



JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS  
EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

Buenos Aires, Argentina  
18 octubre - 2 noviembre, 1954

REALIZACION INDUSTRIAL ARGENTINA EN  
LA FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE BAGAZO

por el

Laboratorio de Investigaciones de  
Celulosa Argentina, S.A. (Argentina)

Tema V: ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA  
A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

(Nota: Este documento no ha sido revisado por el autor, y está sujeto  
a modificaciones antes de su impresión definitiva)



REALIZACION INDUSTRIAL ARGENTINA EN  
LA FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE BAGAZOpor Celulosa Argentina, S.A. <sup>✽</sup>

## I

ASPECTOS GENERALES DEL TRABAJO DE LA  
FABRICA DE TUCUMÁN

Cuando en 1943 el laboratorio de investigaciones de Celulosa Argentina S.A. inició el estudio para obtener celulosa a partir del bagazo, la fábrica de papel de Tucumán necesitaba disponer de una materia prima local que proporcionara un tipo de pasta cruda para los papeles de envolver y otro relativamente blanco para los de impresión, en cantidades reducidas. Como se trataba de instalar una pequeña planta piloto, se optó por establecer únicamente un equipo para la limpieza y desmedulado del bagazo; dos digestores esféricos rotativos para la cocción del bagazo con soda cáustica; lavajes en tolvas con fondo filtrante y lavajes finales en una holandesa a hélice con dos tambores lavadores; dos depuradores rotativos con chapas de agujeros de 0,8 a 1,2 milímetros; un espesador para dejar la pasta con un 6 por ciento de densidad, y dos piletas holandesas a hélices y tambores lavadores para blanquearla directamente con solución de hipoclorito de calcio en la proporción de 30 gramos por litro de cloro activo.

Para la producción de 4 a 5 toneladas diarias de pastas crudas o blanqueadas no era difícil conseguir bagazo de los ingenios situados a pocos kilómetros de la fábrica.

Al principio, el enfardado y emparvado del bagazo plantearon una serie de problemas que más tarde la experiencia propia ayudó a resolver. Como señala acertadamente Aronovsky en sus estudios sobre paja de trigo y bagazo, este último sale de los trapiches con un 50 por ciento de agua y un 2 por ciento de azúcar, dos condiciones óptimas para las actividades microbiológicas, que pueden muy bien redundar en pérdidas del 10 por ciento en el peso del bagazo inicial.

---

✽ Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S.A.

Se enfarda el bagazo con ese contenido en agua y azúcar y se acumula en parvas de 400 a 500 toneladas. Los hongos y bacterias, que siempre están presentes, comienzan a fermentar el azúcar y demás carbohidratos convirtiéndolos en alcohol, ácido acético y otros ácidos. Como estas fermentaciones son fuertemente exotérmicas, elevan la temperatura del bagazo en la estiba. Por otro lado, el dióxido de carbono y otros gases producidos en la fermentación arrastran la humedad de los fardos hacia el exterior. La combinación de este aumento de temperatura y el desarrollo de gases determina un rápido descenso de la humedad del bagazo hasta un punto en que estas bacterias no pueden actuar más.

En estas condiciones el bagazo pierde un 10 por ciento de su peso original y contiene menos carbohidratos y más ligninas. No hay pruebas de que la acción microbiana sobre los carbohidratos se limite a las partes medulares del bagazo e incluso de que los carbohidratos de la médula sean atacados de preferencia.

Para facilitar la salida al exterior de humedad, gases y ácidos se dejan espacios entre fardo y fardo, cada tantos fardos. Para prevenir las parvas contra las lluvias, sobre todo en sus techos inclinados, se las cubre con una capa seca de paja brava o junco bien acondicionada y bien unida y atada. En estas condiciones las parvas de bagazo han permanecido perfectamente acondicionadas durante todo el año y algunas quedaron para el año siguiente.

Indudablemente el almacenamiento del bagazo en parvas presenta las ventajas de reducir su humedad del 50 por ciento a 20 - 24 por ciento, y de dejar al material medular en tales condiciones que un simple batido basta para desprenderlo, lo que no sucede cuando el bagazo acaba de salir del trapiche.

El bagazo original presenta una cantidad de fibras muy cortas y células no fibrosas que dificultan el blanqueo de la celulosa en grado todavía mayor cuando este blanqueo con hipoclorito se hace directamente sobre la pasta cocida.

La eliminación de la médula era otro problema, que se complicaba aún más cuando el bagazo húmedo del trapiche no había permanecido almacenado. Esto significaba aumentar la instalación con molinos desintegradores, zarandas rotativas, ventiladores y ciclones, equipos todos de marcha irregular y grandes costos de mantenimiento.

/Desintegrar el

Desintegrar el bagazo - especialmente el que tiene cerca del 50 por ciento de humedad - equivale a moler todo el conjunto con el riesgo de dañar o cortar también los haces fibrosos, por lo que no puede suponerse que al eliminar la parte medular se obtendrá un conjunto de fibras más largas. Todo depende del criterio de cada fabricante de celulosa; algunos lo tratan mecánicamente con cierto cuidado para dañar a las fibras lo menos posible y entonces dejan en el material fibroso un mayor porcentaje de médula; otros lo tratan más drásticamente y eliminan mayor cantidad de médula pero obtienen un porcentaje de fibras buenas desmenuzadas con el tratamiento mecánico.

Por lo tanto, no hay un criterio concordante en la separación de la médula, porque algunos aconsejan separar el 10 a 15 por ciento y otros el 20 a 30 por ciento. En la instalación de Tucumán se empezó separando un 20 por ciento de la médula cuando el bagazo era seco y después, por desgaste del molino, la separación llegó solamente a un 10 por ciento; sin embargo, no se han registrado diferencias apreciables en la celulosa obtenida.

A base de las experiencias de Celulosa Argentina, S.A., en Tucumán, en la obtención de pastas crudas y blanqueadas, con bagazo que contiene mucho o poco porcentaje de médula, se resolvió obtenerlas directamente del bagazo integral o bagazo con médula.

Se eliminó toda la instalación utilizada para la molienda y separación de la médula así como los alambres que envuelven los fardos. Una vez abiertos a mano los fardos en trozos, fueron descargados así dentro del lejiviador esférico rotativo. Para evitar que las pastas a la soda fuesen demasiado "encartadas" o duras, se estudió el punto óptimo de cocción en cuanto a la concentración de soda cáustica dentro del lejiviador.

Actualmente se produce en Tucumán con bagazo integral las pastas oscuras a la soda para mezclarlas con las celulosas al sulfato para los papeles tipo kraft. Para celulosas semi-blanqueadas o blanqueadas (blanqueos directos sobre pastas cocidas) se opta por las cocciones a 150/155° C durante 4 a 6 horas con sulfito de sodio más hidrato de sodio.

II

INFLUENCIA DE LA MEDULA EN LA ELABORACION DE  
CELULOSAS BLANQUEADAS

1. Consideraciones Generales

En el presente trabajo se exponen las ventajas y desventajas de la presencia de la médula en la elaboración de celulosas blanqueadas. En algunas fábricas se ha añadido una sección de "preparación y limpieza del bagazo", en la cual los fardos o balas se abren, desmenuzan y muelen en molino a martillos, u otro equipo especial, que hace desprender la médula de los haces fibrosos; se pasa todo por una serie de zarandas planas o rotativas y se envía la médula separada a las calderas, con lo cual el bagazo fibroso queda en condiciones de ser tratado en los lejiviadores o digestores.

La cantidad de médula que debe ser separada depende del criterio seguido en cada fábrica; en algunas separan un 15 por ciento y en otras alcanzan a un 30 por ciento de médula de bagazo seco.

