

**EMPAQUES BIODEGRADABLES A PARTIR DE FIBRA DE PLÁTANO PARA
LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS**

**JUAN CARLOS GRISALES MENÉSES
DIEGO ENRIQUE GIRALDO MEJÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL
MANIZALES
2004**

**EMPAQUES BIODEGRADABLES A PARTIR DE FIBRA DE PLÁTANO PARA
LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS**

**JUAN CARLOS GRISALES MENÉSES
DIEGO ENRIQUE GIRALDO MEJÍA**

TRABAJO DE GRADO

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**

Codirectora de Trabajo de Grado:

D.I. Mg. ANGELA MARIA ZULUAGA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN**

Manizales, Noviembre de 2004

INDICE

	PAG
1. Introducción	4
2. Justificación	5
3. Objetivo General	7
4. Objetivos Específicos	7
5. Formulación del Problema	8
6. Marco teórico y Antecedentes	9
6.1 Descripción fisiológica de la planta de plátano	9
6.1.1 Sistema Radicular	9
6.1.2 Tallo	9
6.1.3 Seudotallo	10
6.1.4 Sistema foliar	10
6.1.4.1 Vainas	10
6.1.4.2 Seudopeciolo	10
6.1.4.3 Limbo	10
6.1.4.4 Nervadura Central	11
6.1.5 Inflorescencia	11
6.1.6 Fruto	12
7. La eficiencia del plátano en producción de celulosa	13
8. La fibra vegetal como materia prima para la producción de Papel y cartón	14
8.1 Clasificación de las fibras vegetales	15
8.1.1 Fibras duras	15
8.1.2 Fibras suaves	15
8.1.3 Fibras Cortas	15
8.1.4 Fibras de palmas	15
8.1.5 Fibras diversas	15
9. Procesos de fabricación industrial de papel a través de fibras de caña	16
9.1 Planta de pulpa	16
9.2 Planta de blanqueo	17
9.3 Maquina de papel	17
9.4 Planta de esmaltado	18
10. Elaboración de papel a través del vástago de plátano	18
11. Mercados potenciales	20
11.1 Empresas productoras de empaques	20

12.	Normalización	22
13.	Análisis y resultados	24
14.	Conclusiones	26
15.	Recomendaciones	27
16.	Bibliografía	28



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
COLOMBIA
SEDE MANIZALES**

BIBLIOTECA ALFONSO CALVAJAL ESCOBAR

Resumen de Trabajo de Grado

CARRERA ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL		
1^{er} Apellido: GRISALES	2^{do} Apellido: MENÉSES	Nombre: JUAN CARLOS
1^{er} Apellido: GIRALDO	2^{do} Apellido: MEJÍA	Nombre: DIEGO ENRIQUE
TÍTULO DEL TRABAJO: EMPAQUES BIODEGRADABLES A PARTIR DE FIBRA DE PLÁTANO PARA LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS		
NOMBRE DEL DIRECTOR DEL TRABAJO: ANGELA MARIA ZULUAGA		
RESUMEN DEL CONTENIDO		
<p>Surgió la necesidad de implementar un proyecto de aprovechamiento de los residuos vegetales generados en el proceso de manejo de cultivo, cosecha y poscosecha, puesto que en las fincas del Departamento de Caldas, al momento de cosechar se producen grandes cantidades de residuos vegetales, pues solo se utiliza el racimo, desperdiciándose el seudotallo con sus hojas y raquis.</p> <p>Con base en esta información, se puede aprovechar la celulosa de plátano como materia prima para la elaboración de empaques biodegradables apoyando diferentes opciones y estudios realizados por investigadores que ayudan a disminuir los impactos generados sobre los bosques y que son alternativas viables y posibles de realizar.</p>		
ABSTRACT		
<p>The need to implement arose a utilization project of vegetables residues generated in the cultivation management process, crop and pos-crop, since in the farms of Caldas Department, to the moment of harvesting large quantities of vegetables residues are produced, therefore just raceme is utilized, being wasted the pseudo-stem with its leaves and raquis.</p> <p>Based on this information, can take advantage of banana cellulose as prime material for the elaboration of bio-degradable packings supporting different options and studies carried out by investigators that help to diminish the impacts generated upon the forests and that are possible</p>		
PALABRAS CLAVES: Empaques biodegradables, fibra de plátano, productos agrícolas		

1. INTRODUCCIÓN

En los países industrializados, se han creado organizaciones no gubernamentales, que preocupados por el deterioro de la naturaleza, han contribuido a investigaciones que buscan soluciones a problemas ambientales.

El papel, material en forma de hojas que se fabrica entretrejiendo fibras de celulosa vegetal, se emplea para la escritura y la impresión, para embalaje y el empaquetado, para numerosos fines especializados hasta la fabricación de determinados materiales de construcción.

El comportamiento medioambiental de los materiales, que intervienen en todas y cada una de las actividades humanas es un tema de interés y trascendencia crecientes.

La invención del papel se debe a los chinos, según la leyenda, Tsai - Lun descubrió la manera de fabricar el papel, "observó que la pulpa producida con fibras derivadas de trapos, corteza de morera, cáñamo y hierba podía comprimirse sobre un cedazo, en el que perdía una gran cantidad de agua, y formaba una especie de vellón, cuando se separaba cuidadosamente este vellón del cedazo, se secaba, se alisaba con la ayuda del alumbre y se conseguía el papel."

