

Proceso de elaboración de láminas pulpables a partir del aprovechamiento de residuos sólidos, aserrín de guadua “Angustifolia Kunth” en el departamento del Quindío

Process of elaboration of pulpwood plates as from the use of solid residues, bamboo's sawdust Angustifolia Kunth in the apartment of Quindío

José Fernando Valencia Valencia*
Hernán Mauricio Galeano González**
Lorena Giraldo Aristizábal***

Recibido: 09/05/2014 - Aceptado: 10/09/2014

Cómo citar este artículo: J. Valencia, H. Galeano y L. Giraldo “Proceso de elaboración de láminas pulpables a partir del aprovechamiento de residuos sólidos, aserrín de guadua “Angustifolia Kunth” en el departamento del Quindío”, *IngEam*, vol. 2, n.º 2, pp. 142-160, 2015

Resumen

En el presente artículo se da a conocer el proceso realizado para la elaboración de láminas pulpables a partir del aprovechamiento de residuos de guadua “Angustifolia Kunth” para la industria tipográfica del departamento del Quindío, dicho proceso se llevó a cabo a partir del diseño pre experimental para el proceso de fabricar láminas pulpables amigables con el medio ambiente a partir de los residuos generados del proceso de laminado de guadua. En los diseños pre experimentales se tendrán en cuenta variables importantes a estudiar, como la cantidad de residuos, cantidad de material reciclable para mezclar, humedad, cocción, capacidad instalada, mezclas, resistencia, entre otras. El resultado del trabajo propuesto es el aporte a la cadena de valor de la guadua creando láminas pulpables amigables con el medio ambiente a partir de residuos de procesos de laminado de guadua, además de brindar valor agregado a los procesos del sector guadua.

Palabras clave: Guadua Angustifolia Kunth, láminas pulpables, procesos, residuos.

Abstract

This article discloses the process undertaken for the development of pulpwood sheets from the use of waste bamboo "Angustifolia Kunth" for the printing industry of Quindio, said

* Ingeniero Industrial, Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM. Correo electrónico: ingeniojvalencia@gmail.com.

** Administrador de Empresas, Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM. Correo electrónico: nachito_417@hotmail.com

*** Maestrante en Administración de la Universidad del Quindío. Docente Investigadora Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM. Correo electrónico: loregiraldoa@eam.edu.co

process is carried out from pre design experimental for the process of manufacturing laminated pulpwood friendly to the environment from waste generated from bamboo rolling process. In the pre experimental design important variables are taken into account to study such as, amount of waste, amount of recyclable material for mixing, moisture, cooking capacity, mixtures, resistance among others. The result of the proposed work is the contribution to the value chain of bamboo creating pulpwood friendly sheets to the environment from waste bamboo lamination processes, in addition to providing added value to the processes of the bamboo sector.

Keywords: Guadua angustifolia Kunth, pulpwood sheets , processes, waste.

Introducción

La guadua “Angustifolia Kunth”, especie más representativa del departamento del Quindío debido a su gran cantidad de hectáreas naturales encontradas, establece la cantidad de área de guaduales naturales de esta especie dentro de la zona cafetera, ubicando al departamento del Quindío con la mayor cantidad, además esta especie ha sido considerada como un recurso natural renovable, que aporta al desarrollo socioeconómico de la región [1].

La guadua es un recurso abundante en el medio que posee diferentes características que hacen apta para diferentes procesos; entre ellos, el sector de la construcción como sustento estructural y elemento ornamental; sin embargo en los procesos productivos desarrollados para su transformación, específicamente en el proceso de laminado, se genera una cantidad considerable de residuos (aserrín y viruta) los cuales no están siendo aprovechados de manera óptima y responsable, esto constituye un problema en la cadena de valor de la guadua, poniendo en riesgo la sostenibilidad del sector y el medio ambiente; este tipo de residuos al constituir una cantidad considerable y contar con la propiedades y características de la guadua pueden ser aprovechados para su transformación industrial, brindando un valor agregado al sector productivo de la guadua como la elaboración de láminas pulpables.

La guadua gracias a sus propiedades, facilidad de transformación y utilidad de su materia prima, puede ser utilizada en la construcción de viviendas, la industria cosmética, muebles y actividad artesanal. Las características y potencialidades de la guadua han impulsado esta industria hasta posicionarla como una de las cadenas productivas más promisorias del departamento del Quindío y el país, además de sus aportes naturales al mejoramiento del medio ambiente y el sector industrial [2].

Es por esto que se plantea una investigación la cual busca elaborar un plan de aprovechamiento de los residuos generados por el proceso de laminado de la guadua que son aproximadamente un 50 % del peso total del culmo [3], para determinar laminas pulpables que cumpla con características ambientalmente adecuadas que ayuden a crear alternativas de procesos de transformación significativos y aporten a la cadena de valor de la guadua.

Estos residuos son una fuente importante de materia prima, con la cual se puede elaborar alternativas de productos como láminas aglomeradas, papel y compostajes entre otros, los

cuales le pueden brindar a la industria del sector guadua alternativas de aprovechamiento a partir de la implementación de procesos de producción sostenibles.

El patrón de crecimiento de la industria de la pulpa y del papel, así como del modelo forestal asociado, revela una tendencia creciente a expandirse en países de Asia, África y América del Sur. En este escenario es necesario incorporar la perspectiva ambiental en la conciencia social para que las decisiones de uso y manejo de los recursos naturales no sean tomadas siguiendo sólo la lógica del mercado, por lo cual el concepto de servicios eco sistémicos es una ayuda valiosa para el análisis de los conflictos ambientales. Es importante analizar las evidencias de los impactos puntuales que producen los efluentes industriales derivados del funcionamiento de las plantas de celulosa. Estos efluentes presentan una considerable complejidad por la cantidad de compuestos químicos que contienen, algunos no identificados al día de hoy. Sus efectos dependen del sitio en el que ocurren, de las características físico-químicas del cuerpo receptor, de su caudal, del tipo de madera, del proceso industrial y del tratamiento de efluentes empleado y de la sensibilidad de las especies presentes en el ecosistema [4].

