

DISEÑO ACÚSTICO DE BIO-PANEL ABSORBENTE CON BASE EN FIBRAS
NATURALES.

TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA EL SEMILLERO DE INGENIERIA DE
AUDIO Y ACÚSTICA.

JORGE ANDRÈS GIRALDO DUQUE.

DIRIGIDO POR EL MAESTRO FREDY ALZATE
INGENIERO ELECTRONICO DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MAESTRO EN GESTION TECNOLOGICA

INSTITUTO TECNOLÒGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INFORMÀTICA MUSICAL
CAMPUS FLORESTA (EPA)
MEDELLIN 2014.

TABLA DE CONTENIDOS	PAG
INTRODUCCION	6
JUSTIFICACION	7
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
MARCO TEORICO	10 - 11
1. FIBRAS	12
1.1. CLASIFICACION DE LAS FIBRAS	12
1.1.1. FIBRAS TEXTILES	12
1.1.2. FIBRAS MINERALES	13
1.1.3. FIBRAS ANIMALES	15
1.1.4. FIBRAS VEGETALES	15
1.1.5. FIBRAS SINTETICAS	17
1.2. FIBRAS EN COLOMBIA	18
2.1. EL COCO	20
2.1.1. VARIEDADES	21
2.1.2. CARACTERISTICAS DEL COCO	22
2.1.3. USOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS ELABORADOS	23
2.2. PRODUCCION DEL COCO EN COLOMBIA	24
2.3. CONSIDERACIONES DEL BAMBU Y LATEX COMO OTRAS ALTERNATIVAS	26
3. MAQUINARIAS Y PROCESOS PARA LA EXTRACCION DE LA FIBRA DE COCO	27
3.1. OBTENCION DE LA FIBRA DE COCO	27
3.2. DISEÑO Y FABRICACION DEL BIO-PANEL ACUSTICO ABSORBENTE	30
3.3. MEDICIONES Y RESULTADOS	32
CONCLUSIONES	38
GLOSARIO	39
BIBLIOGRAFIA	40-41

LISTA DE FIGURAS.

	PAG.
FIGURA 1. Clasificación de fibras y sus materias.	11
FUENTE: Marta Elena Quintanilla Arias. Industrialización de la fibra de coco. Diciembre 2010.	
FIGURA 2. Aplicaciones de las fibras.	12
FUENTE: Marta Elena Quintanilla Arias. Industrialización de la fibra de coco. Diciembre 2010.	
FIGURA 3. Fibra de vidrio tejido	13
FUENTE: solostocks.	
FIGURA 4. Hilos diamantados	13
FUENTE: google	
FIGURA 5. Lana de roca	14
FUENTE: Wikipedia	
FIGURA 6. Tipos de fibras animales	14
FUENTE: Aurigadescanso.com	
FIGURA 7. Fibras vegetales	15
FUENTE: Andrea Fischer	
FIGURA 8. El coco y partes del fruto	19,20
FUENTE: Elena Quintanilla Arias. Industrialización de la fibra de coco. Diciembre 2010.	
FIGURA 9. Partes del coco	22
FUENTE: coconut-layers.svg: kerina yin Wikipedia	
FIGURA 10. Usos del coco	23

FUENTE: tesis coco fibra	
FIGURA 11. Superficie cosechada a nivel mundial, para obtención de la nuez del coco.2010.	25
FUENTE: base de datos estadísticos de FAO faostat, 2012.	
FIGURA 12. Máquina descascaradora	27
FUENTE: google	
FIGURA 13. Máquina trituradora	28
FUENTE: clasipar.com	
FIGURA 14. Maquina cribadora	28
FUENTE: google	
FIGURA 15. Máquina de embalaje	29
FUENTE: google	
FIGURA 16. Bio-panel acústico absorbente	30
FUENTE: el autor	
FIGURA 17. Vista frontal y posterior, bio-panel terminado	31
FUENTE: el autor	
FIGURA 18. Tubo de kundt	32
FUENTE: lamyaa abd Rahman et al, American journal of applied sciences.2013	
FIGURA 19. Espesor 20 mm.	33
FUENTE: lamyaa abd Rahman et al, American journal of applied sciences.2013	
FIGURA 20. Espesor 40 mm	33
FUENTE: lamyaa abd Rahman et al, American journal of applied sciences.2013	

LISTA DE TABLAS.

	PAG.
TABLA 1. Tipos de fibras sintéticas	16,17
FUENTE: Red textile Argentina.	
TABLA 2. Tipos de cocoteros.	21
FUENTE: boralginimages, hacienda campo real, asohofrucol (asociación de horticultura de Colombia).	
TABLA 3. Características del coco	22
FUENTE: Marta Elena Quintanilla Arias. Industrialización de la fibra de coco. Diciembre 2010.	

INTRODUCCION.

Las fibras vítreas sintéticas son un grupo de materiales inorgánicos fibrosos que contienen aluminio o silicatos de calcio y trazas de óxidos y metales; se fabrican a partir de roca, escoria, arcilla o vidrio. Las fibras vítreas sintéticas se catalogan en 2 grupos: filamentos (consisten en filamentos de vidrio) y lanas las cuales se subdividen en lanas de vidrio, roca, escoria y fibras refractarias de cerámica.

En los últimos años, la producción y uso de estos materiales ha aumentado, debido a sus múltiples aplicaciones tales como aislantes contra el calor, el ruido, para reforzar otros materiales o como materiales de filtración; entre otros.

No es un secreto que tanto el uso como la manipulación y la exposición moderada a este tipo de materiales trae consigo daños a la salud, pues según el departamento de salud y servicios humanos de los EEUU, después de una serie de pruebas con animales encontró que además de que una persona puede presentar dermatitis, irritación de los ojos, irritación de las vías respiratorias superiores (la nariz y la garganta) y partes del pulmón, produciendo dolor de garganta, congestión nasal y tos ; a niveles muy altos de exposición, probablemente estaría en potencial riesgo de presentar enfermedades tales como fibrosis pulmonar, inflamación de pulmones, mesotelioma y cáncer de pulmón.

Por otra parte si evaluamos el impacto ambiental que causan este tipo de materiales, es alarmante, pues su alta biopersistencia, su complejidad estructural y toxicidad, no permiten que estos realicen una adecuada biodegradación una vez llegan a su vida útil.

La visión central de este proyecto será entonces encontrar el método de fabricación nuevos materiales absorbentes sustentables ecológicos a partir de plantas o materia re-utilizable, los cuales permitan un normal uso y manipulación sin que se vea afectada la integridad humana y del medio ambiente.

JUSTIFICACION.

El presente trabajo de investigación se realizará como una alternativa diferente que busque remediar los graves impactos a la salud de quienes manipulan materiales acústicos absorbentes, tales como la lana de roca y la lana de vidrio.

Básicamente se busca hallar materiales absorbentes ecológicos que tengan las mismas prestaciones acústicas que los que se utilizan convencionalmente, que no son ecológicos y causan daños al medio ambiente y a quien los utiliza.

Es posible desarrollar tales materiales ecológicos que sean bio-degradables a partir de fibras o materiales encontrados en la naturaleza, los cuales pueden ser procesados y posteriormente medidos por medio de un tubo de impedancia, el cual permitirá conocer su coeficiente de absorción, así encontrar el más apto y que mejor absorción posea, comparado con las fibras vítreas sintéticas, las cuales poseen una gran demanda en el mercado actual y su uso continuo representa un gran problema de salud a la hora de ser manipulados.

Dado que las fibras naturales son destinadas como desechos o en muchos casos para usos artesanales, la fabricación de empaques y geo-textiles; sería muy interesante comenzar a darle otros usos debido a las múltiples opciones que pueden prestar estos materiales y que con los debidos procesos podrían competir fácilmente con productos industriales que el mercado ofrece y que al fin de cuentas poseen grandes desventajas a la hora de su costosa manufactura, manipulación y finalmente su difícil degradación, debido a que terminan siendo desechos industriales.

OBJETIVO GENERAL.

- ❖ Investigar y proponer nuevos materiales ecológicos para la absorción y el aislamiento acústicos que permitan reemplazar los usados en la actualidad, los cuales presten las mismas cualidades acústicas, a los comúnmente utilizados y con menor costo de producción.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- ❖ Investigar el método de diseño y procesos de elaboración de paneles absorbentes con materiales ecológicos que posean buenos coeficientes de absorción según el espacio requerido.
- ❖ Diseñar paneles de diferentes tipos de materiales ecológicos y exponer las metodologías de las mediciones para determinar cuáles poseen una mejor capacidad de absorción.
- ❖ Proponer una solución técnica y acústica de espacios con nuevos materiales ecológicos a los problemas de salud que están presentando las personas que manipulan fibras vítreas sintéticas; así mismo a los problemas ambientales provocados por este tipo de materiales.

MARCO TEÒRICO.

Desde épocas remotas, el hombre encontró la manera de apropiarse de materiales fibrosos extraídos de medios naturales; los cuales proveían lo necesario para desarrollar todo tipo de productos de uso cotidiano, basados principalmente en algodón, lino y seda.

Rápidamente el avance tecnológico dio un gran salto desarrollando materiales compuestos, los cuales mostraban resultados cada vez más interesantes ya que marcaban un punto de partida para crear compuestos que gozaran de una mejor sinergia.

Aparece así el rayón, la primera fibra manufacturada, la cual permitió avanzar en los secretos de la química de la fibra, para dar paso a un sin número de aplicaciones tales como la moda, los amoblados, la medicina, la industria y muchos más.