La pasta de papel es obtenida hoy por hoy principalmente de la madera, sin embargo la materia prima extraída de productos naturales no maderables como son las fibras vegetales, ha tenido un gran auge en el último tiempo, debido principalmente a la concientización de las empresas, (por convicción o presión) de la necesidad de preservar el medio ambiente. Por lo cual, han cobrado importancia los factores ambientales que tienen que ver con los conceptos de cero emisiones y desarrollo sostenible. En efecto, muchos de los materiales que eran considerados "desechos" (por ejemplo las cáscaras de cereales), que otrora eran usados como generadores de energía a partir de su quema, ahora, son utilizados en nuevas aplicaciones, entre las cuales está la elaboración de papel. Al igual que la Silvicultura, basada en la recolección monitoreada de los productos que producen los bosques, que cada vez gana un mayor campo entre las preferencias para adquirir este tipo de materias primas, o la recolección comercial como es la utilizada en la fibra de plátano.

2. JUSTIFICACIÓN

En la zona cafetera central existen aproximadamente 140.751 hectáreas en plátano cuyo volumen de producción es de 1.041.225 toneladas al año lo que da un rendimiento de 7.4 toneladas/ha/año. La región contribuye con el 31% de la producción del país (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1998).

Según Ríos *et al* (2000), el departamento tiene una producción de 177.000 toneladas de plátano que corresponden al 7% de la producción nacional, con un valor bruto de 44.000 millones de pesos anuales. Para los dos millones de habitantes de la región que crecen demográficamente a una tasa de 1.6% el producto es básico en su cañasta familiar, con niveles de consumo de 160 kg/persona/año en la zona rural y 74 kg/persona/año en el área urbana (Rodríguez *et al*, 1998).

En el caso del departamento de Caldas con 16000 hectareas cultivadas, (Evaluaciones Agropecuarias 2003), la mayoría asociadas con café con densidades que van de 350 a 1.500 plantas por hectárea, hace que los rendimientos por hectárea no sean altos (4.5 toneladas/ha), en comparación con otras regiones del país, pues el sistema de asociación con café implica menores densidades del cultivo (500 plantas/ha) no obstante, los rendimientos por planta son mucho mayores.

Teniendo en cuenta este potencial en cuanto a producción de plátano, surge la necesidad de implementar un proyecto de aprovechamiento de los residuos vegetales generados en el proceso de manejo de cultivo, cosecha y poscosecha, puesto que en las fincas del Departamento de Caldas, al momento de cosechar se producen grandes cantidades de residuos vegetales, pues solo se utiliza el racimo, desperdiándose el seudotallo con sus hojas y raquis los cuales pueden generar entre 5.5 y 12% en peso de fibra mecánica de celulosa, lo que implica desechar entre 1.925 y 8.250 Kg por ha que a un 50% de precio de cuenta de mercado internacional (\$1.713 por Kg) generarían entre \$1.648.762 y \$7.066.000 adicionales por ha/año (Ingeniero José Abad Peña).

Con base en esta información, se puede aprovechar la celulosa de plátano como materia prima para la elaboración de empaques biodegradables apoyando diferentes opciones y estudios realizados por investigadores que ayudan a

disminuir los impactos generados sobre los bosques y que son alternativas viables y posibles de realizar.

Las empresas papeleras son conscientes del impacto ambiental de sus actividades y de la sensibilidad de la opinión pública. Las políticas de reciclaje, reforestación o nuevos procesos de producción menos contaminantes que llevan a cabo, no parecen suficientes ni adecuadas, al entender de las organizaciones ecologistas. La FAO presentó el 4 de octubre del 2001, su informe bienal sobre el "Estado de los Bosques del Mundo 2001". En él señalaba que los países tropicales se configuran como lugares del planeta con mayor índice de deforestación, con una pérdida anual de 15,2 millones de hectáreas de bosque naturales. Desde 1700, el área perdida cada año en promedio en el Planeta equivale al tamaño de Suiza. Pero más de la mitad del daño se ha producido desde 1950. África ha perdido tres cuartas partes de su masa forestal original y Asia dos terceras partes. Evidentemente la sobre-explotación de los productos forestales, y en concreto la extracción de celulosa para pasta de papel no es el único causante. Otros motivos principales por los que se pierden y degradan los bosques son la reconversión a otros usos, las plagas y enfermedades, los incendios, las malas técnicas de tala, el uso excesivo de pastos, la contaminación y los huracanes. Semejante tendencia está afectando a la biodiversidad.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la factibilidad de elaborar Empaques Biodegradables a partir de residuos orgánicos provenientes de la cosecha y poscosecha en el cultivo del plátano.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el potencial de producción de materia prima provenientes de la cosecha y poscosecha en el cultivo del plátano, para la obtención de fibra para cartón y papel en el Eje Cafetero.
- Identificar las condiciones del mercado de fibra larga a nivel nacional e internacional como materia prima para la producción de empaques.
- Cumplir con las exigencias de los mercados internacionales con respecto a Empaques Biodegradables.
- Generar valor agregado a la producción agrícola.
- Incrementar los ingresos del núcleo familiar campesino, vinculándolos al proceso de transformación de subproductos en Celulosa.

