Pulpas de madera de fibra larga a partir de mezclas de pino insigne (Pinus radiata D. Don), mañío (Podocarpus nubigena Lindl) y canelo (Drymis winteri Forst)

> por los señores R. Melo, J. Paz, V. Carrasco, M. Torres y G. Rivera

#### SUMARIO

Hemos estudiado experimentalmente el comportamiento de la mezcla de maderas de pino insigne, mañío y canelo, frente al pulpaje mediante el proceso kraft.

Las condiciones del proceso de pulpaje son constantes y corresponden al ciclo industrial típico para la madera de pino insigne.

Comparamos la calidad de las pulpas crudas obtenidas cuando varía la proporción de las maderas componentes de la mezcla.

El trabajo lo efectuamos como parte del Proyecto Multinacional de Celulosa y Papel patrocinado por el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de los Estados Americanos.

#### 1.0 INTRODUCCION

En trabajos realizados en este laboratorio se han evaluado las posibilidades de reemplazo de las pulpas de fibra larga de pino insigne, en forma total o parcial, en la fabricación de ciertos tipos de papeles (1).

Este reemplazo se ha pretendido mediante el aprovechamiento de las maderas nativas del Sur del país, predominantemente de fibra corta. Sin embargo, hay algunas posibilidades prácticas de seleccionar maderas nativas que tienen fibras largas, como es el caso del mañío y el canelo.

Por esta razón, en este trabajo pretendemos estudiar la factibilidad técnica del pulpaje de la mezcla de estas maderas nativas de fibra larga con pino insigne. Su aplicación cumpliría con el objetivo de aliviar el consumo de pino insigne, manteniendo las características de una pulpa de fibra larga.

Pulpamos mezclas con proporciones variables de pino insigne y canelo, incluyendo mañío en cantidad constante de 10 %, en peso, en todos los casos.

Empleamos el proceso kraft con las condiciones adecuadas para pulpaje industrial de pino insigne.

La evaluación de las propiedades mecánicas de las pulpas se hace después de refinar en PFI. Observamos que las pulpas obtenidas con mezclas de maderas tienen un comportamiento similar frente al tratamiento de refinación; los valores de resistencia mecánica fluctúan en un margen estrecho, sin mostrar diferencia significativa en comparación con la pulpa de pino insigne, salvo en resistencia al rasgado, en que se produce una disminución del orden del 20 %.

## 2.0 EXPERIMENTACION

Tomando como base las conclusiones de los estudios realizados anteriormente (2), se efectuó un programa de ensayos de pulpaje kraft de mezclas de maderas de fibra larga en diferentes proporciones.

Las especies incluidas en el programa fueron pino insigne, canelo y mañío y sus características físicas y químicas se muestran en la tabla 1.

Las maderas de canelo y mañío correspondieron a una muestra tomada para estudios anteriores (1) provenientes de desechos de aserreo de instalaciones de la zona de bosques nativos. La madera de pino insigne proviene de desechos de un aserradero mecanizado de la zona pinera.

Todos los desechos fueron astillados y harneados en nuestro laboratorio. El tamaño de las astillas utilizadas, para todos los casos, fluctúa entre+1/4" y -1", clasificado en harnero Williams con perforaciones circulares, y con la siguiente distribución:

Tamaño	% (en peso)
(-1") - (+7/8")	7,8
(-7/8") - (+3/4")	14,5
(-3/4") - (+5/8")	24,4
(-5/8") - (+1/2")	20,0
(-1/2") - (+1/4")	33,3

En la tabla 2 se indican las mezclas usadas con las proporciones variables de las diferentes especies.

TABLA Nº 1

CARACTERISTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LAS MADERAS COMPONENTES

DE LAS MEZCLAS

Propiedad	P. insigne	Canelo	Mañío	Observaciones
Densidad verde (gr/cc)	0,45	0,38	0,42	Mét. máx. contenido hu- medad
Longitud fibra, L (mm)	3,24	2.88	2.21	Tappi T 232su-68
Diámetro fibra, D (micrones)	24,78	26,71	21,50	Method of determining wool fibre diameter
Diámetro lumen, d (micrones)	14,17	13,86	13,35	by the projection mi- croscope IWTO (ad.
Espesor pared, e (micrones)	5,31	6,43	4,08	by IWTO Technical Com) (1966).
Proporción de pared, P	42,86	48,15	37.95	P = (2 e/D) 100
Indice flexibilidad, F (-)	0,57	0.52	0,62	$\mathbf{F} = \mathbf{d}/\mathbf{D}$ (5)
Indice de mezcla, M ()	130,75	107,82	102,79	$\mathbf{M} = \mathbf{L}/\mathbf{D} \ (5)$
Holocelulosa (% bms)	73,84	75,53	71,63	Método Jayme-Wise
Lignina (% bms)		30,88	34,32	Tappi T13m-54
Extraíbles alcohbenc. (% bms)	1,08	1,70	1,32	Tappi T6m-59

