

PULPAS A LA SODA-AQ DE PINO PARA FABRICACIÓN DE PAPEL ONDA, LINER Y PERIÓDICO

**Fernando E. Felissia*, María Cristina Area y Javier Clermont
PROCYP, FCEQYN, UNAM, Misiones, Argentina.
Manuel Moral**,
Papelera Tucumán, Tucumán, Argentina.**

Recibido: Septiembre/2005

Aprobado: Noviembre/2005

El objetivo de este trabajo fue verificar la potencialidad de las pulpas a la soda-antraquinona de pino para la fabricación de papeles onda, liner y periódico (mezclado con pulpa de bagazo), utilizando esquemas tecnológicos adaptados de una fábrica de pulpas de bagazo. El trabajo se realizó con chips de pino provenientes de la zona norte de Misiones, según un procesamiento indicado por Papelera Tucumán. En el caso de liner y onda, el rendimiento alcanzado fue del 67 % y los resultados indicaron que el proceso utilizado (soda-AQ de pino, con impregnación del 25 % de los chips) es adecuado para la obtención de pulpa semiquímica marrón. La pulpa obtenida presentó una calidad más que suficiente para ser utilizada en la fabricación de papeles liner, encontrándose en el límite inferior de calidad para la fabricación de papeles onda (gramaje 130 g/m², RCT 1,56 kN/m, CMT 172 N). Con respecto al papel periódico, la pulpa con rendimiento del 61 % se refinó mezclada con pulpa de bagazo en diferentes proporciones y se blanqueó con NaClO con un blanco objetivo de 70 % ISO. La mejor mezcla resultó la de 90 % de pulpa de bagazo y 10 % de pulpa semiquímica de pino.

Palabras clave: Pulpado a la soda-antraquinona, pino, papel liner, papel onda, papel periódico, pulpa de bagazo, adaptación de tecnología.

PULPS TO THE SODA-AQ OF PINE FOR PRODUCTION OF PAPER WAVE, LINER AND NEWSPAPER

The objective of this work was to verify the potentiality from the pulps to the soda-antraquinona of pine for the production of papers wave, liner and newspaper (blended with trash pulp), using adapted technological outlines of one manufactures of trash pulps. The work was carried out with pine chips coming from the north area of Missions, according to a prosecution indicated by Tucumán paper mill. In the case of liner and wave, the reached yield was of 67 % and the results indicated that the used process (soda-AQ of pine, with impregnation of 25 % of the chips) it is adapted for the obtaining of pulp brown semichemical. The obtained pulp presented a quality more than enough to be used in the production of papers liner, being in the inferior limit of quality for the production of papers wave (130 g/m², RCT 1,56 kN/m, CMT 172 N). with regard to the periodic paper, the pulp with yield of 61 % was refined blended with trash pulp in different proportions and it was whitened with NaClO with an objective target of 70 %ISO. The best mixture was that of 90% of trash pulp and 10 % of pulp pine semichemical.

Key words: Pulping with soda-antraquinona, pine, liner paper, wave paper, periodic paper, trash pulp, technology adaptation.

* PROCYP, FCEQYN, UNAM. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina.

** Papelera Tucumán, Con. Potrero de las Tablas, Ruta 38, Km 1526, Lules, Tucumán, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La planta de Papelera Tucumán, ubicada en Lules, provincia de Tucumán, produce papel a partir del bagazo de la caña de azúcar, con una capacidad de producción de 120, 000 t/año. La fábrica produce pulpa para diarios; pulpa de alto blanco para consumo interno y pulpa de alto blanco para exportación. Ante la necesidad de ampliar la capacidad de su fábrica de papel, se realizaron diferentes ensayos para fabricar pulpa a partir de madera.

Como una posibilidad de aprovechamiento de equipamiento y materias primas existentes en la región, se decidió verificar la potencialidad de las pulpas de pino con un proceso a la soda-antraquinona (S-AQ), para la fabricación de papeles onda, liner y periódico (mezclado con pulpa de bagazo). Se utilizó un esquema tecnológico adaptado de una fábrica de pulpas de bagazo.

Los trabajos se realizaron en la Planta Piloto del Programa de Investigación de Celulosa y Papel (PROCYP, FCEQYN, UNaM) con chips de pino (*Pinus* sp.) provenientes de la zona norte de Misiones, según un procesamiento indicado por Papelera Tucumán.

