

## PULPAJE SEMIQUÍMICO DE EUCALIPTO NITENS (*Eucalyptus nitens ex maideni*).

Pereira M., Melo R., Pereira C.

En Chile, el eucalipto nitens ha presentado buena adaptación al suelo, mostrando rápido crecimiento en aquellas zonas geográficas donde el eucalipto glóbulus, debido a condiciones climáticas, no se adapta. Sin embargo, se ha detectado que la respuesta del E. nitens en un pulpaje kraft es diferente a la del eucalipto glóbulus, alcanzando menores rendimientos. Esta y otras diferencias en el procesamiento químico han limitado la aceptación plena del nitens en el pulpaje kraft. En este contexto, surge la inquietud de conocer su aptitud para el pulpaje semiquímico y la obtención de pulpa adecuada para ciertos tipos de papeles especiales.

En este trabajo se estudió el efecto de las variables de la etapa química sobre la pulpa resultante. La evaluación del proceso es de carácter experimental, razón por lo que se realiza un diseño factorial central compuesto con tres variables controlantes a saber: carga de sulfito de sodio, temperatura y tiempo de cocción.

Como resultados de las experimentaciones se demostró la idoneidad del eucalipto nitens para el pulpaje semiquímico al sulfito neutro, con el cual se puede obtener pulpa de calidad comparable a aquellas para la elaboración de papel periódico, de impresión y cartón onda, conservando niveles de rendimiento sobre el 80%. Adicionalmente se demostró que se puede obtener una blancura superior a los 68°ISO con sólo una etapa oxidante de blanqueo.

### Metodología.

El procedimiento consistió en someter las astillas, de acuerdo a un programa estadístico, a diferentes condiciones de temperatura, carga de reactivos y tiempo de cocción, conservando condiciones fijas en la etapa mecánica del proceso, con el fin de observar el efecto de la etapa química sobre las propiedades de la pulpa.

Se utilizó un digestor de laboratorio marca M&K, con camisa calefactora en la línea de recirculación de líquido, control automático de temperatura y tiempo de cocción. El reactor está provisto de un recipiente adicional que permite generar vapor saturado hasta una presión de 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

El equipo desfibrador-refinador consiste en un dispositivo con discos intercambiables de 8 pulgadas, marca BAUER, modelo 148-2 - regulable en la abertura de discos hasta 1 milésima de pulgada, con enfriamiento por agua y accionado con un motor de 2890 r.p.m. Para la clasificación de la pulpa se usó un clasificador de diafragma con placa ranurada de 0.10 mm

Tabla 1. Condiciones de vaporeo e impregnación.

Etapa	Tiempo (min)	Presión (atm)	Temperatura
Vaporeo	30	1	-
Impregnación	30	-	80°C – T <sub>reacción</sub>

Tabla 2. Variables de la cocción.

Variable	Rango
Carga de Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (% b.m.s.)	5,0 – 25,0
Carga de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (% b.m.s.)	4,0
Temperatura de reacción (°C)	110 - 170
Tiempo de reacción (min.)	10 - 60
Razón licor/madera	6

## Resultados

### Propiedades físico mecánicas.

En la figura 1 es posible observar que a medida que aumenta el tiempo de cocción el índice de tensión mejora. A 170°C el índice se mantiene por sobre los 40 Nm/g, valor que es aceptable para la mayoría de los papeles de impresión. A medida que se aumenta la carga de sulfito de sodio aumenta la resistencia a la tensión. Para cargas sobre el 20% de sulfito, el incremento en el índice de tensión es muy poco significativo. Sobre los 30 minutos el tiempo de cocción tiene poca influencia en este parámetro y, sobre los 50 minutos, no se observan diferencias importantes.

En la figura 2 se muestra el comportamiento del índice de explosión en función de la carga de sulfito a distintas temperaturas. Aquí, nuevamente, los mayores valores de resistencia se obtienen en la región de mayor temperatura. También se observa que a partir de 20% de carga de sulfito de sodio el efecto sobre el índice de explosión es poco significativo.