En el Laboratorio de Investigaciones de "Celulosa Argentina S.A." en Capitán Bermúdez (Argentina) se ha trabajado bastante sobre la obtención de celulosas blanqueadas del bagazo. Desde un comienzo se trató de separar con procedimientos de laboratorio la parte medular del bagazo, porque se suponía que ese material fino sólo podía presentar inconvenientes, e incluso consumir una cierta cantidad de reactivos durante la cocción.

Unos años después, este laboratorio reinició sus estudios, tratando esta vez de estudiar a fondo la influencia de la médula y de los trozos de fibras finas en la celulosa blanqueada y en la elaboración del papel.

La composición del bagazo depende del país de origen, por sus condiciones climáticas, características físicas y químicas del suelo y de los métodos analíticos empleados. Un bagazo de Louisiana (Estados Unidos) da la siguiente composición:

/humedad a 105° C

humedad a 105° C	8,88%
extracción alcohol-benzol	1,69 "
solubilidad NaOH 7,14%	40,95 "
ligninas (en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	26,55 "
pentosanos	29,09 "
celulosa (Cross & Bevan)	60,20 "
alfa-celulosa	43,12 "
cenizas	1,79 "

mientras que otro de las Filipinas arroja:

humedad a 105° C	12,00 %
solubles en NaOH 1 %	29,10 "
solubles en agua caliente	3,90 "
ligninas (en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	11,20 "
pentosanos	22,06 "
celulosas (por diferencia)	41,40 "
cenizas	2,40 "

En cambio, una muestra promedio tomada en la fábrica de Tucumán, presenta la composición siguiente:

humedad a 105° C	10,00 %
extracción alcohol-benzol	2,75 "
solubles en agua caliente	5,30 "
solubles en NaOH 1 %	31,88 "
ligninas (con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	22,40 "
pentosanos	25,55 "
cenizas	1,98 "

Según algunos autores (Kumagaba y Shimomurak), el bagazo contiene 25 a 30 por ciento de fibras cortas, médulas, etc., y alrededor del 55 al 65 por ciento de fibras largas, más 10 a 15 por ciento de partes solubles en agua. Después de separar las fibras cortas de las largas se comprobó que la composición química de los dos tipos era aproximadamente la misma. (Véase el cuadro 1.)

En cambio, en el Laboratorio Experimental del Sindicato Pomilio en Nápoles han separado también un 25 a 30 por ciento de fibras muy cortas, más médulas, pero se hallaron bastantes diferencias en la composición química de ambas. (Véase el cuadro 2.)

Posteriormente, en el Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S.A., se separó, sobre tamiz con agujeros de 1,8 milímetros la misma malla que la usada en la zaranda rotativa de Tucumán, un 10 por ciento de fibras cortas y médulas cuyo análisis dió los resultados que se aprecian en el cuadro 3.

En el mismo laboratorio se obtuvieron celulosas blanqueadas del bagazo sin médula y de la médula por separado, con los siguientes resultados:

Bagazo sin médula	=	50 % celulosa blanqueada
Médula seca	=	20 % celulosa blanqueada

Partiendo de la base de que en la fábrica de Tucumán se obtuvieron 85 kilogramos de material fibroso y 15 kilogramos de fibras cortas y médulas, de 100 kilogramos de bagazo seco, se llega a la conclusión de que estos mismos darán 42,5 kilogramos de celulosas con fibras homogéneas, más 3 kilogramos de fibras cortas, lo que representaría en total unos 45,5 kilogramos de celulosa blanqueada.

En cambio, 120 kilogramos de bagazo integral se transforman en 100 kilogramos de bagazo sin médulas, que darían 50 kilogramos de celulosa blanqueada. Además, las experiencias de Laboratorio han proporcionado datos que confirman lo que anteriormente se había previsto y permiten obtener una celulosa blanqueada de propiedades físicas y químicas tan buenas como la del bagazo desmedulado.

## 2. Ensayos de Laboratorio

a) Con bagazo sin médula.- Se usó bagazo seco de Tucumán sin médula, en un lejivador esférico rotativo de laboratorio de acuerdo con los datos que se recogen en el cuadro 4.

Ambas pastas tratadas con NaOH en la cocción fueron sometidas al agua de cloro, inyectando en una sola etapa cloro gas en la pasta diluída al 3 por ciento. A continuación se hizo un lavaje alcalino y finalmente una depuración sobre chapas con fisuras de 0,23 milímetros. Como etapa final, se blanqueó con solución diluída de hipoclorito de calcio.

En el cuadro 5 se dan los valores de las resistencias de las fibras de celulosas blanqueadas, después de tratamientos a diferentes tiempos en el molino Lampen. Como se notará los valores de las últimas columnas están referidos a 45° Schopper-Riegler, para facilitar la comparación.

b) Con bagazo con médula. - Se estudiaron las cocciones o digestiones alcalinas en dos formas: i) cocciones simples o en una sola etapa; ii) cocciones en dos etapas.

En la primera se trata el bagazo con toda la cantidad de álcali y en la segunda se efectúa una precocción con lejía residual de la cocción anterior y luego otra cocción con solución nueva de soda cáustica.

Con el álcali activo sobrante de la cocción anterior se ataca precisamente a una porción de substancias que se solubilizan en los primeros momentos y a menor temperatura.

i) Cocciones simples o en una sola etapa.- En estos ensayos se empleó bagazo de Tucumán pasado por un pequeño desmenuzador de laboratorio. No fué tamizado después, de manera que todos los ensayos se hicieron lejiviando el bagazo fibroso junto con la médula.

Todas las cocciones se efectuaron en lejiviador esférico rotativo con soda cáustica solamente y el blanqueo en las mismas condiciones anteriores: cloruración con cloro gas en pasta diluída y baño alcalino y blanqueo final con hipoclorito cálcico. Los resultados se indican en el cuadro 6.

Los consumos de reactivos se refieren a porciones de celulosa blanqueada mientras que sus resistencias se determinaron después de tratamientos a diferentes tiempos en el molino Lampen, con los resultados que se recogen en el cuadro 7.

ii) Cocciones en dos etapas.- Se usó el mismo bagazo de los ensayos anteriores. Todas las cocciones se efectuaron en lejiviador esférico rotativo, con NaOH solamente. La primera cocción con lejía residual de la cocción anterior, a 120°C, durante dos horas. La segunda cocción con solución nueva de NaOH. (Véase el cuadro 8.)

Las pastas lejiviadas fueron tratadas en la misma forma con cloro, soda cáustica e hipoclorito de calcio. Los consumos de reactivos están referidos a celulosa blanqueada y las resistencias de las mismas después de haberlas trabajado en el molino Lampen en varios tiempos. (Véase el cuadro 9.)

/Para terminar, se

Para terminar, se agrega el cuadro 10 con los datos comparativos entre las celulosas blanqueadas del bagazo, con y sin médula, tomando para cada caso el ensayo con los resultados más convenientes y positivos.

### 3. Conclusiones

Con bagazo sin médula se obtiene mejor rendimiento (50 a 52 por ciento en blanqueado) que se reduce a un 45 por ciento cuando se refiere a bagazo total, tal como se adquiere en los ingenios.

La celulosa no es de fibras más largas porque es la misma materia prima para ambos casos. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que, con el molino a martillos u otro aparato desintegrador, se rompe también una porción de fibras buenas.

Las diferencias en los consumos en soda en las cocciones no son muy grandes, del 24 por ciento en el caso del bagazo sin médula al 27 por ciento con médula, porque para ambas cocciones se empleó el 14 por ciento sobre bagazo.

Las resistencias en las celulosas de bagazo sin médula blanqueadas no son mayores que las del bagazo con médula. El grado inicial de engorde o grado Schopper Riegler de ambas pastas es bajo y por lo tanto ambas son filtrantes, por lo que no necesitan de mucha refinación en la sección de Papelería.