Los antecedentes de este trabajo son escasos en la bibliografía, limitándose a pruebas con *Pinus caribaea* utilizando procesos semiquímicos kraft modificado y al sulfito neutro⁴ y un pulpado semiquímico de *Pinus* sp. con licor verde.² En ambos casos las propiedades de resistencia de las hojas de laboratorio cumplieron los estándares de calidad requeridos para cartones liner y onda.

DESARROLLO

Materias Primas

Las astillas de pino procedentes de aserradero se presentaban frescas, con residuos de corteza y nudos.

La clasificación de las astillas se realizó en tamices de malla cuadrada, utilizando la fracción que pasa por 25 x 25 mm y es retenida en 5 x 5 mm. La corteza y los nudos sueltos se separaron manualmente.

Se trabajó con antraquinona en suspensión al 50 % de sólidos.

La pulpa de bagazo fue provista por la Papelera Tucumán.

Tratamientos

La figura 1 presenta el esquema tecnológico adaptado para la fabricación de pulpas para liner y onda, de acuerdo con el equipamiento disponible por la fábrica. El esquema para papel periódico, se presenta en la figura 2. A continuación se describe la forma en que el proceso fue simulado en planta piloto.

El material destinado a papeles liner y onda se compuso de 25 % de astillas impregnadas y 75 % de astillas prevaporizadas (en forma atmosférica, durante 20 min).

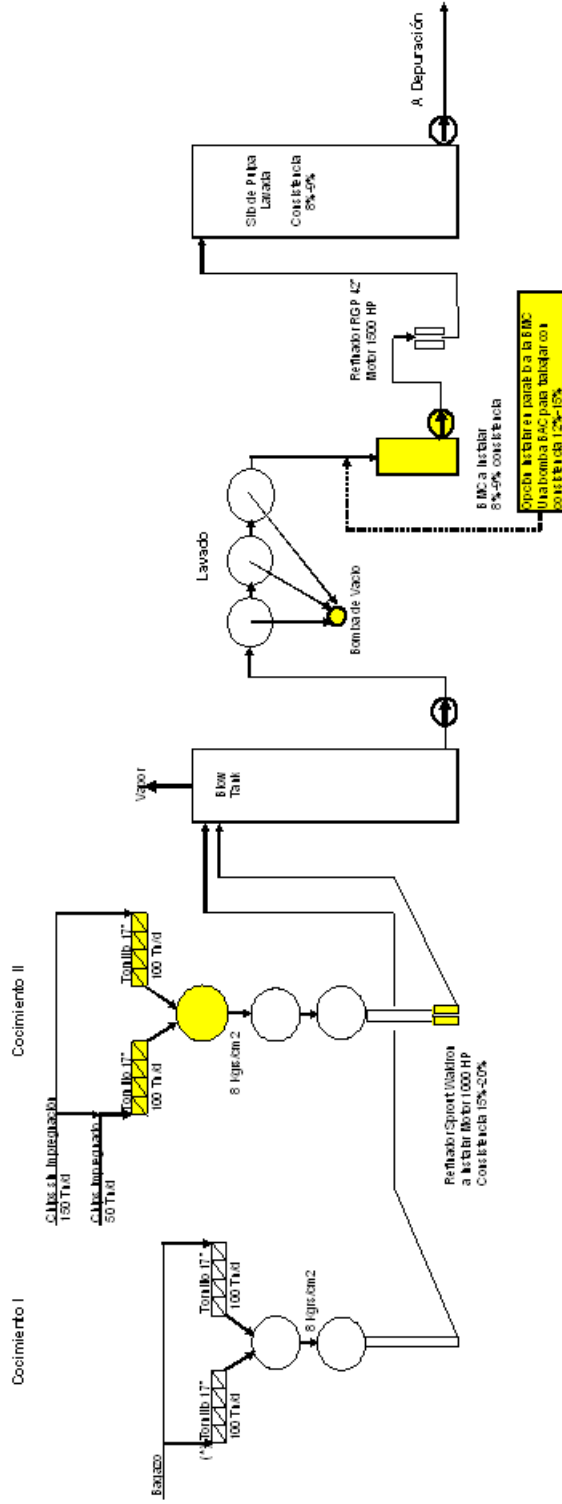
La impregnación (tabla 1) y la cocción (tabla 2) se realizaron sobre 700 g de chips, en un digestor M/K de 7 litros. En ambos casos el licor se precalentó a 90-95 °C. Terminada la impregnación se escurrió el licor. La carga de soda para la cocción se aplicó en base a la madera original independientemente del licor impregnado en los chips. La suspensión de antraquinona se diluyó en el licor caliente antes de introducir las astillas en el digestor.

