

CARACTERIZACIÓN DE MADERA PULPABLE DE *EUCALIPTUS GLOBULUS* LABILL.

Carmona Cerda René, J. Gonzalez M., R. Silva
Dpto. de Ingeniería de la Madera. Fac. de Cs. Forestales, U. de Chile
Santa Rosa 11.315, la Pintana. Casilla 9206. Santiago – Chile.
Fono : (56 –2) 6785725. Fax : (56 – 2) 5414131.
Correo electrónico : recarmon@uchile.cl

RESUMEN

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), es una de las especies introducidas más abundantes de Chile, con una superficie cercana a las 300.000 ha. . La madera posee variados usos, lo que unido a su rápido crecimiento la han transformado en una especie de gran interés, especialmente para la industria de celulosa y papel de fibra corta.

Esta especie, una de las principales fuentes de materia prima de la industria se distribuye en varias regiones del país, abarcando diversas condiciones de sitio y crecimiento. Además, puede ser regenerada por semillas (monte alto) o por retoños (monte bajo), lo que también contribuye a la variabilidad de la madera incidiendo en propiedades relevantes tales como: densidad, largo de fibras y composición química.

Este estudio proporciona antecedentes sobre la variación registrada en las propiedades mencionadas en altura y en diámetro, para madera pulpable proveniente de un mismo sitio (Arauco), con dos sistemas de manejo (monte alto y monte bajo).

La metodología empleada en las determinaciones químicas de: extraíbles, lignina, holocelulosa y celulosa, es la descrita en las normas Tappi.

Los resultados preliminares, indican que los trozos pulpables tienen una edad que varía entre 4 y 9 años, con diámetros entre 8 y 20 cm.; el porcentaje de duramen disminuye de un 25 % a 0-5%. La densidad promedio para monte alto es de 0,524 g./cc y la de monte bajo de 0,467 g./cc.

PALABRAS CLAVES

Eucaliptus, composición química, densidad, largo de fibra.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas y con el fin de satisfacer las necesidades industriales, el sector Forestal en Chile ha incrementado la superficie de plantaciones de especies introducidas y de importancia económica, como lo son el *Pino radiata* y el *Eucalyptus globulus*, teniendo este último una participación mas reciente en el abastecimiento de la industria de celulosa y papel.

En Chile, el empleo de madera de *Eucalyptus* en la producción de pulpa ha tenido un incremento sostenido en el tiempo, llegando a ser de 1,836 millones de m³ durante el año 2002, valor que representa el 23,07% del consumo total de madera por parte de esta industria (INFOR, 2003).

Las propiedades fisicoquímicas de la madera inciden en los procesos y características de la celulosa obtenida con ella. Entre estas se encuentran la densidad básica, contenido de extraíbles, presencia de vasos, contenido de lignina, edad de los árboles y características de las fibras. En el caso de las fibras, tienen gran importancia la longitud, el diámetro y el espesor de pared. *Eucalyptus globulus* presenta una longitud de fibra entre 0,81 y 1,06 mm, diámetros de fibra de 19,59 µm, y espesor de pared de 2,36 µm, valores que aumentan con la edad (Prado y Barros, 1991). Igartua et al (2000), en la misma especie señala que el largo de fibras aumenta de médula a corteza. En altura, la variación del largo de fibras sigue una tendencia creciente leve desde la base hasta las primeras alturas del árbol, para luego disminuir hacia alturas mayores (Consuegra, 1994)

En la composición química existe una considerable variación en el contenido de los polímeros estructurales de la madera de las distintas especies del género *Eucalyptus*. El contenido de celulosa varía entre 40 y 62 %; las poliosas entre 12 y 22 % y el de lignina entre 15 y 22 %. Además de estas variaciones entre especies, existen variaciones intraespecíficas (Colodette, 2003). Para *Eucalyptus*

