

Rev. Cienc. Tecnol.

Año 9 / Nº 9 / 2007 / 36-43

MORFOLOGÍA FIBROSA DE LA MADERA DEL *EUCALYPTUS GRANDIS* IMPLANTADO EN LA MESOPOTAMIA ARGENTINA. 1. ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS

Carlos Eduardo Núñez

PROCYP, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, (3300), Posadas, Provincia de Misiones, Argentina. Fax 52 03752 422198. (c_e_nunez@fceqyn.unam.edu.ar).

FIBER MORPHOLOGY OF THE WOOD OF *EUCALYPTUS GRANDIS* GROWING IN THE ARGENTINEAN MESOPOTAMIA. 1. BIOMETRICAL ATTRIBUTES

ABSTRACT

In the Argentinean Mesopotamia, 130.000 Hs. of *Eucalyptus grandis* are planted. The length, width and wall thickness of the fibers at different height were measured on ten samples. At the height of an adult human chest, values between 844 and 977 micrometers in length; from 13.0 to 16.4 micrometers in width; and from 2.4 to 3.5 micrometers in wall thickness were found. In the axial direction, the fiber length showed a maximum value ranging from 30 to 50% of the market standard height; and the width of fibers and wall thickness diminished with the height. It is possible to conclude that when moving down, the fibers are shorter, thinner and with a greater flexibility coefficient. On the other hand, in the radial direction when moving from the core to the cambium, fibers are longer, thinner and slightly thicker.

KEYWORDS: *Eucalyptus grandis*, wood structure, fiber structure, cell dimensions, fiber dimensions, fiber length, fiber diameter, cell wall thickness, microscopy, Argentina. (Thesaurus IPST 1990).

RESUMEN

En la Mesopotamia Argentina se encuentran plantadas unas 130.000 hs. de *Eucalyptus grandis*. Se midieron longitud, ancho y espesor de pared de fibra a diferentes alturas en diez individuos. A altura de pecho se hallaron valores de longitud entre 844 y 977 micras; ancho de fibras entre 13,0 a 16,4 y espesor de pared entre 2,4 y 3,5 micras. En la dirección axial las longitudes mostraron un máximo entre el 30 y el 50% de la altura comercial, y los anchos de fibra y los espesores de pared presentaron disminución con la altura. Se concluye que a medida que se asciende en altura las fibras se vuelven más cortas, más finas y de mayor coeficiente de flexibilidad. Para el sentido radial, a medida que se va de médula a cambium, las fibras son más largas, más finas y de un espesor algo mayor.

PALABRAS CLAVE: *Eucalyptus grandis*, morfología de fibras, parámetros biométricos, longitud de fibras, ancho de fibras, espesor de pared de fibras, Microscopía, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Se denomina Mesopotamia Argentina al territorio argentino comprendido entre los ríos Paraná y Uruguay hasta su desembocadura en el Río de la Plata, extendido aproximadamente entre los 25° 44' y 33° 10' de latitud sur. Comprende las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, ordenadas de norte a sur, con una superficie total de unos 196.000 Km². En ella se encuentran las principales plantaciones de coníferas y latifoliadas de la república. Posee un clima subtropical en la parte septentrional y templado en el resto, teniendo un sistema de irrigación interno sumamente desarrollado. Las precipitaciones anuales van desde 2500 mm en el extremo norte hasta 700 mm en la zona meridional cercana al Río de La Plata. Las primeras plantaciones de *Eucalyptus* se realizaron en la década de los años sesenta del siglo pasado, habiendo en la actualidad (2002) unas 140.000 hectáreas [1]. De ellas se puede estimar que un 95% es de *E. grandis*.

Si bien hay publicada considerable cantidad de información de carácter forestal sobre esta especie, no sucede lo mismo con respecto a la morfología de su madera de la que no se ha hallado ninguna publicación. Debido a ello se realizó el presente trabajo de medición de los parámetros fibrosos sobre individuos provenientes de las tres provincias, particularizando los de importancia papelera.