Tabla 1. Condiciones de impregnación de los chips

Impregnación	Liner y onda	Periódico
Madera (%)	25	100
NaOH (% sms)	47	24
Licor: madera (L/kg)	10:1	4,5:1
Temperatura (°C)	95	90
Tiempo (h)	2	4

Tabla 2. Condiciones de cocción de los chips

Cocción	Liner y onda	Periódico
NaOH (% sms)	14	24
Antraquinona (100%) (%sms)	0,05	0,15
Licor: madera (L/kg)	4,5:1	4,5:1
Tiempo h/Tmax. (min)	45	45
Temperatura máxima (°C)	170	150
Tiempo de cocción (min)	30	40



(*) Opción reemplazar por tornillo de 23" - Capacidad de producción 240 Tn/d

Las Reformas son las que están en color amarillo, en el caso de los tornillos de cocimiento I, se puede dejar los dos de 17" o reemplazar uno de 17" por el de 23".

Equipos a instalar:

- 2 Tornillos de 17" (opción uno de 17" y uno de 23"),
- Refinador Sprout Waldrón,
- Bomba BMC (estaba contemplada en el plan de reducción de consumo de agua)
- Bomba de vacío en lavado para asegurar que forme el manto la pulpa con una sola etapa de refinación.

Figura 1. Esquema de reforma propuesta al sector de cocimiento para fabricar pulpa a la soda-AQ de pino con destino a papeles liner y onda

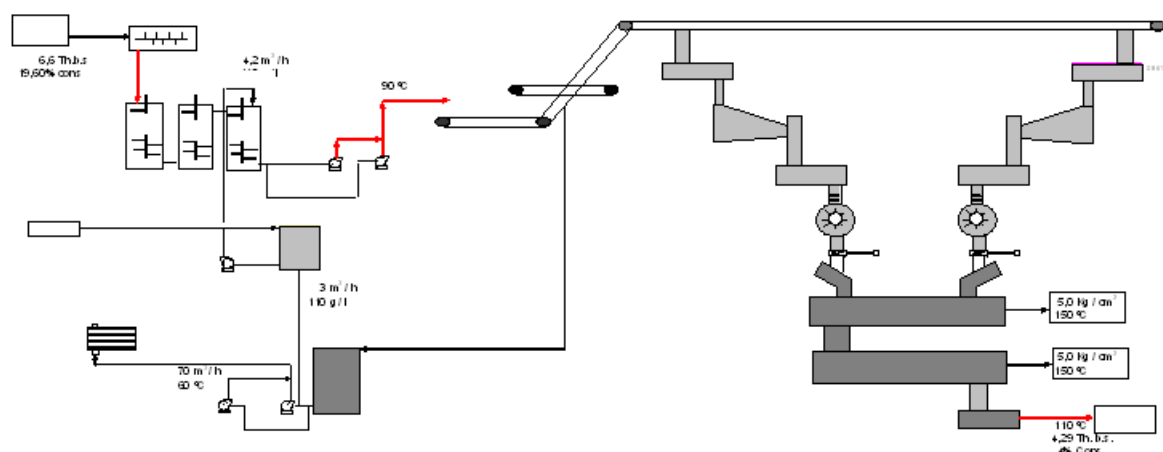


Figura 2. Esquema de reforma propuesta al sector de cocimiento para fabricar pulpa a la soda-AQ de pino con destino a papel periódico

Inmediatamente después de la cocción se desfibraron los chips en un molino Bauer. El desfibrado se realizó con placas de diseño abierto (tipo refinadores primarios). El material se descargó sobre tamices de 150 mesh y 270 mesh. El retenido en 150 mesh (aceptado) se centrifugó, se lavó dos veces con agua desmineralizada sobre el tamiz de 270 mesh y se centrifugó nuevamente.