Teniendo en cuenta la demanda de celulosa, al igual que las dificultades para obtenerla, a raíz de que se necesita la tala de árboles, y de procesos en los cuales se utilizan componentes que influyen de una forma negativa a la conservación de estos recursos naturales, de paso a la degradación del medio ambiente; se presenta el reciclaje como una alternativa para mitigar el daño medio ambiental que se he causado por la producción de papel en los últimos años, pero a pesar de ser una de la mejores alternativas no es suficiente, por lo cual se requiere con urgencia encontrar nuevas opciones, que sustituyan o mitiguen la demanda de celulosa vegetal, en este entorno, los residuos de los procesos de laminado y aglomerado en la construcción con guadua, pueden ser una solución eficiente para la producción de fibra celulosa.

Explorar las posibilidades de aplicación en el sector tipográfico, directa e indirectamente con el aserrín de la guadua *Angustifolia Kunth*, brinda una posibilidad enorme de aprovechar sus propiedades aglomerantes y la resistencia de sus fibras para sintetizar un tipo de celulosa, la cual puede ser utilizada en la producción de diversos tipos de papel, todo ello se debe a las propiedades mecánicas con la que cuenta la fibra de la guadua, ya que las fibras constituyen el tejido que soporta todo el esfuerzo mecánico al que está sometido el tallo, debido al viento y otros factores externos, además de su propio peso. Las fibras del bambú en general se caracterizan por su forma delgada, ahusada en ambos lados y en algunos casos bifurcada en los extremos. Se encuentran en los internudos rodeando los haces vasculares y constituyen entre el 40 y el 50% del tejido total y entre el 60-70% del peso total del culmo [5].

Quienes establecen que las características de resistencia a la tensión, elasticidad y elongación presentes en las fibras de la guadua se determina en función de tres factores: edad del culmo, altura del culmo y espesor de pared, con el propósito de evaluar la posibilidad de que dichas fibras puedan ser utilizados como fase de refuerzo en materiales compuestos; lo cual sería una gran alternativa para la industria de la celulosa y papel, la cual en los últimos años ha experimentado cambios profundos. De acuerdo con lo anterior las etapas para dar cumplimiento a la propuesta de creación de láminas pulpables a partir de

los residuos de guadua, lo primero que se debe hacer es identificar los residuos, para determinar los procesos de aprovechamiento, luego determinar las características fisicoquímicas y por último elaborar prototipos de láminas pulpables que permitan verificar su funcionalidad, como alternativa de sostenibilidad y competitividad en el departamento del Quindío.

Marco teórico

Ámbito Actual de la Guadua en Colombia

La Cadena de la guadua está compuesta principalmente por los siguientes eslabones: silvicultura, cosecha y pos cosecha, transformación y procesamiento, mercadeo y comercialización. El eslabón de la **silvicultura**, integrado por viveristas, propietarios de fincas, productores, mayordomos o administradores de finca y obreros, A su vez, el eslabón de la **cosecha y la pos cosecha** lo conforman aprovechadores de guadua, corteros, arrieros y transportadores; Mientras en la **transformación y el procesamiento** se tiene a los empresarios de pre industrialización, de secado y preservación, constructores, sociedades de ingenieros y arquitectos, fabricantes de muebles, artesanos y organizaciones de artesanos. Finalmente, los proveedores de insumos y de maquinarias, almacenes de depósito y comercio hacen parte del eslabón de la comercialización. [1]. Para la presente investigación compete el eslabón de transformación y procesamiento que es donde se realizada el aprovechamiento de la guadua para ser transformada en un producto final, ya sea, laminados, artesanías, muebles o accesorios, entre otros.

145

Transformación y Procesamiento

Los procesos de transformación e industrialización dependen del producto final en que se convierta la guadua. En Colombia los usos tradicionales tienen que ver con la construcción de interiores y exteriores de las fincas y viviendas de la zona central del país [1]. Pero los negocios innovadores y con más proyección para este producto son los laminados, la construcción (en viviendas de toda clase y como material principal), las artesanías, vinagres, muebles y accesorios y mobiliario. El país cuenta con cierta investigación sobre el tema, no obstante esta ha sido poco difundida, y por otro lado, la tecnología y maquinaria necesaria para hacer más eficiente e innovador el proceso de transformación aún es incipiente.

En cuanto a los laminados, el país tiene pequeñas empresas con infraestructura y tecnología adaptada localmente para desarrollar procesos preindustriales, mas no se cuenta con instalaciones y laboratorios especializados para innovación y desarrollo industrial. La experiencia ha mostrado una necesidad de fortalecer la formación del recurso humano en técnicas de manejo industrial en todos los aspectos, en el manejo y mantenimiento de maquinarias y en la elaboración y administración de planes de negocio. En este sentido, la principal dificultad que se ha identificado es la relacionada con la maquinaria que se emplea para los procesos de pre-industrialización [1].

Para fortalecer los procesos de pre-industrialización es necesario que al interior de esas pequeñas empresas incorporen prácticas adecuadas administrativas, comerciales, de mercadeo, de innovación, que exista Asociatividad entre ellas, prácticas responsables y una adecuada capacitación para realizar los diferentes procesos e incorporación de tecnologías y a su vez estas prácticas administrativas.

De acuerdo con investigaciones realizadas sobre el aprovechamiento de los residuos de guadua (aserrín y viruta) que quedan después de realizar el proceso de laminado, se ha encontrado que un Grupo de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, tiene investigaciones y avances sobre el tema, del cual la investigación se apoyó.

Caracterización del residuo aserrín generado en el proceso de laminado de guadua *Angustifolia Kunth*

La guadua al ser sometida al proceso de transformación para la fabricación de laminados genera una cantidad considerable de residuos sólidos en especial aserrín, el cual dependiendo del tipo del proceso para obtener las latas del culmo y especie de la guadua, puede variar significativamente sus propiedades fisicoquímicas, en este caso se pretende identificar las características específicas del aserrín proveniente de la guadua *angustifolia Kunth*.

Aserrín

El aserrín o aserrín es el desperdicio del proceso de serrado de la guadua o de la madera, como el que se produce en un aserradero.

En el proceso de transformación de la guadua, el aserrín se obtiene principalmente en los procesos de laminados, donde el volumen de producción de este tipo de residuos es considerable a comparación de otros procesos como el esterillado donde los residuos de aserrín son prácticamente nulos.

