

OBTENCIÓN DE PAPEL A PARTIR DEL PINZOTE DE BANANO (MUSA PARADISIACA)

OBTAINING PAPER FROM THE BANANA FINCH (MUSA PARADISIACA)

Mendoza-Vélez Cristhian Javier^{1*}; Vera-Loor José Edwin²

^{1,2} Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo – Ecuador.

***Correo:** cris-1991mendoza@hotmail.com

RESUMEN

Debido que el pinzote es una parte de la planta del banano con buena densidad de fibra, es posible utilizarlo para la obtención de celulosa, siendo esta la materia prima con la que se elabora el papel. El presente trabajo tiene como propósito desarrollar un proceso de obtención de papel diferente a los tradicionales, implementando cálculos y fundamentos ingenieril obtenidos de diferentes fuentes bibliográficas, los cuales son necesarios para brindar una forma y textura adecuada a nuestro producto. Se evalúa y a su vez se compara mediante la literatura, que exista un alto porcentaje de confianza para emplear concentraciones de Hidróxido de Sodio (NaOH) más aceptables, llevándose a cabo ensayos y siendo estos sometidos a procesos en condiciones diferentes, obteniendo el mejor resultado al adicionar 20% de Hidróxido de Sodio (NaOH) a una temperatura de 120°C en un tiempo de 120 minutos.

Palabras claves: Banano, musa paradisiaca, papel, pinzote.

ABSTRACT

Because the pinzote is a part of the banana plant with good fiber density, it is possible to use it as a raw material to obtain cellulose, this being the compound with which they make paper. The purpose of this work is to develop a process for obtaining paper different from the traditional ones, implementing calculations and engineering foundations obtained from different bibliographic sources, which are necessary to provide a suitable shape and texture to our product. It is evaluated and in turn it is compared through the literature that there is a high percentage of confidence to use more acceptable concentrations of Sodium Hydroxide (NaOH), carrying out 5 tests and being these subjected to processes under different conditions, obtaining the best result when add 20% of Sodium Hydroxide (NaOH) at a temperature of 120°C in a time of 120 minutes.

Keywords: Banana, paradisiacal muse, paper, pinzote.

1. INTRODUCCIÓN

En los países de México, Nicaragua y Colombia ya existen algunos estudios realizados sobre el uso de fibras no maderables. En Costa Rica, motivados por el proyecto piloto sobre la producción de papel a partir de la fibra del pinzote de plátano, emprendido por EARTH en 1991, tres compañías locales (papel natural de Costa Rica y CONAPA) han completado estudios orientados hacia la utilización de estas fibras para la producción comercial de productos de papel (Alarcón & Marzocchi, 2015; Calle et al., 2014; Cortez, 2014).

Basados en estudios ya realizados se ha mencionado ciertos autores por haber obtenido papel a partir de residuos orgánicos, no obstante, el propósito de nuestra investigación es evidenciar resultados a través de los ensayos y análisis obtenidos y de esta manera incentivar a grupos de personas a continuar con la elaboración de papel a partir del pinzote de banano y así implementar su propia industria.

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales y métodos.

En la ilustración 1, se muestra un diagrama general de bloques del proceso para obtención de papel a partir del pinzote de la planta de banano.

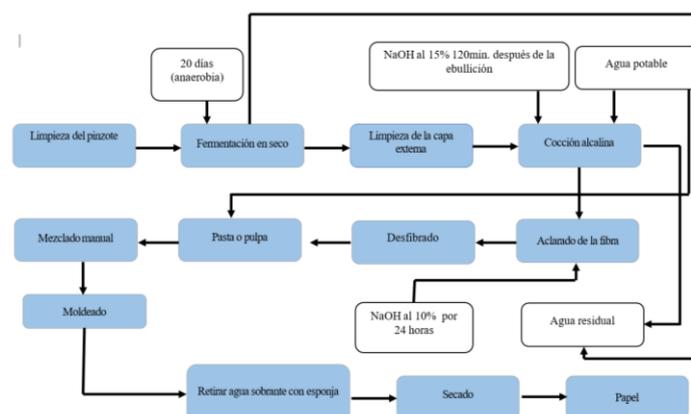


Ilustración 1. Diagrama general de procesos.

2.1.1. Materia prima

Se extrae la parte externa que envuelve y enmascara a las fibras.

2.1.2. Fermentación

El pinzote se almacena en un contenedor de plástico, cemento u otro material que preste las condiciones similares a la de un reactor anaerobio, permaneciendo en un periodo de entre 15 a 20 días, aislado del oxígeno externo y a medida que transcurre el tiempo existirá una fermentación anaerobia donde se eliminaran gomas, pectinas, carbohidratos, almidones y azucares, logrando que este proceso favorezca la posterior cocción y el refinado. La fermentación provoca el ennegrecimiento de la parte más externa del pinzote debido a la descomposición de la hemicelulosa, zona que eliminaremos de forma manual antes de proceder a la cocción.