 ${\small \mbox{Tabla N}^{0}}~2$  COMPOSICION DE LAS MEZCLAS EXPERIMENTADAS

	Nº Mezcla	% P. insigne	% Canelo	% Mañio
M 1		100	_	-
M 2		90		10
M 3		70	20	10
M 4		50	40	10
M 5		30	60	10
M 6			90	10
M 7			100	
M 8			_	100

# 2.1. Condiciones de pulpaje

Las condiciones de pulpaje se ajustaron a las de un ciclo característico para la producción de pulpa kraft de pino insigne (3) con el fin de estudiar el comportamiento comparativo de las mezclas propuestas con el de una madera conocida, designada como patrón, en la siguiente forma:

Variables	Valores
Alcali activo (% Na <sub>2</sub> O bms)	19
Sulfidez (%)	28
Temperatura máxima (°C)	172
Tiempo hasta temperatura máx. (min)	90
Tiempo a temperatura máxima (min)	45
Razón licor a madera (Lt/Kg)	4/1

El tratamiento químico se efectuó en un digestor rotatorio, modelo doctor ingeniero Jayme, con cuatro unidades internas de dos litros de capacidad. Todos los ensayos se hicieron en duplicado.

## 2.2. Condiciones de refinación PFI

Las pulpas obtenidas se refinaron en batidora PFI, en las condiciones encontradas como óptimas para una pulpa kraft de pino insigne (4), y que se detallan a continuación:

Consistencia (%)	10
Carga (Kg/cm altura barra)	3,4
Velocidad relativa (m/seg) .	7,7
Número de revoluciones (-)	0-2.500-5.000-7.500-10.000

# 2.3. Ensayos físico-mecánicos

Todos los ensayos se realizaron siguiendo Normas Tappi, en hojas de ensayo preparadas en una formadora de laboratorio Schroeder ZBTF, con secado rápido.

Tabla Nº 3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PULPAJE

	No	Dosificación			Indice	Rend, clasif.	Rechazo	Alcali resid.
_	mezcla	% P	% C	% M	Kappa	(% bms)	(% bms)	(% bms)
	M 1	100	_	_	29,79	46,13	0.85	9.39
	M 2	90		10	28,63	47,08	1,55	8.60
	M 3	70	20	10	29.54	45.59	0.83	9,07
	M 4	50	40	10	27.25	45.09	0.60	8.37
	M 5	30	60	10	23,50	46.17	0.88	7,82
	M 6		90	10	16.22	45.54	0.58	7.47
	M 7	_	100	_	12.70	45.10	0.38	7.72
	M 8		_	100	36.56	41,35	1.03	8.63