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo del plátano en el proceso de cosecha y poscosecha genera una gran cantidad de residuos orgánicos, como son el vástago, el seudotallo, hojas y material vegetal en general que no es comercializable.

Estos residuos provocan contaminación ambiental, proliferación de plagas y enfermedades del cultivo como también acumulación de desechos en descomposición a campo abierto.

De igual forma el uso de empaques no biodegradables y contaminantes que se utilizan para la comercialización de los productos y también la limitación de posibilidades de exportación de productos por las exigencias de los mercados internacionales.

Según estudios realizados, se ha comprobado que los desechos orgánicos del plátano poseen altos contenidos de celulosa para ser transformada en papel o láminas de cartón utilizado en la fabricación de empaques en general, teniendo en cuenta este potencial es importante adelantar investigaciones encaminadas a solucionar un problema ambiental y fitosanitario del cultivo, para de esta forma suplir una necesidad sentida y manifiesta en la comercialización de productos con los Empaques Biodegradables.

6. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

6.1 DESCRIPCIÓN FISIOLÓGICA DE LA PLANTA DE PLÁTANO

En general la planta de plátano está formada por sistema radicular, tallo, sistema foliar e inflorescencia.

6.1.1 SISTEMA RADICULAR

Está conformado por raíces adventicias, fasciculadas y fibrosas, La formación de raíces inicia antes que el brote haya salido a la superficie del suelo, a nivel de la capa central, atraviesan la zona cortical y emergen a través de los nudos y entrenudos subterráneos del cormo, bien se en forma individual o en grupos de 2-4 raíces y se denominan primeras.

Estas darán luego origen a las segundas y terceras por ramificación del ápice; poseen en sus partes terminales pelos absorbentes que tienen funciones nutricionales.

Son carnosas, casi cilíndricas poco ramificadas y laterales. Su color depende de la edad, así cuando están jóvenes tienen un aspecto blanco cremoso o pardo amarillento, tomándose luego castaño oscuro al madurar. Su longitud está estrechamente relacionada con la textura y estructura del suelo, drenaje, fertilidad y presencia de nemátodos u otros organismos dañinos; pero en general, se puede afirmar que su longitud varía entre 1,50 Y 3.0 m.

6.1.2. TALLO

Desde el punto de vista botánico, el tallo corresponde al rizoma, ñame, bulbo o cormo subterráneo el cual es simpódico, originado de una yema vegetativa de la planta madre, que da origen al seudotallo (formado por las bases de las hojas) y a raíces adventicias en la parte inferior. Por lo cual es más técnico hablar de cormo.

El cormo es un bulbo sólido de forma cónica o cilíndrica (suelos livianos), carnoso debido a la gran cantidad de parénquima amiláceo y a su alto contenido de agua. En él se diferencian claramente dos zonas: la **cortical externa**, constituida por epidermis y exodermis (formadas por capas de células quitinizadas y suberizadas), separada de la interna por el periciclo, y la que se denomina **cilindro central**, conformada por la mesodermis (endodermis y

tejido del cambium). De esta zona interna se originan el sistema radicular, foliar y las yemas vegetativas que darán origen a los hijuelos.

En la parte externa del cormo, se observan nudos localizados por debajo del punto de inserción de la vaina de la hoja y entrenudos sumamente cortos y marcados por las cicatrices de las hojas.

6.1.3. SEUDOTALLO

Se origina en el cormo y está conformada por la prolongación y modificación de las hojas. Es de color blanquizco inicialmente, tomándose verde al exponerse a la luz solar. Anatómicamente tiene la misma estructura del cormo, reduciéndose bastante el espesor de la corteza y con un sistema vascular compuesto solamente de haces con destino foliar. Su función es dar soporte al sistema foliar, el tallo aéreo y la inflorescencia.

La altura y el perímetro están en función del tipo de clon y el vigor de la plantación.

6.1.4. SISTEMA FOLIAR

Las hojas se originan en el meristemo terminal, en el interior del seudotallo con intervalos de tiempo de aparición de acuerdo a la variedad y el clima. Están conformadas por: vaina foliar o base, pseudopecíolo, limbo y nervadura central.

6.1.4.1 Vainas: Presentan superficies internas y externas lisas y brillantes; externamente adquieren coloración que depende del tipo de clon. Constituyen funcionalmente el tronco de la planta, que da sostén al racimo.

6.1.4.2 Seudopecíolo: Une la vaina con la nervadura central y el limbo. Es redondeado por debajo y acañalado por encima para servir de soporte a la lámina. Posee tejidos epidérmicos ricos en celulosa, hipodérmicos lignificados y alta concentración de haces vasculares hacia la superficie exterior de la porción redondeada.

6.1.4.3 Limbo (Hojas): Formado por dos semilimbos, divididos por la nervadura central y las bandas pulvinares. Posee forma ovalada con su extremo apical romo o cónico. El color depende en gran parte del estado nutricional,

pero bajo las condiciones normales es verde oscuro y en el haz y verde claro en el envés, allí también tiene el mayor número de estomas (4:1 comparado con el haz). La hoja adquiere su tamaño y forma antes de emerger del seudotallo; cuando emerge lo hace de manera enrollada con el semilimbo izquierdo enrollado sobre el derecho.