Los estudios realizados a través de la historia han permitido que en la actualidad se pueda modificar, combinar e innovar las fibras de maneras que van más allá de su rendimiento, como la misma naturaleza los provee; no obstante, el hombre en su búsqueda de soluciones y su afán desmedido ha llegado al extremo de la sobre-producción acelerada, trayendo consigo la realización de materiales nocivos tanto para el medio ambiente como para la integridad humana.

En 1931 se lleva a cabo un descubrimiento fascinante: el nylon, el cual aparece después de sucesivas pruebas con los apenas conocidos “polímeros” derivados principalmente de los productos petroquímicos.

Las fibras vítreas han constituido por muchos años una gran solución en el campo de la industria donde han recibido múltiples aplicaciones principalmente como aislantes Contra vibraciones, sonido y el calor, producción de partes de vehículos, como refuerzos en construcciones arquitectónicas, etc. La fibra de vidrio es la más utilizada a nivel comercial debido a su bajo costo en comparación con las fibras de carbono o las fibras de aramida, las cuales presentan mejores resultados en diferentes condiciones. No es un secreto que la manipulación de este tipo de fibras industriales trae consigo riesgos para la salud y el medio ambiente, situaciones a las cuales se debe buscar soluciones que impliquen el uso de materiales resistentes con prestaciones iguales o mejores a las fibras vítreas, sin consecuencias negativas a su manipulación y exposición, que sean desarrolladas

bajo la conciencia ecológica, la cual ha tomado gran relevancia en los últimos tiempos debido al potencial destructivo de ciertas invenciones humanas.

El propósito de esta investigación será así aportar una solución a todo esta situación buscando fibras naturales que puedan reemplazar las artificialmente elaboradas. Cabe anotar que es complejo lograr una fibra que sea altamente resistente, ya que la mayoría en la actualidad se encuentran fusionadas con componentes químicos, tales como el poliéster y soluciones alcalinas como el hidróxido de sodio; se espera que el costo de producción sea más bajo en comparación con las fibras vítreas y que las resinas utilizadas para la unión de las fibras garanticen una buena resistencia y calidad en el producto, ya que es un gran problema a la hora de asumir que las fibras vegetales poseen poca sinergia con los polímeros, su baja capacidad hidrofílica con ciertas aplicaciones y la dificultad de extracción.

El uso de fibras vegetales tiene grandes ventajas, puesto que poseen mayor elasticidad, menor abrasión durante la producción, buena absorción de las vibraciones y el sonido, resultan por mucho, más económico que trabajar con fibras artificiales, producen bajas cantidades de CO₂ y gases nocivos además su proceso y producción representan grandes ganancias por su bajo costo de fabricación y por supuesto no generan ningún perjuicio para el medio ambiente y la salud de quien las manipula.

1. FIBRAS

1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS.

1.1.1 FIBRAS TEXTILES

Definición:

Según la enciclopedia¹, se denomina fibra textil al material natural o sintético idóneo para ser hilado, el cual presenta características de flexibilidad, resistencia y elasticidad, lo cual facilita su manejo. Las fibras son estructuras de origen animal, vegetal, mineral o sintético; (como se observa en la **figura 1**) debido a su condición las fibras son ampliamente utilizadas en todo el mundo gracias a sus múltiples aplicaciones (como se observa en la **figura 2**).

CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS Y SUS MATERIAS.

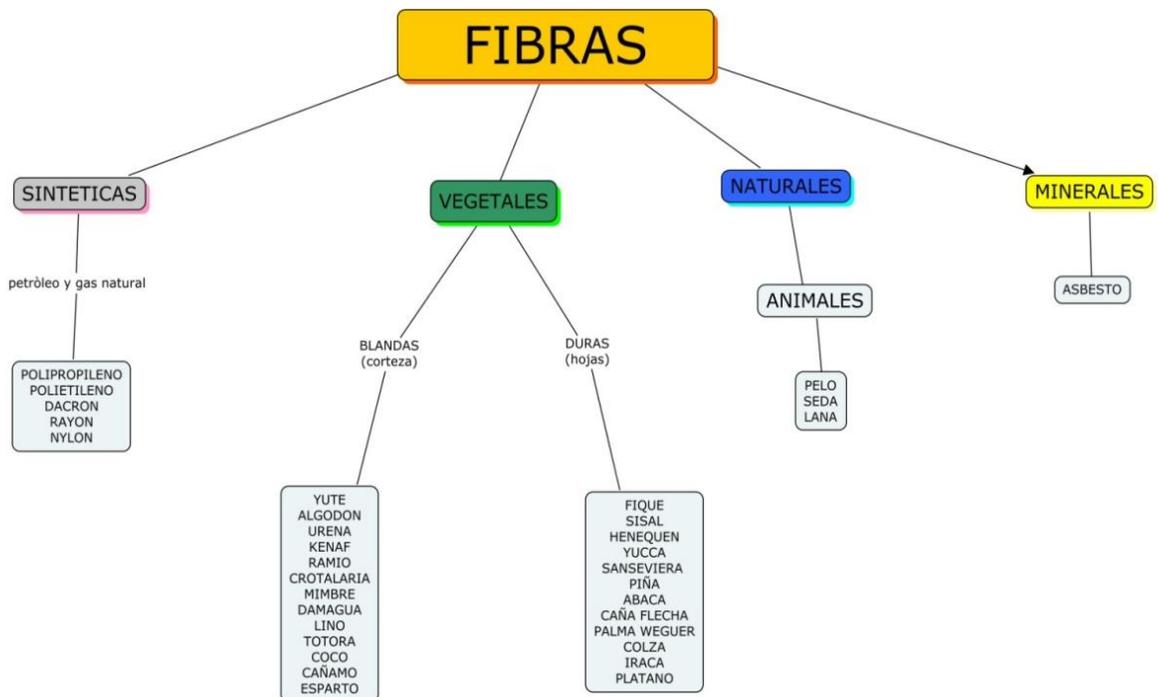


Figura 1. Clasificación de las fibras y sus materias.

¹ Pedagógico universal. PROLIBROS .2002. p.549.

Básicamente las fibras pueden ser clasificadas en 2 fuentes: **naturales**: en las cuales se encuentran las de origen vegetal, animal y mineral; por consiguiente en la actualidad hacen parte de miles de investigaciones alrededor del mundo, ya que se han descubierto grandes utilidades y características que las hacen viables como parte de la eco-tecnología. Y las **sintéticas**: han sido el punto de investigación humana a partir del petróleo, y gas natural, las cuales han sido utilizadas ampliamente por varias décadas, pero debido a su naturaleza química, se podría decir que sus usos han desencadenado todo tipo de efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

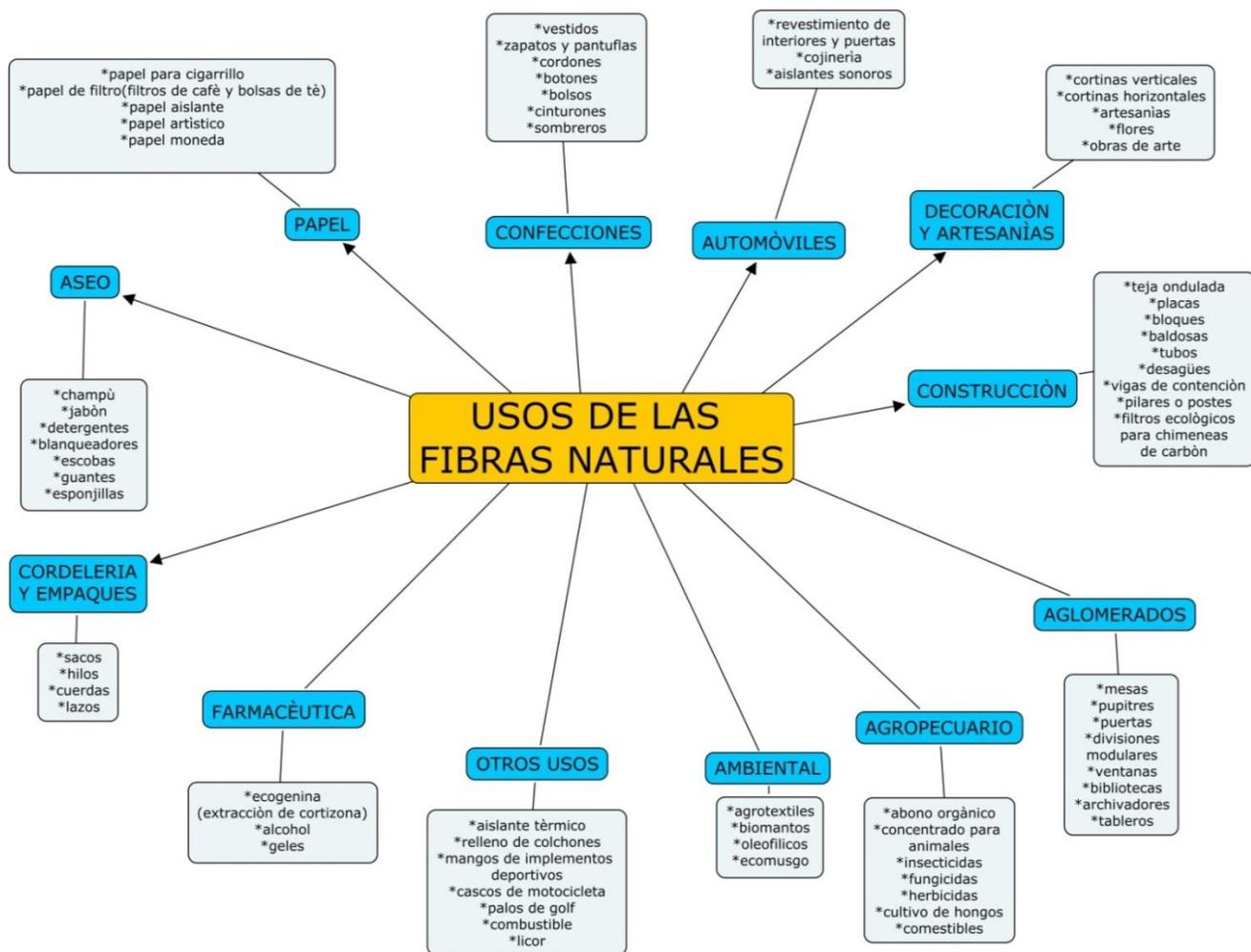


Figura 2. Aplicaciones de las fibras naturales.

