

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Artesanías de Colombia S.A.
Centro Colombiano de Diseño para la Artesanía y las Pymes.

Proyecto empresarial de innovación y desarrollo técnico

**“Diseño e Innovación Tecnológica
aplicados en el proceso de desarrollo
del sector artesanal y la ejecución del plan de transferencia aprobado
por el SENA”**

“Transferencia de tecnología para el aprovechamiento de la fibra de coco”
Archipiélago de San Andrés, Islas de San Andrés y Providencia

Claudia Patricia Garavito Carvajal
Hernando Puentes

Bogotá; Febrero de 2007

Convenio de cooperación y asistencia técnica y financiera No. 2051720
entre el SENA – FONADE y Artesanías de Colombia
Interventoría: Universidad Nacional de Colombia.





Créditos Institucionales

Cecilia Duque Duque
Gerente General

Ernesto Orlando Benavides
Director de Proyecto
Subgerente Administrativo y Financiero

Carmen Inés Cruz
Subgerente de Desarrollo

Lyda de Carmen Díaz López
Coordinadora Operativa Centro de Diseño Bogotá

Transferencia tecnológica para el aprovechamiento de la fibra de Coco

Introducción

El tema de la fibra de coco ofrecido a la comunidad de artesanos, surge como el aprovechamiento de coco como producto autóctono de las regiones costeras del país y se encuentra en forma abundante, creciendo a veces de manera espontánea y desordenada pero ofreciendo una forma de subsistencia a sus habitantes. A pesar de estar demostrados los diversos usos que puede tener el cocotero, el principal uso que se le da en nuestro país es el alimentario, desperdiciando el potencial que tienen los subproductos como la cáscara de la cual se puede obtener fibra de uso artesanal e industrial a la vez que sustratos de uso agrícola. La cáscara proveniente del proceso de pelar los frutos de coco se ha convertido en un problema ecológico generando desaseo y foco de infecciones. Informaciones sobre el uso de las fibras de coco en otros países y datos de investigaciones adelantadas en diferentes centros colombianos muestran que las fibras provenientes de la cáscara de coco son fáciles de extraer, son resistentes a la acción de factores ambientales y mecánicos adversos, son totalmente biodegradables, se dejan hilar y tejer con cierta facilidad y son compatibles con tintes naturales y artificiales.

Por esta razón, dentro del marco del proyecto “Diseño e innovación tecnológica aplicados en el proceso de desarrollo del sector artesanal colombiano”, además de elevar la calidad de los productos artesanales y estimular procesos de innovación en diseño y se busca el desarrollo de tecnologías, acompañado de transferencia y apropiación de conocimientos que estimulen la creatividad del artesano y le permitan visualizar las necesidades y tendencias del mercado. En las localidades de San Andrés y Providencia la Transferencia Tecnológica para el Aprovechamiento de la fibra de coco, se plantea como una alternativa productiva como el aprovechamiento de un recurso natural que actualmente se está convirtiendo en material residual pues a partir del consumo en diferentes opciones del coco, está quedando fibra de coco como material residual a la cual no se le ha proyectado uso o aplicación. Esta actividad se llevó a cabo en las localidades de Providencia entre el 7 y el 10 de Febrero y en San Andrés ente el 14 y 16 de febrero.

El grupo de participantes está compuesto por un grupo heterogéneo de participantes, dentro del cual no se logró identificar un oficio artesanal. En general lo que se observa es que dentro de las actividades que desarrollan los artesanos no se encuentran habilidades para la transformación de materias primas, pues no cuentan con los conocimientos ni recursos de transformación. En general lo que se observa es un direccionamiento a pintar o a pegar semillas sobre materiales indeterminados lo que no permite desarrollo de productos en los

cuales se exploren posibilidades técnicas y se empiece a desarrollar un lenguaje característico de la localidad pues el acceso a materiales o insumos no es fácil todo debe ser solicitado sobre pedido y a costos muy elevados.

La posibilidad del aprovechamiento de la fibra de coco generó mucho interés de parte de los participantes pues ninguno de ellos tenía experiencia directa con esta materia prima, pero si la conocían como el material de residuo de la almendra.

Para poder realizar el taller sobre **Transferencia de tecnología para el aprovechamiento de la fibra de coco** fue necesario adquirir previamente materiales tales como látex natural, fibra de coco, aspersores para aplicación del aglomerante.

Localización geográfica:

El Archipiélago de San Andrés está situado a 720 kilómetros al noroeste de Colombia continental, integrado por varias islas como los son San Andrés, Providencia y Santa Catalina; los Islotes Bolívar, Alburquerque, Cotton Haynes; los cayos Grunt, Jhony Rose, Easy cay, Roncador, Serrana, Serranilla, Quitasueño, Brothers, Rocky, Crac, Santander, y los bancos Alicia y Bajo Nuevo. El desplazamiento tarda aproximadamente hora y cincuenta minutos a la isla de San Andrés y desde allí 15 a 20 minutos a Providencia, donde hay que tener en cuenta la conexión pues no hay ruta directa.

La economía de las localidades está basada principalmente en el Turismo (actualmente el eco turismo), el Comercio en (San Andrés), en segundo plano se tiene la Agricultura y La Pesca, las cuales se desarrollan para el autoconsumo.



A. Mapa de ruta, en distancia y tiempo.

En Providencia el mayor atractivo está basado en el Ecoturismo y por sus condiciones isleñas y por ser el último destino con escala en San Andrés los costos de vida son excesivamente altos, además, por sus condiciones poblacionales tan reducidas el transporte público es casi inexistente y muy costoso, lo que genera que las jornadas estén condicionadas a subsidiar los costos de transporte y en algunos casos se deben incluir refrigerios.

B. Características de la Población Beneficiaria:

Total de Asistentes: 14 personas

Rango de edad	# Personas	%
Menor de 18 años		
18 a 30	12	
31 a 55	2	
Mayor de 55		
Total	14	

Estrato	# Personas	%
1		
2		
3	14	100
4 o más		
Total	14	100

Género	# Personas	%
Masculino	8	57
Femenino	6	43
Total	14	

SISBEN	# Personas	%
Si		
No		
Total		

Tipo de población	# Personas	%
Afro colombiano		
Raizal	14	100
Rom – Gitanos		
Indígenas		
Otros		

Escolaridad	# Personas	%
Primaria incompleta		
Primaria completa		
Secundaria incompleta	11	79
Secundaria completa	2	14
Universitarios	1	7
Total		
Total	14	

C. Número y nombre de Organizaciones Establecidas: Ninguna

2. Oficio Artesanal de Trabajos en Coco

A. Obtención de materia prima:



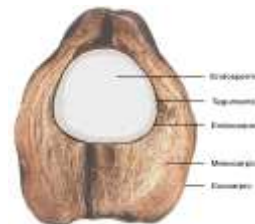
El recurso natural utilizado en esta actividad es el fruto del árbol de cocotero. La palma del cocotero (*Cocos nucifera* Linn.), un árbol cuyo tallo puede alcanzar alturas hasta de 30 metros, es una planta que se desarrolla en todas las regiones tropicales del mundo, especialmente en zonas en donde la precipitación anual oscila entre 1500 a 2000 milímetros de lluvia uniformemente distribuidos, con temperaturas entre los 22 y los 32 grados centígrados y bajo condiciones de alta luminosidad con un valor ideal de 2000 horas mínimo de sol al año.

Estas condiciones se dan en la costa Atlántica colombiana

- Origen y características físicas.

Mundialmente el coco es conocido como una planta oleaginosa (que contiene aceite) que se cosecha y procesa principalmente en su estado final de maduración para la producción de aceite y otros productos alimenticios e industriales.

El fruto (corte transversal mostrado en la Ilustración 1)¹ inicialmente cónico, va adquiriendo una forma irregular a medida que alcanza su madurez, aproximadamente a los doce meses.



de cocotero

Corte transversal de un fruto

¹ Hernando Puentes, archivo personal

En la ilustración se observan detalles de la estructura interna de un fruto de cocotero, destacando el exocarpio y el mesocarpio para efectos del taller desarrollado.

El exocarpio, la parte externa del fruto, consta de tejidos fibrosos y duros que van cambiando de color a medida que adquieren la madurez.

