



Influencia del reciclado sobre el comportamiento de los papeles encolados componentes de cartón corrugado a diferentes estadios de temperatura y Humedad Relativa Ambiente

MOLINA TIRADO, Liliana Beatriz⁽¹⁾; AREA, María Cristina⁽²⁾

⁽¹⁾INTI-Celulosa y Papel

⁽²⁾Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Cs. Exactas, Químicas y Naturales, Programa de Celulosa y Papel

Introducción

El cartón corrugado está compuesto por dos tipos de papeles: el liner que es el papel liso exterior el cual podrá ser sometido a un proceso de impresión y el papel ondulado que es el mayor responsable de la resistencia del conjunto. Estos papeles están fabricados, en la mayoría de los casos, a partir de papeles recuperados (post consumo) con el fin de reducir los costos de producción. Sin embargo, la calidad del material fibroso obtenido a partir del papel (fibra reciclada) es inferior a la que presenta una fibra virgen proveniente de la pulpa. Dichas deficiencias pueden corregirse, en cierta medida, mediante tratamiento mecánico y adición de químicos en el proceso de fabricación. En general, las fibras recicladas son más cortas, más resistentes al hinchamiento, menos voluminosas y están acompañadas por mayor cantidad de pequeñas partículas fibrosas que traspasan una malla de 200 mesh (finos) que la pulpa original (virgen). Varios usos llevan a un debilitamiento extremo de las fibras, y a un drenado muy lento en la máquina de fabricación de papel.

Además, se debe tener en cuenta que los papeles componentes del cartón corrugado absorben, en ciertas condiciones ambientales, agua con facilidad, lo que determina la pérdida de sus propiedades mecánicas, aumentando la fragilidad del cartón para desgarrarse y deformarse. Para que el cartón corrugado sea resistente a las variaciones de humedad, la materia prima fibrosa o pasta debe tratarse previo a la fabricación del papel con agentes químicos: encolante, de retención y almidón.

En el caso en que los materiales reciclados sean sometidos a ambientes con variaciones en la humedad relativa, el deterioro del material fibroso es significativamente mayor que si

hubiera estado sometido a un ambiente de humedad constante ^[1]. Esto conduce a que la resistencia del cartón corrugado disminuya pero que la rigidez del conjunto dependa aún más del papel onda por las ondulaciones que presenta ^[2].

El objetivo de este trabajo es cuantificar la degradación de las propiedades físicas producida por sucesivos usos del papel encolado, en diferentes condiciones de humedad relativa ambiente y temperatura. En cada ciclo de uso, el tratamiento mecánico y químico aplicado a la pasta tiene como propósito obtener la misma calidad del papel.

Metodología / Descripción Experimental

Se utilizó pulpa semiquímica de bagazo de caña de azúcar, ya que este tipo de material se usa en nuestro país para la fabricación de papeles liner y onda.

La pulpa depurada fue sometida a un tratamiento mecánico de refinación (35 °SR) en refinador de laboratorio PFI y tratamiento químico con agente de encolado alcalino sintético (dímero de alquil ceteno - AKD), almidón catiónico y agente de retención (polietilenimina de alto peso molecular), de manera que el grado de absorción de agua sea de 35 ± 1 (método de Cobb - 120 segundos, IRAM P - 3045). El grado de refinado y de absorción de agua buscados son los utilizados actualmente por la industria para este tipo de pulpa y de papel utilizado como destino final para liner y onda. La dosificación de los aditivos químicos realizada con el fin de asegurar el resultado de absorción de agua por el método de Cobb propuesto fue determinada mediante un diseño de experimentos. Mayores detalles pueden encontrarse en la primera parte de este trabajo ^[3].

A partir de esta pulpa tratada se formaron hojas de 120 g/m² en un formador Rapid Köethen que cuenta con secado por temperatura y vacío, lo cual favorece el curado del agente encolante.

Las hojas obtenidas fueron sometidas a diferentes estadios de Humedad Relativa Ambiente (HRA) y temperatura durante 24 horas para asegurar una absorción del agua en todos los puntos del papel de manera homogénea (Ver Tabla I). Los valores de T relacionados a los de HRA fueron tomados por recomendación del manual del equipo de acondicionamiento ambiental. Se realizaron ensayos físicos de los papeles aclimatados de manera secuencial a 50%, 75% y 90% de HRA en la etapa de adsorción de agua y luego a 75% y 50% de HRA en la etapa de desorción. El rango de HRA utilizado en este estudio son los más representativos de las condiciones ambientales a que puede estar sometido un envase de cartón corrugado.

Tabla I. Estadios de acondicionamiento

HRA (%)	T (°C)*
50	23
75	27
90	30

Se evaluaron propiedades generales: Índice de Tracción, Índice de Reventamiento e Índice de Rasgado (TAPPI 220 sp - 96) y Permeabilidad al pasaje de aire -Porosímetro Gurley-(TAPPI 460 om - 96) y las correspondientes a papeles liner y onda, a saber: Resistencia a la compresión del liner (RCT, Ring Crush Test, TAPPI 822 om - 93) y Resistencia a la compresión de la onda (CMT, Cóncora Médium Test, TAPPI 809 om - 99).