1.1.2 FIBRAS MINERALES:

Fibras de naturaleza inorgánica tales como el amianto o el asbesto el cual posee un uso restringido debido a la capacidad carcinogénica de sus fibras; a principios del 2000 comienza su prohibición en los países desarrollados, habiendo provocado altas tasas de mortalidad desde los años 80.

Fibras de vidrio: obtenida de la unión de polímeros reforzados con fibra; conformada por finos y delgados hilos de vidrio, comúnmente es utilizada como material aislante, como agente de refuerzo de diversos productos poliméricos. Estudios médicos resaltan que al ser esta una fibra de silicato al igual que los asbestos, puede causar gran toxicidad.



Figura 3. Fibra de vidrio tejido.

Fibras a partir de metales: tales como el oro y la plata, pueden ser convertidos en hilos continuos que son utilizados en la fabricación de algunos tejidos para el culto religioso, trajes de lujo, de toreros, etc.



Figura 4. Hilos diamantados.

Lana de roca: generado a partir de la roca volcánica, se utiliza como aislante térmico, debido a su estructura fibrosa multidireccional es apta para albergar aire relativamente inmóvil en su interior, lo que lo hace ideal para cultivar todo tipo de plantas y vegetales de forma hidropónica.



Figura 5. Lana de roca.

1.1.3 FIBRAS ANIMALES (NATURALES):

Según el portal en internet www.naturalfibres2009.org; los textiles han sido parte de las diversas necesidades del ser humano, por centenares de años. En México y Pakistán se han hallado vestigios de artículos de algodón del 5000 a.C.; según la tradición china, la seda marca historia en el siglo XVII a.C.

En la actualidad este tipo de fibras animales tales como la lana, seda, pelo continúan en gran demanda, sin que se haya modificado su estructura original haciendo parte del diario vestir, así también para suavizar, aislar y decorar los hogares; sin embargo muchos textiles tradicionales son usados con fines industriales como elementos que hacen parte de compuestos en implantes médicos, agro textiles y geo textiles.



Figura 6. Tipos de fibras animales.

1.1.4 FIBRAS VEGETALES:

Junto a las fibras animales, conforman el gran mundo de las fibras naturales; ampliamente utilizadas por miles de años, por el ser humano.

Las fibras vegetales son extraídas de los tallos, semillas, hojas, frutos y raíces, las cuales procesadas de una forma adecuada, pueden ser utilizadas en múltiples aplicaciones. (Obsérvese la **figura 2**)

Las fibras vegetales poseen una estructura en común: **la celulosa**, un polisacárido encargado de funciones estructurales en las plantas, formando parte de los tejidos de sostén.

Fibras vegetales extraídas de la semilla: conformada tan solo por 2 especies, punto de gran interés para la explotación comercial: el algodón y la ceiba.

Fibras vegetales extraídas del tallo: con una diversidad más amplia, sin embargo la oferta comercial se centra en unas cuantas: lino, bambú, cáñamo, plátano, kenaf, yute.

Fibras vegetales extraídas de la hoja: constituyen vegetales de interés regional, por ende no se encuentran bajo ningún interés comercial: abacá, cabuya, esparto, coco.



Figura 7: fibras vegetales.

Los diferentes usos de las fibras vegetales llegan a ser legendarios ya que han sido de grandísima aplicación en el ámbito de la agricultura, farmacéutica, cordelería, empaques, aglomerados, construcción, decoración, artesanía, industria automotriz, textiles, confecciones, papel, aseo, entre otros tantos.(véase **figura 2**)

Debido a la condición actual de las industrias, el desgaste del planeta y la inminente cadena de sobre-producción; las fibras vegetales han pasado a convertirse en un foco de especial atención, debido a las nuevas políticas ecológicas, y así han comenzado a utilizarse como compuestos modernos eco-amigables, utilizados en diferentes áreas de aplicación como materiales de

construcción, tableros de partículas, tablas de aislamiento, forraje y nutrición; cosméticos amigables, medicina y recursos para otros biopolímeros y químicos finos.

Gracias a su naturaleza no causan ninguna consecuencia negativa al medio ambiente, ni a quienes lo habitan, poseen menos procesos en su elaboración, además de su fácil biodegradación, su baja biopersistencia y la capacidad de reciclar el CO₂.

1.1.5 FIBRAS SINTÉTICAS:²

Las fibras sintéticas se obtienen a partir de productos derivados del petróleo, por medio de procesos químicos, tal como lo es la síntesis orgánica, la cual es utilizada en procesos de fabricación de fármacos, plásticos, colorantes en laboratorios, además en la industria química.

Tipos de fibras	Nombre	Características
Poliamidas	Nylon	Son muy resistentes y elásticas. Tienen el inconveniente de deformarse con el calor. A veces producen alergias a pieles sensibles. Se usan para equipos deportivos y trajes de baño, mezclada con elastanos.
Poliéster	Tergal	De amplio uso en prendas de vestir y deportivas, sola o mezclada con otras fibras. Son muy resistentes y con un precio relativamente bajo.
Acrílicas	Leacril	Son muy resistentes a la acción de la intemperie y de la luz. Generalmente se utilizan en géneros de punto o en hilos para tejer manualmente (mezclas con lana).
Polivinílicas	Rhovil	Son fibras resistentes a los agentes químicos por lo que se suelen utilizar en la elaboración de textiles técnicos.
Polietilénicas	Sarán	Tienen una gran resistencia a la abrasión. Por ello se utiliza mucho en artículos de tapicería, alfombras

² Red textil argentina. 2012.

y moquetas.		
Polipropilénicas	Merklón	Tiene muy bien la abrasión, así como toda clase de tratamientos y agentes químicos. Se emplean en la fabricación de tapicerías, artículos de uso industrial y prendas de trabajos.
Elastano	Dorlastan	Tienen una enorme elasticidad. Se emplean en la fabricación de prendas de corsetería, trajes de baño, vestuario deportivo, entre otras.

Tabla 1. Tipos de fibras sintéticas.

En caso de sobreexposición a este tipo de materiales, es posible la inhalación de isocianatos; los cuales son altamente tóxicos debido a la peligrosa reactividad del grupo isocianato. Los isocianatos más peligrosos son aquellos que debido a su volatilidad, pueden ser inhalados por vías respiratorias.

Los efectos de estos compuestos, en función de su concentración van desde síntomas irritativos y alergias, hasta dificultad de respiración, tos, asma, y enfisema.

Por otra parte los procesos aplicados para la producción de estos compuestos, generan graves problemas y complejas huellas medio-ambientales, pues su lenta biodegradación y alta biopersistencia ocasionan elevados índices de contaminación, debido a la cantidad de aditivos químicos necesarios para producir los diferentes acabados textiles.

1.2 FIBRA EN COLOMBIA.

Actualmente se llevan a cabo todo tipo de estudios e investigaciones por parte de diferentes instituciones dedicadas a la búsqueda de nuevos avances tecnológicos, dedican sus esfuerzos para lograr un mejor aprovechamiento de los grandes y diversos recursos de los que goza el territorio colombiano.

Ubicado en el chocó se encuentra el centro nacional de ciencia tecnología en innovación para el desarrollo productivo sostenible de la biodiversidad (BIOinnova) el cual se plantea como una estrategia nacional con trascendencia local, regional y mundial para liderar el desarrollo de la biodiversidad nacional, como recurso económicamente sostenible de sus comunidades. Sus estudios se centran en el aprovechamiento de las diferentes fibras naturales poco

convencionales y con un gran potencial que presenta el territorio chocoano, así también el aprovechamiento de polímeros producidos por hongos de la región.

Existen compañías dedicadas a la producción de materiales a partir de compuestos naturales; entre ellas a nivel local, la compañía de empaques “Fibra de Líderes”, ubicada en Itagüí, Antioquia; con una experiencia de 75 años en el mercado, posee un amplio catálogo que aparte de elaborar con base en compuestos sintéticos, también desarrolla sus creaciones en fibra natural (fique). Fabrican en diferentes tejidos y dimensiones, lo que permite, múltiples usos y aplicaciones que van desde la decoración hasta la industria pesada, sacos y telas especiales para la minería, construcción, infraestructura, agroindustria y artesanías; para el secado de granos, pulida y brillada de metales, embalaje de productos y la elaboración de biomantos.

Entre el 25 y el 29 de noviembre del año 2009 se celebra “Fibratec” en Bucaramanga, Colombia. Se trata del V Simposio Internacional de las Fibras Naturales FIBRATEC 2009, organizado por la Federación Nacional del Fique de Colombia, Fenalfique.