En el caso de las pulpas para liner y onda, la pulpa se llevó a consistencia con agua desmineralizada y se refinó en molino Bauer con un diseño de placas correspondiente a refinadores secundarios, pasando la pulpa en suspensión a una consistencia del 2 % las veces necesarias para alcanzar el objetivo de 25 °SR.

Para las pruebas de papel periódico, se prepararon 200 g de cada mezcla bagazo-pino de acuerdo con las proporciones predeterminadas (denominadas A, B y C).

Tratamientos posteriores de la pulpa para papel periódico

La depuración de mezclas refinadas se realizó en un equipo Somerville con recirculación, para evitar la pérdida de finos. La pulpa aceptada se espesó en un tamiz de 270 mesh y luego se centrifugó hasta una consistencia del 30 %.

El contenido de astillas se determinó utilizando un equipo Sommerville (ranuras de 0,15 mm), de acuerdo a la norma TAPPI T275 sp-98.

Para el blanqueo de las mezclas depuradas se adoptaron las condiciones que figuran en la tabla 3.

Tabla 3. Condiciones de blanqueo para mezclas de pulpas pino-bagazo

Cloro activo sobre pulpa (%)	12
Residual de álcalis sobre cloro (%) (g/L NaOH/g/L Cl activo) x 100	12,5
Consistencia de blanqueo (%)	5
Temperatura (°C)	47
Tiempo (min)	80
Consistencias de lavado (%)	1

Las experiencias se realizaron en bolsas de polietileno con 100 g secos de pulpa.

Las bolsas se sellaron, se colocaron en un baño térmico agitado con control automático de la temperatura.

Al finalizar el blanqueo, las pulpas se filtraron, se lavaron dos veces con agua desmineralizada, se neutralizaron a pH 7 con metabisulfito de sodio y se espesaron en la formadora de hojas.

Sobre el licor residual se determinaron pH y cloro residual según norma CPPA J.22P.

Ensayos físicos y ópticos

Las hojas para ensayos físicos se confeccionaron de acuerdo con la norma TAPPI T205 sp95 con

un gramaje seco de 130 g/m² para papeles liner y onda, y de 60 g/m² para papel periódico. Las muestras se acondicionaron en atmósfera estándar de 23 °C y 50 % de humedad relativa (TAPPI T402 sp98). Los ensayos físicos se realizaron según normas TAPPI.

Los valores se compararon con los obtenidos en el PROCYP de un papel liner industrial, y valores de la bibliografía.

Las hojas para blanco se confeccionaron según norma ISO 3688-1977. Las propiedades ópticas se midieron en un equipo Techyndine Color Touch modelo ISO (fuente: QTH; iluminante: D65; observador: 10°).

La homogeneidad de la blancura se analizó visualmente y con analizador de imágenes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Liner y onda

Las características de los licores residuales de la impregnación y cocción se muestran en la tabla 4.

Las características de la pulpa se presentan en la tabla 5.

Las astillas cocidas se partían con facilidad a mano, pero no se llegó al punto de separación de fibras. En una muestra de estas (7 % del total) no se encontraron diferencias (partiéndolas a mano), que permitieran distinguir entre las impregnadas y las prevaporizadas.

Se realizaron los ensayos generales de papeles, y específicos de cartones onda y liner. La tabla 6

y la figura 3 presentan las propiedades físicas de las hojas de 130 g/m² en forma conjunta con valores de un liner industrial tomado como referencia para el análisis. El CMT se muestra en la tabla 7, junto con valores de referencia para onda.

Se observa que las propiedades de las pulpas obtenidas son del orden de las correspondientes a papeles industriales para liner (I. Explosión, RCT).

En cuanto a los requisitos de Índice de Tracción y Elongación, los valores obtenidos superan a los límites para onda de referencia (mayor de 25 N m/g y mayor al 1,5 %, respectivamente).³

La resistencia a la compresión de onda (CMT) varía en función del tiempo transcurrido entre la realización del ondulado y el ensayo de compresión. Los valores que se observan en la tabla 7, tomados como referencia, serían superiores si el ensayo se hubiese realizado inmediatamente (CMT₀).

