

## **Floricultura Colombiana: Experiencia exitosa en el manejo de residuos vegetales**

D.I. Omar Fabián Bolívar Chaves, MSc. María Fernanda Rojas, Luis Eduardo Garzón, Yovana Caro Molano (\*)

### **RESUMEN**

El proyecto de generación de celulosa nace de la preocupación del gremio floricultor colombiano sobre la problemática que generan el alto volumen de residuos, y luego de unir dos empresas privadas con la Universidad Nacional, formando una alianza que ha llevado la investigación a crear un nuevo proceso productivo y así reducir los costos en la producción de flores de corte

En este momento estamos produciendo pulpa celulosa para la fabricación de cajas de cartón para empaque de flores de exportación, cerrando así el ciclo de residuos e incluyéndolo de nuevo en el proceso productivo dándole valor agregado al producto final.

Palabras Claves. Aprovechamiento, Celulosa, Clavel, Compostaje, Residuos de Floricultura.

### **INTRODUCCIÓN**

Con un Convenio Específico de Cooperación Técnica que fue suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia y Asocolfores, y firmado el 2 de septiembre de 2009, se busco desarrollar la primera fase del proyecto de Investigación inscrito en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, titulado "Montaje de una planta piloto de investigación en la elaboración de fibra pulpa a partir de desechos vegetales producidos por el sector floricultor para transformarlos en un subproducto" y que tuvo como fecha de terminación el 30 de Diciembre de 2009.

En el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta inicialmente la logística del montaje y la puesta en marcha del proyecto, ubicados en el lugar donde se producen los residuos en este mismo lugar se propuso montar la planta piloto, así utilizamos un terreno que la empresa Colibrí Flowers nos facilitó, los terrenos cuentan con la disponibilidad de servicios públicos requeridos, luz, agua y gas, igualmente suministró seguridad a la zona de trabajo y capacitó en seguridad industrial a los miembros del equipo de investigación. Luego y con la ayuda de Flores Funza se trabajó en el prototipado de algunas máquinas y se realizaron contactos con el gremio papelerero para lograr el mejor desarrollo de la pulpa para ser usada por ellos.

Con la Universidad se redactó, concertó y perfeccionó el Convenio Específico de Cooperación y puso a disposición de la investigación toda su capacidad técnica, suministró oportunamente sus equipos y laboratorios para afinar resultados de la puesta en marcha de la planta piloto. La Universidad fue invitada a participar en Proflora para mostrar los aportes de la Universidad en la gestión social y ambiental. Se hizo divulgación del convenio y de los avances del mismo en UN periódico de la Universidad y en la página web de la Universidad. La Universidad Nacional asignó al Prof. Luis Eduardo Garzón quien gestionó el proyecto en la Dirección y coordinación general del convenio, con la participación de alumnos, docentes y ex-alumnos para el fluido desarrollo de este. Como resultado final se comprobó que los desechos producidos por los floricultores no son basuras como actualmente son considerados, sino que es una materia prima para la elaboración de pulpas en la fabricación de papeles y empaques geoméricamente diseñados y moldeados al vacío.

El proyecto busca poner en práctica las investigaciones realizadas en los laboratorios de pulpa y papel de la escuela de artes plásticas y que estas investigaciones estén al servicio de la comunidad, con una responsabilidad social ambiental.

El sector al cual está dirigida esta parte de la investigación es al sector floricultor Colombiano, en especial el cultivo del clavel del que somos primer productor y exportador mundial, hay que recordar que el 75 por ciento de la carga del aeropuerto internacional "El Dorado" (Bogotá-Colombia) principal aeropuerto de

carga en Latinoamérica son flores, 1'000.000 de Colombianos dependen del cultivo de flores en el país, y durante el 2008 se exportaron 1.098 millones de dólares, Colombia es el primer proveedor de flores de Estados Unidos y produce el 40% del PIB agropecuario de la ciudad región el 100% es empleo es formal y el 88.5% de los trabajadores son operarios, el costo laboral supera el billón de pesos. [1]