Dada la dificultad física y económica de realizar muestreos extensos en las plantaciones, el material utilizado corresponde a plantas únicas o a pequeños grupos de árboles, por lo que los resultados no deben entenderse como un relevamiento sistemático de las plantaciones existentes. De todas maneras este trabajo forma parte de un proyecto más extenso en el que se pretende alcanzar un conocimiento general de las plantaciones. En esta primera parte se analizan los atributos biométricos de las fibras a través de su longitud, ancho y espesor de pared, además de relaciones entre ellos en la forma de coeficiente de flexibilidad, coeficiente de fiabilidad y área ocupada trasversal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Árboles

Se estudiaron diez árboles de las procedencias y edades que se indican en la Tabla N° 1.

Madera

Se trabajó con rodajas o fracciones de rodajas de entre 2 y 6 cm de espesor. En todos los casos se extrajo un sector circular de las mismas para poseer una alícuota radial del

Tabla N°1. Características de los árboles utilizados.

Indiv. n°	Edad	Procedencia
1	7	Ruta Prov. 16 Km 48. San Pedro, Misiones
2	9	Ea. La Negra Ituzaingó, Corrientes
3	5	Alto Paraná S.A. Pto. Esperanza, Misiones
4	18	Shell Forestal Garruchos, Corrientes.
5	7	Bosques del Plata. Santo Tomé, Corrientes.
6	7	Bosques del Plata. Santo Tomé, Corrientes.
7	7	Bosques del Plata. Santo Tomé, Corrientes.
8	20	INTA Campo El Alabrado Concordia, Entre Ríos.
9	20	INTA Campo El Alabrado Concordia, Entre Ríos.
10	20	INTA Campo El Alabrado Concordia, Entre Ríos.

xilema de cada tronco. En caso de haberse notado nudos o venas de quino ellas fueron evitadas. Si se observó madera de reacción, el sector circular fue extraído de la zona intermedia entre ella y la madera normal, tratando de que el espécimen posea una proporción adecuada de ambas.

Preparación para análisis microscópico

Se cortaron los sectores circulares por medio de formón, y estos se fraccionaron con la misma herramienta en prismas de aproximadamente 4 a 8 mm de ancho, por la longitud correspondiente al espesor de la rodaja. Estos prismas se saturaron con agua caliente, operación que llevó de 1 a 3 días. A continuación se efectuó el disgregado de los tejidos por medio de la técnica del clorito-ácido acético utilizado para realizar deslignificaciones controladas, [2] [3] [4] utilizando una variante previamente desarrollada [5], en la que se llega solamente a n° kappa 15–20 y se efectúa el disgregado final con una solución de carbonato de sodio. En estas condiciones la pared primaria queda casi intacta, y las fibras se mantienen rígidas y prácticamente sin daño físico mecánico.

El material disgregado se lavó y se colocó en un vaso de cuatro litros, del que se sacó con agitación la fracción para los preparados de microscopía. En las técnicas microscópicas se siguieron en general las técnicas de Isenberg [6] y Hillton [7].

Mediciones

Todas las mediciones se realizaron sobre material disgregado, inclusive las de ancho de fibra y espesor de pared. Se decidió este método, a cambio de leerlos en cortes de micrótopo, debido a que representan mejor las dimensiones de los elementos como van a actuar en la hoja de papel. Determinaciones realizadas entre el mismo trozo de madera demostraron que en general los anchos de fibras son mayores en los disgregados, posiblemente debido a una distensión de la trama interna de la pared celular, y al colapsamiento generado entre los vidrios

del preparado. La diferencia de variación de longitudes entre el disgregado y a través de los procesos químicos industriales medidas en un trabajo previo [8] se puede considerar despreciable.