El mesocarpio que es este caso el material sobre el cual se concentra el desarrollo del taller, constituye, junto con el exocarpio, la corteza del coco, la que se denomina también como estopa de coco. Está compuesto por numerosas fibras que recorren el fruto longitudinalmente y por un tejido que mantiene unidas las fibras entre sí. Ambos se tornan de color café cuando el fruto madura. El procesamiento del mesocarpio produce fibras largas, aprovechadas artesanalmente y en la industria textil, y partículas finas que se utilizan como medio de cultivo para flores y hortalizas principalmente.²

Las fibras provenientes de la cáscara del coco se caracterizan en general por ser de peso liviano, fuertes, de alta resistencia a la tracción. Las fibras individuales son delgadas, huecas y con paredes gruesas constituidas por celulosa y lignina. Son de color claro en estado de inmadurez del fruto pero posteriormente se tornan más amarillentas y fuertes a medida que la lignina se va depositando en sus paredes. Las fibras maduras, de color café, contienen más lignina y menos celulosa que fibras de otros materiales como el algodón o el lino y son por lo tanto más fuertes pero menos flexibles.

La fibra de coco es relativamente impermeable al agua y entre las fibras naturales conocidas hasta ahora es la más resistente a la degradación microbiana y al daño causado por agua salina.

Tabla 1: Composición química de la fibra de coco

Componente	%
Elementos solubles en agua	5.25
Pectina y compuestos relacionados	3.00
Hemi-celulosa	0.25
Lignina	45.84
Celulosa	43.44
Cenizas	2.22
Total	100.00

² ALARCON, Antonio y MURCIA, Francisco. Cultivo en fibra de coco. En: “Tecnología para cultivos de alto rendimiento”, Madrid. 2000



Tomando como base el peso seco del material, la cáscara de coco está compuesta en un 30% por fibras (largas, medianas y cortas) y en un 70% por médula (sustrato) o elemento que mantiene aglutinadas las fibras. La relación de producción de fibras largas, medianas y cortas es 60:30:10 aproximadamente³. Respecto a la composición de la cáscara, las pocas investigaciones que se han adelantado en Colombia reportan, en porcentaje, cifras que aunque difieren un poco de las anteriores, guardan una proporción similar⁴: la extracción de 1 kilogramo de fibra produce un poco más de 2 kilogramos de médula o sustrato.

En promedio, de la cáscara de un fruto de cocotero de las variedades sembradas en las regiones del Caribe se pueden obtener hasta 150 gramos de fibras largas.

- El proceso de transformación del recurso natural en materia prima se describe detalladamente en una cartilla que se elaboró como apoyo a los talleres y que se presenta en los anexos al presente informe.

B. Antecedentes de la actividad: La transferencia surge como el aprovechamiento de coco como producto autóctono de las regiones costeras del país y se encuentra en forma abundante, creciendo a veces de manera espontánea y desordenada pero ofreciendo una forma de subsistencia a sus habitantes. El taller se desarrolló personas que nunca antes habían trabajado con fibra de coco pero si tenían mucha noción de ella pues la concha dura del cocotero es la fuente de materia



prima para algunos artesanos que trabajan diferentes categorías de productos, bisutería con la concha u otros objetos como bolsos u otras figuras alusivas al ambiente costero, las cuales las venden como souvenir, elaboradas con la bacota o tela que bordea el tallo de la palma. En San Andrés y Providencia los procesos productivos de trabajos en coco, en la actualidad, son practicados por

³ STEELE, P. E. 1997. "Coconut Industries Development and the importance of Technical Innovation". Workshop on Wet Processing of Coir, Allepey, December 1997.

⁴ ARIAZ, Deyanira. "Utilización Agrícola de Derivados del Mesocarpio del Coco". Trabajo de grado. Departamento de Ingeniería Agrícola y Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2003,

Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano

un reducido número de personas y en general en la comunidad no se encuentra una vocación por la transformación de materias primas, siempre involucran los materiales con su forma primigenia sin involucrar una alternativa diferente.

C. Desarrollo del taller.

Objetivos: El objetivo principal de los talleres de esta transferencia, es sensibilizar a la comunidad sobre la problemática ambiental que representa la explotación y uso de los frutos del cocotero tal como se hace hoy en día, mas en el archipiélago de San Andrés donde el manejo de residuos es una labor bastante difícil. El taller le presenta a la comunidad en general las oportunidades productivas que brinda la fibra de coco, reduciendo un impacto ambiental y a la vez generando herramientas para desarrollar un producto característico de la localidad.

Para San Andrés y Providencia se estableció como mecanismo de implementación las telas aglomeradas, las consideran son atractivas por la facilidad de elaboración y bajo costo en su manufactura, además porque les permitiría fabricar diversos objetos artesanales con un producto natural típico de las zonas costeras, de fácil manejo y atractivo para los posibles compradores que serían principalmente los turistas. También se pueden considerar para la elaboración de empaques o carteras informales sin requerir mayores procesos de producción.

Los temas específicos desarrollados durante la actividad fueron:

- Presentación del taller “Transferencia de tecnología para el aprovechamiento de la fibra de coco”
- Proceso de separación de la cáscara
- Proceso de separación de las fibras
- Hilado de las fibras
- Conformado de telas tejidas y no tejidas, a base de fibra de coco

Metodología:

La actividad se desarrollo en un taller teórico práctico, el cual inició con la presentación (ver anexo), donde se observaron las diferentes posibilidades de aprovechamiento de la fibra de coco, con base a la experiencia de otros países. Para cada uno de los temas prácticos a desarrollar, se desarrolló una experimentación, en donde se observó que como retiran la estopa o la fibra de coco de la almendra central en San Andrés y Providencia es la manera apropiada para lograr fibras largas.



Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano

Desarrollo de los contenidos:

1. **Desfibrado o separación de las fibras:** se llevó a cabo de una manera superficial se expuso como se desarrolla el proceso desde el punto de vista mecánico y a través del macerando las cáscaras mostrando el principio mecánico usado en máquinas desfibradoras.

El desfibrado natural no fue posible realizarlo por las limitaciones físicas de espacio y de tiempo ya que requiere de pozos para sumergir las cáscaras en agua durante varios meses. Sin embargo a los participantes se les ilustró ampliamente mediante imágenes sobre el tema, esperando que pongan en práctica esta forma de desfibrado.

2. Elaboración de tela no tejida

La telas no tejidas o aglomerada, se convierte en una muy buena posibilidad de inicio en un oficio para desarrollo de productos en esta localidades, pues sus resultados se ven a mas corto plazo y no se requiere de infraestructura para desarrollarlo.

Materiales y herramientas:

- Fibra de coco, la cual hay que seleccionarla para evitar que queden partes muy gruesas que le hagan perder estabilidad al tejido
- látex natural líquido, reemplazado por PVA Tabla recubierta en fórmica (superficie no porosa), en la localidad se trabajo con láminas de dry wall.
- Atomizador de uso doméstico.
- El látex, usado como elemento aglutinante de las fibras, viene comercialmente en forma líquida, preparado y diluido con amoníaco el cual sirve además como estabilizante para evitar que se formen grumos de caucho. Lo ideal para aplicarlo en forma de aspersion fina con una fumigadora o con un atomizador de uso doméstico sería llevarlo a una dilución mayor usando amoníaco pero este producto en Colombia tiene limitaciones de comercialización, razón por la cual optamos por diluirlo con agua pura, aunque químicamente no es lo mas recomendable por la contaminación que se de imprime al producto original, pero ello facilita la aplicación por medio de aspersores de baja presión. Para las actividades en San Andrés y Providencia cual no se encontró el látex en el comercio local y por razones de seguridad en la isla no permiten su ingreso, razón por la cual se reemplazó por PVA con la marca comercial COLBON, con el cual la tela queda con una apariencia parecida pero con menor resistencia, lo que se solucionó con costuras a máquina.



En procesos especializados, el látex líquido en la presentación comercial original se aplica mediante presión de aire por medio de compresores y pistolas similares a las de pintura, pero por limitaciones técnicas, durante el taller se aplicó a baja presión.

- **Preparación del latex o PVA:** Se realiza una mezcla de 2:1, dos unidades de aglutinante por una parte de agua, realizando una buena mezcla evitando que queden grumos o partes de colon completamente pura, puesto que generará una capa que no será absorbida por la fibra. En general la mezcla debe ser un líquido muy aguado de color blanco.