Tabla Nº 4

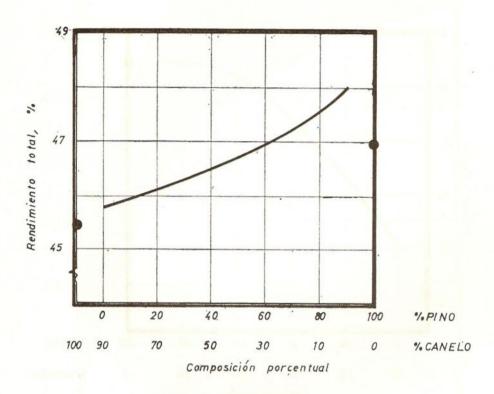
RESULTADOS ENSAYOS FISICO-MECANICOS

Nº nezcla	PFI Nº rev.	Drenaje QSR	Gramaje (gr/m²)	Long. rupt. (km)	Fact. rasg.	Fact. expl.	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
		10	00.04	0.04	105 7	100	0,491
	0	12	60,04	3,94	195,7	16,0	
9	2.500	17	60,03	7,17	177,7	51,8	0,641
1	5.000	25	61,52	8,34	158,0	65,5	0,669
	7.500	44	59,86	9,35	154,8	69,0	0,694
	10.000	62	59,60	10,54	123,5	70,1	0,724
	0	14	55,72	2,46	152,1	20,8	0,376
	2.500	18	60,24	8,03	142,7	58,6	0,653
2	5.000	32	59,89	9,57	124,4	72,0	0,686
	7.500	51	59,29	9,65	119,3	71,1	0,717
	10.000	70	59,26	9,96	108,5	75,6	0,760
	0	13	59,33	2,21	184,2	16,0	0,485
	2.500	20	57,30	8,12	137,0	53,6	0,651
3	5.000	30	59,66	9,20	121,3	63,1	0,686
3		58				71,4	0,737
	7.500		59,31	8,87	113,1		
	10.000	72	58,79	8,81	94,1	70,9	0,741
	0	13	57,14	3,41	133,3	15,1	0,512
	2.500	19	60,18	8,24	123,6	55,4	0,674
4	5.000	35	58,70	9,26	96,6	69,2	0,713
	7.500	51	58,15	9,83	101,2	67,2	0,727
	10.000	71	59,02	10,34	100,1	71,9	0,747
	0	14	59,20	3,93	148,8	18,4	0,507
	2.500	23	59,61	8,99	113,0	59,2	0,701
5	5.000	40	60,34	9,51	95,7	68,7	0,730
	7.500	58	59,61	9,43	87,4	73,3	0,774
	10.000	67	58,35	9,97	99,5	70,5	0,785
	0	13	61,14	3,75	140,3	15,0	0,527
	2.500	20	57,58	7,38	93,7	51,2	0,722
6	5.000	37	59,64	8,47	89,9	61,2	0,772
	7.500	45	59,05	8,75	91,4	60,1	0,760
	10.000	71	59,49	10,03	84,0	64,4	0,823
	0	13	57,74	3,42	113,0	14,8	0,499
	2.500	23	57,24	7,97	97,6	55,4	0,688
7	5.000	37	59,27	8,49	86,4	52,8	0,744
	7.500	56	60,20	8,92	94,9	56,3	0,775
	10.000	70	59,92	8,10	77,6	60,9	0,806
	0	15	59,91	6,20	139,9	37,6	0,515
	2.500	23	59,69	9,47	90,6	71,3	0,705
8	5.000	29	59,79	9,60	91,2	72,9	0,769
	7.500	36	59,29	10,12	87,9	75,4	0,770
	10,000	51	55,83	10,60	80,2	84,5	0,772

GRÁFICO Nº 1

VARIACION DEL RENDIMIENTO CON LA COMPOSICION DE LA MEZCLA

Rendimiento Ttl. vs. Composición



 $\label{eq:GraficoN} \text{Grafico N}^\circ \ 2$  VARIACION DEL INDICE KAPPA CON LA COMPOSICION DE LA MEZCLA Indice Kappa vs. Composición

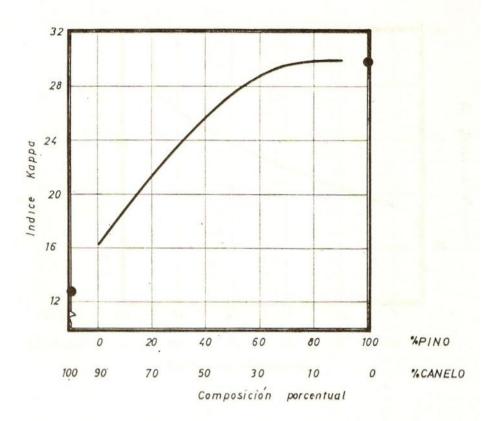


GRÁFICO Nº 3

PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS MEZCLAS

Densidad, gr/cc. vs. Batido rev.