En todos los casos los preparados se realizaron extendiendo alrededor de 1 mL de suspensión en sendos extremos de un vidrio de 75 x 25 mm dividido en tres sectores, tratando que en cada uno de ellos queden unas 200 fibras. A continuación se tiñeron y secaron a 50°C, montándose en resina con cubreobjetos. Por lo tanto las mediciones corresponden a las fibras en su estado seco 100%. Se midieron fibras de los dos lados del preparado. La importancia de la medición aleatoria y de 200 fibras, emitidas en dos descargas de la pipeta, se puede observar en la Figura N° 1 en la que se grafican los promedios de grupos sucesivos de veinte fibras, a medida que se fueron midiendo, desde un extremo del cubreobjeto hasta el otro. Se ven las variaciones entre grupos y, en este caso en particular, la tendencia creciente de los promedios.

Tanto las longitudes como los anchos y espesores de pared se midieron en un analizador de imágenes utilizando herramientas de medición manual. Esta forma resultó tener la exactitud necesaria, a diferencia de las lecturas realizadas por medio de las herramientas automáticas del programa. Para las longitudes se utilizó un aumento de 40 X y para los anchos y espesores el máximo permitido con el equipo, es decir 1000 X con inmersión. En las longitudes se siguió con el cursor la línea central del eje de las fibras desde un extremo al otro, y para las dimensiones transversales se midió la distancia entre los bordes de la fibra y los del lumen en dos sitios, con la mayor separación posible que permitía la pantalla.

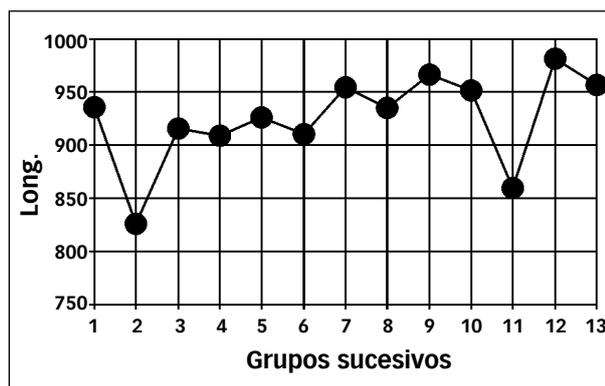


FIGURA 1. Promedios sucesivos de longitud de fibras a medida que se fueron leyendo, para un solo cubreobjetos.

El lugar de la medición no se eligió, sino que correspondió al sitio que aparecía en la pantalla a partir del barrido de la superficie del preparado. Los espesores de pared se midieron restando del ancho de fibra el ancho

del lumen y dividiendo por 2.

A partir de los tres parámetros medidos se calcularon el coeficiente de flexibilidad que se define como la relación porcentual entre el ancho del lumen y el ancho de fibra; y el coeficiente de fiabilidad que es la relación entre la longitud y el ancho de la fibra. La superficie ocupada se calculó restando al área transversal de cada fibra el área del lumen.

En el caso de realizar promedios de mediciones de diferentes anillos de crecimiento o rodajas a diversas alturas, se realizaron promedios ponderados, es decir, cada sector fue multiplicado por su correspondiente aporte de submuestra al total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla N° 2 se detallan los valores hallados de longitud, ancho y espesor de pared de fibra, y de los coeficientes de ellos derivados.

TABLA N° 2: Valores promedios a altura de pecho de longitud, ancho de fibra, espesor de pared y coeficientes derivados de los árboles de *Eucalyptus grandis* estudiados.

Árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.	
Edad	9	5	18	7	7	7	6 (1)	20	20	20		
Longitud	n° med.	197	400	400	205	1492	1460	167	203	200	206	
	Prom.	925	935	977	924	960	942	964	905	933	844	931
	D. est.	223	242	243	186	179 (2)	(2)	188	183	216	155	
Ancho	n° med.	102	100	100	110	759	785	122	101	100	108	
	Prom.	16,1	13,0	15,1	15,5	15,3	15,7	13,6	15,5	16,4	13,6	15,0
	D. est.	4,9	3,8	5,0	4,3	4,6 (2)	5,2 (2)	3,9	5,2	7,3	3,9	
Espesor de pared	n° med.	102	100	100	110	759	785	122	101	100	108	
	Prom.	3,5	3,4	3,5	3,1	3,5	3,3	3,2	3,3	3,1	2,4	3,2
	D. est.	0,8	1,0	1,4	0,9	1,0 (2)	0,9 (2)	0,8	0,8	0,8	0,7	
Coef. de flexibilidad	n° med.	102	100	100	110	759	785	122	101	100	108	
	Prom.	55	46	52	58	52	55	51	55	58	61	54
	D. est.	12	13	16	12	14 (2)	13 (2)	11	12	13	14	
Coef. de fieltrab.	(3)	57	72	65	60	63	60	71	58	57	62	63
Área ocupada		102	100	100	110	759	785	122	101	100	108	
		123	114	126	124	147	135	103	114	125	92	120

Referencias: Longitud, ancho y espesor de pared se dan en micras; los coeficientes son adimensionales y el área ocupada se da en micras cuadradas. Las edades se dan en años. (1) Individuo de rebrote. (2) Muestras complejas: se consigna el valor promedio aritmético simple. (3) Coeficientes de fiabilidad calculados como promedio general de longitudes sobre promedio general de anchos de fibra.

Observando de manera general los datos de la Tabla N° 2 correspondientes a las alturas de pecho de los diez árboles estudiados, se puede señalar que son bastante homogéneos teniendo en cuenta la diversidad de orígenes y condiciones ambientales en el que se desarrollaron. Ello se corresponde con datos de *E. grandis* de

Minas Geraes [9] y Paraná, Brasil [10]. Con respecto a la comparación de valores, con los que se hallan publicados, es necesario decir que se ha decidido no realizarla debido a la falta de una correcta explicación de la metodología utilizada en la bibliografía. De unos quince trabajos analizados de morfología de *E. grandis*, solamente en tres están debidamente explicadas todas las variables metodológicas utilizadas, y lamentablemente en ninguno de ellos coincide con la de este trabajo. Las posibles diferencias debido a ello no son menores. En su tesis doctoral [11] Monteoliva halló para anchos de clones de *Salix* diferencias entre 16 y 45% midiendo en cortes histológicos (donde el lugar de medición es al azar) y haciéndolo en disgregados húmedos por medio de la técnica de Franklin de peróxido-ácido acético utilizando la parte central de cada fibra. Con respecto a las mediciones de longitud posiblemente las diferencias metodológicas no influyan demasiado, salvo por el hecho de que no se explica si las fibras se midieron húmedas o secas. Como la técnica común es hacerlo en el primer estado, ello podría explicar los mayores valores hallados en dos trabajos sobre individuos de Brasil [9][10] que poseen promedios de 1030 y 1120 micras, mayores en 10 y 17% respectivamente a los 931 micras halladas en este trabajo.

Variación biométrica de las fibras en función de la altura

En los árboles 1, 8, 9 y 10 se midieron los parámetros biométricos de las fibras a varias alturas del fuste. En la Tabla N°3 se dan a conocer los valores hallados, y en los gráficos siguientes se desarrollan algunos de los parámetros de mayor interés. La longitud de fibra, si bien no posee un único modelo de comportamiento, siempre disminuye a partir del 50% de la altura comercial del fuste, Figura N° 2. Los números corresponden a los árboles graficados.

