

Pereira M*, Melo R*,
Gajardo R**

*Departamento de
Ingeniería Química,
Universidad de Concepción
**Recuperadora Austral S.A.

El laboratorio de Productos Forestales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción (LPF), en conjunto con la empresa Recuperadora Austral S.A. han diseñado un proceso que permite revalorar, como fibra, los nudos rechazados en la cocción de madera desde las plantas de celulosa kraft. El proceso consiste en una desfibración mecánica, en dos etapas, y permite obtener pulpa adecuada para la elaboración de cartulinas, cartones, papel corrugado y de empaque. La planta industrial fue instalada en la localidad de Curanilahue, Octava región y posee una capacidad de 500 Ton/mes.

Revalorización de los nudos de rechazo provenientes de plantas de celulosa

Antecedentes

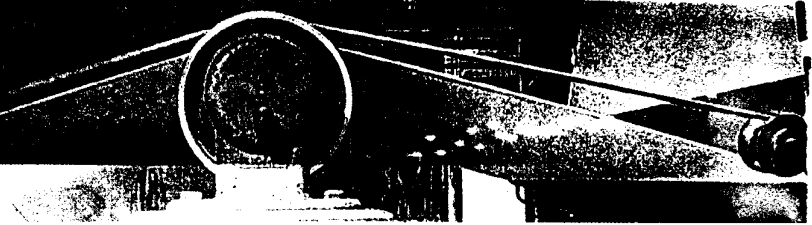
Durante la cocción kraft, producto de la diferencia de tamaño de las astillas y canalización del flujo de licor en el digestor, entre otros factores, se produce en las astillas zonas en las cuales la deslignificación es insuficiente para lograr la separación de las fibras, generándose grupos de haces fibrosos, los cuales pueden llegar a ser de tamaño considerable y que reciben el nombre de nudos. Extender el grado de deslignificación más allá de un cierto valor (usualmente 30 para pináceas), de manera de evitar la generación de este rechazo, no es aconsejable ya que las pérdidas de rendimiento aumentan considerablemente. Dependiendo de la tecnología empleada el valor de los rechazos generados en la clasificación de la pulpa oscila entre un 1% y 3%.

Por otra parte, el manejo de los rechazos de clasificación es abordado de distintas maneras en las plantas de celulosa. Las alternativas conocidas en Chile son tres. La primera de ellas recircula la fracción de rechazos a la alimentación del digestor, de tal manera que se mantiene un circuito cerrado. El inconveniente de esta alternativa es que al someter este material parcialmente deslignificado e impregnado en licor al mismo ciclo de cocción que la madera original, produciría una sobre cocción de

éste, lo que puede incidir en un mayor consumo de los reactivos y en un aumento de los sólidos que van a la caldera. Además, la fracción de pulpa generada a partir de este material sería de menor calidad, referida a su resistencia mecánica respecto a la obtenida desde astillas (Vera y col). Sin embargo, debido a que es una cantidad pequeña, frente a la alimentación de astillas frescas, sus efectos no son claramente percibidos.

La segunda alternativa es retirarlos del proceso y enviarlos a vertederos con toda la implicancia ambiental que esto conlleva, además de los costos económicos asociados al transporte y disposición. Una tercera alternativa es enviar estos rechazos a una caldera de poder para la generación de energía. El inconveniente que aquí se presenta es el alto contenido de humedad con el cual se obtienen los rechazos y alto porcentaje de cenizas que genera producto del licor negro arrastrado.

En este contexto, la revalorización de los rechazos como fibras para la elaboración de productos de mayor valor tales como cajas, cartones y cartulinas, parece ser una solución técnica y económicamente atractiva que, por una parte soluciona un problema de manejo de estos rechazos a interior de una planta de celulosa y, por otra, da mayor valor a este material.