Zona de Comportamiento

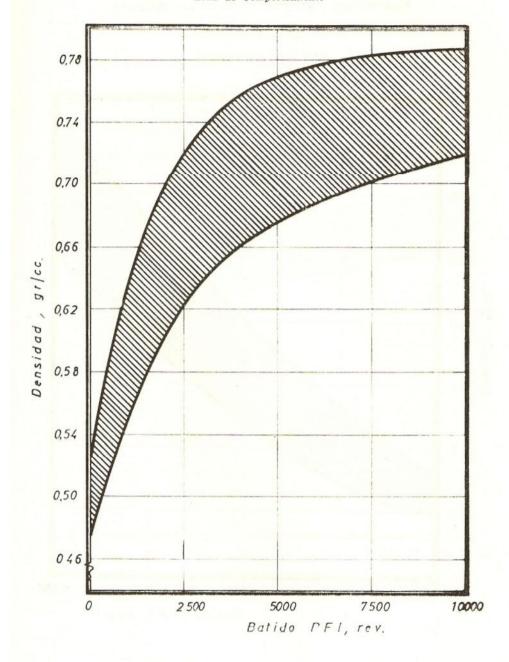


GRÁFICO Nº 4

PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS MEZCLAS

Drenaje °SR vs. Batido PFI, rev. Zona de Comportamiento

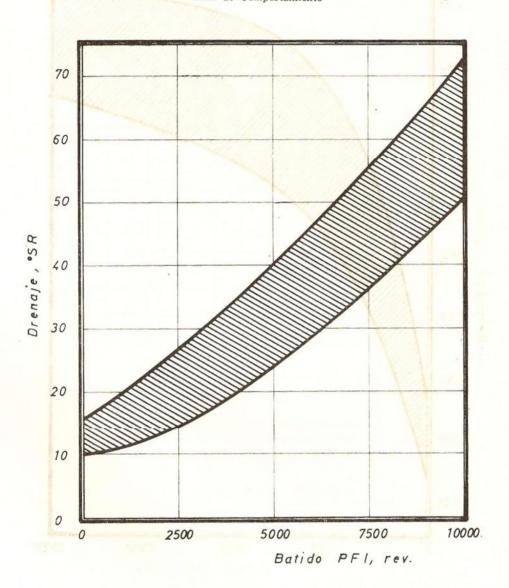


GRÁFICO Nº 5

PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS MEZCLAS

Long. Ruptura, Km vs. Batido, rev. Zona de Comportamiento

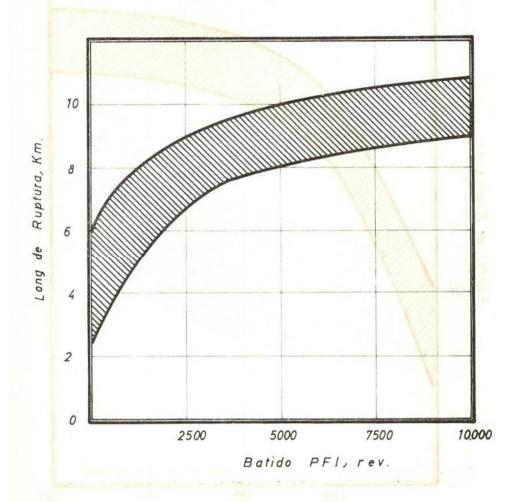


Gráfico Nº 6

PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS MEZCLAS

Factor Explosión vs. Batido PFI Zona de Comportamiento

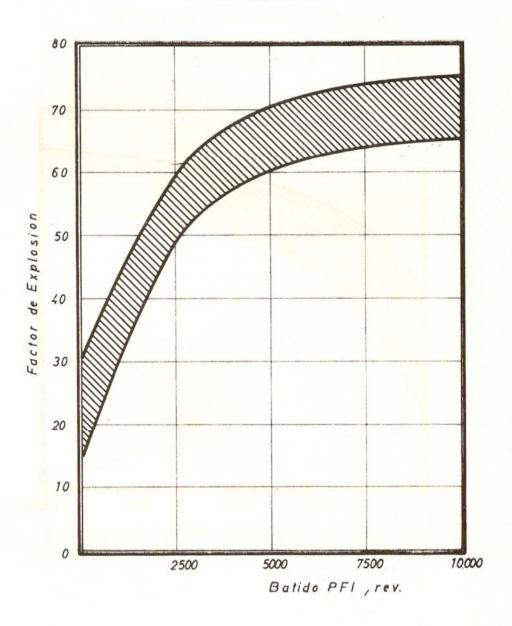
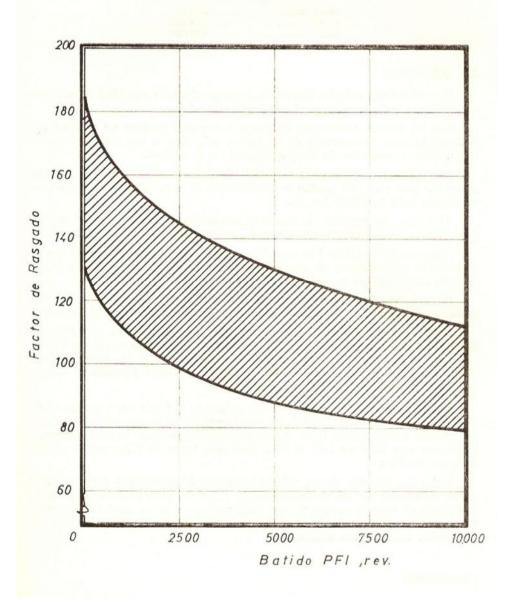