Las actividades dentro del proceso de laminado donde se puede obtener una cantidad considerable de aserrín es la etapa de cepillado y maquinado de nudos.

A este material, que en principio es un residuo o desecho de las labores de corte de la guadua o de la madera, se le han buscado destinos diferentes con el paso del tiempo, dentro del campo de la carpintería se usa para fabricar tableros de madera aglomerada y de tablero de fibra de densidad media (DM). Ya fuera del campo de la carpintería ha sido usado durante mucho tiempo en el campo de la higiene para ser extendido en el suelo y mejorar la adherencia de este y facilitar su limpieza por ejemplo en negocios donde pueda ser habitual el derrame de líquidos en el suelo. Se ha usado también como cama o lecho para animales, bien en bruto o bien tras su procesado, siendo aglutinado y peletizado. En los últimos años ha aumentado su uso para la fabricación de pellets destinados a la alimentación de calderas de biomasa y para la industria del sector de la guadua no se le ha encontrado un uso eficiente para el aprovechamiento de estos residuos.

La responsabilidad social en el eslabón de transformación de la guadua

La trascendencia del proyecto de investigación es la generación de valor agregado en cuanto al aprovechamiento de los residuos generados por la guadua “*Angustifolia Kunth*” para aportar en el sector litográfico a través de prácticas y procesos socialmente responsables que tornen competitiva esta industria.

Una de la premisas que asegura un actuar responsable consiste en reconocer que es un compromiso voluntario y desinteresado el que rige la responsabilidad social, donde los beneficios que se obtengan (sobre todo de carácter económico) no son la razón de ser, sino una consecuencia obtenida por el reconocimiento de la empresa ante la sociedad y como una contraprestación que retribuya a la organización los beneficios que esta les haya podido traspasar, teniendo en cuenta el impacto que se genera a los grupos de interés en el actuar de las mismas.

En la industria de la guadua, especialmente en el eslabón de transformación; la responsabilidad social es clave para marcar el camino del éxito que las empresas han de recorrer para potenciar y generar valor agregado a los procesos que se llevan a cabo en este eslabón y en cuanto a la innovación de productos como fuente generador de competitividad para el departamento del Quindío.

Se contextualiza la definición de responsabilidad social que permita contextualizarlo en el eslabón de transformación: Compromiso voluntario de concientización social que gestiona el impacto de las decisiones de las organizaciones tanto públicas como privadas en su entorno mediante una visión estratégica generadora de confianza hacia sus grupos de interés y que se incorpora y adapta a determinada comunidad reconociendo y respetando sus valores cívicos, normas, creencias, tradiciones, comportamiento, medio ambiente y se anticipa a problemas sociales futuros [7].

En la actualidad, la promisoría industria de la guadua para el departamento del Quindío, refleja un panorama lleno de informalidad y carencia de vínculos de responsabilidad personal, empresarial, ambiental y social debilitando así cada micro y pequeña empresa al limitar los lazos de Asociatividad.

La responsabilidad social debe estar inmersa en cada eslabón de la guadua (producción, cosecha y pos cosecha, transformación y comercialización), porque es un sistema que funciona adecuadamente, si en cada eslabón se realiza y se hace lo adecuado, en cuanto a manejo y mantenimiento de guaduales, aprovechamiento de los mismos con las condiciones establecidas (guaduas hechas, en menguante y hasta el 35% de guaduas deben ser aprovechadas), calidad de la guadua para ser comercializada y utilizada según necesidades de los consumidores (artesanías, muebles y accesorios, laminados o construcción), si cada proceso y cada práctica se realiza adecuadamente y socialmente responsable, se obtendrán productos con altos estándares de calidad.

En el eslabón de transformación se genera un porcentaje considerable de residuos, cuando la guadua es transformada para laminados especialmente, los cuales no están siendo aprovechados y se tornan en desperdicios para el sector, causando un grave daño al medio

ambiente y poniendo en riesgo la sostenibilidad del proceso, esto podría convertirse en una oportunidad para el sector de generar nuevas líneas de productos a través del aprovechamiento de estos reside el sector tipográfico.

Responsabilidad ambiental actualmente aplicada

Sólo siendo conscientes de la importancia del entorno natural y del impacto que las empresas pueden tener en el mismo cabe argumentar con solidez la existencia de una responsabilidad social por parte de las compañías en este terreno [8].

Se ha evidenciado que la responsabilidad ambiental frente al trato de los guaduales es un tanto precaria, los dueños o aprovechadores de los cultivos limitan la responsabilidad social con el medio ambiente al repique de residuos y sobrantes del aprovechamiento de la guadua sobre las mismas hectáreas de bosques naturales de guadua. Esto no asegura totalmente un desarrollo sostenible. “Para alcanzar este desarrollo sostenible, resulta necesaria la intervención decidida de los distintos poderes públicos estableciendo unas normas de comportamiento obligatorio para los agentes implicados y especialmente para las empresas y consumidores” [8].

Es en este punto donde las respectivas Corporaciones Autónomas Regionales (CRQ para el caso del departamento del Quindío) toman un papel protagónico en la conservación de los guaduales objetos de aprovechamiento, actualmente esta institución adelanta planes y programas internos encaminados a realizar una constante auditoria y seguimiento a los permisos de aprovechamiento, otorgados a los aprovechadores de guadua, son múltiples los filtros internos que permiten contrastar el número de individuos aprovechados frente a los autorizados, aun así resulta muy difícil realizar una real auditoria en campo, debido a la extensión de los guaduales.

Los permisos de entresaca son otorgados mediante procesos estadísticos por lo cual resulta inexacto y difícil determinar un sobre aprovechamiento, a menos que este haya sido muy abrupto y notorio, nuevamente la responsabilidad recae sobre todo el sistema de valor de la industria, en el aprovechador y dueño del cultivo, a fin de realizar un aprovechamiento moderado y sujeto a los términos autorizados.

El desarrollo sostenible ha de ser una prioridad para la industria, entendiendo que: Desarrollo sostenible vincula la actividad económica con el medio ambiente, acabando con la idea trasnochada, de que no debe existir ningún tipo de interconexión entre ellos....Al hablar de desarrollo sostenible se está restringiendo la actividad humana a la capacidad de la biosfera para no violar así el derecho de las generaciones futuras de unos recursos que les pertenecen como a las actuales [8].