No constituye dificultad extraer la médula y las fibras cortas cuando el bagazo está seco y tiene unos meses de estacionamiento. El problema se presenta cuando el bagazo está húmedo y sobre todo cuando acaba de ser enfardado.

El temor de que la celulosa blanqueada del bagazo con médula sea muy gorda y quebradiza queda descartado porque experimentalmente se ha comprobado que el grado de engorde es para la celulosa del:

bagazo sin médula;	15°3	Schopper	Riegler
bagazo con médula;	17°3	"	"

## III

OBTENCION DE CELULOSA DEL BAGAZO CON EL PROCEDIMIENTO AL  
SULFITO NEUTRO DE SODIO1. Ensayos en laboratorio

En el laboratorio de investigaciones de Celulosa Argentina S.A., se han efectuado numerosos ensayos con el objeto de obtener pastas cocidas de buena calidad y de fácil preparación en escala industrial.

El proceso al sulfito neutro de sodio permite obtener estas condiciones usando soluciones de sulfito de sodio mantenidas en estado "buffer" por el agregado de hidróxido de sodio, para que se realicen dentro de zonas neutras o débilmente alcalinas de pH.

Un tratamiento del vegetal con estos valores de pH produce poco ataque del material celulósico; la mayor parte de las hemicelulosas quedan incorporadas al producto final; la delignificación es bastante completa y los rendimientos no disminuyen en forma considerable, por lo que pueden llegar a obtenerse, con pastas bien cocidas, rendimientos finales del 52 al 56 por ciento en celulosas blanqueadas partiendo del bagazo total.

Se usó una muestra promedio de bagazo con poco tiempo de almacenamiento en Tucumán, que provenía del norte de la provincia de Santa Fe. Este bagazo, en trozos comprimidos, tal como llegó del ingenio, fué desmenuzado a mano sin perder la médula y partes finas. En ninguno de los ensayos se ha separado la médula, de manera que las cocciones se realizaron con bagazo integral en lejivadores rotativos de acero inoxidable, de acuerdo con el cuadro siguiente.

Después de la cocción, las pastas fueron tratadas dos veces con cloro gas inyectado en pastas diluidas al 3 por ciento de densidad y sometidas a un baño alcalino en frío después de cada ataque con cloro; después del primer tratamiento con cloro y soda cáustica se hizo una depuración sobre chapa con fisuras de 0,25 mm. Como etapa final, un blanqueo con hipoclorito de calcio, en pasta al 8 por ciento; temperatura entre 35 y 38° C durante 2 a 3 horas.

Se calcularon los consumos de reactivos en relación con las celulosas o blanqueadas y las pastas blanqueadas se ensayaron en diferentes tiempos en la pila holandesa TAPPI, pero en el cuadro 11 se han referido todos los datos de resistencias a 45° Chopper-Riegler.

## 2. Conclusiones

Se han realizado tres cocciones; dos con 15 y 3 por ciento de sulfito e hidrato y la otra con 18 y 3,5 por ciento. En la primera se llegó a 145/150° C con una cocción bastante buena y pasta bastante clara. Para la segunda, con la misma cantidad de reactivos y 10° C más en la cocción, se obtuvo una pasta más cocida aún y el pH de la lejía residual descendió a 7,0.

Se probó finalmente una cocción con exceso de sulfito (18 por ciento sobre bagazo total) y algo más de soda cáustica. La pasta resultó muy bien cocida, de color muy claro y número de permanganato 6,0. Durante su blanqueo, las cantidades de cloro, soda e hipoclorito se mantuvieron bajas, de manera que la pasta se blanqueó fácilmente con un rendimiento final de 55,90 por ciento sobre el bagazo total.

Se ha comprobado que, con cocciones más profundas y tratamientos posteriores de blanqueos más suaves, puede obtenerse celulosa muy buena, de buena resistencia y rendimientos altos.

## 3. Producción en escala industrial realizada en la fábrica de Tucumán

Se ensayaron tres tipos de cocciones con el sulfito neutro de sodio:

- a) cocciones para pastas crudas de alto rendimiento
- b) cocciones para pastas semi-cocidas
- c) cocciones para pastas cocidas de fácil blanqueo en el sistema cloro-soda cáustica e hipoclorito.

a) Cocciones para pastas crudas de alto rendimiento.- Se cargaron los lejiviadores esféricos rotativos con los fardos de bagazo integral abiertos a mano en trozos. Aparte se disolvió el sulfito de sodio y la soda cáustica, en solución concentrada, previendo el agua de condensación del vapor directo en el lejiviador. (Véase cuadro 12.)

Cada lejiviador fué descargado y la pasta lavada en la tolva de fondo filtrante y el contenido de dos tolvas, lavadas a continuación en la holandesa con dos tambores lavadores. Las pastas obtenidas eran sumamente fibrosas y filtrantes por lo que quedaron lavadas en una tercera parte del tiempo necesario para las pastas a la soda.

Por no disponer en Tucumán de un tipo de refinador a discos apropiado para esta clase de pasta semi-química, se pasó toda la pasta en las molazas hasta desfibrarlas completamente.

Se obtuvieron los siguientes resultados, que concuerdan bastante con los logrados en el Laboratorio de Investigaciones:

Rendimiento/bagazo total seco:	73,00 %
<u>Consumos/pasta cruda seca:</u>	
sulfito sódico anhidro	12,50 "
soda cáustica	2,65 "

contra un rendimiento del 56 por ciento y 17 por ciento de soda consumida cuando se obtenían las pastas a la soda.

La pasta clara al sulfito neutro se utilizó mezclándola con pastas mecánicas y sulfito blanqueado de pino en papeles de impresión de segunda clase; en los papeles "sulfito" en colores, mezclándola con pastas sulfito de pino extranjeras, de primera y tercera categoría.

b) Cocciones para pastas semi-cocidas.- Se repitieron los ensayos anteriores con bagazo total (bagazo más médula) teniendo cuidado de aumentar los reactivos y la temperatura de cocción. (Véase el cuadro 13.)

Las pastas obtenidas eran muy claras, completamente desfibradas y de fácil lavaje como en el caso anterior. Con una adecuada refinación o desfibración, esta pasta clara puede ser usada así o más clara aún, con un medio blanqueo con hipoclorito de calcio. En el primer caso dió un 65 por ciento de rendimiento/bagazo total seco y en el segundo un 62 por ciento con un consumo del 14,8 por ciento de sulfito de sodio anhidro; 4,3 por ciento de hidróxido de sodio y 3 a 4 por ciento de cloro activo del hipoclorito en el semiblanqueo.

Estas pastas se mezclan con otras celulosas y recortes de primera clase para papeles blancos, en colores y para envolver, también en diversos colores.

c) Pastas cocidas de facil blanqueo para el sistema cloro-soda e hipoclorito de calcio.- Antes de considerar este tipo de cocción, es oportuno determinar el criterio seguido en el Laboratorio de Investigaciones para obtener pastas blanqueadas del bagazo con rendimientos superiores al 55 por ciento sobre bagazo total seco.

/Las pastas

Las pastas semiquímicas blanqueadas se obtienen con tratamientos suaves de cocción, seguidas por una acción mecánica de refinación o desfibración en molinos a discos y luego un ataque con cloro en pasta al 3 por ciento, baño alcalino y blanqueo final con hipoclorito de calcio.

Como en Tucumán no se disponía de ese desfibrador para aplicarlo después de la cocción, fué necesario cocinar más a fondo, empleando menos cloro e hipoclorito, pero perdiendo la ventaja de esta desfibración, que permite una cocción suave con menos reactivos y mayor consumo de cloro e hipoclorito. Los resultados son los que se observan en el cuadro 14.