2.1.3. Cocción alcalina

El proceso es necesario para la eliminación de la lignina, componente de la planta que rodea y enmascara la fibra de celulosa; para ello se ensayaron varias cocciones, variando el porcentaje de alcalinidad y el tiempo de cocción en sí mismo.

2.1.4. Obtención de Fibras

Las fibras obtenidas después de la cocción están provistas de una buena resistencia y disponen de un 6% de lignina residual, es decir, que aún se torna de un color oscuro.

2.1.5. Lavado y aclarado

Una vez cocido el pinzote se lava con abundante agua limpia hasta eliminar todo resto de alcalinidad y lignina disuelta, esta fibra se puede aclarar mediante blanqueo con hidróxido de sodio (NaOH) al 10% durante un periodo de 24 horas dando como resultado un color rubio claro.

2.1.6. Desfibrado

La longitud de fibra varía entre 2,5 y 3 mm. Ya sea la fibra oscura o aclarada con lejía, podemos batirla en pila naginata o pila holandesa.

2.1.7. Mezclado

El batido en pila naginata se hace durante 15 minutos y provoca un desfibrado parcial sin corte, el papel obtenido tiene buena estabilidad y una formación mejorable.

2.1.8. Refino

El refino en pila holandesa puede hacerse justo hasta el desfibrado total del pinzote con lo que obtenemos un papel similar al anterior o bien hasta el mayor corte de la fibra.

2.2. Cálculos de balances

En la tabla 1 se pueden observar los cálculos para los respectivos balances de masa y de energía.

Tabla 1. Ecuaciones de balance de masa y de energía.

Balance de masa	
Ecuación de igualación de masa del sistema	Masa entrada = Masa salida + Masa acumulada
Balance de energía en el generador de vapor	
Calentamiento	$Q_c = m \cdot c_p \cdot \Delta T$
Evaporación	$Q_e = m \cdot \lambda$
calor total consumido en el generador de vapor	$Q_T = Q_c + Q_e$

2.3. Determinación de Número de Kappa

El número Kappa es una evaluación de la cantidad de lignina que está presente en la pulpa, determina la cantidad de cloro que debe ser añadido a la misma si el objetivo es un producto de papel procesado blanco. Los altos números Kappa requieren más Hidróxido de Sodio NaOH, mientras que los números más bajos tienen menos lignina y necesitan cantidades bajas de Hidróxido de Sodio NaOH. Este número también se conoce a veces como la medición del brillo de la pulpa.

3. RESULTADOS

3.1. Balance de masa

Mediante el balance de masa se pudo evaluar la obtención de papel a partir de los residuos de la planta del banano del tipo *Musa Paradisiaca*, siendo el pinzote dicho residuo, en el cual a partir de 19.08 lb se puede obtener 0.15 lb de papel,

utilizando una concentración al 20% de NaOH en el blanqueamiento del mismo, esto debido a que el NaOH elimina la lignina la cual da la pigmentación amarillenta al papel.

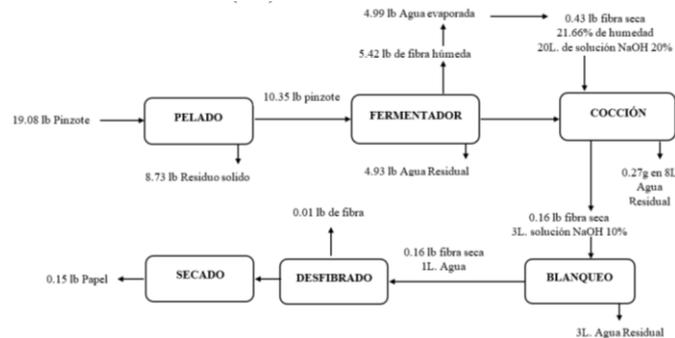


Ilustración 2. Resultados de Balance de masa utilizando el 20% de NaOH.

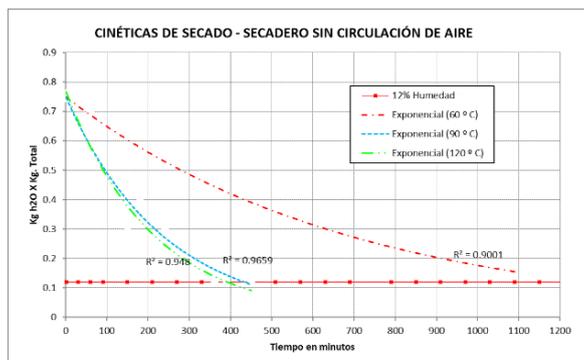
Tabla 2. Balance de calor, energía y masa del secado de túnel.