Los residuos vegetales producidos por un floricultor son una tonelada semanal por hectárea y se cuentan con 7.500 hectáreas sembradas para flor de exportación. [2]

## **Materiales y Métodos**

### **EXTRUSIÓN Y PICADO**

La extrusión es un proceso dentro del cual, la parénquima de los tallos de clavel se abre de forma tal que permite la interacción con químicos y catalizadores que mejorarán las condiciones de resistencia, permeabilidad, flexibilidad, textura y apariencia de la pulpa de celulosa. En la extrusión, el uso de calor, presión y tensión mecánica en períodos cortos de tiempo permite que el material alimentado evapore los remanentes de agroquímicos utilizados en la Adecuación

Una extrusora es una máquina con características de tornillo de Arquímedes (tornillo suspendido que rota y encaja perfectamente en un cilindro en donde se mezcla un fluido) que continuamente procesan un producto. En nuestro caso, la extrusora es utilizada para la operación de cortado, mezclado y choque térmico.

La presión generada dentro del equipo de extrusión causa que el material se mueva como un líquido en un flujo laminar a través de una resistencia; la presión y el flujo son causados generalmente por tornillos que no sólo movilizan el producto sino que también mezclan los materiales generando calor , texturizando y homogenizando. Las condiciones generadas por un extrusor brindan el desempeño de muchas funciones que le permiten ser usados para un amplio rango de usos y aplicaciones industriales, algunas de estas funciones son:

\* Deshidratación: Durante un proceso normal de extrusión puede ocurrir una pérdida de humedad de 4 a 5%.

\* Pasteurización y esterilización: Los materiales que entran al proceso pueden ser desnaturalizados mediante las altas temperaturas instantáneas que se generan al interior de la extrusora.

\* Unificación de materiales: Diferentes líneas de ingredientes pueden ser combinadas en una materia prima para producir características especiales en la pulpa al final de este proceso.

Este tipo de equipos, tiene una ventaja importante en cuanto al ataque inicial de remanentes agroquímicos en la materia prima, ya que los choques térmicos generados por la fricción dentro del equipo, eliminan totalmente dichos remanentes, generando una esterilización de material vegetal con cero repercusiones fitosanitarias futuras en el posterior uso que se pueda dar a dicha pulpa.

El extrusor de tornillos gemelos permite mejorar el control de calidad y disponer de un gran rango condiciones de operación, entre sus ventajas se cuenta que son capaces de procesar materiales fibrosos, leñosos, manejan un amplio rango de granulometría, minimizan las pulsaciones en el flujo y son más fáciles de escalar, pero estos equipos son los más caros del mercado.

La mayoría de los productos que salen del extrusor, necesitan seguir un aserie de procesos complementarios antes de convertirse en productos terminados, las operaciones que generalmente van ligadas al proceso son el formado, el refinado y el secado en donde se involucra el desarrollo de la textura deseada del producto final.

### **COCCIÓN**

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.

Por existir una separación parcial o alteración de los materiales que causan la unión entre fibras, estos procesos en dos etapas producen rendimientos de pulpa del orden de los 85 a 95%, usadas en láminas rígidas y cartones. El propósito de cocer el material vegetal cortado es debilitar el complejo lignina carbohidrato y otras porciones no celulósicas del material vegetal que unen las fibras entre sí.

Debido a que en esta etapa la unión entre las fibras está debilitada a punto de abrirlas, la resistencia a la defibración es menor lo cual disminuye las energías de trabajo de las siguientes etapas del proceso ahorrándose energía mecánica, eléctrica y tiempo. Las variables principales a controlar en el digestor son: la cantidad y concentración de la solución de soda caústica, el tiempo, presión y temperatura de tratamiento. La reutilización del licor gastado es una variable secundaria a analizar, se espera en promedio, repotencialización de concentraciones básicas luego de 10 ciclos de producción.

El grado de eliminación de lignina dependerá del uso final de la pulpa de celulosa. Al comenzar la cocción o digestión se llena el digestor con el material vegetal y el licor de cocción. Para el caso que nos compete el licor de cocción está conformado por solución acuosa de soda caústica.