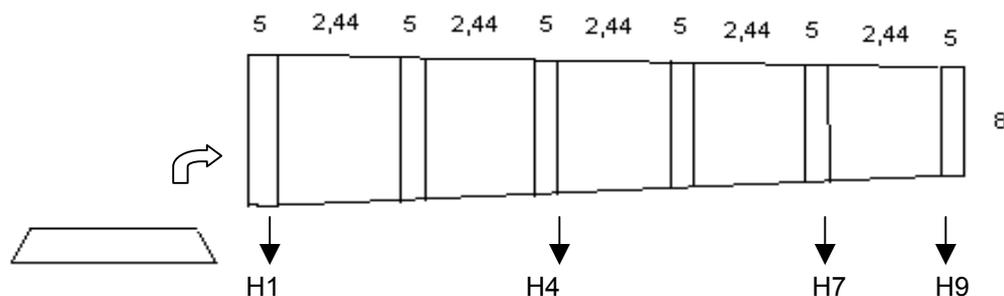
globulus se señala que, entre 260 árboles “plus”, el contenido de celulosa varió entre 30 y 57%, con un valor medio de 47% (Hillis, 1978.).

Mansilla y colaboradores (1991) realizaron estudios de caracterización química de *E. globulus* y los resultados conseguidos son los siguientes: 5,1% de extraíbles, 20,0% de lignina, 76,5% de holocelulosa, 43,3% de celulosa y 710 Kg/ m³ para densidad básica.

EXPERIMENTAL

Para la realización de este estudio se ocuparon rodelas de madera pulpable de *Eucalyptus globulus*, Labill., de 5 cm de espesor y diámetro que varió entre los 8 y 25 cm. Estas rodelas fueron extraídas a cuatro diferentes alturas de 5 árboles de un rodal de monte bajo y 5 árboles de un rodal de monte alto, según el esquema de la Figura 1. En cada una de ellas se determinó el porcentaje de duramen, diámetro y presencia de madera de tracción, luego fueron secadas a temperatura ambiente por tres semanas. Posteriormente se extrajo material de la albura y del duramen a las cuatro alturas seleccionadas en los cinco árboles de cada rodal, el que constituyó las 16 muestras para análisis químico. Paralelamente, de las mismas áreas se tomaron las muestras que consideraron una repetición en el sentido medularmente opuesto, tanto para la medición de la longitud de fibras como de la densidad básica.

Figura 1. Forma de obtención de muestras (rodelas) de madera de *Eucalyptus globulus* proveniente de monte alto y monte bajo.



Para el análisis químico se utilizaron las siguientes normas TAPPI: T 264 om- (extraíbles), T 222 om-88 (Lignina Klason), T 203 om-88 (Holocelulosa cruda) y T 203. om-88 (α -celulosa). La longitud de fibras se llevó a cabo mediante la maceración de las muestras de madera, se realizaron 240 mediciones por procedencia (30 / muestra). La densidad básica se obtuvo por el método de desplazamiento en agua de cubos de madera.

RESULTADOS Y DISCUSION

ANÁLISIS QUÍMICO

Cuadro N° 1. Medias y desviaciones estándar para los componentes químicos en las muestras provenientes de monte alto.

COMPONENTE	MONTE ALTO							
	H1		H4		H7		H9	
	D	A	D	A	D	A	D	A
Extraíbles Medias	3.88	1.15	2.84	1.44	-	1.67	-	2.27
D. St.	0.23	0.44	0.27	0.24	-	0.02	-	0.03
Lignina Medias	20.4	17.5	19.4	16.4	-	17.8	-	17.9
D. St.	0.40	0.42	0.06	0.41	-	0.31	-	0.07
Holocelulosa Medias	82.9	82.8	83.1	83.1	-	82.8	-	83.1
D. St.	1.42	0.92	0.89	0.30	-	0.57	-	0.63

Alfacelulosa Medias	44.9	49.6	44.7	47.5	-	44.5	-	44.4
D. St.	0.43	0.49	0.44	0.56	-	0.37	-	0.30

Cuadro N° 2. Medias y desviaciones estándar para los componentes químicos en muestras de monte bajo.