Valores típicos de CMT de cartones comerciales NSSC de latifoliadas y de mezclas de coníferas y latifoliadas, se encuentran entre 350 N y 250 N, respectivamente.⁴

Por lo tanto, el valor obtenido con la pulpa S-AQ de pino en este trabajo, se encuentra en el nivel inferior con respecto a los de referencia (categorías de inferior calidad), para ser utilizada como onda (CMT).

Papel periódico

Los resultados de la cocción S-AQ de chip de pino se presentan en la tabla 8.

Tabla 4. Caracterización de licores residuales

Etapa	Impregnación	Cocción
pH final	11,9	12,0
Alcalis residual (g/L)	40,9	17,8
Alcalis consumido (%)	13,0	42,8
Sólidos Totales (% p/p)	7,5	9,3

Tabla 5. Caracterización de la pulpa S-AQ de pino

Rendimiento Cocción (%)	67
Número Kappa	130
° Shopper Riegler	29
Astillas Sommerville (%)	0,35

Tabla 6. Propiedades físicas de la pulpa S-AQ de pino

	Gramaje seco (acond.) (g/m ²)	Dens. (g/cm ³)	IT (Nm/g)	ΔI (%)	TEA (J/m ²)	Í.R. (mNm ² /g)	Í.E.	RCT
Pulpa SQ de pino	132 (145)	0,522	43,9	2,57	118	18,9	3,14	1,56
Liner industrial	130 (140)	--	--	--	--	--	3,46	1,39

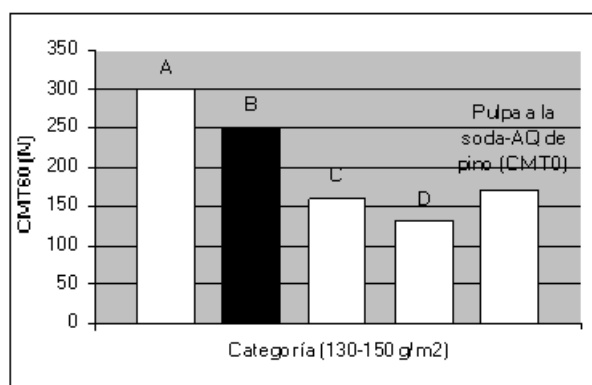


Figura 3. Comparación del CMT de la pulpa S-AQ de pino con las categorías estándar

Tabla 7. Clasificación de papeles para ondular según valores mínimos de CMT₆₀* [3] y CMT₀ de pulpa S-AQ de pino

Gramaje/Calidad	A (N)	B (N)	C (N)	D (N)	Pulpa S-AQ de pino
130-150 g/m ²	300	250	160	130	172
151-170 g/m ²	330	260	190	140	--

* El valor de CMT₆₀ se obtiene ensayando la muestra 60 minutos después de haber formado la onda.

Tabla 8. Resultados de la impregnación y cocción S-AQ de chips de pino

Rendimiento (% sms)	61
Sólidos totales en licor residual impregnación (% p/p)	9,4
Sólidos totales en licor residual cocción (% sobre licor)	12,5
NaOH residual en licor de impregnación (g/L)	36,0
NaOH residual en licor de cocción (g/L)	57,2
NaOH consumido en la impregnación (% de la carga inicial)	32,5
NaOH consumido en la cocción (% de la carga inicial)	6,5

Al realizar la cocción de chips de pino se decidió trabajar con 24 % de NaOH sobre madera seca al igual que en la etapa de impregnación. El elevado residual de NaOH en el licor de impregnación hubiera permitido continuar la cocción sin carga de licor fresco. Esto se corrobora con el bajo consumo de álcalis en la cocción.

En la impregnación se alcanzó la penetración completa de los chips. Los chips cocidos se presentaron blandos aunque no llegaron al punto de separación de fibra.

El rendimiento final obtenido (61,2 %), se ubica en el rango químico de alto rendimiento.

Si se hubiera trabajado en condiciones típicas de pulpado químico S-AQ (24 % NaOH, 0,1

% AQ, 90 min de impregnación hasta 170 °C y 120 min a temperatura máxima), el rendimiento obtenido hubiera sido de 33 % y el n° Kappa de 20 (5).

La tabla 9 muestra los resultados de la caracterización de las pulpas de bagazo y pino.