La temperatura al interior del digestor se eleva, eliminando el aire dentro del equipo y desplazándolo con vapor, el licor penetra al material vegetal, se desprenden inicialmente los materiales volátiles del material vegetal y se evaporan. A una presión de trabajo entre 50 a 60 lb/pul<sup>2</sup>, (3.5 a 4.2 kg/cm<sup>2</sup>), se inicia la formación de mercaptanos aumentando rápidamente la velocidad de deslignificación. A esta alta temperatura, con los volátiles desplazados la celulosa es atacada severamente por el licor de soda, hasta un punto de equilibrio tal que evite que la celulosa se consuma.

Una vez pasada 1 hora de presión y temperatura se procede a la descarga. La etapa final del ciclo de cocción es la descarga. Se abre una válvula colocada el fondo del digestor y la materia vegetal cocida se pasa al tanque de descargue y lavado. La disminución brusca de presión alrededor del material vegetal cocido hace que exploten y se conviertan en pulpa fibrosa. En esta etapa del proyecto, el vapor caliente liberado se enviará al aire.

Para la presente investigación, la corrosión puede presentarse por tanto, se debe utilizar digestores con recubrimiento de acero inoxidable.

## **REFINACIÓN**

Este es el tratamiento 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 se realiza por medio de un prototipo de pulper de laboratorio con el cual podríamos calcular el tiempo y la fuerza con al cual la pasta de celulosa obtendría la mejor calidad para ser aplicada en nuestro producto final.

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.

## ETAPA EXPERIMENTAL

### 1. SELECCIÓN DE MATERIAL DE TALLOS DE CLAVEL.

Se definió con el área de mantenimiento de la finca, que se tomaría material de corte en principio de post cosecha, en el punto de corte de pata, para trabajar con un material fibroso, y homogéneo, con una longitud en promedio de 4 cm. Se transportan en lonas de 20 kilos cada uno en promedio. Los análisis químicos previos al material vegetal se requieren, para controlar la remanencia de los mismos en el producto final. Esta actividad se puede coordinar con las empresas que adelanten los análisis químicos de las flores exportadas.

### 2. ETAPA DE PICADO.

Se iniciaron las pruebas con cargues de 50 kilos, requiriéndose 50 kg de material picado. Utilizando una picapastos universal, con motor de 7.5 caballos de fuerza y 1700 rpm, se procesan 8 bultos en 10 min. Sin embargo, para lograr un adecuado tamaño, es necesario repasar 3 a 4 veces el material, utilizando 30 minutos en promedio, 40 minutos 12.5 bultos.

Para trabajar 1 tonelada de material diaria en las condiciones de cargue antes mencionadas se requiere que la marmita trabaje a razón de 20 minutos por carga. El tamaño del material de clavel picado, corresponde a 2 cm.

El material cortado y seco se tiene listo para ser dosificado en la marmita.

## DIGESTIÓN Y PRETRATAMIENTO.

### 1. DOSIFICACIÓN QUÍMICA

Se carga el tanque con agua en relación en peso de material, agua de 2: 1 Para tales volúmenes, el primer bache de químicos se analizó al 5% de NaOH. Generando al final de la cocción un licor negro de pH 9.32.

El licor negro ya caliente contiene los elementos químicos que en adelante ayudarán a que la reacción química sea más rápida con las demás cocciones. En principio se trabajó con marmita en presión atmosférica, pero luego se ajustó para trabajar a presión y así reducir los tiempos de cocción. Se recupera el licor negro de la marmita en una tina con tapa, con capacidad para 200 litros para luego ser reutilizado.

## REFINADO TERMOFORMADO

### 1. DOSIFICACIÓN QUÍMICA.

Un termoformado es una pieza que se produce por acción de calor, vacío, y presión, cuya apariencia externa es similar al icopor, pero internamente el termoformado de pulpa de residuos de flor es

biodegradable.

Para lograr esta condición se debe garantizar que la textura final de producto refinado sea muy suave, esto mejorará el comportamiento en el interior del aparato. En este caso, la producción e investigación se limitó a las cantidades posibles por termoformador, es decir a procesar en promedio 300 g por día.