6.1.4.4 Nervadura central: Es la prolongación sin transiciones del pecíolo, con igual anatomía y un adelgazamiento progresivo hasta el ápice. Su función consiste en transportar los foto asimilados y dar soporte a los semilimbos. En las hojas también encontramos las vainas pulvinares, que se localizan en el punto de unión de los limbos con la nervadura central; son estructuras sólidas, estrechas, de color verde amarillento, y son las responsables de los movimientos de los semilimbos frente a condiciones externas.

6.1.5. INFLORESCENCIA

Se origina a partir del ápice vegetativo, como resultado de la diferenciación de los primordios foliares en florales. El cambio de yema vegetativa a yema floral se relaciona con la emisión de cierto número de hojas, aproximadamente el 50% y con cambios morfológicos que experimentan las mismas (de inserción de semilimbos con nervadura central). Una vez ha ocurrido la diferenciación, se inicia el proceso de ensanchamiento y elongación de la superficie superior del tallo subterráneo, convirtiéndose en un tallo aéreo en cuyo ápice se encuentra la inflorescencia que es transportada por el centro del seudotallo hacia la parte superior de la planta; se dice entonces que la planta esta pariendo.

La bellota a su vez da origen al racimo. El verdadero tallo floral (escupo floral) empieza a emerger cuando se inicia la floración.

La bellota o bacota está conformada de afuera hacia adentro por las brácteas, las cuales en forma alternada cubren 4-6 nódulos de flores femeninas (pistiladas) y un número variable de nódulos de flores masculinas (estaminadas).

Las brácteas aparentemente corresponden a vainas modificadas y cubren cada uno de los nódulos de flores femeninas; dicho cubrimiento dura hasta que se inicia el llenado de los ovarios femeninos, momento en el cual se secan y desprenden.

Las flores masculinas y femeninas no se pueden distinguir morfológicamente hasta que el desarrollo de la inflorescencia haya alcanzado como mínimo 12 cm. de longitud, resaltándose entonces diferentes grados de desarrollo ovárico. Las flores femeninas son las primeras en diferenciarse, se encuentran en la base de la inflorescencia, sus ovarios se transforman en frutos partenocárpicos. En el otro extremo de la inflorescencia, bajo las últimas manos, se encuentran las flores masculinas, cuyos estambres son bastante desarrollados, pero su ovario es bastante reducido. En la zona comprendida entre las flores femeninas y las masculinas se encuentran las flores hermafroditas, formadas por el ovario que es la mitad de la flor y que constituye frutos pequeños sin valor comercial.

6.1.6. FRUTO

En una baya partenocárpica cuyo desarrollo está condicionado únicamente por la acumulación de pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio. En un comienzo el ovario crece en longitud y diámetro. Durante la primera semana es lento, pero va incrementándose significativamente a partir de la tercera semana. En toda variedad, el número de manos es fijo, y sólo se altera por irregularidades hídricas o en la nutrición.

Cuando estas alteraciones se producen después de la floración, puede aumentar o disminuir el número de dedos, pero no el número de manos, que está codificada cuatro meses antes de que se produzca el bacoteo.

7. LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE PLATANO EN PRODUCCION DE CELULOSA.

Cada una de las partes de la planta es rica en celulosa y fibras algunas se clasifican como fibras cortas y largas dependiendo del lugar de la planta de donde extraiga la materia prima.

Según estudios realizados el vástago contiene celulosa con características especiales para la producción de papel inclusive mayores que el seudotallo pero las fibras son demasiado cortas lo que representa una desventaja para la producción de laminas de cartón.

Como se indica en el siguiente cuadro el seudotallo concentra la mayor cantidad de celulosa, además las fibras son largas y duras esto nos daría una ventaja comparativa en cuanto al resto de la planta para la extracción de materia prima con fines de producción de cartón para fabricar empaques.

Partes de la planta	Peso/kgs.	Rendimiento/ha	Disponibilidad fibra seca kg/ha
Cormo	9,00	11997,00	776,27
Seudotallo	70,42	93869,86	6073,93
Hojas	5,98	7971,34	515,79
Raquis	1,44	1919,52	124,20
Frutos	16,56	22074,48	1428,34
Total planta	103,40	137832,20	8918,55

Densidad de siembra 1333 plantas por hectárea

Fuente: Dr. José Abad Peña Giraldo

Además de la extracción de fibra, muchas de las partes de la planta son utilizadas para diferentes usos, productos alimenticios a partir del raquis, fabricación de vermicompost, control de plagas a través del lixiviado del vástago, alimento animal, como terapéutico al desintoxicar el cuerpo, pues esta demostrado del alto contenido nutricional y alto contenido de energía del vástago, elaboración de artesanías y tejidos a mano entre otros.



