

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
ENERO/DICIEMBRE 2000 - VOLUMEN 10 - Nº 1 y 2



PULPEO Y CARACTERIZACIÓN DE RAQUIS DE BANANO (*Musa AAA*, "Giant Cavendish") BAJO LOS PROCESOS HIDROTÉRMICO Y TERMOQUÍMICO A LA SODA

María Lorena Blanco R.¹

Resumen

Se verificó la viabilidad técnica del raquis de banano de la variedad "Nanicão" (*Musa* grupo AAA, "Giant Cavendish"), proveniente de plantaciones de la región de Registro, Estado de São Paulo, en la producción de pulpa celulósica.

El material *in natura* y en forma de astillas, se benefició por dos procesos: hidrotérmico y termoquímico a la soda para producción de pulpa celulósica adecuada a los usos papeleros. Los materiales beneficiados fueron refinados en un refinador Jokro donde alcanzaron sus mejores propiedades mecánicas después de 60 minutos de refino.

Se concluye que es técnicamente viable la obtención de pulpas celulósicas hidrotérmica (HT) y termoquímica a la soda (TQS) con rendimientos promedio de aproximadamente 33% en base seca con relación al material original seco en cada caso. Las pulpas obtenidas poseen altas resistencias mecánicas a la tensión, explosión y rasgado; baja densidad aparente y alta permeabilidad al aire; además que son pulpas opacas y con mediano contenido de cenizas.

Summary

The technical viability of the cellulose pulp production from the "banana stem of the "Nanicão" variety (*Musa* group AAA, "Giant Cavendish"), from the plantations of Registro, São Paulo State, was verified.

The material *in natura* and in the shape of chips, was benefited (depithing) by two process: hydrothermal and soda thermochemical for the production of appropriate cellulose pulp for the papermaking uses. The benefits material were refined in a Jokro refiner where they reached their better mechanical properties after 60 minutes of refined.

It is concluded that the production of hydrothermal (HT) and soda thermochemical (TQS) cellulose pulp is technically feasible, with an average yield in dry base of 33% in relation to the original dry material in each case. The obtained pulps present high mechanical resistances to the tensile, burst and tear tests, low apparent density and high permeability to the air; beside that are opaque pulps and with medium content of ashes.

1. INTRODUCCIÓN

Desde 1978 la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica realiza estudios de pulpeo del raquis del banano, subproducto de la actividad bananera. Investigaciones sobre aspectos anatómicos, químicos y de pulpeo han llevado a los investigadores a concluir que se trata de una fibra larga, de buenas características para la formación de papel y de alta resistencia

mecánica (CHÁVES, 1981; LÓPEZ, 1981; SABORÍO, 1981; SHEDDEN, 1978; TORRES, 1981).

En Guatemala, algunos años después, con base en los resultados de las investigaciones costarricenses, la organización GTZ, de Alemania, financió un proyecto conjunto donde los investigadores del Instituto Centroamericano de

¹M.Sc., Ing., Prof. Esc. Ing. Química, Investigadora, Lab. Productos Forestales, UCR.

Investigación y Tecnología (ICAITI), estudiaron la producción de celulosa a partir de las diferentes partes de la planta de banano, como el pseudotallo, las hojas y el raquis o pinzote, llegando a determinar la viabilidad técnica y económica de la producción de celulosa y papel, en pequeña escala, por los procesos químicos al sulfato y organosolvente (ICAITI, 1988b).

Brasil, mayor productor de banano del mundo, se interesó por estos estudios y decidió realizar un trabajo de investigación mayor en la parte beneficiada a través un proyecto de investigación de maestría realizado por la autora y del cual se presenta un extracto en este artículo.

La tendencia de Brasil es direccionar su producción de banano para la exportación, debiendo surgir en un futuro cercano la necesidad de aprovechar de la mejor manera posible los residuos del banano después de su embalaje.

Actualmente en ese país, entró en funcionamiento la primera fábrica de pulpa química de la planta de banano, en Recife, la cual tuvo una inversión de trescientos cincuenta mil dólares (\$350 000).

En Costa Rica, el Laboratorio de Polímeros (POLIUNA) de la Universidad Nacional estudia también el aprovechamiento de estas fibras para la obtención de ligninas y productos a partir de ellas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado fue raquis de banano de la variedad Nanicão, procedente de la región del Vale do Ribeira, Municipio de Registro, Estado de São Paulo, Brasil. Específicamente, se trata de material recolectado en las plantaciones de la empresa "Bananas Magário", en la edad de corte del racimo de banano, que en esta región es de 12,5 meses, siendo la variedad analizada

un triploide de *Musa acuminata* (AAA), del subgrupo Cavendish (MOREIRA, 1987).

