

**Titulo:
Optimización del Consumo
Energético del proceso de
Refinación para la obtención
de pastas papeleras**

**Optimization of Energy Con-
sumption of the refining pro-
cess to obtaining of pulp mix-
ture.**

Agustín García Rodríguez,

**Facultad de Química y Farmacia, Universidad Centra “Marta
Abreu” de Las Villas. Santa Clara. Cuba.**

e-mails: agarcia@uclv.edu.cu y nsantosc@uclv.edu.cu

Resumen

En el trabajo se desarrolla una Metodología para la Optimización del Consumo Energético del proceso de Refinación de pulpas, sobre la base de la denominada Refinación del tipo Secuencial, que permita ajustar, con el mínimo costo energético, la calidad de la pasta para un tipo determinado de papel. Se utiliza el Método de Diseño de Experimentos de Enrejado Simple, para estudios de mezclas de tres o más componentes con un reducido número de experimentos y teniendo en cuenta las restricciones necesarias del proceso y calidad del producto. Se aplica en este caso para un tipo de pulpa de papel de desecho. Se demuestra que solo es necesario refinar fracciones de la pulpa a procesar hasta un grado idóneo para obtener una pasta óptima que permita alcanzar solo el grado de desarrollo de propiedades necesario para su reuso y evitar que se agote demasiado la fibra lo que la ayude a soportar mayor

Abstract

In this work is developed a Methodology for the Optimization of Energy Consumption of the refining process to obtaining of pulps, on the base of the denominated Refinement of the Sequential type that allows to adjust, with the minimum energy cost, the quality of the mixture of the pulps for a certain type of paper. The Method of Design of Experiments of Simple Lattice is used, for studies of mixtures of three or but components with a reduced one number of experiments and keeping in mind the necessary restrictions of the process and quality of the product. It is applied in this case for a type of pulp of waste paper. It is demonstrated that alone it is necessary to refine fractions of the pulp to process until a suitable degree to obtain a good mixture that allows to reach alone the degree of necessary development of properties for their reuse and to avoid that it is drained too much

Palabras clave:

Key words:

Introducción

La refinación es una de las etapas más consumidoras de energía en la industria del papel, cuyo índice de consumo se reporta en dependencia del tipo de papel, la pulpa empleada y el equipo refinador que utilice.¹ El papel de desecho actualmente es una de las opciones más económicas para la producción de muchos tipos de papeles.

En la actualidad el desarrollo tecnológico de los procesos, equipos y productos químicos ha permitido potenciar esta materia prima alcanzándose un elevado grado de recirculación de la misma.

La refinación es por excelencia el proceso más efectivo para restaurar propiedades a la pulpa del papel de desecho, ya sometida anteriormente a condiciones de refinación, secado y disolución, en ocasiones repetidas veces, por lo que un controlado trabajo de refinación de la pulpa de papel de desecho contribuye no solo al ahorro energético sino a la conservación del potencial papelero del mismo, que puede activarse en otro reciclaje posterior de la pulpa.²

En este sentido los trabajos de refinación secuencial representan una opción muy interesante, permiten producir un tipo de papel utilizando mezclas de papel de desecho a diferentes grados de refinamiento de forma que alcancen la calidad requerida y no sea necesario procesar todo el volumen de pulpa y, por tanto, afectar un mínimo solamente, a partir de una composición óptima de la formulación de la pasta, que por lo general puede incluir hasta tres componentes del mismo desecho molidos o no a diferentes grados Schopper Riegler.

El Método de Enrejado Simple, presenta propiedades especiales como diseño de experimento para desarrollar estudios de mezclas de tres o más componentes con un reducido número de experimentos y varias restricciones a considerar, como es el caso de las propiedades que rigen la calidad del papel, muchas veces con desarrollos contradictorios al proceso de refinación de las pastas.³

Estudios de formulaciones de pastas papeleras de alto contenido de pulpas de bagazo y papel de desecho; que demuestran la potencia del método,⁴ han sido realizadas anteriormente.

La aplicación de los mismos considerando una misma pulpa de papel de desecho a diferentes grados de refinado en términos de gasto energético, (Kw.-h/t), permite alcanzar una región óptima de operación que limite la cantidad de pulpa que requiere ser refinada a diferentes costos energéticos para obtener una pasta con las propiedades requeridas para alcanzar el producto deseado.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó con papel de desecho blanco de importación (de Canadá) utilizado en la Papelera Jatibonico para la producción de papel de offset de 75 g/m².

