

**Taller de transferencia de tecnología para el
aprovechamiento de la fibra de coco en Cartagena**

Diseño e Innovación Tecnológica aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal y la ejecución del plan de transferencia aprobado por el SENA

Cartilla
MANEJO DE LA FIBRA DE COCO

Luis Hernando Palencia Puentes Asesor



2006

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.¹

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 a los seis años de la siembra. Las **Enanas***

¹ ALARCON, Antonio y MURCIA, Francisco. Cultivo en fibra de coco. En: "Tecnología para cultivos de alto rendimiento". Madrid. 2000

tienen un tronco que alcanza alturas hasta de 12 metros y hojas numerosas pero cortas².

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, 1989³

1.2 El fruto del cocotero

² Información botánica general sobre la planta de cocotero

³ SINISTERRA, S. Diseño, Construcción y Evaluación Preliminar de una Ralladora de Coco. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1989

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)⁴ 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.

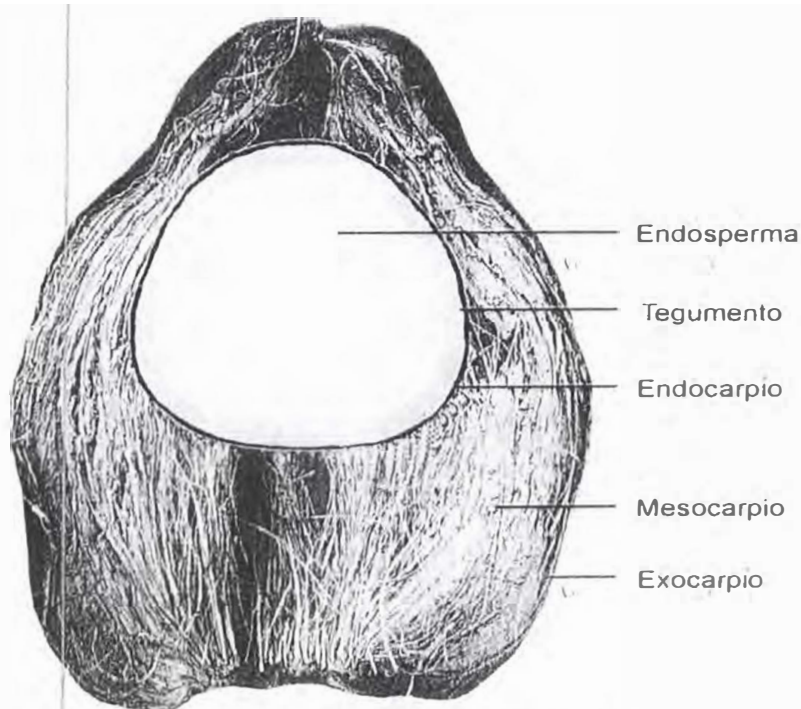


Ilustración 1: Corte transversal de un fruto de cocotero

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

1.2.1 El exocarpio. La parte externa del fruto, de color verde en estado inmaduro, consta de tejidos fibrosos y duros que van

⁴ Hernando Puentes, archivo personal

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 si. 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.⁵
- 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 obscurece 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.

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

Si bien el endospermo es la parte más conocida y utilizada del cocotero, casi todas las partes del árbol se usan para algo⁶.

- a. El tronco produce madera utilizada en construcción
- b. Las hojas, de gran frondosidad, se entretajan 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.