GRÁFICO Nº 7

PROPIEDADES FISICOMECANICAS DE LAS MEZCLAS

Factor de Rasgado vs. Batido PFI Zona de Comportamiento



#### 3.0. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las experiencias de pulpaje se muestran en la tabla 3 y en los gráficos 1 y 2.

Los ensayos físicos y mecánicos de las pulpas se indican en la tabla 4 y gráficos 3 al 7.

Determinaciones de longitud de fibra promedio efectuadas en el material astillado original y en las pulpas individuales obtenidas, no mostraron diferencias significativas, con valores aproximados de:

 Pino insigne
 2,37 mm

 Canelo
 2,25 mm

 Mañío
 1,99 mm

## 4.0. DISCUSION

El rendimiento e índice Kappa de la pulpa obtenida con pino insigne corresponden a los normales en el proceso industrial.

Con las mismas condiciones de proceso, el mañío produce un rendimiento bastante inferior, acompañado de un Kappa más alto, lo que está de acuerdo con el mayor contenido de lignina original en la madera.

La madera de canelo es la más fácil de pulpar individualmente. Se observa que para un nivel similar de rendimiento, la pulpa tiene un Kappa bastante más bajo (gráficos 1 y 2).

Al pulpar las mezclas, las distintas proporciones de las maderas componentes no afectan fundamentalmente al rendimiento.

Observando el gráfico 1 se aprecia que éste tiene tendencia a subir con el aumento de la proporción de coníferas, pero los valores fluctúan dentro de un margen relativamente estrecho de 3 puntos.

El contenido de lignina remanente, indicado por el índice Kappa, sube al aumentar la proporción de especies coníferas, siguiendo la curva del gráfico 2.

Todas las pulpas tienen, inicialmente, un drenaje cercano de 14°SR, y después de 10.000 revoluciones en P.F.I. alcanzan un drenaje cercano a 70°SR, salvo en los casos de las coníferas pulpadas en forma aislada. Comparativamente, la pulpa de canelo refina más fácilmente, lo que también se refleja en densidades mayores en las hojas de ensayo.

Las características mecánicas de las pulpas se ordenan en la misma relación que los índices de flexibilidad o de proporción de pared. Se observa que la pulpa de mañío, siendo la de mayor flexibilidad, muestra valores comparativamente más altos de L.R. y F.E., pero más bajos de F.R., por la menor longitud de fibra.

Todas las mezclas tienen valores similares de resistencia mecánica que no se diferencian de los obtenidos con la pulpa de pino insigne. Sólo en la resistencia al rasgado se aprecia una disminución de 20 %, aproximadamente, en directa relación con la disminución de la longitud de fibra que se produce al mezclar las maderas estudiadas.

# CONCLUSION

Del programa experimental efectuado podemos concluir que es técnicamente factible el pulpaje de la mezcla de maderas de pino insigne, canelo y mañío.

# BIBLIOGRAFIA

- Melo, R., Paz, J. et al., Pulpa semiquímica a partir de madera. Partes I, II, III y IV. Laboratorio Productos Forestales, Universidad de Concepción (mimeografiado) (1973-74-75).
- JAAKKO POYRY, Evaluation of selected Chilean native wood species for paper manufacture. Ap. V, Rept. 2-003. Helsinski (Feb., 1973).
- 3. Sotomayor, G., Estudio de relaciones entre variables de operación de una planta de blanqueo de celulosa al sulfato (kraft). Memoria de Prueba Titulo Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción (1971).
- 4. Watson, A. J. et al., Beating characteristics of the PFI mill. 2.-Radiata pine pulp. Reprint  $N^{\circ}$  575. Division of Forest Products, CSIRO, Australia (1964).
- Conferencia doctor G. Petroff, Lab. Prod. Forest., Escuela de Ingeniería, Universidad de Concepción (Julio, 1976).