COMPONENTE	MONTE BAJO							
	H1		H4		H7		H9	
	D	A	D	A	D	A	D	A
Extraíbles Medias	6.58	2.66	2.31	2.17	3.13	1.83	-	1.81
D. St.	0.02	0.40	0.16	0.06	0.09	0.07	-	0.02
Lignina Medias	20.0	19.8	18.02	16.0	19.4	17.8	-	18.6
D. St.	0.82	0.39	0.05	0.38	0.60	0.16	-	0.14
Holocelulosa Medias	83.1	82.8	84.0	85.5	82.1	83.5	-	82.9
D. St.	1.04	0.25	1.02	0.48	0.32	0.47	-	0.30
Alfacelulosa Medias	48.5	50.6	47.6	52.9	44.7	47.9	-	46.8
D. St.	1.11	0.93	0.51	0.56	0.22	0.48	-	0.26

EXTRAIBLES

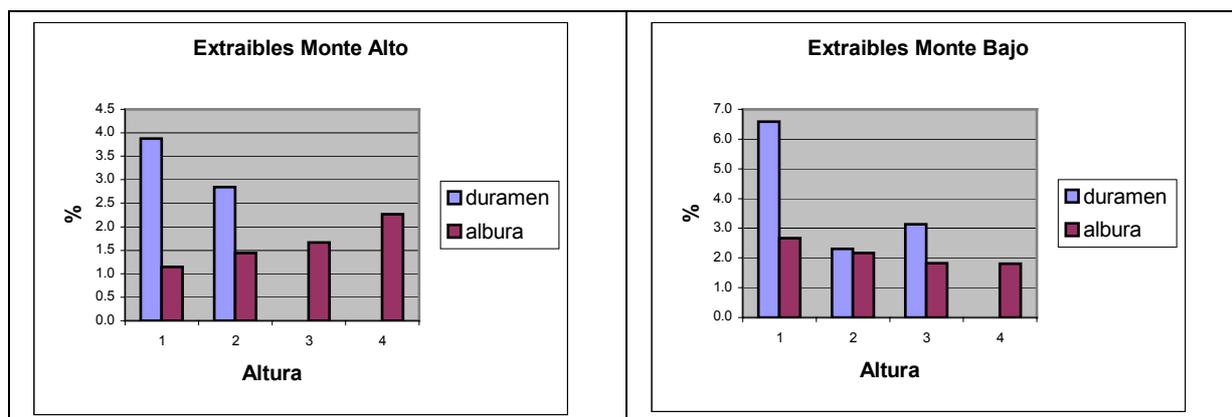


Gráfico N° 1. Porcentaje de extraíbles en monte bajo y alto, en alburas y duramen a diferentes alturas.

En general se comprueba que el duramen posee una mayor cantidad de compuestos solubles que la alburas en una misma sección, además se observa que el duramen está presente a una mayor altura en los árboles de monte bajo (16 m). En monte alto, los extraíbles disminuyen con la altura en el duramen, en cambio en la alburas aumentan. En el duramen de monte bajo la tendencia a disminuir es similar aunque aumenta levemente en el duramen recientemente formado en la altura 3 (16 m. aprox.). Los extraíbles de la alburas en éste caso, disminuyen levemente con la altura.