Una vez ensayados los papeles en todos los puntos de humedad relativa ambiente propuesto, se da comienzo a la etapa de reciclaje. En la misma, la materia prima es el papel sometido a todo el proceso de adsorción - desorción (simulando la manipulación a la que es sometido el cartón durante su vida útil).

Estas hojas ensayadas fueron re desfibradas en un pulper, refinadas nuevamente en el refinador de laboratorio PFI a 35 °SR y tratadas con los químicos mencionados anteriormente para asegurar el mismo grado de absorción de agua que las hojas en su primer uso. Nuevamente, se formaron hojas a los cuales se le realizaron los mismos ensayos físicos para cada condición determinada en el proceso de adsorción y

desorción de agua. Se realizaron 3 ciclos de uso, en las mismas condiciones.

Resultados

Las variaciones de las propiedades mecánicas del papel y las específicas a liner y onda respecto de las condiciones de humedad se reflejan a partir de una curva de histéresis.

A continuación, las figuras representan las variaciones de las curvas de histéresis respecto de los ciclos de uso: Primero, Segundo y Tercero.

A partir de los resultados obtenidos se realizó un test de comparación por análisis de varianza utilizando dos componentes: la repetición de los ensayos y los ciclos de uso de los papeles.

Propiedades Mecánicas

Los ensayos de Tracción y Reventamiento disminuyen con el aumento de humedad en el papel (ver Figuras 1 y 2), ya que el agua debilita los enlaces interfibras disminuyendo las resistencias.

En el Índice de Reventamiento (ver Figura 2) existe una diferencia significativa entre el comportamiento del papel al partir del uso de fibra virgen y de reciclada.

El Índice de Reventamiento categoriza a los liners en tres calidades diferentes: Kraftliner, Testliner y Biclase [4]. De acuerdo con esta clasificación, la hoja de pulpa de bagazo virgen presenta una calidad de Kraftliner y el papel de fibra secundaria (segundo y tercer uso) presenta una calidad Testliner.

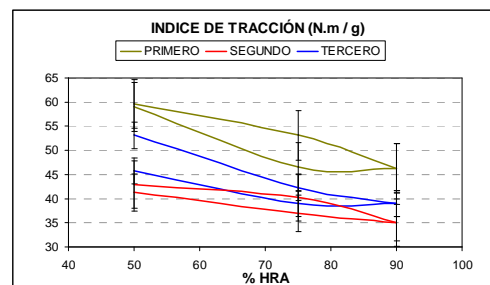


Fig. 1: Variación del Índice de Tracción con la HRA para cada ciclo de uso

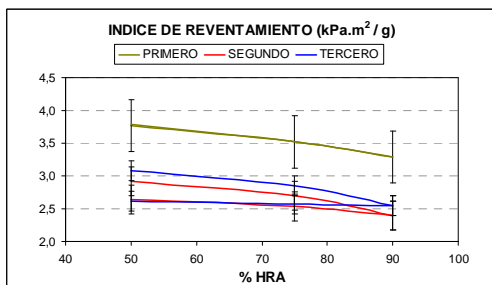


Fig. 2: Variación del Índice de Reventamiento con la HRA para cada ciclo de uso

Del retorno a las condiciones de ensayo (a 50% HRA)

De acuerdo con el test de comparación realizado, el papel del primer uso, en general, vuelve a las condiciones de ensayos, excepto en los casos del Índice de Rasgado (ver Figura 3) y Permeabilidad al paso de aire (ver Figura 4). Durante el ensayo de Rasgado entra en juego la resistencia intrínseca de la fibra reciclada, disminuida debido a que el agua debilita la unión entre las microfibrillas de celulosa de manera irreversible. Este efecto puede explicar, también, la variación en la Permeabilidad del papel, la cual depende del número, tamaño, forma y distribución de los poros en la hoja.

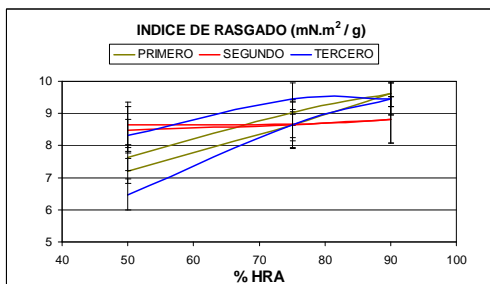


Fig. 3: Variación del Índice de Rasgado con la HRA para cada ciclo de uso

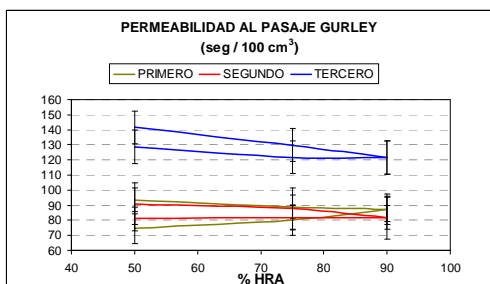


Fig. 4: Variación de la Permeabilidad al Pasaje de aire – Porosímetro Gurley – con la HRA para cada ciclo de uso

De los usos

El primer uso presenta un mejor comportamiento en los ensayos de Índice de Tracción e Índice de Reventamiento.