El 20 de enero del 2013 viaja desde Argentina, hacia Colombia, una experta del centro de investigación y desarrollo textil del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI-textiles), para cumplir con la tercera etapa del proyecto “Fibras naturales para aliviar la pobreza” cuyo objetivo primordial es promover el desarrollo y crecimiento económico de pequeños productores colombianos de fibra textil, junto a expertos de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) de Colombia, además la UPB brindó conferencias, y clases magistrales sobre tendencias mundiales en el consumo de fibras naturales, vegetales y animales, la importancia del diseño e impulso de la participación de diseñadores en la creación del producto, allí también estuvo presente representantes del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA), además de que el encuentro se trasladara al valle del Cauca, para visitar a los pequeños productores de seda, En las instalaciones de la cooperativa Corseda, que agrupa a unos 60 productores y artesanos; se realizaron talleres de diseño para artesanos y se elaboró una propuesta didáctica para escuelas, entregándose además publicaciones y guías.

“Este proyecto de Cooperación Sur-Sur se enmarca en los esfuerzos internacionales para promover el uso de fibras naturales, establecidas en la declaración del año 2009 como “Año internacional de las fibras naturales” por la

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)".³

Para nadie es un secreto el potencial que tiene Colombia, teniendo en cuenta su posición geográfica y su variedad de climas para la explotación de cultivos y la innovación de nuevos productos con base en estos materiales.

Con base en todo lo anterior y debido a la cantidad de fibras naturales con que se cuenta en el territorio, esta investigación se centrará en investigar el método de diseño y procesos de elaboración de paneles absorbentes con base en la fibra del **coco**, como material principal, debido a las características únicas que presenta este fruto, y los diversos usos que posee para ser aprovechados; sus diferentes beneficios: renovable, no abrasivo, bajo costo, abundancia y menos riesgos potenciales en su manejo y procesamiento; además de los estudios realizados alrededor del mundo que enfocan sus investigaciones en el potencial de la fibra producida por este, tal como los que adelanta la universidad de Kebangsaan, Malasia, en su desarrollo de modelos acústicos de absorción por medio de la fibra del coco. Además es posible integrar la fibra de bambú (también conocido como guadua en Colombia), la cual presenta muchas similitudes con el coco, además que es una fibra altamente resistente, con gran potencial estructural, ecológico, antibacteriano, repelente de rayos ultravioleta y presenta gran sinergia al momento de ser mezclada con otras fibras naturales.

2.1 EL COCO.⁴



Estopa

Copra

³ Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. Argentina. 2013 extraído de <http://www.mrecic.gov.ar/colombia-fibras-naturales-para-aliviar-la-pobreza>.

⁴ [Diccionario de plantas medicinales. ISBN: 978-84-941386-1-4. Autor: José Antonio Sánchez. Editorial Ta-Book



Hueso



Agua de coco

Figura 8. Coco y partes del fruto.

El coco es una fruta tropical, perteneciente al grupo de las palmáceas, obtenida del cocotero (cocos nucifera), la palmera más cultivada ya que posee gran importancia a nivel mundial; goza de gran longevidad, ya que puede alcanzar unos 100 años de vida.

Su origen continúa siendo un misterio, pero según registros fósiles se han encontrado pruebas de la existencia de palmeras, en Asia del sur, el noroeste de América del sur, Nueva Zelanda y la India. Propio de las islas de clima tropical y sub tropical del océano pacífico.

La palma posee un tronco que puede llegar a medir entre 20 y 30 metros de longitud, así también como 50 centímetros de diámetro en su parte inferior; Se caracteriza por ser liso, anillado o cubierto por los peciolos de sus hojas, las cuales presentan una apariencia pinnada, con segmentos lineares de gran tamaño, (4 a 6 metros aproximadamente).

2.1.1 VARIEDADES:

Su cultivo se ha distribuido por centro América, el caribe, y África. Existen 3 tipos de cocoteros: gigantes, enanos e híbridos; dentro de cada grupo se pueden encontrar diferentes variedades tal y como se observa en la tabla:

GIGANTE	ENANO	HIBRIDO
 <p>Su contenido de agua es elevado, gracias al tamaño del fruto. Empleados para producir aceite y consumo de sus frutos, posee alto</p>	 <p>Su agua posee muy buen sabor, aunque sus frutos son pequeños y la copra es de mala</p>	 <p>Es un cruce entre los anteriores; puede presentar frutos medianos o grandes. Poseen buen sabor y su copra es</p>

<p>contenido de copra; la producción de coco tarda entre 6 a 9 años, con unos 60 y 80 frutos; entre los más cultivados se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Gigante de Malasia. ❖ Gigante del oeste africano. ❖ Alto de Jamaica. ❖ Alto de Panamá. ❖ Gigante de Renell. 	<p>calidad. Producen coco a los 3 años aproximadamente con unos 120 a 140 frutos por año. Entre los más cultivados están:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Amarillo de Malasia. ❖ Verde de Brasil. ❖ Naranja enana de la India. 	<p>abundante.</p> <p>Su variedad más cultivada es:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ MANPAC VIC 14, un cruce entre el enano De Malasia y el alto de Panamá y Colombia.
---	--	--

Tabla 2. Tipos de cocoteros.

Según el tipo de producción y el fin al que se destine; la cosecha del coco puede variar de febrero a julio; si se destina al consumo de la fruta o su agua, se realiza cuando el fruto tiene unos 5 y 6 meses; por otra parte, si se destina a la producción de aceite, coco rallado o deshidratado, se realiza cuando estos están secos, caen de la palma en un tiempo aproximado de 12 meses.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL COCO:

A continuación se muestran las partes del coco, tal y como se observa en la figura 9.

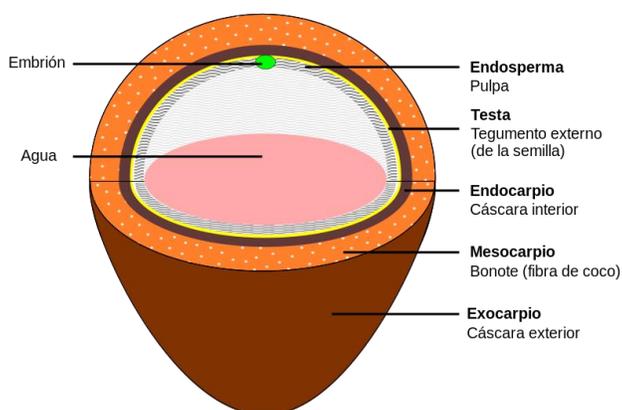


Figura 9. Partes del coco.

El coco posee características únicas, lo que ha permitido que este fruto posea gran importancia alrededor del mundo; entre ellas las mencionadas a continuación en la **tabla 3**:

TAMAÑO:	Drupa de 20-30 centímetros aproximadamente.
PESO:	Hasta 2.5 kilogramos aproximadamente.
FORMA:	Ligeramente redondeada, cascara exterior gruesa (exocarpio), mesocarpio fibroso, endocarpio duro, veloso y marrón, el cual está adherido al endospermo (pulpa).
COLOR:	Cascara externa: verde, amarilla o naranjada; su pulpa es de color blanco.
SABOR:	Intenso, agradable, aromático, dependiendo de la especie.
COMPOSICIÓN:	La pulpa contiene en su cavidad central el agua de coco, con una cantidad aproximada de 300 mililitros.

Tabla 3. Características del coco.