Utilización de fibra extraída del seudotallo como hilo y calceta

8. LA FIBRA VEGETAL COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION DE PAPEL Y CARTON

La madera está constituida en un 50% por celulosa, la materia prima fundamental para fabricar papel y cartón. Actualmente más de la mitad de la celulosa empleada en la fabricación del papel y cartón se obtiene de la madera. El resto se extrae de otras fibras vegetales, que provienen de diferentes tipos de arbustos, y del papel reciclado. Una vez cortada, la madera se lava y descorteza. Se trocea en astillas uniformes, de las que por molienda, vapor de agua o aplicación de ciertos productos químicos se separan las fibras de celulosa para elaborar la pasta de papel. En el proceso se utilizan grandes cantidades de agua y productos químicos contaminantes. A nivel mundial, en 1990 se consumían 162,6 millones de metros cúbicos de madera para

convertirla en pasta de papel. Actualmente consumimos 179,1 millones. La industria papelera es la responsable del 19% de la extracción mundial de madera.

Las fibras naturales en general, se dividen en dos: las extraídas de vegetales y las logradas de animales. Entre las animales, la lana, la crin de caballo, son bastante conocidas, y apreciadas para la elaboración de innumerables objetos; entre las vegetales, existe una gran variedad, las cuales responden a diversas clasificaciones, que vienen a determinar sus posibles usos.

8.1 Clasificación de las fibras vegetales:

Las fibras vegetales se clasifican principalmente teniendo en cuenta la parte de la planta de la cual es extraída, y a partir de ella se relacionan con base en la longitud, la conformación y la textura. Es así como se dividen en duras, suaves, cortas, de palmeras y diversas.

8.1.1• Fibras duras: son las que provienen de las hojas en la que se encuentra gran variedad de especies pertenecientes a la familia del *Agave*, como el fique, el sisal y la cabuya. Algunos libros con base en sus descripciones, permitirían la inclusión de la fibra de plátano bajo esta clasificación.

8.1.2• Fibras suaves: Son fibras extraídas en gran parte de la corteza de las plantas. Se incluye en este grupo el cáñamo, el yute, el lino y el ramio.

8.1.3• Fibras cortas: A este tipo de fibras pertenecen las extraídas de los frutos. Su principal representante es el algodón. Otros, menos conocidos son el capoc y el pochote.

8.1.4• Fibras de palmas: Extraídas en su mayoría de los pecíolos o de las hojas de este tipo de plantas.

8.1.5• Fibras diversas: Los tamos de cereales, el amero, el zacatón y la barba de palo se pueden incluir dentro de este grupo.

9. PROCESO DE FABRICACION INDUSTRIAL DE PAPEL A TRAVES DE FIBRA DE CAÑA

PROPAL es el único productor en **Colombia** de papeles para imprenta, escritura y oficina que utiliza la fibra de la caña de azúcar como principal materia prima. El proceso de fabricación se puede describir así:

Se inicia en los ingenios azucareros en donde se recolecta el bagazo que resulta de la molienda de la caña de azúcar. Este bagazo es pretratado para remover parte de la médula, o el polvillo, que no es apta para la fabricación del papel. Gracias a su ubicación en el trópico, en Colombia se puede cosechar caña de azúcar durante todo el año, lo que permite el permanente suministro de fibra para PROPAL.

Una vez la fibra de bagazo es transportada a **PROPAL**, se inicia el proceso de desmedulado y lavado en la planta de fibra, garantizando así, la obtención de una fibra de bagazo limpia y lista para la conversión a pulpa.

9.1 Planta de pulpa

Cuando la fibra pretratada entra en la planta de pulpa, es sometida a un proceso de cocción con soda cáustica y vapor a alta presión y temperatura, conocido como "proceso a la soda", el más limpio de todos los procesos de pulpeo. Su finalidad es eliminar parte de la lignina contenida en la fibra de caña de azúcar. Esta operación se efectúa en digestores continuos

De los digestores, la pulpa pasa a un tanque donde se efectúa la despresurización. La pulpa, en esta etapa, presenta un color café. Seguidamente es enviada al cuarto de filtros lavadores en contracorriente donde se separa la pulpa del licor residual del cocimiento, más conocido como "licor negro". Posteriormente pasa al sistema de limpieza compuesto por zarandas y depuradores ciclónicos, donde se realiza una separación gruesa y fina de los materiales indeseables, como arena y otras impurezas.

La pulpa café obtenida puede continuar al proceso de blanqueo o ser usada en las máquinas papeleras con destino a la fabricación de papeles sin blanquear o naturales.

9.2 Planta de blanqueo

Su función principal es retirar toda la lignina residual que le confiere el color café a la pulpa, lo cual se logra paulatinamente a lo largo del proceso de blanqueo gracias a la reacción química que ocurre en cada una de las torres de retención y a un posterior lavado por filtración para eliminar los productos de cada reacción.

Mediante estos procesos químicos de digestión y blanqueo se obtiene la pulpa para producir papeles "Woodfree", término con el que en la industria papelera se conocen aquellos productos que no contienen lignina, a diferencia de los que provienen de un proceso de pulpeo mecánico, tales como los papeles tipo periódico y LWC (esmaltados de bajo gramaje para revistas).

La pulpa blanqueada es utilizada para la producción de papel y cartulinas finas.

La pulpa también puede ser prensada para extraerle la humedad, convirtiéndola en hojas para su fácil almacenamiento y transporte, posterior utilización en la fábrica o para venta externa.

9.3 Maquina de papel

A la pulpa de bagazo, blanqueada o sin blanquear, se le agregan diferentes químicos como carbonato de calcio, encolantes y aditivos diversos, de acuerdo con la formulación específica de cada grado de papel a ser producido, dependiendo de su uso final.

