

ELABORACION DE PAPEL BIODEGRADABLE A PARTIR DE HOJAS DE MAIZ BLANCO (Zea mays L.)

PRODUCTION OF BIODEGRADABLE PAPER FROM WHITE CORN (Zea mays L.)

Christian John Minaya Luna¹,
Gracia Isabel Galarreta Oliveros²,
Wilson Daniel Símpalo López³,
Nayda Analy Bonifacio Maza⁴,
Guillermo Segundo Miñan Olivos⁵

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI
Trujillo – Perú

RESUMEN

Debido a los altos niveles de contaminación que se producen durante las últimas décadas y la necesidad de innovar los procesos productivos, se busca nuevas alternativas en la producción de celulosa para la fabricación de papel, ya que la tala indiscriminada de árboles afecta considerablemente al medio ambiente, por tal razón, esta investigación tiene como objetivo estudiar la obtención de pulpa celulósica para la producción de papel, empleando un residuo como las hojas de maíz, en variedad blanca. Para esta investigación, se tomaron como factores de prueba del experimento las hojas de maíz blanca, peróxido de hidrogeno e hidróxido de sodio. El proceso se realizó mediante el secado de las hojas de maíz, pesado, molienda, cocción de las hojas sumergidas en hidróxido de

-
- 1 Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo – Chimbote, Perú
 - 2 Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. – Chimbote, Perú
 - 3 Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. – Chimbote, Perú
 - 4 Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. – Chimbote, Perú
 - 5 Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. – Chimbote, Perú

sodio a temperatura de 95°C, lavado con agua destilada, blanqueado de la fibra con peróxido de hidrogeno, moldeado y prensado de la pasta celulósica. Para determinar la luminosidad del papel se empleó el método CIELAB, haciendo uso de un colorímetro CR-400. El análisis de resultados se realizó utilizando la metodología de superficie de respuesta donde las variables independientes fueron la concentración de peróxido y la concentración de hidróxido de sodio y la variable respuesta fue la luminosidad del papel. Se concluyó que los parámetros óptimos para obtener una mayor luminosidad del papel, fueron hidróxido de sodio una concentración de 2.31% y del peróxido de hidrogeno una concentración de 20.19%.

Palabras claves: *pulpa celulósica / peróxido de hidrogeno / hidróxido de sodio.*

ABSTRACT

Due to the high levels of pollution that have occurred during the last decades and the need to innovate the production processes, new alternatives are sought in the production of pulp for the manufacture of paper, since the indiscriminate cutting of trees affects the environment considerably, for this reason, this research has as objective to study the production of pulp cellulosic for the production of paper, using a residue as the leaves of maize, in white variety. For this research, white maize, hydrogen peroxide and sodium hydroxide leaves were used as test factors for the experiment. The process was carried out by drying the corn leaves, weighing, grinding, baking the sheets submerged in sodium hydroxide at a temperature of 95 ° C, washing with distilled water, bleaching the fiber with hydrogen peroxide, molding and pressing of the cellulosic pulp. To determine the brightness of the paper, the CIELAB method was used, using a CR-400 colorimeter. The analysis of results was performed using the surface response methodology where the independent variables were peroxide concentration and sodium hydroxide concentration and the variable response was the luminosity of the paper. It was concluded that the optimum parameters to obtain a greater luminosity of the paper, were sodium hydroxide a concentration of 2.31% and of the hydrogen peroxide a concentration of 20.19%.

Key words: *cellulose pulp / hydrogen peroxide / sodium hydroxide*

INTRODUCCIÓN

El papel es un material básico para la sociedad del siglo XXI, se emplea para la escritura, la impresión, el empaquetado y para numerosos fines especializados, por lo que su demanda en el mercado aumenta de manera progresiva; este crecimiento junto con la disminución de los recursos (árboles) y la conciencia ambiental, ha multiplicado la posibilidad de utilizar papel elaborado a base recursos que no se utilizan para otros fines, como lo son las hojas de mazorca.

En la actualidad, debido al innumerable crecimiento en la demanda de papel y los problemas ambientales que genera su producción, muchas personas se han puesto la tarea de investigar alternativas para obtener papel con procesos

económicos y más amigables con el medio ambiente. Tales investigaciones son encaminadas al uso del papel de desecho como materia prima para la producción del papel.