Las empresas deben abandonar sus intereses netamente financieros y diseñar mecanismos de control que garanticen la generación de bienestar y valor a la industria, para este proyecto de investigación se pretende generar valor agregado a través de la elaboración de

láminas pulpables para ser utilizadas en el sector litográfico como papel alternativo, económico y ambientalmente sustentable.

Cadena de valor

Teniendo en cuenta las potencialidades del sector de la guadua para la economía y los diferentes usos y productos que se han desarrollado a partir de la materia prima, se deben tomar medidas que apoyen la sostenibilidad del sector y de las empresas que intervienen en los procesos productivos y de aprovechamiento de la guadua. Con el fin de impulsar las ventajas competitivas que se encuentran en este recurso para la aplicación en nuevos procesos y productos que cuenten con características amigables con el medio ambiente y benéficas para las empresas.

Para articular una industria pujante, y pionera de crecimiento y desarrollo para la región, se debe iniciar por fortalecer cada empresa que conforma el sistema, cada una de estas organizaciones recibe el nombre de cadena de valor, se tiene entonces que para la industria de la guadua cada empresa del eslabón de producción, transformación y comercialización conforman una cadena de valor. Por lo anterior las empresas son los primeros entes que deben, crear y fomentar estrategias empresariales que impulsen el sector de la guadua y sus potencialidades, con el fin de fomentar los proyectos que apunten al desarrollo de ideas innovadoras y creativas en el campo de la guadua del departamento.

Cadena de valor: Este concepto es el que se relaciona con la empresa extendida, es decir, la Cadena de Valor, está conformada por un proveedor, la empresa que compra insumos y transforma, y luego distribuye directamente o por medio de un canal de distribución al consumidor final o minorista. Lógicamente la eficiencia de cada uno de los factores que intervienen para que el consumidor satisfaga sus necesidades es relevante para que haya productividad; de hecho, la definición de sistema de valor demuestra que la Cadena de Valor, es un componente o eslabón del mismo donde intervienen otras Cadenas de Valor con actividades que las caracteriza a unas de las otras, pero que tienen algo en común y es el propósito de responder eficientemente a las necesidades de la sociedad [9].

Las empresas cuentan con los recursos y capital humano para desarrollar procesos que sean productivos para la región y el país, el objetivo de estas es cambiar la perspectiva y generar valor a industrias tan importantes como lo es la guadua, a su vez que se crear una visión por sus múltiples ventajas que trae para las empresas que se sostienen con el aprovechamiento de sus materias primas en diversos campos de aprovechamiento.

Como se cuenta con una economía que brinda múltiples ventajas principalmente por sus riquezas naturales, que permiten ser uno de los países con mayor número de bienes primarios, siendo atractivos para la inversión extranjera directa y la exportación de dichos bienes. Teniendo en cuenta estas condiciones la guadua es un recurso natural que debe ser explorado y explotado responsablemente por pedio de ventajas competitivas desarrolladas por las empresas. Responder eficientemente al mercado es uno de los propósitos que las empresas se plantean con el fin de atender las necesidades de una forma eficiente que

permitan generar valor a sus actividades y aumentar la participación en el mercado. Se debe desarrollar una cadena de valor que comience por el proveedor al adquirir los insumos que llegan a la empresa donde son transformados en láminas pulpables que cuenten con características ambientales.

Procesos

Optimizar los recursos de una empresa es vital si se quiere mejorar los procesos industriales, todo ello permite hablar de competitividad industrial; la cadena de valor de la guadua no es ajena al entorno de competitividad y productividad empresarial, desde los principios industriales de la optimización de recursos, en los aportes acerca de procesos efectivos de Henry Ford, en aspectos importantes de la industria como previsión, planeación, organización, integración, mando y control; que en conjunto con los aportes efectuados por Frederick Winslow Taylor, se puede aumentar la productividad al mismo tiempo que se realizan acciones que permiten buenos resultados sobre la eficiencia operacional de una organización o empresas [10].

Henry Ford efectuó una serie de estudios analíticos para mejorar la eficiencia de las industrias; estos estudios fueron efectuados sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo, determinación científica del trabajo estándar, disminución de los tiempos de producción mediante el uso eficiente de la maquinaria y las materias primas, distribución acelerada de productos al igual que la reducción de inventarios en proceso, aumento de la producción debido a la especialización del trabajo y el empleo de la línea de producción; estos aportes dinamizaron los procesos de tal manera que las compañías se empezaron hacer más productivas y eficientes.

Los procesos mejoraron cuando el sistema de integración vertical y horizontal, producido desde la materia prima inicial hasta el producto final se dio a conocer, gracias a dichos aportes, Ford logro hacer una de las mayores fortunas del mundo, gracias al constante perfeccionamiento de sus métodos, procesos y productos. A través de la racionalización de la producción creó la línea de montaje, lo que le permitió la producción en serie, esto es, el moderno método que permite fabricar grandes cantidades de un determinado producto estandarizado haciendo eficiente los procesos.

Materiales y métodos

Se determinó que el tipo de investigación que más se acomoda al proyecto es la exploratoria por las siguientes razones; el objetivo es determinar un prototipo de lámina pulpable a partir del aprovechamiento de los residuos de guadua, del cual no se cuenta con muchos antecedentes o datos similares, es decir, con cierto grado de desconocimiento del tema, ya que solo existe una investigación al respecto.

El estudio exploratorio permitirá entrar en contacto con el tema de investigación para posteriormente obtener los datos suficientes para pasar a un tipo de investigación descriptivo, porque se describirá el proceso para la fabricación de láminas pulpables, con sus respectivas características.