Balance de calor para el secador de túnel		
Producto $L = 0,032 \text{ Kg S.S/h}$ $C_p = 1,944 \text{ KJ/Kg.K}$ $X_c = 0,76 \text{ Kg H}_2\text{O/Kg S.S}$	SECADOR	Producto $L_s = 0,032 \text{ Kg S.S/h}$ $X_c = 0,10 \text{ Kg H}_2\text{O/Kg S.S}$
Air $T_1 = 40^\circ\text{C}$ $H_1 = 0,012 \text{ Kg H}_2\text{O/Kg s}$		Air $T_2 = 39^\circ\text{C}$ $H_2 = 0,010 \text{ Kg}$
Balance de calor	Balance de energía	Balance de masa
$GH' Ls_1 + I_{s_1} H' s_1 = GH' Ls_2 + I_{s_2} H' s_2 + Q$ $H' G_1 = C_s (T_1 - T_0) + H_1 \lambda_0$ $H' G_1 = 1,027 (40-0) + 0,012 (2501)$ $H' G_1 = 71,092 \text{ KJ/Kg A.s.}$ $H' G_2 = C_s (T_2 - T_0) + H_2 \lambda_0$ $H' G_2 = [1,005 + 1,88 H_2] (39-0) + H_2 (2501)$ $H' G_2 = 39,195 + 73,32 H_2 + 2501 H_2$ $H' G_2 = 39,195 + 2574,32 H_2$ $H' s_1 = C_{ps} (T_{s1} - T_0) + X_1 C_{pa} (T_{s1} - T_0)$ $H' s_1 = 1,944 (23,2-0) + 0,76 (4,187) (23,2-0)$ $H' s_1 = 118,93 \text{ KJ/Kg s.}$ $H' s_2 = C_{ps} (T_{s2} - T_0) + X_2 C_{pa} (T_{s2} - T_0)$ $H' s_2 = 1,944 (36-0) + 0,10 (4,187) (36-0)$ $H' s_2 = 85,06 \text{ KJ/Kg s.}$	$GH' G_1 + I_{s_1} H' s_1 = GH' L_2 + I_{s_2} H' s_2 + Q$ $G (71,092) + 0,032 (118,93)$ $G (39,195 + 2574,32 H_2) + 0,032 (85,06)$ $71,092 G + 3,81 = 39,195 G + 2574,32 GH_2 + 2,72$ $31,897 G = -1,09 + 2574,32 GH_2$	$G = H_1 + L_s X_1 = GH_1 + L_s X_2$ $G (0,012) + 0,032 (0,76) = GH_1 + 0,032 (0,10)$ $0,012 (-0,034 + 80,70 GH_2) + 0,024 = GH_1 + 3,2 \cdot 10^{-3}$ $-4,08 \cdot 10^{-4} + 0,968 GH_2 + 0,024 = GH_1 + 3,2 \cdot 10^{-3}$ $-0,032 GH_1 = -0,020$ $GH_1 = -0,020 / -0,032$ $GH_1 = 0,625$ $G = -0,034 + 80,70 (0,625)$ $G = 50,40 \text{ Kg. A.s/h}$ $H_2 = 0,625 / 50,40$ $H_2 = 0,0124 \text{ Kg. H}_2\text{O/Kg. A.s}$
Flujo de Aire		
Datos: $G = \text{Flujo de aire} = 50,40 \text{ Kg.A.s/h}$ $p_{\text{air}} = 0,013 \text{ Kg/m}^3$ $A = 0,060 \text{ m}^2$		
$V' = \frac{50,40 \frac{\text{Kg A.s}}{\text{h}}}{0,013 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = \frac{3876,92 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0,060 \text{ m}^2} = 64615,33 \frac{\text{m}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 17,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$		

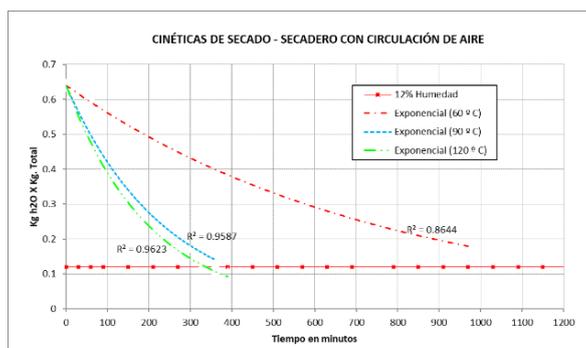
Mediante los cálculos de balances realizados para el secador de túnel, los cuales se plasmaron en la tabla 2, se pudo determinar el flujo de aire, siendo este $G = 17,94 \frac{m}{s}$.

