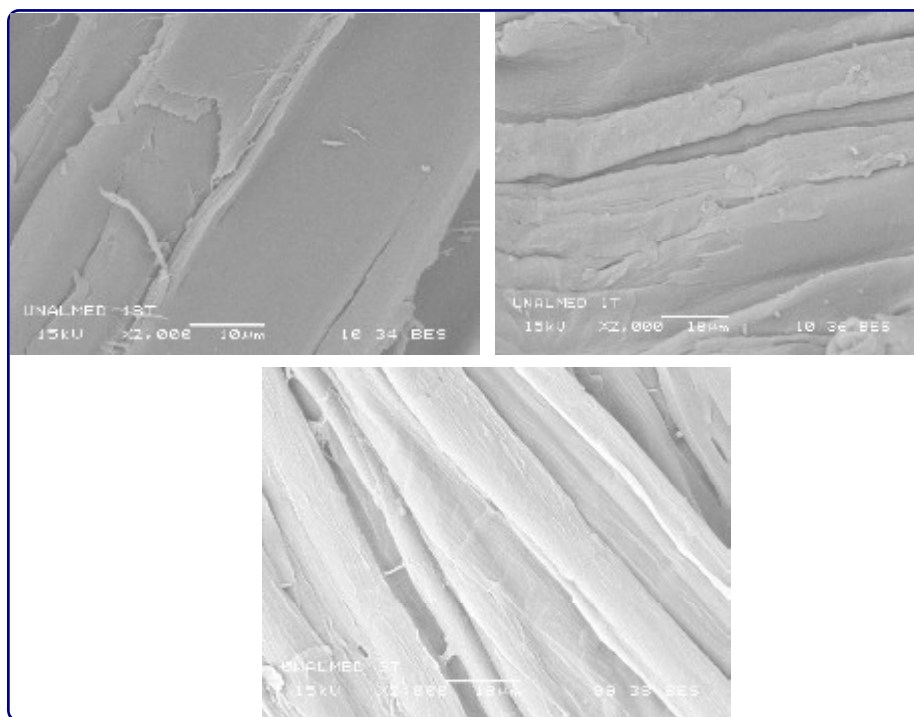


CUANTIFICACIÓN DE CELULOSA PROVENIENTE DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL MUEBLE



Laura Verónica Hernao, Ing.

Estudiante de Maestría - México

Laboratorio Diseño de Nuevos Productos

Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

Iván Darío Rojas, Ing.

Laboratorio Diseño de Nuevos Productos

Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

Germán Antonio Giraldo, Ph.D.

Laboratorio Diseño de Nuevos Productos

Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

ggiraldo@uniquindio.edu.co

RESUMEN

La utilización de los residuos de la industria del mueble ha originado gran expectativa por la posibilidad de aprovechar los materiales celulósicos para generar otros productos. De acuerdo con los procedimientos descritos en Technical Association for the Pulp and Paper Industries se separaron residuos de madera con base en el tamaño de la partícula (0,5, 1, 3 y mayores de 3 mm) y se procesaron utilizando la técnica de digestión química (ácida - básica) delignificando previamente el material. Las fibras de celulosa separadas fueron blanqueadas con una mezcla de ácido nítrico/etanol. Las muestras analizadas presentaron 1% de cenizas, 23% de lignina y 45% de celulosa. Los niveles de lignina en las partículas mayores a 3 mm presentaron diferencias significativas con respecto a los demás tamaños.

*Recibido: Septiembre 1 2009 *Aceptado: Octubre 8 2009

PALABRAS CLAVES

Celulosa, lignina, digestión, contaminación.

ABSTRACT

The waste furniture's industry has originated big expectation by the possibility to generate other products from celluloses materials. In accordance with the procedures described in Technical Association for the Pulp and Paper Industries, the waste of wood were separated with particles size (0,5, 1, 3 and main 3 mm) and processed by using the technician of chemical digestion (acid - basic) delignified previously the material. The celluloses fibers separate were bleached with nitric acid/ethanol solution. The samples analyzed presented ash (1%), lignine (23%) and celluloses (45%). The levels of lignine in the main particles to 3 mm, presented differences significant regarding the other sizes.