2.1.3 USOS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS ELABORADOS:

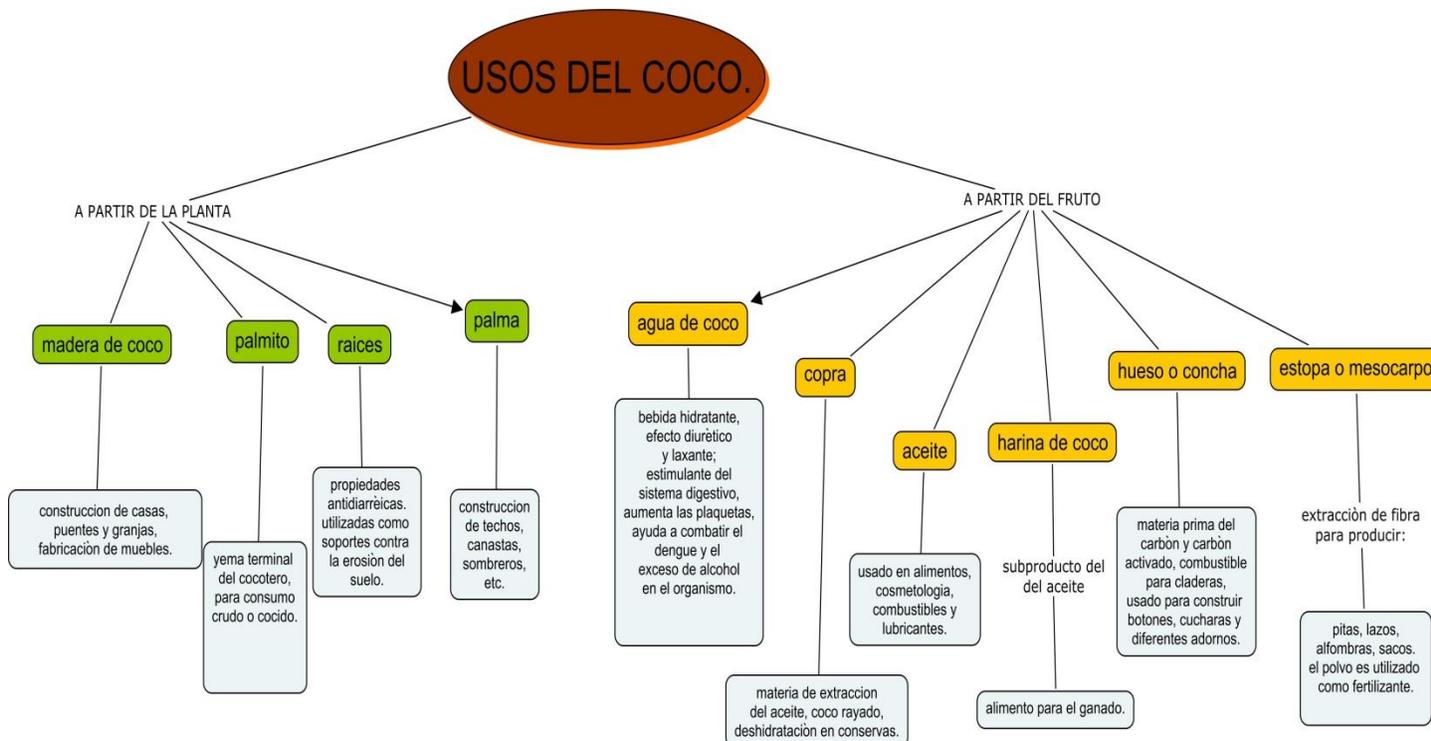


Figura 10. Usos del coco

Tanto la palma, como el fruto poseen diversos usos que pueden ser aprovechados por la industria con beneficios comerciales y ambientales. Todos ellos se pueden apreciar en la figura 10

2.2 PRODUCCION DEL COCO EN COLOMBIA.

Colombia es un país privilegiado, ya sea por su ubicación; por su amplia diversidad de riquezas naturales, su variada, maravillosa y amplia variedad de geografía, además de sus diversos ecosistemas. Según el ingeniero agrícola Cesar Augusto Quintana, Colombia cuenta con una gran capacidad de producción del coco, debido a la alta producción de palma, la cual podría superar los promedios mundiales.

Las zonas que realizan esta actividad, situadas en la costa del pacifico poseen suelos ricos en nutrientes y sales principalmente, de los suelos de guandal y natal, una zona de transición entre los manglares y la selva del pacifico. Como se puede notar, la industria Colombiana viene en proceso de crecimiento, hasta el punto de haber logrado absorber la producción nacional, y la mayor parte de la producción de los países vecinos tales como Venezuela y Panamá, aunque se ha limitado a la producción de deshidratados y confitería sin que se destine a otros usos, dando como resultado desechos de estopa y cáscara sin que haya un ente que regule el correcto uso de este producto.

Quintana (2012) afirma: “En Colombia existen plantaciones en cerca de 15.000 hectáreas, producidas por más de 10.000 familias de pequeños agricultores, que en promedio cultivan entre 1,5 y 2 hectáreas. El cultivo puede durar produciendo hasta cien años, con producción continua durante todo el año. Cada hectárea puede aportar a la familia entre 0,75 y 1 salario mínimo mensual”.

Para lo cual se podría afirmar que no se está aprovechando todos los diferentes usos y aplicaciones de esta fruta, además, no hay un mercado totalmente establecido, ni diferenciado; al cual podrían unirse muchas más familias de bajos recursos, lo cual permitiría crear empresas que se dediquen al procesamiento de las múltiples aplicaciones que el coco ofrece; con esta alternativa, se podrían bajar en gran medida la cifras de desempleo y pobreza en diversas regiones de Colombia, además se establecería un negocio muy rentable, para darle un correcto aprovechamiento a todas las posibilidades que ofrece la fruta.

Actualmente se desarrollan proyectos de industria basados en los derivados del coco, estos se encuentran ubicados en 3 municipios de mayor producción en Colombia: Tumaco, Nariño; Timbiquí, Cauca; y Moñitos, Córdoba.

“Desde el 2010 se conformó la Cadena Nacional del Coco, en el marco de los Programas de Cadenas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en la que confluyen productores, comerciantes, industriales y Entidades de Apoyo. Sin embargo se requiere de manera prioritaria el concurso de Entidades de Cooperación Internacional y nacionales para desarrollar los Centros de Maquila para producción de derivados en el marco de los Centros de Servicios, para evitar las sobre ofertas y atender el mercado de derivados”.⁵

Para comparar la cosecha anual del coco en Colombia, sería pertinente hacerlo con relación a los países líderes en el mundo, tal y como se puede observar en el siguiente gráfico, realizado en el año 2010, en el cual se evidencia que países tales como indonesia, filipinas y la india, son los mayores productores en el mundo, y la amplia diversidad de productos que han desarrollado en la actualidad, han demostrado el potencial del coco, el cual puede ser aprovechado en Colombia, debido a que poseemos diferentes ambientes para plantar cocoteros, ya sean gigantes, enanos o híbridos, para impulsar así el mercado nacional del coco, que aún se encuentra muy limitado, debido a las pocas investigaciones, adelantos e inversiones que se han realizado hasta la fecha; pero que poco a poco se está impulsando como una alternativa sostenible que permitirá crear a futuro nuevas tecnologías, que reemplazarán las ya existentes.

Países como Colombia, Venezuela y Panamá no alcanzan a producir juntos más del 1% de la cosecha mundial, no obstante, En la actualidad se está presentando una creciente demanda de la fruta, y debido a las escasas entidades que se encarguen de procesar coco; el sector productivo nacional no cuenta con la suficiente capacidad, para suplir la demanda generada con base en los diferentes productos y subproductos de la fruta, lo que puede significar una gran oportunidad de empleo, para las personas que habitan lugares aptos para el crecimiento de la planta.

⁵ Cesar Augusto Quintana, Colombia,2012 extraído de :
<http://www.agro20.com/group/proyectosdecooperacininternacional/forum/topics/situacion-del-coco-en-colombia>

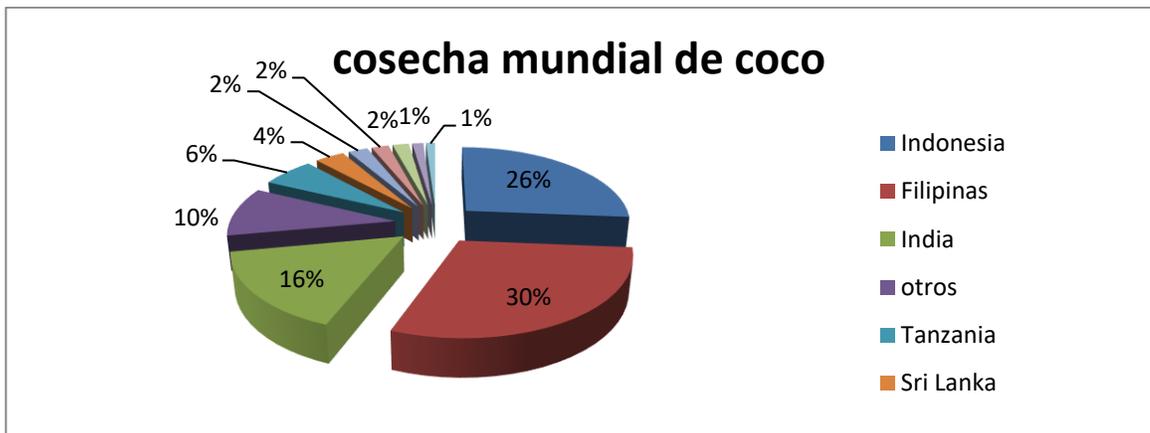


Figura 11. Superficie cosechada a nivel mundial, para obtención de la nuez del coco, 2010.

2.3 CONSIDERACIONES ACERCA DEL BAMBÚ Y EL LÁTEX COMO OTRAS ALTERNATIVAS:

El bambú ⁶posee un gran potencial para ser usado como un sustituto de la madera, en el diseño, fabricación y construcción, producción de hojas de papel, producción de fibras; además un elemento importante en el control de la erosión. Posee 7 a 10 géneros de subfamilias, habiendo 1575 especies diferentes que abarcan desde tipos de árboles hasta arbustos. Como se sabe han surgido muchos tipos de tecnologías para tratar esta planta y así procesarla para darle múltiples usos, conocida originariamente desde sudeste de Asia. Sus fibras están constituidas por celulosa principalmente, sus fibras pueden ser hiladas solas o mezcladas con otras fibras naturales tales como el algodón, seda, etc. para mejores resultados.

Es una de las plantas de más rápido crecimiento, alcanzando su máxima altura en sólo 3 meses y su madurez en 3 a 4 años. Además de la velocidad con que crece se regenera rápidamente luego de ser cosechada y es naturalmente resistente a pestes y plagas.

“En ⁷ Colombia el bambú es Conocido científicamente como “*guadua angustifolia kunth*”, la *guadua* se caracteriza por su resistencia y durabilidad, siendo una de las pocas especies de bambú certificada para uso estructural. Este “acero vegetal” es además un material liviano y

⁶ S. Siti Suhaily et al. *intech. Bamboo based Biocomposites material, design and applications.*

⁷ Bambú de Colombia. Extraído de: <http://www.bambudecolombia.com/>

flexible que puede ser utilizado en construcciones sismo-resistentes de bajo costo”.

