

Composición química, obtención de pulpa Kraft y su evaluación papelera en castaño, ciprés y encino

Chemical composition Kraft pulp and papermaking evaluation of chestnut cypress and oak trees

ROBERTO JUACIDA P., SANDRA RODRIGUEZ S., MARCO TORRES U.

Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia

E-mail: mtorres2@mercurio.uach.cl

SUMMARY

A chemical composition pulp and papermaking evaluation was made of the species *Cupressus torulosa* (cypress) *Quercus palustris* (oak) and *Castanea sativa* (chestnut) which were introduced to Chile approximately fifty years ago. The analyses were done according to a procedure established by the TAPPI Norms. Pulp was processed separately in a Valley beater according to TAPPI Norm T 200 om-89 refined to a 45 °SR diainage. Each sample consisted of ten trees per species. The lignin content was 32.4% for cypress 23.7% for oak and 23.3% for chestnut trees. The Kraft process used to obtain pulp produced a lemnant lignin content (Kappa Index) of 31 for cypress and 20 for oak and chestnuts. The classified yield was 46% for cypress 48% for oak and 45% for chestnuts. Traction resistance considered as the Traction Index with 45 °SR drainage reached a resistance of 154 in cypress 100 in oak and 106 k Nm/kg for chestnuts. The classified yield of each of the pulps and their physical chemical properties were in general lower than those obtained from commercial pulps of other species -for example *Eucalyptus globulus*. This study is part of the project Diversification of Forestry Species of Economic Interest financed by the Fund for the Promotion of Scientific and Technological Development (FONDEF) between 1997 and 2000.

Key words: Chestnut oak, cypress, chemical components, pulp.

RESUMEN

Se estudia la composición química la obtención de pulpa y su evaluación papelera en las especies *Cupressus torulosa* (ciprés) *Quercus palustris* (encino) y *Castanea sativa* (castaño) introducidas en Chile hace aproximadamente 50 años. Los análisis se realizaron según procedimiento establecido por Normas TAPPI. Las pulpas se procesaron por separado en batidora Valley de acuerdo a la Norma TAPPI T 200 om-89 retinando hasta un drenaje de 45 °SR. Se considero una muestra de 10 arboles por especie. El contenido de lignina encontrado fue de un 32,4% en ciprés un 23,7% en encino y un 23,3% en castaño. Se emplea el proceso Kraft en la obtención de pulpa consiguiendo un contenido de lignina remanente (índice Kappa) de 31 para ciprés y de 20 para encino y castaño con rendimiento clasificado de 46% para ciprés 48% en encino y 45% para castaño. En las tres pulpas la resistencia a la tracción dado como Índice Tracción y a un drenaje de 45 °SR alcanzo una resistencia de 154 en ciprés 100 en encino y en castaño un índice de 106 (k Nm/kg). Los rendimientos clasificados de las pulpas y sus propiedades fisicomecánicas en general son inferiores a los obtenidos con pulpas comerciales de otras especies como *Eucalyptus globulus*. Este estudio formo parte del Proyecto Diversificación de Especies Forestales con interés Económico", financiado por el Fondo de Fomento de Desarrollo Científico y Tecnológico FONDEF entre 1997 y el 2000.

Palabras claves: Castaño, encino, ciprés, componentes químicos, pulpajes.

INTRODUCCION

Las necesidades de fibras para la producción de las industrias de pulpa y papel ha ido en aumento en los últimos años debido al incremento del consumo per cápita de papel en el planeta. Esto ha llevado a la búsqueda y utilización de fibras no tradicionales y al completo aprovechamiento de residuos provenientes de procesos de transformación mecánica de la madera.

Esta misma tendencia muestran las estadísticas en Chile, tanto en la utilización de coníferas representadas por el pino insigne, como en latifoliadas representadas por eucaliptos (Colvin *et al.* 2000).

En el presente trabajo se determinan las propiedades químicas y la aptitud pulpable de tres especies introducidas al país hace aproximadamente 50 años: ciprés, encino y castaño.