La mezcla se pasa a través de unos depuradores ciclónicos, retirando impurezas como arena y astillas del bagazo entre otros, para mejorar la calidad de la pulpa que posteriormente va a entrar a la máquina de papel.

Esta mezcla de fibras, aditivos químicos, colorantes y gran cantidad de agua es depositada sobre una malla girando a alta velocidad. Mediante una combinación de efectos de gravedad y vacío, se retira el agua quedando al final de la malla una estructura húmeda de fibras entrelazadas que es en sí el principio de la hoja de papel. Posteriormente se pasa la hoja de papel por un sistema de prensas y secadores de vapor para eliminar el exceso de humedad.

La hoja de papel es pasada por un sistema de rodillos, llamado calandria, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia como lisura, calibre

y porosidad. Esta hoja continua de papel es enrollada en bobinas de gran tamaño, llamadas "jumbos" o "reeles", donde se corta a rollos en anchos más pequeños de acuerdo a lo solicitado por los clientes.

En la sección de terminados se llevan a cabo actividades tales como: conversión de rollos en hojas, rollos en rollos de otras dimensiones, rollos para ser supercalandreados (reducción de calibre e incremento de la lisura del papel) o rollos para ser embosados (textura predeterminada).

La fabricación de papel es un proceso continuo y tiene sistemas computarizados de medida y control de las principales variables y características de calidad de papel.

9.4 Planta de Esmaltado

El proceso de esmaltado tiene como fin aplicar al papel base por una o ambas caras, un recubrimiento de pigmentos, almidones, y adhesivos sintéticos. Este proceso se realiza aplicando la película de esmalte sobre la superficie del papel base de características predeterminadas y de acuerdo con la calidad que se requiera.

El papel esmaltado pasa por un sistema de secado con aire caliente y lámparas infrarrojas para ajustar la humedad final. Se embobina y se pasa por una supercalandria que mediante la acción de una serie de rodillos de pasta, intercalados con rodillos de acero, producen el brillo de la cara, o caras, esmaltadas de la hoja de papel. Finalmente el papel esmaltado se corta y se despacha de acuerdo con los requerimientos del cliente.

10. Elaboración de papel y cartón a través del vástago de plátano

A raíz de la propagación de una conciencia ecológica, el papel reciclado se demanda fuertemente entre los consumidores. Esto resulta aún más claro en el nicho de tarjetas, regalos y empaques.

Este material tiene sus orígenes en Oriente donde su proceso de elaboración se mantenía en secreto y se consideraba material sagrado. En el siglo XIX, cuando ya había llegado a Europa y se había mecanizado el proceso se elaboraba a base de pulpa de madera.

Paso 1. Se debe retirar la corteza del vástago y cortar en trozos pequeños con el fin de facilitar el proceso de licuado.

Paso 2. Se coloca los trozos de vástago en una cubeta y se remoja en agua durante 24 horas.

Paso 3. Se coloca una cantidad de seudatallo en la licuadora, preferiblemente industrial con una capacidad mínima de 20 Lts. se añade agua y se mezcla hasta obtener una pulpa cremosa.

Paso 4. Remojar por 12 horas y se hierve con soda cáustica previamente disuelta en agua fría. Se hierva de nuevo por tres horas, revolviendo cada 30 minutos. Se escurre y se enjuaga muy bien.

Paso 5. En una caneca plástica grande se agrega la pulpa de fibra, agua suficiente y se revuelve bien.

Paso 6. Sujete un tamiz o bastidor de madera con malla e introdúzcalo en la caneca, con ambas manos, hasta el fondo. Lentamente levántelo en un movimiento uniforme. Sacuda el marco de un lado a otro y deje escurrir.

Paso 7. Para separar la hoja del bastidor retire el marco superior de madera y voltee la maya con la hoja de papel sobre una base plástica. Ponga otro marco encima.

Paso 8. Presione de manera uniforme con dos maderas más grandes que la base plástica. Deje escurrir, quite las maderas y alise el papel con un rodillo.

Paso 9. El secado debe hacerse a la sombra por uno o dos días.

LI CUADORA INDUSTRIAL



SEDASO O TAMI Z



TANQUE DE PULPAJE





11. MERCADOS POTENCIALES

La utilización de celulosa para la fabricación de papel y cartón es demandada por empresas a nivel nacional e internacional como se enuncia a continuación.

11.1 EMPRESAS PRODUCTORAS DE EMPAQUES

CARTONES AMERICA S.A.

Productos: Papeles Liner, corrugado medio, liner tubos, cartulina fólder, cartulina esmaltada, kraft, chip.

COLOMBIANA KIMBERLY COLPAPEL S.A.

Productos: Pulpa química de algodón y otras fibras. Papeles especiales para imprenta y escritura; papel higiénico, faciales, servilletas, papel de cocina.

CORRUGADOS DE COLOMBIA LTDA.

Productos: Papeles kraft, liner, corrugado medio; cartón corrugado en rollos o láminas

EMPACOR S.A.

Productos: Papel liner, corrugado medio, cartulinas.

EMPAQUES INDUSTRIALES COLOMBIANOS S.A.

Productos: Papeles test liner y corrugado medio.

FABRICA DE BOLSAS DE PAPEL UNIBOL S.A.