En gráfico 3 se muestra el efecto directo del tiempo, la temperatura y la carga de sulfito de sodio sobre la resistencia al rasgado, lo que queda reflejado en un crecimiento constante del índice de rasgado al aumentar el valor de las variables. Se puede destacar que, para esta propiedad, el efecto de la carga de sulfito y el tiempo de cocción es mucho más notorio a altas temperaturas.

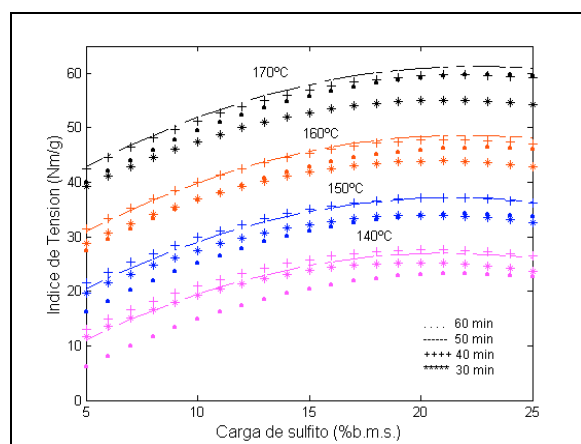


Figura 1. Comportamiento del índice de tensión en la región experimental

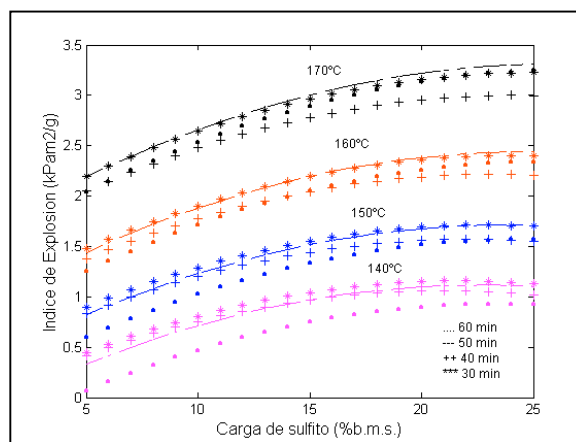


Figura 2. Comportamiento del índice de explosión en la región experimental

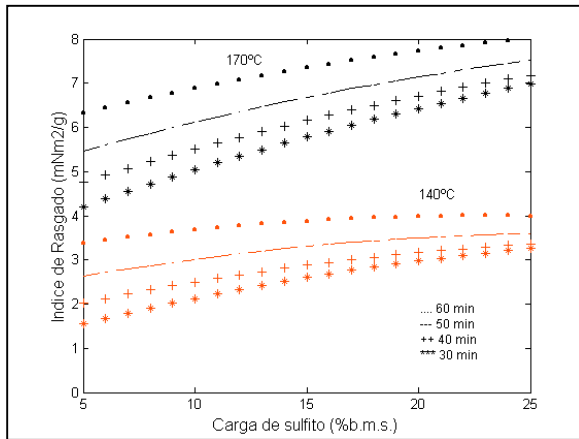


Figura 3. Comportamiento del índice de rasgado en la región experimental

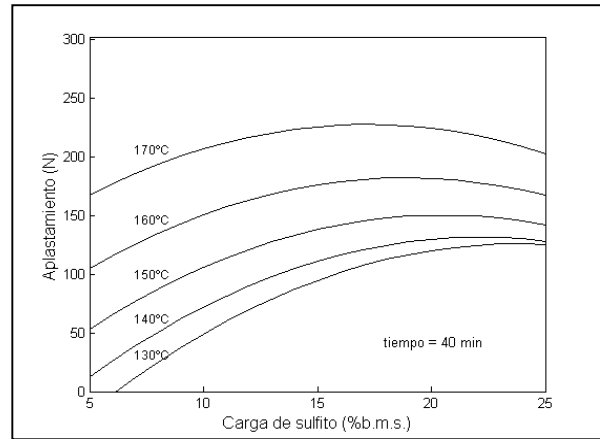


Figura 4. Comportamiento del aplastamiento.