MATERIAL

La madera para los ensayos se extrajo de diez árboles por especie, cuyas densidades básicas corresponden a: castaño 0,459 g/cm³, encino 0,581 g/cm³, ciprés 0,359 g/cm³. De cada árbol se obtuvo una rodela de 1" de espesor, las que fueron separadamente transformadas en astillas, de un espesor promedio de 5 mm y un ancho de 20 mm. De las astillas secas se extrajo material para los análisis químicos y para la realización de pulpaje Kraft. Los ensayos se llevaron a cabo con el equipamiento del Laboratorio de Pulpa y Papel de la Universidad Austral de Chile.

METODOLOGIA

a) *Determinación de componentes químicoorgánicos.* La determinación de *holocelulosa* se realizó mediante el método Poljak, que utiliza como reactivo oxidante de lignina el ácido peracético (Hass *et al.* 1955).

La *lignina* se determinó de acuerdo a la norma TAPPI T 222 om-88.

Los *extraíbles* fueron determinados como solubles en etanol-tolueno según TAPPI T 212 om-93; solubles en agua fría y caliente según TAPPI T 207 om-93; solubles en hidróxido de sodio al 1% según TAPPI T 212 om-93.

El *contenido de cenizas* se determinó según TAPPI T 211 om-93.

b) *Determinación de pulpajes.* Para la realización de los pulpajes Kraft se utilizaron astillas secas, de acuerdo a los siguientes parámetros de procesamiento según cada especie.

Como respuesta de pulpaje se midió: rendimiento clasificado, rechazo, total y contenido de lignina residual en pulpa expresado como índice Kappa según TAPPI T 236 cm-85. En la lejía negra se controló el consumo de álcali y sólidos totales según TAPPI T 625 cm-85.

Las astillas de castaño se sometieron a un pretratamiento con agua caliente, debido a la dificultad para procesarlas en pulpaje Kraft, con el objetivo de eliminar extraíbles como: taninos, materias colorantes, fermentos aminoácidos, sales minerales, almidones, pectina e hidrólisis parcial de azúcares simples, los cuales dificultan la solu-

CUADRO 1

Condiciones de pulpaje Kraft para las tres especies.
Conditions of Kraft pulp for the three species

Variables	Ciprés	Encmo	Castaño
Humedad astillas (% bh)	67,1	53,0	58,0
Álcali activo (% bms) ox.	19	19	19
Sulfidez (%)	30	26,6	25
Relación lejía/madera	4/1	5,2/1	4,3/1
Temperatura máxima	172	170	170
Tiempo hasta temperatura	90	60	60
Tiempo a temperatura	150	60	60

bilización de la lignina (Navarro 1970). Las condiciones usadas en el pretratamiento consideraron una relación agua madera 5:1; temperatura de 115 °C durante 15 minutos.

Las pulpas obtenidas se clasificaron en un harnero plano vibratorio de ranuras de 0,01", refinándolas en batidora Valley posteriormente según TAPPI T 200 om-89, obteniendo diferentes grados de drenajes Schopper Riegler.

c) *Aptitud de papeles.* La formación de hojas de 60 g/m² según TAPPI T 205 om-88 y la evaluación de las propiedades fisicomecánicas se realizaron por los procedimientos que se indican a continuación: Densidad de hoja según TAPPI T 205 om-88; longitud de ruptura según TAPPI T 404 cm-92; índice de explosión según TAPPI T 403 om-91; índice de rasgado según TAPPI T 414 om-88; drenaje según SCAN - C 19:65.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) *Determinación de componentes quimicoorgánicos.* En el análisis de la composición quimicoorgánica del leño para cada especie se observa la ma-

yor cantidad de extraíbles solubles en la especie castaño. Los minerales son mayores en encino, mientras que en ciprés se obtuvo el mayor contenido de lignina.

La madera de ciprés presenta una composición química propia de una conífera. En comparación con pino insignie, el ciprés contiene un 14% más de lignina y la presencia de los otros componentes en cantidades similares (Paz y Melo 1987).

b) *Determinación de pulpajes.* El mayor rendimiento volumétrico se da en encino, el que se debe a su alta densidad básica. Es mayor en un 33% que el rendimiento volumétrico de castaño.

El mayor rendimiento clasificado se produce en la madera de encino, el que es un 5% mayor que castaño para un mismo contenido de lignina residual.