La tabla 10 presenta los resultados de la refinación y depuración, así como la codificación de las mezclas bagazo-pino.

El porcentaje de astillas (rechazos) de la pulpa desfibrada de pino es muy bajo (0,31 %). Por el contrario, en el caso de la pulpa de bagazo, este porcentaje es mucho mayor (6,55 %), lo que se evidencia en la disminución del tenor de astillas en las mezclas refinadas a 25 °SR, al aumentar la proporción de pulpa de pino.

Tabla 9. Caracterización del bagazo crudo depurado de Papelera Tucumán y de la pulpa S-AQ de pino

Pulpa	°SR	N° Kappa	Visc. cp	Astill. (%)	Blanc. (% ISO)	L*	a*	b*
Bagazo	20	21,6	31,0	6,55	37,5	76,1	2,83	15,7
Pino	14	127	-	0,31	13,9	60,4	10,1	29,3

Tabla 10. Astillas de las mezclas bagazo-pino a 25 °SR

Código	Mezcla bagazo-pino (%-%)	°SR	Astillas (%)
A	90-10	26	1,63
B	85-15	25	1,48
C	80-20	27	1,31

Los resultados del blanqueo de las mezclas de pulpas bagazo-pino son presentados en la tabla 11. En todos los casos el pH inicial fue 11,6.

En la figura 4 se comparan las propiedades más importantes de las tres mezclas.

El pH final fue siempre superior a 7,5, y los consumos de cloro activo superiores al 95 %. La mezcla C (80 % de bagazo, 20 % de pino) presentó un consumo casi total de cloro, con una

baja blancura, por lo que sería conveniente aumentar la dosis de cloro en ese caso.

A medida que se aumenta el porcentaje de pulpa de pino en la mezcla, las pulpas blanqueadas en iguales condiciones muestran menor blancura y mayor color amarillo y opacidad. Por lo tanto, si se decide utilizar una mezcla bagazo-pino 80-20, se recomienda la realización de un estudio de optimización del blanqueo.

Tabla 11. Síntesis del resultado del blanqueo de las mezclas de pulpas bagazo-pino

	Mezcla 90-10	Mezcla 85-15	Mezcla 80-20
	A	B	C
pH final	7,7	7,6	7,7
Cloro Residual (%sps)	0,43	0,32	0,02
Cloro Consumido ## (%)	96,5	97,3	99,8
Nº Kappa	5,2	7,9	9,9
Viscosidad (cp)	11,9	12,9	13,4
L* final	93,1	92,3	91,9
a* final	-0,92	-0,64	-0,56
b* final	10,93	13,43	15,6
Opacidad (%)	71,7	73,4	74,0
s (m ² /kg)	23,4	23,5	23,1
Blancura inicial (% ISO)	32,1	30,8	29,4
Blancura final (% ISO)	70,8	66,5	63,9
Δ Blancura (% ISO)	38,7	35,7	34,5

* sobre cloro activo

sobre Cl inicial

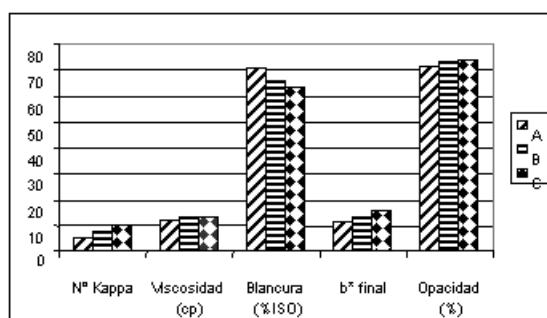


Figura 4. Comparación de propiedades de las mezclas de la pulpa de bagazo y S-AQ de pino

La facilidad de blanqueo con hipoclorito de la pulpa de pino puede atribuirse a su bajo rendimiento, ya que hubiera sido difícil lograrlo en el rango químico-mecánico, con mucho mayor tenor de lignina.

Las mezclas se ven totalmente uniformes, no pudiéndose distinguir una diferencia de color entre las traqueidas de pino y las fibras de bagazo.

Con respecto a la homogeneidad de la blancura,

Las propiedades físico-mecánicas de las mezclas se observan en la tabla 12.

