

Blanqueo de pulpas celulósicas con procesos menos contaminantes

(Secuencias con inclusión de peróxido en primera etapa).

Ibacache B., Ana María; Melo S., Roberto
Laboratorio de Productos Forestales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción
Casilla 53-C, Concepción-Chile

1. RESUMEN

El blanqueo tradicional de las pulpas celulósicas, utilizando cloro y sus derivados, está siendo revisado, especialmente, por su incidencia en el ámbito ambiental, buscando el reemplazo total o parcial de estos reactivos por otros de carácter inocuo.

En este trabajo se estudió la aplicación del peróxido de hidrógeno como deslignificante en primera etapa de secuencias cortas de blanqueo de pulpas kraft de pino insignie, en las que se incluye, además, la sustitución progresiva del cloro por dióxido de cloro y la extracción alcalina en presencia de peróxido de hidrógeno.

Se comprueba el efecto deslignificante del peróxido de hidrógeno, que permite reducir el Índice Kappa original alrededor de 50%.

La variable que tiene mayor significancia sobre las respuestas estudiadas —Índice Kappa, Rendimiento y Viscosidad— es el nivel de adición de peróxido de hidrógeno.

El reemplazo total del cloro por dióxido de cloro resulta efectivo, produciéndose un menor descenso de la viscosidad, menor Índice Kappa y una blancura final mayor.

2. INTRODUCCION

Tradicionalmente el blanqueo de pulpas químicas se realiza en varias etapas con cloro, dióxido de cloro y en algunos casos con hipoclorito.

Los efluentes de estas etapas, principalmente de la etapa de cloración, son tóxicos y muy coloreados, necesitando de un tratamiento para su reutilización o eliminación. Estudios realizados muestran que el 80% de la DBO₇ y el 95% del color total, atribuibles a la planta de blanqueo, provienen de las 2 primeras etapas de una secuencia CEDED (1).

Tratando de minimizar el efecto de estos problemas, se ha aumentado el reciclaje con una disminución del consumo de agua fresca y con el empleo de agentes blanqueantes no contaminantes.

Por varios años el peróxido de hidrógeno tuvo una aplicación limitada en el blanqueo de pulpas químicas; en algunos casos se utiliza en la última etapa de blanqueo

logrando mejores niveles de blancura y mayor estabilidad, por otro lado se propone como variante su uso en las etapas de extracción alcalina.

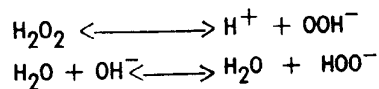
El peróxido de hidrógeno puede usarse en una etapa de pretratamiento, antes del blanqueo convencional, pasando a ser una nueva primera etapa, lo que hace posible la reducción del proceso generándose una "secuencia corta".

El uso del peróxido de hidrógeno en esta primera etapa, o en la de extracción alcalina, permite reducir el consumo de agentes químicos en las etapas posteriores, disminuyendo la contaminación.

Otra posibilidad, que presenta ventajas desde el punto de vista de la contaminación producida por el efluente líquido, es el reemplazo del cloro por dióxido de cloro en la etapa de cloración: en forma secuencial (grandes cantidades de reemplazo), en mezcla (pequeñas cantidades de reemplazo) o total; consiguiéndose, además de la disminución de la contaminación, una mayor blancura y un aumento y mantención de la viscosidad de la pulpa.

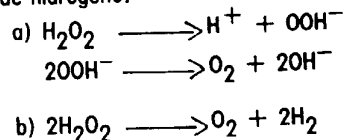
Características del peróxido de hidrógeno y su uso en el blanqueo de pulpas

La reacción de ionización del peróxido de hidrógeno se produce según:



Se observa que, aunque la disociación aumenta con la temperatura, la formación del ion depende del grado de alcalinidad de la solución, por lo tanto, es conveniente efectuar el blanqueo con peróxido de hidrógeno en medio alcalino.

Por otro lado, se debe considerar que un alto grado de alcalinidad contribuye a que los iones metálicos presentes en la pulpa favorezcan la descomposición del peróxido de hidrógeno.



Cualquier peróxido que se descompone en agua y oxígeno no sirve como agente blanqueante y en algunos casos puede causar degradación de la celulosa (2).

Para evitar esto, se debe controlar el pH y agregar al sistema un agente estabilizante —sulfato de magnesio o silicato de sodio— para evitar la descomposición de la especie oxidante.

Variables del proceso

pH:

El efecto del pH es radicalmente diferente con el peróxido de hidrógeno que con cualquier otro agente (3). La velocidad del blanqueo aumenta con el pH, favoreciéndose la formación del ion perhidróxilo, HOO^- .

Temperatura, T:

La reacción del peróxido de hidrógeno es muy rápida al aumentar la temperatura sobre los 100°C , pero no se recomiendan valores superiores a ésta debido a que la velocidad de la reacción de la lignina con la soda aumenta provocando la reversión del color.

