidente del Comité Estatal Sistema Producto Palma de Coco. Detalló que los municipios potenciales cultivadores de coco son Rio Grande, Tututepec y la Boquilla, ubicados en la región costa, cuya extensión destinada es de 8 a 12 mil hectáreas (Gobierno del estado de Oaxaca, 2023).

En las costas de Bahías de Huatulco, Oaxaca, se ha identificado la generación de residuos de coco debido al consumo local. Particularmente, los consumidores solo aprovechan la pulpa y el agua del fruto, mientras que la cascara y la fibra son desechadas y considerados residuos. El fruto consta de lo que es el endocarpio (cáscara), endosperma (pulpa), mesocarpio (fibra) y el epicarpio (piel externa) (Trujillo, 2013). Esta situación tiene como resultado la acumulación de desechos orgánicos.

Figura 13

Partes del coco.



Fuente: Itafepade (2020).

Dado este contexto, la acumulación de estos desechos favorece la proliferación de insectos peligrosos. Asimismo, en temporadas de lluvia los restos del coco son el escenario perfecto para la retención de agua, lo que genera nacimientos de mosquitos transmisores de diferentes enfermedades como dengue u otras.

Figura 14

Partes del coco



Fuente: Elaboración propia (2022).

Por otro lado, los habitantes tienden a deshacerse de los restos de coco en zonas verdes no visibles o de difícil acceso, lo cual resulta ser desentendidas en términos de manejo y disposición de desechos. Al ser sitios alejados de la vista del público, reduce la presión social y de otras instancias.

Lo que con frecuencia se encuentra en estos nuevos basureros son bebidas en lata, botellas y bolsas de plástico, cartón, pañales, etc. Todos estos generados por los mismos locales, creando graves problemas ambientales.

Este problema cobra relevancia cuando estos residuos terminan esparcidos y siendo arrastrados por las lluvias, el viento y las corrientes, contaminando los ecosistemas marinos.

La acumulación de estos desechos va generando gravemente un impacto lento y seguro de la fauna marina.

Más allá de buscar soluciones sostenibles para el manejo de los desechos, una parte de los habitantes agrava el problema debido a diversos factores, como falta de educación ambiental, así como reciclaje entre otros.

1.3 Justificación

Esta investigación parte de la observación de la gran cantidad de desechos de coco generados en la comunidad de Bahías de Huatulco, Oaxaca. Se identificó que estos residuos no son gestionados correctamente, esto se convierte en un problema para los diferentes ecosistemas, así como a los mismos habitantes de la localidad.

Una de las partes del coco es la fibra, esta posee propiedades como resistencia a la humedad, inodora, no electroestática, no es atacada por roedores ni termitas y no produce hongos (Brahmarkumar,2005). Dado este contexto, surge la oportunidad de aprovechar la fibra de coco, a través de su transformación en un laminado, gracias a sus propiedades y sobre todo a su constitución en celulosa y lignina (Brahmarkumar,2005).

El Centro de las Artes de San Agustín (EL CASA), el cual se ubica en San Agustín Etla, Oaxaca, se caracteriza por su trabajo con diferentes fibras, transformando estas fibras en hojas con cualidades particulares de acuerdo con las diferentes fibras que utilizan. El proyecto se dirige a la elaboración de laminados con fibra de coco, con los conocimientos que se emplean en El CASA, a través de un proceso diseñado y documentado.

El aporte del presente trabajo de investigación consiste en la transformación de la fibra de coco, a través de fases experimentales, documentado y presentando los registros de cada parte del proceso. Con el fin de dar a conocer las cualidades y propiedades de las fibras naturales en este proyecto, en particular la fibra de coco, logrando así obtener laminados con calidad, aptos para aplicaciones en la misma comunidad de origen.

Desde el perfil de ingeniero en diseño, se propone un laminado capaz de ser utilizado en diferentes sectores de acuerdo a la necesidad que se plantee, incitando a los usuarios a experimentar de manera más profunda sectores determinados de un ingeniero en diseño.

1.4 Objetivo General

Desarrollar un laminado con fibra de coco para aprovechar los desechos generados en Bahías de Huatulco, Oaxaca.

1.5 Objetivos Específicos Y Metas

OE1. Analizar características del material para la conformación del laminado.

M.1 Registro de características del coco.

M. 2 Tabla de cualidades de la fibra de coco.

M.3 Documentación de la elaboración de la materia prima en EL CASA

M.4 Realizar diagrama del proceso de producción de EL CASA.

OE2. Generar requerimientos para la elaboración del laminado.

M.5 Diagrama del proceso experimental

M.6 Tablas de requerimientos de diseño

M.7 Diagrama de categorías de experimentación.

M.8 Diagrama del proceso del laminado

OE3. Desarrollar las etapas de la experimentación.

M.9 Recolección de fibra.

M.10 Limpiado y preparado de la fibra.

M.11 Proceso de experimentación en dos fases.

M.12 Tablas de resultados de la experimentación.

M.13 Selección de la muestra.

OE4. Elaborar laminado final

M.14 Formación del laminado.

M.15 Curado de laminado.

M.16 Estrategias para una mesa creativa.

M.17 Modelos de aplicación.

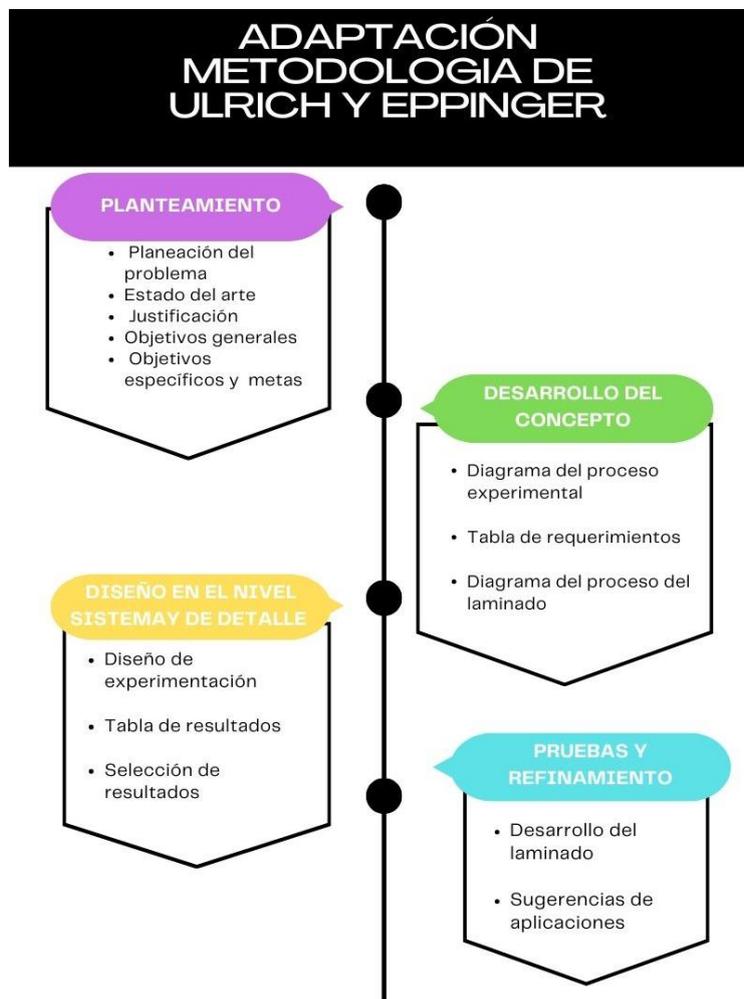
1.6 Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto se plateó la metodología de Ulrich y Eppinger (2013). Esta metodología consta de 6 fases de las cuales se desarrollarán las 4 primeras planteamiento, desarrollo del concepto, diseño en el nivel sistema, diseño de detalle y pruebas y refinamiento.

Partiendo de esta metodología se realizó una adaptación, la cual abarca cuatro fases que permite una mejor adecuación al proyecto.

Figura 15

Diagrama de metodología adaptada.



Fuente: Elaboración propia (2022)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del coco

Propios de las islas de clima tropical y subtropical del océano Pacífico, se han extendido a lo largo de Centroamérica y África tropical. Los cocoteros se clasifican en gigantes, enanos e híbridos y, dentro de cada grupo, existen más variedades.

Figura 16

Partes de una palmera.



Nota. 1) Vista general de una palmera con cocos, 2) Vainas de hojas, 3) Inflorescencias, 4) Capullo de flor masculina, 5) Flores masculina, 6) Sépalo de una flor masculina, 7) Pétalos de una flor masculina, 8 y 9) Estambre, 10) Pistilodio, 11) Flor femenina, 12) Estigma, 13) Sección longitudinal de la flor, 14) Sección transversal del ovario, 15) Frutos, 16) Sección longitudinal del feto, 17) Endocarpio, 18) Poros germinales, 19) Sección transversal del endocarpio y la semilla, 20) Coco en germinación, sección longitudinal y haustorio visible, 21) Coco germinado

Fuente: Autor desconocido (2022).

Se clasifica como:

- Clase: Mnocotyledoneae
- Orden: Pálmales
- Familia: Palmae
- Subfamilia: *Cocowsideae*
- Género: Cocos
- Especie: nucífera (Lizano, 2005).

2.1.1 Variedades

Los tipos de cocoteros se clasifican en tres tipos o grupos: gigantes, enanos e híbridos, y de estas diversas variedades.

- Gigantes estos son comercializados para la obtención de aceite de coco, tiene un alto porcentaje de pulpa despedazada y seca. El agua tiene un sabor dulce.
- Enanos su agua tienen un gran sabor, por lo que se utiliza para la elaboración de bebidas. Una de las ventajas de este árbol es que llega a producir una gran cantidad de frutos.
- Híbridos estos nacen del cruce de los cocos gigantes y manos; sus frutos son medianos-grandes de muy buena calidad (Lizano, 2005).

2.1.2 Cultivo

Los cocoteros son plantas que necesitan de un clima cálido y húmedo para poder desarrollarse y que no existan variaciones de temperaturas, con medidas que rodean los 27 °C.

Los suelos para el cultivo de cocoteros son suelos profundos, con texturas suaves y con una capa freática muy superficial. Estas características suelen presentarse en los estratos de la planicie costera, además de aguantar grados de salinidad (Lizano, 2005).

Cocos nuciferas, se encuentran ampliamente distribuidas en las islas y zonas costeras tropicales de todo el mundo, con precipitaciones anuales 1000 a 18000 mm.

Se caracterizan por un buen desarrollo en el suelo de aluvi6n de tipo migaj6n arenoso, con materia orgánica, aireaci6n, con un buen drenaje y con un pH entre 5 y 8. La profundidad del suelo para su desarrollo radica en 80 a 100 cm (Granado y L6pez, 2022).

2.1.3 Características botánicas

- TALLO

Cocos son pertenecientes a la familia Palme. Su número cromos6mico es de $2n=32$. Es una palmera monoica de troco 6nico, llega a medir de 20 a 25 metros de altura. El tallo es esbelto, crece derecho o torcido; en particular es ancho en la base, donde llega a tener un diámetro de aproximadamente 80 cm (Granado y L6pez, 2002).

En el extremo superior o ápice presenta un grupo de hojas, el punto de crecimiento que tiene la planta. La 6nica ramificaci6n del tallo es la inflorescencia.

- HOJAS

Las hojas se agrupan en el ápice formando un penacho. Los pecíolos son de 90 a 150 cm de largo, se presentan de forma que envuelven la estructura fibrosa al tallo. Las frondas de las hojas tienen una longitud de 1.8 a 6 m; con folios de 60 a 90 cm de largo (Granado y López, 2002).

- FLORES Y POLINIZACIÓN

En condiciones adecuadas, una palmera adulta gigante emite entre 12 a 14 hojas por año, a comparación de la palmera enana, que puede emitir 18 hojas en el mismo periodo.

Posee una inflorescencia paniculada, estas nacen de la parte superior conocida como la axila de las hojas, las cuales son protegidas por una bráctea llamada espata de hasta 70 cm de longitud. La época de floración es de noviembre a marzo y los frutos tardan en madurar de 3 o 4 meses. Las palmeras llegan a producir de 50 a 100 cocos en una temporada.

Es una planta monoica con flores masculinas y femeninas en una inflorescencia que se encuentra dentro de la bráctea o el espádice (Granado y López, 2002).

Figura 17

Inflorescencia.



Fuente: Granado, (2022).

- FRUTO

Fruto es una drupa de cáscara de tres capas, de 20 a 30 cm de diámetro, que llega a pesar de 2.5 kg. El endospermo o reserva alimenticia de la semilla, la cual está formada por una proporción carnosa o albuminosa y un jugo dulce, la que se denomina como carne y agua de coco (Granado y Lpoez, 2022).