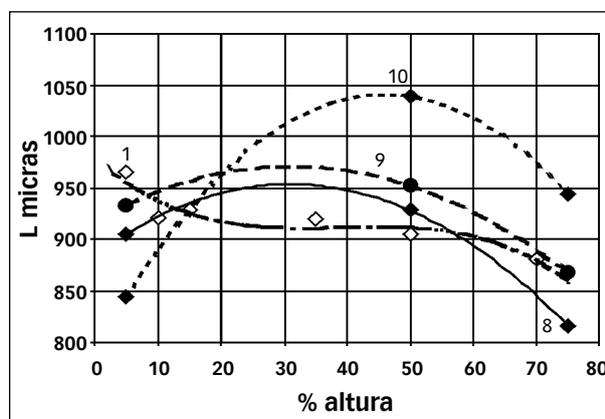


FIGURA 2. Variación de la longitud de fibra en función de la altura comercial del tronco. L = longitud de fibra.

TABLA N° 3: Parámetros vs. altura de muestra.

N° árb.	Parámetro	1	8	9	10
Altura					
AP	Long	965	905	933	844
	Ancho	16,1	15,5	16,4	13,6
	Esp pared	3,5	3,3	3,1	2,4
	Coef. flex.	55	55	58	61
	Coef. fieltr.	57	58	57	62
	Área ocup.	143	129	137	85
10%	Long.	921			
	Ancho	16,0			
	Esp. pared	3,2			
	Coef. flex.	57			
	Coef. fieltr.	60			
	Área ocup.	134			
15%	Long.	929			
	Ancho	16,2			
	Esp. pared	3,2			
	Coef. flex.	57			
	Coef. fieltr.	57			
	Área ocup.	139			
35%	Long	919			
	Ancho	14,8			
	Esp. pared	3,2			
	Coef. flex.	54			
	Coef. fieltr.	62			
	Área ocup.	120			
50%	Long	905	928	952	1039
	Ancho	11,9	14,7	15,9	14,7
	Esp. pared	2,8	2,7	3,1	2,7
	Coef. flex.	50	61	58	59
	Coef. fieltr.	76	63	60	71
	Área ocup.	84	110	130	106
70%	Long.	881			
	Ancho	11,9			
	Esp. pared	2,9			
	Coef. flex.	49			
	Coef. fieltr.	74			
	Área ocup.	87			
75%	Long.		816	868	944
	Ancho		12,8	13,7	12,9
	Esp. pared		2,4	2,5	2,5
	Coef. flex.		60	60	60
	Coef. fieltr.		64	63	73
	Área ocup.		81	91	84

Este comportamiento es normal para todas las maderas, coníferas y latifoliadas, y se puede explicar en parte teniendo en cuenta que la madera juvenil en todos los casos tiene fibras más cortas que la madera madura, y a medida que se asciende en el fuste se hallará mayor proporción de aquella. Esto se corroborará posteriormente cuando se analice la variación radial de los parámetros biométricos.

En la Figura N° 3 se grafican las variaciones de ancho de fibra (curvas superiores) y espesor de pared celular (curvas inferiores) en función de la altura del fuste. Se puede observar en los anchos de fibra una tendencia a haber un máximo en el primer tercio de la altura para luego producir un descenso monótono hasta la copa. Se observa también que, como en el caso de las longitudes, el árbol 1 tiene un comportamiento anómalo. El mismo procede de la zona de San Pedro, Misiones, que posee uno de los más altos rendimientos para la especie, y es posible que ese rápido crecimiento explique este comportamiento. Con respecto a los espesores de pared las curvas observadas aparentan tener poca variación con una leve tendencia a disminuir con la altura. Estas mermas, que no se observan en el gráfico por lo reducido de las dimensiones, oscilan entre el 17 y 27%.

La variaciones de longitud, ancho de fibra y el espesor de pared definen a su vez las de los coeficientes relacionados, como se verá a continuación.