El Municipio de Registro, se sitúa en el extremo sur del Estado de São Paulo, en la zona fisiográfica del litoral de Iguape. La posición de la sede municipal es: 24° 29' 14" de latitud sur y 47° 50' 17" de longitud W.Gr, distando 161 kilómetros, en línea recta, de la Capital del Estado. El clima es caliente con las siguientes variaciones térmicas: promedio de las máximas 38 °C; promedio de las mínimas 18 °C, promedio compensado 23 °C. La precipitación pluvial varía entre 1300 a 1500 mm. Los suelos son caracterizados por latosoles rojo-amarillo y podzólico rojo-amarillo, con textura arcillosa y gleys y suelos hidromórficos. (IBGE, 1958).

A partir del raquis de banano en su forma natural fueron hechas astillas en forma manual, con ayuda de un cuchillo, cortando en el sentido longitudinal del largo del raquis. Fueron medidas las dimensiones de las astillas: longitud en el sentido longitudinal, ancho en el sentido transversal, y espesor en el sentido radial, con ayuda de un paquímetro. Después de esto, fueron calculados los valores promedio, mínimos y máximos para cada dimensión y su coeficiente de variación.

Las astillas de raquis fueron beneficiadas por procesos hidrotérmicos y termoquímicos a la soda, para eliminar los materiales no fibrosos. Después de ellos el material obtenido fue lavado para eliminarle el licor residual, siendo enseguida desagregado por cinco minutos, para mejorar la separación de los materiales no fibrosos de los haces de fibras y simular la desintegración que puede ocurrir en el proceso a nivel industrial. Para esto fue empleado un desagregador semejante al descrito en la norma T-205 (TAPPI, 1992). Posteriormente el material fue depurado durante veinte minutos en una malla plana vibratoria tipo Somerville. En los tratamientos hidrotérmicos y termoquímicos con tiempos de cocción de 3 horas, la fracción "medula" tenía un aspecto gelatinoso e hinchado, semejante a los mencionados y

obtenidos por otros investigadores (ATCHINSON, 1972; ABD EL-REHIM & TARABOULSI, 1987).

Como es usual, se trató de determinar el número de Kappa de las pulpas obtenidas, mas esto no fue posible, pues no se verificó constancia de los resultados. Esto se debe a la presencia de una cantidad grande de material no fibroso (tejido parenquimático) junto con la pulpa, lo que tornaba la norma para ejecución de este ensayo inadecuada, pudiendo ser objeto de estudios futuros.

Los tratamientos hidrotérmicos y termoquímicos con carbonato de calcio al 10% y con hidróxido de sodio a 5%, sin presión y con tres horas de cocción fueron efectivos y produjeron prácticamente la misma limpieza de las fibras, obteniéndose alrededor de 33% de fracción "fibras", variando solamente en la proporción de fracción "médula".

Con el objetivo de obtener pulpa celulósica, las fracciones "fibras" de raquis beneficiadas fueron tratadas en un refinador Jokro, a cuatro diferentes periodos de tiempo: 30, 45, 60 y 90 minutos. Después, de cada tiempo de refino, fue determinada la resistencia al drenaje ($^{\circ}$ SR), por un método normalizado (C10M-1996, de ABTCP) en revisión.

Para cada tiempo de refino fueron preparadas hojas manuales en una formadora del tipo Rapid Koethen, de aproximadamente 60 g/m², que fueron dejadas en acondicionamiento según la norma P4 (ABTCP/IPT, 1994).

Las pulpas obtenidas fueron caracterizadas en cuanto a sus propiedades: fisicomecánicas, superficiales y contenido de cenizas.

Fueron determinadas las siguientes propiedades físicas de las hojas formadas: el gramaje P6 (ABTCP/IPT, 1994), el espesor P5 (ABTCP/IPT, 1994), la densidad aparente fue calculada como el espesor del papel (μ m) dividido por el gramaje en base seca (g/m²) según la

norma P5 (ABTCP/IPT, 1994), siendo que el valor inverso de ésta corresponde al volumen específico y la permeabilidad al aire determinada según la norma P32 (ABTCP/IPT, 1994).

También, fueron determinadas las propiedades mecánicas de las pulpas obtenidas a los cuatro tiempos de refino expresadas como longitud de ruptura y alargamiento según P8 (ABTCP/IPT, 1994), y los índices de rasgado según la norma P9 (ABTCP/IPT, 1994), explosión según la norma P8 (ABTCP/IPT, 1994) y tensión y el contenido de cenizas por el proceso de incineración en estufa, según la norma T-211 (TAPPI, 1992).

3. RESULTADOS

En los tratamientos hidrotérmico y termoquímico sin presión se emplearon tiempos de cocción de 3 horas, por ser tratamientos más simples para ser hechos en pequeña escala; producen buenos grados de beneficiado ("fibras" más limpias, menos "médula" y más "solubles"), además de requerir el uso de equipos más simples. Se prefirió el tratamiento termoquímico con NaOH 5% con relación al termoquímico con CaCO₃ 10 %, por ser un reactivo más común en la producción de celulosa para papel y de pulpas para disolución, de aquí en adelante este tratamiento fue denominado de "tratamiento termoquímico a la soda", para diferenciarlo del proceso a la soda fría, usualmente empleado en el procesamiento de plantas anuales.