La variabilidad de los componentes quimicoorgánicos presentes en las tres especies indica diferentes demandas de reactivo y tiempos de pulpaje. Ciprés muestra la mayor demanda y el mayor tiempo.

La especie castaño presenta un mayor consumo de reactivos químicos, debiéndose a la mayor composición de solubles en hidróxido de sodio.

CUADRO 2

Componentes quimicoorgánicos para las tres especies.
Chemical-organic components of the three species.

Componentes quimicoorgámcos	Ciprés	Encino	Castaño
Holocelulosa (% bmsle)*	68,8	74,9	71,3
Lignina (% bmsle)	32,4	23,7	23,3
Extraíbles solubles en (% bms)**:			
Etanol-tolueno	4,3	4,4	8,4
Agua caliente	1,9	4,9	11,3
Agua fría	1,4	2,3	7,6
Hidróxido de sodio	8,8	19,3	22,6
Cenizas (% bms)*	0,25	0,56	0,11

* % bmsle Porcentaje base madera seca libre de extraíbles.

* % bmsle Dry-wood free from extractables base percentage.

** % bms: Porcentaje base madera seca.

** % bms. Dry-wood percentage.

CUADRO 3

Resultados de pulpajes para las tres especies.
Pulp results of the three species.

Resultados de pulpajes	Ciprés	Encino	Castaño
Rendimientos (% bms)*			
Clasificado	46,0	47,5	45,1
Rechazo	1,5	3,4	2,5
Total	47,5	50,9	47,6
Volumétrico índice Kappa	165,1 31	276,0 22	207,1 20
Lejía negra			
Alcali consumido	72,0	78,4	84,3
Sólidos Totales (% p/v)**	21,5	11,9	17,6

* %bms: Porcentaje base madera seca.

** %p/v: Porcentaje peso/volumen.

Ciprés presentó en pulpaje un mayor requerimiento de lejía blanca y un mayor tiempo que las otras dos especies para obtener rendimientos más bajos, con índice Kappa superior en un 50% y con un aumento de los sólidos totales.

En general, el rendimiento clasificado de las pulpas de encino y castaño es inferior al obtenido con pulpas comerciales de otras latifoliadas como especies de eucaliptos y *Nothofagus* (Drapela 1992, Kibblewhite *et al.* 2000).

Con respecto al tiempo de batido, se aprecia que en el tiempo de refinación de las pulpas relacionado con el drenaje, ciprés presenta un mayor requerimiento para el tratamiento mecánico de las fibras. Los tiempos de refinación a un mismo drenaje presentan variaciones para cada especie.

c) *Aptitud de papeles. Densidad aparente de la hoja.* Las hojas de papel formado con encino y castaño presentan menor densidad con un mayor volumen específico, lo que se relaciona con la uniformidad de enlace entre fibras y la morfología de éstas.

Índice de Tracción: Tiene un comportamiento directamente proporcional al drenaje. Las mayores resistencias se alcanzan con ciprés. Sin embargo encino y castaño desarrollan al refinarse un incremento de tres a cuatro veces su resistencia inicial. En tanto ciprés alcanza sólo el doble de su resistencia inicial al comparar a un drenaje de 25 °SR.

Índice de explosión: La resistencia a la explosión sigue el mismo comportamiento del índice de Tracción. Al comparar entre especies a una densidad de la hoja de papel de 0,74 g/cm³ se observa una mayor resistencia en ciprés que en encino y castaño.

índice de rasgado: La mayor resistencia alcanzada con pulpa sin refinar se obtiene con ciprés, el cual tiene un comportamiento inverso al tiempo y drenaje durante el batido.

Al comparar las resistencias a un drenaje de 25 °SR se tienen variaciones mínimas en las tres especies con tiempos muy diferentes de tratamiento en refinación.

CUADRO 4

Propiedades fisicomecánicas de las palpas crudas refinadas para las tres especies.
Physical-mechanical properties (characteristics of raw refined pulps of the three species).