KEYWORDS

Celluloses, lignine, digestion, pollution

1. INTRODUCCIÓN

El departamento del Quindío en Colombia cuenta con cerca de 177 empresas que se dedican a la transformación de la madera, generando aproximadamente 17.000 toneladas de residuos al año, los cuales son reciclados como fuente de energía. Su utilización contribuye a contaminar el ambiente, por lo que se considera importante buscar otros usos para aprovechar estas materias primas. Los residuos madereros, ricos en celulosa, hemicelulosa, lignina y otras sustancias de bajo peso molecular, conocidas como sustancias extraíbles

(Browning, 1967; Fengel, 1984; Bland, 1985), pueden ser empleadas como materias primas en procesos agroindustriales de gran valor social y económico, disminuyendo su impacto ambiental.

La celulosa formada por la unión de moléculas β -glucosa, mediante enlaces β -1,4-O- glucosídico no ramificados cuya unidad estructural es la celobiosa, constituye el principal componente de la pared celular de los vegetales (Bruchmamm, 1985).

El-Sakhawy *et al.* (2006) realizaron estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas de celulosa preparada a partir de residuos agrícolas, utilizando hidróxido de sodio (NaOH) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) para extraer la celulosa con fines hidrolíticos. El producto obtenido se analizó de acuerdo con el tamaño de partícula, aplicando el método de microscopía electrónica de barrido, tecnología Horiba LB-500 (Wade, 1995).

El objetivo de este trabajo fue obtener celulosa a partir de los residuos de la industria maderera, purificándola por digestión ácido-básica y caracterizándola por métodos instrumentales.

2. METODOLOGÍA

Los residuos de la industria maderera (diversos tipos de especies maderables) fueron obtenidos de la industria del mueble Henao y Asociados de la ciudad de Armenia (Quindío). Se tomó una muestra representativa del material (500 g) para la caracterización química relacionada con las cenizas, lignina y celulosa.

La muestra para el análisis químico se preparó extrayendo los taninos, ceras, gomas, resinas, entre otros, utilizando una mezcla etanol-benceno; posteriormente se lavó con etanol y se sometió a extracción con etanol grado reactivo por 4 horas hasta la decoloración de la solución conforme con la norma TAPPI T 12 os – 75 (Technical Association for the Pulp and Paper Industries, 1978); finalmente el residuo se limpió con agua destilada y se secó a 105°C.

La determinación de cenizas se realizó siguiendo la norma TAPPI T 15 os-58 Technical (Association for the Pulp and Paper Industries, 1978), calcinando 1 g de

muestra a 575 °C.

DIGESTIÓN

Para cada uno de los ensayos descritos a continuación se utilizó material secado en un horno a 105°C hasta obtener peso constante.

Obtención de celulosa

A 4 g de muestra se le adicionó una mezcla etanol-ácido nítrico en relación 4:1, se sometió a reflujo durante 1,5 horas, se filtró y se lavó, luego nuevamente se sometió a reflujo en agua por 1 hora. Posteriormente se adicionó hidróxido de sodio (0,4 N) y se continuó el reflujo por 1 hora, se filtró, se lavó y después se le agregó hipoclorito de sodio. El producto final se filtró, lavó y secó a 105°C. Este tratamiento fue aplicado en cuatro tamaños de partícula (0,5, 1, 3 y 3 mm), realizando 6 réplicas por cada tamaño. Se cuantificó la fibra y el porcentaje de lignina.