El papel fue sometido a un proceso de hidratación y desfibración convencional y posteriormente fue refinado a dos niveles de potencia de molida constante de 50 y 200 Kw.h/t.

El estudio de molida de la pulpa a diferentes potencias se efectuó en un refinador de Simple Disco de Laboratorio Defibrator tipo D Sueco de 8 pulgadas de diámetro, operando bajo las condiciones siguientes: Ángulo de cuchilla de 60 grados. Carga específica de borde de 1 N.

Posteriormente, mezclas de pulpas refinadas a dos potencias diferentes de molida y pulpa no refinada, constituyen la pasta ternaria que, mezclada homogéneamente en las proporciones establecidas en cada caso, según el diseño de experimentos del método de Enrejado Simple, forma hojas de pruebas convencionales según las normas DIN correspondientes establecidas en equipos del tipo Rapid Koethen. Las principales propiedades físico-mecánicas obtenidas son reportadas en la tabla 2, determinadas según las propias normas DIN. Esta información fue procesada de acuerdo al diseño experimento obteniéndose un modelo de mezcla del tipo cúbico especial que describe adecuadamente el comportamiento de las variables estudiadas sobre las propiedades de las hojas.

Tabla 1. Diseño de Experimentos

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Resumen del Diseño

Tipo de Estudio	Mezclas	Experimentos 10
Diseño inicial	Simplex Lattice	

Modelo de Diseño Cúbico Especial

Resp	Propiedad	Unid.	Obs.	V. Mínimo	V. Máximo	Modelo
Y1	Opacidad	%	10	92,07	96,78	Cúbico
Y2	Brillantez	%	10	66,76	72,3	Cúbico
Y3	Rasgado	mNm/m	10	359,0	525,0	Cúbico
Y4	L.Ruptura	Km	10	1,66	6,24	Cúbico

Componente Unidad Tipo Low Act. High. Act. Low Cod High Cod

A	0 Kwh-t	Mixture	0,000	1,00	0,000	1,000
B	50 Kwh-t	Mixture	0,000	1,00	0,000	1,000
C	200 Kwh-t	Mixture	0,000	1,00	0,000	1,000
			Total = 1,00			