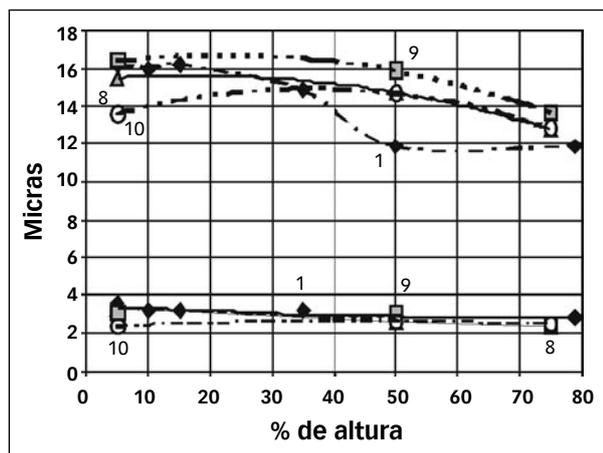


FIGURA 3. Ancho de fibra y espesor de pared en función de la altura comercial del tronco.

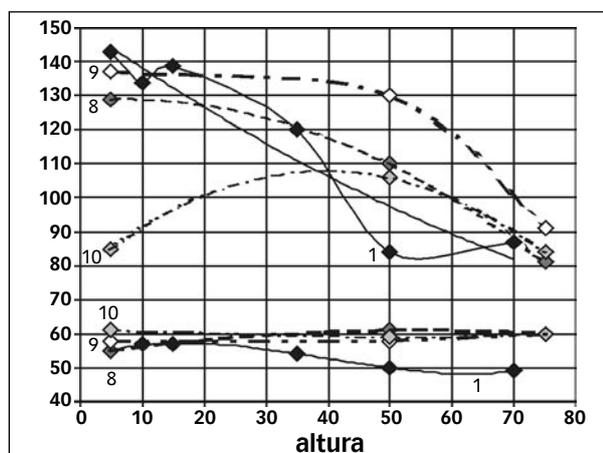


FIGURA 4. Área ocupada y coef. de flexibilidad en función de la altura comercial del tronco.

En la Figura N° 4 se grafican las variaciones del coeficiente de flexibilidad y el área ocupada de los árboles 1, 8, 9 y 10. Dejando de lado el primero de ellos que mantiene su comportamiento anómalo, en los otros tres se pueden distinguir una tendencia marcada a la disminución con la altura del área ocupada, y un aumento prudencial del coeficiente de flexibilidad. Evidentemente el mismo no alcanza para hacer que el área ocupada se mantenga, debido al efecto de la disminución del ancho de fibra. Es decir que, a medida que aumenta la altura del fuste, las fibras son más finas pero con un coeficiente de flexibilidad similar. Este hecho, ateniéndonos a lo hallado por duPlooy [12], atenuaría la pérdida de propiedades físico mecánicas de las pulpas kraft, que según dicho trabajo dependen principalmente de este parámetro, conjuntamente con el de la longitud de fibras, que en este caso sería negativo, Figura N° 2. Con respecto a la fieltabilidad, como se puede ver en la Figura N° 5, presenta un continuo ascenso con la altura, que indica que la disminución de la longitud de fibra es menor, proporcionalmente, al del ancho de fibra.

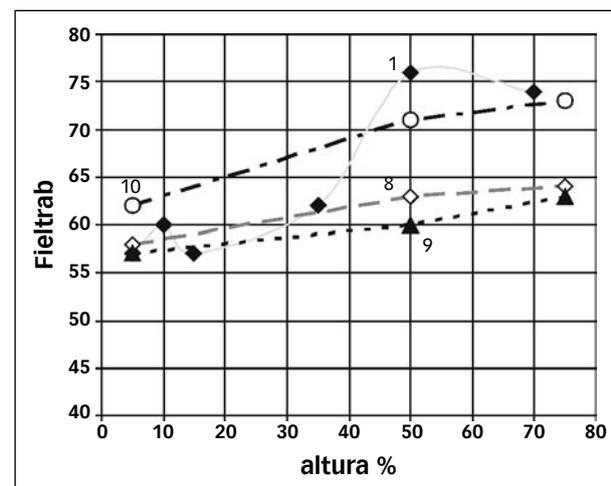


FIGURA 5. Coef. de fieltabilidad en función de la altura comercial del fuste.