Está formada por una cáscara externa de color amarillenta o verde dependiendo de su variedad, correosa y fibrosa, de 4 o 5 cm de espesor con forma de pelos adheridos al mesocarpio y otra más dura (endocarpio) la cual tiene tres orificios en disposición triangular.

La pulpa blanca es comestible en su cavidad, contiene un líquido azucarado mejor conocido como agua de coco y en cantidad aproximadamente de 300 gramos que se encuentra cerrado en el interior del fruto (Lizano, 2005).

Figura 18

Fruto de cocotero.



Fuente: Lizano, (2022).

- RAÍCES

Las raíces tienen la función de la fijación de la planta y de la absorción de agua. Las raíces terciarias se derivan de las secundarias, y son las verdaderas extractoras de nutrientes.

Las raíces se encuentran en una radio de aproximadamente dos metros del tronco, se encuentran una profundidad de 0.2 a 0.8 metros (Lizano, 2005).

2.1.4 Requerimiento de suelo y clima

- TEMPERATURA

Los cocoteros necesitan de clima cálido. Una temperatura en torno a los 27° C con variaciones de 5 a 7 °C.

- HUMEDAD RELATIVA

Los climas más favorables para los cocoteros son cálidos y húmedos. Cuando el nivel freático es muy poco profundo, de 1 a 3 m, aumenta la transpiración foliar, esto provocado por la baja humedad atmosférica (Lizano, 2005).

Figura 19

Ambiente de cocotero.



Fuente: Sánchez, (2022).

- SUELOS

Los suelos más aptos para el cultivo de los cocoteros son suelos con texturas livianas, de francos a arenosos, aluviales, profundos de más de un metro, que cuenta con una capacidad freática superficial de uno a dos metros de profundidad (Lizano, 2005).

2.2 Tipos de cocoteros

Los tipos de cocoteros se clasifican en tres tipos o grupos: gigantes, enanos e híbridos, y de estas diversas variedades.

- Gigantes estos son comercializados para la obtención, de aceite de coco, tiene un alto porcentaje de pulpa despedazada y seca. El agua tiene un sabor dulce.
- Enanos su agua tiene un gran sabor, por lo que se utiliza para la elaboración de bebidas. Una de las ventajas de este árbol es que llega a producir una gran cantidad de frutos.
- Híbridos estos nacen del cruce de los cocos gigantes y manos, sus frutos son medianos-grandes de muy buena calidad (Lizano, 2005).

- **Cocos enanos amarillos malayos**

Estos se encuentran en áreas tropicales, esta es una especie de coco híbrido la que tiene un rendimiento muy alto. Estos requieren de un tipo de suelo libre y drenado, también abundante mantillo orgánico en los alrededores.

Los cocos tiernos presentan un color verde pálido, sin embargo; una vez que maduran el tallo y los brotes; van adquiriendo un color amarillento, pálido y marrón (Lizano, 2005).

Figura 20

Coco enano amarillo malayo



Fuente: Lizano, (2005).

- **Enano de Fiyi**

Esta variedad produce una gran cantidad de frutos a pesar de su tamaño debido a que es muy bajo. Esta es una razón por la que las personas suelen plantarlo más, cabe resaltar que con el tiempo este árbol va adquiriendo altura hasta alcanzar el metro (Lizano, 2005).

Figura 21

Coco enano Fiyi.



Fuente: Lizano, (2005).

- **Malayo dorado**

Este tipo de cocos son de color marrón y bronce, cuando se encuentran completamente maduros, los frutos toman una tonalidad rojiza. Si estos están cultivados fuera de la región tropical, se debe asegurar que los árboles estén muy bien protegidos y en posición cálida (Lizano, 2005).

Figura 22

Malayo Dorado.



Fuente: Lizano, (2005).

También se adaptan en áreas con mantillo orgánico a lo largo de su entorno. Los frutos empiezan a aparecer desde una etapa muy temprana (Lizano, 2005).

- **Coco rey**

Figura 23

Coco Rey.



Fuente: Lizano, (2005).

El coco rey es más corto que otras variedades de palmeras, llega a crecer a una altura de 20 metros y llega a producir más de 20 nueces por cada racimo. Estas nueces tienen una estructura alargada y

ovalada. El tamaño del fruto es de 20 a 30 cm de largo aproximadamente y su piel presenta un color anaranjado vibrante (Lizano, 2005).

- **Cocos altos de la costa oeste**

Figura 24

Coco alto de la costa Oeste



Fuente: Lizano, 2005

Es conocida como la variedad de coco más alta, esta variedad puede crecer en todo tipo de suelos. Su crecimiento se puede desarrollar bien en arenas de litoral, así como en aquellos suelos que logren tolerar la humedad. Los frutos tardan de seis a siete años en dar frutos y llegan a dar entre ochenta y noventa nueces al año (Lizano, 2005).

- **Cocos Macapuno**

También conocido como coco Kopyor, esta es una variedad de coco enano y un tipo de árbol mutante. Al pertenecer a un tipo de árbol mutante, las características de este son diferentes como la pulpa (Lizano, 2005).

Figura 25

Coco Macapuno.



Fuente: Lizano, 2005

Esto generalmente sucede a una forma de crecimiento anormal en el endospermo, lo que provoca que con el tiempo se produzca un embrión desnutrido (Lizano, 2005).

- **Panamá alto**

Una de las características llamativas de esta especie es su parecido a una especie parecida al árbol alto de Jamaica.

Al madurar, estos árboles llegan alcanzar los 9 pies de altura y se desarrolla mejor en zonas de resistencia. Requieren de sol abundante y de humedad moderada (Lizano, 2005).

- **Coco Maypán**

Este árbol fue desarrollado en los noventa a través de un experimento. Los investigadores buscaban cocoteros con alta resistencia a la enfermedad del cocotero amarillento, debido a que este afectaba el crecimiento como el desarrollo de esta especie (Lizano, 2005).

Figura 26

Coco Mypán.



Fuente: Lizano, 2005

Estos árboles se caracterizan por tener una altura de 60 pies, requieren de abundante sol y sus requerimientos de humedad son mínimos (Lizano, 2005).

- **Coco VHC1**

Especie híbrida de la costa, este árbol es sumamente grande y muy fértil. Produce cocos en un tiempo de cuatro años.

Estos cocos son híbridos de la costa del este y Malayan es un árbol muy grande y fértil. Su producción de frutos es después de cuatro años y anualmente (Lizano, 2005).

- **Cocos de la costa este**

Mayormente conocido por una variedad muy alta, se caracteriza por crecer en todo tipo de suelos, se desarrolla bien en arenas de litoral. Estos cocos llegan a producir mucha agua y normalmente se utilizan para convertirlos en jugos (Lizano, 2005).

- **Tiptur alto**

Es conocido por sus frondas coriáceas que producen cocos de seis y doce pulgadas de largo. Su fruto tarda seis años aproximadamente, estos llegan a producir de setenta a ochenta cocos en una temporada (Lizano, 2005).

- **Naranja enano**

La vida de esta especie es de cuarenta años, tiene una altura de cinco metros. Los cocos presentan un color anaranjado, tardan de tres a cuatro años en madurar. Estos cocos son mayormente conocidos por su carne y su agua dulce (Lizano, 2005).

- **Enano verde**

Esta es una especie que produce de 60 a 70 coco al año. Su etapa de frutos es de tres a cuatro años y son mayormente conocidos por su drupa, la cual es de color verde oscuro. Esta variedad de coco enano es susceptible al marchitamiento de la raíz (Lizano, 2005).

2.3 Fibra de coco

El mesocarpio, más conocido como fibra de coco, es la parte más fibrosa de coco que se encuentra entre el endocarpio (cáscara) y el epicarpio (la parte exterior del coco). La fibra de coco es de aproximadamente 35 cm como máximo (Granado y López, 2022).

Las fibras del coco se suelen caracterizar por ser muy duras, imputrescible, lo que en la actualidad es extraído y explotado por la gran variedad de productos que se obtienen de su procesamiento.

La fibra de coco tiene celulosa y lignina. Debido a estas características, se podría utilizar para la elaboración de papel, ya que presenta un gran porcentaje de celulosa, 33%.

La fibra de coco tiene múltiples usos en diferentes hábitos como la agricultura, textil, automotriz, entre otras, gracias a sus propiedades (Granado y López, 2022).

En la actualidad, la fibra de coco pasa de ser un problema medioambiental a una nueva oportunidad para el medio ambiente.

El 85 % del peso del coco es considerando como basura, mientras que solo el 15 % es lo que se llega a consumir. Aproximadamente se llegan a generar más de 3 millones de toneladas de cáscara de coco, al año, la cual de forma natural tardaría aproximadamente 10 años en descomponerse.

Esta situación ha hecho que, más allá de ver esto como un problema ambiental, se vea desde otra perspectiva, esto se ve como una nueva oportunidad, que es lo que en su mayoría diferentes países hacen, aprovechando este recurso y aplicándolo a las industrias.

Las propiedades son una fibra dura, inerte, se basa en una descomposición que tardó alrededor de 10 años. Tienes lignina, lo que hace muy fuerte y flexible, así como también resistente a los microbios y al agua salada.

En la actualidad la fibra de coco es aplicada en diferentes industrias como la agricultura, ya que es un sustrato que mantiene entre la retención del agua y la aireación, también evita que aparezcan hongos en las raíces, así como también cede y absorbe calor con facilidad, se utiliza para evitar la erosión de los suelos, así como también acolchado para cultivos de huertas y jardinerías.

La fibra de coco también tiene presencia en la construcción por sus propiedades como la resistencia al fuego, es más resistente a condiciones climatológicas duras, no se deforma a las altas temperaturas. Se utiliza como aislante térmico y acústico, así como también como sustituto de los ladrillos. En la industria automotriz, la fibra de coco se emplea para sustituir los materiales derivados del petróleo, esto se aplica en su mayoría para los interiores. La fibra de coco en este caso se usa en combinación con otros materiales, esto para sustituir a las fibras de poliéster, mejora las propiedades de resistencia a los rayos solares, mejora la tracción, la flexibilidad, la dureza y la resistencia al fuego. La fibra en la industria textil se emplea para la fabricación de hilos, redes de pesca, sogas, alfombras y telas. De acuerdo con las investigaciones realizadas, encontramos que los usos de desecho son muchos y aplicados a diferentes áreas (Brahmakumar y Pavithran, 2005).

2.3.1 Uso de la fibra de coco

La fibra de coco suele utilizarse comúnmente en para relleno de muebles, tapizados y colchones. En el ámbito del proceso tecnológico, se produce para artículos como jarrones, placas, forrajes, sustractor, también se emplea para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

Los grupos de fibras que se obtienen son fibras largas para la industria de cepillos, estas son llamadas cerdas; las fibras cortas se usan como material de relleno y reciben el nombre de macetas.

- Las fibras cortas reciben el nombre de combings.
- El endocarpio, comúnmente llamado como hueso, se emplea como carbón vegetal o carbón activo.
- El endosperma o albumen es utilizado para la elaboración de aceite de coco
- El mesocarpio o comúnmente llamada fibra es empleada en tapicería, colchones, entre otros productos (Brahmakumar y Pavithran, 2005).

2.3.2 Propiedades de la fibra

La fibra de coco está, conformada en su mayor parte de polvo de coco, está formada por micro esponjas capilares que llegan, absorben y retienen hasta nueve veces su propio peso en agua. El sustrato tiene la característica de ser bien aireado y una vez seco la compactación de la fibra de coco es mínima.

2.3.3 Características de la fibra

La fibra de coco, o también conocida como cocopeat, es orgánica y renovable. De acuerdo a la investigación realizada durante este proyecto, se sabe que la fibra proviene del residuo de los frutos del cocotero y al final termina siendo muy ligero.

Los cocos verdes contienen más fibras blancas flexibles, mientras que la fibra marrón es aquella que proviene del coco.

La fibra es separada de la cáscara manualmente, esto a través de descortezamiento. En la actualidad se han desarrollado máquinas mecánicas que aplastan el fruto, llegan a aplastar alrededor de 2000 cocos por hora.

La fibra de coco es un material orgánico, sin embargo, su descomposición es muy lenta, esto debido a que contiene un alto contenido de lignina (45%), lo que quiere decir que es un material muy duro de descomponer (Larrazabal, 2019).

- ETAPAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN.

Desfibrado: las cáscaras del fruto del coco son seleccionadas de acuerdo a su maduración. Estas son sometidas a un proceso de desfibrado. En algunos casos se separan las fibras largas, esto para la industria textil

Lavado: se eliminan las sales mediante sucesivos lavados con agua de pH neutro.