Determinación del contenido de lignina

La determinación del contenido de lignina se realizó según la norma TAPPI T 222 os-74 (Technical Association for the Pulp and Paper Industries, 1978), utilizando 1 g del material seco y libre de extractos. El porcentaje de lignina se determinó según la ecuación :

$$\text{Porcentaje de Lignina} = \frac{W_{\text{lignina}}}{W_{\text{anhidro de la muestra}}} * 100\% \quad (\text{EC.1})$$

Determinación del contenido de celulosa

Se empleó el método modificado de Kurschner y Hoffer (Technical Association for the Pulp and Paper Industries, 1978); que consiste en adicionar a 1g de madera anhidra libre de extractos, una mezcla formada por etanol y ácido nítrico concentrado en relación 4:1, se llevó a reflujo en baño maría durante 30 minutos, se filtró repitiendo este proceso dos veces. Al residuo se le realizó un lavado con agua destilada caliente por una hora, posteriormente se sometió a un lavado con una solución saturada de acetato de sodio, seguido de agua destilada caliente. El residuo se secó a una temperatura de 105°C, se enfrió en un desecador y se pesó. El porcentaje de celulosa se

calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de celulosa} = \frac{P_{\text{or}}}{P_{\text{o}}} * 100\% \quad (\text{EC.2})$$

Donde:

P_{or} es el peso seco del residuo (g) y *P_o* es el peso anhidro de la muestra (g).

La celulosa obtenida se analizó por medio de microscopía electrónica de barrido en un microscopio Jeol 6310 (Jeol Instruments, Tokyo-Japan) y espectrofotometría IR en un espectrofotómetro IR ThermoNicolet-380. Por cada tratamiento se realizaron seis repeticiones. Los resultados mostraron el comportamiento de cada uno de los tratamientos, pudiendo determinar las diferencias estadísticas significativas entre ellos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza ANOVA simple, en un software Statgraphics centurión XIV.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados presentados en la Tabla 1 corresponden a la caracterización inicial de la materia prima en cenizas, lignina y celulosa, sin tener en cuenta el tamaño de partícula.

Tabla 1: Caracterización de la materia prima en cenizas, lignina y celulosa

MUESTRA	% Cenizas	% Lignina	% Celulosa
1	1,6435	28,683	45,412
2	1,4757	28,386	46,131
3	1,1251	28,739	46,327
Promedio	1,414±0,264	28,602±0,190	45,956±0,481

Los valores obtenidos para cada una de las determinaciones (Tabla 1) son similares a los reportados en las normas TAPPI para especies maderables en cuanto a contenido de cenizas 1%, lignina 16-30% y celulosa 38-51%, encontrando que sus valores son representativos para la extracción de celulosa.

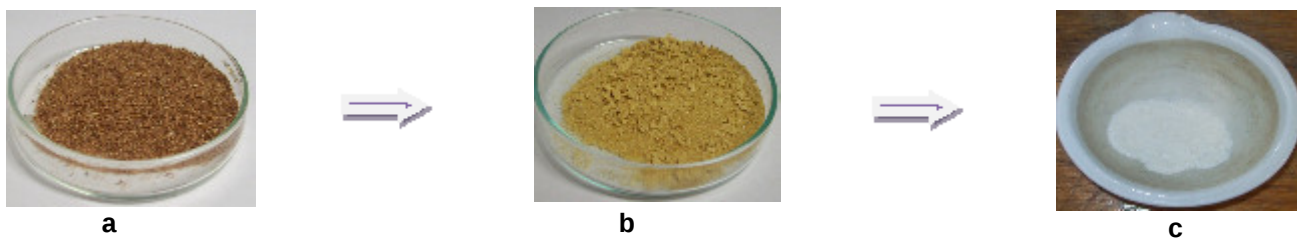


Figura 1. Comportamiento durante la digestión: **a)** muestra sin tratar, **b)** primera parte del proceso: digestión ácida **c)** segunda parte del proceso: digestión básica y lavado con NaClO.

Digestión

Los residuos de la industria maderera sometidos a digestión, presentaron el siguiente comportamiento y arrojaron los siguientes resultados:

Durante el proceso de digestión (adición de ácido nítrico) se observó un cambio de color y textura, provocado posiblemente por la degradación de las estructuras hemicelulósicas, lo que puede ser atribuido a una hidrólisis causada por la susceptibilidad de estas estructuras a los ácidos minerales.

El hidróxido de sodio, por su parte, realizó una despolimerización de la estructura compleja y amorfa de la lignina, facilitando la desagregación y separación de

la celulosa. El hipoclorito de sodio, agente blanqueador, retiró la lignina residual remanente en la fibra.