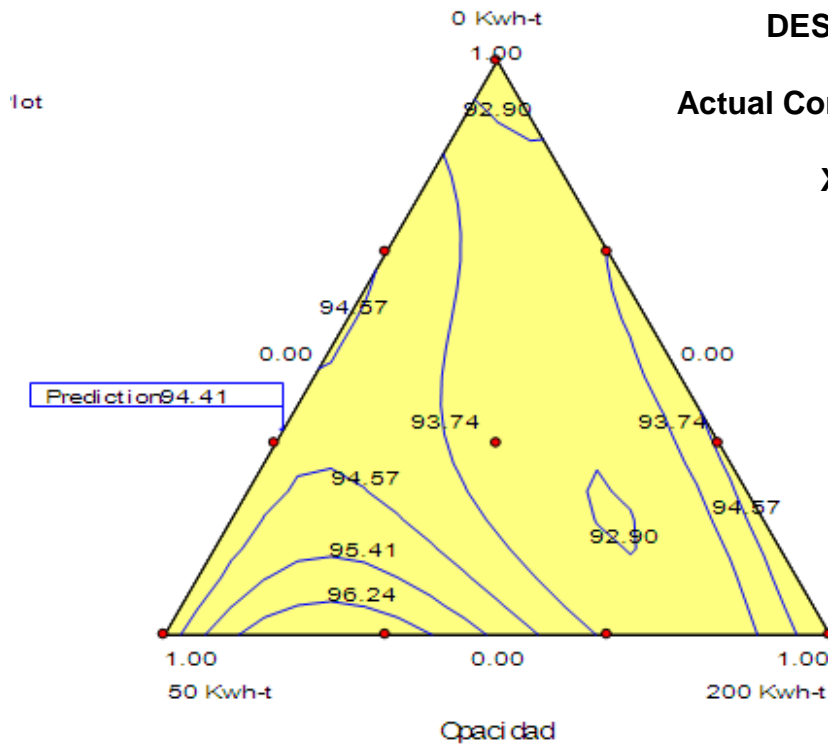
Tabla 2. Datos Experimentales

DATA EXPERIMENTAL

Corridas	Potencia Molida (Kw.-h/t)			Opac.	Brill.	Rasg.	L.R.
	0	50	200				
	Formulación de la Pasta (%)						
9	0,00	0,33	0,67	93,60	67,35	383	3,2
1	1,00	0,00	0,00	92,07	71,35	359	1,66
7	0,00	1,00	0,00	93,97	69,98	419	6,24
5	0,33	0,33	0,33	93,31	70,59	407	2,8
10	0,00	0,00	1,00	95,65	66,76	407	3,18
2	0,67	0,33	0,00	94,52	72,37	437	2,4
8	0,00	0,67	0,33	96,78	68,43	425	3,3
4	0,33	0,67	0,00	94,37	70,00	441	2,9
3	0,67	0,00	0,33	93,74	71,15	525	2,4
6	0,33	0,00	0,67	94,70	70,93	471	2,8