Teniendo en cuenta que el ciclo del papel inicia en el bosque, es de vital importancia para las industrias de la celulosa y del papel, impulsar en la medida de lo posible el desarrollo forestal y la utilización racional de los recursos forestales. Es necesario complementar lo anterior con una cultura del reciclaje, con la utilización de los residuos generados con otras fibras utilizadas en la fabricación de celulosa y la producción sustentable del papel; todo ello en la búsqueda de un desarrollo con calidad y beneficios ambientales, económicos y sociales de trascendencia para las generaciones actuales y las futuras. (Conafor, 1992; Prado, 2007).

En la actualidad principalmente se obtiene papel a partir de material celulósico proveniente de la tala de árboles afectando a la biodiversidad. Debido a esto es importante investigar el uso de otras materias primas como fuente de celulosa para la producción de papel. La pulpa celulósica obtenida de hojas de maíz, se presenta como una alternativa de materia prima, por sus grandes ventajas de ofrecer, entre sus principales ventajas tenemos: el aprovechamiento de un residuo generado por las industrias, además del contenido celulósico que es adecuado para la fabricación de papel. Las hojas de la mazorca de maíz es una materia prima poco utilizada después de la cosecha del maíz en las zonas agrícolas del Perú y en la mayoría de los casos los productores se deshacen de ella incinerándola en los campos de siembra ocasionado un perjuicio al medio ambiente.

El presente trabajo de investigación surgió de la necesidad de plantear algunas ideas para el aprovechamiento de residuos y darles un valor agregado, además de plantear una alternativa que permita reducir la excesiva deforestación de los bosques para la elaboración del papel, cuya actividad genera contaminación y destrucción del ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODO

En la presente investigación, para la elaboración de papel a partir de hojas de mazorca de maíz, se siguió la metodología propuesto por Mackenzie. C.; Rodríguez. J. (2017).

El procedimiento inicia con la recepción de la materia prima (hojas de mazorca de maíz), dicha materia prima provino de la ciudad de Nuevo Chimbote. A continuación, se procedió a secar las muestras a una temperatura de 80°C por 12 horas, empleando para ello una estufa Memmert. Luego del secado se procedió a moler las hojas secas a grano fino en un molino manual. La materia prima ya molida se sometió a cocción en solución de hidróxido de sodio (NaOH)

en un rango de concentración del 0.5% a 2% y una temperatura promedio de 95°C controlándola con la ayuda de un termómetro durante una hora, la muestra se deja en esta solución por 4 días. El producto obtenido es tamizado separando la fibra de licor negro, la fibra obtenida es lavada con agua destilada. A continuación, se procede a la operación de blanqueado, para ello se sometió la muestra a peróxido de hidrogeno en un rango de concentración de 20 a 30% por 1 hora. La muestra tratada con peróxido de hidrogeno es tamizado, la fibra obtenida es lavada con agua destilada para eliminar el resto del solvente. La fibra obtenida es moldeada en láminas de 50 x50 cm y prensada por 30 min. Las láminas obtenidas son secadas es una estufa a 80°C por 20 minutos, obteniendo el papel a partir de hojas de mazorca de maíz. El papel obtenido se sometió a la determinación de la luminosidad empleando el método CIELAB.

Para determinar el número de experimentos se empleó la metodología de superficie de respuesta empleando el diseño Compuesto Central Rotable. La matriz de experimentos fue generada por el software Stat Grafic 5.1 y se presenta en el cuadro N°1:

Cuadro N°1: Matriz Experimental

BLOQUE		HIDROXIDO	PERÓXIDO
1	1	0.5	30
2	1	2	30
3	1	0.12934	25
4	1	2	20
5	1	1.25	25
6	1	2.31066	25
7	1	0.5	20
8	1	1.25	25
9	1	1.25	18
10	1	1.25	32

Fuente: Software Stat Grafic 5.1

En la figura N° 1 se muestra el diagrama detallado del proceso de elaboración de papel a partir de mazorca de maíz.