Secado: el material se coloca sobre la superficie de cemento o piedra, donde se llegan a alcanzar temperaturas de 65 °C, esto con el fin de obtener un óptimo secado y desinfección del material.

Cribado: el material ya seco pasa por un proceso de cribado, esto con el objetivo de separar diferente granulometría y porcentaje de fibras, se procede al prensado de acuerdo al formato que se vaya a utilizar (Larrazabal, 2019).

- GRANULOMETRÍA DEL SUSTRATO

Los tamizados definen las partículas del sustrato. En la actualidad en el mercado existentes sustratos de, para distintos usos. También existen productos mezclados con diferentes composiciones.

Figura 27

Diferentes sustratos.



Fuente: Larrazabal (2019).

2.4 Importancia del aprovechamiento de los desechos de la fibra de coco

Actualmente, la fibra de coco tiene gran participación en el mercado debido a sus múltiples empleos, se ha investigado las cualidades, propiedades, características, beneficios y ventajas de este desecho y gracias a estas investigaciones la fibra de coco se usa en el sector agrícola hasta la automotriz.

Uso de la fibra de coco en la agricultura

- Excelente abono y mejorador del suelo
- Tiene buena retención de agua y aireación, se evita la aparición de enfermedades provocadas por los hongos y el exceso de humedad
- Tiene un PH estable y adecuado para la mayoría de los cultivos
- Absorbe y da calor con facilidad, esto ayuda al desarrollo de las raíces (Larrazabal, 2019).

Figura 28

Fibra de coco en la agricultura.



Fuente: Larrazabal, (2019)

Uso de la fibra de coco en la construcción

- Es resistente al fuego
- Es más resistente a condiciones climáticas
- No se deforma ni se agrieta a altas temperaturas
- Llega a ser más ligeras que otros materiales de la construcción.

Figura 29

Fibra de coco en la construcción.



Fuente: Larrazabal (2019).

Uso de la fibra de coco en la industria automotriz

En este caso, la fibra de coco se utilizaba para sustituir materiales derivados del petróleo, en particular de los interiores.

Otro caso es el uso de la fibra en combinación con otros materiales, esto con el fin de sustituir la fibra de poliéster y mejorará la resistencia a los rayos solares, a la tracción, flexibilidad, dureza (Larrazabal, 2019).

Figura 30

Fibra de coco en la industria automotriz.



Fuente: Larrazabal (2019).

Tabla 1

Características fibra de coco.

| Características de la fibra de coco |
|--|
| Alto contenido de lignina (45%) |
| Fibras largas |
| Resistencia a la humedad |
| Inodora |
| No produce hongos |
| No electroestática |
| No es atacada por roedores ni termitas |
| Difunde el vapor |
| Resistencia y durabilidad |

Fuente: propia del autor, (2023).

2.5. Taller Arte Papel Vista Hermosa, San Agustín Etna

El 29 de agosto de 1998 se inauguró el taller de arte papel vista hermosa. En la ex – hidroeléctrica “La Soledad”, un barrio de vista hermosa en San Agustín Etna, Oaxaca (Quadratín Oaxaca, 2018).

El Taller Arte de Vista Hermosa es un proyecto visionario iniciado por el maestro Francisco Toledo, cuyo objetivo principal fue crear un espacio dedicado a la elaboración y experimentación de papel artesanal. Este taller no solo se centra en la producción de papel artesanal, sino que también fomenta la creatividad y la colaboración con reconocidos artistas para desarrollar una variedad de productos únicos y de calidad.

Figura 31

Maestro Francisco Toledo.



Fuente: Franco, (2021)

Entre los productos elaborados con el papel artesanal del taller se encuentran joyería, libretas, etiquetas, cajas, bolsas, lámparas y papalotes. Cada uno de estos artículos refleja el compromiso con la artesanía y el arte, fusionando técnicas tradicionales con diseños contemporáneos.

Los productos del Taller Arte de Vista Hermosa están disponibles para la venta, y todas las ganancias obtenidas se reinvierten directamente en el taller. Esto no solo garantiza la sostenibilidad del proyecto, sino que también apoya la continua innovación y mejora del espacio y sus procesos. Además, el taller ofrece oportunidades de formación y empleo a la comunidad local, promoviendo el desarrollo económico y cultural de la región.

En el Taller Arte de Vista Hermosa se trabaja con una variedad de fibras naturales, como el algodón, pochote del Istmo, coyuche de la Costa y de la Mixteca. Estas materias primas son fundamentales para la elaboración del papel artesanal, que destaca por su calidad y características particulares de cada una de las fibras.

El taller también promueve una amplia gama de actividades, incluyendo cursos y exposiciones, que fomentan el aprendizaje, la creatividad y la apreciación del arte y la artesanía. Estas iniciativas no solo enriquecen la oferta cultural de la región, sino que también proporcionan valiosas oportunidades de capacitación y desarrollo para la comunidad.

En definitiva, el Taller Arte de Vista Hermosa es mucho más que un espacio de producción; es un centro de creatividad, colaboración y desarrollo comunitario, impulsado por la visión del maestro Francisco Toledo y su dedicación al arte y la cultura.

2.6 Documentación de la elaboración de la materia prima en EL CASA

El taller EL CASA (Centro de las Artes de San Agustín) tiene un enfoque único al trabajar con diferentes tipos de fibras para transformarlas en papel. Estas fibras pueden provenir de fuentes naturales como plantas, algodón, cáñamo o incluso fibras recicladas. Mediante un proceso cuidadoso de recolección, limpieza y preparación de las fibras, el taller logra obtener hojas de papel de alta calidad y características únicas.

La utilización de diversas fibras en la producción de papel brinda una amplia gama de posibilidades en términos de textura, color y resistencia. Cada tipo de fibra tiene sus propias propiedades y cualidades, lo que permite crear papeles con características específicas para diferentes usos. Por ejemplo, el papel de fibra de algodón puede ser suave y duradero, ideal para obras de arte y escritura, mientras que el papel de fibra de plantas puede tener una textura más rústica y ser utilizado en la fabricación de tarjetas, invitaciones o etiquetas.

Figura 32

Materia para elaboración de diferentes tipos de papel.



Fuente: Propia del autor (2023.)

Esta diversidad de fibras y la transformación en papel en el taller El CASA no solo resalta la importancia de la reutilización y el aprovechamiento de recursos naturales, sino que también promueve la creatividad y la experimentación en el campo de las artes y la producción de papel hecho a mano.

Figura 33

EL CASA



Fuente: Propia del autor (2023.)

La elaboración del papel de fibra en el Taller Arte de Vista Hermosa es un proceso artesanal que involucra una serie de pasos. Cada fase es importante para asegurar la calidad del papel final con base en técnicas tradicionales del CASA.

En el taller Arte de Vista Hermosa, se caracteriza por el uso de fibras naturales como el algodón, pochote del istmo, entre otras. En ocasiones es importante señalar el tipo de fibra que depende de estos factores se considera: la textura, resistencia o el color.

Limpieza y preparación de la fibra: es importante que la fibra sea limpiada adecuadamente. Este proceso ayuda a eliminar lo que no se necesita o cualquier material no deseado.

Se aplica la técnica de desfibrado en húmedo que consta de la cocción de la fibra, el tiempo de la cocción va a depender si es una fibra es corta o larga, para ayudar a desfibrarla se puede utilizar una máquina trituradora, posteriormente se utiliza la pila holandesa, esta se caracteriza por un cilindro con cuchillas al su alrededor, estas ayudan a un desfibrado mejor y seguro, esta máquina surgió en el siglo XVII (Universidad Complutense de Madrid, s.f). La pila holandesa funciona con abundante agua y la fibra, lo que resulta en una masa uniforme. Posteriormente, esta pulpa es vertida en tinas de gran tamaño con abundante agua, hasta formar una pulpa.

Figura 34

Pila Holandesa.



Fuente: Propia del autor, (2023).

Figura 35

Pulpa.



Fuente: Propia del autor (2023.)

Después de esto se utilizan batidores. Estos batidores se meten dentro de la tina, es importante que el agua se drene correctamente, posteriormente el bastidor es puesto sobre una lámina de zinc.

Los batidores que se utilizan en EL CASA se caracterizan por sus costillas horizontales y verticales, lo cual ayuda de cierta manera a un proceso más eficiente, los batidores son sumergidos dentro de la tina, recogiendo así una capa de pulpa. La pulpa en cada uno de los batidores determinará el grosor del papel. Después de sumergir el bastidor es importante el drenado, ya que dependiendo de este determina en una parte el tiempo de secado. Los batidores son colocados sobre láminas de zinc, los cuales actúan como una superficie de apoyo y también son responsables de la aceleración del secado, ya que estas láminas al ser expuestas al sol se calientan de manera más rápida, esto fue una idea originaria del taller, también se observó que dependiendo el soporte a utilizar como madera o tela es la textura de la hoja.

Figura 36

Hojas en láminas de zinc.



Fuente: Propia del autor, (2023)

Figura 37

Hoja con pétalos de bugambilias.



Fuente: Propia del autor, (2023).

CAPITULO III

DESARROLLO DEL CONCEPTUAL

La fibra de coco ha sido identificada como una opción para la laminación debido a sus propiedades únicas, como la alta resistencia, durabilidad y textura natural. Esta fibra es compatible con el proceso de laminación artesanal, siguiendo los principios establecidos por el método EL CASA.

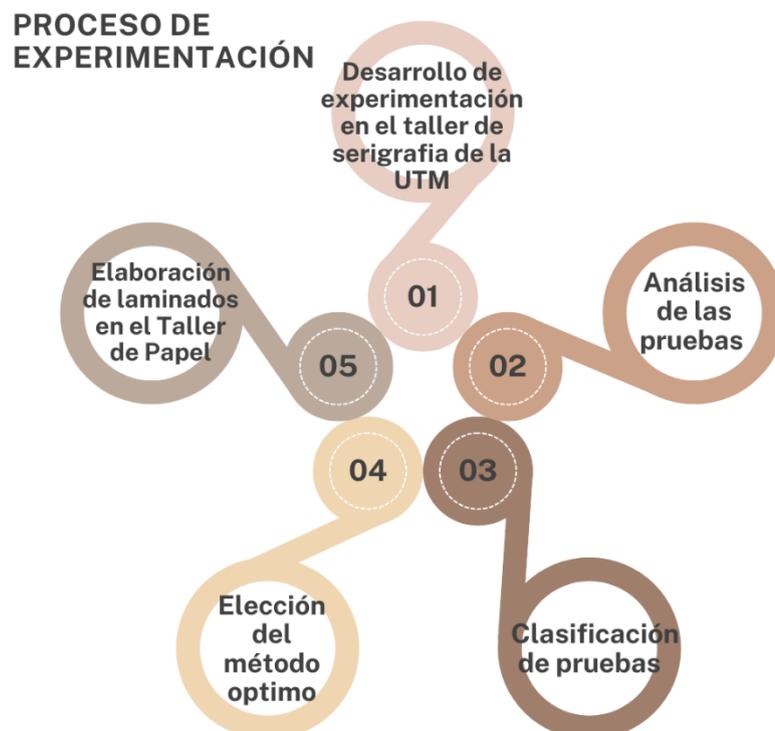
El uso de fibra de coco para la laminación, siguiendo los principios del método EL CASA, ofrece una manera sostenible y eficaz de crear laminado. Este proceso no solo utiliza un recurso natural abundante, sino que también sigue técnicas artesanales que combinan tradición e innovación para producir productos de alta calidad y respeto al medio ambiente.

3.1 Planificación y organización del experimento.

De acuerdo al diagrama realizado se muestra la planificación en 5 pasos los cuales son los siguientes:

Figura 38

Diagrama de proceso de experimentación.



Fuente: Propia del autor, (2023).

01. Desarrollo de experimentación en el taller de la UTM

En esta primera etapa, se desarrollarán una serie de pruebas experimentales en el taller de serigrafía de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Para ello se trabajó con el equipo de dicho taller, con el objetivo de desarrollar la mezcla idónea.

02. Análisis de pruebas

En esta segunda etapa, se analizarán todas las muestras realizadas, se observarán las características de cada una de ellas tomando como referencia las características del papel del EL CASA.

03. Clasificación de pruebas

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de las pruebas, se obtendrán la clasificación de las muestras para pasar a la siguiente etapa.

04. Elección del método óptimo

En esta etapa se opine la mezcla idónea, se realiza un diagrama con todas las especificaciones de dicha mezcla, para posteriormente poder replicarla.

05. Elaboración de laminados en el taller de papel

En esta última etapa se desarrollará el laminado con ayuda del diagrama realizado, con asesoramiento y equipo especializado para poder desarrollar de manera eficiente y satisfactoria el laminado seleccionado.