Ciprés					
Tiempo (min.)	Drenaje (°SR)	Densidad (g/cm ³)	índice Tracción (kNm/kg)	índice Explosión (mN/kg)	índice Rasgado (Nm ² /kg)
0	15,5	0.722	87,1	6,8	12.2
5	16,5	0,741	90,5	7,1	10,8
53	25	0.901	116,2	8,8	8,6
91	35	0,981	139,5	10,1	7,6
118	45	1,025	153,7	10,8	7,1

Encino					
Tiempo (min.)	Drenaje (°SR)	Densidad (g/cm ³)	índice Tracción (kNm/kg)	índice Explosión (mN/kg)	índice Rasgado (Nm ² /kg)
0	15	0.502	26,5	1,3	4,5
5"	16	0,523	31,4	2	6,4
37	25	0,655	63,7	4,9	9,3
56	35	0,740	86,1	6,7	10,1
64	45	0,790	99,5	7,5	9,5

Castaño					
Tiempo (min.)	Drenaje (°SR)	Densidad (g/cm ³)	índice Tracción (kNm/kg)	índice Explosión (mN/kg)	índice Rasgado (Nm ² /kg)
0	16	0,568	32,3	2,4	5,6
5	18	0,622	41,7	3,5	6,3
22	25	0,735	70,6	6,3	7,9
43	35	0,833	93,9	8,1	9,1
58	45	0,885	105,8	9,1	9,4

CONCLUSIONES

Los porcentajes de holocelulosa y lignina obtenidos coinciden con los porcentajes obtenidos por otros autores para estas especies.

El alto contenido de extraíbles en castaño presente en la madera dificulta el proceso de deslignificación mediante el proceso Kraft, haciéndose necesario incorporar un pretratamiento en agua caliente.

Ciprés requirió de un tiempo de 4 horas para ser procesado mediante el tratamiento químico Kraft para obtener índice Kappa 30.

El rendimiento clasificado en pulpaje es disminuido en el castaño por la presencia de solubles en hidróxido de sodio, teniendo un mayor consumo de reactivo.

La condición de pulpaje aplicada para las especies encino y castaño mostró un menor rendimiento total para índice Kappa de 20 menor que *Eucalyptus globulus*.

En los papeles formados con encino y castaños se destaca la baja densidad obtenida, lo que indicara una mejor aptitud para la fabricación de papeles especiales, como son los de impresión y absorbentes.

BIBLIOGRAFIA

- COLVIN, S. 2000. "Desafío de la Industria de la Celulosa en Chile", *Celulosa y Papel* 16 (5): 25-36.
- DRAPELA, V. J. PAZ, R. MELO. 1992. "Aptitud pulpable del aserrín", *Celulosa y Papel* 8 (2): 14-20.
- HAAS, H.; W. SCHÖCH, U. STROLE. 1955. "Herstellung von Skelettsubstanzen mit peressingsaure", *Das Papier* 9 (19): 469-475.
- JUACIDA, R., J. DIAZ-VAZ, H. POBLETE, S. RODRIGUEZ, H. CUEVAS. 2000. Características de la madera de Encino, Ciprés y Castaño que crece en Chile Proyecto FONDEF N° D-96/1055, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Tecnología de Productos Forestales.
- KIBBLEWHITE, R., B. JOHNSON, C. SHELBOURNE. 2000. Kraft pulp qualities of *Eucalyptus nitens*, *E. Globulus*, and *E. Maidenii*, at ages & and 11 years", *New Zealand Journal of Forestry Science* 30(3): 447-457.
- NAVARRO, J. 1970. *Temas de la Fabricación del Papel*. España, 1ª ed. Matfil S.A., 98 p.
- PAZ, J., MELO, R. 1987. "Nuevas especies en la producción de celulosa", *Celulosa y Papel* 3 (1): 14-15.
- RODRIGUEZ, S., M. TORRES. 1991. "Obtención de pulpa Kraft de desechos y astillas comerciales de eucalipto", *Ciencia e Investigación Forestal* 5 (2): 203-215.
- TORRES, M., M. PEREDO, S. RODRIGUEZ. 1993. Almacenamiento de *Pinus radiata* (D Don). Su influencia en madera madura y juvenil y sus efectos en Pulpa Kraft y en sus propiedades papeletas. 5^{tas}. Jornadas Técnicas de la Celulosa y el Papel A.T.C.P., Concepción, Chile, 1: 1-12.