El diseño de la investigación es pre experimental que tiene como característica el primer acercamiento al problema en la realidad, punto de referencia inicial, sistematizan todo el proceso de estudio y provoca el fenómeno que se va a estudiar, controla todo aquello que no se desea investigar pero que puede influir y presenta la variabilidad de un acontecimiento que es precisamente el hecho que se desea estudiar. En el proyecto se determinarán todas las variables a partir del diseño pre experimental para el proceso de fabricar láminas amigables con el medio ambiente a partir de los residuos generados del proceso de laminado de guadua, ya que es un proceso poco conocido y se debe partir de la experimentación con diferentes elementos e ingredientes para llegar al objetivo del proyecto. En los diseños pre experimentales se tendrán en cuenta variables importantes a estudiar, en este caso se tiene en la cuenta variables como la cantidad de residuos, cantidad de material reciclable para mezclar, humedad, cocción, capacidad instalada, mezclas, resistencia entre otras. Este diseño es de gran importancia ya que sirve como ensayo de otros experimentos con mayor control y son útiles como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad.

En la identificación de los residuos de los procesos de laminados de la guadua, determinando las características físicas y de aplicación de los residuos en la elaboración de un prototipo de empaque. Además de describir cada una de las pruebas a estos residuos y el análisis de cada uno de sus componentes. El método de la investigación es cuantitativo por la determinación de características fisicoquímicas para la elaboración de láminas pulpables y la sistematización de todas las pruebas que se le realizarán a los residuos.

Determinar tipos de láminas pulpables a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos de la guadua, específicamente aserrín, requiere de establecer una serie de procesos productivos de manera experimental, que permitirán paulatinamente identificar diferentes variables que son determinantes a la hora de obtener un resultado óptimo, para ello se llevó a cabo una exhaustiva investigación con el objetivo de identificar los residuos de la guadua que podían ser aprovechados, para ello se sirvió como referencia las investigaciones de la Universidad Nacional, puesto que sus investigaciones apuntaban directamente a la determinación de las características de la guadua.

De acuerdo con Giraldo y Sabogal [11] acerca de las propiedades físicas y mecánicas la madera de la Guadua es considerada liviana, de fácil y económico desarrollo en la región, por lo cual debe ser utilizada adecuadamente a partir de parámetros de diseño apoyados en sus particulares propiedades físicas y mecánicas y procesos de preservación si fuesen necesarios. Las propiedades físico-mecánicas de la guadua son la expresión de su comportamiento bajo la acción de fuerzas externas; este comportamiento depende de la clase de fuerza aplicada y de la estructura de la misma. En general, estas propiedades son las que determinan la aptitud de la madera para propósitos de construcción de y para innumerables usos como artesanías entre otros. Como punto de partida para el conocimiento de las propiedades físico-mecánicas de esta especie vegetal se realizan pruebas en las que se toman las condiciones de ensayo de las normas colombianas sobre maderas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC y las normas de American Society for Testing and Materials, ASTM [9] algunas definiciones y valores medios calculados para la Guadua:

Esfuerzo: Es una fuerza expresada en base a la unidad de área o volumen.

Esfuerzo de compresión: se presenta cuando la fuerza actúa acortando una dimensión o reduciendo el volumen del cuerpo en cuestión; el esfuerzo de compresión se define como la fuerza total de compresión dividida por el área de la sección transversal de la pieza sometida al esfuerzo. La compresión paralela a la fibra o al grano, está implicada en muchos usos de la guadua, en columnas, postes, puntales para minas y todos aquellos casos donde la madera está sometida a cargas.

Flexión: En el uso de guadua para la construcción, la resistencia de la flexión es la propiedad más importante. Entre la compresión paralela, la tracción paralela y la Flexión existen las siguientes relaciones: la resistencia a la tracción es más o menos el doble que la compresión. La resistencia a la flexión es alrededor del 75% mayor que la resistencia a la compresión. La flexión se presenta en partes estructurales denominadas vigas, las cuales pueden ser simples, empotradas y viga continua.

Para las condiciones de guadua húmeda y seca al aire, se realizan los siguientes ensayos: Humedad, peso específico aparente, compresión paralela a la fibra o grano y flexión estática. El aserrín es el residuo que presenta mayores características de aprovechamiento debido a su docilidad y sus secciones trasversales, que permiten la compactibilidad y la manipulación en diferentes procesos.

Basado en un documento científico que habla de la prueba actitud pulpable del aserrín, se plantea una serie de pruebas físico químicas con el objetivo de encontrar las características de la pulpa celulosa de aserrín que la hagan idónea para ser transformada y manufacturada en láminas pulpables con características ambientalmente sostenibles, además de cumplir con todos los requisitos físico químicos necesarios, para la elaboración de láminas en el departamento del Quindío; estas pruebas son de carácter técnico y para ellas se requieren una serie de equipos de laboratorio que permiten obtener valores con mayor precisión; no obstante a la actitud pulpable del aserrín convertido en fibra celulosa se le deben realizar una serie de pruebas estándar como lo son la siguientes:

152

Definiciones

El proceso de fabricación del papel a partir del aserrín de la guadua obtenido de los procesos de laminado se inicia con la obtención de la fibra, la fibra es cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales, de ciertos minerales y de algunos productos químicos. Se clasifican en función de su origen, de su estructura química o de ambos factores.

- **Longitud:** Es el largo de la fibra antes de hilar, puede ser: largo, mediano, corto o continuo.
- **Diámetro:** Es la medida de la fibra en un corte transversal.
- **Resistencia:** Se denomina resistencia a la fuerza que opone la fibra a la rotura.

- **Color:** El color natural de una fibra lo determinan las materias colorantes que hay en su estructura celular; puede ser blanco, amarillento, gris, pardo, teñido o blanqueado.
- **Brillo:** Es la capacidad de reflejar la luz.
- **Elasticidad:** Capacidad de una fibra de volver a su estado primario después de sufrir un estiramiento o alargamiento forzoso.
- **Forma de la sección transversal:** redondas, de hueso, triangulares, lobulares, en forma de frijol, planas o semejantes a pajillas huecas.
- **Composición química:** La composición química sirve como base para clasificar las fibras en núcleos genéricos como celulósicas, proteicas y acrílicas.
- **Aglutinantes:** La capacidad hidrófila de la celulosa hace que cada hoja de papel sea una esponja en potencia, absorba humedades y se deforme. Para evitar esto y dar mayor resistencia al papel frente al agua, se aplican las colas. Sin ellas la tinta se correría por el papel al escribir.