3.2 Requerimientos formales, estructurales y de usabilidad

Los requerimientos son variables cualitativas y cuantitativas esto deben cumplirse en la solución de diseño y estas son decididas por el diseñador (Rodríguez, 1985).

Con el fin de obtener laminados que cumplan con ciertas características que se mencionaran más adelante

Formales: Los requerimientos formales se enfocan principalmente en lo relacionado con la apariencia, el color, la textura del laminado.

Tabla 2

Tabla de requerimientos formales.

| Requerimientos de Diseño | | |
|---------------------------------|------------|---|
| Formales | Superficie | La superficie deberá contar con uniformidad, lo que significa que su superficie debe ser homogénea. No deberá contar con rasgaduras, orificios o imperfecciones, ya que estos defectos pueden afectar funcionalidad. |
| | Color | El color del laminado se mantendrá fiel al tono natural de la fibra, ya que se aplicará ningún tipo de tratamiento químico o tinte que modifique su apariencia natural. Esto también garantiza la textura y el aspecto visual del material, resaltando así sus características naturales. |
| | Textura | El laminado contara con una textura ligeramente rugosa, agradable al tacto, facilidad de manejo y manipulación del laminado. |

Fuente: Propia del autor, (2023).

Estructurales: estos se relacionan a los elementos que conforma el laminado, como la resistencia, la flexibilidad entre otras.

Tabla 3

Tabla de requerimientos estructurales.

| Requerimientos de Diseño | | |
|---------------------------------|--------------|---|
| Estructurales | Resistencia | El laminado deberá resistir al rasgado, asegurando que no se dañe fácilmente al entrar en contacto con objetos afilados o puntiagudos, para soportar el contacto sin romperse, manteniendo su funcionalidad y estética. |
| | Flexibilidad | Deberá ser flexible para permitir una manipulación, adaptarse a diferentes formas y necesidades. Contará con manejabilidad adecuada, lo que le permitirá doblarse o ajustarse sin perder su estructura ni comprometer su resistencia. |

| | | |
|--|------|---|
| | Peso | El peso de cada laminado será cuidadosamente equilibrado así se garantizará que sea manipulado con facilidad. |
|--|------|---|

Fuente: Propia del autor, (2023).

Usabilidad: esto se relaciona a la funcionalidad y el manejo del laminado. Se busca que el laminado sea manipulable y de fácil manejo.

Tabla 4

Tabla de requerimientos de usabilidad.

| Requerimientos de Diseño | | |
|--------------------------|--------------|---|
| usabilidad | Versatilidad | Deberá presentar versatilidad, permitiendo su adaptación a diversas aplicaciones y ajustándose a diferentes necesidades. Permitirá que se emplee en una variedad de contextos. |
| | Resistencia | El laminado deberá ser resistente a la humedad durante un periodo determinado, manteniendo su funcionalidad sin deteriorarse o someterse a ambientes con humedad. |
| | Acabado | El acabado del laminado garantiza estética, además sensación agradable al tacto. El laminado no solo cumplirá con su propósito práctico, sino que también aportará un valor estético. |
| | Durabilidad | La durabilidad del laminado será principal, para garantizar el uso contante, manteniendo la estructura del laminado. |

Fuente: Propia del autor, (2023).

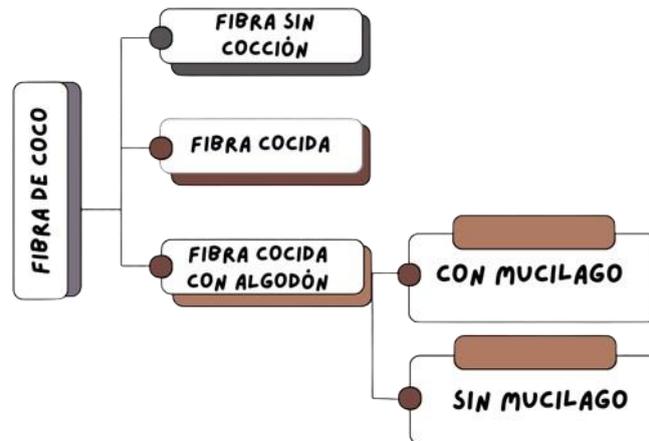
3.3 Proceso experimental del laminado

Para dar inicio a la fase experimental, se adquirió un coco muestra proveniente de la localidad de Bahías de Huatulco. En el taller de serigrafía de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, se llevó a cabo el proceso de limpieza para posteriormente dar inicio al procedimiento detallado que a continuación se muestra y se describe.

La experimentación con la fibra de coco abarcó diversas pruebas diseñadas para evaluar las propiedades y posibles aplicaciones en diferentes estados. Estas pruebas se llevaron a cabo de manera ordenada, dividiendo las pruebas en tres categorías principales: fibra sin cocción, fibra cocida y fibra cocida combinada con algodón; esta última se dividió en pruebas con mucilago y sin mucilago.

Figura 39

Categorías de experimentación.



Fuente: Elaboración propia, (2023).

En la siguiente imagen se presenta el diagrama del proceso llevado a cabo para la elaboración del laminado de fibra de coco. Este diagrama ilustra de manera clara y precisa cada una de las etapas implicadas en el procedimiento, desde la recolección de la fibra hasta la obtención del laminado final.

Este diagrama permite comprender de manera visual el flujo de trabajo y destaca los pasos críticos que deben ejecutarse con precisión para obtener un laminado de calidad.

Figura 40

Diagrama de proceso de experimentación.



Fuente: Elaboración propia (2023).

CAPITULO IV

FASE EXPERIMENTAL

4.1 Recolección y extracción de fibra de coco

Iniciamos la recolección de cocos en una sección verde de la playa de Santa Cruz, específicamente en un área donde las personas a menudo desechan sus residuos. Los cocos fueron obtenidos de esta zona y transportados con la ayuda de costales hasta el taller para garantizar un manejo eficiente y respetuoso del entorno.

Una vez que se obtuvieron los cocos, se dio inicio al proceso de desfibrado. Esta etapa se llevó a cabo mediante la aplicación de golpes y la humectación de los cocos, lo que facilitó la limpieza completa del material. Esta combinación de técnicas no solo asegura una extracción efectiva de la fibra de coco, sino que también contribuye a minimizar la presencia de impurezas y residuos.

Figura 41

Recolección de coco.



Fuente: Elaboración propia (2023).

A continuación, se muestran áreas en las que el coco es desechado. En la figura 57 se muestra un coco de color café, mientras que en la figura 58 se muestra un coco verde y fibra rojiza, lo que indica que recientemente fueron votados en la misma zona.

Figura 42

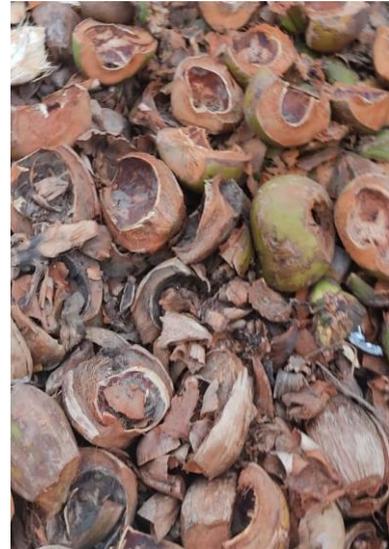
Coco seco



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 43

Coco verde.



Fuente: Elaboración propia (2023).

4.2 Limpiado y preparación de la fibra

La fibra de coco recolectada se somete a un proceso de limpieza para eliminar cualquier residuo, suciedad o impurezas. Inicialmente, la fibra de coco se somete a un riguroso proceso de limpieza con el objetivo de eliminar cualquier residuo, suciedad o impurezas que puedan estar presentes. Este proceso puede involucrar el uso de agua, donde se sumerge el coco para facilitar la separación del endocarpio (cáscara) y el exocarpio (piel exterior), dejando así únicamente el mesocarpio, que es la fibra deseada. Este método garantiza que la fibra de coco esté completamente limpia y lista para su uso en diversas aplicaciones, cumpliendo con los estándares de calidad requeridos.

Una vez realizados los pasos previamente y con la fibra debidamente preparada, se da inicio a las fases experimentales del proyecto. Estas fases tienen como objetivos evaluarlas las propiedades y el comportamiento de la fibra bajo distintas condiciones.

A continuación, se presentan las fases experimentales realizadas durante el desarrollo del proyecto, las cuales fueron fundamentales para evaluar las propiedades y el comportamiento del laminado de fibra de coco.

Es importante mencionar que dichas fases experimentales fueron ejecutadas una vez que se completaron los pasos previos de preparación del laminado, garantizando así la validez de los resultados obtenidos.

4.2.1 Fibra de coco sin cocción:

En esta primera serie de pruebas, se exploró el potencial de la fibra de coco en su estado natural, sin someterse a procesos de cocción. Se analizaron características como la flexibilidad y absorción de líquidos, así como la unión de fibras. Esta etapa permitió comprender las propiedades de la fibra de coco y cómo éstas podrían influir en su uso.

Tabla 5

Materiales que se utilizaron durante la primera fase.

| Materiales | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Agua (H₂O) | <ul style="list-style-type: none">• Tijeras |
| <ul style="list-style-type: none">• Fibra de coco | <ul style="list-style-type: none">• Bastidor de 17 cm de ancho x 20 cm largo |
| <ul style="list-style-type: none">• Recipiente hondo | <ul style="list-style-type: none">• Licuadora industrial (high performance commercial blender) |

Fuente: Propia del autor, (2023).

Nota. En la tabla se muestran los materiales que se utilizaron para la primera fase (2023).

Para iniciar este proceso experimental, se optó por humedecer la fibra de coco de 1 a 2 días, con el objetivo de facilitar su desfibrado. Para esta fase se tomó 100 g de fibra. Para llevar a cabo esta tarea, se utilizó una licuadora industrial, high performance commercial blender, la cual se consideró una herramienta eficaz para lograr triturar mejor la fibra.

Figura 44

Fibra remojada.



Fuente: Elaboración propia, (2023).

Figura 45

Corte de fibra



Fuente: Elaboración propia (2023).

Dada la longitud de la fibra de coco, se determinó cortar con unas tijeras figura 38, para facilitar la trituración. Este paso previo a la licuación se implementó estratégicamente para evitar que las fibras más largas se enredaran alrededor de las aspas de la licuadora, garantizando así un proceso de desfibrado más eficiente y uniforme, el proceso de moler la fibra duró alrededor de 15 segundos.

Figura 46

Corte de fibra



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 47

Licuación.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Para dar continuación en este proceso, se seleccionó un recipiente hondo. En este caso, se optó por una bandeja de plástico con un diámetro de 26 cm. En esta bandeja, se vertieron 2 litros de agua, acompañados por los 100 gramos de fibra previamente molida. La combinación de agua y fibra se llevó a cabo de manera minuciosa, para así poder tener una mezcla homogénea.

Más adelante, se introdujo un bastidor en la mezcla, con medida de 17 cm por 20 cm. Este bastidor se compone de dos piezas con un marco de madera y una maya de alambre como se muestra en la figura 40, permitiendo que el exceso de agua se drene durante unos segundos.

Figura 48

Drenado de fibra.



Figura 49

Drenado de fibra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fuente: Elaboración propia (2023).

Este paso es esencial para lograr la cohesión adecuada de la fibra y prepararla para la siguiente etapa del proceso. Posteriormente, el contenido del bastidor fue transferido a una tela o lámina de acero inoxidable, donde se inició el proceso de secado.

Cabe mencionar que el proceso del secado depende del clima, así como la superficie donde se coloque.

Cabe mencionar que el utilizar tela, lámina inoxidable o madera es una opción libre.

Figura 50

Batidos 17 x 20 cm.



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 34, se observa que, durante el proceso de drenado de la fibra de coco, se nota la separación de las fibras entre sí; el resultado obtenido no cumple completamente con las expectativas.

Esto podría indicar la necesidad de ajustar parámetros en el proceso, ya sea relacionado con la preparación de la fibra, para obtener resultados más consistentes y uniformes. Es importante identificar y abordar estos detalles para perfeccionar la calidad del producto final en las fases siguientes del proceso.

Figura 51

Fibra en cocción.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Tabla 6

Resultados primera fase.

| Mezcla | Pruebas | Caras erísticas |
|--------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | Fibra sin cocción + agua (H2O) | Eliminada |

Fuente: Propia del autor, (2023).

4.2.2 Fibra de coco cocida:

Tabla 7

Materiales que se utilizaron durante la segunda fase.

| Materiales | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Agua (H2O) | <ul style="list-style-type: none"> • Tijeras |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fibra de coco | <ul style="list-style-type: none"> • Bastidor de 17 cm de ancho x 20 cm largo |
| <ul style="list-style-type: none"> • Recipiente hondo | <ul style="list-style-type: none"> • Estufa eléctrica |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Bicarbonato de sodio (NaHCO₃) | <ul style="list-style-type: none"> • Licuadora industrial (high performance commercial blender) |
|--|--|

Fuente: Propia del autor, (2023).