Es importante hacer notar la curva de histéresis presentada en la pasta en su tercer uso para el ensayo de Permeabilidad al pasaje de aire. Este resultado denota una estructura muy cerrada del bagazo con el reciclo, resultado que se puede explicar por la cantidad de aditivos contenida en la pasta, incorporada en los sucesivos usos.

Propiedades para liner y onda

De las propiedades mecánicas ensayadas, las más importantes para liner y onda son el índice de Reventamiento, la resistencia a la compresión para el papel liner: compresión de anillo (Ring Crush Test – RCT) y la resistencia a la compresión para el papel onda: compresión de aplastamiento (Cóncora Médium Test – CMT) (ver Figuras 5 y 6). Estas dos propiedades disminuyen con la humedad por las razones ya explicadas referente a los enlaces interfibras, pero ambas vuelven a tener el mismo comportamiento a pesar del camino sufrido.

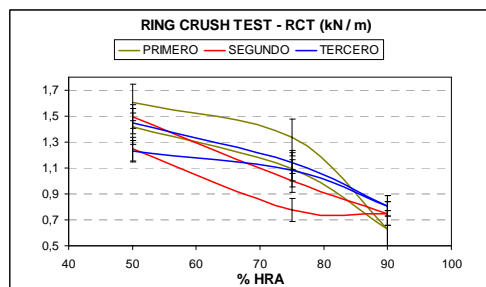


Fig. 5: Variación de la Resistencia a la compresión del anillo (RCT) con la HRA para cada ciclo de uso

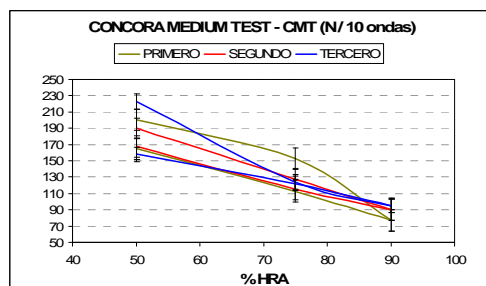


Fig. 6: Variación de la Resistencia a la compresión al aplastamiento de la onda (CMT) con la HRA para cada ciclo de uso

Entre las propiedades típicamente ensayadas en un papel destinado a liner y onda, las compresiones mecánicas de la pulpa en su primer uso decaen de manera importante entre valores de 75 – 80 % de HRA, y no vuelven a la misma calidad de papel a pesar de que presentan una recuperación durante la etapa de desorción.

Observaciones respecto del Ring Crush Test: Las pastas, clasificadas inicialmente como Kraftliner, se comportan dentro de un mismo rango, aún luego de la curva de adsorción – desorción.

Observaciones respecto del Cóncora Medium Test: Las tres pastas presentan el mismo comportamiento que una onda clase B ^[4]. Con la humedad, todas disminuyen su resistencia a la compresión de la onda en más del 50%.

Conclusiones

Para una calidad de encolado determinado y las condiciones de ensayo normalizadas, el papel destinado a liner u onda no modifica significativamente su comportamiento respecto de los ciclos de uso.

Los papeles liners y onda fabricados a partir de bagazo de caña de azúcar disminuyen drásticamente sus propiedades a partir de una humedad relativa ambiente del 75% durante su primer uso. Respecto de sus otros usos, el deterioro es uniforme respecto del aumento de la humedad.

Los resultados demuestran que es posible lograr un buen papel destinado a liner y onda de la pulpa de bagazo de caña de azúcar a pesar de las etapas de reciclaje sufridas.

Referencias

1. Gazeta, E.; Fonseca, J.; Urbanik, T.; "Desempenho do papelão ondulado em diferentes condições de umidade relativa"; O Papel, Julio: pp. 69 – 75 (2000).
2. Chalmers, I.; "A comparison between static and cyclic humidity compression creep performance of linerboard"; Appita Journal 54 (5): pp. 435 – 438 (2001).
3. Molina Tirado, Liliana B., Area, M. C., Vélez, H. E.; "Estudio de tratamiento de encolado alcalino en pasta de fibra de bagazo de caña de azúcar respecto de los ciclos de uso", IV Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel (CIADICYP 2006), Valdivia – Chile (23 al 27 de Octubre de 2006).
4. Zanuttini, M., Apunte del curso de "Control de calidad y propiedades de pastas y papeles", Maestría en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones, (2001).

Para mayor información contactarse con:
Liliana B. Molina Tirado – lmolina@inti.gov.ar