LIGNINA

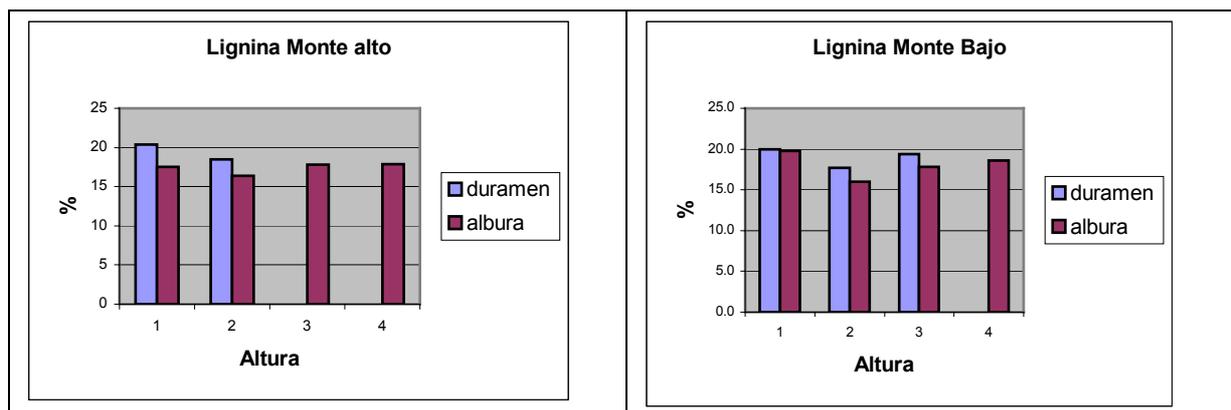


Gráfico N° 2 . Porcentaje de lignina Klason en las muestras de albura y duramen de monte bajo y alto en función de la altura. (Valores promedio de 4 repeticiones y expresados sobre madera anhidra y libre de extraíbles).

Este componente estructural se encuentra en el rango dado para el género (), y a lo informado por Mancilla et al (). En el Gráfico 2 se puede observar que el porcentaje es ligeramente mayor en el duramen, para todas las muestras que contienen ambos tipos de madera. Y la tendencia general es a disminuir con la altura hasta los 8 - 9 m., para luego aumentar un poco hasta los 21 m.

ALFACELULOSA

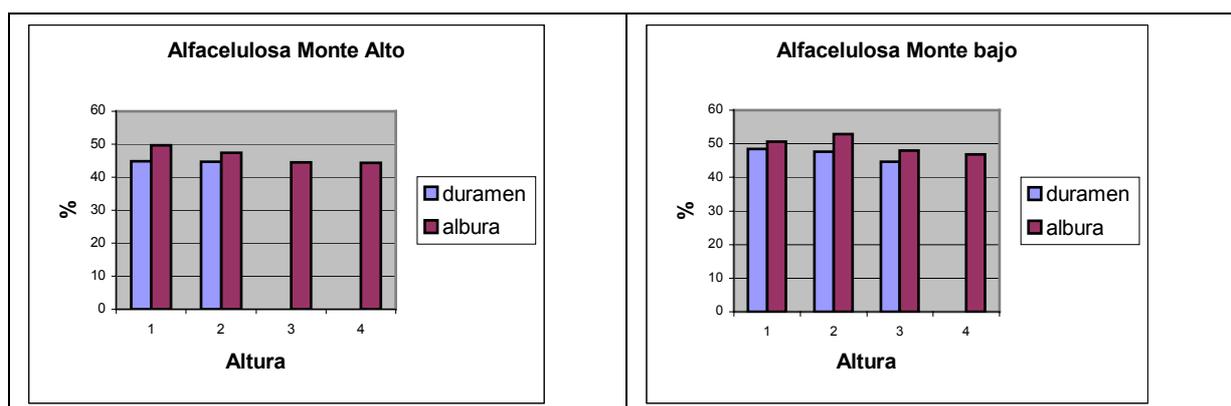


Gráfico N° 3. Porcentaje de alfacelulosa en las muestras de albura y duramen de monte bajo y alto en función de la altura. (Valores promedio de 3 repeticiones y expresados sobre madera anhidra y libre de extraíbles).

Los valores mostrados en el gráfico 3, son en promedio (47,18 %) superiores al 43,3 % informado por Mancilla et al (Op. Cit.) para la misma especie en Chile. El porcentaje de celulosa es mayor en la albura que en el duramen en todas las muestras que contienen ambos tipos de madera. En general se observa una tendencia a disminuir con la altura tanto para el duramen como para la albura en ambas procedencias.