En general, la cola animal da un tono amarillo al papel, así como un brillo y carteo característicos, más duros y metálicos que con otras colas, Se considera ideal la cola de pescado. La cola vegetal puede ser de almidones de harina (trigo, arroz) o de resina; también existen colas sintéticas como látex, cola de carpintero, o cola celulósica, estas se comercializan y cumplen bien la misma función, aunque deben rebajarse con agua por su alto poder adhesivo.

Cargas: Los productos de carga tienen la misión de rellenar todos los vacíos existentes entre las fibras, con lo cual los papeles adquieren una superficie uniforme, al mismo tiempo que se ablandan, reducen su transparencia y mejoran las condiciones para la impresión. La blancura del papel, su brillo así como la opacidad, dependen de la clase de producto de carga, Se usan cargas minerales y orgánicas, las cargas minerales más empleadas son el caolín (es la de mejor calidad), el yeso, el talco, los carbonatos de cal, el nitro y las tierras naturales, y las cargas orgánicas como la fécula de patata.

Resultados

Producción y transformación de la pulpa celulosa de aserrín de guadua

Requerimientos

MATERIA PRIMA	ESPECIFICACIÓN
Aserrín guadua Angustifolia Kunth	Cernido y seco para eliminar residuos no deseados.
Agua	Hervida a temperatura Max 100 C°
Soda caustica	Se utiliza para desnaturalizar la Celulosa. Nota: no utilizar recipientes de aluminio.

Papel	Reciclado, puesto en remojo durante 3 días en agua con formol y cristales de sábila.
Formol	
Cristales de sábila	Permite suavizar la masa del papel.

Materiales

MATERIAL O EQUIPO	ESPECIFICACIÓN	REQUERIMIENTO
Batidora Industrial	Capacidad MIN 6 Kg	Licuar la pulpa de papel reciclado.
Estufa	Eléctrica y/o a Gas	Cocción de la MP
Tamiz	Sin especificación	Tamizado de la pulpa celulosa de guadua.
Tela entretejida	Tamaño del tamiz	Ayudar a la absorción de agua de la pulpa celulosa.
Paños del fieltro	Sin especificación	Contribuye al tamizado
Cubetas	Diferentes tamaños	Manejo de residuos y MP
Prensa	Peso MIN 200 Kg	Contribuye al secado

Proceso de elaboración

1. preparación de la pasta aglutínate

La primera fase del proceso de fabricación de la hoja de papel está determinada por la preparación de la pasta, hasta lograr el punto de refinado más idóneo según el tipo de papel.

Esta pasta se consigue al disolver papel reciclado en agua durante 3 días, a esta mezcla se le adiciona formol y cristales de sábila; el formol impide la descomposición orgánica prematura del papel y los cristales de sábila actúan como suavizantes en la masa.

2. obtención de la pulpa celulosa

Elaboración de la pasta o pulpa de celulosa:

La mayoría de las fibras vegetales son productos cuya sustancia base es la celulosa. Estas fibras están generalmente impurificadas por otras sustancias en proporción variable, tales como resinas, colas, gomas, grasas, ceras, lignina, etc. Antes de empezar con la fabricación del papel al aserrín de guadua *Angustifolia Kuhn* se le deben eliminar estas sustancias accesorias de la fibra mediante los siguientes procedimientos.

- 3. cortado:** se toma la fibra vegetal en cuestión y se corta en pequeños trozos. A continuación se pesa y se añade agua fría.

4. lexiviación

El material limpio y troceado se introduce en la olla expuesta a una temperatura elevada, donde se trata con soda cáustica. Este disolvente elimina la materia resinosa y lignina; La lignina es el constituyente intercelular incrustante o cementante de las células fibrosas de los vegetales, se concentra en la laminilla media y funciona prácticamente como relleno para impartir rigidez al tallo de la planta, representa el 30% de los componentes del vegetal, si se eliminan las celulosas, los carbohidratos, los azúcares, las sales inorgánicas, las proteínas, sólo resta esa sustancia péptica que será preciso separar por medio de procesos químicos para obtener la pulpa, la eliminación de la lignina y de los elementos no fibrosos se realiza cociendo el vegetal en un medio alcalino desintegrante como la soda cáustica, la proporción está en un cuarto de soda cáustica por kilo de vegetal seco, listo para su cocción. La soda cáustica puede ser sustituida por cenizas, es menos tóxico, la cantidad aumenta, ya que el concentrado (química del producto) es diferente, funciona bien la ceniza de cerezo, encina o parra; la de maderas blandas no es conveniente.

5. cocción

El ciclo de cocción se cumple hirviendo el vegetal continuo y uniformemente, llegado a este punto se deberá mantener el contenido en ebullición, con cuidado se sacarán unos trocitos de la cacerola y se aplastarán suavemente con la punta de los dedos, si el trozo se desintegra separándose en fibras, estará listo.

6. Desfibrado

El proceso finaliza con un importante lavado de la fibra resultante, se volcará en un colador, lo que impedirá la pérdida de la fibra, además permitirá remover con la mano para su mejor enjuague, a continuación habrá que comprobar el pH de la pulpa: si está por debajo de 7 (acidez, existencia de cloro), el papel envejecerá rápidamente; por encima de 7 (alcalino, existencia de soda residual), puede haber dificultad para encolar, el objetivo es llevar la pasta a un pH neutro.

Para terminar se tritura la pasta en varias tandas con ayuda de una licuadora, la pulpa estará lista cuando tenga un tacto suave, debe tener una consistencia suave y cremosa; Si la pasta se espesa demasiado se añade agua.

7. preparación del caldo

Se le conoce caldo a la mezcla de agua con pulpa celulosa en este caso específicamente la pulpa de guadua obtenida del aserrín; para este taller el caldo fue preparado con 30 litros de agua a los cuales se le adicionaron 1250 gramos de pulpa anteriormente escurrida.

8. obtención de las láminas de papel de pulpa celulosa de guadua

Para hacer la hoja de papel se toma el cedazo con el marco sin rejilla sobre él y lo se introduce en el recipiente sumergiéndolo, luego se inclina el molde hasta que quede en posición horizontal y se levanta con cuidado, manteniendo el molde en posición horizontal, se dará una pequeña sacudida de lado a lado y del frente hacia atrás antes de que se haya drenado toda el agua, esta acción dispersa las fibras evitando que todas ellas queden dispuestas en una misma dirección, así se obtiene un papel homogéneo.