En nuestro caso, hemos avanzado en estimaciones de dosificación para relaciones de 2:1 en relación con la fibra y el almidón.

Se adiciona un espesante, estereato y un poco de agua. Iniciamos con 5 gramos que fueron variando y reduciéndose para obtener un producto de tallo de clavel más suave.

Adicionalmente variaciones cercanas al 8.3% del peso de la fibra en xantan, ayudarán a mejorar la formación de película moldeadas y densificar la superficie para impresión. Todo se mezcla perfectamente por espacio de 10 minutos para garantizar adecuada distribución de los aditivos.

### **Elementos Susceptibles de ser mejorados**

Llamamos susceptibles de refinamiento a todas aquellos detalles identificados dentro del proceso de producción de pulpa de celulosa, que puedan ser mejorados de una u otra forma por ejemplo en cuanto al consumo de químicos, la sustitución de los mismos, ajustes de tiempos, entre otros. Por sección del proceso se pueden describir esas mejoras de la siguiente forma:

#### **PICADO:**

Para obtener el tamaño ideal de materia vegetal inicial se deben hacer varios repasos, lo que implica tiempo, costo en energía y desgaste físico para quien opera la picadora.

La solución a esta situación es hacer prácticas de picado con una bioextrusora, este es un equipo que utiliza presión, un tornillo sin fin y choque térmico para, no sólo cortar el material, sino también dar inicio a la apertura de la fibra. Este equipo fue observado en funcionamiento por la Universidad Nacional y en aquel momento se pudo identificar las bondades de su uso en el picado de material vegetal.

#### **COCCIÓN:**

Dentro de la investigación se tomaron acciones en los equipos existentes para mejorar los rendimientos de operación. Al inicio de la investigación, se utilizaba una marmita a presión atmosférica con agitador. Sin embargo, se identificaron varios problemas que se debieron corregir prontamente:

El primero fue el tiempo que tomaba el calentamiento del agua, de 4 a 5 horas era el tiempo de calentamiento del agua de cocción, para alcanzar unos 70 grados. Este aspecto se superó poniendo doble línea de fistos (o quemadores) quedando a la fecha con 24 quemadores, ajustándose así el tiempo de calentamiento.

El segundo inconveniente fue que, una vez alcanzados los 70 grados centígrados, el material gastaba 3 y 4 horas en cocción para lograr una calidad aceptable de cocción y de ablandamiento de la fibra. Este aspecto implicaba mucho consumo en gas, y sólo una carga por día, lo cual no nos permitiría escalar la producción de 1 tonelada día. Se tomaron pues las acciones pertinentes. Se eliminó la agitación y se adaptó una tapa con broches que la sujetan y de alguna forma incrementan la presión interna de la marmita, la cual es registrada por medio de un manómetro.

Será necesario a futuro, instalar un termómetro que permita controlar y visualizar la variación de temperaturas para cada tipo de fibra o material vegetal y ponerle un empaque de sellado para disminuir pérdidas e incrementar la efectividad de la presión interna.

El transporte de material caliente escurrido de la marmita a la pulpeadora debe optimizarse. El constante levante de 12 a 15 kilos en promedio por balde de material cocido, que se convierte en más de 18 viajes de material en una distancia de 3 metros para la fibra y 5 m al punto de agua del cual se requieren varios viajes para el lavado, hacen que el proceso en el corto plazo genere traumas en la columna y miembros superiores e inferiores del operario. Esta actividad, consume aproximadamente entre 45 minutos a una hora, tiempo que podría reducirse si se pone un medidor de agua en la llave de suministro, que permita cuantificar la cantidad de agua entregada a cada tanque vía manguera y montar una banda transportadora que elimine los riesgos, elimine la pérdida de material cocido, disminuya los tiempos de proceso y favorezca la buena salud del operario.

Adicionalmente, el concepto de cocción y suavidad del material es subjetivo y requiere de mucho entrenamiento el conocer la textura ideal para producción. Por lo anterior, sería necesario contar con un medidor de freeness.