Las muestras obtenidas fueron sometidas al análisis de FTIR (Figura 2a) y se compararon con las muestras de la (Figura 2b) correspondiente al espectro de la celulosa grado reactivo.

La Figura 2b presenta el espectro IR de la celulosa grado reactivo (pureza 99,9%), en el se encontró una banda ancha característica de los grupos OH en la región de los 3.300 cm^{-1} , otra banda debida al estrechamiento C-H alrededor de los 2.900 cm^{-1} y vibraciones observadas cerca de los 1.640 cm^{-1} relacionadas con hemicelulosa y pectinas, que al compararlas con el espectro IR de la celulosa extraída de los residuos de la industria del mueble (Figura 2a) coinciden en forma significativa,

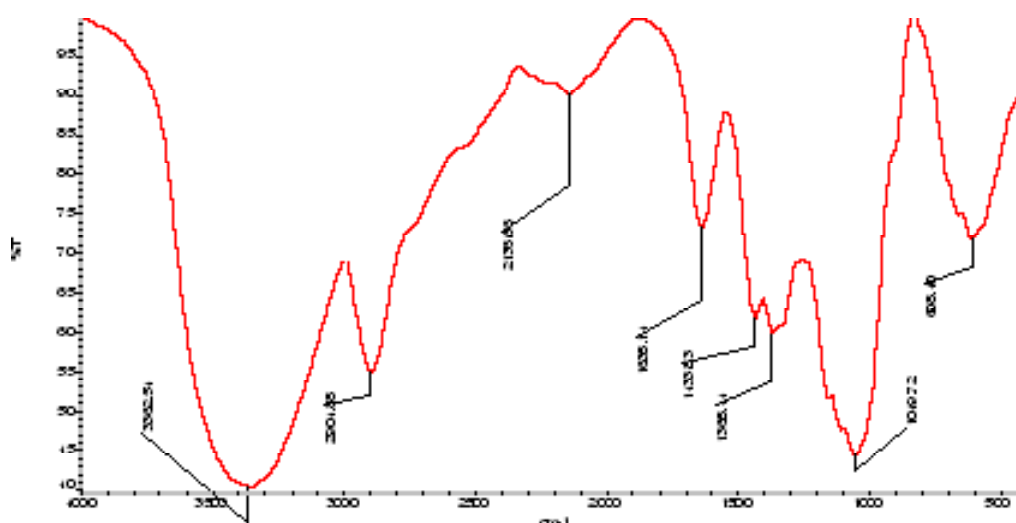


Figura 2a: Espectro IR de celulosa obtenida a partir de residuos madereros

Figura 2b: Espectro IR de celulosa sigma® con un 99,9% de pureza

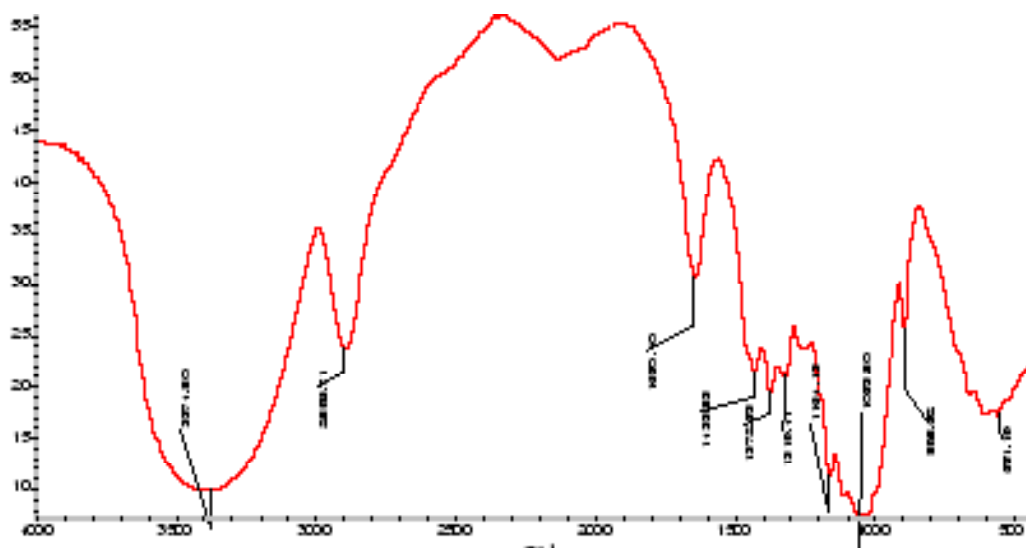


Figura 2b: Espectro IR de celulosa sigma® con un 99,9% de pureza