LONGITUD DE FIBRAS

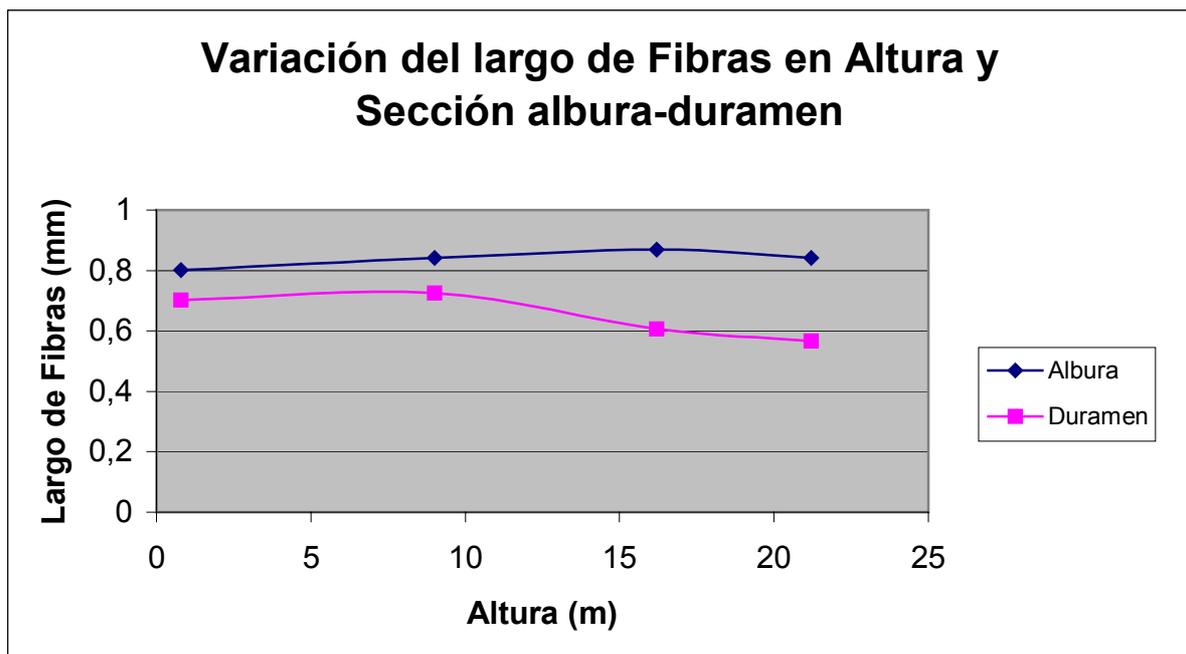
Se realizaron 240 mediciones de largos de fibras por cada procedencia, que incluyeron tanto células de primavera como de verano.

Para la muestra procedente de Monte Alto se observaron rangos mínimos de 0,292 mm (16,2 m, sección duramen) y máximos de 1,166 mm (0,8-9 m, sección albura). El promedio para largo de Fibras fue de 0,744 mm; en cambio para la muestra procedente de Monte bajo se observaron rangos mínimos de 0,458 mm (16,2 m, sección duramen) y máximos de 1,291 mm (16,2 m, sección albura). El promedio para largo de Fibras fue de 0,819 mm.

Cuadro N° 3: Promedios generales del largo de fibras en altura y sección Albura-Duramen para la especie originada de Monte alto.

Largo de Fibra Promedio según Altura y Sección (Albura-Duramen) (mm). Monte Alto.		
	Sección (Albura-Duramen)	
Altura (m)	Albura	Duramen
0,80	0,801	0,702
8-9	0,842	0,726
16,2	0,869	0,607
21,2	0,841	0,566
Promedio	0,838	0,650

Gráfico N° 4: Variación del largo de Fibras en altura y sección albura-duramen para la especie originada por Monte alto.