Las pastas lejiviadas fueron lavadas en las tolvas y holandesas lavadoras y sometidas a cloruración con cloro gas en torre Kamyra al 3 por ciento y baño alcalino y blanqueo con hipoclorito de calcio.

		<u>Por ciento</u>
Rendimiento cel. blanq/bagazo total:		54 a 56
<u>Consumos reactivos/celulosa blanq.</u>		
<u>Cocción</u>	{ sulfito sódico anhidro	24,0
	{ soda cáustica	7,6
<u>Blanqueo</u>	{ cloro gas	2,8
	{ soda cáustica	2,2
	{ cloro act. (hipoclorito)	0,7

Esta celulosa blanqueada se utilizó en proporción del 40 al 60 por ciento en papeles blancos para escribir y de impresión, y en papeles monolúcidos hasta con 100 por ciento.

IV

OBTENCION DE CELULOSA DEL BAGAZO CON EL PROCEDIMIENTO  
A LA SODA CAUSTICA

1. Ensayos de Laboratorio

Se estudió en laboratorio la forma de obtener una pasta bien cocida, con poca soda cáustica y temperatura no superior a 120° C, partiendo del bagazo total.

Este ensayo tenía por objeto orientar la fabricación en escala industrial en las instalaciones de Celulosa Argentina S.A., sobre la base de un desmenuzado o desfibrado y cocción en las torres en continuo con solución de NaOH a 120° C durante unas 4 horas.

El bagazo usado en el laboratorio corresponde a la cosecha de 1951 del ingenio Tacuarandi (norte de la provincia de Santa Fe). Todo el conjunto de fibras más la médula fué lejiado de acuerdo con las condiciones que pueden observarse en el cuadro 15.

Las pastas lejiadas fueron desfibradas para homogeneizar el material y bien exprimidas hasta llegar a un contenido del 26 a 30 por ciento seco a 105° C. A continuación se efectuaron: una primera cloruración con cloro gas de la Sección Electrolisis (95 - 97 por ciento de cloro) en exceso de cloro durante unos 40 minutos, lavajes para eliminar cloro y ácido clorhídrico y baños alcalinos con 2 a 2,2 por ciento de NaOH sobre la pasta lejiada, durante 1 1/2 horas a temperatura ambiente.

Luego se realizó una depuración mecánica de tipo de laboratorio sobre chapa con fisuras de 0,25 milímetros. Después de esta operación, la cocción 1 quedó con bastantes astillas; la No. 2 con menos y la No. 3 prácticamente con ninguna.

Se llevó a cabo después una segunda cloruración, esta vez inyectando cloro en la pasta con una densidad del 3 por ciento, durante 1 1/4 horas, lavajes fuertes, baños alcalinos en frío y blanqueo final con hipoclorito de calcio durante 3 horas a 35° C.

Se obtuvieron celulosas muy blancas con más astillas amarillas en la primera que en la segunda. En cambio, la cocción No. 3 dió una celulosa muy blanca y exenta de astillas. Los rendimientos obtenidos, consumos de reactivos y resistencias de las celulosas blanqueadas, se detallan en el cuadro 15.

/2. Conclusiones

## 2. Conclusiones

Se puede obtener una buena celulosa del bagazo total tratándolo a 120° C con 12 a 14 por ciento NaOH sobre bagazo, durante 4 horas. Los procesos ya conocidos, a la soda y al sulfato, producen celulosas de satisfactorios resultados y con más resistencia que las obtenidas con el proceso al sulfito neutro de sodio, que, por otro lado, producen celulosas satisfactorias con altos rendimientos. La elección del procedimiento depende en gran parte del tipo de celulosa deseado y, en algunos casos, de la instalación y condiciones de cada fábrica en que se quiera utilizar el bagazo.

Las fibras del bagazo tienen un largo promedio de 1,5 a 2,0 milímetros, y un diámetro de alrededor de 20 micrones. La relación de longitud a diámetro es aproximadamente una tercera parte superior a la de las fibras de coníferas y dos a tres veces mayor que la relación de las maderas de fibras cortas.

El largo promedio de las fibras de coníferas es alrededor de 3 milímetros y su ancho promedio aproximadamente de 40 micrones; en otras palabras, las fibras de maderas de fibras cortas tienen aproximadamente la misma longitud promedio que las de la paja de trigo y bagazo y el mismo diámetro promedio que la de las coníferas.

Las fibras de la paja de trigo y el bagazo no son fácilmente desfibriladas en pilas holandesas o en refinador Jordan. Debido a su alta relación de largo a diámetro y a la dificultad en desfibrilarlas, tienen tendencia a producir una hoja mejor formada, más suave y más compacta.

La experiencia de muchos años en el tratamiento de celulosas de trigo y bagazo permite asegurar que al agregarse estas fibras a celulosas de coníferas se producen papeles con superficies más lisas, suaves y de formación más uniforme.

Químicamente, las fibras de la paja de trigo y de bagazo tienen los mismos componentes que las de las fibras de coníferas, celulosa y hemicelulosas; pero la proporción de estos componentes en los dos materiales es muy distinta; mientras la celulosa de coníferas contiene en general 80 a 90 por ciento de alfa-celulosa y 5 a 15 por ciento de hemicelulosas, las celulosas de paja y de bagazo tienen sólo 65 a 75 por ciento de alfa-celulosa y alrededor de 20 a 30 por ciento de hemicelulosas, constituidas en su mayoría de xilanos.

Esto explica el alto rendimiento de las celulosas de pajas y bagazo al sulfito neutro de sodio, porque retienen una gran proporción de hemicelulosas.

Insistiendo en cuanto a las mezclas de las fibras de paja y bagazo con las fibras largas de madera, las investigaciones de Celulosa Argentina S.A., confirman lo que dice I.S. Aronovsky: "para hacer papeles especiales, la experiencia ha demostrado que se pueden obtener mucho mejores resultados mezclando dos o más pulpas que usando solamente un solo tipo". "Cada fibra usada en la mezcla contribuirá a dar al papel propiedad o propiedades que no podrían ser obtenidas tan fácil o tan eficazmente de un solo tipo de fibras. Se sabe muy bien que las celulosas de coníferas al sulfato y al sulfito dan altas resistencias al desgarramiento y a la tracción, mientras que las pastas mecánicas y celulosas de maderas de fibras cortas dan buena formación, suavidad, alisado y opacidad a los papeles".

Por ejemplo, mezclando celulosa al sulfito de madera con celulosa de la paja de trigo, se refina por separado hasta llegar a un máximo en la resistencia al desgarramiento. Luego se refina aparte la celulosa de trigo a un punto tal que la mezcla de las dos pastas tenga el grado de refinación deseado.

"Hojas hechas en Laboratorio con esta mezcla, tenían mayor resistencia a la tracción, desgarramiento y doble plegado que las obtenidas de cada una de ellas cuando fueron refinadas hasta alcanzar su resistencia máxima. Hay relaciones de mezclas en escala industrial en fábricas de Europa y Sud-América, de celulosas de fibras largas de coníferas y de trigo".

La instalación de Tucumán, y sobre todo, la de Capitán Bermúdez, producen sus diversos tipos de papeles a base de mezclas de fibras en las cuales las fibras largas de maderas de coníferas sirven para formar el esqueleto o el sostén, en cuyos espacios entre fibra y fibra desempeñan una función importante las otras fibras cortas que se producen y utilizan como material de relleno.