Consistencia:

Una alta consistencia influye fuertemente sobre la velocidad de la reacción del blanqueo, ya que la concentración de los reactivos es mayor.

Para un mismo nivel de peróxido de hidrógeno aplicado, la blancura final es más alta mientras mayor es la consistencia. De esta manera se torna económico un proceso a alta consistencia, lo que permite un ahorro de energía calórica, disminuye el tiempo de reacción y la cantidad de reactivo.

Tiempo, t:

La velocidad de eliminación de cromóforos es mayor al comienzo de la reacción y disminuye lentamente, siendo favorecida por el aumento de pH, temperatura y carga de peróxido de hidrógeno. Con tiempo prolongado puede ocurrir una reversión de la blancura.

Carga de reactivo:

Mientras mayor sea el contenido de soda, la alcalinidad aumenta, situación que favorece al blanqueo con peróxido de hidrógeno, pero la adición de éste queda determinado por el pH óptimo de la mezcla a blanquear. El aumento de la cantidad de peróxido de hidrógeno aplicado corresponde a un aumento de la blancura final, bastante intenso inicialmente, pero que decrece a partir de niveles superiores al 2% bms. La adición de peróxido de hidrógeno debe ser tal que garantice un residual al finalizar la etapa, para evitar reversiones de blancura a causa del álcali residual en ausencia de peróxido de hidrógeno.

Cloración en presencia de dióxido de cloro

El uso del cloro provoca que el efluente líquido de la etapa de cloración sea altamente contaminante. Para solucionar este problema se ha propuesto usar aditivos en

esta etapa, tal como el dióxido de cloro, siendo su principal efecto prevenir la degradación excesiva de los carbonatos (4).

Tanto para la adición, del dióxido de cloro, en mezcla como la adición secuencial, la carga de reactivos se efectúa sin mediar un lavado. Es de importancia el orden en que se adicionen los reactivos, primero el dióxido de cloro y luego el cloro; si se aplica a la inversa la eventual sustitución es contraproducente, ya que se obtienen menor blancura y mayor Índice Kappa.

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Considerando los antecedentes bibliográficos para el estudio del uso del peróxido de hidrógeno en primera etapa, se fijó 2 de las 5 variables que intervienen en este proceso, consistencia 15% y carga de soda 3% bms. De este modo las pulpas fueron tratadas a distintas temperaturas, tiempo de reacción y carga de peróxido de hidrógeno.

Las etapas posteriores a la del peróxido de hidrógeno son: cloración en presencia de aditivos, extracción alcalina en presencia de peróxido de hidrógeno y finalmente dióxido.

Tabla I. Variables para el estudio de la etapa de H_2O_2 .

Variable	Valor
T, $^\circ\text{C}$	85 - 90
t, min	90 - 120
Carga H_2O_2 , % bms	0.5 - 1.0

Tabla II. Condiciones de operación de las etapas P, Ep, D.

Etapa	H_2O_2	NaOH	ClO_2	T, $^\circ\text{C}$	t, min	Cs%
P	1.5	3.0		85	90	15
Ep	0.2	1.0		70	90	10
D				70	120	10

Tabla III. Condiciones de operación de la etapa de cloración.

Tipo substituc.	% bms	T	t	Cs
$\text{ClO}_2 : \text{Cl}_2$	Cl_2 ClO_2	$^\circ\text{C}$	min	%
Cloración	10 : 100	70	90	3
Mezcla	10 : 100	70	90	3
Secuencial	100 : 100	70	90	3
Total		70	180	10

4. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a un análisis estadístico, el factor que tiene mayor significancia (99%) frente a las respuestas estudiadas, es el nivel de carga de peróxido de hidrógeno. Lo que se traduce en una disminución del Índice Kappa a medida que la carga aumenta (Figura 1). La reducción de Índice Kappa original alcanzó un nivel de 50%.

C

me

se
da
etr

fu-
IV
ob
a

qu
za
ha

Ta
qu

1

Índice Kappa

fi

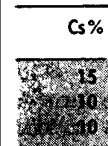
5.

su princi-
los car-

cloro, en
reactivos
cia el or-
el dióxido
la even-
obtienen

os para el
mera eta-
n en este
. bms. De
tempera-
hidróge-

hidróge-
acción al-
inalmente



n.	Cs
r	%
min	

60	3
30	3
30	3
180	10

factor que
respuestas
hidrógeno.
ce Kappa a
ducción de
s.

La viscosidad de la pulpa disminuyó en un 55% a medida que el tiempo de reacción se aumentó (Figura 1).

En el reemplazo total del cloro por dióxido de cloro se obtiene una pulpa de menor Índice Kappa. La viscosidad se mantuvo o aumentó respecto a la resultante en la etapa de peróxido de hidrógeno (Figura 2).