denotando una alta pureza en la celulosa obtenida lo que demuestra que el método utilizado es adecuado y eficaz para la obtención de celulosa. Con esta técnica se obtuvo un 45,9% de celulosa en base seca; al compararlo con los resultados obtenidos por G. Canché *et al.* (2005) y Bautista y Honorato (2005), quienes obtuvieron un rendimiento de celulosa del seudotallo del banano entre el 19 y 27%, permite concluir que es más eficiente la técnica empleada en los desechos de las industrias del mueble.

Tamaño de la partícula

Los distintos tamaños de partícula respecto al porcentaje de celulosa y lignina se evaluaron utilizando un análisis de varianza de un solo factor valorado con el método de Tukey, obteniendo la siguiente respuesta: la Figura 3, muestra una diferencia significativa entre los tamaños de partícula 0,5 y 3 mm y entre 0,5 y los mayores a 3 mm, mientras que entre 0,5 y 1 y 3, y entre 1 los mayores a 3 mm no presentaron diferencias significativas para extraer celulosa y lignina, por lo que se estima que los tamaños de partícula más recomendados son las de 3 mm o mayores.

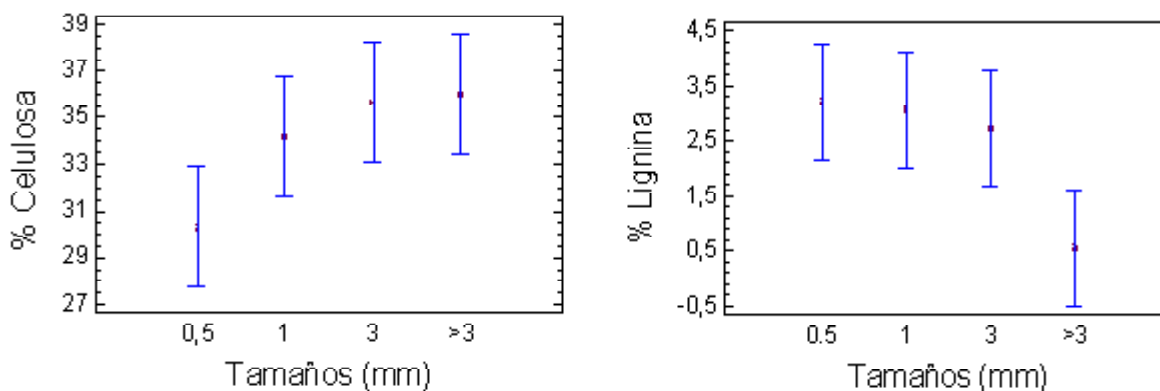


Figura 3: Evaluación del tamaño de partícula con respecto al % de celulosa y lignina.