En la figura 4 se observa que sólo a temperaturas próximas a 170°C se obtienen valores de resistencia al aplastamiento (flat crush) cercanas al necesario para la elaboración de cartón onda, comprendido entre 180 y 190 N.

Se determinó que hay influencia positiva del tiempo hasta los 40 min., luego del cual, un aumento produce una disminución de la resistencia alcanzada, llegando a valores mínimos a los 60 min. Para un tiempo fijo (40 min), hay una relación directa entre la resistencia al aplastamiento y la temperatura. Interesante notar que, en este caso, una carga superior a 15% de sulfito de sodio incide negativamente sobre esta propiedad.

En general se puede observar que a medida que las condiciones en la etapa química se hacen más drásticas las propiedades físico mecánicas mejoran, situación lógica ya que a medida que la etapa química es más intensa los enlaces interfibras son más débiles y el desfibrado mecánico más sencillo, con lo cual las fibras sufren menor deterioro.

## Rendimiento

En la figura 5 se puede apreciar que el rendimiento total tiende a disminuir con un aumento de temperatura, lo cual está en concordancia con la mayor disolución de componentes de la madera producto de las condiciones más drásticas de la etapa química. Interesante resulta ver que a temperaturas inferiores a 140°C el rendimiento muestra una tendencia a disminuir con un aumento de la carga de sulfito y a temperaturas mayores a 140°C se puede apreciar que hay un aumento inicial del rendimiento y luego decrece. El valor del rendimiento obtenido está comprendido entre 75 y 88%, y se encuentra en el rango habitualmente informado para el pulpaje semiquímico al sulfito neutro en la literatura (85% aprox).

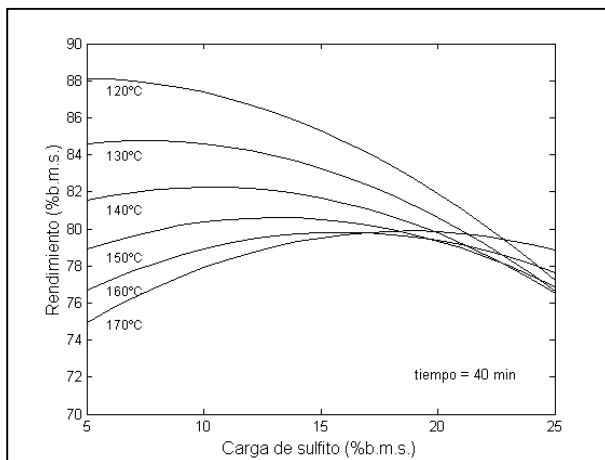


Figura 5. Comportamiento del rendimiento.

En las tablas 3 y 4 se comparan los resultados obtenidos con otros reportados en la literatura. Los valores están normalizados respecto a los resultados aquí obtenidos (e. nitens CMP), los cuales tienen el valor unitario. Es importante destacar que la pulpa obtenida con e. nitens presenta valores adecuados en tensión y explosión, los cuales son comparables a pulpa RMP o PGW de pino radiata. El índice de rasgado es el que presenta, en comparación, valores más bajos, pero muy similar a los obtenidos por otros procesos mecánicos de maderas de fibra corta.

Tabla 3. Propiedades relativas de latifoliadas

Especie	E. nitens	E. glóbulus			E. grandis		Alamo americano	
	CMP	CMP	ASA	Kraft	APMP	CMP	GW	PGW
I.Tensión (Nm/g)	1.0	0.46	1.88	1.91	1.03	0.57	0.37	0.46
I.Rasgado(mNm <sup>2</sup> /g)	1.0	0.63	2.00	1.95	1.51	1.52	0.61	0.7
.Explosión(kPam <sup>2</sup> /g)	1.0	0.29	2.25	2.42		0.32		

Tabla 4. Propiedades relativas de coníferas

Especie	Pino radiata			Abeto	Pino radiata
	RMP	GW	PGW	PGW	Kraft
I.Tensión (Nm/g)	1.07	0.92	1.03	1.06	2.14
I.Rasgado(mNm <sup>2</sup> /g)	1.06	1.6	1.36	1.11	3.02
I.Explosión(kPam <sup>2</sup> /g)	0.5	-	-	0.92	3.04

Finalmente, se puede agregar que, a pesar del bajo nivel de blancura inicial (43 °ISO), la pulpa obtenida es fácilmente blanqueable y puede alcanzar valores de 69 °ISO después de una etapa oxidante con peróxido (3% bps de carga).