Cada tipo de fibra que se obtiene en las instalaciones de Capitán Bermúdez desempeña su cometido complementario en cada tipo de papel fabricado. Esa instalación permite obtener celulosa de trigo, sudan grass, bambú, bagazo y eucalipto en cantidades adecuadas para la producción en papel del mes. Todos estos tipos de celulosa, en estado húmedo, con un 30 a 40 por

/ciento de

ciento de celulosa seca, permanecen almacenado por separado para que el fabricante de papeles pueda hacer las mezclas correspondientes de acuerdo con los tipos que desee elaborar.

Lo anterior no quiere decir que se pretende hacer papeles buenos de escribir e impresión con 100 por ciento de celulosa de paja de trigo o de bagazo, ni que estas fibras sustituirán en un 100 por ciento a las de las coníferas. Corresponden a materias primas abundantes, de uso complementario, por las propiedades óptimas que otorgan al papel y porque al usarlas permiten una distribución más racional de las celulosas de maderas.

## V

### PAPEL DE DIARIO A BASE DE BAGAZO

#### 1. Consideraciones generales

Con frecuencia se publican en la prensa de todo el mundo noticias de carácter sensacional sobre la posibilidad del aprovechamiento del bagazo, porque es lógico que se manifieste interés en la disponibilidad del papel, sobre todo por lo que toca al papel de diario. Para los técnicos, que vienen produciendo desde hace tantos años papeles a base de bagazo - desde los papeles blancos para obras, affiches, etc., hasta el papel de diario, revistas, rotograbados, etc. -, estas noticias son motivo de perplejidad. Se ha comprobado que los factores que más limitan el empleo de esta materia prima como base han sido la disponibilidad de bagazo por las razones ya expuestas, y el factor económico, porque para conseguir bagazo fué necesario en varias oportunidades sustituirlo con leña para combustible en los ingenios que lo empleaban como tal, pagándolo según el valor de aquélla.

Celulosa Argentina S.A. mantiene cultivos especiales de Sudan Grass, por ejemplo, para la producción de celulosas, con resultados de costos en esta materia prima que pueden competir con cualquiera otra, como la paja de trigo, la madera, etc. Encarado el problema de la celulosa del bagazo en forma racional, desde las plantaciones y la racionalización termodinámica del ingenio, hasta llegar al empleo de altas presiones en las calderas y usar turbo-compresores, en vez de vapor en la concentración de los jugos, el excedente de bagazo podría llegar a ser enorme. Por lo expuesto anteriormente, no es aventurado decir que es posible llegar a considerar el azúcar como un producto paralelo a la producción de celulosa del bagazo.

/Obtención en

2. Obtención en laboratorio de celulosa del bagazo destinada a fabricar papel de diario

La primera parte de este estudio se refirió a la obtención de una celulosa más o menos blanca, con rendimiento entre 55 y 60 por ciento referido a bagazo seco con médula. Esto se logra cuando los ataques químicos durante la cocción y el blanqueo son hasta cierto límite moderados.

Una cocción en defecto ejerce influencia desfavorable sobre la opacidad de la celulosa blanqueada, sobre todo cuando se la blanquea solamente con hipocloritos.

El bagazo usado para estos ensayos corresponde a una muestra promedio de los ingenios de Tacuarandí (norte de la provincia de Santa Fe). En todos los ensayos se ha usado el bagazo natural con médula, desmenuzado a mano.

Se ha utilizado el proceso al sulfito neutro de sodio con una desfibración o refinación posterior de las partes duras y haces fibrosos para facilitar el ataque con cloro o con hipocloritos. En el laboratorio se ha adoptado el procedimiento de refinar con un Jordan después de la cocción, con resultados muy satisfactorios, porque se ha conseguido una pasta completamente desfibrada. Con pastas relativamente bien cocidas, el Jordan ha trabajado sin necesidad de apretarlo demasiado y ha sido tal el grado de desfibración logrado que no hubo necesidad de una depuración intermedia ni de una cloruración con sus correspondientes baño alcalino y blanqueo; fué más rápido y eficaz blanquear la pasta directamente con hipoclorito después de pasarla por el Jordan.

En el cuadro 16 se reúnen algunos datos de las cocciones realizadas en laboratorio.

Las pastas desfibradas tomadas después del Jordan, fueron divididas en cada ensayo en dos porciones: una blanqueada directamente con hipoclorito de calcio y la otra tratada con cloro, baño alcalino y blanqueo posterior con hipoclorito de calcio.

En el cuadro 17 se resumen los consumos de reactivos referidos a las celulosas blanqueadas.

Los rendimientos en pastas blanqueadas, con relación al bagazo con médula, son en ambos casos prácticamente iguales, así como los consumos en cloro total. Debe advertirse que los grados Schopper-Riegler de las pastas blanqueadas son bastante bajos, si se considera que se usó

bagazo con médula y que la celulosa blanqueada de trigo producida en las instalaciones de Capitán Bermúdez tienen 25 a 30° Schopper-Riegler.

### 3. Obtención en laboratorio de papel de diario con celulosa del bagazo

Las fibras blanqueadas del bagazo son, en general, bastante transparentes; en las correspondientes a la cocción 4 se advierte baja opacidad y menor todavía en la blanqueada con cloruración y baño alcalino.

Bagazo 4 (blanqueo directo) 75,2 % opacidad

Bagazo 4 (clorurac. y blanqueo) 72,5 " opacidad

Para corregirlo se recurre a la pasta mecánica y al agregado de carga en una proporción que no modifique mucho la buena resistencia del papel.

Además, la resistencia del bagazo solo es tan buena que no hace necesario el agregado de celulosa al sulfito cruda de fibras largas.

Con el bagazo blanqueado de la cocción 5 se han elaborado en el laboratorio una serie de papeles de diario con 75 por ciento de bagazo blanqueado y 25 por ciento de pasta mecánica, más diferentes tipos de carga. (Véase el cuadro 18).

Las resistencias son muy buenas (promedio de los dos sentidos) y las opacidades se aproximan a las extranjeras, como puede observarse en el cuadro 19.

### 4. Producción en escala industrial de celulosa y papel para diario con bagazo

Se utilizó bagazo de los ingenios de Tacuarandí y Las Toscas (norte de la provincia de Santa Fe). El bagazo, apenas trapichada la caña, fué enfardado y enviado a la fábrica de Celulosa Argentina S.A. en donde permaneció unos 25 días estacionado.

Los fardos de bagazo fueron pasados por un desmenuzador y el conjunto (bagazo más médula) por los lejiviadores. Las condiciones de cocción fueron las siguientes:

10 %  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  anhidro sobre bagazo seco

3 % NaOH sobre bagazo seco

1:6 Relación bagazo/solución

2 Horas para llegar a una temperatura máxima (145° C)

5 Horas cocción a temperatura constante (145° C)

En un gran número de cocciones la temperatura no se elevó a 145° C en el tiempo establecido de 2 horas sino en 4 y 5 horas, lo cual indicó una circulación defectuosa del líquido dentro del lejivador, fenómeno que siempre se produce cuando se trata de la cocción de materiales no homogéneos.

El número de permanganato de la pasta lejiviada ha variado entre 10 y 13, pero se han registrado algunos mínimos de 8 a 9 y máximos de 14 a 15. Además, incluso en los lejivadores de número de permanganato normal, siempre quedaron algunas porciones no bien atacadas, defecto que puede atribuirse a la cocción en lejivadores verticales fijos. El pH de la lejía residual ha variado entre 7,0 y 7,4.

La pasta lavada se ha bombeado a dos refinadores cónicos Jones, alimentados por un cajón con rebalse colocado a dos metros de altura. Antes de este cajón se dispusieron 2 imanes para separar los alambres y pequeños trozos de hierro. Los refinadores Jones trabajaron algo separados con el fin de abrir las fibras sin cortarlas.