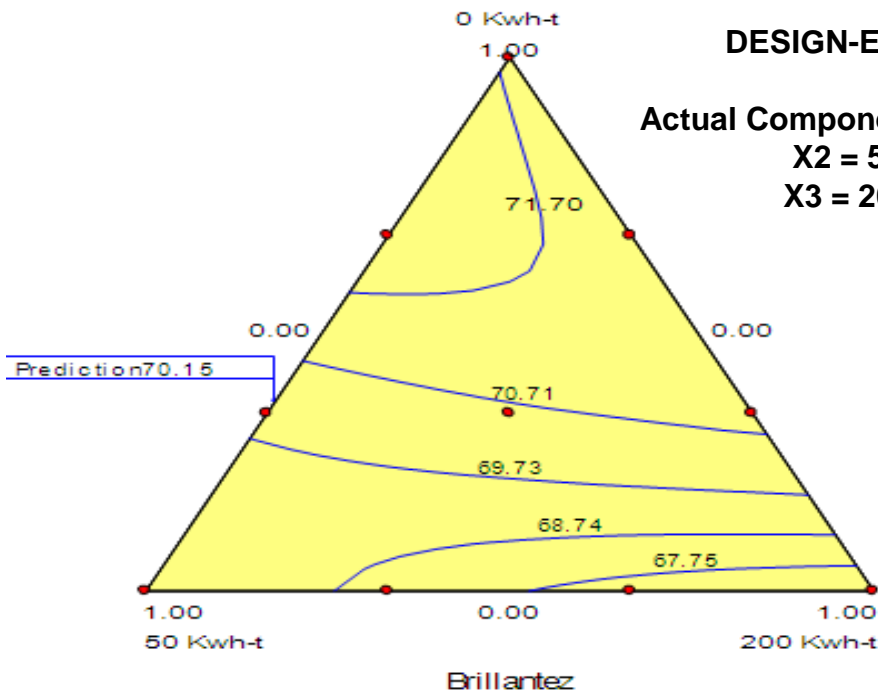
DESIGN-EXPERT Plot

Actual Components: X1 = 0 Kwh-t
X2 = 50 Kwh-t
X3 = 200 Kwh-t



DESIGN-EXPERT Plot

Actual Components: X1 = 0 Kwh-t
X2 = 50 Kwh-t
X3 = 200 Kwh-t



DESIGN-EXPERT Plot

Actual Components: X1 = 0 Kwh-t
 X2 = 50 Kwh-t
 X3 = 200 Kwh-t

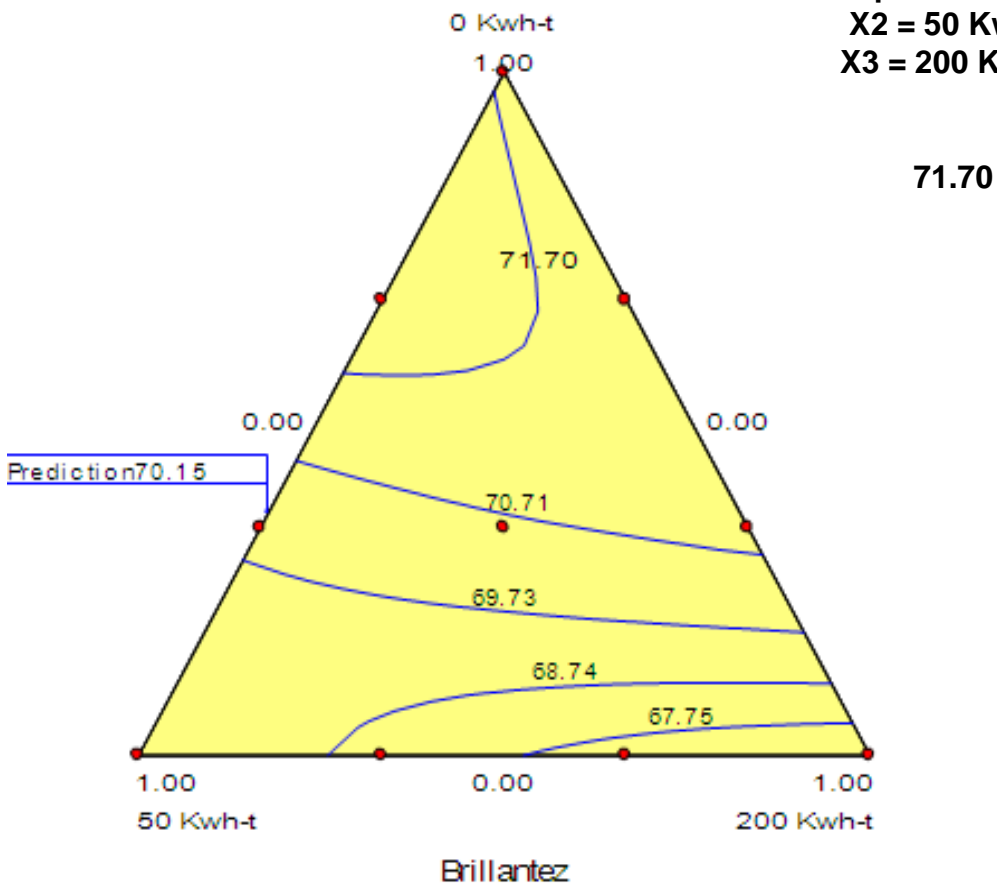
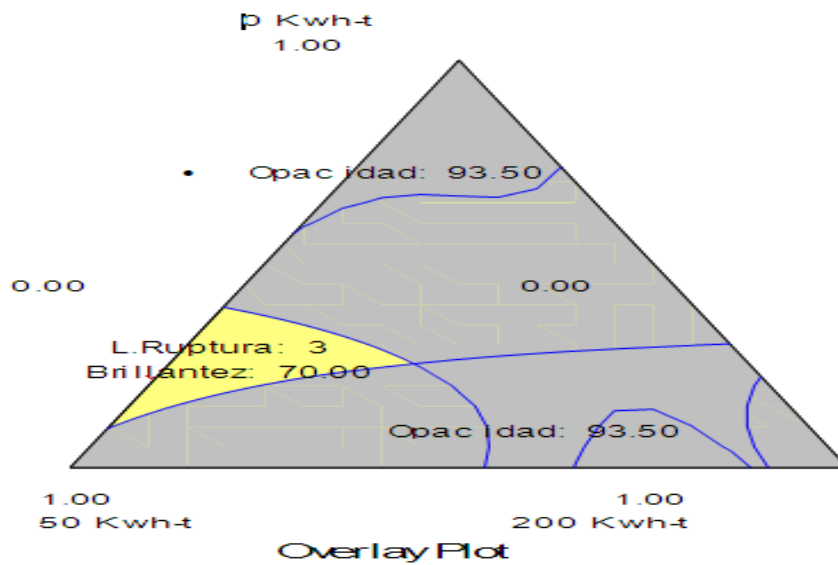