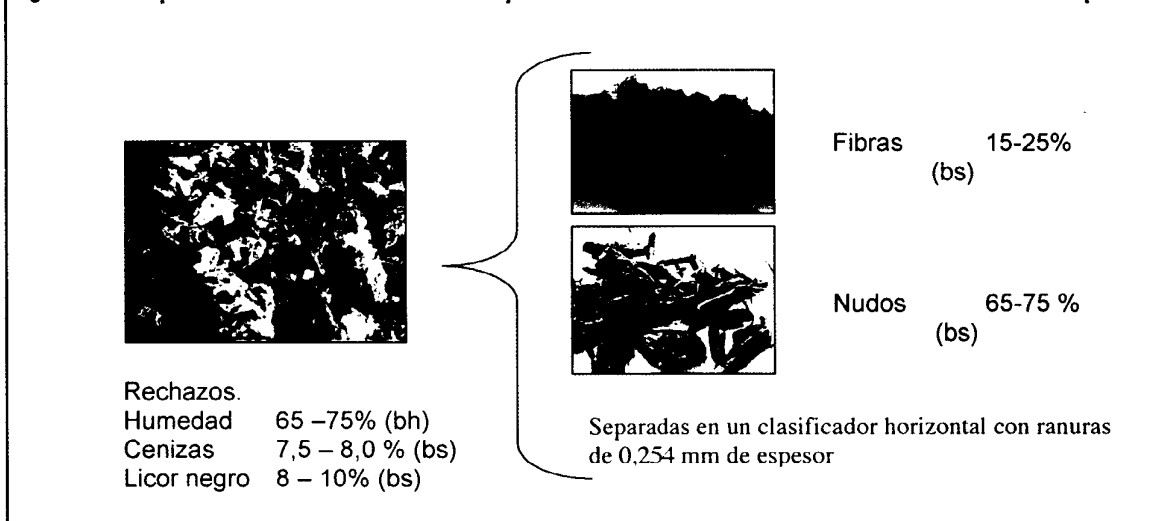


METODOLOGÍA

Caracterización de los nudos

Dependiendo de la tecnología empleada, el sistema de cocción y clasificación de la pulpa, los rechazos presentan gran diferencia en su granulometría y el contenido de fibras incluidas en ellos. Se caracterizaron los nudos provenientes de tres plantas, y sus características promedio son las siguientes:

Figura 1 Esquema de distribución de los componentes del rechazo de la cocción kraft de madera de pino.



Como se muestra en la figura 1, los rechazos llevan adheridos un porcentaje importante de fibras que pueden ser separadas con un sistema de clasificación más fino. Sin embargo, este trabajo requiere de un gran consumo de agua por la alta dilución. Otro aspecto importante de destacar es el alto porcentaje de licor negro arrastrado, el cual le confiere un pH residual bastante elevado al agua empleada y un color considerablemente oscuro.