3.2. Cinética de secado.

Los gráficos 1 y 2 se puede evaluar la cinética de secado obtenida con diferentes temperaturas, siendo estas 60, 90 y 120°C, además de la ausencia y presencia de circulación del aire, obteniendo un papel de textura rígida y suave, de color ámbar.



Gráfica 1. Cinéticas de secado - secadero sin circulación de aire.



Gráfica 2. Cinéticas de secado - secadero con circulación de aire.

En la tabla 3, se describe que la fibra después de haber sido sometida a los parámetros ya descritos se observa que gran parte de ellas se disuelve dando como resultado una textura agradable, y un rendimiento mayor. Además, se determinó el número de kappa mediante titulación, donde el permanganato de potasio se encontraba en exceso frente a la celulosa, es decir, la celulosa se saturó o alcanzó el punto de blanqueamiento, debido que el permanganato reduce a la materia orgánica.

Tabla 3. Concentración de NaOH 20%.

Caracterización del papel	
Cantidad de fibras (Kg)	0.1954
Concentración (NaOH)	20%
Tiempo (min.)	120
Temperatura (°C)	120
PH del agua residual. después del reactor	8.64
S.S. del A.R. (mL/L)	65
Rendimiento (%)	2.867
Rendimiento general (%)	0.785
Nº Kappa	1.53

4. DISCUSIÓN

Estudios realizados por More (2019) en la obtención de papel, obtuvo rendimientos de 2.61%, mientras en nuestro trabajo se mejoró ese rendimiento a 2.87%, esto al utilizar una concentración del 20% de NaOH, un tiempo de 120 min y a una temperatura de 120°C.

Turrado (2009) en sus estudios obtuvo una concentración de 13% de lignina, no obstante, al haber usado los parámetros anteriormente mencionados, se pudo disminuir la concentración de lignina, la cual está encargada de dar la pigmentación marrón al papel, obteniendo de esta manera una concentración de 6% de lignina y aclarando de esta manera el producto final.

Peña et al., (2002) menciona que se puede obtener fibra de 4 hasta 40 mm, que pueden ser utilizadas para papeles de alta resistencia. Como se puede apreciar al compararlas con las longitudes de las otras fibras. Se puede destacar que la longitud de las fibras obtenidas en nuestro estudio varía entre 2,5 y 3 mm, siendo una gran diferencia a lo obtenido por Turrado (2009) siendo estas de 0.7 – 1.25 mm, lo cual permitió obtener un papel de mayor resistencia y calidad.

Finalmente, con los datos expuestos se demuestra que los resultados obtenidos son positivos, superando a los datos bibliográficos expuestos anteriormente.

5. CONCLUSIONES

Se aprovecharon los residuos agrícolas del pinzote de cultivo de banano de forma eficiente en la generación de papel, fundamentando los resultados con estudios realizados y antecedentes citados.

Se obtuvo un papel de textura suave y color ámbar al haber trabajado con una concentración de hidróxido de sodio determinada y a un determinado tiempo. Una vez realizada la cinética de secado con dos equipos diferentes a una misma temperatura y un mismo intervalo de tiempo, el secador de túnel proporciona un flujo directo de aire caliente proporcionándole mayor eficiencia y así lograr que nuestro producto cuente con aspectos físicos deseables para su distribución.

REFERENCIAS

- Alarcón, L. C., & Marzocchi, V. A. (2015). Evaluation for paper ability to pseudo stem of banana tree. *Proc. Mater. Sci*, 8, 814-23.
- Calle, N., Fernandez, E., Godoy, M., Sempertegui, F. y Patiño, K. F. (2014). Elaboración de papel a partir de fibras vegetales no maderables (Pinzote de plátano). Universidad Autónoma "Gabriel René Moreno"- Bolivia.
- Cortez Vega, A. E. (2014). Elaboración de Papel a base de residuos de banano. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1706>
- More Calero, J. L. (2019). Aprovechamiento del residuo de pinzote del cultivo de banano para la obtención de pulpa de papel.
- Peña Giraldo, J.A. y Gonzales Peña, R.O. (2002). Estudio de prefactibilidad para la producción de pulpa para papel aprovechando los desechos del cultivo del platano en la región del Viejo Caldas. Universidad Nacional de Antioquia, Manizales (Colombia). Facultad de Ciencias y Administración
- Turrado, J., Saucedo, A. R., Sanjuán, R., & Sulbaran, B. (2009). PINZOTE de *Musa balbisiana* y *Musa acuminata* como Fuente de Fibras para Papel. *Información tecnológica*, 20(4), 117-122.