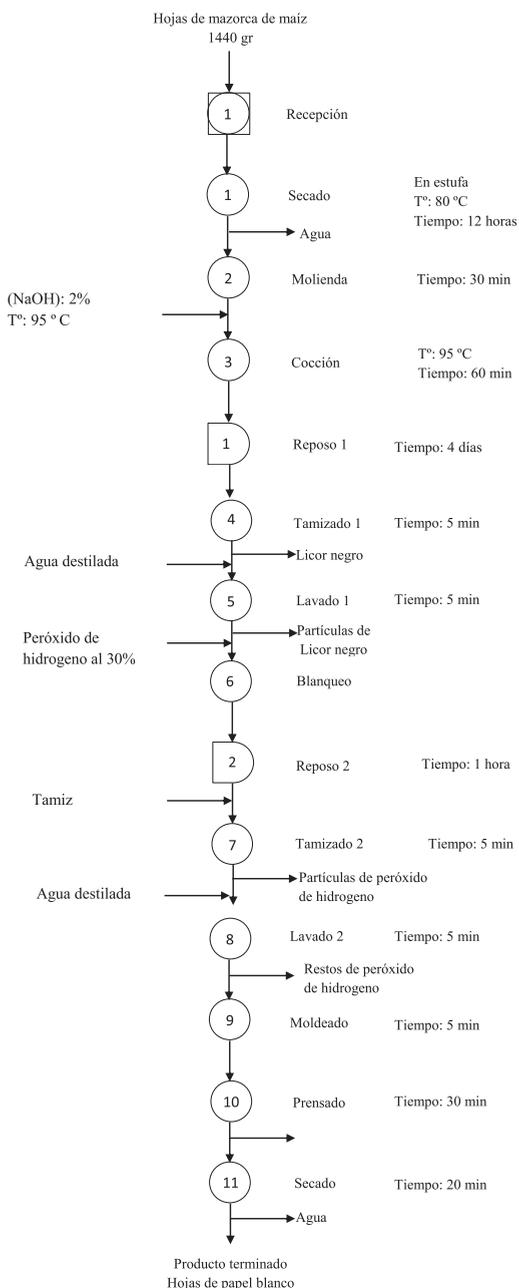


Figura N° 1. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa celulósica de mazorca de maíz para la elaboración de papel blanco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro N°2, se presenta los resultados de la matriz de experimentos, en este cuadro se detallan cada uno de los resultados de cada experimento. Las variables que se manipularon fueron concentración de hidróxido de sodio en un rango 0.5 a 2% y peróxido de hidrogeno en un rango de entre 20 a 30%. La variable respuesta fue la luminosidad del papel.

Cuadro N°2: Resultados de los Experimentos

	BLOQUE	HIDRÓXIDO DE SODIO	PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	LUMINOSIDAD
1	1	0.5	30	81.35
2	1	2	30	91.96
3	1	0.12934	25	89.88
4	1	2	20	93.14
5	1	1.25	25	86.48
6	1	2.31066	25	94.84
7	1	0.5	20	84.43
8	1	1.25	25	89.04
9	1	1.25	18	95.86
10	1	1.25	32	70.92

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Los resultados obtenidos fueron procesados por el software Stat Grafic 5.1, en la Grafico N° 1 se muestra la superficie de respuesta de los resultados

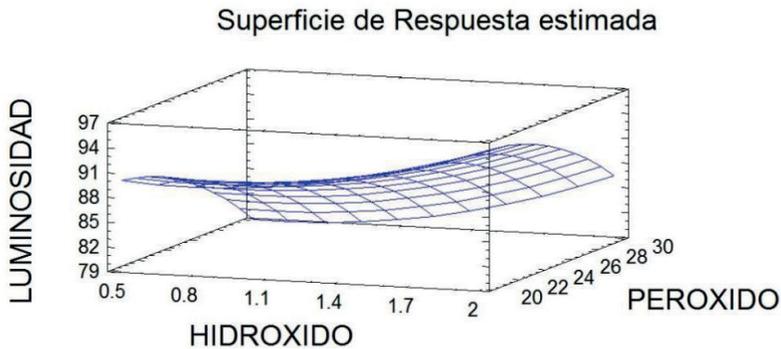


Grafico N°1: Superficie de respuesta de Luminosidad del papel en función del % de Hidróxido de sodio y peróxido de hidrogeno.

En el Grafico N°1 se muestra la interacción entre las variables % de hidróxido de sodio y % de peróxido de hidrogeno y su efecto sobre la luminosidad, podemos notar en este grafico que a menor concentración de hidróxido de sodio se requerirá de mayor concentración de peróxido de hidrogeno para obtener una luminosidad relativamente alta; mientras que, a mayor concentración de hidróxido de sodio, se requerirá de menor concentración de peróxido de hidrogeno para obtener una luminosidad alta y adecuada para elaboración de papel. Sin embargo, de manera general la concentración de peróxido de hidrogeno determina la luminosidad del papel.

Cuadro N° 3: Parámetros óptimos en función de la luminosidad del papel

Respuesta Optimizada			
Meta: maximizar LUMINOSIDAD			
Valor Optimo = 98.9872			
Factor	Inferior	Mayor	Óptimo
HIDRÓXIDO DE SODIO	0.18934	2.31066	2.31066
PERÓXIDO DE HIDROGENO	117.9289	32.0711	20.1992

Fuente: Elaboración Propia (2017)

El cuadro N°3 muestra los parámetros óptimos para obtener un rango de luminosidad mayor en la elaboración de papel, a partir de hojas de mazorca de maíz, estaos parámetros son: hidróxido de sodio en una concentración de 2.31% y del peróxido de hidrogeno de 20.19% para obtener una luminosidad de 98.9872.