### LAVADO:

Se había proyectado utilizar tinajas de lavado durante el proceso, sin embargo, debido al gran desempeño de la pulpeadora, se decidió utilizarla en esta investigación para lavar la pulpa cocida. A través del uso de la pulpeadora para lavar, se optimiza la cantidad de agua utilizada. Con una bomba de agua manual, se maneja la recirculación y reutilización del agua de proceso. Se debe implementar el control de calidad de aguas producto del proceso para apoyar las gestiones de control y responsabilidad ambiental de las fincas floricultoras.

### PRODUCTOS:

Una vez el producto sale de la pulpeadora, se debe medir el freeness, que es la relación ideal de humedad, apertura de la fibra, consistencia y cantidad de celulosa necesaria para la elaboración de productos como el papel. En el momento este medidor no se tiene y por tanto se recurre a la experiencia de la Universidad Nacional para definir cuando la mezcla está en el punto apropiado para su uso. Para avanzar en la réplica de esta experiencia, será necesaria la consecución de este medidor para documentar los rangos de operación por material vegetal y los valores requeridos por producto final deseado.

Para el desarrollo de la presente investigación se proyectaron líneas de producción, una el termoformado y la segunda la producción de papel manual. Respecto al termoformado, el equipo que produce piezas a base de producto vegetal (termoexpandidas con apariencia similar al icopor) existente en la Universidad Nacional. El equipo es un prototipo, con limitación en operación por la cantidad de piezas que puede producir por hora, con baja eficiencia en su sistema de calentamiento y altos costos de operación. Sin embargo los productos que de él se obtienen muestran la importancia de buscar los medios para optimizar su funcionamiento mediante la construcción de un equipo a mayor escala y ajustando los parámetros que ya se han identificado deben mejorarse, para lograr un ritmo en producción adecuado y una relación de costos razonable para la utilización del equipo en cualquier réplica de esta propuesta en la Sabana.

Para la conformación del papel por su parte, el sistema manual, requeriría de una prensa con la que se pudiesen tratar 2 metros de papel a la vez divididos en tamaños de cuarto o medio pliego y con un sistema de 2 o 3 tinajas de conformación. Para producción manual, se requeriría de 2 a 3 personas en esta sección, lo que implicaría la construcción de un túnel de secado que favorezca las velocidades de papel producido.

### REFINADO:

El pulpeador es un equipo muy útil en la apertura de la fibra, no obstante lo anterior, el equipo requiere un

drenaje del agua de lavado para obtener una masa de celulosa lista para definir el uso que se desee. El tiempo que se utiliza escurriendo la fibra y descargándolo para conformar el producto final significa reducción en tiempo disponible para otras cargas. Para tal efecto se requiere hacer modificaciones a la pulpeadora en la que se logre un efecto de drenaje por ciclos como una lavadora, para al final poder recoger los líquidos desalojados por un lado y por el otro la fibra abierta y suave. Las reducciones en tiempo y en recuperación de material serían muy importantes para el proceso.

NOTA: Adicionalmente, se recomienda que las actividades de picado, pesaje de materia prima, alimentación a la marmita y traslado del material cocido a la pulpeadora, sea ejecutado por un hombre, pues se requiere fuerza en cada una de estas actividades, cuando se habla de tratar 1 tonelada de material vegetal al día. Operarias mujeres, serán de gran ayuda en las actividades del laboratorio, en la etapa de formación del papel artesanal, en su secado y arte final.

### **Variables del proceso por etapas**

Las siguientes son los parámetros que han sido identificados importantes en la definición de controles, evolución y efectividad del proceso de investigación:

**PICADO:** Tipo de material, cantidad a picar, tiempo de picado. Otro parámetro a medir es el número de repasos, utilizando el actual medio de picado, pues con él, se podrá definir el costo de energía que involucra tal actividad. El repaso es pasar por picadora dos o más veces un mismo material para lograr tamaños más apropiados.

**COCCIÓN:** Tiempo de cocción, cantidad de soda utilizada, cantidad de agua para preparación, cantidad de material cargado, cantidad de agua cargada, pH de entrada, pH de salida, presiones de operación.