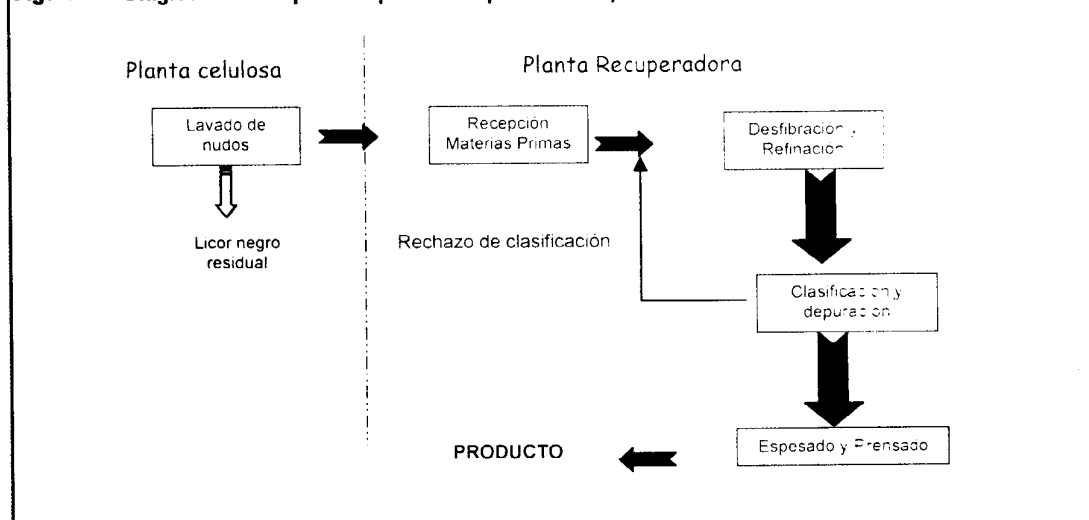
Diseño del proceso

La exigencia de la empresa era contar con un proceso sencillo y económico para la obtención de fibras con propiedades físico-mecánicas adecuadas para la elaboración de papeles y cartones, comparables a pulpa kraft sin blanquear. De este modo, se seleccionó como alternativa una desfibración mecánica con discos como se ilustra en la figura 2.

Debido a su alto contenido de licor residual, se aconsejó realizar un lavado de los nudos en la misma planta de celulosa. Esta etapa trae consigo los siguientes beneficios: disminuye, en la planta recuperadora, el consumo de agua fresca y la carga contaminante del efluente, se aprovecharía una corriente residual, proveniente de una etapa ácida de la planta de celulosa, con lo cual se logra neutralizar el efluente ácido y, en último término, el peso de la materia prima (nudos) disminuye en promedio un 10%.

La planta recuperadora, que se ubica en una localidad cercana a la de las plantas de celulosa, recibe el material libre, en gran porcentaje, de licor negro residual. Pasa por un sistema de recepción de materias primas donde el principal objetivo es limpiar los nudos de posibles cuerpos extraños, tales como piedrecillas, que puedan dañar los desfibradores.

Figura 2 Diagrama de bloques del proceso implementado para la revalorización de los nudos de rechazo



La segunda etapa del proceso consta de una desfibración a baja consistencia 5-6% y luego una refinación leve. Posteriormente la pulpa resultante se clasifica de manera de dejarla libre de haces fibrosos o Shives. El rechazo se recicla a la etapa de refinación y el aceptado pasa a prensa y embalaje. Como producto se obtienen fardos de pulpa con una consistencia del 50%. La opción de secar la fibra a través de un método convencional se está evaluando.

RESULTADOS

Tabla N°1. Propiedades físico mecánicas de las pulpas obtenida desde los nudos de rechazo en laboratorio. Desfibrador de disco de 8". 35 °SR

Origen pulpa	Gramaje g/cm2	V. Especifico cm3/g	I. Explosión Kpam2/g	I. Rasgado mNm2/g	I. Tensión mNm2/g	Blancura %ISO
Sólo nudos	63,06	1,47	3,96	14,90	55,50	10.5
Sólo fibras	62,76	1,49	3,50	20,50	51,80	10.5
Toda la muestra	62,99	1,51	4,32	15,50	52,80	10.3

En la tabla 1 se observa que al separar el material en nudos y fibras y llevarlos a un grado de drenado de 35 °SR las propiedades físico mecánicas de la pulpa obtenida con cada fracción son similares, excepto en el I. de Rasgado, donde la pulpa de fibras tiene un valor, aproximadamente, un 30% mayor que la pulpa de nudos. El índice de tensión y explosión resultan ser levemente mayor para la pulpa de nudos. Estos resultados están dentro de lo esperado, ya que la pulpa de fibras es el producto de una desfibración química, en cambio la pulpa de nudos es producto de una desfibración mecánica, que lleva a un deterioro mayor de las fibras, así como también un acortamiento de las mismas. Al refinar "toda la muestra" en su conjunto, las propiedades de rasgado y tensión resultan en un rango intermedio, entre los valores independientes para pulpas de nudos y fibras, no así el índice de explosión, que se vio favorecido por la mezcla, aumentando su valor casi un 10% respecto de la pulpa de nudos.

Estos resultados avalan la idea de procesar todo el material en su conjunto, si intentar separar las fibras que permanece adheridas a los nudos después de la clasificación en las plantas de celulosa.