Productos: Papel higiénico, papel para bolsas de pequeña capacidad, papel kraft para envoltura.

PAPELES NACIONALES S.A.

Productos: Papel tissue de calidades alta media y económica; papel higiénico, servilletas, faciales, toallas.

PAPELES Y CARTONES S.A.

Productos: Pulpa semiquímica de coníferas; pulpa química al sulfato sin blanquear. Papeles kraft liner sin blanquear y blanco moteado; corrugado medio; papel kraft para sacos multipliegos.

PRODUCTORA DE PAPELES S.A. - PROPAL

Productos: pulpas de bagazo de caña de azúcar con proceso a la soda, blanca y sin blanquear. Papeles de imprenta y escritura blancos y en colores, usos en cuadernos, formas, sobres, copias, láser, libros; ledger; papeles esmaltados por una o ambas caras, brillantes o mate; cartulinas brístol o folder; papeles finos para imprenta y escritura; papeles para fósforos, pitillos y vasos; toallas; polyextrusados; cartulinas esmaltadas para empaques.

SMURFIT CARTON DE COLOMBIA S.A.

Productos: Pulpa kraft sin blanquear fibra larga y corta; pulpa kraft blanqueada fibra corta y larga; pulpa semiquímica. Papel extensible para bolsas

de capas múltiples; kraft liner, corrugado medio, cartón blanco, cartones esmaltados, papel blanco para imprenta y escritura, papeles y cartones especiales, papel kraft para saturar.

SONOCO DE COLOMBIA LTDA.

Productos: Cartón gris, liner, corrugados

12. NORMALIZACION

Según la resolución 00336 de agosto de 2004 sobre los empaques utilizados en la recolección y la comercialización de los productos agropecuarios, de manera que se adapten a los estándares internacionales.

Con esta medida se busca, proteger los intereses de los productores, garantizar las características organolépticas de los alimentos durante la manipulación, prevenir riesgos para la salud, ayudar a la conservación del medio ambiente y mejorar las prácticas que hoy inducen a error a los consumidores.

Conforme a la resolución el empaque utilizado en productos agropecuarios debe estar construido con materiales inertes, inocuos y que no afecten el medio ambiente; estar en buen estado, enteros, sin fisuras, para permitir su manipulación y el estibamiento del producto durante el transporte y el almacenamiento; ser práctico, es decir fácil de armar, de llenar y de cerrar, que facilite al productor, comerciante y transportista un cómodo manejo.

El diseño debe permitir una adecuada ventilación del producto, estar construido en material resistente a los impactos y las vibraciones que ocurran durante el transporte; y libres de cualquier material extraño, ajeno al producto o al material de construcción del empaque, entre otros aspectos.

En cuanto al producto, se establece que debe estar entero, libre de ataques de insectos y enfermedades; conservar su forma característica y un color homogéneo dependiendo del estado de madurez, definido en las respectivas tablas de colores de cada producto.

Además, deben estar libres de humedad externa anormal y daños mecánicos producidos en las etapas de cosecha y poscosecha, selección, clasificación, adecuación, almacenamiento y transporte; no presentar indicios de

deshidratación; y estar exento de olores y sabores extraños provenientes de otros productos con empaques y recipientes y/o agroquímicos, con los cuales han estado en contacto.

A su vez el transporte debe tener en cuenta las características del empaque, la duración del viaje al sitio de destino, la hora de entrega, los costos del producto a distribuir; el producto empacado no debe estar expuesto ni a la lluvia ni al sol; el transporte no podrá tener espacios que permitan el movimiento de los empaques, durante su recorrido.

Todos los productos agropecuarios deben ser almacenados y conservados en empaques de acuerdo a su grado de perecibilidad; Las características del almacenamiento deben considerar las condiciones de temperatura, humedad y demás características, que permitan conservar las condiciones específicas del producto y del empaque; los productos empacados deben estar colocados sobre plataformas y estibas, evitar el contacto con el suelo y facilitar el transporte.

13. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los resultados conseguidos por los diferentes investigadores indican que la fibra de los subproductos del plátano puede ser utilizada para fabricar papel y laminas de cartón.

Es de anotar que el proceso no es tan sencilla como con otras fibras que tradicionalmente han sido utilizadas para este propósito como el fique y el bagazo de caña,

Se puede conseguir un papel en fibra de calidad aceptable, el cual puede ser aplicado en tarjetas, agendas, etc., pues se consiguen papeles con muy variadas texturas, susceptibles de dársele múltiples acabados y los gramajes apropiados hasta llegar a la producción de laminas de cartón para realizar el proceso de troquelado y fabricar diferentes empaques aprovechando las características físicas de la materia prima como la permeabilidad de la celulosa, la resistencia y el efecto de amortiguación y aislamiento para el embalaje de diferentes productos.

La fibra del vástago de plátano brinda gran calidad en la elaboración del papel, pues cuenta con propiedades diferentes a las de otras fibras, como son una superficie más lisa, y una pasta que hace más compacto el papel, además se consiguió un papel semiliso.

Por lo tanto se puede decir que el vástago se debe utilizar exclusivamente para producción de papel preferiblemente para impresión.



Papel de vástago de platano.