Nota. En la segunda fase se agrega la estufa eléctrica y bicarbonato (2023).

La segunda fase de experimentación se desarrolló de la misma manera que la fase 1, sin embargo, en esta se involucró el tratamiento térmico de la fibra de coco. La duración de moler la fibra en esta ocasión fue de 20 segundos. La cocción tardó alrededor de 2 horas, en una estufa eléctrica. Se agregó dos cucharadas de bicarbonato, esto debido a que el bicarbonato de sodio ayuda a deshacer y suavizar las fibras. Este proceso de cocción tuvo como objetivo modificar las la fibra, explorando cómo podría mejorarse o transformarse para adaptarse al objetivo.

Se repitió la misma secuencia de pasos, y los resultados obtenidos en esta repetición fueron comparables a los de la fase uno. La observación mostró similitudes con el primer proceso.

Aunque se replicaron las condiciones y se siguieron los mismos procedimientos, persistieron las características observadas anteriormente. Las fibras mostraron una inclinación a unirse, pero a ser más manipulables, se evidenció nuevamente una interrupción en la continuidad de estas uniones, sugiriendo la presencia de factores que podrían influir en la cohesión de la fibra durante el drenado.

Este patrón de resultados refuerza la necesidad de una evaluación de los parámetros del proceso y señala la importancia de identificar posibles variables que puedan estar afectando la unión entre las fibras al realizar esta práctica. Este análisis permitió ajustes precisos para optimizar el proceso y alcanzar resultados más consistentes en las fases posteriores.

Figura 52

Fibra en cocción.



Fuente: Elaboración propia (2023).

4.2.3 Fibra de coco cocida con algodón:

Tabla 8

Resultados de la segunda fase.

| Mezcla | Pruebas | Características |
|--------|--|-----------------|
| 2 | Fibra cocida + agua (H ₂ O) | Eliminada |

Fuente: Propia del autor, (2023)

Tabla 9

Materiales que se utilizaron durante la tercera fase.

| Materiales | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Agua (H₂O) | <ul style="list-style-type: none">• Bastidor de 17 cm de ancho x 20 cm largo |
| <ul style="list-style-type: none">• Fibra de coco | <ul style="list-style-type: none">• Licuadora industrial (high performance commercial blender) |
| <ul style="list-style-type: none">• Recipiente hondo | <ul style="list-style-type: none">• Estufa eléctrica |
| <ul style="list-style-type: none">• Tijeras | <ul style="list-style-type: none">• Bicarbonato de sodio (NaHCO₃) |
| <ul style="list-style-type: none">• Algodón comercial | |

Fuente: Propia del autor, (2023).

La tercera serie de pruebas fue aún más importante, ya que se combinó la fibra de coco cocida con algodón comercial, previamente ya cocido, este tardó su cocción alrededor de 4 horas. Esto siguiendo los 2 primeros pasos, el proceso de molido en esta fase tardó 60 segundos aproximadamente. Esta combinación buscó aprovechar las características únicas de ambos materiales, creando una combinación que pudiera potenciar sus propiedades individuales, el algodón permitió una unión entre las fibras, lo que potencializó el resultado. Se evaluaron aspectos como la durabilidad, suavidad, y capacidad de absorción de esta mezcla, abriendo más posibilidades de aplicaciones.

Figura 53

Cocción del algodón



Fuente: Elaboración propia (2023).

A partir de la mezcla resultante, se extrajo una cantidad aproximada de 500 gramos. En cada lote de 500 gramos de fibra de coco con algodón, se incorporaron con cuatro litros de agua. El proceso de hidratación no solo garantizó una distribución uniforme de los componentes, sino que también propició la formación de una pasta más densa y consistente.

Figura 54

Fibra con algodón.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 55

Peso de fibra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

El procedimiento se desarrolló de manera similar a las dos fases anteriores; sin embargo. En esta ocasión, se observaron cambios significativos, ya que las fibras mantuvieron una mayor cohesión.

Figura 56

Agua y fibra



Fuente: Elaboración propia, (2023)

Figura 57

Introducción del bastidor



Fuente: Elaboración propia (2023)

En la figura 51, se aprecia claramente una mezcla más homogénea, destacándose por una textura completamente diferente en comparación con las etapas anteriores. La uniformidad en la disposición de los componentes es evidente, y la textura resultante se distingue notablemente

Figura 58

Drenado del agua



Fuente: Elaboración propia, (2023).

Las imágenes a continuación ilustran detalladamente el proceso de extracción y drenado de la fibra de coco.

Figura 59

Soporte para drenado



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 60

Soporte para drenado



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la siguiente fase, se coloca la fibra sobre una lámina utilizando un bastidor y, con la ayuda de una esponja, se elimina cuidadosamente el exceso de agua. Una vez completado este proceso, se deja que la fibra se seque al aire libre.

Figura 61

Fibra en cocción



Fuente: Elaboración propia, (2023).

Figura 62

Fibra en cocción



Fuente: Elaboración propia (2023).

Como consecuencia directa de este proceso, las hojas resultantes presentaron notables modificaciones. En particular, se evidenció un ligero aumento en el grosor de las hojas, y su textura se manifestó con un tacto más rugoso. Estas características específicas, producto de la relación entre la fibra y el algodón, contribuyeron a dotar al producto final de una calidad al tacto distintiva y visualmente apreciable.

Esta fase del proceso no solo cumple con los criterios establecidos, sino que también mejora notablemente las propiedades estéticas y funcionales del material obtenido. Como resultado, se decidió realizar pruebas adicionales, donde se incorporó mucílago de sábila en algunas muestras y en otras se realizó un proceso de molienda más extenso.

Figura 63

Licuefacción.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 64

Mucílago de sábila.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 65

Prueba con mucílago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 66

Fibra en cocción



Fuente: Elaboración propia (2023).

4.3. Prueba de fibra de coco con algodón 01

Figura 67

Prueba sin mucilago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Características

En esta prueba, se observan características favorables en las hojas de fibra de coco: muestran una textura más gruesa, con fibras más visibles. Sin embargo, no son resistentes a los dobleces, ya que tienden a quebrarse, y presentan una textura rugosa al tacto. Estas observaciones se obtuvieron en pruebas donde no se utilizó mucílago y el proceso de molido se mantuvo en 60 segundos.

➤ Prueba de fibra de coco sin algodón 01

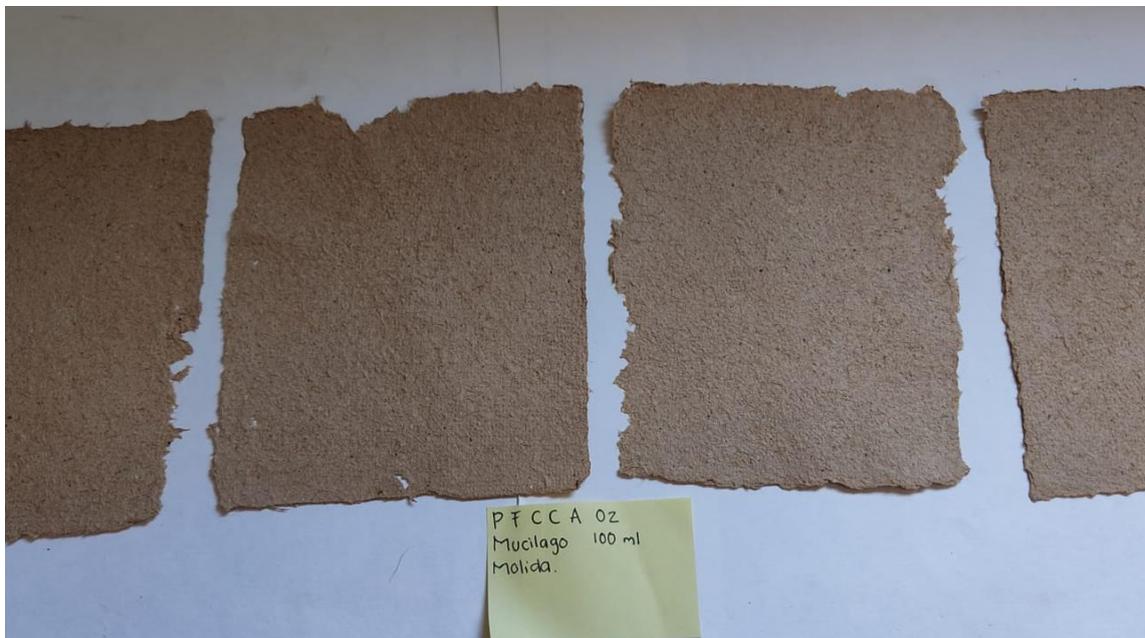
Prueba sin mucilago

- Grosor tipo cartón
- No es flexible
- Textura rugosa con relieves
- Poca uniformidad

4.4 Prueba de fibra de coco con algodón 02

Figura 68

Prueba con mucilago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Características

En esta fase, se observan características más favorables en las hojas de fibra de coco: la textura es menos rugosa, las fibras ya no son visibles y la hoja es resistente a los dobleces. Además, se percibe un tacto más agradable y firme. Estos resultados se obtuvieron en pruebas donde se añadieron 100 mililitros de mucílago de sábila y se aumentó el tiempo de molido en 10 segundos con respecto al proceso anterior.

➤ Prueba de fibra de coco sin algodón 02

- Grosor tipo papel
- Poco flexible, soporta al ser doblada
- Textura menos rugosa,
- uniformidad

4.5 Prueba de fibra de coco con algodón 03

Figura 69

Prueba con 200 ml de mucilago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Características

En este caso, las hojas muestran cualidades favorables, como una textura menos rugosa y fibras más finas. Aunque son resistentes a los dobleces, tienden a quebrarse. Se aplicaron 200 ml de mucílago de sábila y no se llevó a cabo el proceso de molido. Estos resultados sugieren que la adición de una mayor

cantidad de mucílago de sábila puede mejorar la textura de las hojas, pero también puede aumentar su fragilidad.

➤ **Prueba de fibra de coco sin algodón 03**

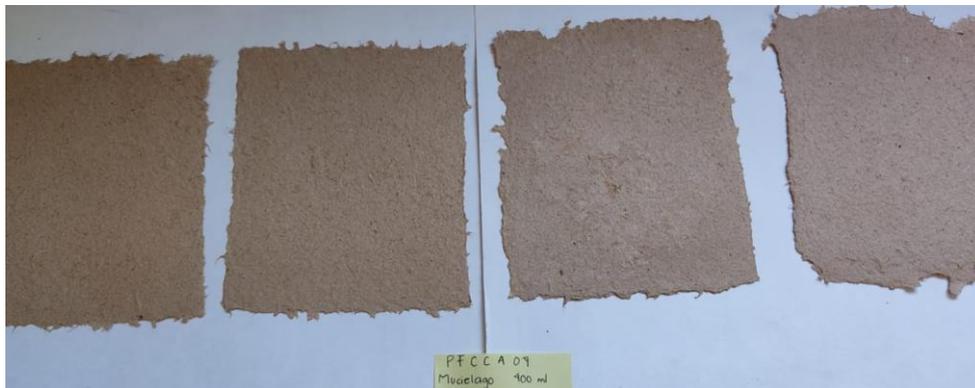
- Grosor tipo cartulina
- Poco flexible.
- Textura menos rugosa

4.6 Prueba de fibra de coco con algodón 04

Pruebas al papel

Figura 70

Prueba con 400 ml de mucilago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Características

En este caso, al igual que en los dos anteriores, los resultados muestran similitudes. Sin embargo, hay una diferencia notable en cuanto a la resistencia a los dobleces. Con la adición de 400 mililitros de mucílago de sábila, los dobles en la hoja son más pronunciados y se observa que se quebró con mayor facilidad.

➤ **Prueba de fibra de coco sin algodón 04**

- Grosor tipo cartulina
- Flexible
- Textura lisa

4.7 Prueba de fibra de coco con algodón 05

Figura 71

Prueba sin mucilago.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Características

En este caso, no se agregó mucílago. Los resultados obtenidos en esta fase fueron casi similares a los de las tres anteriores, con la diferencia notable en la resistencia a los dobles. A diferencia de las fases anteriores, los dobles en esta fase eran más limpios y no mostraban un agrietamiento tan marcado.

Tras realizar las pruebas experimentales, se pudo observar que la tercera fase experimental se destacó como la más idónea, cumpliendo con las características necesarias para alcanzar el objetivo establecido. En cuanto al agregado de mucílago, se evidenció que con 100 mililitros no se vio afectado, a diferencia de agregar más cantidad, lo que demostró que la tercera fase sin mucílago resultó ser la mejor opción. Este hallazgo resalta la importancia de encontrar el equilibrio adecuado en la formulación para obtener el resultado óptimo en términos de resistencia y calidad del papel de fibra de coco.

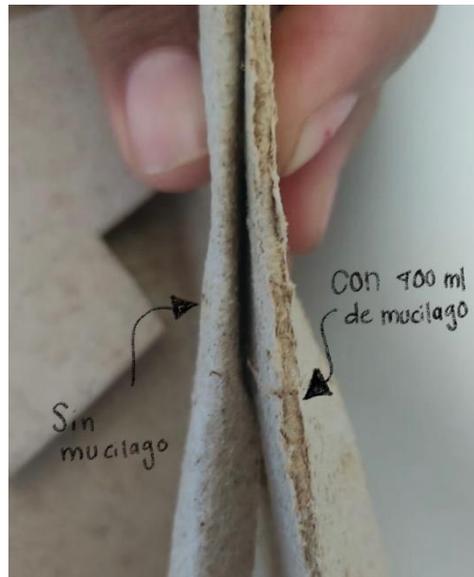
➤ **Prueba de fibra de coco sin algodón 05**

- Grosor tipo cartulina

- Flexible
- Textura lisa

Figura 72

Comparación de hojas.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Considerando los resultados obtenidos en esta fase, se optó por buscar una colaboración a través del taller de San Agustín Etla. Como se había mencionado anteriormente, este taller es un espacio especializado en la creación de laminado artesanal, lo que implica que cuenta con el equipo apropiado para manejar volúmenes significativos tanto de laminado como de fibra.

4.8 Resultados

Tabla 10

Resultados de la tercera fase.

| Mezcla | Pruebas | Resultados |
|--------|---|------------|
| 1 | Fibra sin cocción + agua (H ₂ O) | Eliminada |
| 2 | Fibra cocida + agua (H ₂ O) | Eliminada |

Fuente: Propia del autor, (2023).

Tabla 11*Resultados finales.*

| Mezcla | Pruebas | Composición | Resultados |
|---------------|----------------|---|-------------------|
| 1 | PFCCA01 | Fibra cocida con bicarbonato (14 g), algodón 6-9 g entera poco tiempo procesada | No aprobada |
| 2 | PFCCA02 | Fibra cocida con bicarbonato (14 g), algodón 6-9g con mucilago de sábila 100 ml, mayor tiempo procesada | Aceptada* |
| 3 | PFCC03 | Fibra cocida con bicarbonato (14 g), algodón 6-9g con mucilago de sábila 200 ml, mayor tiempo procesada | Aceptada* |
| 4 | PFCCA04 | Fibra cocida con bicarbonato (14 g), algodón 6-9g con mucilago de sábila 400 ml, mayor tiempo procesada | Aceptada* |
| 5 | PFCCA05 | Fibra cocida con bicarbonato (14 g), algodón 6-9 g, mayor tiempo procesada | Idónea |

Fuente: Propia del autor, (2023).

CAPITULO V

LAMINADOS

5.1 Elaboración del laminado

La elección de colaborar con el taller Artesanal de San Agustín Etna no solo se basa en su capacidad técnica, sino también en su experiencia en la producción de laminado artesanal. Esta asociación estratégica se presenta como un paso crucial para llevar a cabo eficientemente el proceso, asegurando la calidad y consistencia del producto final.

En el capítulo IV se llevó a cabo la fase experimental del proyecto, la cual sigue a los puntos 4.1 y 4.2, previamente desarrollados. Teniendo en cuenta los puntos ya mencionados, retomamos el punto 5.1.2 y así sucesivamente para el desarrollo final del laminado.

5.1.2 Desfibrado y trituración

La fibra de coco se desfibró y trituró en partículas más pequeñas. Esto se logró utilizando máquinas desfibradoras o trituradoras que rompen las fibras en fragmentos más manejables.

En este caso se utilizó un molino picador INGAR, con el propósito de haber sido picada, se sometió a la cocción con el fin de asegurar un resultado más óptimo de trituración.

Figura 73

Molino Picadora INGAR



Fuente: Elaboración propia (2023).

5.1.3 Cocinado

La cocción es la que permite que las fibras se amarren y al mismo tiempo esta se hidrate y mejore la resistencia del papel.

La fibra de coco, dado que es una fibra larga, su cocción es más tardada y llega a coserse aproximadamente en dos días. Como ha mencionado previamente, la fase de la cocción refuerza el proceso de picado, lo cual resulta fundamental para la aplicación de cada uno de estos procedimientos.

Figura 74

Cocción de la fibra de coco.



Fuente: Elaboración propia (2023).

5.1.4 Pila holandesa.

La pila holandesa se encarga de transformar la fibra en pasta a pulpa, representa una licuadora gigante, son 40 litros de agua por 3 kg de fibra por cada molienda, es importante destacar que por esta razón se eligió San Agustín Etla debido a que es una región donde no se carece de agua, pero al mismo tiempo se lleve un proceso de reciclado.

Permite que el agua pase a un filtro que posteriormente lo reintegra a la red municipal para el uso humano, ya que este proceso no contamina.

En las imágenes 74 y 75 se observa el interior y el exterior de la pila holandesa.

Figura 75

Pila holandesa.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 76

Residuos de fibra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

5.2 Formación del laminado

La fibra de coco tratada se mezcla con agua para formar una suspensión acuosa. Esta se combina con el algodón previamente ya cocido e hidratado por un costal de fibra de coco. Se utilizó alrededor de media cubeta de algodón con agua, lo que representó 2 kg.

Ambas fibras se mezclan uniformemente hasta lograr el resultado de la figura 65.

Figura 77

Fibra de coco y algodón.



Figura 78

Algodón cocido.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fuente: Elaboración propia (2023).

Posteriormente, se vierte la fibra a un contenedor de acero inoxidable, como se muestra en la figura 78, se agrega agua y se mezcla con las manos hasta que la fibra esté totalmente dispersa en el contenedor.

Figura 79

Fibra de coco con agua.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Es importante que revolver muy bien para poder obtener un resultado más preciso a la hora de realizar la introducción de bastidor.

Figura 80

Preparación de la mezcla



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 81

Mezcla del agua y la fibra



Fuente: Elaboración propia

En la figura 81, se muestra la introducción del bastidor, al momento de introducirse se realiza una cruz (2023) para que la fibra pueda esparcirse de forma uniforme por todo el bastidor.

Figura 82

Introducción del bastidor



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 83

El bastidor es cubierto en su totalidad



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 84, se ilustra el momento crucial de retirar el bastidor, destacando la importancia de hacerlo con precisión y firmeza. Esto es esencial para evitar que la fibra se acumule de manera desigual debido al movimiento del agua. La retirada del bastidor debe realizarse con cuidado para garantizar una distribución uniforme de la fibra en el proceso de secado. Este paso contribuye significativamente a mantener la consistencia y la calidad del producto final.

Figura 84

Es extraído con cuidado y fuerza.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Después de retirar el bastidor, es importante permitir el drenado del exceso de agua, esto toma alrededor de unos segundos, con el objetivo de facilitar la colocación sobre la lámina.

Figura 85

El bastidor es extraído con cuidado y fuerza.



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 86, se puede observar la importancia del drenado, para facilitar la colocación de la hoja, como se muestra en la figura 87. Con ayuda de una persona, se coloca el bastidor cuidadosamente a un costado de la lámina.

Figura 86

Drenado



Figura 87

Con ayuda se procede a colocar el Bastidor.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fuente: Elaboración propia (2023).

Posteriormente, el bastidor el bastidor, se posiciona sobre su superficie, tal como se evidencia en la figura 88 y 89, se puede observar el bastidor volteado en su totalidad, se presionó suavemente y se retiró.

El bastidor utilizado es de estilo europeo cuenta de dos partes, el marco se encarga de dar formato y tamaño, mientras que la segunda se muestra como un colador retiene la pulpa y drena el agua, gracias a sus costillas horizontales y verticales que se encuentran unidas a la maya brinda un mayor soporte, gracias a esto se elimina la necesidad de utilizar una esponja para la extracción, lo que simplifica y agiliza el proceso. El bastidor cuenta con 52 cm de largo y x 42 de ancho.

Figura 88

El bastidor se coloca sobre la maya de acero inoxidable.



Figura 89

Se hace presión para que terminen de drenar el agua.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se retira el bastidor y es así como se obtiene la primera hoja de fibra de coco con dimensiones de 50 por 40 cm.

Figura 90

Primera hoja



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 91 se ilustra que después de cada elaboración de hoja se colocó un trozo de fieltro que cumplirá con la tarea de absorber el agua restante.

Figura 91

Hojas apiladas.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 92

Hoja sobre lamina de zinc de acero inoxidable.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 93

Textura de hoja húmeda.



Fuente: Elaboración propia (2023).

5.2.1 Prensado y secado

Al finalizar la elaboración de las hojas, estas fueron apiladas y posteriormente se colocaron en una prensa hidráulica, esta prensa ayuda a facilitar el tiempo en secado. Otras de las características de secado son al aire libre, como ya se había mencionado, pues el clima es factor indispensable para esta fase.

Figura 94

Prensa hidráulica



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 95

Laminados de fibra de coco seca.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 96

Laminados de fibra de coco.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Finalmente se obtuvieron 28 laminados con dimensiones de 50 cm de largo por 40 cm de ancho.

5.3 Pruebas realizadas

después de obtener los laminados, se realizaron pruebas

➤ **Humedad**

Para llevar a cabo esta prueba, se sumergió un laminado entero en un recipiente con agua durante 30 minutos. Se observó que mantenía su resistencia en totalidad.

Luego, se amplió el tiempo de inmersión a 1 hora, donde, además de conservar su resistencia, el material adquirió un poco de flexibilidad.

Ante estos resultados, se decidió prolongar la prueba a 6 horas inmersión. En esta última fase, el laminado siguió mostrando resistencia, mientras que su maleabilidad aumentó significativamente, permitiendo una manipulación más sencilla y adaptable.

Figura 97

Laminado en recipiente con agua.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Podemos concluir que el laminado presenta una alta resistencia a la humedad, manteniendo su estructura incluso a largos periodos en exposición con la humedad, se demostró conservar su forma original, sin descomponerse, lo que garantiza su durabilidad en entornos con altos niveles de humedad.

Esta característica lo hace ideal para las posibles aplicaciones donde la resistencia a la humedad y a la facilidad de manejo para llevar a cabo su desempeño en diversas condiciones.

➤ **Maleabilidad Molde**

En esta prueba, se decidió utilizar el laminado que había sido sometido a 6 horas de humectación, con el fin de evaluar las capacidades de adaptación a ciertas formas específicas. El laminado fue colocado en el molde de yeso, como se muestra en la imagen, aprovechando así su maleabilidad mejorada debido a la absorción de agua.

Figura 98

Molde de yeso.



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura se muestra cómo el laminado logró adaptarse completamente a la forma del molde, manteniendo la estructura deseada, el laminado pudo moldearse sin presentar fracturas. Este proceso demuestra la capacidad del laminado para tomar formas nuevas, lo que amplía más su potencial.

Figura 99

Laminado húmedo colocado sobre el molde.



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 100 se muestra la pieza desmoldeada y en la figura 101 se aprecia la pieza volteada.

Figura 100

Extracción del molde.



Figura 101

Parte inferior del contenedor.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Sumando el potencial de la nueva pieza, se hizo la prueba de introducir una pieza de acero inoxidable con un peso de 6 kilos. Se observó que la pieza resistió sin problemas el peso, sin llegar a deformarse o presentar algunas fracturas durante la prueba.

Figura 102

Sometiendo el laminado a determinado peso



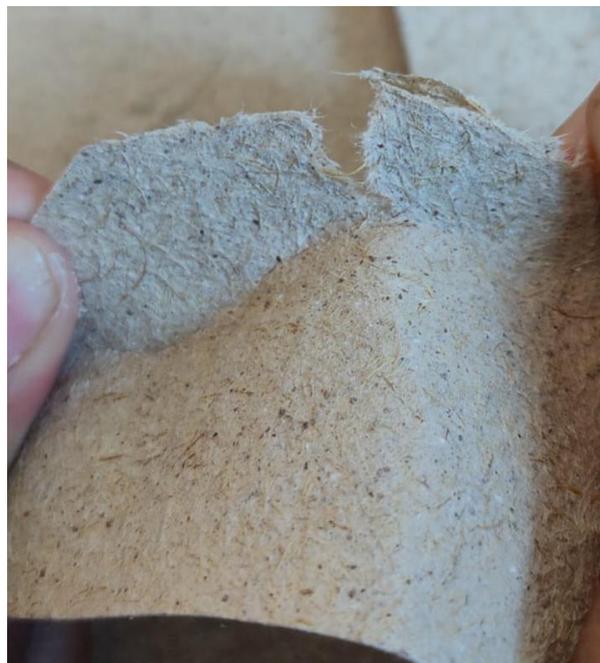
Fuente: Elaboración propia (2023).

➤ **Rasgado**

Se llevó a cabo la prueba de rasgado, el objetivo fue evaluar la resistencia del laminado ante la aplicación de fuerza para su ruptura. Se observó que el material no llega a romperse con facilidad, a diferencia de una hoja de papel bond, debido a la estructura de las fibras entrelazadas que actúan como refuerzo, proporcionando una mayor resistencia al rasgado.

Figura 103

Laminado rasgando.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Sin embargo, al aplicar una fuerza muy fuerte, el laminado terminó cediendo y rasgándose, lo que se traduce que, si bien posee la estructura y resistencia, tiene un límite de tensión que puede ser superado con un esfuerzo considerable.

➤ **Flexibilidad**

Otra prueba que se realizó fue la flexibilidad, a lo que esto corresponde a que el laminado se le aplicó múltiples dobleces. Se observó que el laminado soportó los dobleces sin fractura o desprendimiento de fibra.

Para demostrar su flexibilidad, se realizó una figura en forma de corazón utilizando la técnica de papiroflexia, esta es una técnica que se basa en crear figuras a través de doblar el papel.

Figura 104
Hojas de fibra de coco



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 105 se muestra el laminado desplegado de la figura del corazón, se observa que el laminado se mantuvo intacto.

Figura 105
Hojas de fibra de coco



Fuente: Elaboración propia (2023)

5.4 Mesa creativa

El desarrollo de la mesa creativa se originó a partir de la colaboración de un grupo de jóvenes ingenieros en Diseño. Este equipo desarrolló un proceso creativo utilizando el método de la "lluvia de ideas" como punto de partida. Este enfoque permitió que cada miembro del grupo expresara libremente sus pensamientos e ideas, fomentando así los enfoques y perspectivas. La duración de esta mesa creativa duró una semana.

Previamente, se mostró el laminado terminado, se realizó una breve explicación acerca de todo el proceso de desarrollo del laminado, observaron el color, la textura y la resistencia, así como también sus potenciales, en la siguiente tabla se especifica las actividades que se realizaron detalladamente en cada uno de los días que dura la mesa creativa.

Tabla 12

Actividades de la mesa creativa.

| Días | Actividades | Observaciones |
|-------------|---------------------------|--|
| 1 | Charla | <p>El día uno se inició con presentación de los integrantes de mesa creativa, se realizó la plática acerca del proyecto donde se expuso el desarrollo del proyecto contando las ideas principales, la fase experimental hasta llegar a los resultados deseados.</p> <p>Los integrantes se mostraron muy entusiasmados, mostraron interés, también realizaron preguntas de acuerdo al ir hablando del desarrollo del proyecto.</p> <p>También fue preciso dejar en claro el respeto de acuerdo a las opiniones e ideas de los integrantes, para desarrollar un ambiente armónico, agradable y entendible para desarrollo y aclaramiento de las opiniones e ideas de cada miembro de la mesa creativa.</p> |
| 2 | Presentación del laminado | <p>Para el segundo día, se presentó el laminado, los integrantes pudieron observar las características, como texturas, color, resistencia. Los integrantes se interesaron aún más, surgieron nuevas preguntas, del desarrollo, se generaron ideas y opiniones inmediatas, se inició un debate acerca del enfoque principal, así como de sus múltiples usos del laminado,</p> |

| | | |
|---|---------------------------|--|
| | | debido a la manipulación contrastante con el laminado. Este resultó ser sumamente importante, se habló acerca del desarrollo para el registro de las actividades para poder llevar de una manera eficiente y ordenada a través de técnicas creativas. |
| 3 | Lluvia de ideas | <p>La lluvia de ideas fue una actividad muy enriquecedora, después de mostrar el laminado, las ideas fueron muy claras. Se generó una variada gama de conceptos relacionados con la creación de objetos innovadores utilizando el material disponible. Las ideas del equipo se fusionaron para explorar las posibilidades que podrían surgir a partir de este recurso, desencadenando discusiones animadas y debates constructivos sobre las mejores formas de aprovechar al máximo el potencial del material como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Embalajes. • Contenedores. • Folders • Ganchos • Separadores • Moldes • Protector térmico • Para impresiones. • Canastas, entre otras. |
| 4 | Técnica de seis sombreros | <p>En el cuarto día, se realizó la técnica de los seis sombreros, la cual resultó sumamente interesante, las ideas fueron más ordenadas, lo que a cada uno de los temas de los cuales se hablaron: arte, ecología, alimentos, textiles y por último moldes.</p> <p>Cada uno de los integrantes expuso las ideas respecto a cada uno de los temas, lo que resultó en debates, argumentos e ideas respecto a un sinnúmero de aplicaciones para el laminado.</p> |

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| 5 | Conclusión de la mesa redonda. | Al llegar a la conclusión de la mesa creativa, se reflexionaron las ideas abordadas, se realizó un orden y clasificación con mayor detalle de las ideas más accesibles. |
|---|--------------------------------|---|

Fuente: Propia del autor, (2023).

Figura 106

Primera reunión.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Las opiniones divergentes y las diferentes experiencias de cada participante enriquecieron el proceso creativo, llevando a la identificación de algunas soluciones únicas y originales. Se exploraron diversas áreas de aplicación, desde el diseño de mobiliario hasta la creación de objetos artísticos y funcionales. La mesa creativa se convirtió en un espacio donde la imaginación fluía libremente, y cada idea, por más inusual que fuera, se consideraba valiosa.

En resumen, la mesa creativa no solo es el resultado de la habilidad técnica de un grupo de jóvenes Ingenieros en Diseño, sino también una prueba del proceso colaborativo y creativo que tuvo lugar, destacando la importancia de la diversidad de ideas y la exploración conjunta de posibilidades.

Además de generar nuevas ideas, la mesa creativa también sirvió para reforzar conceptos previamente establecidos, validando algunas propuestas iniciales y permitiendo identificar puntos de mejora.

5.5 Sugerencias de aplicaciones de diseño

A partir de las pruebas realizadas y con las opiniones y análisis de la mesa creativa, se identificaron diversas aplicaciones para el laminado. El proceso de evaluación permitió determinar sus propiedades, como su resistencia, flexibilidad y la adaptación.

Asimismo, se pudo observar el enfoque de aplicación en sectores específicos, explorando las alternativas para aprovechar al máximo sus características.

Se presenta alguna aplicación con el laminado que a continuación se describe y se presenta tomando en cuenta las opiniones de la mesa creativa.

Se optó por desarrollar 5 sugerencias a partir de la mesa creativa fue elaborada y evaluada tomando como base las opiniones comentadas del equipo, lo que aportó diversidad de perspectiva y enriqueció el proceso de diseño. A lo largo de estas propuestas, se destacó constantemente la versatilidad del laminado, permitiendo confirmar que es un material apto para múltiples usos con una amplia gama de posibilidades en su implementación.

➤ Protector térmico

La primera propuesta presentada a continuación consiste en un protector térmico para bebidas calientes. Para este proyecto, se estableció contacto con la cafetería *POSDATA*, ubicada en Carranza # 5, Centro, Huajuapán de León. Esta cafetería, reconocida por su uso de protectores reciclados, manifestó interés en explorar alternativas que aporten mayor valor a su establecimiento, manteniendo su enfoque en la sostenibilidad.

Esta sugerencia de aplicación cumple con dos necesidades fundamentales: por un lado, responde al objetivo de la cafetería de emplear materiales reciclados, por otro lado, funciona eficientemente como protector térmico gracias al grosor del laminado, el cual proporciona un adecuado aislamiento al calor.

En las imágenes presentadas se puede observar el estampado característico de la cafetería, realizado con un grabado de sello en tinta color azul. Los detalles del diseño se aprecian con gran precisión, lo que demuestra la capacidad del laminado para la impresión y su notable absorción de tinta.

Figura 107

Protector térmico para café.



Figura 108

Protector térmico con logotipo de la cafetería.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Fuente: Elaboración propia (2023).

En las imágenes presentadas se puede observar el estampado característico de la cafetería, realizado con un grabado de sello en tinta color azul. Los detalles del diseño se aprecian con gran precisión, lo que demuestra la capacidad del laminado para la impresión y su notable absorción de tinta. Estas características resaltan las cualidades del laminado en términos de funcionalidad y de estética.

➤ **xilografía**

En el taller de serigrafía de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, se realizaron diversas propuestas utilizando la técnica de xilografía, una técnica de grabado en relieve que permite estampar diseños en diferentes superficies. Para ello, se utilizaron 5 diseños tallados en placas de linóleo, los cuales pertenecen al taller y fueron elaboradas previamente por exalumnos de la institución.

Estas placas fueron seleccionadas por su valor artístico, ya que reflejan la calidad del trabajo desarrollado en el taller. Durante el proceso, los diseños fueron aplicados sobre los laminados utilizando dos tintas: roja y negra. También se utilizó el tórculo, herramienta que garantiza los resultados.

La técnica de xilografía se ejecutó tanto en condiciones de laminado seco como húmedo, lo cual permitió observar las variaciones de la calidad de la impresión y la adhesión de la tinta.

Figura 109

Tallado en linóleo



Fuente: Elaboración propia (2023).

En las siguientes imágenes se presentan las características distintivas de cada uno de los diseños, permitiendo una comparación visual entre la aplicación de la técnica en seco y en húmedo.

Estas imágenes permiten apreciar cómo varía la intensidad y definición de la tinta según el estado del laminado en el momento de la impresión.

En la imagen 110, muestra el resultado de la técnica en seco, destacándose por la claridad y presión de los trazos. La aplicación en seco garantiza definición y uniformidad en la tinta.

Por otro lado, la imagen 111 presenta la técnica en húmedo, donde se aprecia una notable saturación y profundidad del color. Esta técnica resalta aún más los detalles, con un contraste visual más marcado.

Figura 110

Ojo tinta negra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 112

Cebra, tinta negra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 111

Ojo, combinación de dos tintas.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 113

Cebra, tinta roja en laminado húmedo.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 114

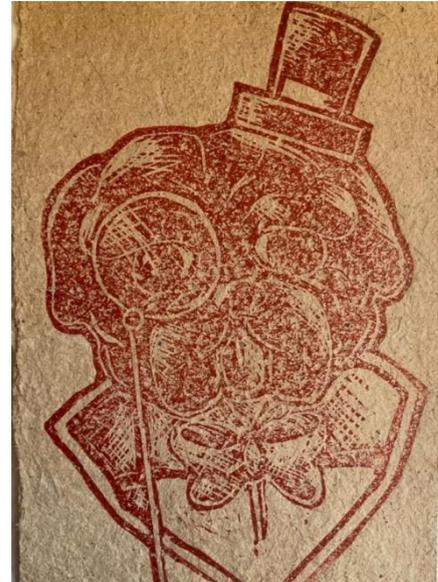
Aves, tinta roja.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Figura 115

Perro con sombrero, combinación de dos titas.



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 116

Gato en laminado húmedo.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Se observó que el laminado mostró excelente capacidad de absorción de tinta en cada uno de los diseños estampados, lo que permitió apreciar con claridad los detalles gráficos sin presentar difuminación o pérdida de nitidez. Esto indica que la superficie del laminado es adecuada para la impresión mediante la técnica de grabado en relieve, como la xilografía.

Es importante destacar que, al aplicar la técnica en condiciones de laminado húmedo, se logró una mayor concentración de tinta en las áreas estampadas, lo que resultó en colores intensos y con mayor definición. Esto indica que el estado de humedad del laminado influye directamente en la calidad del acabado final. Estas observaciones permiten considerar futuras pruebas para establecer condiciones específicas que amplíen la calidad de la impresión en diversos contextos de aplicación.

➤ **Molde**

Otra posible aplicación que se identificó de acuerdo con las pruebas realizadas fue en un molde de yeso. Esta aplicación resultó exitosa. El laminado mantuvo la forma del molde sin dificultad. Se optó por dejar el laminado sin realizar algún corte para su acomodo; en su lugar, solo se hicieron unos pequeños dobleces, para garantizar una mayor resistencia.

De acuerdo con que el laminado es fácil de adaptarse, se podrá aplicar a otros moldes de acuerdo con el objetivo que se deseaba, permitiendo un mayor detalle de acuerdo al molde que se empleó. En este caso, se optó por un molde sencillo de un tamaño considerable.

Figura 117

Extracción del laminado.



Fuente: Elaboración propia (2023).

➤ Estuche para lentes

En esta aplicación se plantea un estuche para lentes, aprovechando las cualidades sobresalientes del laminado. Este diseño previamente ya existente se retomó para replicarlo con dicho material, con la intención de mostrar las cualidades como la resistencia, ligereza y la flexibilidad. Además de resaltar sus cualidades como su color o textura, así mismo podemos explorar diversas opciones en cuanto a formas, mecanismo de cierre o algún tipo de recubrimiento.

Figura 118

Estuche de lentes armado.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Durante la elaboración de este estuche, se realizaron más de 5 dobleces, los cuales se realizaron sin ningún problema. Asimismo, el procedimiento permitió evaluar la capacidad del laminado para mantener su forma sin presentar algún tipo de desgarro no deseado. Esto refuerza aun mas la idea de que el laminado no solo cumple con criterios estéticos, si no también estructurales, lo cual es clave si se considera su implementación en usos frecuentes.

Figura 119

Estuche de lentes abiertos



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la figura 120, se pueden apreciar los dobleces, cortes que se realizaron al realizar el estuche. Su elaboración fue práctica y completamente funcional, lo que demuestra la viabilidad de producir más piezas, desarrollando diseños y modelos distintos, adaptándose a diferentes necesidades y objetivos.

Figura 120

Estuche desarmado.



Fuente: Elaboración propia (2023).

En la última propuesta se elaboró una bolsa con dimensiones de 30x26 cm, con el objetivo de evaluar su funcionalidad. El mercado orgánico de bahías de Huatulco, Oaxaca. este espacio, comprometido con prácticas sostenibles, prohíbe el uso de plásticos, por lo que los comerciantes recurren a materiales como papel estraza u otros.

La bolsa fue diseñada con un enfoque práctico y funcional, pensando especialmente para el transporte de hortalizas pequeñas, botanas rápidas u otros alimentos que suelen ser consumidos dentro del mismo establecimiento o poco después de su adquisición.

Figura 121

Bolsa de fibra.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Conclusiones

La visualización de la problemática en Bahías de Huatulco, Oaxaca, debido a la generación de los desechos del coco, permitió reconocer una nueva oportunidad para el aprovechamiento de la fibra de coco.

Ante este contexto, el desarrollo que tuvo el presente proyecto fue sumamente significativo. Se demostró la versatilidad y la resistencia de la fibra de coco al ser transformada en un laminado. Esta investigación fue fundamental para explorar y aprovechar el potencial de la fibra de coco. A lo largo del proceso, se demostró la viabilidad y la versatilidad

Desde la recolección y preparación de la fibra de coco hasta la transformación, cada etapa fue crucial y sobre todo muy enriquecedora en cada una de sus fases. Durante este proceso se llevó a cabo una serie de fases experimentales que permitieron un mayor aprendizaje, acerca de la fibra, así como el proceso de la documentación de toda la elaboración del laminado.

Durante el proyecto se observó los diferentes resultados que se obtuvieron de la fase experimental, las características favorables y las no favorables que se obtuvieron de cada una de ellas, al mismo tiempo la motivación de seguir hasta obtener el resultado más favorable.

La elaboración de los laminados finales fue un proceso satisfactorio. En lo personal, disfruté mucho esta actividad, ya que previamente había trabajado con papel reciclado, pero crear un laminado a partir de una fibra natural en un entorno en este tipo de producción fue una experiencia más gratificante. La oportunidad de transformar la fibra de coco en un laminado aprovechando sus propiedades únicas, me permitió valorar aún más el potencial del laminado resultante.

Es importante destacar el valioso apoyo brindado por El Taller de Papel El Artesano y El Taller Vista Hermosa, por facilitar sus instalaciones. Asimismo, la orientación y conocimiento del jefe Enrique Ramírez Castellano, cuya experiencia y conocimiento fueron de gran ayuda en la elaboración de los laminados.

Los laminados obtenidos fueron expuestos a pruebas, las cuales ayudaron a un mayor registro de documentación, lo que llevo como resultado una amplia variedad de posibles aplicaciones gracias a sus características y propiedades, lo que sugiere un gran potencial para su implementación en diferentes sectores.

El hecho de partir de una dinámica colaborativa permitió generar soluciones más completas y realistas, ya que se elaboraron tanto las posibilidades técnicas del laminado como su potencial visual y práctico.

Las 5 sugerencias se construyeron con un enfoque progresivo, desde propuestas sencillas que exploraron lo básico del material, hasta otras más elaboradas que evidencian su capacidad para adaptarse a formas complejas y exigencias de uso más específico.

Las 2 primeras aplicaciones estuvieron centradas en evaluar el comportamiento del laminado en procesos de impresión. En la primera, se utilizó un sello manual, la segunda se implementó la técnica de xilografía. Ambas pruebas sugirieron como resultado de múltiples ideas sugeridas durante la mesa creativa, con la finalidad de añadir un valor estético y funcional al laminado, destacando así su capacidad para absorber tinta y mantener la nitidez de los detalles impresos.

Las siguientes tres sugerencias se enfocaron en evaluar la resistencia del laminado bajo diferentes condiciones. Se analizaron sus propiedades al ser doblados repetidamente, su comportamiento al entrar en contacto con la humedad y su durabilidad al ser manipulado en aplicaciones prácticas.

En última instancia, esta investigación representa una documentación de la elaboración de un laminado con una fibra natural, así mismo posibles aplicaciones como las que se muestran, esto fomentando a una mayor exploración y experimentación con el laminado para ingenieros en diseño, interesados en el aporte de materiales sostenibles, y la variedad de diseños que se puedan realizar.

Trabajos a futuro

Para trabajos a futuro se pretende realizar pruebas más específicas asignadas con la durabilidad, la respuesta ante diferentes condiciones de humedad y temperatura, así como compatibilidad con diferentes tipos de adhesivos y recubrimientos. Esta etapa futura de investigación abrirá la posibilidad de validar el material en escenarios más exigentes, consolidando su viabilidad como alternativa sustentable y funcional en el diseño de productos utilitarios.

Uno de los siguientes pasos propuestos consiste en compartir y reseñar con la comunidad de Bahías de Huatulco, Oaxaca, el desarrollo del laminado, con el fin de promover su uso y dar a conocer su potencial práctico en el contexto local. Esta actividad no solo tiene como objetivo informar, sino también abrir un espacio de diálogo e intercambio de ideas con los habitantes, comerciantes y consumidores de la región. Compartir los resultados permitirá generar conciencia sobre el aprovechamiento de los residuos del coco, y cómo estos pueden transformarse en materiales útiles y funcionales para la vida cotidiana.

Referencias

- Benitez, J. B., Popo Amu, M., Vallejos, M. E., & Area, M. C. (2019). Calidad de papel artesanal a partir de fibras no convencionales de cinco especies colombianas. *Revista de Investigación Educativa*, 37(1), 1-20. Recuperado de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-75872019000100005&script=sci_arttext
- Brahmakumar, M., Pavithran, C., & Pillai, R. (2005). Coconut fibre reinforced polyethylene composites: effect of natural waxy surface layer of the fibre on fibre/matrix interfacial fibre on fibre/matrix interfacial bonding and se bonding and strength of composites. *rength of composites. Composites Science and technology*, 65(3), 563- 569.
- Comisión Nacional Forestal. Sustituyen con fibra de coco al plástico 2016. [fecha de consulta 7 de noviembre de 2022] recuperado de: <https://www.gob.mx/conafor/prensa/sustituyen-con-fibracoco-al-plastico>
- Coco Bed Tecnología de Shopify. Coco liner (forro maceta) 2022. [Fecha de consulta 7 de noviembre de 2022] Recuperado de: <https://www.cocobed.com.mx/products/coco-liner-forro-maceta>
- Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., & Samudio, M. (2020). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *ResearchGate*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/342856915_Fibra_de_coco_y_cascara_de_platano_como_alternativa_para_la_elaboracion_de_material_biodegradable
- Escudero, S., A. J., & Aristizabal R., J. C. (2016). Caracterización mecánica de fibras de coco como refuerzo de materiales poliméricos compuestos. Universidad Libre. [fecha de Consulta 6 de noviembre de 2022]. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10374/tesis%20coco%20%28final%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Franco, C. (2018). *Arte Papel Vista Hermosa: 20 años de cultivar el arte de hacer papel*. Quadratín Oaxaca. Recuperado de <https://oaxaca.quadratín.com.mx/arte-papel-vista-hermosa-20-anos-de-cultivar-el-arte-de-hacer-papel/>

García Barrera, A. V. (2022). Diseño innovador para la obtención y caracterización de un bioplástico utilizando como materia base la fibra de la cáscara de coco y papaya. Recuperado el 8 de noviembre de 2022, de <https://www.itca.edu.sv/wpcontent/uploads/2021/02/01-Quimica-bioplastico-fibra-de-coco-Ebook.pdf>

Granados-Sánchez, D., & López-Ríos, G. F. (2002). La competitividad organizacional y su medición: Una revisión conceptual. *Ciencia Administrativa*, 1(1), 1-14. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980105.pdf>

Gobierno de México. (2024). *Palma de coco y sus beneficios*. FIRCO. Recuperado el 4 de febrero de 2024, de <https://www.gob.mx/firco/articulos/palma-de-coco-y-sus-beneficios?idio>

Guzmán, A. M., Bulffe, R., Antúnez, N., Espinosa, S., Konoczuk, N., Marinaro, C., ... & Berman, M. I. (2005). Elaboración de papel ecológico a partir de fibras vegetales para uso artístico. In *Congreso Iberoamericano de Investigación Artística y Proyectual (La Plata, 2005)*.

Jaime Alfonso Gómez Flores. Componentes de sistema termoplásticos que emplean polvo de cáscara de coco, almidón de maíz y aditivos oxodegradativos para formular artículos de plástico espumado biodegradables 23/04/2015. [Fecha de consulta 8 de noviembre de 2022]
Recuperado de:
<https://patentimages.storage.googleapis.com/e9/d0/71/de6841ec1905d4/WO2015057045A1.p>

Larrazabal, M. (2019). Sustrato de fibra de coco: Tipos, formatos y propiedades. *Bialar Blog*. Recuperado de <https://www.bialarblog.com/sustrato-de-fibra-de-coco-tipos-formatos-y-propiedades/>

Limones-Fernández, L. (2016). *El cocotero*. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Recuperado el 4 de marzo de 2024, de https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2016/2016-07-14-Limones-Fernandez-El-Cocotero.pdf

Kozlowski, R. M., & Mackiewicz-Talarczyk, M. (2020). *Handbook of Natural Fibres: Volume 1: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation*. Elsevier Gezondheidszorg

Lizano Medardo. (2005). *Guía técnica de la guía técnica del cultivo de coco*. san salvador. ministerio de agricultura y ganadería Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7370/BVE19039656e.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Mena Corbacho, L. (s.f.). Documento de Alexandra. Minicourse Generator. Recuperado de <https://cdn.minicoursegenerator.com/production/documents/alexandra638306886089464587/871515af-027a-4989-9f7b-0fbe2a338c8f.pdf>

Montañez P., A. L., & Uzcátegui, I. (2009). Utilización de la fibra de coco como sustituto del Amianto en los procesos industriales. *Revista INGENIERÍA UC*, 16(2),20-26. [fecha de Consulta 30 de octubre de 2022]. ISSN: 1316-6832. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70717501004>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). *FAOSTAT: Clasificación de países por producto*. Recuperado el 4 de enero de 2025, de https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity

Quadratín Oaxaca. (2018). *Arte Papel Vista Hermosa: 20 años de cultivar el arte de hacer papel*. Recuperado de <https://oaxaca.quadratin.com.mx/arte-papel-vista-hermosa-20-anos-de-cultivar-el-arte-de-hacer-papel/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Día Mundial sin Bolsas de

Plástico 2018. Consultado el 23 de junio de 2022 en:

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-sin-bolsas-de-plastico-2018?idiom=es>

Universidad Complutense de Madrid. (s.f.). Pila holandesa. QUID EST LIBER. Recuperado el 4 de

marzo de 2025, de [https://www.ucm.es/quidestliber/pila-](https://www.ucm.es/quidestliber/pila-holandesa#:~:text=Máquina%20que%20sirve%20para%20preparar,servían%20para%20desfi)

holandesa#:~:text=Máquina%20que%20sirve%20para%20preparar,servían%20para%20desfi

brar%20los%20trapos.

Victoria Cruz Villar. (2019). Comisión Permanente de Medio Ambiente, Energías Renovables y

Cambios Climáticos. San Raymundo Jalpan, Oaxaca. Recuperado de

<https://docs64.congresooaxaca.gob.mx/documents/dictamen/224>.

Anexos

Anexo A: Bocetos de la bolsa