Tabla Nº2. Propiedades físico mecánicas de las pulpas obtenida desde los nudos de rechazo en planta industrial

Muestra Nudos Rev, PFI	I. Kappa	Drenado (°SR)	Gramaje (g/m ²)	Blancura, % ISO
0 refinación	84,7	13	62,52	13,8
8000 rev PFI	86,2	29	62,70	10,7

Pulpa Kraft Rev, PFI	I. Kappa	Drenado	Gramaje	Blancura,
0 refinación	31	12	61,1	27,3
8000 rev PFI	31	28	64,5	21,32

Muestra Nudos Rev, PFI	I. Explosión (kpa·m ² /g)	I. Tensión (kN/m)	I. Rasgado (mNm ² /g)	Módulo Young (Gpa)	Aplastamiento (CMT) (lbs)
0	2,4	38,3	17,3	2,4	19,0
8000	7,2	94,0	8,7	7,2	56,4

Pulpa Kraft	I. Explosión	I. Tensión	I. Rasgado	Módulo Young	Aplastamiento (CMT)
0	1,2	23,1	15,3	2,12	9,4
8000	7,0	92,9	10,1	7,1	18,0

Por otra parte los resultados obtenidos en la planta durante la operación (tabla 2), muestran mejores resultados que los obtenidos en laboratorio, esto debido a que la refinación en planta resultó menos dañina para fibra. La mayor consistencia y el mayor volumen de material procesado permite disminuir el contacto metal-fibra-metal que, en estos procesos, causa acortamiento y deterioro de las fibras.

Al comparar las propiedades de la pulpa de nudos (I. Kappa 85) con una pulpa kraft sin blanquear (I. Kappa 31) puede observarse que la pulpa de nudos, sin refinar, presenta valores más altos para cada una de las propiedades evaluadas. Para una refinación de 8000 rev, 29°SR aproximadamente, las propiedades de ambas pulpas tienden a igualarse en magnitud, exceptuando el índice de rasgado, que en el caso de la pulpa de nudos se reduce más rápidamente, siendo un 12% inferior que la de pulpa kraft. Este resultado es atribuible al hecho de que la pulpa de nudos, debido al mayor contenido de lignina, es más quebradiza, por tanto en un proceso de refinación tiende a acortarse en mayor proporción. Esto se refleja también en el mayor porcentaje de finos que posee. Otra diferencia apreciable se observa en el aplastamiento (CMT), el cual es 3 veces mayor en la pulpa de nudos que en la pulpa kraft (a 29°SR). Este alto valor de aplastamiento indica el gran potencial que esta pulpa posee para la fabricación de cartón corrugado.

Se ha incluido el valor del Módulo de elasticidad o Módulo de Young, para ver el efecto que, el mayor contenido de lignina, le confiere a la pulpa de nudos. Se aprecia que entre ambas pulpas el módulo de elasticidad, en el intervalo de I. Kappa observado, no presentan diferencias.

Finalmente se observa la gran diferencia de color entre ambas pulpas (21 y 10% ISO). La pulpa de nudos presenta una coloración más oscura que la pulpa kraft, lo cual puede ser un inconveniente para quienes requieran de tonalidades más claras. Estudios anexos de blanqueabilidad demostraron que es posible elevar la blancura de la pulpa de nudos, con peróxido de hidrógeno hasta aproximadamente 16% ISO. Y en combinación con hidrosulfito de sodio hasta 18 % ISO.

Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es que se pudo obtener fibras desde el material de rechazo de la cocción kraft, con excelentes propiedades físico-mecánicas, a través de un proceso simple de desfibrado mecánico, dando un mayor valor a este material.

La pulpa obtenida presenta características aptas para la fabricación de cartones, cartulinas, papel de embalaje y, en especial, para cartón corrugado.

Bibliografía

Vera S. "Estudio Técnico Económico de uso de los rechazos de clasificación de pulpa cruda". Informe de Memoria de Título para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, 2000.