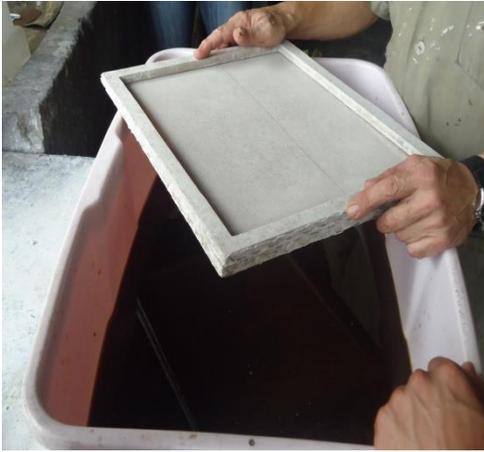
Una vez se haya extraído el agua mediante el drenaje natural, se retira el marco superior cuidando de no dañar el borde del papel, en este momento puede tener lugar uno de los defectos más comunes: la gota, es decir, pequeños cráteres que se producen en la hoja todavía húmeda al caerle alguna gota de agua procedente del marco, para evitarlo, se separa el marco con decisión para que no salpique ni gotee al pasar por encima de la forma.

A continuación, se vuelca el cedazo sobre una tela, se presiona y se deja caer la hoja encima del paño, al presionar la parte posterior del molde la pulpa se adherirá a la tela, al levantar el molde se ve la nueva hoja y así sucesivamente se coloca encima otra tela y se forma una nueva hoja, hasta tener la cantidad para prensar y poner a secar.

Para obtener un buen resultado hay que dejar que el papel se seque durante el tiempo necesario. Para escurrir bien el papel conviene colocarlo en una prensa, sino se tiene prensa se puede remplazar por dos tablillas y sobre estas colocar peso.

La forma más habitual de secar el papel es tender cada tela sobre una baldosa o bien colgarla con el papel en una cuerda. Cuando el papel esté completamente seco se separa de la tela con cuidado. Para concluir se prensa nuevamente las hojas de papel una vez secas y así corregir los volantes y arrugas del papel.





Discusión

De acuerdo al propósito principal de la investigación el cual es establecer el proceso de elaboración de láminas pulpables, utilizando como materia prima, el residuo sólido aserrín proveniente del proceso de laminado de la guadua “*Angustifolia Kunth*” en el departamento del Quindío, se contribuye a generar alternativas de aprovechamiento de los residuos generados en estos procesos, el impacto que genera es la contribución a generar mecanismos que lleven valor agregado garantizando la sostenibilidad del recurso guadua, para ser aprovechadas en la industria tipográfica del departamento y por otro lado encontrar procesos alternativos de transformación y aprovechamiento del aserrín de la guadua *Angustifolia Kunth*, que ayuden a dinamizar la economía del departamento del Quindío, generando alternativas de empleo, generando alternativas para los productores de guadua.

A pesar que se obtuvieron las láminas pulpables, y aparentemente las características físicas suponen que pueden ser alternativa ecológica sustentable en el sector tipográfico, se carece de comprobación científica, ya que durante el proyecto no se pudo realizar las pruebas comparativas de laboratorio de las láminas pulpables de aserrín, respecto a las cartulinas utilizadas actualmente en el sector tipográfico, como lo son la opalina y el Din4, esto se debió a la carencia de laboratorios e instrumentos de medición apropiados para el estudio de fibras, sumado a los altos costos de pruebas tan fundamentales como el grado de impermeabilidad, porcentaje óptimo de blancura, rigidez de la fibra entre otros.

Sin duda el primer paso que se debe dar cuando se decide establecer procesos idóneos de producción, que permitan obtener como resultado pulpa celulosa proveniente o utilizando como materia prima los residuos de aserrín generados en los procesos de transformación de la guadua específicamente laminado, es buscar antecedentes que brinden la posibilidad de contar con una base experimental o teórica, que de cierto modo facilitara el trabajo de encontrar métodos de transformación del aserrín de la guadua, además que se puede trabajar sobre variables establecidas o patrones de comportamiento, los antecedentes en este tipo de procesos son relevantes, debido a la posibilidad de contar con equipos y métodos preestablecidos que permiten agilizar el proceso de investigación y exploración con el fin de evacuar el presente objetivo de la mejor manera posible, por lo tanto en los procesos de indagación se encontró pertinente el siguiente documento que hace mención de los procesos

de transformación del aserrín de la guadua para generar pulpa celulosa; El Grupo de Investigación de Madera y Guadua avalado por Colciencias en la Categoría C de la Universidad Nacional de Colombia llevo a cabo un proyecto que consistió en diseñar y construir elementos estructurales con los residuos de los procesos de laminado de la Guadua *Angustifolia* [3]. Ellos determinaron que durante dicho proceso de laminado se crea un porcentaje importante de residuos alrededor de 50% del peso del material, que no están siendo aprovechados, creando una serie de problemas ambientales que hacen que estos procesos no sea ambientalmente sostenibles. Por tal motivo ellos crearon un plan de aprovechamiento de los residuos antes mencionados para así disminuir el impacto ambiental, lograr la sostenibilidad del proyecto, e implementarlo dentro de las comunidades de la región.

Con los residuos generados (aserrín y viruta) por el laminado de la guadua ellos crearon un material biodegradable que puede ser utilizado para diferentes aplicaciones, además buscaron que este material fuera producido por las comunidades de regiones guadueras, para garantizar su sostenibilidad ambiental, económica y social.

La diferencia de esta investigación con la de la Universidad Nacional es que el objetivo de ellos es generar empaques para alimentos, paneles acústicos y semilleros biodegradables, mientras esta investigación busca es crear láminas pulpables, teniendo en cuenta que la investigación [3] es importante como antecedente para realizar el proceso de láminas y así mismo las pruebas que realizaron son soporte de la presente investigación.

158

Proceso productivo [3]

Ellos inician el proyecto realizando un proceso de cocción el cual es vital para obtener de la pulpa la celulosa necesaria para la fabricación de papel; dentro de la producción de pulpa de celulosa existen varios tipos de procesos, uno de ellos es el químico-mecánico, que corresponde a un tratamiento químico moderado de la materia prima fibrosa para separar, parcialmente o afectar definitivamente las uniones entre las fibras, seguido por un tratamiento mecánico denominado desfibración que produce una separación de fibras en una pulpa apta para la fabricación de papel.