### Conclusiones.

Como principal resultado del estudio realizado se puede afirmar que el *eucalipto nitens* responde adecuadamente al pulpaje semiquímico, obteniéndose propiedades mecánicas aceptables para la manufactura de papel periódico, cartón onda y de impresión.

Del estudio se determinó que, en la etapa química, la temperatura es la principal variable de operación, la cual afecta significativamente a la mayoría de las variables de respuesta medidas.

La pulpa obtenida presenta facilidad para ser blanqueada, característica del proceso al sulfito neutro, lo cual sugiere que es posible obtener un producto con propiedades mecánicas y ópticas adecuadas para la elaboración de papeles de mayor calidad que el periódico.

El pulpaje semiquímico es una opción más, que se suma a las ya existentes, para el aprovechamiento del *eucalyptus nitens*, el cual ha presentado excelente adaptación al clima y suelo del sur de Chile.

## Bibliografía.

1. Ingruber O.V., "High Yield Sulfite Pulping", Pulp Paper Mag. Can, N°5, 1954.
2. Bo F., Ulf H., Alister A., Orellana C., "*Producción de Papel de Diario con 100% de Pulpa TMP de Pino Radiata*", Celulosa y Papel, Vol.18, N°2, 2002.
3. Chao Xu E., Sabourin M.J., "*Evaluation of APMP and BCTMP for Market Pulps from South American Eucalyptus*", Tappi Journal, Vol.82, N°12, 1999.
4. Svedman M., Tikka P., "*Effects of Wood Morphology and Chip Thickness on Pulping with a Displacement Kraft Batch Process*", Tappi Journal, Vol.87, N°7, 1998.
5. Chao Xu E., "*Chemical Treatment in Mechanical Pulping, Part 5: Sulfite Pretreatment*", Pulping Conference, Tappi, 2001.
6. Childester G.H., Keller E.L., Sanyer N., "*The Pulping of Wood*", Mc Graw Hill, Vol.1, 2ª ed., 1985.
7. Domínguez J., Valade M., Muñoz G., "*A Strategy to Optimize the Mechanical Densification Process of Agricultural Crop Residues and By-products*", Agrociencia N°36, 2002.
8. Eagle A.J., McDonough T.J., "*A Kinetic Study of High Yield AQ-sulfite Pulping of Loblolly Pine*", Appita, Vol. 41, N°2, 1990.
9. Lo S.N., Valade J.L., "*Chemimechanical Pulp (CMP) from Mixtures of Aspen and Larch: the effects of cooking conditions, mixture composition, and the method of mixing*", Tappi Journal, Junio, 1990.
10. Melo R., Paz J., "*Pulpa Semiquímica a Partir de Madera*", 2ª parte, Depto. de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, 1974.
11. Tay C.H., Fairchild R.S., Imada S.E., "*A Neutral-Sulfite/SAQ Chemimechanical Pulp for Newsprint*", Tappi Journal, Vol.68, N°8, 1985.
12. Tolosa E., "*Investigación Sobre Utilización de Maderas Chilenas en la Producción de Pulpas Semiquímicas*", Memoria de Título, Facultad de Mecánica, UTFSM, 1966.
13. Valade J.L., Law K.N., Lanouette R., "*Chemithermomechanical Pulping of Mixtures of Aspen and Birch*", Tappi Journal, Noviembre, 1992.
14. Yuan-Zong L., Wei S., Xiao-Ping G., "*Effects of Chemical Treatments on Ultra High Yield Pulping, Part V*", Tappi Journal, Julio, 1992.
15. Area M., Barboza O., Valade J., "*Bleaching of Eucalyptus Grandis Chemimechanical Pulp*", Tappi Journal, Vol.80, N°3, 1997.