- **Elaboración de la tela:**

Si la fibra ha sido almacenada luego de su proceso de extracción, como sucedió para la actividad en San Andrés y Providencia, Es necesario separar la fibra pues al ser empacada esta se compacta para que la tela final quede pareja y con buen tacto, esta tarea se realiza también con el fin de sacar los residuos de lignina que quedan del proceso de desfibrado.



Se extiende la fibra sobre una superficie plana en busca de lograr una capa delgada y homogénea con un espesor que preferiblemente no supere los 0.8 mm. Paso seguido se aplica el látex, tratando de que la aspersion se homogénea y evitando capas muy densas que luego al secarse aparecen como manchas blancas de caucho sobre la tela.

En caso de realizarse con PVA, es necesario cuidar que la aspersion sea completamente pareja, de lo contrario quedan películas brillantes sobre la tela dejándola además rígida y áspera al tacto, esto para cuando la aplicación o el producto final requiere de una tela flexible, manejable. Pero cuando la aplicación es para algún tipo de pieza como contenedores decorativos o piezas con tridimensionalidad se puede dejar la mezcla con la proporción de PVA más concentrada, pero es





necesario cuidar el contacto con el agua.

Este tipo de aplicación se puede realizar teniendo una forma como base, cuya superficie sea lisa y nada absorbente, sobre la cual se distribuyen las fibras. Para lograr mayor densidad en la pieza se recomienda tener dos moldes iguales donde uno sirve como base y el otro soporte que prensa para que las fibras se adhieran con mayor fuerza entre unas y otras.

Una vez elaborada la capa de fibra con el látex aplicado esta se cubre con otra tabla o lámina con un área de superficie igual a la de la superficie inferior y se presan por todos los bordes y preferiblemente colocando pesos en la parte de encima para mantenerla presionada mientras seca. Es importante que la presión sea pareja para que la tela compacte de forma más pareja y tenga buena resistencia a la rotura. Dependiendo de las condiciones climáticas y del tamaño de la tela se deja secar la tela aproximadamente de 6 a 12 horas.



Una vez se tiene la tela seca, esta refuerza con costuras a máquina, ya que el aglomerado se realizó con Colbon y la resistencia a la tracción de la tela es un poco baja.

La costura se debe hacer con hilo de buena resistencia, hace con una máquina de coser familiar se deben realizar las costuras con mucha precaución para no deteriorar la guarnición.



Dependiendo del producto final a realizar, se puede pasar las costuras en la máquina utilizando una tela de fondo la cual permite una mayor facilidad en el desplazamiento de la tela.

Para realizar cortes con la tela sólo hay que tener en cuenta las dimensiones de las piezas y dejar un margen de 2 cm. aproximadamente. Si se desea hacer las costuras de refuerzo, es mas fácil hacerlo cortando previamente la forma de las diferentes piezas y así es más manejable el proceso de costura, pues las fibras no se enredan tanto en el pie de la máquina.



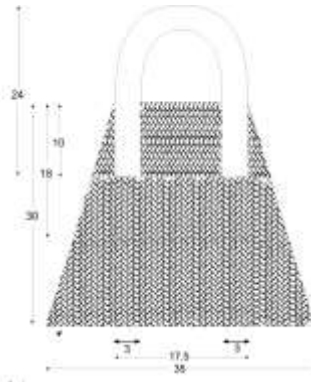
Realizando el corte de la tela según las dimensiones del producto a realizar



Durante la implementación de la transferencia el direccionamiento de producto se enfocó hacia el desarrollo de piezas utilitarias, enfocado hacia el area de los accesorios como lo es bolsos tipo playeros con el fin de cautivar el mercado local como lo es el de los turistas que visitan la isla. Este tipo de piezas son de más fácil construcción y solo se requiere elaborar moldes con formas básicas, las cuales deben corresponder a los estándares establecidos para las diferentes categorías de productos.



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
artesañas de colombia.s.a.



Dibujo del bolso
iniciado en Providencia



Armando el bolso

En este caso se trabajó en torno al desarrollo de bolsos, dentro de los cuales la propuesta de diseño estaba enfocada a realizar mezclas de la fibra de coco con elementos como cuero, pero este es un material que requiere mas tiempo para su implementación: manejo: corte, identificación, costura y acabados, lo que generó que la propuesta se dirigiera hacia la combinación con tela, lo cual también fue un poco difícil, particularmente en Providencia, pues la oferta en el mercado es muy limitada y no se encontró materiales acordes con la propuesta. La muestra se inició con una muestra de tela que tenía una artesana.

Conclusiones

El objetivo inicial de la actividad era sensibilizar a la comunidad sobre la problemática ambiental que presenta la explotación y los usos del cocotero. En efecto, los mismos asistentes a los talleres fueron quienes encontraron preocupación por los desperdicios de cáscaras de coco en las playas y zonas donde se vende coco y sus derivados: coco fresco, agua de coco, etc, a pesar de que durante la primera jornada, cuando se realizó la presentación de la actividad no hubo mucho eco al interior del grupo de participantes. A medida que transcurrieron las jornadas se encontró que el uso potencial de la fibra y su uso artesanal, podría aliviarse parcialmente el problema de la basura procedente de la explotación del cocotero, siempre y cuando se diera la posibilidad de crear una microempresa que procesara este material y luego lo ofreciera como materia prima, en forma de fibras y sustrato, a los artesanos.

En general los asistentes a los talleres consideran improcedente producir directamente la fibra que utilizarían, aunque en un principio y por curiosidad han manifestado que lo intentarán, especialmente aquellos que en sus solares cuentan con árboles de cocotero y pueden disponer de la fruta sin necesidad de comprarla en el mercado. La idea de adquirir la fibra ya extraída, en lugar de producirla directamente tiene que ver con los requerimientos de tiempo y espacio y con las cantidades que cada persona utilizaría para sus labores artesanales.

A pesar de que casi ninguno de los participantes había trabajado con fibra de coco, todos en general mostraron interés en ella, pues la consideran fácil de manejar en cuanto a conformado de telas no tejidas.

El uso de la fibra de coco es una alternativa para generar nuevas opciones de empleo dentro de algunos sectores de la población, siempre y cuando se les preste asesoría en todos los aspectos relacionados con la extracción e implementación de la materia prima

En general este proceso de transferencia para el aprovechamiento de la fibra de coco quedó en un punto inicial o en la fase de implementación donde el proceso de sensibilización fue el mayor componente. Razón por la cual se requiere dar seguimiento que requiere de alguna manera la implementación de la maquinaria que extrae la fibra, pues las condiciones de extracción por sistemas de fermentación no son muy adecuadas en las islas pues se requieren amplias zonas para ubicar los estanques de agua y en condiciones que no representen riesgos para la salud. Sin embargo, esta implementación requiere del esfuerzo de las instituciones locales como una estrategia de ocupación para población y a su vez como el aprovechamiento de un recurso natural.

Manejo de La Fibra de Coco





1 El Cocotero

La palma del cocotero (*Cocos nucifera* Linn.), un árbol cuyo tallo puede alcanzar alturas hasta de 30 metros, es una planta que se desarrolla en todas las regiones tropicales del mundo, especialmente en zonas en donde la precipitación anual oscila entre 1500 a 2000 milímetros de lluvia uniformemente distribuidos, con temperaturas entre los 22 y los 32 grados centígrados y bajo condiciones de alta luminosidad con un valor ideal de 2000 horas mínimo de sol al año.

El cocotero tolera los ambientes salinos y los suelos pobres, adaptándose a una gran variedad de suelos en la zona tropical, sin embargo, para su cultivo deben escogerse suelos bien aireados, drenados y profundos.⁵

1.1 Variedades

Las palmas de coco son básicamente de la misma especie, lo cual probablemente hace del cocotero la planta con capacidad alimentaria más abundante en existencia a través de todo el planeta. Se distinguen principalmente dos variedades de coco clasificadas de acuerdo a la estatura del árbol.

1.1.1 Las Altas, con tronco largo , entre 20 y 25 metros, esbelto, terminado en una corona de hojas de cinco a seis metros de longitud. Las palmas comerciales más comunes pertenecen a la variedad Alta, caracterizada por su poca precocidad, inician producción aproximadamente seis años después de sembrada la semilla), sin embargo la producción continua de frutos no principia antes de los ocho años, manteniéndose en plena producción entre los veinte y los setenta años.