Por otra parte el látex ⁸Proviene del citosol lechoso de células lactíferas de un árbol denominado Hevea Braziliensis. Existen aproximadamente 200 especies de plantas de las cuales se puede extraer látex y el 99% de la reserva mundial se encuentra en África y el Sudeste de Asia. Se plantan unos 250 árboles por hectárea, y la cosecha anual suele ser de unos 450 kg por hectárea. En árboles de alto rendimiento la producción anual puede llegar a 2.225 kg por hectárea.

La industria esta provista de diferentes procesos para la extracción siendo la más sencilla, realizando cortes en la corteza del árbol, para recoger el líquido, La cantidad de látex extraída de cada corte se sitúa en torno a los 30 mililitros, aunque puede variar dependiendo la especie de la que sea extraído. El látex tiene múltiples usos en la actualidad y que debido a su naturaleza ecológica, podría funcionar muy bien como compuesto de cohesión con materiales fibrosos, para así lograr una matriz resistente, ecológica, económica y que brindará múltiples beneficios una vez el producto esté terminado.

3. MAQUINARIAS Y PROCESOS PARA LA EXTRACCION DE LA FIBRA DE COCO⁹.

3.1 OBTENCIÓN DE LA FIBRA DE COCO.

Como bien se sabe, Filipinas, Sri Lanka y la India son los países más avanzados en cuanto a la producción, tecnificación e innovación de productos con base en la fibra del coco y sus derivados; aunque la mejor fibra de coco es producida por Sri Lanka, a medida que han avanzado en el conocimiento, se han venido creando máquinas para realizar los diferentes procesos que permiten la extracción de la fibra.

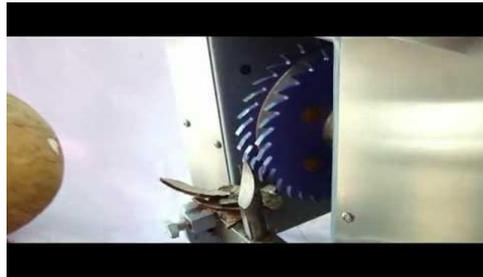
Primordialmente se debe tener el coco con la cáscara verde o seca; posteriormente debe ser pelado, donde es retirado el mesocarpio o bonote, el cual contiene la mayor cantidad de la fibra, luego es pasado por un proceso de extracción de la fibra, moliendo totalmente, luego debe ser filtrado y embalado para obtener la fibra y el polvo (el cual puede ser utilizado como abono orgánico,

⁸ Puigdomènech, Pedro; *Enciclopedia de las Ciencias; Las plantas, el mundo de la botánica*, Ediciones Orbis S.A.

⁹ Marta Elena Quintanilla Arias. Universidad del Salvador. 2010. tesis. Industrialización de la fibra de estopa de coco.

por su alto grado de sales y minerales) para todo lo anterior, nos basaremos en el siguiente proceso:

- **Corte de cáscara o descascarado:** en este proceso se debe separar la copra (endospermo) de la cascara (mesocarpio y exocarpio), por medio de una máquina trituradora, la cual permite extraer la cáscara de la copra sin causarle daño. cabe anotar que la fibra recibirá cierto grado de daño, pero sin afectar en gran medida en el resultado final, ya que dependiendo de la longitud y calidad de las fibras, pueden ser destinadas a diferentes aplicaciones.



Solamente se debe colocar el coco, sujetándolo con presión, mientras se realiza un movimiento de rotación con el mismo, hasta lograr extraer toda la cáscara.

Figura 12. Máquina trituradora.

- **Molido de la cascara:** básicamente se trata de tomar los fragmentos de la cáscara e introducirlos en una máquina trituradora. Con este proceso se obtienen 1 sub producto a partir de la cáscara y la fibra: el polvo de estopa de coco, ambos son separados posteriormente, una vez han sido procesados por la trituradora.



Figura 13. Maquina trituradora

- **Limpieza de la fibra:** este proceso se realiza para limpiar la fibra del polvo y partículas pequeñas que quedan adheridas a la misma, todo realizado por

medio de una maquina cribadora, la cual, realiza un efecto de fuerza centrífuga, desmenuzando la fibra, hasta que esta tome la forma deseada. Posteriormente la fibra es sumergida en una solución de agua mezclada con NaOH (soda caustica); este tratamiento alcalino (4 horas aprox.) permite despojar a la fibra de la lignina y la hemicelulosa, las cuales generan problemas a la hora de prensar la fibra. Se finaliza el proceso cuando la fibra es secada de 4 a 6 horas en temperatura ambiente.



Figura 14. Maquina cribadora.

- **Embalaje de la fibra:** Una vez la fibra es secada es pasada a una máquina de embalaje, la cual se encarga de prensar el material, convirtiéndolo en una placa maciza del grosor y dimensiones deseadas, dependiendo de la cantidad destinada para realizar el artículo.



Figura 15. Máquina de embalaje. (En la imagen, colchón de fibra de coco).

De acuerdo a los procesos que se acaban de mencionar, es posible crear un panel acústico absorbente con la fibra extraída del coco; como materia principal, conjuntamente se utilizará fibra de bambú como material secundario y látex líquido, el cual se encontrará en un nivel intermedio. (Ver figura 16) El panel puede poseer resistencia y durabilidad, con gran potencial para ser utilizado como aislante térmico y acústico.

Con base en estudios hechos en el departamento de ingeniería mecánica y de materiales de la universidad de Kebangsaan, Malasia. Se han encontrado los siguientes beneficios¹⁰:

- ✓ Presenta resistencia a la humedad.
- ✓ Es inodora
- ✓ No genera Electrostática
- ✓ No produce Hongos
- ✓ Reduce ruidos de percusión (de acuerdo a la variación del espesor del panel) de 25 a 35 dB.
- ✓ Comportamiento al fuego: clase B2
- ✓ Reducción sustancial de los niveles de resonancia, del impacto y del aire.
- ✓ Es renovable e imputrescible.

3.2 DISEÑO Y FABRICACION DEL BIO-PANEL ACUSTICO ABSORBENTE:

El panel es diseñado basándonos en los procesos descritos anteriormente, cabe anotar que la fibra de bambú es tratada de la misma manera, pero, para lograr su compresión y darle la forma de lámina es necesario establecer una matriz con el látex, el cual se encarga de unir las fibras y conjuntamente con un molde, darle forma y estabilidad a cada uno de los tableros de fibra. Adicionalmente la capa de látex se encarga de unir ambas placas para conformar el bio-panel, y así completar el modelo tipo sándwich.

Tal y como se observa en la **figura 16**, se ha dispuesto de la fibra de coco, la fibra de bambú y el látex liquido; para diseñar el bio-panel acústico absorbente tipo sándwich.

¹⁰ American Journal of Applied Sciences , Kebangsaan Malasia.2010. Science Pùblications.



Figura16. Bio-panel acústico absorbente.

Posee unas dimensiones de largo: 1 metro x ancho: 1 metro y un espesor de 3 centímetros, compuesto principalmente por un tablero de fibra de coco, una capa de látex y seguidamente un tablero de bambú, lo que le confiere unos excelentes resultados de absorción acústica, gran estabilidad dimensional, grandes valores mecánicos, excelente comportamiento ante el fuego y economía en su realización.

Cabe anotar que el diseño del panel se ha realizado por medio del software Google sketchup 8, a continuación en la **figura 17** se muestra el bio-panel tipo sándwich terminado, donde se hace alusión a su vista frontal donde se puede ver el dispositivo en todas sus dimensiones, de frente la placa de fibra de bambú, y en la vista posterior se observa la placa de fibra de coco, la que en conjunto con el bambú y el látex conforman el dispositivo eco-acústico que se propone en el diseño.