Este proceso de separación de pulpa físico mecánico permite tener un rendimiento de pulpa entre los 85% a 95% para utilizar en láminas fijas de tipo cartón, utilizar este método en esta etapa del proceso garantiza una disminución en las energías de trabajo en las siguientes etapas del proceso en donde se ahorra energía mecánica, eléctrica y tiempo. Luego de esto para un rotundo éxito en esta etapa del proceso se debe tener en cuenta las variables principales a controlar en el digestor son: la cantidad y concentración de la solución de soda caustica, el tiempo, presión y temperatura de tratamiento. Al igual que la reutilización del licor gastado es una variable secundaria a analizar.

Luego se realiza un tratamiento de refinación mecánico de la fibra de pulpa para impartir en ellos las características apropiadas del papel. De los elementos preparativos para la producción de papel, la refinación es el aspecto más importante del proceso de producción ya que es aquí, donde las características de la fibra celulosa y la composición del acabado del papel se determinan, lo cual afecta cómo se unirán las fibras con otras para definir el

tramado del papel y cuales variaciones ópticas, estructurales y químicas tendrá. La refinación la realizaron por medio de un prototipo de pulper de laboratorio con el cual pudieron calcular el tiempo y la fuerza que la pasta de celulosa obtendría la mejor calidad para ser aplicada en el producto final.

Se debe tener en cuenta que existen variedades de papel, que son producto directo del proceso de refinado. Si se reduce la longitud de la fibra la capacidad de resistencia al rasgado y la resistencia se reduce, pero los niveles de suavidad aumentarán y su capacidad de impresión es mejor. Si el grado de refinamiento se reduce, la densidad, dureza y resistencia interna aumenta, pero su espesor, compresibilidad, estabilidad dimensional y porosidad disminuirán.

La fibra celulósica tiene propiedades que la hacen el material ideal para la confección del papel, tales como: Gran resistencia mecánica a la tensión, buena flexibilidad, resistencia a la deformación plástica, insolubilidad en agua de la fibra, hidrofilia, amplio rango de dimensiones, facilidad para enlazarse, facilidad para absorber aditivos modificantes, estabilidad químicamente, relativamente incolora.

Para la obtención de una buena pulpa es necesario separar eficientemente las fibras de celulosa de la lignina, sin modificar las características iniciales de la celulosa. Parte del proceso básico para hacer celulosa y papel consiste en la eliminación de la lignina. Este compuesto, que actúa como “cemento” en su estructura, es el principal obstáculo para poder obtener celulosa y papel de buena calidad.

159

Conclusiones

Los residuos identificados de los procesos de laminado de guadua (*Angustifolia Kunth*) aserrín y viruta cumplen con las condiciones fisicoquímicas necesarias para ser aprovechados en la elaboración de prototipos de láminas pulpables amigables con el medio ambiente. A través de talleres de manejo de pulpa celulosa, se logró identificar los posibles procesos productivos pertinentes para la elaboración de un prototipo de lámina amigable con el medio ambiente, a partir del aserrín y la viruta de guadua.

Tras los procesos de transformación del aserrín proveniente de la guadua, se logró de manera exitosa obtener laminas pulpables con el modelo de producción planteado en el proyecto, que pueden ser alternativa ecológica y sustentable en el sector tipográfico, para la elaboración de certificados, diplomas y tarjetas de invitación; se recomienda realizar mejoras en los equipos de producción utilizados, si bien cada uno de los procesos dio como resultado final, una fiabilidad de un 80.7%, algo positivo si se tiene en cuenta que fue un proceso de producción experimental; Por lo cual, la tecnificación del mismo garantiza, un producto terminada más competitivo, una reducción en los tiempos de producción y por ende en los costos directos e indirectos de fabricación, garantizando la sostenibilidad del producto.

Referencias bibliográficas

- [1] H. Covaleda, N. Pinzón, y D. Espinoza. La cadena de la guadua en Colombia [En línea]. 2011, 10, 11. Disponible en: http://www.agrocadenas.gov.co/guadua/documentos/caracterizacion_guadua.pdf
- [2] Londoño, I. y Sánchez, L. (2009). Diagnóstico del grado de Asociatividad en los agentes que intervienen en las cinco cadenas de valor más prometedoras del sector agroindustrial del departamento del Quindío. Armenia: Fundación Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío.
- [3] Universidad Nacional. Ecogúa: guadua sin desperdicios [En línea]. 2011, 10, 5. Disponible en: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/ecogua-guadua-sin-desperdicios.html>
- [4] A. Altesor, G. Eguren, N. Mazzeo, D. Panario y C. Rodríguez. “La industria de la celulosa y sus efectos: certezas e incertidumbres”, Ecología Austral, Vol. #18, 291-303, 2008.
- [5] L. Moreno, L. Osorio, E. Trujillo. “Estudio de las propiedades mecánicas de fibras de haces de guadua *Angustifolia Kunth*”. Ingeniería y Desarrollo, Vol. #20, 125-133. 2006.
- [6] H. Cruz,) Bambú- guadua. Tallos de plantas leñosas. Concepto de madera. La guadua no es madera. México DF COLMEX, 2009.
- [7] I. Londoño. Conceptos sobre Responsabilidad Social, Capital Social y Cadena de valor en el sector agroindustrial del departamento del Quindío. Armenia: Fundación Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío, 2009.
- [8] R. Fernández, Administración de la Responsabilidad Social Corporativa: Empresa y Stakeholders. Madrid España: Thomson Editores Spain, 2005.
- [9] M. Porter, La ventaja competitiva de las naciones. Buenos aires: Ed. Tacuarí, 1991.
- [10] I. Chiavenato, Introducción a la teoría general de la administración. Parte X: Nuevos enfoques de la administración. México: McGraw Hill/ Interamericana Editores D.F, 2004.
- [11] E. Giraldo y A. Sabogal, Una alternativa sostenible la Guadua. Quindío. CRQ y Centro Nacional para el estudio del Bambu Guadua, 2007.