La blancura final, luego de la secuencia de blanqueo, fue superior en el caso de reemplazo total del cloro (Tabla IV). La reversión fue menor (Figura 3). La blancura final obtenida es de 85°, menor a lo esperado (igual o superior a 88°).

Es necesario hacer notar que ninguna de las etapas que constituyen las secuencias cortas de blanqueo realizadas en este trabajo está optimizada. Debido a esto se han obtenido resultados bajos, fuera de lo esperado.

Tabla IV. Blancura final en secuencias cortas de blanqueo.

% ClO ₂ :	Cl ₂	Blancura
0 :	100	84.5
10 :	90	76.3
70 :	30	77.0
100 :	0	85.0

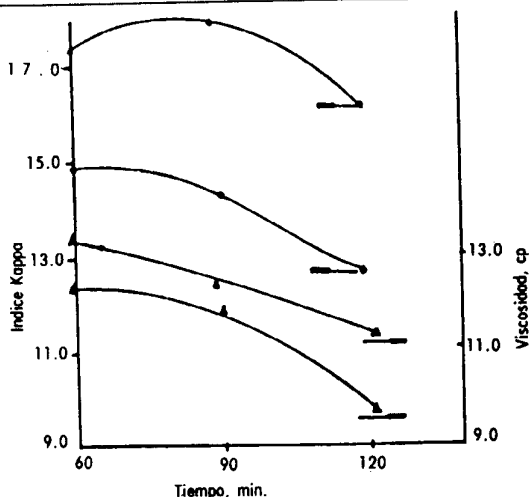


FIGURA 1. Efecto del tiempo y la carga de H₂O₂ frente al I. Kappa y Viscosidad de la pulpa.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La reducción del Índice Kappa original alcanza un nivel de 50% con una predesignificación con peróxido de hidrógeno.
- El nivel de carga de peróxido de hidrógeno es la variable que tiene mayor influencia sobre las respuestas estudiadas.
- El rendimiento logrado en la etapa de peróxido de hidrógeno es elevado, alrededor de 97%, al igual que el rendimiento global, después del blanqueo, 93-94%.

- El peróxido de hidrógeno puede utilizarse, satisfactoriamente, en la primera etapa de secuencias cortas de blanqueo.
- El dióxido de cloro como sustituto total del cloro es efectivo, se obtiene una mayor blancura de la pulpa, menor reversión y la viscosidad no disminuye apreciablemente.

Para este estudio se recomienda:

- Adecuar los equipos de laboratorio para realizar los ensayos de sustitución parcial del cloro por dióxido de cloro.
- Realizar un estudio de optimización de las condiciones de operación de las etapas de las secuencias cortas de blanqueo.

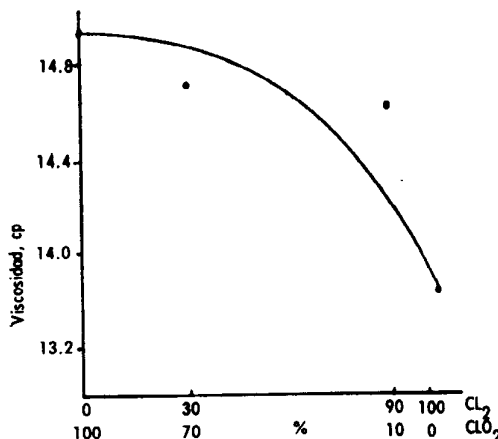


FIGURA 2. Efecto de la sustitución del Cl₂ por ClO₂ frente a la viscosidad de la pulpa en la cloración.

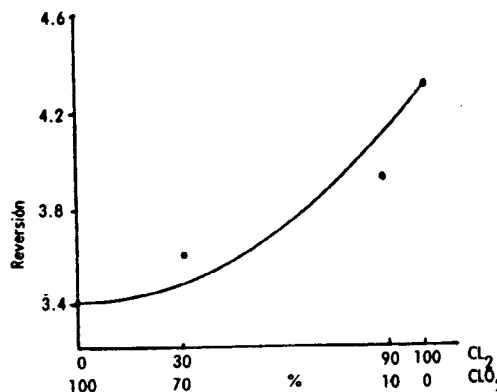


FIGURA 3. Efecto de la carga de ClO₂ en la cloración frente a la reversión de la blancura final de la pulpa.

BIBLIOGRAFIA

1. Vidal, T.; García, J.; Colom, J., "Blanqueo de pastas papeleras", Ingeniería Química, 71-81, (Abril 1985).
2. Kindrom, R.R., Tappi 62 (9): 67-70, (1979).
3. Howard Rapson, W., "The role of pH in bleaching pulpa, Tappi 39 (5): 284-294, (mayo 1956).
4. Germgard, U.; Teckler, A.; Tormund, D., Tappi Journal 65 (5): 124-126, (mayo 1982).