1.1.2 Las variedades Enanas son precoces, iniciando producción desde los tres años de sembradas. Las variedades altas por lo general florecen

⁵ ALARCON, Antonio y MURCIA, Francisco. Cultivo en fibra de coco. En: “Tecnología para cultivos de alto rendimiento”. Madrid. 2000

*a los seis años de la siembra. Las **Enanas** tienen un tronco que alcanza alturas hasta de 12 metros y hojas numerosas pero cortas⁶.*

Las palmas de coco florecen mensualmente y la maduración de los frutos demora un año, razón por la cual un mismo árbol puede contener frutos en todos los estados de maduración, produciendo entre 50 y 100 frutos al año dependiendo de la variedad y de las condiciones del suelo y del ambiente en que se encuentre el cultivo.

En Colombia se cultivan principalmente cuatro variedades de cocotero: de las variedades Altas se siembra la **Alta-Atlántico**, que presenta frutos alargados y angulosos, y la **Alta-Pacífico**, con frutos grandes y redondos. De las enanas se destacan la **Enano-Malaya**, con tronco erecto y delgado, hojas cortas y numerosas, nueces ovaladas de endocarpio delgado y endospermo (pulpa) grueso; la **Enano-Honda**, con tronco erecto de mayor grosor en la base y nueces pequeñas con un pezón en el extremo.

Tabla 1: Características de las variedades de coco sembradas en Colombia

Característica	Variedad Alto-Caribe	Variedad Alto-Pacífico	Variedad Enano Malayo
Fruto, peso medio	1.53 kg	1.87 kg	0.98 kg
Mesocarpio (corteza)	45.4 %	30.3 %	30.4 %
Endocarpio (casco)	15.5 %	15.1 %	13.9 %
Agua	13.3 %	22.6 %	22.6 %
Endospermo (carne)	25.7 %	33.0 %	30.0 %
Coco descortezado	0.84 kg	1.18 kg	0.69 kg

Fuente: Silvio Sinisterra. 1989⁷

⁶ Información botánica general sobre la planta de cocotero

⁷ SINISTERRA, S. Diseño, Construcción y Evaluación Preliminar de una Ralladora de Coco. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1989

1.2 El fruto del cocotero

Mundialmente el coco es conocido como una planta oleaginosa (que contiene aceite) que se cosecha y procesa principalmente en su estado final de maduración para la producción de aceite y otros productos alimenticios e industriales.

El fruto (corte transversal mostrado en la Ilustración 1)⁸ inicialmente cónico, va adquiriendo una forma irregular a medida que alcanza su madurez, aproximadamente a los doce meses, y se vuelve ovoide (en forma de huevo), elipsoide (en forma de elipse), o casi esférico dependiendo principalmente de la variedad.

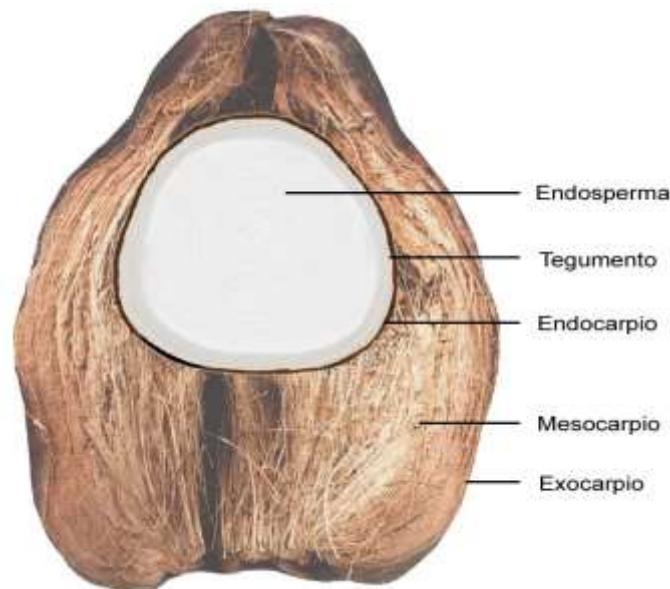


Ilustración 1: Corte transversal de un fruto de cocotero

En la **Ilustración 1** se observan detalles de la estructura interna de un fruto de cocotero.

⁸ Hernando Puentes, archivo personal

- 1.2.1 El exocarpio. La parte externa del fruto, de color verde en estado inmaduro, consta de tejidos fibrosos y duros que van cambiando de color a medida que adquieren la madurez, tornándose amarillos, rojos o castaños.
- 1.2.2 El mesocarpio constituye, junto con el exocarpio, lo que se denomina como estopa de coco y está compuesto por un conjunto de numerosas fibras que recorren el fruto longitudinalmente y por un tejido que mantiene unidas las fibras entre sí. Ambos se tornan de color café cuando el fruto madura. El procesamiento del mesocarpio (corteza o cáscara del coco) produce fibras largas, aprovechadas en la industria textil, y partículas finas (polvo de coco) que se utiliza como medio de cultivo para flores y hortalizas principalmente.⁹
- 1.2.3 El endocarpio, especie de casco que protege la nuez, tiene un espesor entre 3 y 5 milímetros y está constituido por un tejido que inicialmente es translúcido, que se oscurece y se compacta, endureciéndose a medida que el fruto madura. Por su color y dureza se utiliza en fabricación de artículos ornamentales; a nivel industrial se obtiene carbón activado; moliéndolo se obtiene harina para fabricar abrasivos suaves.
- 1.2.4 El tegumento o testa, es una capa delgada que separa el casco o endocarpio, del endospermo o carne blanca; es rica en aceite, pero de menor calidad que el aceite de la nuez, cuya mayor utilización es en la fabricación de jabones y alimentos para animales.
- 1.2.5 El endospermo, es la parte económica más importante del coco. Durante la primera fase de formación del fruto, 4 a 5 meses, se desarrollan la cáscara y el casco y su interior está lleno de agua; en la segunda fase, 6 a 8 meses, la cáscara y el casco se endurecen y engrosan; en la tercera fase, 9 a 12 meses, el endospermo se desarrolla y madura alcanzando su máximo espesor entre 10 y 15 milímetros dependiendo de la variedad.

⁹ ALARCON, Antonio y MURCIA, Francisco. Cultivo en fibra de coco. En: “Tecnología para cultivos de alto rendimiento”, Madrid. 2000

Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano

Si bien el endospermo es la parte más conocida y utilizada del cocotero, casi todas las partes del árbol se usan para algo¹⁰.

- a. El tronco produce madera utilizada en construcción
- b. Las hojas, de gran frondosidad, se entretejen para conformar techos pajizos. Cortadas en tiras se utilizan para tejer cestos, sombreros, esteras, tapetes y diferentes utensilios de uso doméstico y decorativo.
- c. La cáscara (estopa) produce fibras con las que se hilan cordeles, tejen tapetes y textiles.
- d. El líquido o leche del fruto es una bebida dulce y refrescante. Un coco verde puede contener hasta un litro de leche.
- e. El endospermo o nuez se utiliza para la fabricación de infinidad de alimentos, aceites y productos industriales. Después de extraer el aceite, queda como subproducto una torta que contiene carbohidratos, proteína, lignina y grasas, muy apreciada en industria de fabricación de concentrados para animales.
- f. El aceite de coco se utiliza en la manufactura de jabones, detergentes y cosméticos.
- g. Los cascos o concha se aprovechan para la manufactura de objetos artesanales de uso doméstico y accesorios. También se aprovecha en la fabricación de carbón para cocinar, carbón activado, filtros, abrasivos, artesanías.
- h. El corazón de la palma de coco recién germinada se usa para la preparación de palmito de coco, un componente ideal de ensaladas.

¹⁰ <www.buton.starwon.com.au/Copra/Coconutandcopra.htm>

2 La cáscara de coco



Ilustración 2: fibra de coco

La cáscara (**ilustración 2**) está formada por un conjunto de fibras y por un tejido similar al corcho, denominado médula, cuya función es servir de unión de las fibras entre si. El procesamiento de la cáscara o estopa del coco deja entonces como subproductos la fibra y la médula **Ilustraciones 4 y 5**)¹¹ producto usado como sustrato o medio de cultivo especialmente para la producción de flores y hortalizas bajo invernadero.

Las características generales de las fibras de coco son:

- Fuertes, elásticas, de alta durabilidad y peso liviano.
- Las fibras individuales son delgadas, huecas y con paredes constituidas por celulosa y lignina (tabla 2).
- En estado de inmadurez del fruto, las fibras son de color claro pero posteriormente se tornan más amarillentas y fuertes a medida que la lignina se va depositando en sus paredes.

¹¹ ARIAZ, Deyanira. Utilización Agrícola de Derivados del Mesocarpio del Coco. Trabajo de grado. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2003.

Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano

- Las fibras maduras, de color café, contienen mas lignina y menos celulosa que fibras de otros materiales como el algodón o el lino y son por lo tanto mas fuertes pero menos flexibles. Las fibras claras, de frutos no maduros, son más suaves y finas que las fibras oscuras pero a la vez son más débiles.
- La fibra de coco es un material que aísla muy bien la temperatura, es relativamente impermeable al agua y entre las fibras naturales conocidas hasta ahora es la más resistente a la degradación microbiana y al daño causado por agua salina.

Tabla 2: Composición química de la fibra de coco

Componente	%
Elementos solubles en agua	5.25
Pectina y compuestos relacionados	3.00
Hemi-celulosa	0.25
Lignina	45.84
Celulosa	43.44
Cenizas	2.22
Total	100.00

Coirindia¹²



Ilustración 5: Fibra de coco



Ilustración 6: Sustrato de coco

¹² COIRINDIA. Disponible en : www.coirindia.org/cict/articles/agritex.pdf

Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano



En promedio, una cáscara de coco completamente seca está compuesta en un 30% por fibras (largas, medianas y cortas) y en un 70% por médula (sustrato)¹³. Este dato concuerda con resultados de investigaciones que se han adelantado en Colombia¹⁴: **la extracción de 1 kilogramo de fibra produce un poco más de 2 kilogramos de médula o sustrato.**

La cáscara de un fruto de cocotero de las variedades asiáticas produce entre 80 y 90 gramos de fibra, mientras que de las variedades sembradas en las regiones del Caribe se pueden obtener hasta 150 gramos en razón a que las cáscaras son un poco más gruesas.

Los usos tradicionales de la fibra son:

- relleno de colchones y asientos
- Producción de telas no tejidas.
- Elaboración de hilazas usadas en la manufactura de:
 - Tapetes
 - Redes para anclaje de suelos propensos a erosión.
 - Cuerdas para tutorado de cultivos.
 - Cordelería de uso general.
 - Textiles y artesanías

¹³ STEELE, P. E. 1997. “Coconut Industries Development and the importance of Technical Innovation”. Workshop on Wet Processing of Coir, Allepey, December 1997.

¹⁴ ARIAZ, Deyanira. “Utilización Agrícola de Derivados del Mesocarpio del Coco”. Trabajo de grado. Departamento de Ingeniería Agrícola y Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2003,

Proyecto:

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal Colombiano

3 Procesamiento de la cáscara de coco

3.1 Descascarado del fruto

Los frutos completamente maduros caen del árbol en forma espontánea al suelo y se recogen para ser procesados. Los que no se desprenden por si solos son cosechados a mano por personas que suben al árbol o desde el suelo mediante una vara con un gancho o un cuchillo ensamblado en la punta se desprenden o se cortan los frutos seleccionados.

La cosecha puede suministrar frutos maduros y verdes. Los maduros pueden descascararse tan pronto son recogidos, sin embargo con los verdes se aconseja dejarlos reposar en un lugar seco y a la sombra durante un tiempo para que la cáscara tenga una especie de curado que facilite el desprendimiento.

La cáscara puede desprenderse en forma manual o mecánica con la ayuda de herramientas sencillas como también mediante máquinas diseñadas para tal fin.

3.1.1 Descascarado mediante herramientas manuales

El método manual mas simple es el uso del machete y otras herramientas similares, haciendo incisiones sobre la corteza a lo largo de la fibra y luego haciendo palanca para retirar la cáscara. Otro método es el que se denomina “tusado” del coco, que consiste en sacar tajadas de cáscara con el machete hasta conseguir que el endocarpio o cuesco quede total o parcialmente descubierto.



Las fibras que provienen de cáscaras obtenidas mediante “tusado” son de corta longitud debido a la acción repetida del machete sobre la corteza, en cambio las que provienen del primer método son mas largas,

dependiendo de la destreza del operario en hacer incisiones paralelas a la fibra y en desgarrar adecuadamente las porciones de cáscara.

En la mayoría de las regiones productoras de coco de Colombia, el machete se utiliza para descascarar parcialmente (tusar) el fruto que va a ser transportado para su comercialización, con el fin de disminuir el volumen de transporte y protegerlo de daños mecánicos

3.1.2 *Mediante estaca*

Otro procedimiento manual es el de utilizar una estaca, metálica o de madera, clavada en el suelo, con punta en la parte superior. El fruto se inserta, a lo largo de sus vértices, varias veces hacia abajo en la estaca para romper en 3 o 4 partes la cáscara, la cual se separa al hacerle palanca contra la estaca, en diferentes direcciones.



Ilustración 3: Estaca metálica



Ilustración 4: Descascarado mediante estaca de madera

Con este procedimiento, un operario experimentado puede llegar a descascarar unos 400 cocos por día, dependiendo además del corte de la estaca y de la posición, ligeramente inclinada.



Ilustración 5: Separación de la cáscara mediante estaca



Ilustración 6: cáscaras extraídas mediante estaca

3.1.3 Métodos mecánicos

En el mercado asiático se ofrece a los agricultores y artesanos en fibra de coco diseños sencillos de maquinas manuales y movidas a motor que permiten descortezar los frutos de coco de una manera mas rápida.



En la Ilustración 11, se muestra el esquema de un equipo manual para descortezar¹⁵.

El equipo consta de un pedestal con eje vertical sobre el cual se desplaza, movido por una palanca manual, un cabezal que contiene un par de cuchillas. En la base del pedestal se ubican dos cuchillas fijas sobre las cuales se coloca el fruto. La acción de las cuchillas descendentes contra el fruto sostenido por las cuchillas inferiores hace que la cáscara se abra y desprenda por el empuje vertical y horizontal de las cuchillas

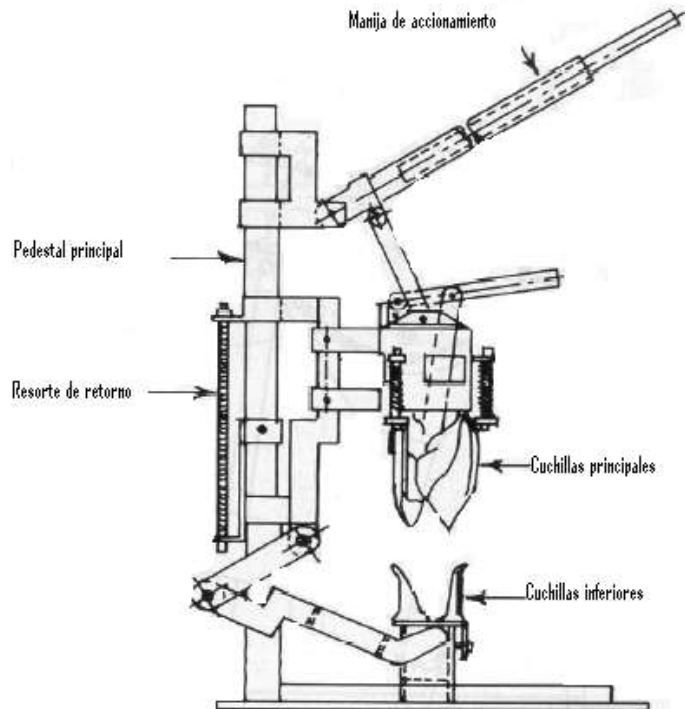


Ilustración 7: Esquema de descortezadora manual

principales, procedimiento que debe completar manualmente el operario del equipo para separar en forma definitiva la corteza del fruto.

También se encuentran en el mercado máquinas que involucran más tecnología, algunas accionadas y controladas por energía hidráulica, otras totalmente automatizadas, cuyo uso depende de la escala de la explotación cocotera y del volumen de frutos que se desee descascarar en la unidad de tiempo.