Fig. 1. Superficies de respuestas individuales de las diferentes propiedades



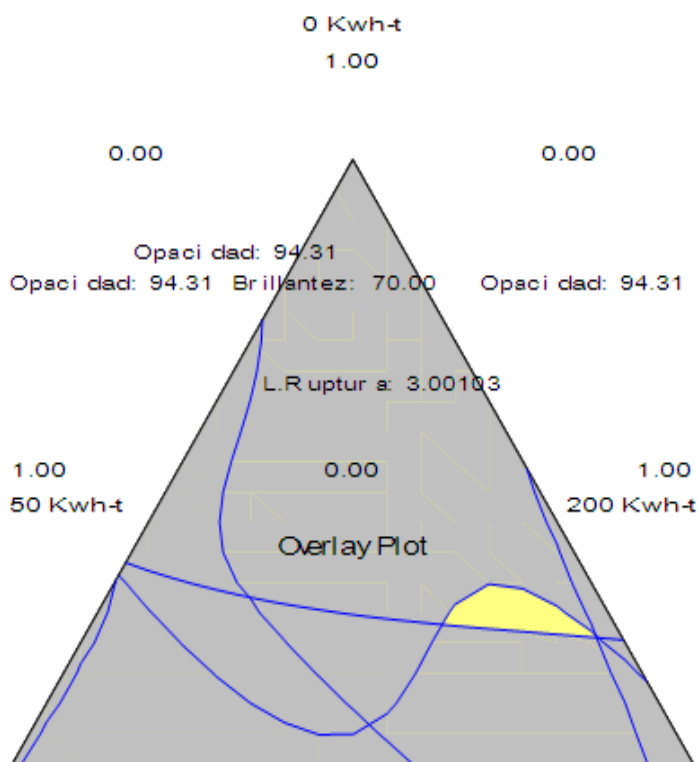


Fig. 2b. Superficie de respuesta y zona de operación óptima para restricciones seleccionadas

Fundamentos de la metodología propuesta

La metodología en cuestión se desarrolla en los pasos siguientes:

1.- Estudio individual en el laboratorio del comportamiento de las diferentes propiedades de la pulpa de distintos grados de refinación equivalentes a un costo energético determinado, el cual se selecciona en dependencia del tipo de material fibroso, las particularidades del refinador y sus órganos de molida y parámetros más adecuados para el material fibroso a procesar como es el ángulo de cuchillas, carga específica de borde y la potencia específica de molida adecuada para alcanzar el mejor tratamiento a la pulpa.

2.- A partir de la información obtenida en el punto anterior y empleando muestras de la pulpa a dos grados de tratamiento energético diferentes, tomando como criterio el potencia especifica de molida, así como la pulpa sin tratamiento de molida, dispersada adecuadamente,

se preparan las mezclas de las diferentes pastas con los tres componente según las proporciones establecidas para el Modelo de Enrejado Simplex de Scheffe.²

Se recomienda para mezclas papeleras el modelo cúbico o cúbico especial que brindan adecuada confianza en los resultados y son moderadamente complejos en su tratamiento experimental.³

3.- Se instrumenta la solución por un software competente de la información obtenida, en especial el Software Desig-Expert que está elaborado para el tratamiento de mezclas de forma muy potente y permite una interacción investigador-procesador muy favorable para obtener las condiciones óptimas, según las diferentes restricciones a tener en cuenta, y facilita el procesamiento de opciones para establecer las condiciones técnicas y económicas más favorables, según las características de las instalaciones y la calidad del producto deseado.

Conclusiones

1 La refinación secuencial puede ser una opción siempre recurrente en toda industria papeleras para disminuir el consumo de energía en esta etapa sin efectuar inversión de recurso alguno adicional y solo aprovechando las potencialidades que brindan la instalación y la pulpa que se procesa.

2 La metodología propuesta permite realizar un estudio fundamental que permite optimizar técnica y económicamente el consumo energético basado en la refinación secuencial, a través de un procedimiento experimental relativamente sencillo, a partir de la simulación de la refinación a escala de laboratorio en los equipos instalados a estos efectos en todas las industrias papeleras para el control del proceso.

3 Al aplicar esta metodología, empleando el Método de Enrejado Simple para mezclas de diferentes pulpas se puede obtener una efectiva combinación de dos de las variables principales del proceso para alcanzar la formulación óptima de la pasta, tanto desde el punto de vista de las propiedades del producto deseado, como del consumo energético mínimo en el proceso de refinación que se emplea.

Bibliografía

1.- Stevens W. V.: Pulp and Paper Manufacture. Vol. 6, Stock Preparation, Refining. Third Edition, Textbook Committee of the Paper Industry, Tappi, Atlanta, 1992.

2.- Gottsching, L. and H. Pakarinen: "Recycled Fiber and Deinking", Published by Fapet Oy. Printed by Gummerus Printing, Finland, 2000.

3.- Akhnazarova, V. and V. Kafarov: "Statistical Methods of Design and Processing of Experiment". MXTI Press, Moscow, 1972.

4.- García Rodríguez, A.; R. Corona; J.; Blechschmidt and A.M. Strunz: "Metodología para optimizar pastas papeleras ternarias", *Centro Azúcar* 16(2), Cuba, 1991.