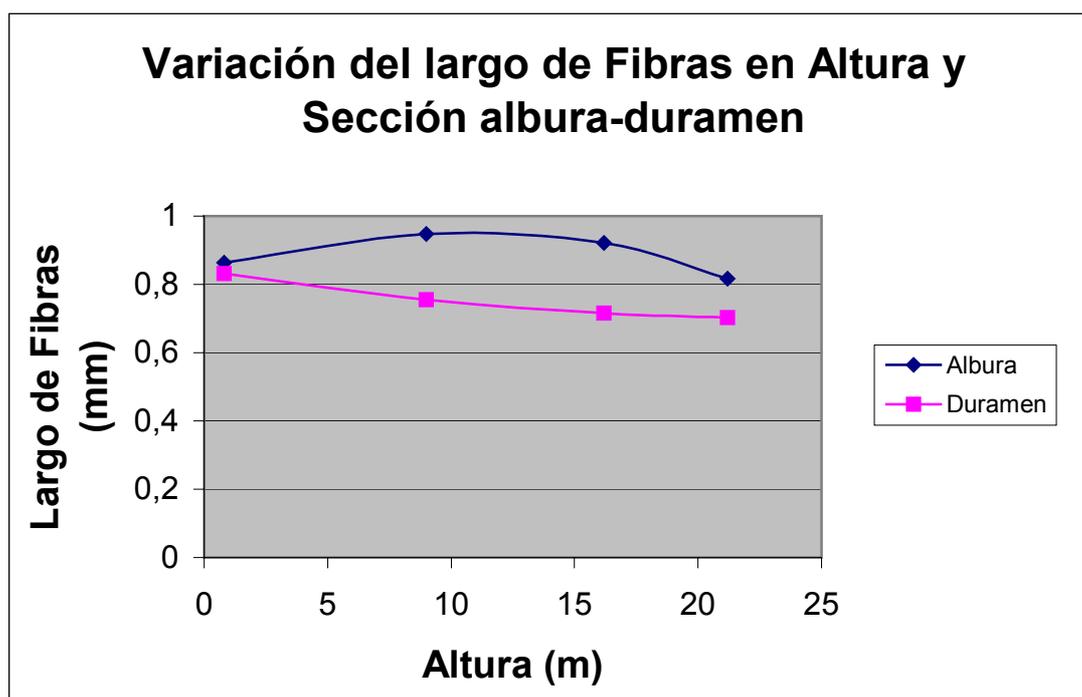


En términos comparativos, la albura aumentó su largo de fibras hasta los 16 m., para luego disminuir hacia los 21 m. Y el duramen tuvo el mismo comportamiento produciéndose el quiebre a una altura menor (9 m.). Estadísticamente las fibras de albura son un 22,4 % más largas

Cuadro N° 4: Promedios generales del largo de fibras en altura y sección Albura-Duramen para la especie originada de Monte Bajo.

Promedio largo Fibra según Altura y Sección (Albura-Duramen) (mm)		
	Sección (Albura-Duramen)	
Altura (m)	Albura	Duramen
0,80	0,864	0,832
8-9	0,947	0,755
16,2	0,922	0,716
21,2	0,817	0,702
Promedio	0,887	0,751

Gráfico N° 5: Variación del largo de Fibras en altura y sección albura-duramen para la especie originada por Monte bajo.



Como se observa en el cuadro N° 4 y gráfico 5 tanto la albura como el duramen aumentan la longitud de las fibras hasta los 8 – 9 m., para luego disminuir hasta la altura de 21 m. Al igual que en monte alto, en ésta procedencia las fibras de albura son más largas (15;3 %). El análisis estadístico en altura indica que no existen diferencias significativas en la longitud de las fibras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo de Investigación y Desarrollo FONDEF por el financiamiento del Proyecto “ Biopulpaje de Eucaliptus “, dentro del cual se desarrolló éste estudio.

BIBLIOGRAFIA

Colodette, J.L. 2003. The chemistry of eucalyptus wood. Seminario: Producción pulpa de eucalyptus. 22 – 23 Octubre, Arauco – Chile.

Consuegra, R. 1994 Caracterización del *Eucalyptus globulus* (Labill). Como materia prima pulpable. Memoria Ingeniería Forestal. U. de Chile. 93 p.

Hillis, W. E. 1978. Wood Quality and Utilization in: W.E. Hillis and A.G. Brown (editors) Eucalyptus for wood production CSIRO Australia

Igartua, D.; Rivera, S.; Monterubbianesi, M.; Monteoliva, S.; Farina, S.; Carranza, S.; Villegas, M. 2000. Calidad del leño en *Eucalyptus globulus ssp.globulus*. Variación de la densidad básica y longitud de fibra en una estación del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. Fac. Cs. A. y Forestales , U. Nacional de la Plata Argentina.

Infor. 2003. Superficie de Plantaciones Forestales [en línea]
<<http://www.infor.cl>> Consulta: [1 de Junio de 2004].

Mancilla, H., García, R., Tapia, J., Durán, H., Urzúa, S., 1991. Chemical Characterization of Chilean Hardwoods. Wood Sci. Technol. Vol 25: 145-149.

Prado, J. Y Barros, S. 1991. Eucalyptus: Principio de Silvicultura y Manejo. Instituto Forestal. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago.