



Reconocimiento de características, obtención y utilización de la estopa de coco

Luis Hernando Puentes - Ing. Agrícola
Ernesto Joya - Ing. Agrónomo

Este documento hace parte del proyecto
“Aprovechamiento artesanal del coco en el municipio de Tumaco – Nariño”,
ejecutado por Artesanías de Colombia, S.A., en el marco del proyecto
“Monte Bravo” Manejo forestal de la Costa de Nariño, que desarrolla FAO-ONUDC

Artesanías de Colombia S.A.
Bogotá, agosto de 2005



Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco

Tabla de Contenido

	Página
Introducción	4
1. Breve reseña del cocotero	6
1.1. Características	6
1.2. Clima	7
1.3. Suelo	7
1.4. Variedades	8
2. Producción de cocotero	10
2.1. En el mundo	10
2.2. En Colombia	10
3. El fruto del cocotero	13
4. La fibra de coco	16
4.1. Qué es el “coir”	19
4.2. Separación de la cáscara	20
4.3. La fibra y su obtención	22
4.3.1. Proceso manual tradicional de extracción de la fibra	22
4.3.2. Proceso tradicional mecánico de extracción de la fibra	24
4.3.3. Proceso moderno de extracción de la fibra	27
5. Hilado de las fibras	29
6. Decoloración y tinturado	34
6.1. Blanqueado	34
6.1.1. Blanqueado mediante peróxido de hidrógeno	35
6.1.2. Decoloración por medio de ácidos	35
6.1.3. Decoloración mediante microorganismos	35
6.2. Tinturado	36
7. Usos de la fibra de coco	38
7.1. Uso artesanal	38
7.2. Protección de taludes y cauces	42
7.3. Otras aplicaciones industriales	45
8. Experiencias con la fibra de coco en Colombia	46
8.1. Pruebas textiles	53
9. Conclusiones y propuesta final	62
Referencias	65
Índice fotográfico	68

Tablas	Página	
Tabla 1	Características de las variedades de coco sembradas en Colombia	9
Tabla 2	Producción nacional de cocotero en los años 1990 a 2001	11
Tabla 3	Producción de Coco por departamento en Colombia año 2000	11
Tabla 4	Participación departamental en la producción de coco, año 2000	12
Tabla 5	Composición química de la fibra de coco	19
Tabla 6	Propiedades físicas de la fibra (coir fibre). COIRINDIA	19
Tabla 7	Ensayo resistencia de la fibra de coco a la tensión (SENA)	54
Tabla 8	Ensayo: Elongación de la fibra de coco (SENA)	56
Tabla 9	Ensayo: Porcentaje de materiales extractables (SENA)	57
Tabla 10	Determinación del porcentaje de humedad de la fibra de coco (SENA)	58
Tabla 11	Ensayo: Determinación de la longitud de la fibra. (SENA)	59
Tabla 12	Ensayo: Análisis cualitativo de las fibras de coco (SENA)	60
Tabla 13	Ensayo: Morfología de la fibra de coco (SENA)	61

Introducción

El presente documento tiene como finalidad recuperar información existente a nivel nacional y de otros países que han estudiado sobre las características y aplicaciones del coco en forma estructurada. Es un documento en el que se ilustran las características del coco, los desarrollos y la aplicación actual, especialmente en cuanto a la estopa, como subproducto de desecho con potencial productivo. Para continuar en el ejercicio de profundizar y ampliar el conocimiento sobre la materia invitamos a los lectores a aportar referencias y contactos sobre estudios y grupos de investigación que hayan trabajado o avancen en este campo; para este efecto pueden comunicarse al correo electrónico: desarrollo@artesantiasdecolombia.com.co

El informe que aquí se presenta se desarrolló en el marco del proyecto “Aprovechamiento artesanal del coco en el municipio de Tumaco – Nariño”, que ejecuta Artesanías de Colombia, S.A. por contrato con FAO – ONUDC y, a su vez, se enmarca en el proyecto “Monte Bravo” Manejo forestal de la Costa de Nariño que desarrollan estas entidades.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo Alternativo, y de la Sesión Especial sobre el Problema Mundial de Drogas de la Naciones Unidas (junio 1998), se diseñó el proyecto Manejo Forestal de la Costa Pacífica Colombiana, financiado por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito UNODC y USAID, y en ejecución por la FAO, el cual busca desarrollar el sector forestal tomando como base la Costa Pacífica Nariñense, favoreciendo directamente a los pequeños productores involucrados, mediante un proceso destinado a impedir y eliminar el cultivo de plantas para usos ilícitos que incluye la realización de actividades productivas y de inversiones complementarias.

El trabajo investigativo ha sido elaborado por el Ingeniero Agrícola Luis Hernando Puentes y el Ingeniero Agrónomo Ernesto Joya; profesionales con amplia experiencia y conocimiento sobre el material objeto de estudio, por su vinculación de varias décadas a la docencia y al tema agrícola.

Se inició con la indagación a nivel de universidades colombianas, identificando estudios para trabajos de grado elaborados en la Universidad Nacional de Colombia, en los Departamentos de Ingeniería Agrícola y Civil de la Facultad de Ingeniería y en el Departamento de Diseño Industrial de la Facultad de Artes, sobre los cuales se extractaron datos de especial interés.

Se recurrió a la búsqueda por Internet sobre la información existente a nivel mundial sobre la estopa de coco, encontrando información muy valiosa que puede ser aprovechada para la generación de una interesante industria a nivel nacional, basada en un material de desecho, sobre el cual hay mucho por aprender.

Se contactó un industrial antioqueño quien, por más de 10 años ha trabajado la estopa, diseñando tecnología para su procesamiento y experimentando procesos para la fabricación de productos,

tipo fieltros para materas y sustratos para jardinería y viveros, temas trabajados en forma muy incipiente en el país. Él aportó estopa procesada para la realización de las pruebas experimentales, complementarias del proyecto y su colaboración fue muy valiosa.

Finalmente, se presentan algunas conclusiones y proyecciones para el aprovechamiento de la estopa del coco en Colombia, tema que en otros países como la India o España, se encuentra muy avanzado y la base de diversos productos de carácter industrial.

Reconocimiento de las características, obtención y utilización de la estopa de coco

1. Breve reseña del cocotero

1.1. Características



Foto 1: Árbol adulto de cocotero

El árbol del cocotero es una planta de la familia de las palmáceas, denominación dada a algunas especies del género *Cocas*, *C.*, en particular a la especie *Cocos Nucífera Linn.*, objeto del presente informe.

La palma del cocotero (*Cocos nucifera Linn.*), árbol de raíces gruesas y profundas, con un tallo que puede alcanzar alturas hasta de 30 metros, es una planta monocotiledonea que se desarrolla en todas las regiones tropicales del mundo comprendidas entre las latitudes 27° sur y 25° norte, aunque las principales zonas en las que el coco crece en el mundo están situadas entre los 22° sur y norte del ecuador.¹

1.2. Clima

El cocotero se desarrolla adecuadamente en zonas con precipitación anual entre 1500 a 2000 mm uniformemente distribuidas; temperaturas que oscilen entre los 22° y los 32°C, con un promedio de 27°C y bajo condiciones de alta luminosidad con un valor ideal de 2000 horas mínimo de sol al año. Temperaturas promedio mensuales por debajo de los 20°C pueden afectar la fisiología y morfología de la planta, la cual prefiere climas cálidos y húmedos a tal punto que sequías excesivas del aire ocasionan caída prematura de los frutos.

1.3. Suelo

La tolerancia del árbol de cocotero a los ambientes salinos y a los suelos pobres es alta, debido a su capacidad de absorción a través de un sistema de raíces bien desarrollado. Se adapta a una gran variedad de suelos en la zona tropical, que van desde los arenosos y aluviales hasta los medianamente arcillosos; sin embargo, para su cultivo deben escogerse suelos bien aireados, drenados y profundos. Soporta grados de acidez comprendidos entre Ph 5.0 y 7.5, límites por debajo o por encima de los cuales se genera un desequilibrio en la nutrición. Aunque tolera altos índices de sodio, tal es el caso de las plantaciones a la orilla del mar, está comprobado que este elemento no es indispensable para el adecuado desarrollo del cocotero².

Los requisitos de clima y suelo del cocotero lo hacen ideal para crecer en las zonas costeras, en particular de los océanos Pacífico e Indico, pero presentándose condiciones convenientes de pluviosidad o en su defecto buenas posibilidades de irrigación o presencia de mantos freáticos cercanos a la superficie del suelo, temperatura e iluminación, el cocotero también se desarrolla favorablemente en tierras bajas, situadas en llanuras costeras o al interior del continente; tal es el caso de Colombia, en donde se encuentran plantaciones desde regiones a nivel del mar hasta los 1200 metros de altura, en el departamento de Nariño, en cercanías de la Costa Pacífica, o cultivos de coco en zonas continentales como los Llanos Orientales de Colombia y las llanuras

¹ SINISTERRA, Silvio. “Diseño, construcción y evaluación preliminar de una ralladora de coco”. Tesis de grado. Facultad de Diseño, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1989

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

venezolanas. De igual manera, en el sur de la India se encuentran, tierra adentro, extensas regiones plantadas en coco.

1.4. Variedades³

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. Se distinguen principalmente dos variedades de coco clasificadas sobre la base de la estatura del árbol: las *Altas*, con tronco largo (20 a 25 metros), esbelto, terminado en una corona de hojas de cinco a seis metros de longitud, que se origina en una sola yema terminal, son de fecundación cruzada (alógamas) y las *Enanas*, con un tronco que alcanza alturas hasta de 12 metros y hojas numerosas pero cortas, son autofecundadas (autógamas).

Las palmas comerciales más comunes pertenecen a la variedad Alta, caracterizada por su poca precocidad, aunque no tienen época fija para fructificar, pues ello depende de varios factores como clima, suelo etc., inician producción aproximadamente seis años después de ser sembrada la semilla (nuez).

En cambio, 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, sin embargo la producción abundante y continuada de frutos no principia antes de los ocho años, manteniéndose en plena producción entre los veinte y los setenta años si las condiciones les son favorables. Luego la producción decae paulatinamente hasta que la planta muere, evento que ocurre normalmente entre los noventa y los cien años.

La diferencia entre las variedades de cocotero se basa principalmente en las características del tronco (forma, longitud, diámetro), clase de polinización (alógama, autógama), características del fruto (forma, tamaño, *cantidad de estopa*) y de la nuez (forma, espesor del endocarpio y del endosperma, y contenido de agua dentro del endosperma). El tamaño de los troncos y las hojas influye en la densidad de siembra del cultivo, condición que determina a la vez la cantidad de nueces por palma y por hectárea.

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 endosperma (pulpa) grueso; la *Enano-honda*, con tronco erecto de mayor grosor en la base y nueces pequeñas con un pezón en el extremo.

³ Información botánica general sobre la planta de cocotero

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

Característica	Variedad Alto-Caribe	Variedad Alto-Pacífico	Variedad Enano Malayo
Peso promedio del fruto	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 %
Endosperma (albumen)	25.7 %	33.0 %	30.0 %
Coco descortezado	0.84 kg	1.18 kg	0.69 kg

Fuente: Silvio Sinisterra.1989

2. Producción de cocotero

2.1. En el mundo

El coco se cultiva, en la mayoría de las regiones tropicales del planeta, bajo el esquema de pequeñas unidades de tipo familiar o en grandes plantaciones, sin embargo, a nivel mundial y en particular en Colombia, la mayor producción de coco presente en el mercado, ya sea como nuez o como subproductos, proviene de un número grande de agricultores de bajos ingresos, poseedores de pequeñas áreas, e incluso de un reducido número de palmas de coco, quienes recogen y venden directamente los frutos, o en el mejor de los casos extraen el endosperma (copra) y de allí obtienen artesanalmente aceite y copra, productos utilizados en industrias de alimentos (aceite de cocina, margarina, manteca vegetal, esencias, nuez deshidratada) y no alimentarias (jabones, lubricantes, perfumes, piensos).

A nivel mundial las grandes áreas de producción se encuentran a lo largo de la costa húmeda tropical asiática en países como Filipinas, India, Sri Lanka, Indonesia y Malasia, en donde miles de familias derivan su sustento diario de la palma de coco y sus diferentes productos.

2.2. En Colombia

Según la FAO⁴, la producción mundial de coco entre los años 1980 y 1999 se incrementó de 35 millones a casi 50 millones de toneladas. Los rendimientos varían de región a región debido a un buen número de factores.

Un árbol de cocotero puede producir en promedio 70 a 100 cocos con un máximo de 150 frutos por año. Para el año 1990 la mayor producción de coco en Colombia correspondía a los departamentos de Cauca y Nariño llegándose a reportar como promedio para la costa pacífica colombiana productividades de 9000 nueces/ha/año de la variedad Alto-Pacífico, valor que contrasta con los promedios generales reportados por FAO, 3500 a 6000 nueces/ha/año.

La producción nacional de coco se encuentra ubicada principalmente en los departamentos con zonas costeras como Antioquia, Bolívar, Cauca, Chocó, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Nariño, Sucre y Valle, de los cuales se han destacado por su producción, los departamentos de Córdoba, Cauca y Nariño, con aproximadamente el 70 % de la producción total del país.

En la última década la producción promedia ha estado alrededor de las 101.000 toneladas y para el año 2000 el departamento con mayor producción fue Córdoba con el 29.8 %, seguido de Nariño con el 28.7 % de participación en la producción nacional como lo muestran las tablas 1,2 y 3

Según el DANE⁵, la producción nacional de fruto de cocotero en el año 2001 registró un valor de 99.132 toneladas y 11.711 hectáreas sembradas, datos que resultan inferiores a los reportados

⁴ FAO Technical paper N° 6 1.999

para el año 2000; sin embargo, se observa un incremento en el rendimiento de la producción, de 7.192 kg/ha a 8465 kg/ha en el 2001.

En el año 2001 la mayor extensión de superficie cultivada se localizó en los departamentos de Nariño, Cauca, Córdoba y Antioquia. En cuanto a rendimientos, kg/ha, los valores mas altos se encontraron en Chocó, Cauca Valle, Córdoba y Nariño.

Las plantaciones más recientes del país comenzaron a desarrollarse en 1981 en el departamento de Córdoba, en fincas al interior de la costa, en cercanía a la ciudad de Montería a unos 40 kilómetros de la costa Atlántica. El coco producido allí y en general en el departamento, se comercializa en la zona, pero la cáscara comienza a ganar importancia comercial principalmente en la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, en donde existe al menos una pequeña industria que cuenta con facilidades para procesar la estopa que envuelve la nuez del cocotero, produciendo fibras de uso artesanal y, como producto reciente pero de buena demanda en el campo de producción agrícola, sustrato usado como medio de cultivo de flores, hortalizas etc.

Tabla 2 : Producción nacional de cocotero en los años 1990 a 2001

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Superficie, ha	15860	17916	10709	10028	11043	9987
Producción,kg/ha	119308	129643	79163	70059	87212	92954
Rendimiento, kg/ha	7528	7236	7392	6986	7898	9308
Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Superficie, ha	119308	12544	10916	13933	14076	
Producción,kg/ha	7523	83012	71299	106606	101239	
Rendimiento, kg/ha	8009	6618	6532	7651	7192	

Fuente: DANE⁶

Tabla 3 : Producción de Coco por departamento en Colombia año 2000

Departamento	Superficie, Ha	Producción, ton	Rendimiento Kg/ha
Antioquia	1061	5536	5218
Bolívar	768	3750	4883
Cauca	3005	16075	5349
Chocó	219	2907	13274
Córdoba	3027	30172	9967
Guajira	451	3909	8667
Magdalena	966	4489	4647
Nariña	3836	29063	7576
Sucre	553	3059	5531
Valle	190	2280	12000
Total	14076	101239	7192

Fuente: DANE⁷

⁵ DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Anuario Estadístico 2001, Bogotá, D.C.

⁶ DANE. Op.Cit.

⁷ DANE. Op.Cit

Tabla 4 : Participación departamental en la producción de coco, año 2000

Departamento	Participación, %
Córdoba	29.8
Nariño	28.7
Cauca	15.9
Antioquia	5.5
Magdalena	4.4
Otros	15.7

Fuente: DANE⁸

Las cifras destacan al departamento de Nariño, tanto en área sembrada como en participación en la producción nacional. De otro lado, las zonas bajas del departamento, mirando hacia la región pacífica y las zonas costeras concentran la producción de coco, pero, en contraste, son esos lugares los que muestran mayores índices de pobreza en el departamento de Nariño, tal vez por la ausencia de vías de comunicación terrestres y la escasa presencia gubernamental.

La ciudad de Pasto, capital del departamento, se une en forma terrestre, mediante vía pavimentada de reciente construcción y magníficas prestaciones, con la ciudad de Tumaco, puerto sobre el Océano Pacífico, desde donde se transportan por vía marítima y terrestre los principales productos de la región: madera, pescado, palma de aceite, arroz y coco.

Tierra adentro de la costa nariñense habitan varias comunidades de personas cuya subsistencia se deriva principalmente de la pesca fluvial y de algunos cultivos precarios de pancoger como plátano, yuca y frutas tropicales, en especial coco. El estudio de las características de la estopa del coco es precisamente el objeto del presente informe, a través del cual se pretende visualizar y recomendar el aprovechamiento integral de la cáscara del cocotero en distintos campos, para intentar mejorar así el nivel de vida de las comunidades mencionadas, aumentando sus ingresos y disminuyendo el impacto ambiental generado por la contaminación de terrenos, caños y ríos con la disposición y usos inadecuados de este material.

⁸ DANE. Op.Cit

3. El fruto del cocotero

Mundialmente el coco es conocido como una oleaginosa que se procesa principalmente en su estado final de maduración para la producción de aceite y otros productos. En algunos sitios el coco se consume también en estado inmaduro con el fin de aprovechar su agua.

El fruto, una drupa, inicialmente cónico, va adquiriendo una forma irregular a medida que alcanza su madurez, aproximadamente a los doce meses, y se vuelve ovoide, elipsoide, o casi esférico dependiendo principalmente de la variedad.

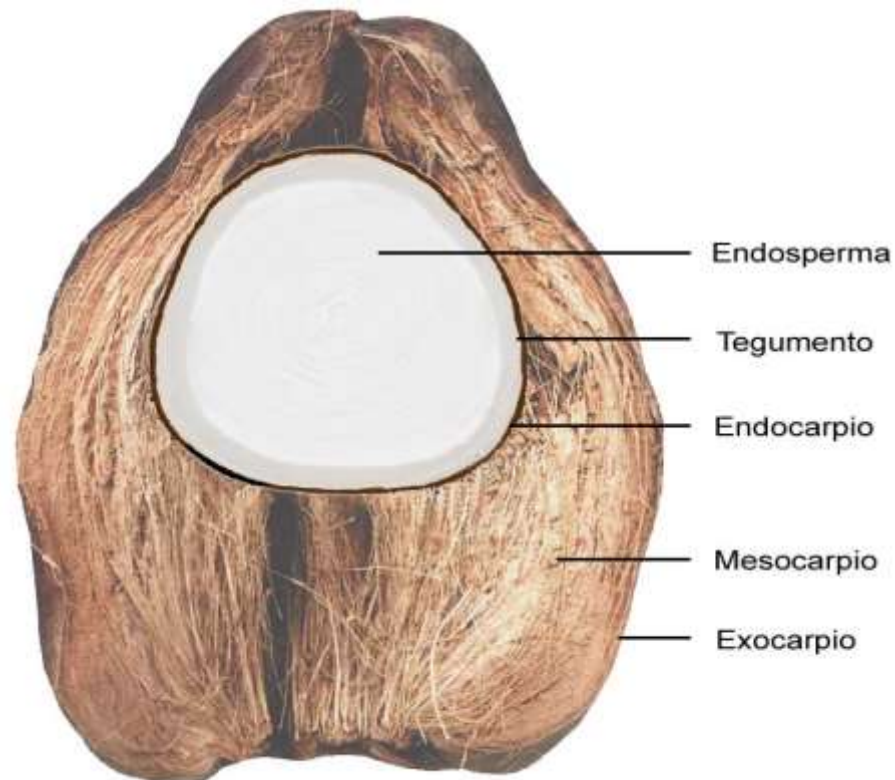


Foto 2: Corte transversal de un fruto de cocotero⁹.

⁹ Hernando Puentes. Archivo personal

En la foto 2 se observan detalles de la estructura interna de un fruto de cocotero, distinguiéndose, de afuera hacia adentro: exocarpio, mesocarpio, endocarpio, tegumento y endospermo.

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.

El mesocarpio constituye, junto con el exocarpio, lo que se denomina como estopa de coco y está compuesto por numerosas fibras que recorren el fruto longitudinalmente y por un tejido de parénquima. Ambos se tornan de color café cuando el fruto madura. El procesamiento del mesocarpio produce fibras largas, aprovechadas en la industria textil, y partículas finas (polvo de coco) que se utiliza como medio de cultivo para flores principalmente.¹⁰

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.

El tegumento o testa, es una capa delgada que separa el casco o endocarpio, del endosperma; es rica en aceite, pero de menor calidad que el aceite de la nuez, cuya mayor utilización es en la fabricación de jabones y piensos.

El endosperma, 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 endosperma se desarrolla y madura alcanzando su máximo espesor entre 10 y 15 mm dependiendo de la variedad.

Si bien el endosperma es la parte más conocida y utilizada del cocotero, casi todas las partes del árbol se usan para algo¹¹.

- El tronco produce madera utilizada en construcción
- 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.
- La cáscara (estopa) produce fibras con las que se hilan cordeles, tejen tapetes y geotextiles etc.
- El líquido o leche del fruto es una bebida dulce y refrescante. Un coco verde puede contener hasta un litro de leche.

¹⁰ ALARCON, Antonio y MURCIA, Francisco. Cultivo en fibra de coco. En: “Tecnología para cultivos de alto rendimiento”, Madrid. 2000

¹¹ <www.buton.starwon.com.au/Copra/Coconutandcopra.htm>

- El endosperma o nuez se utiliza para la fabricación de infinidad de alimentos, aceites y productos industriales.
- El aceite de coco se utiliza en la manufactura de jabones, detergentes y cosméticos.
- Los cascotes 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.
- El corazón de la palma de coco recién germinada se usa para la preparación de palmito de coco, un componente ideal de ensaladas.
- La copra se pulveriza para extraer el aceite de coco, dejando como subproducto una torta que contiene carbohidratos, proteína, lignina y grasas, muy apreciada en industria de fabricación de concentrados para animales.

4. La fibra de coco

La literatura técnica en inglés, referente al coco y sus derivados, menciona en forma generalizada la palabra "coir" para designar con ella a la fibra natural extraída de la cáscara o estopa del fruto del cocotero. De igual forma se mencionan los términos "coir fiber" y "coir pith" para referirse a los subproductos fibra y sustrato. De acuerdo a la enciclopedia WIKIPEDIA¹², **Coir** proviene de la palabra *kayaru* que significa "cuerda" en idioma Malayalam que se habla en el estado de Kerala al sur de La India y es uno de los 22 idiomas oficiales de este país.



Foto 3: Cáscara lista para procesar. Deyanira Ariaz¹³

La cáscara en mención, está formada por fibra (coir fiber) y un tejido similar al corcho, denominado médula (coir pith). La fibra, tiene aplicaciones artesanales en países asiáticos. El procesamiento de la cáscara o estopa del coco deja otro subproducto, la médula, producto que está ganando popularidad como sustrato o medio de cultivo, especialmente en la industria agrícola bajo invernadero.



Foto 4. A: Fibra de coco ("coir fiber")
Deyanira Ariaz.



Foto 5 B: Sustrato de coco (médula o "coir pith")
Deyanira Ariaz.

¹²WIKIPEDIA. Disponible en :http://en.wikipedia.org/wiki/Coir#Major_producers

¹³ ARIAZ, Deyanira. "Utilización Agrícola de Derivados del Mesocarpio del Coco". Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2003.

En la mayoría de las áreas de producción de coco, la fibra (coir) es el subproducto de la producción de copra (coco seco rallado), o en su defecto, la cáscara se amontona sin ningún uso específico. En los sitios en donde se cultiva cocotero en forma técnica, las cáscaras después de algún tiempo de descomposición se depositan sobre el suelo cultivado en coco y se aprovechan como capa protectora (acolchado) y por su alto contenido de potasa.

La cáscara está compuesta en un 30% de fibra y 70% de médula (sustrato) tomando como base el peso seco del material. La relación de producción de fibras largas, medianas y cortas es 60:30:10 aproximadamente¹⁴. Respecto a la composición de la cáscara, en porcentaje, las pocas investigaciones que se han adelantado en Colombia reportan cifras que aunque distan un poco de las anteriores, guardan una proporción similar¹⁵. La extracción de 1kg. de fibra produce más de 2kg. de médula.

En promedio, 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 el Caribe se pueden obtener hasta 150 gramos por tener cáscara un poco más gruesa.

Tradicionalmente en países asiáticos como India, Sri Lanka, Filipinas e Indonesia, la fibra se ha venido utilizando en la fabricación de productos como hilazas que a la vez son la base de la manufactura de esteras, tapetes, tapicería, cuerdas para redes de anclaje de suelos propensos a erosión, cuerdas para tutorado de cultivos, cuerdas de uso general y relleno de colchones. La fibra sin hilar, aglomerada mediante pegantes naturales (látex) y sintéticos, se usa para conformar mantas no tejidas que a la vez se utilizan para base de tapetes, para fabricar artesanías y recortadas en piezas de geometría regular y troqueladas permiten conformar recipientes para albergar plantas ornamentales, técnica aplicada en Colombia por una empresa antioqueña.

La producción de fibra deja como sub-producto una gran cantidad de médula, a la cual hasta hace unos diez años no se le daba un uso específico, con el agravante de volverse un problema ecológico pues se amontonaba cerca de los sitios de procesamiento de la cáscara generando colmatación en arroyos y quebradas, contaminación y problemas de salud, por convertirse en foco de vectores como ratas y mosquitos. El mismo problema se presenta en los sitios de descascarado o pelado del coco con fines de comercialización directa o de producción de copra y aceite, en los cuales la cáscara completa es depositada en grandes pilas generando polución.

¹⁴ STEELE, P. E. 1997. "Coconut Industries Development and the importance of Technical Innovation". Workshop on Wet Processing of Coir, Allepey, December 1997.

¹⁵ 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,



Foto 6: Cáscaras de cocotero separadas del fruto (India)¹⁶

La médula o sustrato está ganando importancia a nivel de horticultura y floricultura como alternativa a las turbas que han sido los sustratos por excelencia pero cada día más costosos y escasos por ser de naturaleza no renovable.

El atractivo del sustrato de coco radica principalmente en sus características más notorias: su composición a base de lignina (tabla 5) le imprime una baja susceptibilidad a la biodegradación, y la estructura porosa del material le permite absorber cantidades de agua que sobrepasan el 50 % de su peso.

Es necesario acondicionar el material antes de usarlo como medio de cultivo, para que se ciña a las condiciones químicas y biológicas requeridas por las plantas, en especial la acidez y la conductividad eléctrica. En razón a que la mayoría de las plantaciones de cocotero están ubicadas sobre las costas, la brisa marina condensada sobre la superficie de hojas, tallos y frutos del árbol le imprimen un carácter salino. La cáscara de los frutos del cocotero, a través de sus fibras, va adquiriendo salinidad, la cual se debe retirar mediante procedimientos de lavado con agua no salina para evitar que sea nociva cuando se utiliza como medio de cultivo.



Foto 7: Plántula sembrada en sustrato de coco¹⁷



Foto 8: Sustrato de coco compactado
[www. Carpetarea.com](http://www.Carpetarea.com)

¹⁶ Foto de uso general en internet

¹⁷ Hernando Puentes Archivo personal

Tabla 5: 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

Fuente: COIRINDIA¹⁸

Debido al alto contenido de lignina, la fibra de coco es más resistente y duradera comparada con otras fibras naturales como fique, yute, sisal etc., sin embargo son muy pocas las referencias encontradas respecto a las propiedades físicas de este material. La Tabla 6 recoge datos producidos por el Instituto Internacional para la Investigación del Coco, asentado en India.

Tabla 6: Propiedades físicas de la fibra (coir fibre)

Propiedad	Magnitud
Longitud, centímetros	15 - 20
Densidad, gramos/centímetro cubico	1.40
Elongación de rotura , %	30
Recuperación de humedad, a 65% H.R., %	10.5
Aumento de diámetro en agua, %	5

Fuente: COIRINDIA¹⁹

4.1. Qué es el “coir”



Foto 9: Cáscara de coco extraída mediante estaca. Ginna Daza

¹⁸ COIRINDIA. Disponible en : www.coirindia.org/cict/articles/agritex.pdf

¹⁹ COIRINDIA. Ibid.

El “coir” es la fibra burda que se obtiene de la cáscara del fruto del cocotero. Los frutos en su estado original tienen una cutícula que cubre la capa gruesa de fibras que envuelve el cuezco o endocarpio en cuyo interior se encuentra la nuez o parte comestible del fruto.

La cutícula es impermeable al agua y la capa de fibras conforma una especie de malla que absorbe los impactos y protegen al endocarpio y la nuez de daño mecánico, como el que se podría presentar cuando el fruto cae desde el árbol hasta el suelo.

Las fibras individuales son delgadas, huecas y con paredes gruesas constituidas por celulosa (tabla 5). Son de color claro en estado de inmadurez del fruto y se van tornando amarillentas y fuertes a medida que la lignina se va depositando en sus paredes. 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 son más suaves y finas que las fibras oscuras, pero a la vez son más débiles; las fibras de coco verde son las más viables para blanquear y tinturar. La fibra proveniente de la cáscara de coco es relativamente impermeable al agua y **es la única fibra natural resistente al daño causado por agua salina**, razón por la cual demoran tanto tiempo en descomponerse las cáscaras depositadas a lo largo de las costas.

La producción mundial de fibra se acerca a las 250.000 toneladas. Esta industria es de particular importancia en algunos países en desarrollo. La India, principalmente en la costa del Estado de Kerala, al sur del país, produce el 60% del total de la oferta mundial de fibra blanca mientras que Sri Lanka produce un 35 % del total de la oferta mundial de fibras oscuras. Más del 50% de la fibra producida anualmente a nivel mundial es consumida en los países de origen, principalmente India²⁰

4.2. Separación de la cáscara

Cuando el fruto está completamente maduro es el momento de separar la cáscara del fruto interno, procedimiento que puede ser manual o en forma mecánica.

El procedimiento manual más rudimentario y eficiente, se hace mediante una estaca clavada en el suelo, con punta en la parte superior. El fruto, por uno de sus vértices se inserta varias veces hacia abajo en la estaca para romper en tres o cuatro partes la cáscara y separarla del cuezco.

²⁰ Disponible en: www.rbgkew.org.uk/ksheets/coir.html



**Fotos 10 y 11: Proceso de separación de la cáscara mediante el uso de una estaca.
En Sucre – Colombia (Foto Ginna Daza) y en India²¹ respectivamente**



**Foto 12. Detalle de la cáscara separada mediante estaca
(Foto Ginna Daza)**

Otras formas de separación manual de la cáscara tienen que ver con el uso de tijeras y machete, que son menos eficientes que el de la estaca. En el caso del machete, la fibra queda mutilada y no se aprovecha la longitud en su totalidad desperdiciándose parte del producto útil para hilado. En la mayoría de las regiones productoras de coco de Colombia, el machete se utiliza para descascarar parcialmente el fruto que va a ser transportado a sitios distantes para su comercialización y consumo, con el fin de disminuir el volumen de transporte. La porción de cáscara remanente en el fruto lo protege de daños mecánicos por aplastamiento y manipulación indebida.

Algunas máquinas que se han diseñado para descascarar fruto, especialmente en estado de inmadurez, trituran completamente el fruto y luego por tamizado asistido con aire separan la fibra de los demás componentes. Aunque hacen el trabajo en forma masiva, generan pérdidas de algunos componentes útiles y requieren de otros procedimientos para recuperar la nuez y los demás subproductos.

²¹ www.coirindia.org/procesing%20/technology.htm

4.3 La fibra y su obtención

La utilización de fibras naturales, en particular la de coco, presenta varias ventajas comparada con otras fibras sintéticas: altas propiedades mecánicas específicas, biodegradabilidad, baja densidad, bajo costo y proviene de una fuente renovable.

La fibra de coco **puede resistir temperaturas hasta de 200°C** sin la pérdida significativa de sus propiedades, lo cual la hace muy atractiva como fibra de refuerzo de productos plásticos. Las propiedades de la fibra pueden ser mejoradas o modificadas mediante aditivos químicos, aumentando así el potencial de su aplicación tecnológica. Los tipos de modificación química más conocidos son: modificación química convencional la cual se realiza mediante reacciones de esterificación (ej. Acetilación); copolimerización superficial, con la cual la superficie de las fibras lignocelulósicas se puede modificar mediante la adición de monómeros vinílicos; y activación por plasma, un gas ionizado que puede producir diferentes tipos de modificaciones de las fibras de acuerdo con su naturaleza²².

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 moderno, que apela a la biotecnología.

En el método convencional existen dos procedimientos: el tradicional, llevado a cabo en forma manual y otro, el proceso mecánico que utiliza un desfibrador especializado o en su defecto máquinas con ejes rotativos dotados de brazos que golpean la cáscara. También es posible utilizar molinos de martillos, modificados y adecuados para tal fin.

4.3.1. Proceso manual tradicional de extracción de la fibra

La producción tradicional de fibras a partir de la cáscara es un proceso laborioso, requiere de tiempo y se necesita agua para llevarlo a cabo. Después de separadas del fruto, las cáscaras se procesan por inmersión en pozos construidos para tal fin, en lagunas naturales, en brazos estancados de ríos, quebradas o en aguas salobres, durante períodos de tiempo que oscilan entre pocos días y varios meses.

El tiempo de inmersión depende del estado de maduración del fruto generador de la fibra, de la calidad de la fibra que se desee obtener, del producto que se va a desarrollar y de la naturaleza del agua, dulce o salobre marina, entre otros.

²² VAN DAN, Jeg. Wet Processing of Coir: drying, bleaching, dyeing, softening and printing. FAO. Technical paper No.6. December, 1999.



Foto 13: Inmersión de cáscaras de coco envueltas en una red (India)²³

Estando inmersa en agua, la cáscara afronta procesos de fermentación y ablandamiento que facilitan el desfibrado a medida que la cáscara se hincha, separando las fibras entre si y éstas de los demás componentes, sueltan la cutícula exterior y permiten la extracción de las fibras, golpeándolas manualmente con una vara de madera, un mazo o un garrote. Esta forma de extracción permite producir fibras de excelente calidad.



Fotos 14 y 15. Separación de las fibras mediante batido o golpeo con un madero (India)²⁴

²³ www.coirindia.org/CCRI/Microbiology.htm

²⁴ www.coirindia.org/procesing%20/technology.htm

Después de restregar, lavar y secar a la sombra, las fibras se separan y se limpian manualmente con la ayuda de una criba. El material que pasa por la criba, conformado por fibras cortas y por la médula, constituye un producto con valor comercial, como sustrato agrícola.

Para la producción de fibra, ya sea oscura o clara, la cáscara se remoja en albercas llenas de agua, o puede agruparse, retenida por mallas (foto 13), para sumergirla en cuerpos de agua de poco movimiento, en donde va absorbiendo agua y soltando las fibras que luego se tamizan para su separación definitiva. Posteriormente se secan a la sombra.

Para efectos del tratamiento de la fibra en procesos como tinturado o para hilatura, es conveniente manejarla húmeda con el fin de que retenga su elasticidad y se facilite el hilado, dejarse torcer sin romperse manteniéndose así después de hilada.



Foto 16. Fibra lista para el proceso de hilado (India)²⁵

4.3.2. Proceso tradicional mecánico de extracción de la fibra

Para la extracción mecánica de las fibras se han diseñado y construido máquinas desfibradoras (Fotos 17, 18 y 19) 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 ambiental y de los operarios de los equipos. Para evitar este inconveniente se ha implementado el humedecimiento de las cáscaras mediante aspersion antes de entrar a la desfibradora. En los países asiáticos la extracción mecánica se hace previo remojo de las fibras durante unos cuatro o cinco días en piscinas o albercas con el fin de ablandar la cáscara, facilitar el proceso y evitar la producción de polvo. Después de ser separadas, las fibras se seleccionan, se lavan, se limpian, se secan y se peinan para imprimirles condiciones adecuadas para el hilado.

²⁵ www.coirindia.org/extract.htm



Foto 17. Desfibradora trituradora de coco (India)²⁶

En Colombia se dispone de muy poco conocimiento acerca de la obtención manual y mecánica de la fibra de coco; sin embargo, existen en las ciudades de Bucaramanga y Medellín, tres talleres referenciados por Milton Galán en su tesis “Proceso de Acondicionamiento del Sustrato de Coco para uso Agrícola”, en los cuales se extrae fibra en forma mecánica por medio de máquinas de impacto similares a molinos de martillo, resultantes de la diversa experimentación y adaptación de equipos industriales, como también molinos adaptados para la desintegración de las cáscaras del coco.



Foto 18. Mecanismo de una trituradora²⁷



Foto 19. Prototipo de trituradora de coco²⁸

²⁶ www.suncoir.com/machines.htm

²⁷ Archivo personal Hernando Puentes

²⁸ Archivo personal Hernando Puentes



Foto 20. Molino de martillos-sierra. **Deyanira Ariaz**

En investigaciones sobre procesamiento del mesocarpio del coco adelantadas por el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia²⁹, se utilizaron molinos de martillos-sierra para la extracción de fibra y sustrato a partir de la cáscara del coco, obteniendo bajas eficiencias en el proceso debidas al diseño particular de la máquina, sin embargo el uso de molinos de martillos es promisorio por su facilidad de construcción y operación.



Foto 21. Molino de martillos tradicional³⁰

²⁹ Ariaz, D. op cit.

³⁰ Archivo personal Hernando Puentes



Foto 22. Molino de martillos usado en desfibrado de cáscara de coco (India)³¹

El proceso mecánico es altamente nocivo para la calidad de las fibras en razón al impacto y posible corte al que están sometidas, afectando y debilitando su estructura y disminuyendo su capacidad de resistir torsión y tensión.

Los métodos manuales de producción de fibra son también nocivos, pero en este caso para el ambiente, en razón a que los efluentes salinos, resultantes de la inmersión y remojado de las cáscaras, contaminan las aguas dulces y pueden llegar a afectar los suelos regados con ellas.

4.3.3. Proceso moderno de extracción de la fibra

Un nuevo método de extracción de fibras, utiliza los adelantos de la biotecnología mediante el uso de bacterias específicas, que aplicadas al agua de remojo o inmersión de la cáscara, actúan rompiendo los tejidos que unen las fibras, facilitando su separación y disminuyendo considerablemente el tiempo del proceso, a tal punto que se reportan tiempos de tres meses en comparación con los 10 a 12 meses necesarios en el método tradicional manual.

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

El Instituto Central Para La Investigación de la Cáscara del Coco (Central Coir Research Institute), CCRI³², de India, a través de investigaciones aplicando biotecnología al proceso de extracción de fibra, patentó en 1994, dos procedimientos utilizando un producto denominado

³¹ www.suncoir.com/machines.htm

³² Disponible en: [//www.coirindia.org/ccri](http://www.coirindia.org/ccri)

“COIRRET”, elaborado a partir de enzimas microbianas específicas, que es comercializado en forma líquida y sólida en ese país.

La biotecnología se ha implementado también en el manejo de la superficie de las fibras respecto a sus propiedades tales como porosidad y suavidad. El CCRI ha utilizado también enzimas lignolíticas específicas, que actúan sobre la superficie de las fibras decolorándolas o en su defecto generan reacciones que facilitan el tinturado con los tintes tradicionales.

5. Hilado de las fibras

La fibra, separada y libre de impurezas, queda lista para el proceso de hilado para ser convertida en hilazas, en forma manual, con ayuda de tarabas, husos, tornos de hilado³³ o ruecas manuales o eléctricas, a baja velocidad, impulsados manual o mecánicamente que hacen más eficiente el proceso.

Para el hilado manual (Foto 23) se toman pequeños manojos de fibra y se tuercen entre las manos, añadiendo porciones de fibra a medida que se avanza en la formación de los hilos. Para obtener cuerdas mas gruesas se toman dos de las anteriores de la misma longitud y se retuercen entre las palmas de las manos en sentido contrario al del hilado inicial conformando así la hilaza y posteriormente las madejas de material, listo para procesos de tinturado y tejido.



Foto 23. Hilado totalmente manual de la fibra (India)³⁴

El proceso legendario de hilado puramente manual, aunque se conserva casi intacto dentro de las tradiciones y la cultura de muchos pueblos, no puede competir con procedimientos menos rudimentarios, que demandan menos tiempo y mano de obra. Por esta razón el hilado manual viene siendo desplazado por la presencia de ruecas manuales y de equipos propulsados por motores (Foto 24) que hacen más eficiente y rápida la labor.

³³ Máquinas elementales utilizadas en algunas regiones campesinas e indígenas de Colombia

³⁴ www.palmfibre.com/htm/world



Foto 24. Hilado mediante un motor de baja velocidad.
Deyanira Ariaz

Para hilar con la rueca (Fotos 25 y 26) se toma entre los brazos un manajo de fibras y con una porción de ellas inicia una cuerda, haciéndole un anillo en la punta, el cual ata al gancho que hace las veces de huso y le da el espesor deseado adicionando o quitando fibra. Otra persona da giro a la rueca estacionaria, iniciándose el proceso de torcido de las fibras. A medida que da vueltas la cuerda va torciéndose, el operario adiciona fibra uniformemente de acuerdo al espesor requerido y va desplazándose hacia atrás, hasta alcanzar la longitud deseada de cuerda.



Foto 25. Hilado mediante rueca adaptada para 2 hilanderas (India) ³⁵

³⁵ www.palmfibre.com/htm/world



Foto 26. Accionamiento manual de la rueca de 4 husos (India) ³⁶

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 dé a cada porción de fibras. La rueca permite destorcer las hebras con el fin de reparar las desuniformidades.

Para obtener hebras de mayor espesor (Foto 27) 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. Así se requieren mínimo dos operarios, uno para la rueca y otro para manejar 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. De esta forma en India se reportan rendimientos de 12 a 15 kg. de hilaza por equipo en un día.



**Foto 27. Fibras de diferente grosor, obtenidas a partir de la primera.
Foto Deyanira Araz**

³⁶ www.palmfibre.com/htm/world



Foto 28. Rueda accionada por motor eléctrico (India)³⁷

La rueda ha venido evolucionando en su diseño y operación, dando origen a equipos modernos totalmente automatizados (Foto 29). En sus pasos iniciales de modernización se le han adicionado motores eléctricos y de combustión interna que, transmitiendo su potencia a elementos de reducción de velocidad, permiten hacer un uso más eficiente de la rueda operada manualmente (Foto 28).



Foto 29. Hiladora eléctrica de fibra de coco³⁸

³⁷ www.palmfibre.com/htm/world

³⁸ www.suncoir.com/machines.htm

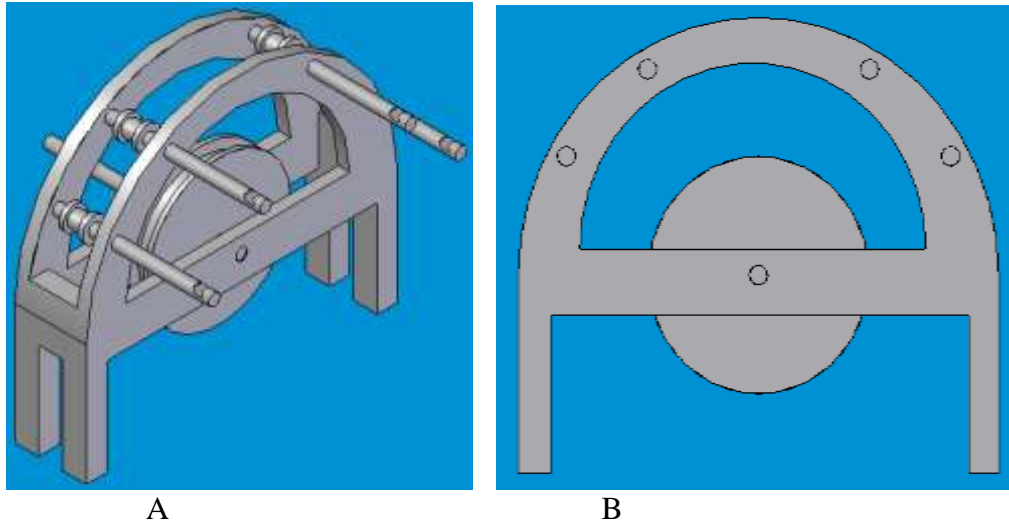


Foto 30³⁹. Esquema de una rueca de 4 husos. A: Vista del conjunto. B: vista desde atrás.

La Foto 30 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.

³⁹ Diseño Santiago Puentes. Bogotá 2005

6. Decoloración y tinturado

6.1. Blanqueado



Foto 31. Hilaza de coco sometida a blanqueado⁴⁰

La fibra de coco en su color café original, es atractiva porque exalta la naturaleza, pero su tono oscuro también puede tornar lúgubres algunos ambientes cerrados en donde se use.

Con el fin de obtener fibras de color claro que puedan ser más atractivas comercialmente, se acostumbra blanquear la fibra original o la hilaza (Foto 31), generándose un producto de color amarillo claro, a partir del cual se puede obtener fibra de diferentes colores, mediante tinturado, especialmente en tonos pastel, muy usados en tapetería y fabricación de artesanías.

El método tradicional artesanal de blanqueado que se utiliza en los países productores de fibra, 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.

Otra forma de decolorar la fibra de coco es adaptando los métodos químicos tradicionales usados en el blanqueado de fibras lignocelulósicas implementados por la industria textil y papelera; sin embargo, las condiciones de estos procedimientos como la concentración química de los productos, la temperatura, el pH, el tiempo de proceso etc., podrían afectar la durabilidad de los productos fabricados o las propiedades de la fibra como su resistencia a la tensión o su suavidad.

En últimas, lo que se pretende con los métodos químicos, es remover los componentes coloreados de la fibra o convertirlos en sustancias incoloras, eliminando, mediante reacciones de oxidación o de reducción, los enlaces responsables de la absorción de la luz en el espectro visible de longitud

⁴⁰ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

de onda. En el caso de las fibras a base de celulosa, el componente de lignina es el principal determinante del color.

El dióxido de cloro fue, en las primeras instancias de la industria blanqueadora de fibras, un producto muy utilizado pero hoy en día con la problemática ambiental, este producto ha sido casi totalmente reemplazado por otros menos agresivos con el ambiente. En su lugar se están utilizando productos como 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.

6.1.1. Blanqueado mediante peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), comúnmente conocido como agua oxigenada, es un oxidante fuerte e inestable especialmente bajo condiciones alcalinas, descomponiéndose en agua y oxígeno reactivo, el cual produce el efecto blanqueador. En condiciones alcalinas y con el fin de estabilizar el peróxido y evitar su descomposición, es necesario agregar sulfato de magnesio y silicato de sodio al medio de almacenamiento. Por otro lado, 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.

6.1.2. Decoloración por medio de ácidos

Algunos ácidos como el ácido peracético, son altamente reactivos y tienen un gran potencial de oxidación y por lo tanto, de decoloración; sin embargo presentan problemas de almacenamiento prolongado pues son muy inestables, requiriendo de uso inmediato después de ser producidos, lo cual limita su uso en la decoloración comercial de fibras, a menos que la planta de producción del químico se encuentre en cercanías de la planta de procesamiento de la fibra. Una ventaja que podría ofrecer este método sobre el uso del peróxido de hidrógeno tendría que ver con la suavidad y la resistencia de la fibra tratada⁴¹.

6.1.3. Decoloración mediante microorganismos

Además del blanqueado por métodos químicos 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.

⁴¹ LEWIN, M. and PEARCE, E.M. (Eds). "Fibre Chemistry: Handbook of Fibre Science and technology". Vol.4. 1985. Marcel Dekker Inc.

En el estudio realizado por la FAO⁴² en países asiáticos productores de coco y extractores de fibra, se reporta el uso de bacterias específicas, enzimas tales como celulazas y xylanazas, para liberar la lignina de las paredes de las células de la fibra. La degradación del xylan de la superficie de la fibra permite remover más fácilmente la lignina. Otras enzimas lignolíticas como la fenoloxidaza, la peroxidaza y la lacaza permiten degradar también la lignina.

Cualquiera que sea la bacteria utilizada, es necesario controlarla y permitir solamente una acción superficial, para mantener las propiedades mecánicas sin debilitarla, ya que la lignina juega un papel importante en la estructura de la fibra. Por otro lado se reportan cambios de brillos diferentes en las fibras decoloradas por este método.

6.2. Tinturado

El tinturado de la fibra y la hilaza (Foto 32) se lleva a cabo con el fin de mejorar su estética y presentación y hacer más atractivo y diversificado el mercadeo de los productos elaborados con ella.



Foto 32. Hilazas de coco tinturadas⁴³



Foto 33. Hilaza en color natural⁴⁴

Para tinturar la fibra se pueden utilizar productos de origen vegetal o tinturas sintéticas de uso común en textiles; sin embargo para un uso correcto es indispensable conocer la naturaleza del tinte con el fin de determinar las condiciones del proceso de tinturado y así obtener un producto final de buena calidad que conserve sus características iniciales de resistencia y suavidad y además conserve el color adquirido. La afinidad de la tintura con la superficie de la fibra es esencial para un buen tinturado.

En general, de acuerdo a su naturaleza química, los tintes se pueden clasificar en: básicos, ácidos, reactivos y directos, y su acción de tinturado tiene que ver con la forma como el tinte y la fibra se enlazan a nivel molecular. Algunos de estos productos se han reportado por las autoridades

⁴² VAN DAN, Jeg. "Wet Processing of Coir: drying, bleaching, dyeing, softening and printing". FAO. Technical paper No.6. December, 1999

⁴³ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

⁴⁴ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

sanitarias como potencialmente carcinógenos y por esa razón se han retirado del mercado pero debido a la eficiencia que presentan en el proceso de coloración hace que aún se utilicen en forma ilícita. Dentro de ese grupo de tintes carcinógenos se encuentran principalmente algunos de naturaleza básica.

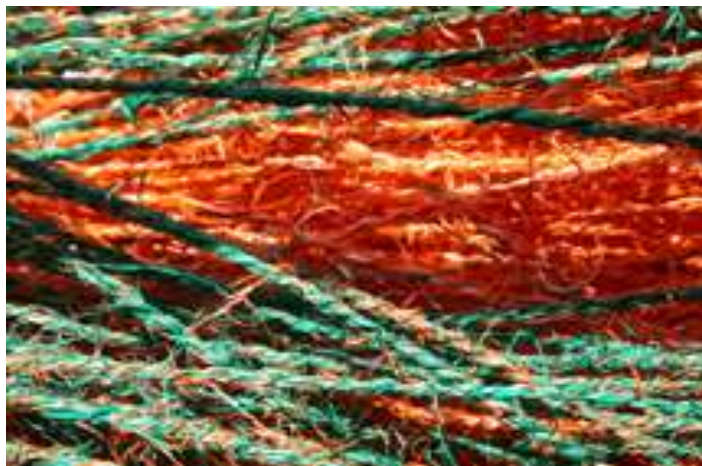


Foto 34. Cuerdas elaboradas con fibras de coco de diferentes colores⁴⁵

⁴⁵ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

7. Usos de la fibra de coco

7.1 Uso artesanal

El principal uso de la fibra, a nivel artesanal, ha sido en la fabricación de tapetes (Fotos 35,36, 37 y 38) utilizando fibras hiladas y luego tejidas en telares convencionales como los que se muestran en las Fotos 39 y 40.



Fotos 35 y 36. Tapetes en fibra de color natural tejidos en telar tradicional (India)⁴⁶



Foto 37. Diseños de tapete en fibra de coco en tonos naturales, tejidos en telar⁴⁷



Foto 38. Diferentes diseños de tapete en fibra tinturada, tejidos en telar⁴⁸

⁴⁶ www.coirindia.org/prods.grdmats.htm

⁴⁷ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

⁴⁸ www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm



Foto 39. Elaboración de tapetes en fibra de coco (India)⁴⁹



Foto 40. Tejido de tapetes en fibra de coco mediante telar manual horizontal (India)⁵⁰

⁴⁹ www.coirindia.org/CCRI/Engineering.htm

⁵⁰ www.coirindia.org/CCRI/Engineering.htm

Hasta hace pocos años en Colombia, el uso artesanal de la fibra de coco se limitaba a la fabricación de telas no tejidas, aglomeradas mediante látex natural, con las cuales se confeccionan bases para tapetes, aislamientos térmicos y contenedores de plantas ornamentales aprovechando la apariencia natural de la fibra y su capacidad de retención de humedad.

Para la producción de materas, se elabora una tela a base de fibras sobrepuestas, sin hilado previo, que se acomoda de acuerdo al espesor, en capas a las cuales se les agrega un aglomerante mediante aspersión, generalmente látex natural, y se deja secar y posteriormente se corta de acuerdo al destino. Para los recipientes para plantas (Foto 42), la tela se somete a presión entre dos troqueles tomando la forma de estos. Es aplicable para orquídeas y otro tipo de plantas ornamentales



Foto 41. Materas elaboradas con tela no tejida – Foto Sustitutos Ecológicos



Foto 42. Plantas ornamentales colocadas en recipientes elaborados en tela de coco no tejida (Sustitutos Ecológicos ⁵¹)

⁵¹ SUSTITUTOS ECOLÓGICOS. Catálogo comercial. Medellín. Colombia

En la fotografías 44, y 45 se observan algunas otras aplicaciones que se da a la fibra en cuanto a la producción de objetos artesanales, sola o combinada con otros materiales



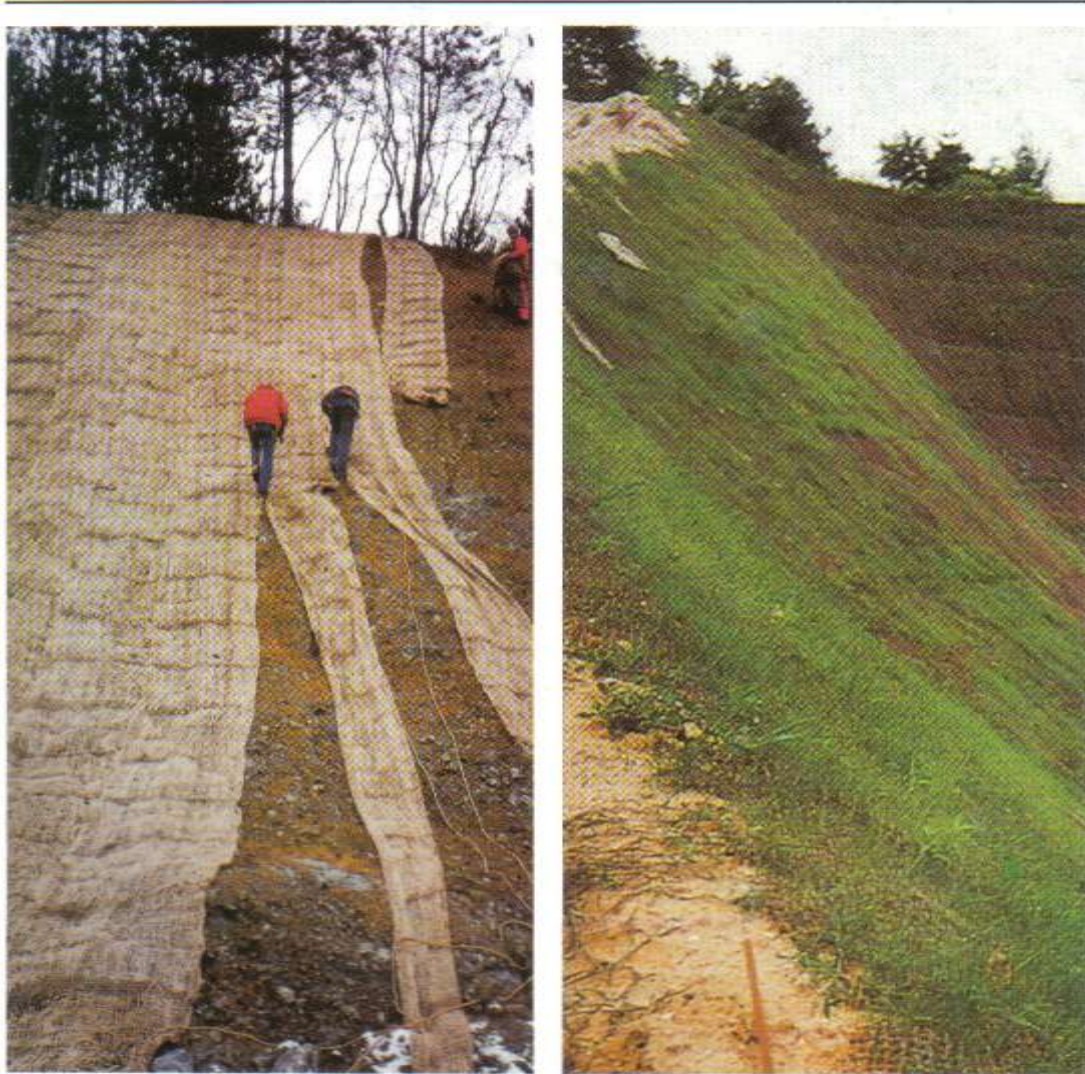
Foto 43. Bolso en fibra de coco tinturada (India)⁵²



Foto 44. Artesanía decorativa en bambú y cáscara de coco
Hernando Puentes

⁵² www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm

7.2 Protección de taludes y cauces



Fotos 45 y 46. Revestimiento de un talud y aspecto posterior del talud revestido. PROJAR⁵³

Un uso menos artesanal y más técnico de la fibra de coco, en especial el de las fibras hiladas y tejidas en mallas, tipo el tejido del costal tradicional de fique (Fotos 45 y 46), es el que se le da para proteger taludes de carreteras, laderas erosionadas y cauces de arroyos y ríos. La ventaja radica en la durabilidad de la fibra comparada con otras fibras naturales como el fique o el yute, cuyo deterioro a la intemperie se presenta en períodos de tiempo inferiores a cuatro meses. El alto contenido de lignina de la fibra hace que su resistencia a la acción de agentes ambientales sea mayor.

⁵³ PROJAR, S.A. Catálogo comercial – Valencia – España. www.projar.com

Este tipo de mallas tiene una ventaja interesante en cuanto a que comunidades o talleres con bajos recursos y poco tecnificados la pueden producir mediante técnicas artesanales de hilado y tejido, con ayuda de telar vertical o telar horizontal de dos o más marcos siendo este el más eficiente por lograr mayor rapidez y mayor metraje de una sola pieza.

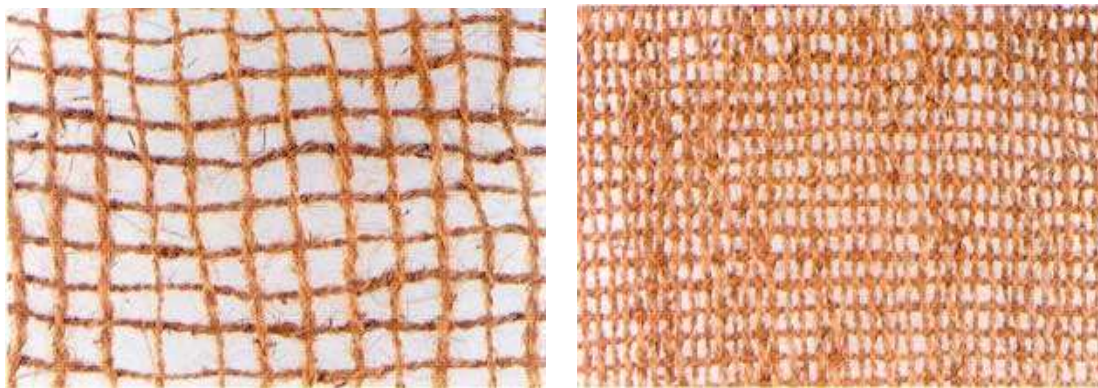


Foto 47. Mallas de fibra de coco usadas en protección de taludes
Deyanira Ariaz

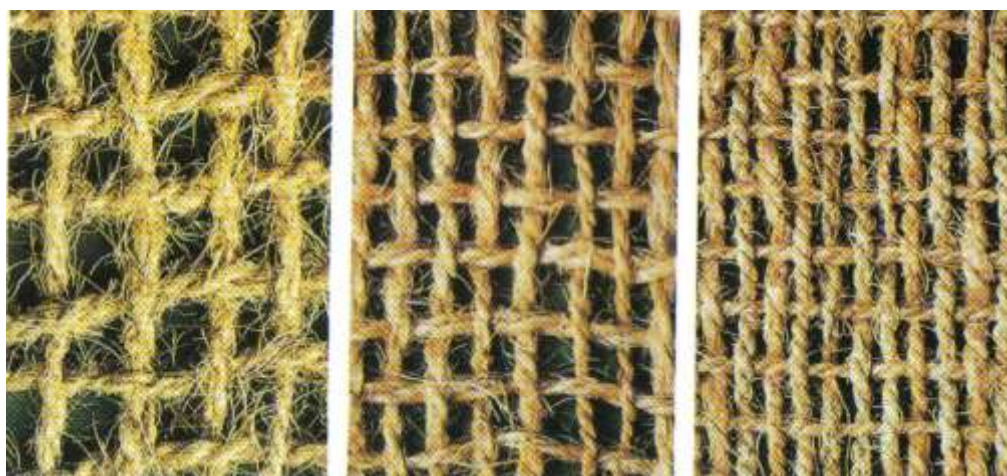


Foto 48. Diferentes tamaños de malla comercial (España)⁵⁴

Las telas o mallas tejidas con fibra se colocan y se fijan al suelo con estacas, En las aberturas o resquicios que tiene la malla, se aplican semillas de gramíneas o arbustos entre los alvéolos y agua suficiente para que germinen. La malla o tela sirve de soporte a las semillas y de almacenamiento de agua mientras la vegetación crece y se adhiere definitivamente al suelo.

Después de un tiempo la malla se degrada y entra a formar parte del suelo sin generar problemas de contaminación.

⁵⁴ PROJAR, S.A. Catálogo comercial – Valencia - España

Para la protección de orillas y cauces de arroyos es conveniente utilizar telas o en su defecto mallas con alvéolos pequeños para evitar el arrastre de partículas de suelo por la acción permanente del agua. En el manejo de taludes de carreteras y de laderas erosionables el tamaño de la malla a utilizar depende de factores como el grado de la pendiente, la estructura y tipo de suelo, y de los agentes generadores de la erosión: aguas superficiales, aguas lluvias, vientos, tránsito de personas y animales etc.



Foto 49. Tela de fibra de coco tejida, usada como protección de cauces de arroyos (España)⁵⁵



Fotos 50 y 51. Detalle de taludes cubiertos con malla tejida en fibra de coco anclada mediante estacas (España)⁵⁶

⁵⁵ Tomado de Lanka Santa y Calista Santa. “Facts on coir: lessons from the past”. Technical paper. Rolanka International. febrero 1.999

⁵⁶ PROJAR, S.A. Catálogo comercial. Valencia - España

En el enmallado de los taludes (Fotos 50 y 51) se tiene la ventaja de que cada cuadrado o luz de la red actúa como un pequeño dique que mantiene el suelo en su sitio, creando un medio estable para el desarrollo de semillas u otro producto vegetal, evitando que la lluvia fuerte arrastre las semillas, plantas y tierra suelta. Al existir miles de orificios o diques por unidad de área se estabiliza el suelo, ya que todo queda mantenido en su sitio sea cual sea la inclinación del terreno, favoreciendo el enraizamiento. Al conseguir que no se arrastre el suelo, el crecimiento de la cubierta vegetal es mucho más rápido⁵⁷.

7.3. Otras aplicaciones industriales

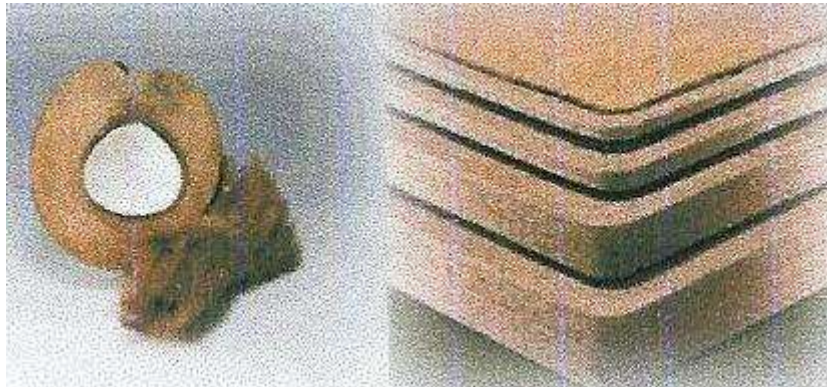


Foto 52. Colchonetas elaboradas en fibra de coco. (Sri Lanka).

⁵⁷ PROJAR, S.A. Catálogo comercial. Valencia - España

8. Experiencias con la fibra de coco en Colombia

La producción y utilización de fibra de coco en Colombia es relativamente nueva y escasa a pesar de que en el país se comercializan cantidades apreciables de fruto de cocotero: 99.132 toneladas producidas en el año 2001 y cultivadas en 11.711 hectáreas. Según los registros del Departamento Nacional de Estadísticas, DANE⁵⁸, se estima que la producción promedio en los últimos 10 años ha sido de 93.235 toneladas de fruto por año, que equivalen, de acuerdo a la relación entre peso total del fruto y su cáscara, 35%, a 32.600 toneladas entre fibra larga y médula, de las cuales el 25%, es decir 8.157 toneladas corresponden a fibra propiamente dicha y el 75%, representado en 24.400 toneladas corresponden a sustrato (coco peat), que sería la potencialidad aproximada de producción ante una eventual demanda y la existencia de suficientes empresas capaces de procesar el producto y satisfacer esa demanda.

A diferencia de los países asiáticos en donde la producción de fibra de coco y su utilización artesanal e industrial son legendarias, en Colombia escasamente se tiene noción de su utilidad. Para el año 2004, en el país existían 6 empresas registradas y dedicadas a la transformación de la cáscara, produciendo aproximadamente 825 toneladas de sustrato de coco y 275 toneladas de fibra⁵⁹.

La fibra, en general, es procesada en las mismas empresas en donde se produce, aglomerándola mediante pegantes sintéticos y naturales, obteniendo telas no tejidas, con las cuales se manufacturan tapetes y recipientes para plantas de jardín. Respecto a hilazas de coco no existe todavía en Colombia ninguna empresa que adelante el proceso a pesar de la tradición que existe en el hilado y tejido de otras fibras vegetales como el fique.

En cuanto al sustrato, este producto se viene utilizando a nivel mundial desde hace aproximadamente 15 años, pero con reciente presencia en Colombia en la agricultura bajo invernadero, especialmente usado en cultivos de tomate y flores de corte, y con incursiones incipientes en la horticultura nacional, se ha importado desde Brasil, Europa y Asia, a precios que para el año 2004 oscilaban entre 30 y 40 dólares americanos el saco compacto de 70 litros, mientras que el producto nacional, de reciente aparición en el mercado, presentado en sacos cuyo volumen está alrededor de los 120 litros, costaba para la misma época entre 5 y 7 dólares, destacando que este costo corresponde a un material sin ningún tipo de acondicionamiento, factor que aparentemente incidió en la baja demanda por parte de los consumidores tradicionales de este sustrato y que llevó a instituciones investigativas a comprometerse en el mejoramiento del producto nacional⁶⁰.

⁵⁸ DANE. Op.Cit

⁵⁹ GALAN, Milton. “Proceso de Acondicionamiento del Sustrato de Coco para uso Agrícola”. Tesis de Grado. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004. p. 14,15.

⁶⁰ GALAN, Milton. Op. Cit.



Fotos 53 y 54. Problema ecológico. A: Quema de cáscaras. B: Acumulación de cáscaras en playas y cauces de arroyos⁶¹.

En el año 2001, los Departamentos de Ingeniería Agrícola y Civil de la Facultad de Ingeniería y el de Diseño Industrial de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Colombia, iniciaron un proyecto de investigación de la cáscara de coco y a partir de ella estudiar la producción, caracterización y adecuación de las fibras largas y el sustrato, teniendo en cuenta la magnitud de la producción de fruto de cocotero y el problema ambiental (Fotos 53 y 54) que se está generando en las zonas de producción con la cáscara que se deposita en grandes pilas a lo largo de las costas, cauces de ríos y arroyos.



Foto 55. Cultivo experimental de lechuga plantado en sustrato de coco.
Deyanira Ariaz

⁶¹ GALAN, M. Op. Cit., p 4

En la primera fase del proyecto, adelantado por el departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, se estudiaron los usos alternativos de los derivados del mesocarpio del coco con fines agrícolas y en pruebas de laboratorio se obtuvo fibra y sustrato, productos que se caracterizaron desde los puntos de vista químico y físico, se adelantaron pruebas de hilado y tejido de la fibra larga y se hicieron ensayos de germinación y cultivo de semillas sembradas en sustrato (Foto 55), pruebas que demostraron que estos subproductos son totalmente viables de obtener y utilizar en Colombia⁶².

La siguiente fase de la investigación se concentró en estudiar el acondicionamiento del sustrato de coco teniendo en cuenta la importancia que representa para la agricultura colombiana y la demanda creciente que se observa de este producto dentro del gremio floricultor y horticultor.

Después de caracterizar el sustrato se diseñó y probó una metodología para retirar las sales y entregar un producto adecuado para las plantas.

Como paso siguiente, actualmente se adelantan estudios de diseño para acondicionar un prototipo de máquina de bajo costo que permita desfibrar la cáscara y obtener sustrato y fibra, como también un equipo que permita lavar, secar y empaquetar el sustrato.

Paralelamente, el Departamento de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia⁶³, está llevado a cabo estudios de diseño de equipos para el procesamiento de la cáscara y de utilización industrial de la fibra de coco producida en el país.

Entre los intentos de diseño de máquinas figura el adelantado por Daza⁶⁴, cuyo propósito es aprovechar la cáscara del coco para la producción de fibra larga y ripio usados en la agroindustria y la protección de suelos. El proyecto, auspiciado por FAO Colombia, se desarrolló con el objetivo específico de mejorar las condiciones de contaminación de la región de La Mojana, departamento de Sucre, Colombia, en donde los desperdicios del descascarado del coco generan grandes problemas ambientales por la contaminación de las fuentes de agua de los pobladores de la región. El prototipo construido (foto 56) ha permitido visualizar detalles técnicos y ergonómicos utilizables en un posterior diseño más apropiado.

⁶² ARIAZ, D. Op. Cit.

⁶³ Disponible en: www.unal.edu.co

⁶⁴ DAZA, Ginna y PEREZ, Mauricio. “Diseño de Máquina Separadora de Fibra Larga y Ripio de la Cáscara del Coco”. Tesis de Grado. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2003.



Foto 56. Esquema interno de la máquina propuesta por Ginna Daza

Como una aplicación directa, el departamento de Diseño Industrial ya mencionado también ha incursionado en el uso industrial de las fibras. En el año 2004 Tamayo⁶⁵ planteó una propuesta metodológica para sustituir caucho vulcanizado e incluir fibra de coco en el interior de plantillas para calzado deportivo teniendo en cuenta las características que ofrece la fibra. Además del aspecto de sostenibilidad ambiental, se consideraron la capacidad de resistencia a los hongos y a la degradación, la capacidad de disipación de calor (Foto 57) superando a los polímeros, y la alta porosidad de la fibra, lo cual facilita la adherencia con otros materiales.

Después de varias pruebas de laboratorio con usuarios de zapatillas confeccionadas con plantillas de fibra de coco (Foto 58) no se encontraron indicios de degradación por tracción o compresión de la fibra, el material conservó su color original y las fibras mantuvieron su adherencia con los demás componentes.



Foto 57. Plantilla en fibra de coco.
Fabio Tamayo

⁶⁵ TAMAYO, Fabio. “Desarrollo de Productos Industriales a Partir de Fibra de Coco Procesado”. Tesis de grado. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004.

Disipación del calor a través de la plantilla



Foto 58. Visualización y descripción de la forma como el calor se disipa a través de la plantilla diseñada en fibra de coco. Tamayo⁶⁶.



Foto 59. Rodilleras en fibra de coco. Ana Paula Gómez

⁶⁶ TAMAYO, Fabio. Op.Cit.

Se destaca también el aporte entregado por Gómez⁶⁷ a la industria a través de un estudio mediante el cual se utilizó la fibra de coco como material de carga en el revestimiento rígido de rodillera para patinadores en escuela de formación y como relleno flexible en la absorción del impacto, sustituyendo al poliuretano (PU) en un 80 %.

En el laboratorio se realizó el proceso de conformación e integración de la fibra con el sistema G 040, un biocomponente diseñado como adhesivo para aglomerar bloques de corcho y que posee agentes retardantes que dan tiempo durante el proceso para que se homogenice con el material a aglomerar. El proyecto incluyó la ejecución de pruebas de hilado y de resistencia a la tensión, determinándose un buen comportamiento de la fibra de coco al hilado y en resistencia a la tensión, valores que coinciden con los determinados por Ariaz⁶⁸.

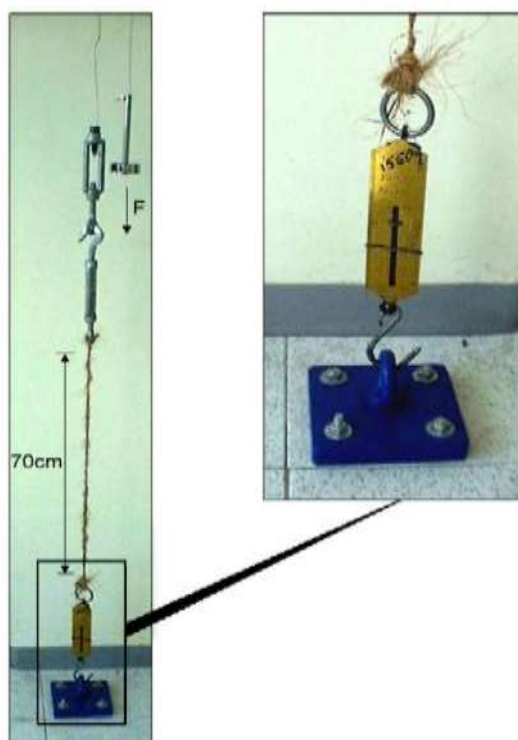


Foto 60. Prueba de elongación y tensión de la fibra. Deyanira Ariaz

⁶⁷ GOMEZ, Ana Paula. “Desarrollo Experimental Dirigido a la Caracterización de un Material que Aproveche la fibra de Coco”. Tesis de grado. Departamento de Diseño Industrial. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005

⁶⁸ ARIAZ, D. Op. Cit., p 86.

De este proyecto se concluye positivamente que los componentes de la rodillera elaborada en fibra de coco ofrecen características similares a los de la rodillera en poliuretano, partiendo de que las pruebas realizadas con los usuarios fueron satisfactorias.

En los estudios adelantados por La Universidad Nacional de Colombia han participado varias empresas floricultoras compartiendo los resultados y permitiendo experimentar las muestras de sustrato obtenidas. Por otro lado, una de las tres empresas nacionales productoras de fibra, Sustitutos Ecológicos⁶⁹, ha colaborado con las investigaciones suministrando fibra y sustrato para pruebas de laboratorio y ha compartido resultados con el fin de contrastarlos e implementarlos a nivel industrial.

⁶⁹ SUSTITUTOS ECOLOGICOS: sustitutosecologicos@epm.net.co

Además del aporte investigativo de la Universidad Nacional de Colombia a la industria del coco y sus derivados, se encuentran otros proyectos en espera de ser aprobados y financiados, preparados por universidades estatales colombianas ubicadas en zonas de producción de coco; tal es el caso de la Universidad del Magdalena y de la Universidad de Sucre, en Colombia, entidades que tienen identificada y cuantificada la problemática ambiental de los desperdicios del coco y que tienen planes para diseñar plantas piloto para estudiar y divulgar el procesamiento de este producto.

En la misma vía de investigación de las entidades de educación superior se encuentra el ente estatal investigativo del sector agropecuario del país, CORPOICA. Dentro del Plan LA MOJANA – CORPOICA, Etapa 1, apoyado por FAO Colombia, esta entidad inició en 1999 el estudio del coco y sus subproductos en la región de La Mojana, departamento de Sucre, Colombia, presentando un plan de mercadeo e industrialización del coco⁷⁰.

Bajo los objetivos de industrialización del cocotero, CORPOICA ha incursionado, apoyado por la Universidad Nacional de Colombia y otras instituciones, en el desarrollo de procesos que permitan obtener carbón activado a partir del endocarpio o parte dura del fruto. En general, CORPOICA busca diseñar y definir procesos para un manejo integral del fruto del cocotero y presentarlos a los grupos de productores de coco para su implementación.

8.1. Pruebas textiles

El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Entidad estatal colombiana, a solicitud de la empresa Artesanías de Colombia S.A., por intermedio de sus laboratorios⁷¹, realizó ensayos sobre muestras de fibras largas de coco provenientes de Tumaco, con el fin de determinar algunas propiedades, caracterizar las muestras y contrastar los datos con los resultados obtenidos en instituciones investigativas nacionales o los reportados por la bibliografía referente al tema, así:

- Resistencia a la tensión
- Porcentaje de elongación.
- Determinación de la longitud.
- Determinación de las materias extractables
- Determinación del porcentaje de humedad
- Análisis Cualitativo
- Morfología

⁷⁰ TORO, Inés. “Plan Participativo de Fomento, Mercadeo e Industrialización del Cocotero. San Marcos”. CORPOICA. Colombia. 1999.

⁷¹ SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje. Laboratorio de Calidad Textil. Medellín. Colombia 2005

Las pruebas realizadas por el SENA se llevaron a cabo siguiendo los protocolos establecidos para cada ensayo por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, y la identificación de la norma seguida, el equipo utilizado y los resultados obtenidos en cada caso aparecen ilustrados en las tablas 7,8,9,10,11,12 y 13.

Algunos de los datos analizados por SENA muestran similitudes con los datos presentados por investigaciones nacionales o con los publicados en la bibliografía disponible sobre el tema. Las características físicas como resistencia a la tensión, longitud y porcentaje de elongación presentan coeficientes de variación (C.V.) muy altos, todos por encima del 30 % lo cual implica muestras muy heterogéneas.

Tabla 7. Ensayo resistencia de la fibra de coco a la tensión (SENA)

Empresa: Artesanías de Colombia S.A		Nit o C.C: 860007887-6	
Solicitante: Artesanías de Colombia. S.A.		Dirección : Carrera 3 # 18 A - 58	
Teléfono: (1) 286-1766		Ciudad: Bogotá, D.C.	
Identificación de la Muestra: “Fibras de coco”			
FECHAS:	<u>Recepción Solicitud</u>	<u>Ejecución Ensayo</u>	<u>Emisión del informe</u>
	05-05-20	05-05-23 a 05-06-02	05-06-02
INFORMACIÓN DEL ENSAYO			
Ensayo solicitado:		Resistencia en gramos fuerza	
Norma técnica de Referencia:		Norma Técnica Colombiana ICONTEC 386	
Método de Ensayo de Referencia:		Procedimiento de la Norma	
Número de datos:		100	
Equipo empleado:		Dinamómetro Lloyd CRE	
Tiempo de acondicionamiento de la muestra: 24 horas			
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Promedio	C.V %	Máximo	Mínimo
625,36	38,83	1037,00	270,50

En general toda la fibra de coco comercial que se produce en Colombia proviene de procesos mecánicos de impacto sobre la cáscara seca, procedimiento que lesiona la fibra debilitándola y recortándola, razón que justifica los altos coeficientes de variación en longitud de la fibra y resistencia a la tensión.

Tabla 8. Ensayo: Elongación de la fibra de coco (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO			
Ensayo solicitado:	Elongación en porcentaje		
Norma técnica de Referencia:	Norma Técnica Colombiana ICONTEC 386		
Método de Ensayo de Referencia:	Procedimiento de la Norma		
Equipo empleado:	Dinamómetro Lloyd		
Tiempo de acondicionamiento de la muestra: 24 horas			
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Promedio	C.V %	Máximo	Mínimo
27,06	31,50	39,80	9,30

En cuanto a la elongación, o sea el estiramiento con recuperación que presenta la fibra, los valores promedios registrados están de acuerdo con los valores citados en la literatura referente, alrededor de 30%. Los valores altos de elongación de la fibra de coco junto con su buena resistencia a la tensión la hacen propicia para fabricar cordeles para situaciones especiales como el amarre de embarcaciones en puertos.

Tabla 9. Ensayo: Porcentaje de materiales extractables (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO		
Ensayo solicitado:	Porcentaje de materias extractables	
Norma técnica de Referencia:	Norma Técnica Colombiana Icontec 751(73-11-28)	
Método de Ensayo de Referencia:	Procedimiento de la Norma	
Número de datos:	3	
Equipo empleado:	Extractor soxleth	
Tiempo de acondicionamiento de la muestra: 24 horas		
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Dato 1	Dato 2	Dato 3
0,057%	0,012%	0,027%

Tabla 10. Determinación del porcentaje de humedad de la fibra de coco (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO			
Ensayo solicitado:	Determinación del porcentaje de humedad y Regain		
Norma técnica de Referencia:	Norma Técnica Colombiana ICONTEC 1378		
Equipo empleado:	Horno y balanza		
Número de datos:	3.		
Tiempo de acondicionamiento de la muestra:	24 horas		
RESULTADOS DEL ENSAYO			
<u>Porcentaje de humedad</u>			
Promedio	C.V%	Máximo	Mínimo
16,14%	7,22	17,29%	14,96%
<u>Porcentaje de Regain</u>			
Promedio	C.V%	Máximo	Mínimo
19,26%	8,62	20,91%	17,59%

Los valores relativamente altos de humedad de la fibra y “regain” o ganancia de humedad después de secarla de acuerdo a la norma, se pueden justificar por la presencia de partículas de médula o sustrato, el material complementario de la cáscara, adheridas a la fibra teniendo en cuenta que ésta no se limpia o peina exhaustivamente para sacarla al mercado. La alta porosidad que presenta el sustrato lo convierten en un material esponjoso que puede guardar humedad o ganarla cuando se encuentra en un medio más húmedo.

Tabla 11. Ensayo: Determinación de la longitud de la fibra. (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO			
Ensayo solicitado: Determinación de la Longitud de fibra expresada en centímetros			
Norma técnica de Referencia:		Norma Técnica Colombiana ICONTEC 959	
Método de Ensayo de Referencia:		Numeral 6.4.1	
Número de datos:		100	
Equipo empleado:		Crimp Tester	
Tiempo de acondicionamiento de la muestra: 24 horas			
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Promedio	C.V %	Máximo	Mínimo
15,5	31,08	24,50	6,1

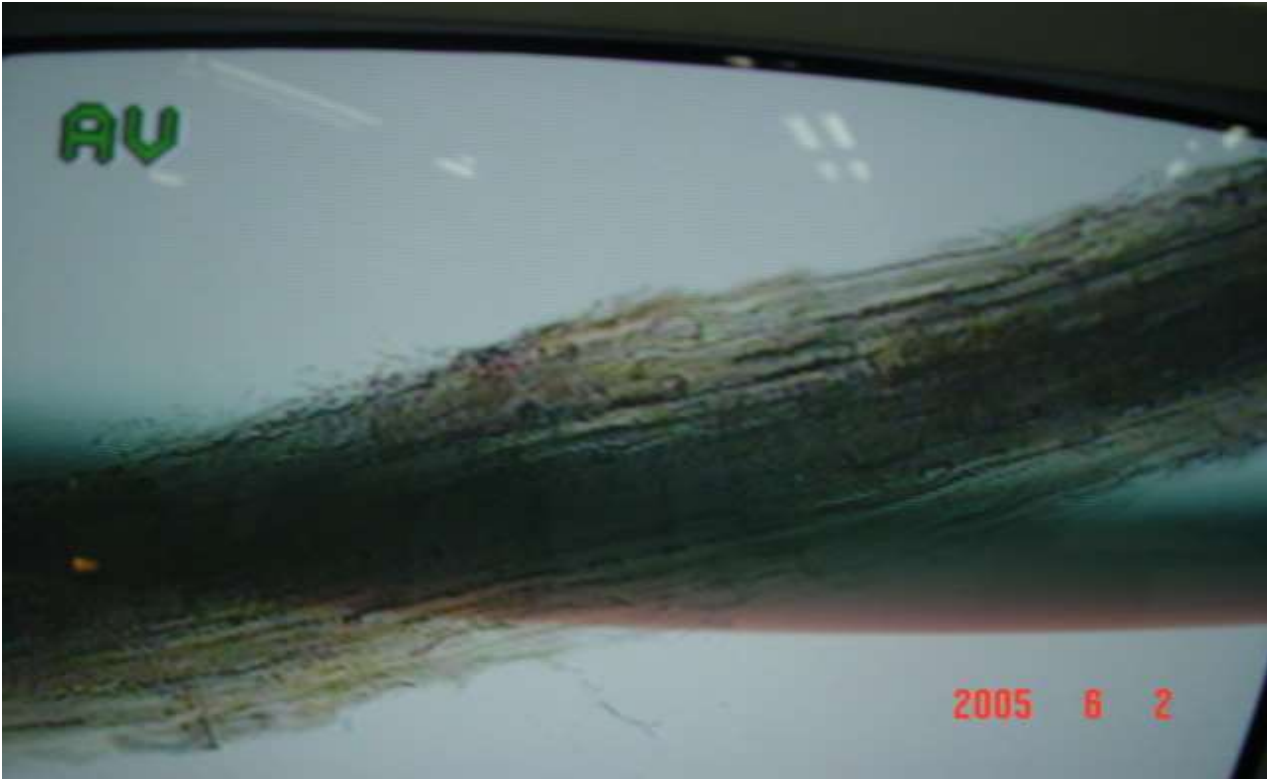
Una de las ventajas que presenta la fibra de coco respecto a otras fibras naturales es su resistencia a la biodegradación en razón al alto contenido de lignina, como también presenta desventajas desde el punto de vista de facilidad de hilado como lo es la longitud de fibra, que en condiciones normales es del orden de 25 centímetros contrastando con el sisal y el yute que pueden dar fibra de hasta 1 metro de longitud. La acción mecánica sobre las cáscaras de coco rompe una buena parte de las fibras generando trozos pequeños que dificultan el proceso y la calidad del hilado.

Tabla 12. Ensayo: Análisis cualitativo de las fibras de coco (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO	
Ensayo solicitado:	Análisis Cualitativo de las fibras
Norma técnica de Referencia:	Norma Técnica Colombiana ICONTEC 1213 (1997)
Método de Ensayo de Referencia:	Solubilidad-Microscopia
Equipo empleado:	Microscopio, reactivos químicos
Tiempo de acondicionamiento de la muestra:	24 horas
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Método de solubilidad	
Producto Químico	Comportamiento
Ácido Sulfúrico al 96%	Soluble
Acido Sulfurico al 70%	Soluble
Hipoclorito 5%	Insoluble
Ácido nítrico RP	Insoluble
Ácido fórmico RP	Insoluble
Dimetil formamida RP	Insoluble
Ácido acéticoRP	Insoluble
Ácido clorhídrico RP	Insoluble
Acetona RP	Insoluble
RP: Reactivo Puro	

Los resultados de solubilidad del análisis cualitativo, pueden tener importancia especialmente en los procesos de blanqueado (decoloración) y tinturado con el fin de usar insumos que no contengan productos nocivos para la fibra a tal punto que la solubilicen y la destruyan, como sería el caso del ácido sulfúrico.