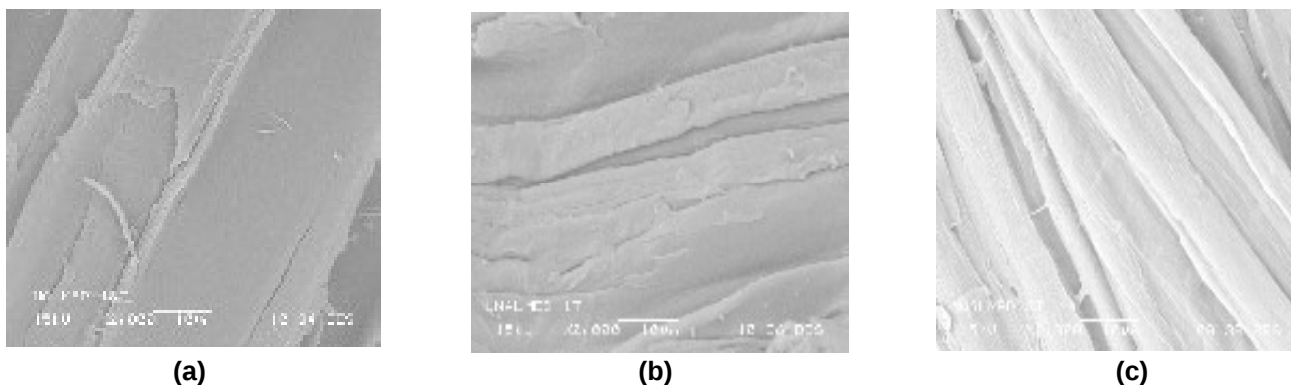


Figura 4. Microfotografías electrónicas de barrido: (a) Material sin tratar, (b) Muestra de 1mm de tamaño tratada (c) Muestra mayor a 3mm tratada.

Microscopía electrónica de barrido

Las muestras de residuos de madera se analizaron por microfotografías electrónicas de barrido utilizando el material crudo sin tratar; las muestras de 1 mm y las mayores a 3 mm ambas con tratamiento.

La microscopía electrónica de barrido (MEB) de la Figura 4 muestra diferencias apreciables entre la muestra sin tratar y las muestras tratadas y entre las tratadas con un tamaño de partícula de 1 mm y 3 mm; esto pudo haber sido causado por una posible saturación del sistema en las partículas de menor tamaño, lo que condujo a un encapsulamiento de la misma que provocó una mayor retención de la lignina en el material.

4. CONCLUSIONES

El análisis FTIR presentó una banda ancha característica de los grupos OH en la región de los 3.300 cm^{-1} , otra banda debida al estrechamiento C-H alrededor de los 2.900 cm^{-1} y vibraciones observadas cerca de los 1.640 cm^{-1} , relacionadas con hemicelulosa y pectinas, demostrándose alta pureza en la muestra extraída.

La microscopía electrónica de barrido (MEB) resultó ser más eficiente en la recuperación de celulosa que la empleada por otros investigadores.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bland, D. (1985). The composition and Analysis of eucalyptus wood. Appita, Vol. 38, 4:291-294.

Bautista, R. y Honorato, J. (2005). Composición química de la madera de cuatro especies del género Quercus. Ciencia forestal en México. 25 pp.

Browning, B. (1967) Methods of wood chemistry. Public. N.Y. London, Vol. 2, 800 pp.

Bruchmann, E. (1980). Bioquímica técnica. Editorial Verlag Eugen Olmer. España, 182 pp.

El-Sakhawy, M. (2006). Physical and mechanical properties of microcrystalline cellulose prepared from agricultural residues. Carbohydrate Polymers, 1–1, 10.

Fengel, D. y Wegener, G. (1984). Wood Chemistry, Ultrastructure Reaction. Walter de Gruyter. Berlín. 220 pp.

Canche, G., De los Santos, J., Andrade, S. y Gómez, R. (2005). "Obtención de celulosa a partir de los desechos agrícolas del banano". Información tecnológica, 16: 83-88.

Technical Association for the Pulp and Paper Industries. (1978). Acid insoluble in wood and pulp. TAPPI Test Method T 222 os-74. TAPPI PRESS, Atlanta.

Technical Association for the Pulp and Paper Industries. (1978). Ash in wood and pulp. TAPPI Test Method T 15 os-58. TAPPI PRESS, Atlanta.

Technical Association for the Pulp and Paper Industries. (1978). Preparation of extractive free-wood. TAPPI Test Method T 12 os-75. TAPPI PRESS, Atlanta.

Wade, L. (1995). Química Orgánica 2ª edición. Editorial Prentice Hall. México. pág. 1146, 1109-1110.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.