**LAVADO:** Litros de agua utilizados, pH, tiempo de lavado.

**REFINADO:** Valor freeness, pH de la mezcla, cantidad de pulpa, cantidad de almidón, cantidad de xantán, cantidad de estearato, cantidad de agua. Peso final, humedad de la mezcla.

**CONFORMACIÓN DE PAPEL:** Cantidad de fibra utilizada, volumen de agua en tina, pH de la solución, cantidad de aglutinante, peso de alumbre, concentración de la dilución de alumbre, tiempo de agitación.

### **Resultados y Discusiones**

1. Se montó una planta piloto para el aprovechamiento de los residuos vegetales producidos por colibrí flowers y flores Funza, con miras a lograr un laboratorio amigable con el medio ambiente y acorde a los estándares internacionales que rigen la producción floricultora en Colombia, haciendo énfasis en la labor social que a través de él se pueda desarrollar.
2. Se diseñaron los espacios de la planta piloto de acuerdo a los análisis del terreno y la logística de implantación de placa e igualmente los diseños arquitectónicos para el adecuado funcionamiento y manejo de aguas residuales.
3. Se desarrolló una tecnología que aprovecha en forma eficiente los desechos vegetales de la floricultura, específicamente el trabajo con el clavel.
4. Se realizaron las primeras pruebas para la producción de una pulpa de celulosa que presenta gran potencial en especial por su volumen, y su fácil manejo en producción, estudiando a profundidad y adecuadamente podrá ser útil al sector y mercado floricultor, obteniendo productos para el empaque de sus flores y que sirva , para su exportación.

5. Dentro de las investigaciones realizadas se buscó mejorar las condiciones de manejo de los desechos y otras, identificadas en el taller de pulpa y papel de la universidad nacional, en el proyecto de investigación inscrito en el instituto de investigaciones tecnológicas, en lo relacionado con la longitud de fibra de clavel, su flexibilidad e impermeabilidad.

6. Otras pruebas realizadas con este material fueron las producidas en empaques geoméricamente diseñados, termo-formados donde se corroboró la capacidad de formación, teniendo en cuenta que se requiere un refinamiento en sus formulaciones y procesos con nuevos ensayos.

7. Los recursos asignados al proyecto fueron debidamente invertidos y utilizados, los cuales sirvieron de base para generar un estimativo de costos que permita su réplica en las otras fincas floricultoras de la sabana.

## Conclusiones

1. Como comprobación inicial se concluye que, a partir de los desechos vegetales generados por la floricultura, se obtuvo una materia prima que podríamos denominar pulpa, destinada a la elaboración de productos y subproductos para empaques.

2. El material obtenido como producto de esta investigación inicial, puede concluirse que es un material biodegradable.

3. Vemos que la cantidad de fibra producida en el sector floricultor es el generador de una industria que beneficia no sólo a la comunidad sino también al medio ambiente, en otras palabras el proyecto tiene un potencial social ambiental.

4. El convenio específico de cooperación celebrado entre la Universidad Nacional y la Asociación Colombiana de Exportadores, demuestra la viabilidad entre las investigaciones realizadas en la Universidad, su puesta en práctica en el sector industrial y productor del país, al poder unir entidad pública, entidad privada y academia.

## RECONOCIMIENTOS

Agradecemos especialmente al Ministerio de Agricultura de Colombia por su apoyo en la investigación, y las empresas que pusieron en práctica nuestra investigación, que son Colibri Flowers, Flores Funza, Asocolflores, Universidad Nacional y a todas aquellas personas que de una u otra manera nos colaboraron para llevar a cabo esta investigación.

## References

- [1] Datos suministrados por la Asociación Colombiana de Floricultores (ASOCOLFLORES)
- [2] Datos suministrados por la Asociación Colombiana de Floricultores (ASOCOLFLORES)  
Ravaioli Alexis, Vega Ariel, Evaluación de la Problemática de la Industria del papel en la Argentina. Argentina, 2004.