Tabla 12. Propiedades físicas de las mezclas de pulpas bagazo-pino blanqueadas (25 °SR)

Mezcla	Dens. g/cm ³	I.T. N m/g	Δl %	TEA J/m ²	I.E. kPa m ² /g	I.R. mN m ² /g	R.a. s
A	0,642	43,4	2,20	39,5	3,22	6,27	41,5
B	0,627	44,8	2,50	47,6	3,52	6,72	29,7
C	0,627	44,2	2,36	44,5	3,57	7,31	22,1

Los requerimientos mínimos de un empaste aceptable para papel periódico son:⁵

- I.T.** (N m/gr): 45-50
- I.R.** (mN m²/gr): 3-4
- Blancura** (% ISO): 50-55
- Opacidad** (%): 88-90
- s** (m²/kg): 40-45

Las propiedades físicas de las mezclas bagazo-pino cumplen con los requisitos de calidad como para permitir un empaste con papel recuperado con el fin de aumentar la opacidad y el coeficiente de dispersión de la luz de las hojas.

Lista de abreviaturas

AQ:	Antraquinona
Astill.	Astillas
Acond.	acondicionado
%sms:	Porcentaje sobre madera seca
%sps:	Porcentaje sobre pulpa seca
% p/p	Porcentaje en peso
A	Mezcla bagazo-pino 90 %-10 %
B	Mezcla bagazo-pino 85 %-15 %
C	Mezcla bagazo-pino 80 %-20 %
Blanc.	Blancura
Dens.	Densidad
I.E.:	Índice de explosión
I.R.:	Índice de rasgado
I.T.:	Índice de tracción
TEA:	Energía absorbida a la tracción
R.a.:	Resistencia al paso de aire
Δl:	Elongación
L*, a*, b*:	Parámetros de color
s	Coefficiente de dispersión de la luz (scattering)
S-AQ	Soda-antraquinona
CMT:	Concora médium Test (resistencia a la compresión en plano de la onda)
RCT:	Ring Crash Test (resistencia a la compresión de anillo)
Visc.	Viscosidad

CONCLUSIONES

1. El proceso utilizado (soda-antraquinona, con impregnación del 25 % de los chips) es adecuado para la obtención de pulpa marrón de pino.
2. Las pulpas obtenidas presentan una calidad más que suficiente para ser utilizadas en la fabricación de papeles liner, y se encuentran en el límite inferior de calidad para la fabricación de papeles onda.

3. Debe acotarse que el proceso no ha sido optimizado, con lo que podrían lograrse condiciones específicas mejores para la obtención de ambos productos.
4. Es posible obtener un papel periódico de propiedades físico-mecánicas aceptables a partir de mezclas de pulpa de bagazo y S-AQ de pino. Para cumplir con los requisitos de propiedades ópticas, las mezclas podrían combinarse con papel reciclado.
5. Con las pulpas S-AQ de pino obtenidas (61 % de rendimiento), es posible realizar un blanqueo conjunto bagazo-pino con hipoclorito de sodio, lográndose blancuras totalmente homogéneas.

BIBLIOGRAFIA

1. Astals, F.: “Cartón Ondulado”, ETSEIT (apunte), España, 1990
2. Charbonnier, H. Y.; J. D. Rushton; H. C. Schwalbe: “Semichemical pulping of pine with green liquor” *Tappi* 57 (12): 109-12, 1974.
3. Goelzer Fraga D.; F. Gomes da Silva; J. C. Gonçalves: “Avaliação da polpação soda de Pinus taeda com adição de antraquinona”, CIADICYP 2002, Campinas, Brasil, 10-12 octubre de 2002.
4. Gupta, S.; R. N. Madan; M. C. Bansal: “Production of Semichemical Pulps for Linerboard and Corrugating Medium” *Holzforsch. Holzverwert.* 36 (6): 120-122, 1984.
5. Panda, A.: “Newsprint industry in India-Prospects and possibilities”, Seminario Internacional sobre Papel Periódico a partir de Bagazo, La Habana, Cuba, 2-5 octubre de 1990.
6. Worster, H. E.: “Semichemical pulping for corrugated grades” Chap. 6 in Vol 4, *Sulfite Science and Technology, Pulp and Paper Manufacture*, Tappi Press, 1985.