Desde los dos refinadores, la pasta fué enviada a un separanudos Jonsson de agujeros de 5 milímetros de diámetro y luego a un depurador Myrens rotativo con chapas de 1,25 milímetros de diámetro. La pasta depurada pasó por las torres Kamyrr de cloruración, baño alcalino y blanqueo con hipoclorito de calcio. A continuación, fué bombeada directamente a la Sección Papelería para su transformación en papel de diario.

Se ha considerado oportuno determinar las resistencias de varias piletas de bagazo blanqueado, correspondientes a cocciones mediocres y cocciones buenas. Estas resistencias fueron determinadas directamente sobre la celulosa blanca (sin trabajo previo en molino Lampen o la pila holandesa pequeña del laboratorio). (Véase cuadro 20.)

La operación 4 corresponde a una cocción mediana, la 5 mejoró algo y las siguientes fueron cocciones buenas.

Esta celulosa, en un porcentaje del 70 por ciento, mezclada con 30 por ciento de pasta mecánica del Sauce-álamo elaborada en la fábrica de Zárate, y un 10 a 15 por ciento de caolín, formaron la mezcla destinada a emplearse en la primera máquina para hacer papel de diario satinado (Rotograbado) y en la segunda máquina para hacer el papel de diario alisado. Debe advertirse que esta máquina se utiliza continuamente para elaborar papeles buenos

blancos de escribir y de impresión y que en esa oportunidad, sin preparación previa, elaboró el papel de diario marchando a 200 metros por minuto.

Durante las fabricaciones del papel de diario en ambas máquinas, se realizaron en el laboratorio una serie de controles que se consignan en los cuadros 21 y 22.

Cuadro 1

		Bagazo integral	Bagazo sin médulas (fib. largas)	Médulas y fibras cortas
humedad a 105° C	%	8,30	8,10	8,30
cenizas	"	2,40	1,30	3,00
sílice	"	2,00	0,46	2,42
Grasas y ceras	"	3,45	2,25	3,55
ligninas	"	20,00	19,20	20,10
pentosanos	"	24,50	26,10	26,30
celulosas	"	46,00	56,60	49,10
celulosas sin pentosanos		34,50	42,90	36,80

Cuadro 2

		Bagazo integral	Bagazo (fib. largas)	Médulas y fibras cortas
humedad a 105° C	%	10,79	10,53	11,66
cenizas	"	2,48	1,14	18,59
solubles en agua y NaOH 1 %	"	32,06	28,78	55,17
ligninas (en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	"	11,26	12,07	4,05
celulosas (por diferencia)		43,41	47,48	10,53

Cuadro 3

		Bagazo integral (Tucumán)	Médulas y fibras cortas
humedad a 105° C	%	10,00	10,50
extracción alcohol-benzol	"	2,75	6,54
solubles en agua caliente	"	5,29	12,47
solubles en NaOH 1%	"	31,88	53,48
ligninas (en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	"	22,40	18,36
pentosanos	"	25,55	22,40
cenizas	"	1,98	6,12

Cuadro 4

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA OBTENER CELULOSA  
 BLANQUEADA DE BAGAZO SIN MEDULA

Cocciones No.		41	42
Bagazo seco sin médula	gr.	2000	2000
NaOH/bagazo seco	%	14,1	14,1
Relación bagazo/solución		1:5	1:5
Temperatura máxima de cocción	°C	145	145
Tiempo a temperatura máxima	Hs.	5	5
<u>RESULTADOS DE COCCION</u>			
Número de permanganato		16,5	14,2
Rendimiento después de cocción	%	59,0	58,7
NaOH en lejía residual	g/l	0,8	2,2
<u>RESULTADOS DESP. BLANQUEO</u>			
Rendimiento celulosa/bagazo	%	50,6	52,0
<u>CONSUMOS REACTIVOS/CEL. BLANQ.</u>			
NaOH en cocción	%	23,80	23,10
Cloro gas en cloruración	"	7,0	3,7
NaOH en baño alcalino	"	1,1	0,5
Cloro activo en blanqueo	"	0,95	0,90

Cuadro 5

RESISTENCIAS DE LAS CELULOSAS BLANQUEADAS  
 OBTENIDAS DE BAGAZO SIN MEDULA

	Cocción N° 41			
	Tiempos en Lampen (minutos)			
	5	30	45	19
grado de engorde (Schopper-Rieg.)	25	58	68	45
longitud de rotura (metros)	5488	7845	7800	7200
desgarramiento (Elmendorff)	33	21	21	25
doble plegado	180	400	500	320
	Cocción N° 42			
	Tiempos en Lampen (minutos)			
	5	30	75	22
grado de engorde (Schopper-Rieg.)	26	54	79	45
longitud de rotura (metros)	5341	7627	7900	7150
desgarramiento (Elmendorff)	32	26	32	27
doble plegado	77	350	580	350

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA OBTENER CELULOSA BLANQUEADA  
DE BAGAZO CON MEDULA EN UNA SOLA COCCION

Ensayos Nos.		20	30	34	37	43
bagazo seco con médula	gr.	2000	2000	2000	2000	2000
NaOH / bagazo seco	%	14,1	13,0	14,1	14,1	14,5
relación bagazo a solución		1:6	1:6	1:6	1:6	1:6,4
temperatura máxima de cocción	°C	145	145	145	147	145
tiempo a temperatura máxima	Hs.	5	5	5	5	5
<u>Resultados de la Cocción</u>						
número de permanganato		13,0	25,9	19,0	15,8	11,0
rendimiento desp. de cocción	%	56,1	67,7	56,7	59,3	56,7
NaOH libre en lejía residual	g/l	3,0	0,9	1,76	1,6	-
<u>Resultados desp. de blanqueo</u>						
rendimiento celulosa /bagazo	%	44,1	45,6	45,8	45,7	46,1
<u>Consumos reactivos</u>						
NaOH en cocción	%	28,0	25,0	27,1	27,1	26,0
cloro gas en cloruración	"	6,1	17,6	8,4	8,4	7,1
NaOH en baño alcalino	"	1,0	2,1	1,1	1,1	1,0
cloro activo en blanqueo	"	1,1	1,9	1,1	1,2	1,2

Cuadro 7

RESISTENCIAS DE LAS CELULOSAS BLANQUEADAS OBTENIDAS DE  
BAGAZO CON MEDULA MEDIANTE COCCION SIMPLE

	30		34				43							
tiempos en Lampen (minutos)	30	60	:	50	20	30	60	:	32	5	15	30	:	16
grado de engorde (Schopper-Rie.)	35	49	:	45	28	42	64	:	45	25	44	67	:	45
longitud de rotura (metros)	6784	7580	:	7300	6532	7510	8043	:	7600	5616	6868	6904	:	6900
desgarramiento (Elmendorff)	20	20	:	20	22	17	21	:	19	22	19	20	:	20
doble plegado	228	495	:	410	109	228	892	:	260	51	171	155	:	170

Cuadro 8

RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA OBTENER CELULOSA BLANQUEADA  
 DE BAGAZO CON MEDULA EN DOS COCCIONES