¹⁵ Disponible en http://pdf.dec.org/pdf_docs/

3.1.4 Ejercicio práctico de descortezado.

Materiales necesarios:

- Una estaca de madera dura de 1 metro de longitud, con punta aguda en uno de sus extremos.
- Una herramienta de corte: machete o cuchillo grande
- Herramientas metálicas manuales para penetrar la cáscara y hacer palanca. Las herramientas, entre otras, pueden ser:
 - Puntero de corte
 - destornillador de pala (grande)
 - pata de cabra
 - varilla metálica con un extremo plano y cortante
- Una varilla metálica de 30 centímetros de longitud y media pulgada de diámetro.
- Un trozo de alambre dulce
- Cocos con cáscara seca
- Cocos con cáscara verde

Procedimiento:

1. Con la ayuda de herramientas agrícolas como barra, pica, azadón, pala, palanca de madera con corte en la punta etc. Insertar la estaca firmemente en el suelo, con la punta hacia arriba, dejando que sobresalga aproximadamente 60 centímetros sobre el suelo. Esta distancia depende de la altura del operario, de manera que pueda trabajar con comodidad sin tener que agacharse demasiado.

2. Asegurar la estaca al suelo mediante apisonamiento, de manera que no se mueva hacia ningún lado cuando se inserte el coco y se haga palanca sobre la cáscara.
3. Con las dos manos tomar un coco e insertarlo varias veces en la estaca, a lo largo de uno de los vértices haciendo palanca para conseguir el desprendimiento de la cáscara.
4. Repetir el procedimiento sobre los demás vértices hasta conseguir el desprendido total de la cáscara.
5. En forma manual o con la ayuda de una herramienta cortante: cuchillo, machete, tijeras etc., terminar de retirar las fibras del fruto.
6. Repetir el ejercicio con cocos de diferentes tamaños y estados de madurez para lograr pericia en la actividad.

El procedimiento anterior funciona bien para descascarar frutos secos utilizando estacas de madera, sin embargo con frutos verdes es más conveniente usar estacas de metal que conservan por más tiempo el corte y la firmeza.

La estaca de madera se desgasta por la humedad de la corteza del coco, por la fricción con la cáscara y por la acción de palanca, entonces es necesario reponerle la punta mediante el cuchillo o el machete, o cambiarla cuando se haga muy pequeña.

Una forma de disponer de una estaca metálica económica es la siguiente:

- Cortar un pedazo de varilla metálica de media pulgada de diámetro y 30 centímetros de longitud.
- Sacarle punta en uno de sus extremos.
- Mediante un alambre, una cuerda o abrazaderas amarrar firmemente la varilla en forma paralela a la estaca, en el extremo superior de tal

manera que sobresalgan 10 centímetros de varilla, con la punta hacia arriba, por encima del extremo de la estaca.

3.2 Desfibrado

Dependiendo del estado de maduración del fruto se pueden obtener fibras de color claro o fibras de color oscuro, tono café. Los procesos de extracción de la fibra son variados e influyen en la efectividad de los procesos posteriores tales como blanqueado y tinturado como también en los usos finales que se le den a las fibras

Existen dos métodos para la extracción de la fibra: Un método convencional y otro, un método moderno que apela a la biotecnología. En el método convencional existen dos procedimientos: el tradicional, llevado a cabo en forma manual y otro es el proceso mecánico mediante un desfibrador cuyo principio de diseño es un tambor que alberga uno o varios ejes, dotados de brazos que golpean la cáscara, rotando dentro de su interior. También es posible utilizar molinos de martillos, modificados y adecuados para tal fin.

3.2.1 Método manual tradicional de extracción de la fibra

La producción tradicional de fibras es un proceso laborioso que requiere de tiempo. Para obtener las fibras es necesario un ablandamiento de la cáscara sin que pierda sus propiedades de resistencia; para ello se somete a inmersión en agua durante periodos de tiempo que oscilan entre pocos días y varios meses, dependiendo del estado de maduración del fruto, de la calidad de la fibra que se desee obtener, del producto que se va a desarrollar con la fibra y de la naturaleza del agua, dulce o salobre marina, entre otros.

Estando inmersa en agua, la cáscara sufre procesos de fermentación y ablandamiento por la actividad natural de las bacterias presentes en el agua sobre las paredes de lignina de las fibras, facilitando el desfibrado a medida que la cáscara se hincha, separando las fibras entre si y éstas de los demás componentes.

En los países productores de fibra se acostumbra remojar en agua dulce las cáscaras de frutos completamente maduros durante periodos de tiempo de seis meses en promedio, mientras que las cáscaras de frutos verdes se remojan y curan en agua de mar entre ocho a doce meses, aunque se reporta un procedimiento en el cual al adicionar unas bacterias especiales al agua el proceso de ablandamiento se reduce a unos pocos días.

Cada procedimiento genera fibras de diferente calidad y de acuerdo a ella se les da su aplicación. Las fibras que provienen de frutos no maduros son de mayor suavidad y textura mas fina siendo muy apetecidas en la manufactura de hilazas para la fabricación de tapetes.



Ilustración 8: Separación manual

Como paso siguiente a la inmersión de las cortezas en agua viene la extracción en sí de la fibra. Tradicionalmente, el trabajador debe golpear la cáscara (**Ilustraciones 12 y 13**) recién salida del agua, repetidamente con una estaca o vara de madera con el fin de separar las fibras de la cutícula externa y del entremés o médula que mantiene las fibras unidas entre sí.

Después de lavar y secar al sol, las fibras se separan y se limpian manualmente con la ayuda de peines y cribas.

Ilustración 9 : Separación manual

Esta forma tradicional de extracción permite producir fibras de excelente calidad, en especial fibras claras provenientes de frutos no maduros. Los frutos verdes (no maduros) entre 10 y 12 meses de edad son los más apetecidos para la obtención de estas fibras claras, apropiadas para procedimientos



de hilado y tejido. De otro lado, las fibras de coco verde son las más viables para blanquear y tinturar.

3.2.2 Método Mecánico de extracción de la fibra

Para la extracción mecánica de las fibras se han diseñado y construido máquinas desfibradoras (**Ilustraciones 14 y 15**) o se han adaptado molinos de martillos que pueden procesar la cáscara en seco y por impacto la separan en sus componentes. Este método genera gran cantidad de polvo contaminante y nocivo para la salud de los operarios de los equipos. Para evitar este inconveniente se ha implementado el humedecimiento de las cáscaras de frutos secos mediante aspersion, antes de ingresar a la desfibradora, por medio de boquillas ubicadas sobre la tolva de entrada del material a la máquina.

Para complementar el trabajo del desfibrado mecánico también se utiliza el remojo de las cáscaras durante unos cuatro o cinco días en piscinas o albercas, con el fin de ablandarlas, facilitar el proceso y evitar la producción de polvo. Las cáscaras de frutos sin madurar (verdes) se pueden pasar por la máquina sin el remojo previo.

Ilustración 10: Máquina desfibradora

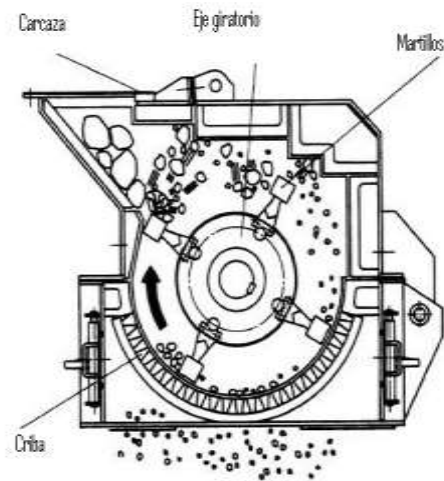


Ilustración 11 : Partes de un molino de martillos

Después de ser separadas, las fibras se seleccionan, se lavan, se limpian, se secan y se peinan para acondicionarlas adecuadamente para el hilado o para la

venta directa, teniendo en cuenta la diferencia en calidad de las fibras de un proceso en seco (sin remojar) respecto al de remojado previo.

3.2.3 *Método moderno de obtención de fibras*

Un nuevo método de extracción de fibras utiliza los avances de la biotecnología por medio del uso de bacterias específicas aplicadas al agua de remojado o inmersión de las cáscaras.

Las bacterias actúan rompiendo los tejidos que unen las fibras facilitando su separación y disminuyendo considerablemente el tiempo del proceso a tal punto que se reportan, en pruebas de laboratorio, tiempos de entre 2 y 3 meses para que la fibra se desprenda fácilmente de la cáscara, en comparación con los 10 a 12 meses necesarios de inmersión en el método tradicional manual.