La ecuación del modelo ajustado para obtener la variable respuesta (luminosidad) para cualquier nivel de las variables (hidróxido de sodio y de peróxido de hidrogeno) es la siguiente:

$$LUMINOSIDAD = 61.6264 - 8.82756 \times \%HIDROXIDO + 3.30087 \times \%PEROXIDO + 4.01999 \times \%HIDROXIDO^2 + 0.126667 \times \%HIDROXIDO \times \%PEROXIDO - 0.0889494 \times \%PEROXIDO^2$$

Cuadro N° 4: Análisis de varianza (ANOVA)

Fuente	Suma de	G1	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
Cuadrados					
A:	86.6882	1	86.6882	2.43	0.1937
HIDROXIDO					
B:	195.333	1	195.333	5.48	0.0492
PEROXIDO					
AA	23.3747	1	23.3747	0.66	0.4633
AB	0.9025	1	0.9025	0.03	0.8812
BB	22.606	1	22.606	0.63	0.4702
Error Total	142.459	4	35.6147		
Total (corr.)	505.846	9			

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Con respecto a los análisis estadísticos de los experimentos se utilizó el ANOVA, el cual se muestra en el cuadro N°4. Este análisis nos muestra que hay una diferencia en la Luminosidad del papel cuando varía las concentraciones de peróxido de hidrogeno; la variación de los otros factores no afecta significativamente en la luminosidad del papel.

CONCLUSIONES

En la producción de papel a partir de hojas de maíz blanco se determinó que el factor que influye significativamente en el nivel de luminosidad es el porcentaje de peróxido de hidrogeno.

Los parámetros que nos permiten obtener un mayor nivel de luminosidad (98.98) en el papel elaborado a partir de hojas de mazorca de maíz blanco son 2.31% de hidróxido de sodio y 20.19% de peróxido de hidróxido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- León C., y Fuentes, M. (2012). *Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno*. Cartagena: c. f.
- Hurtado, C. (2011). *Plantas útiles para la elaboración de artesanías en el departamento del Cauca*. Colombia: Issn
- Conafor (Comisión Nacional Forestal). (1992). *Ley Forestal Abrogada 2003, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. México: DF
- Greenpeace, A. (2006). *El futuro de la producción de celulosa y las técnicas de producción más favorables para el medio ambiente*. Argentina: Alba.
- Guillén J., Mori S., y Paucar, L. (2014). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. subnigrovioláceo*. *Scientia Agropecuaria*.
- Hernández, M. *Elaboración y caracterización del papel artesanal de la corona del fruto de dos variedades de piña Ananas comosus..*
- Prado, M. et al. (2012). *Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta*. *Madera y bosques*.
- Centeno, M., Yanibeth, K., y Romero Castro, L. (2015). *Obtención de Bioetanol a partir de la coronta (olote) del maíz variedad HS-5, por el método de hidrólisis ácida diluida-Fermentación separada, laboratorios de química UNAN-Managua, I-II semestre 2015* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Mostacero, J., Mejía, F., y Gamarra, O. (2002). *Taxonomía de los fanerógamos útiles del Perú. Volumen II. Trujillo: Editora Normas Legales, 868-870*.
- The National Institute for Occupational Safety and Health. (2015). Hoja de seguridad II – Hidróxido de sodio.
- Otiniano, V. (2012). *Actividad antioxidante de antocianinas presentes en la coronta y grano de maíz (Zea mays L.) variedad morada nativa cultivada en la ciudad de Trujillo*. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo..
- PAUCAR, Luz; et al. (2011). *“Estudio del maíz morado (Zea mays (L.) Var. Subnigrovioláceo), como alimento funcional”*. Departamento Académico de Agroindustria.

- Prado, M. (2007). *Aprovechamiento de las hojas de maíz para la obtención de nuevas envolturas para tamales*. México: Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- REAVES. (2001). *Arqueología del maíz*. En Reavez (ed), *Arqueología del maíz* (pp. 35-40). México: Prentice.
- Sansoni, E., Antonio, J., y Gamero Collado, D. (1988). *Obtención de colorante a partir del maíz morado*.
- Valvoliv, J., y Spender, R. (2000). *Origen del maíz*. En J. Valvoliv, y R. Spender (eds), *Origen del maíz* (pág. 120-134). México: Prentice.