⁶ <www.buton.starwon.com.au/Copra/Coconutandcopra.htm>

2 La cáscara de coco

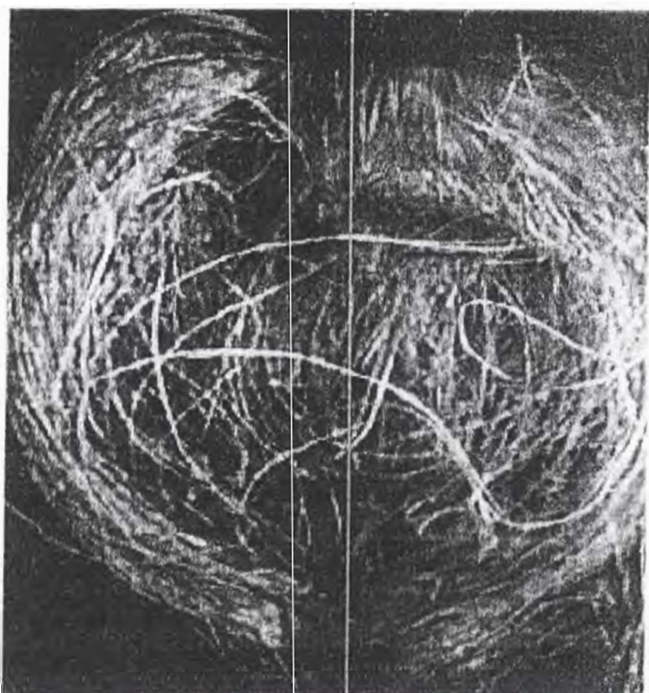


Ilustración 2: fibra de coco

Ilustración 3: 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 sí. El procesamiento de la cáscara o estopa del coco deja entonces como subproductos la fibra y la médula (Ilustraciones 4 y 5)⁷ 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.

⁷ 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.

- 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

Coirindia⁸

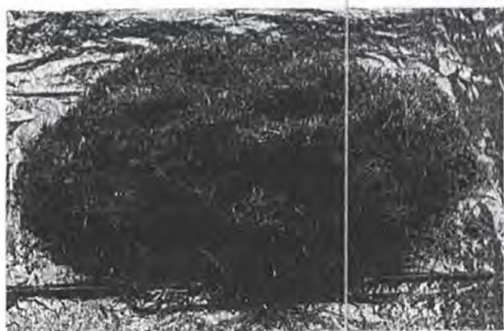


Ilustración 4: Fibra de coco



Ilustración 5: Sustrato de coco

⁸ COIRINDIA. Disponible en : www.coirindia.org/cict/articles/agritex.pdf

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)⁹. Este dato concuerda con resultados de investigaciones que se han adelantado en Colombia¹⁰: **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

⁹ STEELE, P E 1997. "Coconut Industries Development and the importance of Technical Innovation" Workshop on Wet Processing of Coir, Allepey, December 1997

¹⁰ 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,

3 Procesamiento de la cáscara de coco

3.1 Descascarado del fruto

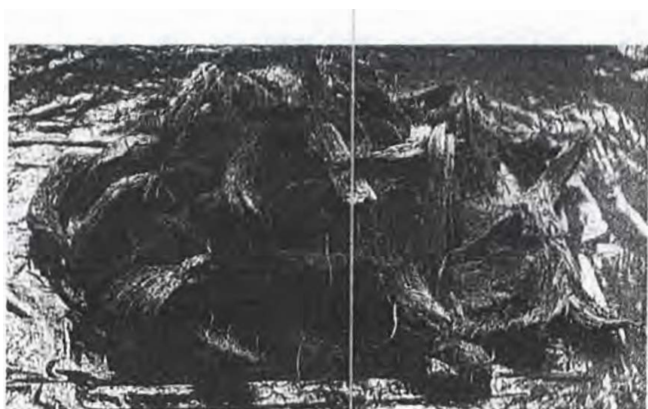
Los frutos completamente maduros caen del árbol en forma espontánea al suelo y se recogen para ser procesados. Los que no se desprenden por si solos son cosechados a mano por personas que suben al árbol o desde el suelo mediante una vara con un gancho o un cuchillo ensamblado en la punta se desprenden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

Ilustración 6: Cáscara obtenida mediante tusado

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 de 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 7: Estaca metálica



Ilustración 8: 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 9: Separación de la cáscara mediante estaca

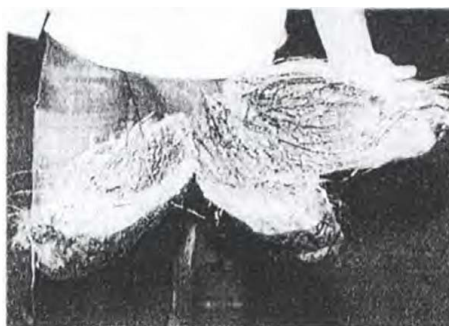
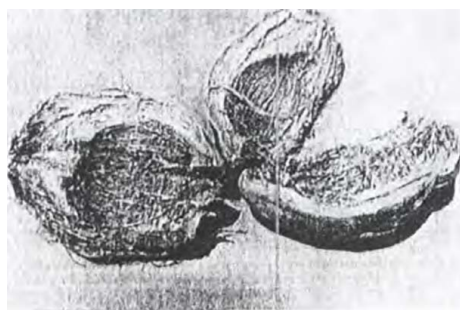


Ilustración 10: cáscaras extraídas mediante estaca

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 descortezar¹¹.

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

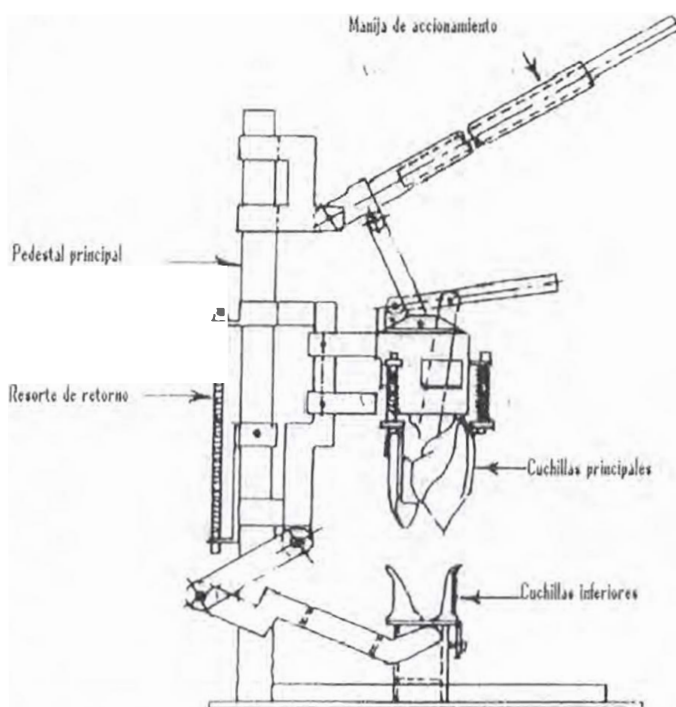


Ilustración 11: Esquema de descortezadora manual

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.

¹¹ 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 sí 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 12: 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 13 : 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.



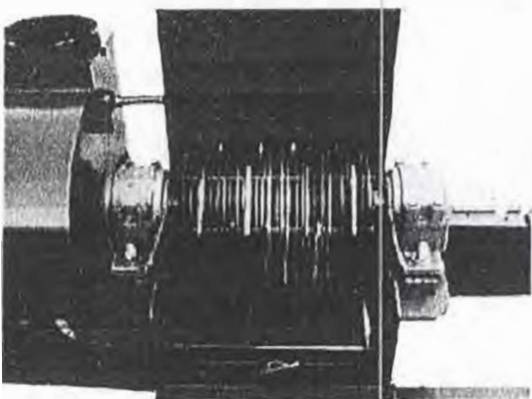
3.2.2 Método Mecánico de

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 aspersión, 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 14: Máquina desfibradora



martillos

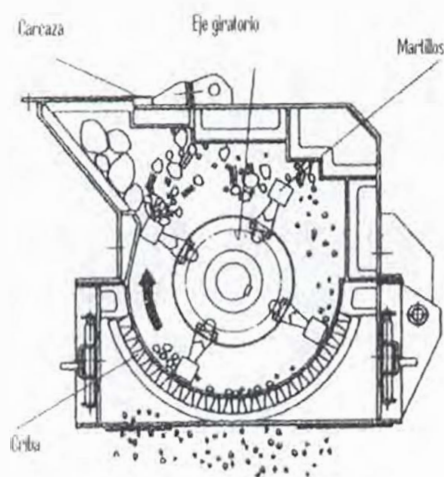


Ilustración 15 : Partes de un molino de

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 remojo 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.¹²

¹² Disponible en: www.nrdcindia.com/pages/coirret.htm

3.2.4 Ejercicio práctico de desfibrado

Para obtener fibras de excelente calidad es indispensable hacer el remojado 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 remojado 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 16: 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 rucas manuales y de equipos propulsados por motores que hacen más eficiente y rápida la labor.

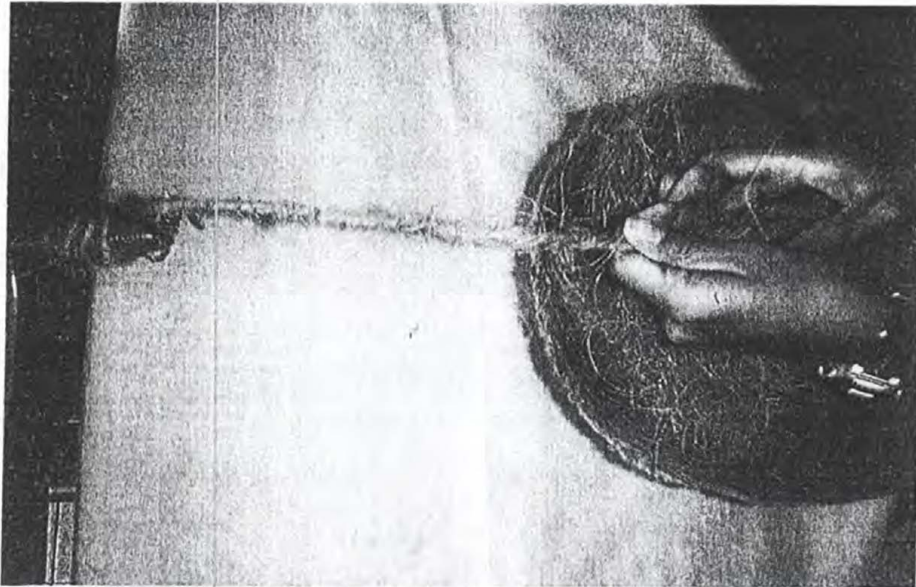


Ilustración 17: Hilado mediante motor de baja velocidad

3.3.2 Hilado mediante rucaca

Para hilar con la rucaca (**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 rucaca 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 rucaca 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 rucaca permite destorcer las hebras con el fin de reparar la falta de uniformidad.



Ilustración 18: hilado mediante rueca adaptada para 2 hilanderas

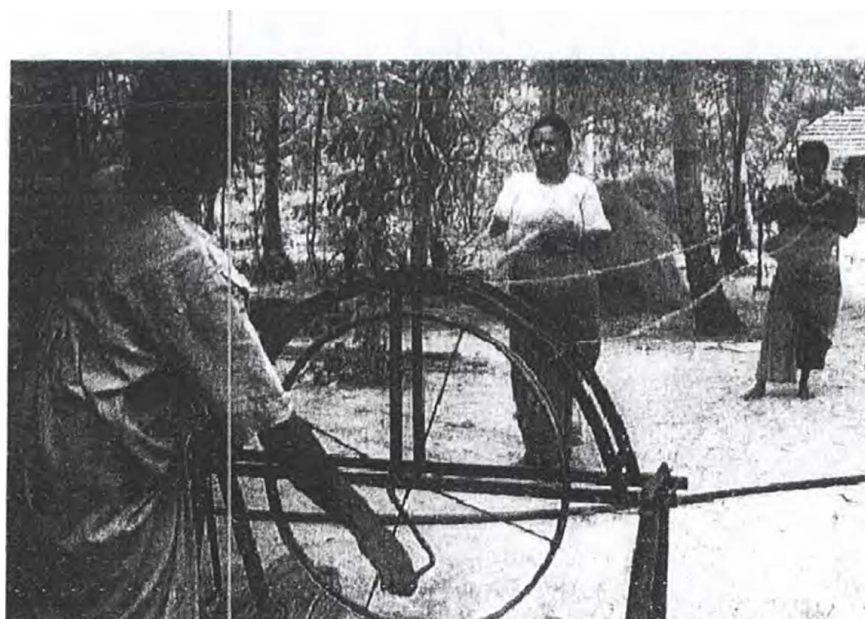


Ilustración 19: Accionamiento manual de una rueca de 4 husos

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**).

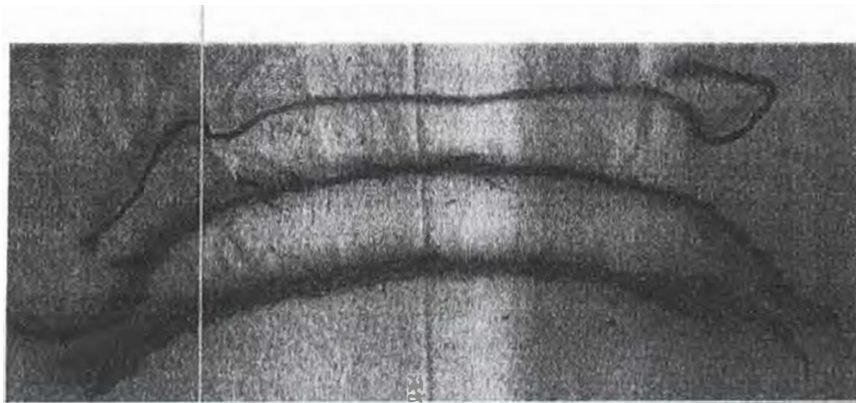
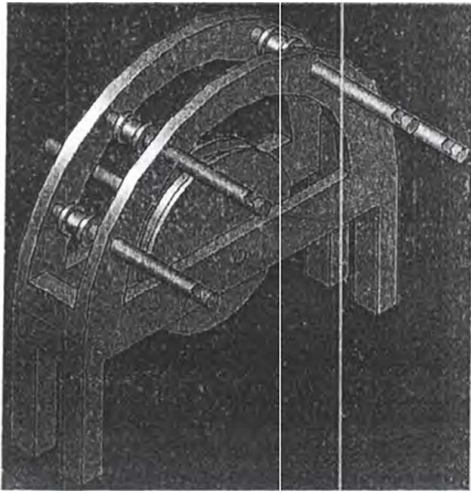


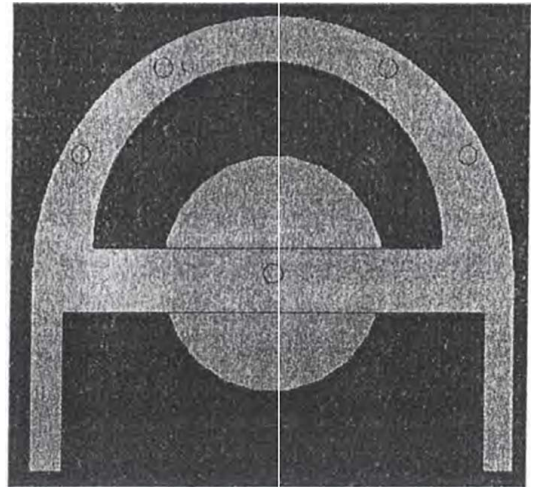
Ilustración 20: Cordones en fibra, de diferente grosor

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:

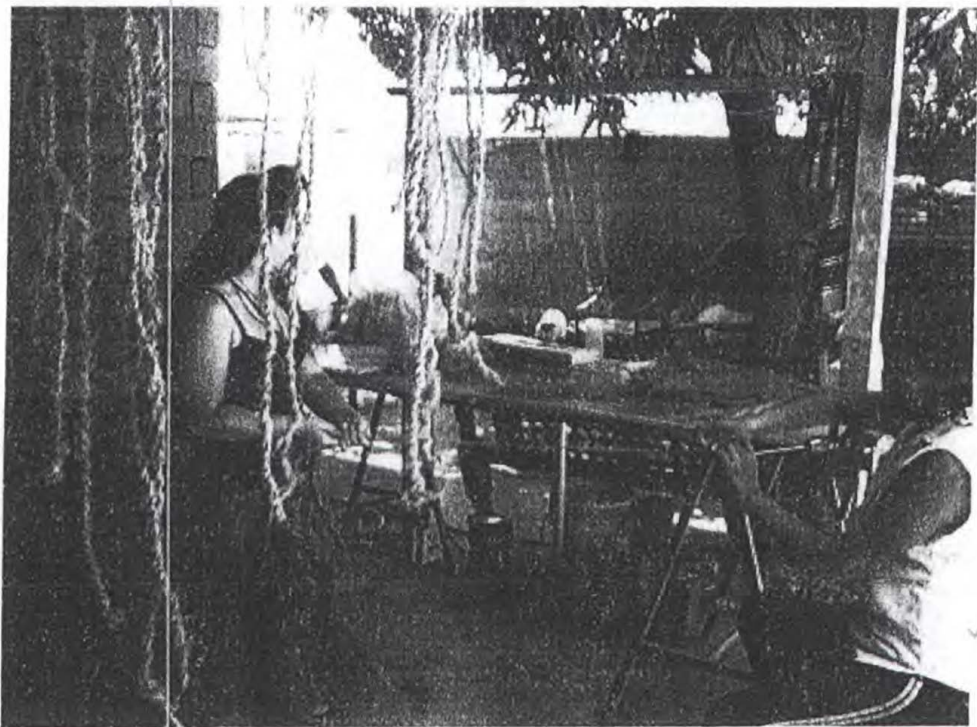
- Fibra limpia de coco
- Artefactos de hilado (suministrados por el instructor)
 - Taladro manual
 - Rueda de piñones, manual
 - Motor eléctrico de baja velocidad

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

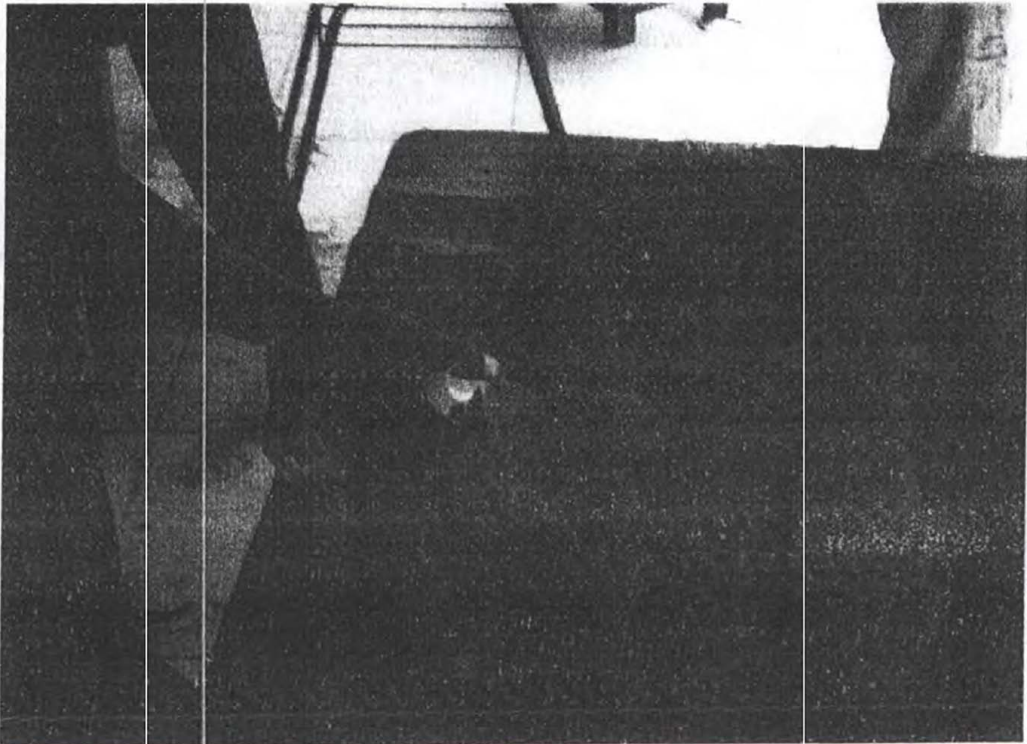
Herramientas y materiales:

- 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

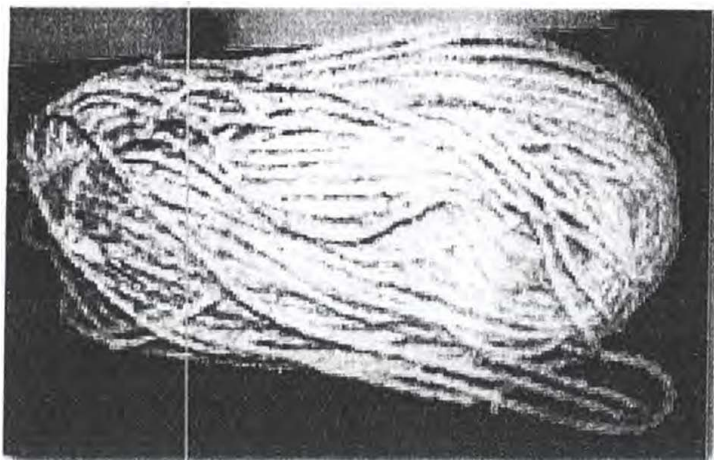


Ilustración 21: Hilaza de coco sometida a blanqueado

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 mas seguro aunque puede generar irritaciones en ojos y sistema respiratorio de quienes lo manipulan.

3.3.7.1 Blanqueado mediante peroxido de hidrogeno

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 tratada¹³.

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.

¹³ Lewin, M. and Pearce, E.M (Eds).Fibre Chemistry Handbook of Fibre Science and technology. Vol.4. 1985. Marcel Dekker Inc.

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 22: 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

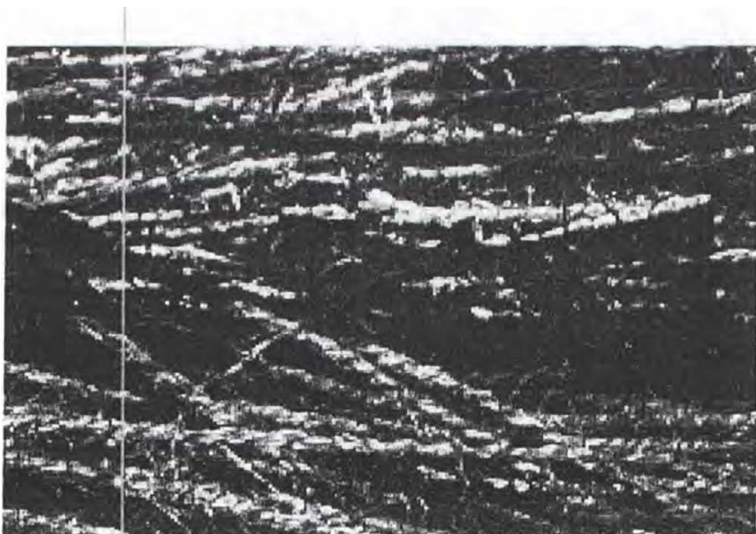


Figura 1. Cuerdas elaboradas con fibras de coco de diferentes colores