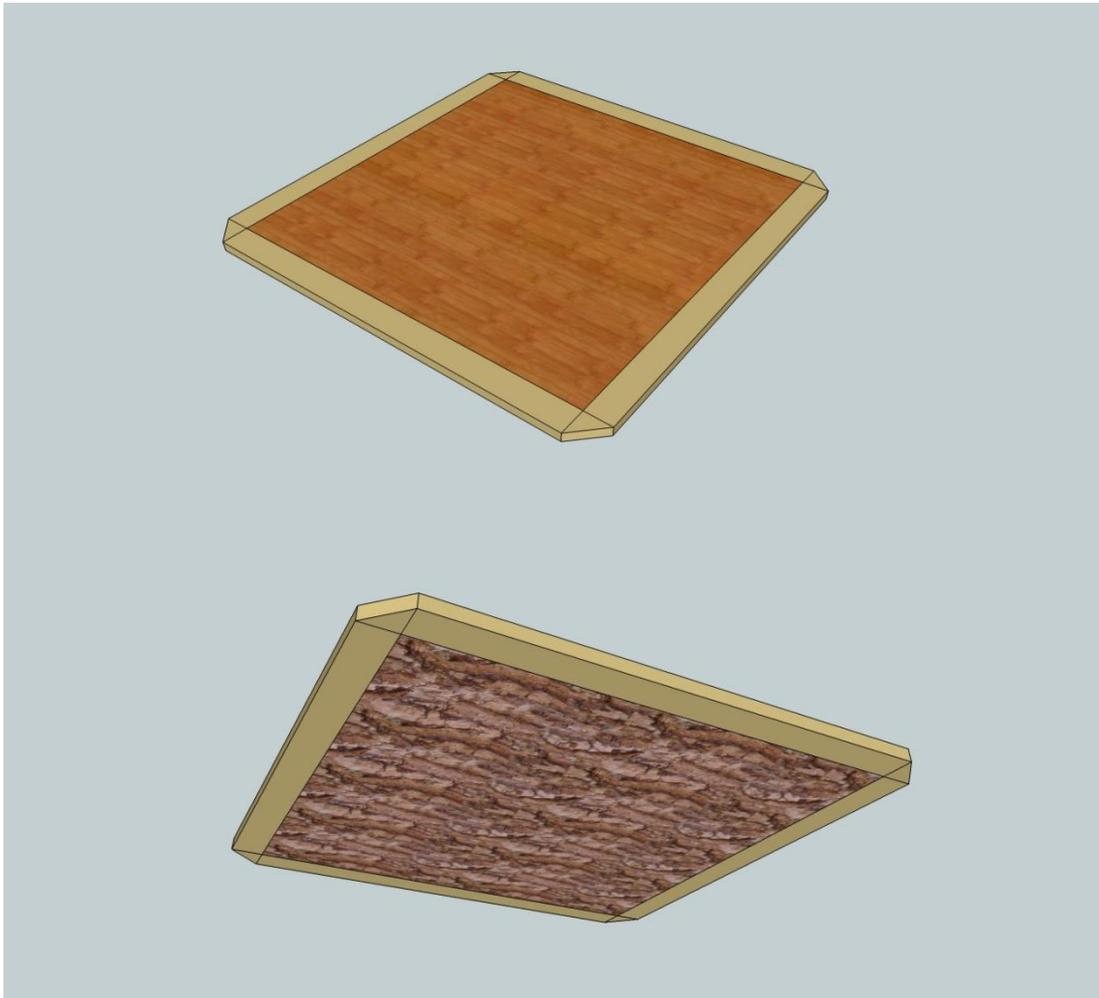


Figura 17. Vista frontal (bambú) y posterior (coco), panel finalizado.

3.3 MEDICIONES 11Y RESULTADOS:

Para la precisa medición del bio-panel es necesario realizarlo con un tubo de Kundt, o también llamado tubo de impedancia, por medio del cual se puede conocer la medida de la impedancia acústica de algunos materiales, la velocidad del sonido, frecuencias de resonancia y comparaciones de presión máxima a mínima (standing wave ratio).

Dentro de sus características se encuentran:

¹¹ Experimental study on natural fibers for Green acoustic absorption materials. 2013. American journal of applied sciences.

- ❖ Tubo de 90 cm de largo en material acrílico, con diámetro de 35 mm.
- ❖ Micrófono en miniatura de fácil desplazamiento dentro del tubo, que facilita la localización de nodos y antinodos.
- ❖ Escala métrica para indicar la posición de la muestra.
- ❖ Embolo que ayuda a ubicar la muestra al interior del tubo.
- ❖ Adaptador de plug banana.
- ❖ Parlante ensamblado (WA- 9662).

Actualmente un tubo de Kundt consta de una escala métrica para medir distancias, con el que se pueden analizar y estudiar las ondas estacionarias que se producen en su interior; en uno de los extremos se insertan un micrófono y un altavoz, conectados a un generador de señales, el cual se encarga de emitir ondas sonoras a una determinada frecuencia. Por el otro lado se introduce un pistón móvil, el cual se desliza por el interior del tubo, a su vez el micrófono se encarga de registrar el nivel sonoro existente en el extremo que se encuentra ubicado, las ondas sonoras transmitidas por el altavoz, se propagan a través de todo el tubo hasta llegar al pistón, donde son refractadas y reflejadas, así se da el fenómeno de ondas estacionarias, debido a que las ondas reflejadas se superponen con las ondas incidentes.

Conociendo la frecuencia del sonido emitido por el altavoz y una vez pudiendo medir las distancias de los nodos y vientres de la onda producida, se determinara la velocidad del sonido.



Figura 18. Tubo de Kundt.

El protocolo de medición se basa en la norma (ASTM C384-98):

- ❖ Se calibra el osciloscopio, colocando las ondas pertenecientes al canal 1 y 2, y las perillas colocadas en el punto en que se va a calibrar.
- ❖ Se realiza una prueba con el generador de señales, conectándolo al osciloscopio, prestando atención a que la señal que se configuró previamente, para que se emitiera en el generador, fuese igual a la visualizada en el osciloscopio.
- ❖ Se ensambla el tubo de resonancia de acuerdo al manual.
- ❖ Posteriormente, se corta una muestra de un diámetro de 37 mm aproximadamente, para que se ajuste perfectamente al diámetro del tubo, con el fin de garantizar una incidencia normal.
- ❖ Con ayuda del embolo, se coloca la muestra del material acústico absorbente, a una distancia de 60 cm como lo indica el proceso recomendado, en el protocolo de medición.
- ❖ El cable azul sale del generador, hacia las entradas del parlante, el cable rojo conecta la salida del generador, a la entrada del canal 1 del osciloscopio.
- ❖ El cable de color negro conecta al micrófono a la entrada del canal 2 del osciloscopio.
- ❖ Se comprueba que el equipo funcione correctamente, asegurando que la señal que emite el generador llegue al parlante, que las entradas del osciloscopio reciban las señales del generador y las captadas por el micrófono.
- ❖ Se configura el generador, regulando la amplitud de su señal a 2.5 milivoltios, correspondiente a la mitad de su capacidad, además se configura para que produzca una onda sinusoidal de 250 Hz.
Se fija el osciloscopio a una velocidad de barrido de 5 ms/div y una ganancia en el canal de 0.5 v/div.
- ❖ Se fija el tubo a una distancia de 1 cm de la posición del parlante, así mismo se coloca el micrófono dentro del tubo, a una distancia de 1 mm aproximadamente de la muestra.
- ❖ Se activa el modo xy, el cual muestra una figura parecida a un círculo, lo que indica que hay un desfase de 90° , el cual es recomendado para esta medición.
- ❖ Se desactiva el modo xy, para que muestre la lectura de la amplitud, de la amplitud de la onda, la cual es calculada, visualizando el número de cuadros de división que aparecen a lo largo de la cuadrícula que se observa en el osciloscopio, cada cuadro tiene un valor de 0.5 v.

- ❖ Para hallar el valor de (A+B) correspondiente a la amplitud en un antinodo de presión (máxima presión) se deriva de la señal captada por el micrófono colocado anteriormente a 1 mm de la muestra.
- ❖ Para hallar el valor de (A-B) correspondiente a la amplitud en un nodo de presión (presión mínima) se desplaza el micrófono dentro del tubo con mucho cuidado, en dirección opuesta a la muestra de material absorbente, hasta que el osciloscopio registre la primera onda con la menor amplitud.
- ❖ Se repite el procedimiento las veces necesitadas hasta que se tenga certeza de que hay datos exactos de las mediciones en frecuencias como 250, 500, 1000, 2000 Hz.
- ❖ Una vez se tenga los valores de (A+B) y (A-B) se calcula la relación de presión máxima a presión mínima SWR (standing wave ratio) mediante la ecuación:

$$SWR = A+B/A-B$$

- ❖ Posteriormente se calcula el valor del coeficiente de reflexión, mediante la ecuación:

$$R = B/A = SWR - 1 / SWR + 1$$

- ❖ Una vez se tiene el coeficiente de reflexión, se halla el coeficiente de absorción del sonido (α) para las frecuencias trabajadas (250, 500, 1000, 2000) mediante la ecuación:

$$\alpha = 1 - R^2 = (SWR - 1)^2 / (SWR + 1)^2$$

- ❖ Una vez se obtienen los valores del coeficiente de absorción con cada una de las frecuencias, se logra una medición de mayor exactitud.

Para las medidas del material (Lamyaa Abd Rahman *et al*, 2013) se establece una frecuencia entre 50 y 5000 Hz, además se establecerán 2 espesores diferentes para el material, cabe señalar que como este proyecto consta solo del diseño del panel y no de su fabricación; se tomará como ejemplo de estudio un espesor de 10 milímetros y otro de 20 milímetros. Para demostrar la efectividad de absorción del panel de coco que es el que realmente interesa, en cada uno de los 2 espesores, para comprobar la calidad acústica que ofrece la fibra de coco, frente a otro tipo de fibras artificiales.

El estudio fue realizado en la facultad de ingeniería mecánica, universidad tecnológica de Malasia, el cual ha sido un gran referente para la presente investigación.

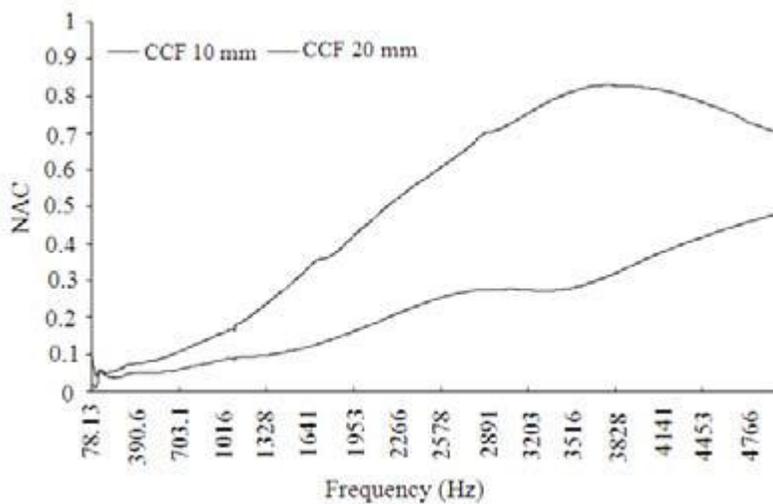


Figura 19. Espesor 10 mm.