Además de disminuir el tiempo del proceso, este método biológico es más amigable para el medio ambiente teniendo en cuenta que los efluentes (la mezcla de agua con las partículas diluidas de la cáscara) son más limpios y menos contaminantes. De otro lado, las fibras se desprenden casi por si solas sin necesitar ser golpeadas ya sea a mano o mecánicamente, generándose fibras más homogéneas de alta calidad que conservan sus propiedades mecánicas originales.

La implementación de este método es por ahora insipiente y costosa pues se halla aún en investigación pero de acuerdo a los resultados obtenidos promete ser muy eficiente especialmente porque disminuye la contaminación del agua utilizada en el proceso de inmersión de la cáscara, por medio del cual se generan contaminantes tales como pectinas, grasas, taninos (colorantes), polifenoles tóxicos y algunos tipos de bacterias como la salmonella.

Comercialmente en el mercado asiático se encuentran productos como el “**Coirret**”, elaborado con microorganismos desarrollados en laboratorio, el cual se aplica directamente al agua de remojado. Con este producto la fibra se puede extraer manualmente a los tres meses de haberse aplicado y su calidad es similar a la de la fibra obtenida con el método tradicional.¹⁶

¹⁶ Disponible en: www.nrdcindia.com/pages/coirret.htm

Ejercicio práctico de desfibrado

Para obtener fibras de excelente calidad es indispensable hacer el remojo previo de la cáscara del coco durante un período prolongado que asegure la degradación de la lignina. Sin embargo, para efectos de obtener fibras en forma inmediata se puede apelar a los métodos mecánicos en los cuales se aprovecha el impacto rápido de elementos sólidos sobre las cáscaras.

Aunque no es el óptimo recomendado, un equipo que puede estar al alcance de los artesanos, para hacer pruebas preliminares, es el molino de martillos que permite desmenuzar las cáscaras de coco sin destruir las fibras.

Con el fin de verificar el desprendimiento y la obtención de algunas fibras se puede adelantar el ejercicio de golpear fuertemente las cáscaras, intentando simular el efecto de los martillos del molino, con elementos como varillas rígidas de hierro, barras de corte, maderos fuertes, macetas de hierro, piedras etc., apoyando las cáscaras sobre superficies rígidas.

Herramientas y materiales necesarios

- Molino de martillos (no es indispensable pero si conveniente)
- Un artefacto pesado, entre 5 y 10 kilogramos, que permita golpear contundentemente la cáscara. Entre otros, citamos:
 - Maceta metálica (porra)
 - Barra metálica (de las usadas para perforar el suelo)
 - Pisón metálico
 - Martillo metálico pesado
 - Piedras con peso superior a 5 kilogramos
- Trozos de madera dura de 40 a 50 centímetros de longitud, que se puedan manejar con la mano, para golpear.
- Superficie rígida para apoyar la cáscara.
- Cáscaras de coco, secas



1. Apoyar la corteza de coco sobre la superficie de trabajo, con la pared externa hacia arriba (las fibras en contacto con la superficie de trabajo).
2. Dar varios golpes a la cáscara, con el artefacto pesado, hasta observar que la corteza pierde su rigidez y la cutícula externa se rompe dejando ver las fibras aglomeradas en manojos.
3. con la mano retirar la mayor cantidad de pedazos remanentes de cutícula para facilitar el desfibrado.
4. Golpear las cáscaras con las varas de madera en forma continua hasta observar que las fibras se separan y queda un residuo similar a pedacitos de corcho (médula).
5. recoger las fibras, separándolas de la médula, y restregarlas manualmente para terminar de retirar los pedacitos de médula que aún están adheridos.
6. Lavar las fibras con agua y jabón, restregándolas en forma contundente, para dejarlas completamente limpias.
7. Secar las fibras al sol.

8. En el caso de contar con el molino o con una desfibradora, la obtención de fibra se hace introduciendo la cáscara de acuerdo al manual de operación de la máquina.

Es recomendable obtener por lo menos 500 gramos de fibra para poder realizar con ella un ejercicio de hilado o de manufactura de tela no tejida. Para ello se necesitan entre 4 y 5 cáscaras secas de coco de tamaño mediano.

Con el fin de conocer el método de remojo de la fibra y la calidad final del producto es necesario:

- Depositar las cáscaras, de frutos de coco secos, en un recipiente y mantenerlas cubiertas con agua dulce durante un periodo de seis meses.
- Cada mes, durante los seis meses, extraer algunas cáscaras y someterlas a los pasos 4,5,6 y 7 anteriores.
- Guardar las fibras obtenidas cada vez y comparar su calidad con las anteriores.
- Repetir todo el procedimiento anterior (ejercicio 3.2.4) con cáscaras de frutos verdes.



3.3 HILADO DE LAS FIBRAS

3.3.1 Hilado manual

La fibra después de separarla y limpiarla queda lista para el proceso de hilado mediante el cual se convierte en hilazas o cordones torcidos, proceso que puede hacerse en forma manual o con la ayuda de ruecas o dispositivos de rotación a baja velocidad, impulsados manual o mecánicamente.



Ilustración 12: Hilado manual de la fibra

Para el hilado manual (Ilustración 16)) se toman pequeños manojos de fibra y se tuercen entre las dos manos del operario, añadiendo porciones de fibra, unos tras otros, a medida que se avanza en la formación de los hilos o cuerdas. Para obtener cuerdas mas gruesas se toman dos de las anteriores de la misma longitud y se tuercen con la palma de las dos manos en sentido contrario al de hilado inicial conformando así la hilaza y posteriormente las madejas de material listo para procesos de tinturado y tejido o para su comercialización.

El proceso legendario de hilado puramente manual, aunque se conserva casi intacto dentro de las tradiciones y la cultura de muchos pueblos, viene siendo desplazado por la presencia de ruecas manuales y de equipos propulsados por motores que hacen más eficiente y rápida la labor.



Ilustración 13: Hilado mediante motor de baja velocidad

3.3.2 *Hilado mediante rueca*

Para hilar con la rueca (**Ilustraciones 18 y 19**) el operario toma entre sus brazos un manojo de fibras y con una porción de ellas inicia una cuerda haciéndole un anillo en la punta el cual ata al gancho (de la rueca o del motor) que hace las veces de huso, le da el espesor deseado adicionando o quitando fibra y otro operario le da giro a la rueca iniciándose el proceso de torcido de las fibras. A medida que da vueltas la cuerda, torciéndose, el operario adiciona fibra uniformemente de acuerdo al espesor requerido y se va desplazando hacia atrás hasta alcanzar la longitud deseada de cuerda.

Las hebras producidas se pasan a través de los orificios de una barra perforada con diferentes diámetros mediante los cuales se observa la uniformidad del hilado la cual depende de la cantidad de fibra adicionada y de la cantidad de vueltas que se le da a cada porción de fibras. La rueca permite destorcer las hebras con el fin de reparar la falta de uniformidad.



Ilustración 14: hilado mediante rueca adaptada para 2 hilanderas



Ilustración 15: Accionamiento manual de una rueca de 4 husos

Para obtener hebras de mayor espesor (**Ilustración 20**) se toman dos de las originalmente hiladas, se anudan en la punta y esta se coloca en el gancho de la rueca la cual al girar en sentido contrario al de torcido de las hebras

individuales hace que una hebra tuerza sobre la otra conformando una sola unidad más gruesa y resistente.

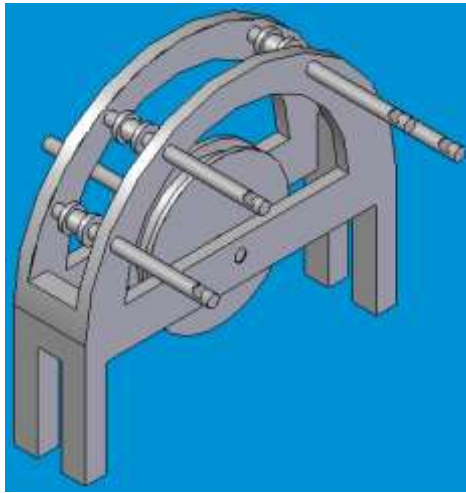
Para operar una rueca como la mostrada en la **ilustración 18** se requieren mínimo dos operarios, uno para la rueca y otro para la fibra, pero con el fin de hacer más eficiente el trabajo y aprovechar el movimiento de la rueca, mediante el uso de poleas se adiciona otro gancho y pueden trabajar dos hilanderos en el mismo aparato (**Ilustración 19**).