Según las investigaciones realizadas por la Corporación Ciudad Verde y otros se puede llegar en el proceso a la elaboración de láminas de cartón a partir del papel que actualmente fabrican.

Aunque algunos trabajos al respecto han demostrado que la celulosa extraída del seudotallo brinda mayores características físicas para el proceso de elaboración de laminas de cartón debido a que esta fibra presenta mayor resistencia, torsión, elongabilidad y permeabilidad para diseñar empaques que permitan conservar y proteger productos agrícolas perecederos.

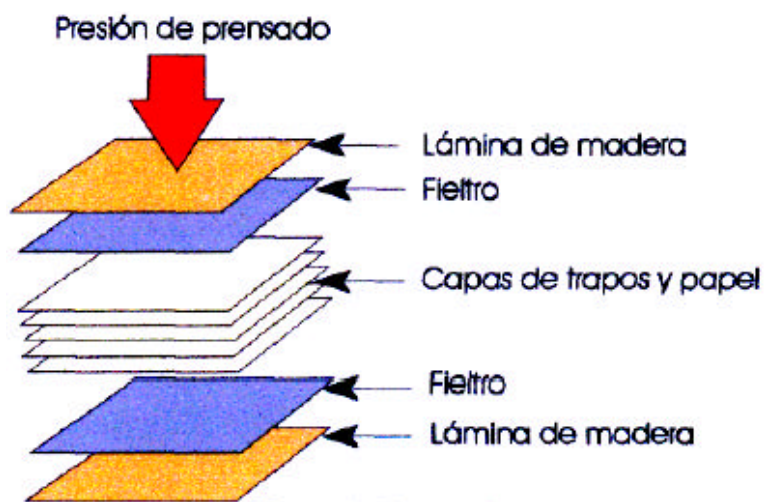


Figura 1. Prensado

14. CONCLUSIONES

La producción artesanal de celulosa es factible tecnológica y financieramente, el país cuenta con un potencial de materia prima, plátano sembrado que puede generar el abastecimiento para una planta productora de papel y cartón de más de 20.000 toneladas mensuales.

Desde el punto de vista económico, se amplían las posibilidades de aceptar estos materiales como proceso alternativo para la elaboración de papel cartón, ya que se muestra una evidente baja en costos de producción, al ser estas materias primas residuos vegetales abundantes. Además de la generación de empleo y de la rentabilidad que se puede obtener del negocio. (Ver tabla)

	Sin Proyecto	Con Proyecto	Pesimista	Hectáreas
Número de jornales	152	342	260	71,474.30
factor	0.58	1.30	0.98	Salario
Número de empleos	41151.87	92591.71	70391.36	286,000
Valor salario pagados	11769.43	26481.23	20131.93	
Prestaciones legales prima 1/12	980.79	2206.77	1677.66	
Prestaciones extralegales	0.00	0.00	0.00	
Aportes patronales 14%	1647.72	3707.37	281.85	
Valor total pensiones 10,125%	1191.66	2681.22	2038.36	
Imporrenta 37,5%	9054.72	69019.37	27340.56	
IVA 16%	12624.22	24277.25	9838.44	
Valor Impuesto Pagado	21678.94	93296.62	37179.00	
Aportes para fiscales 9%	971903.00	2383.31	1789.07	

Fuente: Dr. José Abad Peña Giraldo.

Con la obtención de la pulpa de los subproductos del plátano se pueden realizar no solamente papel artesanal, sino también aglomerados de fibra similares a las fabricadas de pulpa de reciclado, como por ejemplo las bandejas para empaques de frutas huevos y artesanías.

15. RECOMENDACIONES

Se requieren alianzas estratégicas con las papeleras nacionales e internacionales para garantizar el mercado.

Crear cooperativas de acopio en los Municipios y/o Veredas para la intermediación productor-consumidor.

Financiación de entidades involucradas en el sector, de los desarrollos tecnológicos-operativos para la extracción de la fibra y para la fabricación de cartones.

Continuar investigación para ampliar los usos de la fibra.

Mejorar la eficiencia de los procesos iniciales.

Se cuenta con agremiaciones y grupos de investigación para la tecnificación de la producción de plátano.

Se deben crear asociaciones solidarias como cooperativas de productores.

Se deberán socializar las nuevas tecnologías que se realicen al respecto.

Capacitar a la comunidad rural comprometida en el proceso, en los sistemas de acopio, mercadeo y transporte del plátano.

16. BIBLIOGRAFIA

Belalcazar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Asistencia Técnica No. 50. 1991

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Informe Técnico 1996. Laboratorio de Protección Vegetal. 1996.

C.I BANACOL S.A. plátano para exportación. Cartilla informativa # 1 (Medellín 1991).

Asesoría Ingeniero Industrial José Abad Peña

Pérez, A.S. Plantas útiles de Colombia. Madrid 1970

Visita planta industrial de reciclaje Corporación Ciudad Verde.

Fibras vegetales, animales y combinaciones con fibras sintéticas. Instituto Latinoamericano del Mercadeo Agrícola 1964.

Peña Giraldo José Abad. Factibilidad de la producción de fibra larga para papel a partir de los desechos del cultivo del plátano en el eje cafetero.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Evaluaciones Agropecuarias 2003

Guía Ambiental de plátano. Corpoica, CRQ. 2003.