Tabla No. 1. Rendimientos de beneficiado

PROPIEDAD	TIPO DE BENEFICIADO	
	HT	TQS
Temperatura (°C)	95	95
Relación sólido/líquido (%)	1/20	1/20
Tiempo de cocción (h)	3	3
Concentración de NaOH (%)	0	5
pH	9,3	5,7
Sólidos totales (%)	1,50	1,24
Densidad (g/mL)	1,003	0,995
Rendimiento (% en masa en base seca)	35,1	30,6

HT: proceso hidrotérmico
TQS: proceso termoquímico a la soda

Los resultados de las características físicas, superficiales y químicas se presentan en la tabla No. 2.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Abd el-rehim, S.A.; Ttaraboulsi, M.A. Mechano chemical depithing of bagasse: In: TAPPI. Non-wood plant fiber pulping. Atlanta, TAPPI Press, 1987. p.137-143. (Progress Report, 17).
- [2]. ABTCP/IPT. Manual de normas técnicas: pasta celulósica e papel. São Paulo, 1994. V.1, 49p.
- [3]. Amador, G. *Estudio de alternativas pra el tratamiento y utilización del raquis de banano*. San José, 1992. 219p. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).
- [4]. Atchison, J. E. Review of bagasse depithing. Reprinted from Proc. ISSCT, 14, 1972. p.1202-1217.
- [5]. Blanco, M. L. *Beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira "Nanicão" (Musa Grupo AAA), "Giant Cavendish"*. Tesis de Maestría. Universidade de São Paulo, 1996.
- [6]. Chaves, M. *Pulpeo mecânico de raquis de banano, pino y poró*. San José, 1981. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).
- [7]. ICAITI. The production of fibres from the stem of the banana fruit by retting, with simultaneous generation of the effluents with a mixed culture of alge. Guatemala, 1988a. p.1-8. (Projeto: Integrated utilization of banana plant. Final Report).
- [8]. IBGE. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1994. p.132, 145.
- [9]. IBGE. Enciclopédia dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro, 1958. 30. p.20-21
- [10]. ICAITI. The production of pulp and paper from the stems of the fruit, pseudostems of the leaves of the banana plant, using conventional (Kraft, full soda) and non conventional process (organosolv). Guatemala, 1988b. p.1-53. (Projeto: Integrated utilization of banana plant. Final Report).
- [11]. López, E. *Producción de papel a partir de raquis de banano*. San José, 1981. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).
- [12]. Moreira, R. *Banana: teoria e prática de cultivo*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.3-25, 85-107.
- [13]. Saborio, C.M. *Producción de papel y cartón a partir de raquis de banano*. San José, 1981. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).
- [14]. Shedden, M. *Estudio de raquis de banano (Musa giant cavendishii Lambert) e investigación de sus posibles usos*. San José, 1978. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).
- [15]. TAPPI. Technical test methods. Atlanta, 1992.
- [16]. Torres, M. *Propiedades fundamentales de la fibra de raquis de banano (Musa giant cavendishii)*. San José, 1981. (Licenciatura en Ingeniería Química - Universidad de Costa Rica).

Tabla No. 2. Caracterización de las pulpas

CARACTERÍSTICA	PULPA HIDROTÉRMICA		PULPA TERMOQUÍMICA A LA SODA	
	x	s	x	s
CONDICIONES DE REFINO				
Tiempo de refinó (minutos)	60	--	60	--
Resistencia al drenaje ($^{\circ}\text{SR}_c$)	39	--	35	--
PROPIEDADES FÍSICAS				
Gramaje (g/m^2)	61.7	--	59.7	--
Espesor (μm)	162	10	136	6
Densidad aparente (kg/m^3)	381	13	440	17
Volumen específico (cm^3/g)	2.63	0.10	2.28	0.10
PROPIEDADES SUPERFICIALES				
Permeabilidad al aire (s/100 ml)	179	28	403	22
Permeabilidad al aire ($\mu\text{m Pa/s}$)	0.73	0.1	0.32	0.02
PROPIEDADES MECÁNICAS				
Índice de tensión (Nm/g)	69.9	8.2	78.9	8.0
Longitud de ruptura (m)	7682	901	8671	879
Alargamiento (%)	2.6	0.4	2.5	0.3
Índice de rasgado ($\text{mN m}^2/\text{g}$)	8.9	0.5	11	0.8
Índice de explosión (kPa)	2.6	0.2	5.6	0.4
PROPIEDADES QUÍMICAS				
Inorgánicos (% base seca)	1.71	--	1.44	--
Sequedad (% base seca)	91.41	0.05	92.28	0.05
x: valor promedio; s: desviación estándar				