**Omar Fabian Bolivar Chaves:** Estudio Diseño industrial en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, durante su pasantía en Artesanías de Colombia conoció acerca de fibras naturales y sus diferentes aplicaciones, generando la preocupación de los residuos generados por estas, fue así como decidió plantear su trabajo de tesis en el aprovechamiento de dichos residuos, y luego de investigar conoció al profesor Luis Eduardo Garzón, director del taller de pulpa y papel de la Universidad Nacional y gracias a su asesoría desarrollo un proyecto de tesis llamado "Plan de aprovechamiento de residuos generados en el proceso de laminado de la Guadua Angustifolia Kunth", premiado en varias oportunidades, primero fue galardonado como mejor trabajo medio ambiental en los Premios Académicos de Diseño 2008, organizados por la Pontificia Universidad Javeriana, luego de su graduación en 2008, fue galardonado como el Mejor Trabajo de Grado de la Universidad Nacional de Colombia, y posterior mente fue la mejor tesis en el Salón de Diseño organizado por la misma institución, en 2009.

Luego buscando un material de residuo de procesos industriales para aplicar a gran escala el proyecto conoce el gremio



floricultor y todos sus requerimientos y se aplica el proyecto en esta industria teniendo excelentes resultados y muy buenos comentarios en las etapas realizadas.

**Luis Eduardo Garzón F.** Estudio Ingeniería Civil Universidad Santo Tomas de Aquino en Bogotá en 1976, luego buscando nuevos horizontes decidió estudiar Bellas Artes con Especialización en Grabado en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. En el año de 1982, realizo talleres de especialización de grabado con el Maestro Swetian Kraczyna, en Bogotá, también Talleres de especialización de grabado, Albert Ferrer Barcelona, en España en 1983, luego se fue al oriente donde realizo un posgrado en Grabado y Técnicas de La Pintura Tradicional de China, en Zhe Jiang Mei Shu Xue Yuang. Hangzhou, China, hacia 1987 y gracias a una beca Francisco de Paula Santander, del Fondo, Colcultura-Icetex Bogotá. En 1989 estudio una Maestría en Artes Plásticas y Visuales Universidad Nacional de Colombia. 2002.

Profesor invitado de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1989 a 1991

Director de la investigación de pulpa y papel a partir de los tamos de arroz sembrado sobre los lodos de la recuperación en la zona de Armero, Tolima. 1991

Profesor en Santa Clara Centro de Restauración Colcultura 1990

Profesor Universidad Externado de Colombia, Facultad de Restauración y conservación. 1992 1993

Profesor de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bellas Artes, Bogotá. 1989 1993

Asesoría, montaje y dirección artística del taller de grabado Wu Ediciones, Lima Perú. 1996 1997

Director y propietario del Taller El Tigre, Bogotá.

Ingreso como Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Bellas Artes.

Profesor de Posgrado en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Diplomado en Cuenca Del Pacífico con Énfasis en China, Bogotá. 1998 1999

Profesor en la Universidad del Atlántico para el diplomado Internacional en manejo y restauración de papel, en compañía de Juanita Kessel a cargo del centro de restauración de la Habana, Cuba, Barranquilla. 1998

Seminario ARTE Y POLITICA universidad Pedagógica Nacional. 2006

INVESTIGACIÓN FIBRA PULPA: Convenio único entra la Universidad Nacional de Colombia y Asocolflores, Montaje de planta piloto para la elaboración de pulpa y papel con residuos vegetales producidos por la Industria de la Floricultura en Colombia. Financiación Ministerio de Agricultura. 2009

**Yovana Caro Molano:** Estudio enfermería en la Universidad Nacional de Colombia, realizo especializaciones en gerencia de sistema de gestión de la calidad, gestión ambiental, administración de salud ocupacional y riesgos profesionales, luego realizo una maestría en medicina del trabajo y vigilancia epidemiológica, vinculada al gremio floricultor hace varios años, preocupada por la problemática de los residuos llega al proyecto como la cabeza visible de Flores Funza con los cuales se han realizado vínculos con el gremio papelerero, principal consumidor de nuestro producto final.