Tabla 13. Ensayo: Morfología de la fibra de coco (SENA)

INFORMACION DEL ENSAYO	
Ensayo solicitado:	Morfología
Norma técnica de Referencia:	Norma Técnica Colombiana ICONTEC 1213 (1997)
Método de Ensayo de Referencia:	Microscopia
Equipo empleado:	Microscopio
Tiempo de acondicionamiento de la muestra:	24 horas
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Corte longitudinal	
	
El corte transversal no se pudo montar en la placa por la rigidez de la fibra	

9. Conclusiones y propuesta final

Con el conocimiento de las características de la estopa de coco, formas de extracción y alternativas posibles de utilización de los subproductos, fibra y sustrato, Artesanías de Colombia S.A. con el apoyo de FAO-ONU DC, buscan contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de una región deprimida del Pacífico colombiano, en donde uno de los recursos disponibles en abundancia es el cocotero, del cual los habitantes escasamente utilizan la nuez, generando contaminación con la cáscara que retiran de los frutos.

La región que se pretende apoyar carece de servicios de energía eléctrica, agua potable, sistemas de salud y saneamiento básico, red de carreteras y sistemas eficientes de comunicación, y un nivel de desempleo y desocupación muy alto, especialmente dentro de la población femenina.

En Colombia se han adelantado algunas investigaciones sobre la producción y uso de la fibra y el sustrato de coco; en particular, la agricultura y la agroindustria colombiana ya han iniciado el uso de estos productos con resultados satisfactorios. Se espera avanzar con mayor agilidad en la medida en que se asimilen desarrollos logrados en países asiáticos productores de cocotero, que poseen una cultura legendaria sobre la obtención y utilización integral, artesanal e industrial del cocotero y en especial de los subproductos de la cáscara del coco

Lo anterior es de especial relevancia por cuanto se conoce la existencia de un mercado potencial grande en especial para el sustrato, puesto que se reconocen sus bondades en la producción de hortalizas y flores bajo invernadero. A la fecha, este mercado lo satisface el sustrato importado especialmente de Brasil, y en pequeñas cantidades de países asiáticos a través de Europa.

Para la fibra hilada y tejida en mallas existe un gran mercado potencial, en particular a nivel gubernamental a través de las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR o el Ministerio del Ambiente y la Vivienda, para su aplicación en el mantenimiento y control de erosión de taludes de carreteras, así como en recuperación y mantenimiento de zonas erosionables, establecimiento y mantenimiento de reforestación en zonas de alta pendiente, mantenimiento de cauces de arroyos y ríos, establecimiento, mantenimiento y embellecimiento de jardines y zonas verdes urbanas etc.

La producción artesanal de la fibra de coco hilada y tejida para mallas geotextiles puede ser objeto de un proyecto que integre desde los procesos extractivos, productivos y organizativos, hasta la comercialización del producto, con un fuerte componente ambiental y como solución económica y ecológica para la comunidad productora y para las regiones de destino.

La industria de fibras del país ha manifestado su intención de comprar fibras nacionales, en particular fibra de coco.

Con las anteriores premisas, las posibilidades que tendrían las comunidades del Pacífico colombiano, especialmente del departamento de Nariño, para mejorar su nivel de vida utilizando

los desperdicios del cocotero como materia prima, en particular las mujeres, con mucho tiempo disponible y sin posibilidades de ocupación o ingresos, son:

- Obtención de la fibra mediante el método natural de remojado y luego en forma manual con ayuda de mazos de madera desprender, limpiar, peinar y tinturar las fibras.
- Hilado de las fibras y convertirlas en hilaza, usando ruecas manuales, ya sea para su venta directa como lazos o cordelería con usos múltiples, o para tejerla mediante telares manuales, aprovechando la gran disponibilidad de mano de obra.
- Tejido de mallas (geotextiles) con aplicación para el control de erosión en taludes y laderas deforestadas y erosionadas, y para el mantenimiento de cuencas.
- Obtención del sustrato, subproducto de la producción de fibra, y acondicionamiento de acuerdo a los requerimientos de la agricultura nacional, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua para esa labor y la mano de obra de la región.

Las anteriores acciones deben ser necesariamente apoyadas por un programa o proyecto de orden institucional, mediante el cual se gestione:

- Asesoría técnica y capacitación de la comunidad beneficiaria con prácticas de aprendizaje sobre la extracción y acondicionamiento de la fibra y el sustrato.
- Capacitación técnica en preparación de la fibra de coco para la obtención de colores con tintes naturales y tintes sintéticos, incluido el suavizado.
- Asistencia técnica para la construcción y mantenimiento (dotación) de equipos de hilado (diferentes técnicas con rueca de pedal tradicional, rueca manual adaptada tipo la utilizada en India, tarabas y otros elementos para torsión) y de tejido tipo telar horizontal, vertical o de marco.
- Asistencia continuada en los temas de organización empresarial, administrativa y contable para la constitución de grupos comunitarios productivos.
- Capacitación técnica para el hilado de fibras de diferente calibre o titulación.
- Capacitación técnica en tejido en telar par la obtención de diferentes tipos de textiles Puede incluir cortinería, tapetes, bolsos, lencería especial y geotextiles
- Asesorías en Diseño y desarrollo de productos para diferentes mercados,
- Asesoría para imagen gráfica del producto o del grupo productor, marca y empaque.

- Gestión comercial que incluya sondeos de mercado a nivel nacional, participación en ferias nacionales que faciliten su divulgación y reconocimiento y gestiones de oferta frente a los gremios agropecuarios, Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente y la Vivienda, Ministerio del Transporte, Corporaciones Regionales, Artesanías de Colombia, entre otras.

Se sugiere adicionalmente, avanzar y profundizar en la experimentación para el aprovechamiento de la fibra de coco en la fabricación de elementos pre-tensados, mediante su aplicación como elemento estructural, aglutinado con resinas u otros materiales sintéticos, para la producción de prefabricados, tejas, láminas divisorias, elementos aislantes para sonido y calor, entre otras muchas posibles aplicaciones, con la fibra de coco en su coloración natural o tinturada, en un solo tono o con mezcla de colores, manejando apariencias estéticas con la fibra ordenada o revuelta, etc.

Este último tema se encuentra bastante avanzado en la India, por el Instituto Central de Investigación del Coco – CCRI en donde ya tienen patentes comerciales que amparan productos aglomerados a base de coco.

Referencias

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

COIRINDIA. Disponible en : www.coirindia.org/cict/articles/agritex.pdf ,
www.coirindia.org/CCRI/Microbiology.htm , www.coirindia.org/procesing%20/technology.htm ,
www.coirindia.org/extract.htm , www.coirindia.org/procesing%20/technology.htm ,
www.coirindia.org/ccri , www.coirindia.org/CCRI/chemistry.htm ,
www.coirindia.org/prods.grdmats.htm , www.coirindia.org/CCRI/Engineering.htm

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Anuario Estadístico 2001, Bogotá, D.C.

DAZA, Ginna y PEREZ, Mauricio. Diseño de Máquina Separadora de Fibra Larga y Ripio de la Cáscara del Coco. Tesis de Grado. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2003.

FAO Technical paper N° 6 1.999

GALAN, Milton. “Proceso de Acondicionamiento del Sustrato de Coco para uso Agrícola”. Tesis de Grado. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004. p. 14,15.

GOMEZ, Ana Paula. “Desarrollo Experimental Dirigido a la Caracterización de un Material que Aproveche la fibra de Coco”. Tesis de grado. Departamento de Diseño Industrial. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005

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

PROJAR, S.A. Catálogo comercial – Valencia – España. www.projar.com

SANTA, Lanka y SANTA, Calista. “Facts on coir: lessons from the past”. Technical paper. Rolanka International. febrero 1.999

SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje. Laboratorio de Calidad Textil. Medellín, Colombia, 2005

SINISTERRA, Silvio. “Diseño, construcción y evaluación preliminar de una ralladora de coco”. Tesis de grado. Facultad de Diseño, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1989

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

SUSTITUTOS ECOLÓGICOS. Catálogo comercial. Medellín. Colombia.
sustitutosecologicos@epm.net.co

TAMAYO, Fabio. Desarrollo de Productos Industriales a Partir de Fibra de Coco Procesado. Tesis de grado. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004.

TORO, Inés. “Plan Participativo de Fomento, Mercadeo e Industrialización del Cocotero. San Marcos”. CORPOICA. Colombia. 1999.

VAN DAN, Jeg. Wet Processing of Coir: drying, bleaching, dying, softening and printing. FAO. Technical paper No.6. December, 1999.

WIKIPEDIA. Disponible en :http://en.wikipedia.org/wiki/Coir#Major_producers

www.rbgkew.org.uk/ksheets/coir.html

www.suncoir.com/machines.htm , www.suncoir.com/machines.htm

www.palmfibre.com/htm/world

www.buton.starwon.com.au/Copra/Coconutandcopra.htm

www.unal.edu.co

Índice fotográfico

	Página
Foto 1. Árbol adulto de cocotero	6
Foto 2. Corte transversal de un fruto de cocotero	13
Foto 3. Cáscara lista para procesar. Ariaz	16
Foto 4. A: Fibra de coco (“coir fiber”)	16
Foto 5. B: Sustrato de coco (médula o “coir pith”)	16
Foto 6. Cáscaras de cocotero separadas del fruto (India)	18
Foto 7. Plántula sembrada en sustrato de coco	18
Foto 8. Sustrato de coco compactado	18
Foto 9. Cáscara de coco extraída mediante estaca	19
Fotos 10 y 11: Proceso de separación de la cáscara mediante el uso de una estaca.	21
Foto 12. Detalle de la cáscara separada mediante estaca	21
Foto 13. Inmersión de cáscaras de coco envueltas en una red (India)	23
Fotos 14 y 15. Separación de las fibras mediante batido o golpeteo con un madero (India)	23
Foto 16. Fibra lista para el proceso de hilado (India)	24
Foto 17. Desfibradora trituradora de coco	25
Foto 18. Mecanismo de una trituradora	25
Foto 19. Prototipo de trituradora de coco	25
Foto 20. Molino de martillos-sierra	26
Foto 21. Molino de martillos tradicional	26
Foto 22. Molino de martillos usado en desfibrado de cáscara de coco (India)	27
Foto 23. Hilado totalmente manual de la fibra (India)	29
Foto 24. Hilado mediante un motor de baja velocidad	30
Foto 25. Hilado mediante rueca adaptada para 2 hilanderas (India)	30
Foto 26. Accionamiento manual de la rueca de 4 husos (India)	31
Foto 27. Fibras de diferente grosor, obtenidas a partir de la primera.	31
Foto 28. Rueca accionada por motor eléctrico (India)	32
Foto 29. Hiladora eléctrica de fibra de coco	32
Foto 30. Esquema de una rueca de 4 husos. A: Vista del conjunto. B: vista desde atrás.	33
Foto 31. Hilaza de coco sometida a blanqueado	34
Foto 32. Hilazas de coco tinturadas	36
Foto 33. Hilaza en color natural	36
Foto 34. Cuerdas elaboradas con fibras de coco de diferentes colores	37
Fotos 35 y 36. Tapetes en fibra de color natural tejidos en telar tradicional (India)	38
Foto 37. Diseños de tapete en fibra de coco en tonos naturales, tejidos en telar	38
Foto 38. Diferentes diseños de tapete en fibra tinturada, tejidos en telar	38
Foto 39. Elaboración de tapetes en fibra de coco (India)	39
Foto 40. Tejido de tapetes en fibra de coco mediante telar manual horizontal (India)	39
Foto 41. Materas elaboradas con tela no tejida	40
Foto 42. Plantas ornamentales colocados en recipientes en tela de coco no tejida (Sustitutos Ecológicos)	40

Foto 43. Bolso en fibra de coco tinturada (India)	41
Foto 44. Artesanía decorativa en bambú y cáscara de coco (Sri Lanka)	41
Fotos 45 y 46. Revestimiento de un talud y aspecto posterior del talud revestido.	42
PROJAR	
Foto 47. Mallas de fibra de coco usadas en protección de taludes (España)	43
Foto 48. Diferentes tamaños de malla comercial (España)	43
Foto 49. Tela de fibra de coco tejida, usada como protección de cauces de arroyos (España)	44
Fotos 50 y 51. Detalle de taludes cubiertos con malla tejida en fibra de coco anclada mediante estacas (España)	44
Foto 52. Colchonetas elaboradas en fibra de coco. (Sri Lanka).	45
Fotos 53 y 54. Problema ecológico. A: Quema de cáscaras. B: Acumulación de cáscaras en playas y cauces de arroyos.	47
Foto 55. Cultivo experimental de lechuga plantado en sustrato de coco. ARIAZ	47
Foto 56. Esquema interno de la máquina propuesta por Daza	49
Foto 57. Plantilla en fibra de coco. Tamayo.	49
Foto 58. Visualización y descripción de la forma como el calor se disipa a través de la plantilla diseñada en fibra de coco. Tamayo	50
Foto 59. Rodilleras en fibra de coco. Ana Paula Gómez	50
Foto 60. Prueba de elongación y tensión de la fibra.	51