Ensayos Nos.	12	13	35	39	40
<u>PRE-COCCION</u>					
Bagazo seco con médula	gr 2000	2000	2000	2000	2000
NaOH / bagazo seco	% 4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Relación bagazo a solución	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
Temperatura máxima de cocción	°C 120	120	145	145	145
Tiempo a temperatura máxima	Hs 2	2	2	2	2
<u>COCCION</u>					
NaOH / bagazo seco	% 9,0	8,1	9,0	9,5	9,5
Relación bagazo a solución	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
Temperatura máxima de cocción	°C 145	145	145	145	145
Tiempo a temperatura máxima	Hs 4-1/2	5	5	5	5
<u>RESULTADOS DE LAS COCCIONES</u>					
Número de permanganato final	10,6	14,1	17,5	11,2	9,8
Rendimiento desp. de cocción	% 56,7	55,1	53,7	52,2	51,5
Alcali activo desp. Pre-cocción	g/l no	no	no	no	no
Alcali activo desp. Cocción	" -	-	0,65	2,0	2,9
<u>RESULTADOS DESPUES BLANQUEO</u>					
Rendimiento celulosa/bagazo	% 43,3	43,3	42,5	46,4	45,8
<u>CONSUMOS DE REACTIVOS</u>					
NaOH en cocción	% 26,7	24,7	28,0	26,9	27,2
Cloro gas en cloruración	% 5,0	6,2	8,9	4,4	4,0
NaOH en baño alcalino	% 0,6	0,8	1,0	0,6	0,9
Cloro activo en blanqueo	% 1,14	1,6	1,4	1,0	1,0

Cuadro 9

RESISTENCIAS DE LAS CELULOSAS BLANQUEADAS OBTENIDAS  
 DE BAGAZO CON MEDULA MEDIANTE COCCIONES  
 EN DOS ETAPAS

	39			
Tiempos en Lampen (minutos)	30	45	60	: 30
Grado de engorde (Schopper-Rie.)	45	62	69	: 45
Longitud de rotura (metros)	5663	6237	6232	: 5663
Desgarramiento Elmendorff	43,2	47,2	33,6	: 43,2
Doble plegado	323	729	383	: 323
	40			
Tiempos en Lampen (minutos)	15	30	60	: 42
Grado de engorde (Schopper-Rie.)	22	34	68	: 45
Longitud de rotura (metros)	3215	5380	6193	: 6000
Desgarramiento Elmendorff	23,2	26,0	25,6	: 26,0
Doble pegado	33	178	890	: 350

Cuadro 10

CUADRO COMPARATIVO DE LAS CELULOSAS BLANQUEADAS OBTENIDAS  
 DE BAGAZO CON Y SIN MEDULA

	Bagazo con médula		Bagazo sin
	Cocción en una etapa	Cocción en doble etapa	médula
<u>COCCIONES</u>			
bagazo con médula	gr 2000	2000	
bagazo sin médula	"		2000
NaOH/bagazo seco = Pre-coc.		4,7	
relación bagazo a solución		1:5	
temperatura máxima	°C	145	
tiempo a temp. máxima	Hs	2	
NaOH/bagazo = <u>Cocción</u>	14,5	9,5	14,1
relación bagazo/solución	1:6,4	1:5	1:5
temperatura máxima	°C	145	145
tiempo a temp. máxima	Hs	5	5
<u>RESULTADO DE LAS COCCIONES</u>			
NUMERO $KMnO_4$	11,0	9,8	10,7
rendimiento en cocción	% 56,7	51,5	58,7
<u>RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE REACTIVOS</u>			
rend/blanq. bagazo sin méd.			52,0
rend/blanq. bagazo con méd.	46,1	45,8	
NaOH en cocción	% 26,0	27,2	23,1
cloro en cloruración	" 7,1	4,0	3,7
NaOH en baño alcalino	" 1,0	0,5	0,5
cloro activo en blanqueo	" 1,2	1,0	0,9
<u>RESISTENCIAS A 45° S-R</u>			
tiempos en Lampen	min 36	42	22
grado engorde Sch.Rg.	45	45	45
longitud de rotura	m. 7600	6000	6800
desgarramiento Elmend.	19	26	27
doble plegado	260	350	300

Cuadro 11

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA OBTENER CELULOSA  
DEL BAGAZO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO AL SULFITO NEUTRO DE  
SODIO

E n s a y o s		28	29	31	
<u>COCCION</u>					
Sulfito sódico anh./bagazo tot.	%	15,0	15,0	18,0	
Hidrato sódico/bagazo total	"	3,0	3,0	3,5	
Temperatura de cocción	°C	145/150	155/160	155/160	
Tiempo total de cocción	Hs	7	7	7	
PH de la lejía final		7,9	7,0	8,5	
Número de permanganato		10,7	10,2	6,0	
<u>RENDIMIENTOS</u>					
Después de cocción	%	66,7	62,5	60,5	
Celulosa blanq./bagazo total	"	53,7	52,8	55,9	
<u>CONSUMOS/CELULOSA BLANQ.</u>					
	Sulfito sódico anh.	%	25,2	25,6	28,3
Cocción	Soda cáustica	"	5,0	5,1	5,5
	Cloro en clorur.	"	4,8	3,6	3,1
	NaOH en baño alc.	"	1,0	1,1	0,7
Blanqueo	Cloro act. en blanq.	"	1,3	1,7	0,6
	<u>RESISTENCIAS PASTAS BLANQUEADAS</u>				
Grado de engorde Schopper-Rieg.			45	45	45
Longitud de rotura m.			7200	7100	8000
Desgarramiento Elmendorff			19	20	20
Doble plegado			240	110	270

/Cuadro 12

Cuadro 12

CONDICIONES EN QUE SE EFECTUARON LAS COCCIONES PARA OBTENER  
 PASTAS CRUDAS DE ALTO RENDIMIENTO

		C o c c i o n e s			
		1	2	3	4
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> / bagazo total	%	8,2	9,0	8,7	9,1
NaOH/ bagazo total	"	1,8	1,9	1,8	1,8
Temperatura máxima coc.	°C	125	125	135	135
Tiempo total de cocción	Hs	6	6	6	6

Cuadro 13

CONDICIONES EN QUE SE EFECTUARON LAS COCCIONES PARA OBTENER  
 PASTAS SEMI-COCIDAS

		C o c c i o n e s			
		9	10	11	12
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> / bagazo total seco	%	8,9	9,1	9,0	9,3
NaOH/bagazo total seco	"	2,6	2,5	2,6	2,7
Tiempo a temperatura máx.	Hs	2	2 1/2	2 1/2	2
Tiempo a temp. máx. const.	"	4	4	4	4
Temperatura máx. cocción	°C	150	150	150	150

Cuadro 14

CONDICIONES EN QUE SE EFECTUARON LAS COCCIONES PARA OBTENER  
 PASTAS COCIDAS DE FACIL BLANQUEO EN EL SISTEMA CLORO, SODA  
 E HIPOCLORITO DE CALCIO

		C o c c i o n e s			
		5	6	7	8
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> /bagazo total seco	%	11,3	11,9	11,2	11,0
NaOH/bagazo total seco	%	3,6	3,8	3,6	3,4
Tiempo para alc. temp. máx.	Hs	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
Tiempo a temp. máx. const.	"	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2
Temperatura máx. cocción	°C	145	150	150	150

Quadro 15

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA OBTENER CELULOSA  
DEL BAGAZO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO A LA SODA CAUSTICA

		1	2	3
NaOH /bagazo seco	%	12,0	13,0	14,0
Temperatura máxima cocción	°C	120	120	120
Tiempo hasta 120 °C	Hs	0,5	0,5	0,5
Tiempo a 120 °C const.	Hs.	4,5	4,5	4,5
Relación bagazo/solución		1:4,3	1:4,5	1:4,4
Número de permanganato de la pasta lejiviada		17,2	15,0	12,1
<u>RENDIMIEMENTOS</u>				
Rendimiento desp. de cocción	%	69,5	66,0	63,4
Rendimiento blanq./bagazo tot.	"	45,5	46,0	47,15
<u>CONSUMOS/CELULOSA BLANQUEADA</u>				
NaOH en cocción	%	22,1	25,0	25,8
NaOH en baño alcalino	"	4,1	4,2	4,0
Cloro total en cloruración	"	18,0	17,2	15,1
Cloro activo en blanqueo	"	1,30	1,15	1,05
<u>RESISTENCIAS CELUL. BLANQ.</u>				
Tiempo en molino Lampen	min.	14	18	25
Grado refinación Sch-Rieg.		45	45	45
Longitud de rotura	m.	8750	8500	8950
Desgarramiento Elmendorff		18	19	18
Doble plegado.		1100	890	1200