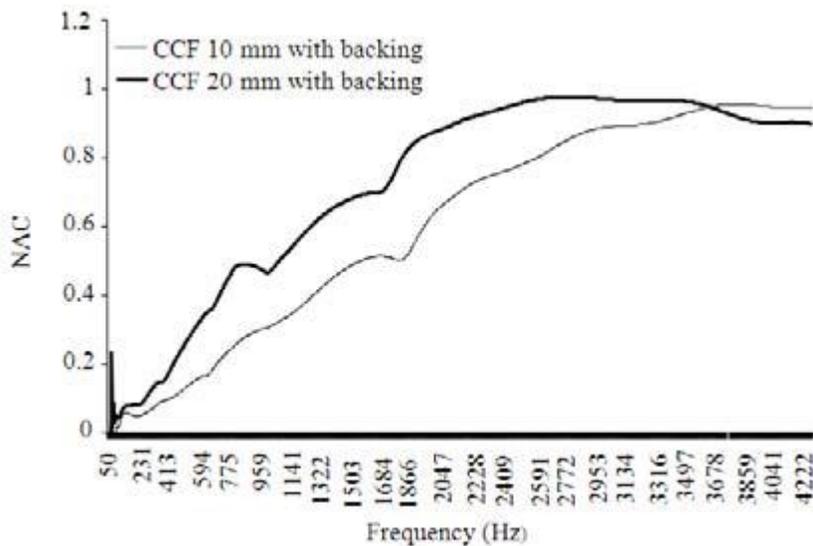


Figura 20. Espesor 20 mm.

Tal y como se observa en las **gráficas 20 y 21**, se muestran las frecuencias de 50 a 5000 Hz, respectivamente, a la izquierda se puede apreciar el coeficiente de absorción. El resultado muestra que el espesor de las fibras y del panel, cumple un papel muy relevante en la absorción de cada placa, debido que, a mayor espesor de material, se estimula la absorción de frecuencias bajas tal y como se observa en la **figura 20**, ya que los picos de la gráfica se desplazan hacia la izquierda donde es notorio el cambio del coeficiente de absorción, además se

puede establecer que se muestra un buen comportamiento frente a frecuencias bajas y medias, pero su rendimiento es inestable y regular con las frecuencias altas; a bajas densidades de fibra y pequeños diámetros, las fibras muestran un buen rendimiento en el coeficiente de absorción.

El valor del coeficiente de absorción para el panel de 10 mm de espesor es: 0.71, para frecuencias de 4184.38 a 4575.

El valor del coeficiente de absorción para el panel de 20 mm de espesor es: 0.77, para frecuencias de 2434.38 a 2.543.75.

La fibra de coco mezclada con el látex natural ha permitido generar una matriz única, debido a que sí, se analiza el bio-panel no es necesario fabricarlo con espesores muy grandes, para demostrar grandes resultados, a menos que se deseen absorber frecuencias específicas, además se debe poner especial atención en la calidad de las fibras del coco, pues de ellas depende la calidad del coeficiente de absorción y la forma como se comporten cuando la onda sonora choque contra estas, las fibras de coco poseen un espesor de 252 μm , lo que permite que sean aptas para una absorción acústica tanto en bajas como altas frecuencias.

Estos estudios demuestran, que las fibras tuvieron un incremento en su tenacidad en un 49% y que presentaron un sustancial incremento en su módulo de elasticidad del 79%, de igual forma, se logró eliminar la lignina y la hemicelulosa de las fibras, gracias a la sumersión en la solución de NaOH (soda cáustica) logrando de esta manera disminuir en cerca del 10% el peso de las fibras.

La orientación de las fibras naturales es de vital importancia en las propiedades mecánicas del compuesto, pues dependiendo de la dirección de la carga éstas trabajan de una mejor forma y mantendrán una mayor sinergia con la matriz reduciendo los desprendimientos. Para mejorar la fabricación de los paneles, es aconsejable picar finamente las fibras para ayudar a que éstas se distribuyan homogéneamente por la superficie del laminado.

CONCLUSIONES.

La fibra de coco posee gran capacidad para absorber vibraciones según los estudios realizados, los resultados experimentados en las pruebas demuestran sus excelentes cualidades acústicas tanto en bajas como altas frecuencias, y realmente puede ser utilizado como una alternativa con un excelente potencial acústico, para reemplazar materiales sintéticos; además se ha demostrado que el látex junto con cualquier fibra natural, previamente tratada, puede resultar una buena adherencia, formando así una matriz única con propiedades naturales exclusivas, y todo esto en unión con alguna otra fibra como la de coco o bambú (guadua), resulta una opción altamente viable, y capaz de competir con muchos productos basados en fibras minerales o artificiales unidas a matrices poliméricas, sin causar ningún tipo de daño a quien manipula o se expone a estos materiales naturales; así mismo, mostrando una excelente capacidad para ser un producto amigable con el medio ambiente. Se puede suponer con total seguridad que este bio-panel posee características únicas que podrían asegurarle un gran uso a futuro, como una estrategia sostenible, innovadora, practica y económica.

La medición del coeficiente de absorción demuestra que el proceso de investigación, fue un éxito, en la selección de sus componentes, el diseño y propuesta de elaboración, ya que se han expandido nuevas posibilidades que probablemente fomenten una investigación más exhaustiva en el campo del tratamiento, diseño y fabricación con base en las fibras naturales; de las cuales se evidencia el alto potencial que poseen gracias a las investigaciones realizadas, además es propicio proponer esta solución acústica a todo el sector de la música y el sonido, debido a que son múltiples los beneficios prestados por los paneles desarrollados con procesos naturales, con conciencia medio ambiental, sin presentar riesgos latentes a la población implicada ni al medio ambiente.

Se deberían realizar más estudios e investigaciones para lograr mejores resultados de cohesión entre fibras naturales y resinas debido al difícil proceso de unión para lograr una matriz adecuada que garantice una mejor condición de estabilidad y firmeza en los paneles absorbentes ecológicos. Por ahora el látex presenta buenas características, pero no son definitivas, lo cual podría abrir otro campo de investigación para buscar resinas ecológicas que garanticen mejores resultados, a la hora de pensar y unir las fibras naturales.

GLOSARIO.

ARAMIDA: fibra sintética, robusta, resistente al calor y a los rayos ultravioleta, presenta una apariencia amarilla.

ASBESTO: también llamado amianto, mineral perteneciente al grupo de minerales metamórficos fibrosos, compuesto por silicatos de cadena doble, usado para producir gran variedad de productos manufacturados, sobretodo en la construcción, productos de fricción y materias textiles.

BIOPERSISTENCIA: capacidad de algunos compuestos químicos para mantener inalteradas sus características fisicoquímicas en el ambiente sin degradarse.

ISOCIANATO: grupo químico con formula $N=C=O$, son los precursores de los poliuretanos, un tipo de polímeros sintéticos. Son compuestos cuya característica principal es la elevada reactividad química, lo que los hace altamente tóxicos.

MATRIZ: conjunto de materiales extracelulares que hacen parte de un tejido.

SINERGIA: fenómeno en el cual, el efecto o la influencia de dos o más agentes actuando, es mayor al esperado, considerando la suma de las acciones de los agentes por separado.

BIBLIOGRAFIA.

[1] pedagógico universal. Editorial PROLIBROS 2002. P 549.

[2] red textil argentina.2012. Fibras. Obtenido en internet el día 12 de febrero del 2014, hora: 3:25 p.m. <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-diseno/fibras-sinteticas>.

[3] ministerio de relaciones exteriores y culto. República de Argentina. 2013 Obtenido de internet el día 14 de febrero del 2014, hora: 9:45 a.m. <http://www.mrecic.gov.ar/colombia-fibras-naturales-para-aliviar-la-pobreza>.

[4] José Antonio Sánchez. Diccionario de plantas medicinales. Cádiz, España. Editorial Ta-Book. 941386-1-4.

[5] Cesar Augusto Quintana (octubre 11,2012, 4:21 p.m.) situación del coco en Colombia. 2012. Obtenido de internet el día 14 de febrero del 2014, hora 11:50 a.m. <http://www.agro20.com/group/proyectosdecooperacininternacional/forum/topics/situacion-del-coco-en-colombia>.

[6] S. Siti Suhaily et al. intech.Bamboo based Biocompostes material, design and applications. 2013. INTECH. Obtenido de internet el día 6 de febrero del 2014, hora: 2:40 p.m. <http://dx.doi.org/10.5772/56057>.

[7] Bambú de Colombia. 2012. Página empresarial. Obtenido de internet el día 5 marzo del 2014, hora: 3:18 p.m. <http://www.bambudecolombia.com/>

[8] Puigdomènech, Pedro; Enciclopedia de las Ciencias; Las plantas, el mundo de la botánica, Ediciones Orbis S.A, 1986; pg. 132.

[9] Marta Elena Quintanilla Arias. Universidad del salvador.2010. Tesis. Industrialización de la fibra de estopa de coco. 85-130 p.

[10] American Journal of Applied Sciences 7 (2) 260-264, Kebangsaan Malasia.2010. Science Pùblications. Obtenido de internet el día 6 de febrero del 2014, hora: 2:20 p.m. www.elsevier.com/locate/apacoust.

[11] American journal of applied sciences. Experimental study on natural fibers for Green acoustic absorption materials. 2010. Obtenido de internet el día 7 de febrero del 2014, hora 4:13 p. m. PDF%2Fajasp.2010.260.264.