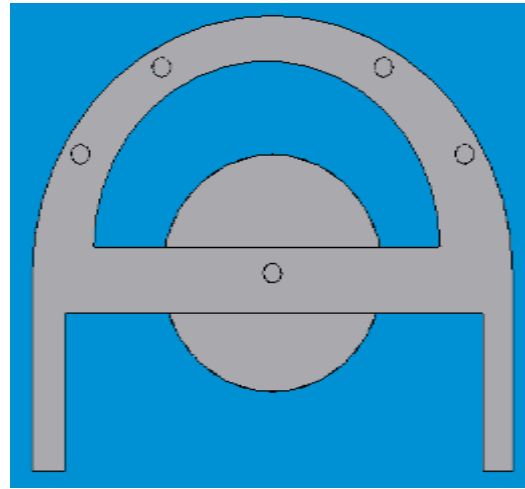
Ilustración 16: Cordones en fibra, de diferente grosor

La rueca ha venido evolucionando en su diseño y operación, dando origen a equipos modernos totalmente automatizados. En sus pasos iniciales de modernización se le han adicionado motores eléctricos (**Ilustración 21**) y de combustión interna que transmitiendo su potencia a elementos de reducción de velocidad permiten hacer un uso más eficiente de la rueca operada manualmente.

Ilustración 21 : Esquema de una rueca de 4 husos. A: Vista del conjunto. B: Vista de atrás



A



B

La Ilustración 22 esquematiza una rueca manual de 4 husos: vista en conjunto (A) y vista desde atrás (B). Cada huso está compuesto de un eje con gancho en la punta y una polea en el otro extremo, montados sobre el marco de la rueca. Los 4 husos giran por medio de una correa que enlaza las poleas con la polea central cuyo giro lo hace el operario por medio de una manivela. Los husos entorchan la fibra y sirven también para recoger la cuerda elaborada.

3.3.3 Ejercicio práctico de hilado de fibra de coco

Herramientas y materiales:

- Fibra limpia de coco
- Artefactos de hilado (suministrados por el instructor)
 - Taladro manual
 - Rueda de piñones, manual
 - Motor eléctrico de baja velocidad

Procedimiento:

- Tomar un manojo de fibras y con una porción de ellas torcer con las manos una pequeña porción de cuerda.
- Hacer un anillo o un nudo en la punta de la cuerda.
- Atar la cuerda, mediante el anillo o el nudo, al gancho del artefacto de rotación.
- Un operario hace girar el artefacto y otro sostiene la cuerda de manera que se tuerza en forma continua.
- A medida que da vueltas la cuerda, torciéndose, adicionar fibra uniformemente, de acuerdo al espesor requerido, hasta alcanzar la longitud deseada de cuerda.





Hacer una cuerda similar a la anterior, del mismo grosor, longitud y sentido de rotación del artefacto.

- Unir las dos cuerdas por una de las puntas y anudarlas al gancho del artefacto.
- Uno de los operarios toma los extremos de las cuerdas en cada mano y las mantiene separadas.
- El otro operario hace girar el artefacto en sentido contrario al de torcido original de las cuerdas. A medida que se hace el giro las cuerdas se van retorciendo una sobre la otra, obteniéndose así una sola cuerda más gruesa y mas fuerte.



3.3.4 Ejercicio práctico de conformado de tela no tejida

Herramientas y materiales:

- fibra de coco limpia
- Látex (caucho natural) líquido
- Mesa de superficie no porosa: fórmica, vidrio, madera lacada, lámina metálica, cerámica, cemento etc.

- Fumigadora de espalda o equipo de aspersión manual o atomizador manual (usados en agricultura y/o jardinería), o atomizador doméstico (usado para aplicar agua a la ropa de planchado etc.)

Procedimiento:

1. Extender sobre la mesa una capa delgada y homogénea de fibras, intentando seguir una geometría regular, cuadrado, rectángulo, círculo etc.
2. Diluir el látex: tomar una porción de agua limpia y mezclarla con una porción de látex, agitando para conseguir una mezcla uniforme.
3. Cargar la fumigadora o el aspersor con el látex diluido o preparado de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
4. Aplicar el látex sobre la capa de fibra, en forma homogénea y en una cantidad que a la vista se note que impregna suficientemente la capa de fibras.
5. Sobreponer otra capa de fibras.
6. Aplicar látex de acuerdo al paso 3.
7. Aplicar capas de fibra y de látex de acuerdo al espesor esperado de la tela.
8. Sobre la última capa de látex poner una superficie no porosa con la cual se presiona todo el conjunto, colocando un objeto pesado que haga fuerza en forma homogénea.
9. Dejar secar hasta que la superficie de presión se desprenda de la tela, y ésta de la mesa, sin necesidad de forzarla.



3.3.5 *BLANQUEADO Y TINTURADO*



Ilustración 17: Hilaza de coco sometida a blanqueado

Con el fin de obtener fibras de color claro que puedan ser más atractivas comercialmente, se acostumbra blanquear la fibra original, generándose un producto de color amarillo claro, en vez del color café original, a partir del cual, mediante tinturado, se puede obtener fibra de diferentes colores.

3.3.6 Método artesanal

El método tradicional artesanal de blanqueado es el de sumergir la fibra en agua dulce durante varios meses, procedimiento que cumple con la doble función de ablandar la cáscara para facilitar la extracción de la fibra y a la vez decolorarla por la acción del agua y los microorganismos presentes en ella.

3.3.7 Métodos químicos

Otra forma de decolorar la fibra de coco es mediante la adaptación de los métodos químicos tradicionales usados por la industria textil y papelera, sin embargo, las condiciones de estos procedimientos podrían afectar la durabilidad de los productos fabricados o las propiedades de la fibra como su resistencia a la tensión o su suavidad.

Entre los productos químicos que se utilizan para blanquear fibras naturales están el peróxido de hidrógeno y el ácido peracético. El peróxido de hidrógeno es un agente blanqueador universal de bajo costo y de uso más seguro aunque puede generar irritaciones en ojos y sistema respiratorio de quienes lo manipulan.

3.3.7.1 Blanqueado mediante peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), comúnmente conocido como **agua oxigenada**, es un oxidante fuerte e inestable descomponiéndose en agua y oxígeno reactivo el cual produce el efecto blanqueador. Cuando se utiliza el peróxido como blanqueador, es necesario adicionar algún surfactante a las fibras para incrementar la reactividad de estas y aprovechar al máximo el efecto oxidante y decolorante.

3.3.7.2 Decoloración por medio de perácidos

Los perácidos, como el ácido peracético tienen un gran poder de oxidación y por lo tanto de decoloración, sin embargo presentan problemas de almacenamiento prolongado, lo cual limita su uso en la decoloración comercial de fibras. Una ventaja que tiene este método sobre el uso del peróxido de hidrógeno tiene que ver con la suavidad y la resistencia de la fibra tratada¹⁷

¹⁷ Lewin, M. and Pearce, E.M. (Eds).Fibre Chemistry: Handbook of Fibre Science and technology. Vol.4. 1985. Marcel Dekker Inc.

3.3.8 Decoloración mediante microorganismos

Existe la posibilidad de decolorar la fibra apelando a la acción de microorganismos mediante un procedimiento que podría llamarse el bioblanqueado, cuyo objetivo sería implementar la acción de bacterias que en reemplazo de los productos químicos remuevan la lignina de las fibras.

Cualquiera que sea la bacteria utilizada es necesario controlarla y permitir solamente una acción superficial para mantener las propiedades mecánicas de la fibra sin debilitarla ya que la lignina juega un papel importante en la estructura de la fibra.

3.4 TINTURADO

El tinturado de la fibra y la hilaza (figura 27) se lleva a cabo con el fin de mejorar su presentación y hacer más atractivo y diversificado el mercadeo.



Ilustración 18: Hilazas de coco tinturadas



Hilaza en color natural

Para tinturar la fibra se pueden utilizar colorantes de origen vegetal como también tinturas químicas de uso común en textiles, sin embargo antes de tinturar todo un lote completo, es indispensable hacer una muestra con poca fibra de coco para verificar si el tinte se adhiere adecuadamente y si el color que se obtiene es el deseado. También es importante verificar que después de teñida la fibra, esta conserve sus características iniciales de resistencia y suavidad y además conserve el color adquirido.