Cuadro 16

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA OBTENER CELULOSA  
 PARA PAPEL DE DIARIO DEL BAGAZO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO AL  
 SULFITO NEUTRO DE SODIO

		Cocciones				
		1	3	4	5	6
Humedad bagazo con médula	%	10,8	10,8	10,8	12,8	12,2
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> anhidro/bagazo	"	9,0	8,5	9,5	10,0	9,5
NaOH /bagazo	"	2,5	2,5	2,7	2,7	2,7
Relación bagazo a solución		1:6	1:6	1:6	1:6	1:6
Temperatura máxima de cocción	°C	145	145	145	145	145
Tiempo a temperatura máxima	Hs	4 1/2	4 1/2	5	5	5
pH de la lejía residual		6,4	6,4	6,5	6,75	7,1
Número de permanganato desp. del Jordan		16,7	16,0	9,7	8,5	9,6
Rendimiento después de cocción	%	64,7	66,3	65,4	61,0	61,5
Schopper-Riegler después del Jordan			24,0	25,0	20,0	17,0

Cuadro 17

RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE REACTIVOS EN EL BLANQUEO DE CELULOSA  
PARA PAPEL DE DIARIO EMPLEANDO LOS METODOS DIRECTO CON HIPOCLORITO  
Y CLORO, SODA CAUSTICA E HIPOCLORITO

		C o c c i o n e s				
		3	4	5	6	
Rendimiento después de cocción	%	66,3	65,4	61,0	61,5	
Rendimiento celul. blanq./bagazo con médula	"	57,7	60,8	55,5	57,9	
Schopper-Riegler después del blanqueo		22,0	32,0		21,0	
<u>CONSUMOS REACTIVOS/CELULOSA BLANQ.</u>						
a)	<u>Cocción</u>					
	sulfito sódico anhidro	%	14,65	17,80	18,20	16,50
	hidrato sódico	"	4,30	5,10	5,00	4,70
b)	<u>Blanqueo</u>					
	cloro activo en blanqueo (hipoclorito)	"	11,0	7,20	5,80	5,30
Rendimiento después de cocción	"	66,3	65,4	61,0	61,5	
Rendimiento celul. blanq./bagazo con médula	"	57,3	59,8	55,5	58,9	
Schopper-Riegler después del blanqueo		35,0	20,0	22,0	21,5	
<u>CONSUMOS REACTIVOS/CELULOSA BLANQ.</u>						
a)	<u>Cocción</u>					
	sulfito sódico anhidro	%	14,65	17,85	18,20	16,10
	hidrato sódico	"	4,28	5,15	5,00	4,60
b)	<u>Blanqueo</u>					
	Cloro en cloruración	"	8,40	6,20	4,05	4,10
	NaOH en baño alcalino	"	0,97	0,80	0,65	0,70
	Cloro activo en blanqueo (hipoclorito)	"	1,74	1,60	0,75	0,90

Cuadro 18

CARACTERISTICAS DE LOS PAPELES DE DIARIO OBTENIDOS EN LABORATORIO  
 CON CELULOSA DEL BAGAZO

		2	3	4	5	6
Carga usada		caolin	sin carga	CaCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	caolin
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	55	52	54	56	56
Cenizas en papel	%	20,2	4,19	9,3	6,3	11,1
Longitud de rotura	m	3600	4530	3280	3670	3280
Doble plegado		12	23	7	8	7
Desgarramiento (Elmendorff)		18	23	23	22	22
Porosidad	seg/300 cc	90	110	40	30	40
Blanco	%	59,6	58,0	64,2	59,2	59,2
Opacidad	"	95,5	84,0	96,5	95,2	94,3

Cuadro 19

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE ALGUNOS PAPELES DE DIARIO EXTRANJEROS

		Sueco	Italiano	Noruego	Holandés	
Gramaje	gr/m <sup>2</sup>	56,0	54,0	55,0	56,0	
Cenizas	%	0,43	2,60	0,60		
Porosidad	seg/300 cc	65	62	92	90	
Sentido longit.	longitud rotura	m	2260	2740	2213	2975
	doble plegado		2	3	2	8
	desgarramiento			20	12	16
Sentido transv.	longitud rotura	m	1680	1428	1570	1660
	doble plegado		2	1	2	3
	desgarramiento			16	20	14
Blanco	%	51,8	62,8	55,8		
Opacidad	"	99,6	92,7	97,9		

Cuadro 20

CARACTERISTICAS DE LA CELULOSA BLANQUEADA EMPLEADA PARA LA  
 FABRICACION EN ESCALA INDUSTRIAL DE PAPEL DE DIARIO

Celulosa blanqueada		Blanco	Opacidad	Longitud de rotura (prom) m.	Doble plegado	Desgarra miento
Operaciones		%	%			
No.	4			4932	25	
	5	71,5	80,2	5200	35	
	6	71,2	77,5	6221	30	20
	7	73,1	79,4	6444	38	28
	8	75,0	80,7	6555	10	28
	11	72,0	75,4	6222	66	28
	13	72,4	76,9	6444	110	30
	14	73,5	78,2	5888	95	30
	22	72,0	77,0			
	23	70,1	78,7			

Cuadro 21

PAPEL DE DIARIO A CALANDRAR (TIPO ROTOGRAFADO) OBTENIDO EN LA  
 MAQUINA 1

Fecha	Hora	Opacidad %	Cenizas %	Longitud de rotura m.	Doble plegado	Desgarra- miento
<u>30.7.951</u>						
	14,30			4017 2920	7 5	28 31
	17,00			3626 2842	7 6	26 30
	19,15	92,70	8,6	3713 2856	7 5	24 32
	21,00	92,90	8,7	4018 2940	7 6	24 24
	23,40	93,00	9,8	3853 2740	9 6	28 28
<u>31.7.951</u>						
	2,45	94,50	11,0	3724 3136	7 6	26 28
	4,35	95,70	13,0			
	11,00	95,90	13,2	3843 2700	9 6	26 27
	16,00	96,70	14,5	3658 2908	7 5	29 32
	18,00	96,10	15,1	3480 2744	4 3	26 28
<u>31.7.951</u>						
	21,30	96,80	16,00	3332 2744	3 4	26 30
	23,00	96,40	17,10			
<u>1.8.951</u>						
	1,10	96,20	17,00	3195 2374	4 3	26 30
	3,00	95,30	18,05			
	5,20	95,70	18,30	3332 2352	3 2	22 26

Cuadro 22

PAPEL DE DIARIO ALISADO OBTENIDO EN LA MAQUINA 2

Fecha	Hora	Opacidad %	Cenizas %	Longitud de rotura m.	Doble plegado	Desgarra miento
<u>31.7.951</u>	15,15	93,10	7,50	4888		24
				3666		29
	16,20	93,00	7,10	4000	15	26
				3110	12	28
	19,00	93,80	8,70	4586	14	26
				3280	5	32
20,30	94,50	9,20				
21,20	95,10		4440	10	26	
			3330	9	28	
23,20	95,00	11,90	3440	8	24	
			3000	6	24	
<u>1.8.951</u>	2,00	95,10	12,80			
	4,00	94,80	12,83	3712	8	20
				2840	7	24
	8,10	95,30	13,70	3852	7	24
				2562	5	28
	12,00	95,70	14,05	3590	7	
2300				5		
17,15	95,30	14,50	3480	8	22	
			2270	5	22	