De acuerdo a lo hallado por Area *et al.*, [13] para pulpado NSSC de *Eucalyptus*, la parte superior de los fustes podría tener iguales o mejores propiedades físico mecánicas que el resto, en lo que respecta al aumento de la fieltabilidad.

Resumiendo lo antedicho, y en líneas generales, se puede decir que a medida que aumenta la altura del fuste, y particularmente desde el 50% de la altura comercial, las fibras se vuelven más cortas, más finas y de mayor coeficiente de flexibilidad.

Variación biométrica de las fibras en el sentido radial del tronco

A los árboles números 5 y 6, de siete años de edad, se les determinaron los parámetros biométricos en forma radial a la altura de pecho. Puesto que en el *E. grandis* no son visibles los anillos anuales, para determinar los siete sectores se utilizó un modelo basado en el crecimiento general de los árboles de plantación que se describió anteriormente [14].

Como se ve en la Figura N° 6, que grafica la variación radial de la longitud de fibras para los árboles 5 y 6 de siete años de edad, hay un crecimiento continuo desde la médula al *cambium* que en este caso es del 63 y 30% respectivamente. Este comportamiento es el habitual para todas las especies de leñosas. Castro Silva [10] para la especie en estudio, encontró 47% de aumento promedio en árboles de 10 a 25 años de edad. En la Figura n° 7 se observa la variación de área ocupada y coeficiente de flexibilidad de los árboles 5 y 6 en sentido radial. Con respecto a la primera las variaciones son marcadas y difíciles de explicar. Posiblemente se deban, por un lado, a la forma cuadrática de la función, y por otro a que la división artificial realizada sea incoherente con los anillos de crecimiento y su normal variabilidad. El coeficiente de flexibilidad desciende de forma monótona desde la médula al *cambium*. Ello está en conexión con las curvas de ancho de fibra y espesor de pared de la Figura N° 6. Estas variaciones son en realidad relativamente reducidas, Figura N° 8.

En la Figura N° 9 se muestra la variación radial del coeficiente de fiabilidad de los dos árboles estudiados. En este caso las variaciones mostradas por los dos individuos son semejantes, y muestran una continua y evidente tendencia a aumentar la fiabilidad al aumentar la edad del árbol. Es decir que a medida que el árbol crece va formando fibras más angostas y más largas, de tal ma-

nera que a los siete años ha aumentado el coeficiente de fiabilidad en 90 y 45% respectivamente, en los dos árboles considerados.

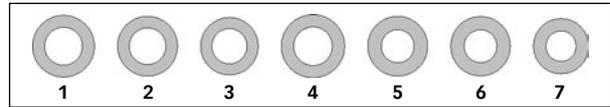


FIGURA 8. Secciones en escala de las fibras del árbol n° 6 en relación a los anillos anuales teóricos.

Resumiendo lo hallado para las variaciones biométricas de fibras en sentido radial, se puede decir que hay una modificación sustancial de todos los parámetros: descenso en el ancho de fibra y en el coeficiente de flexibilidad, y aumento en el espesor de pared y en el coeficiente de fiabilidad, siendo la variación de la superficie ocupada de carácter complejo y no definida por ahora. Salvo en este último parámetro, la variación ha sido homogénea en los dos especímenes analizados.

El área ocupada se agregó al estudio con la idea de definir la forma real de cada fibra en su sección transversal, puesto que el coeficiente de flexibilidad solamente mide la relación relativa entre los anchos de fibra y lumen pero no da idea del tamaño real de la misma y de la cantidad de pared. Aunque en este caso no mostró utilidad, debiera seguirse tratando de utilizarlo, puesto que por ejemplo, demostró ser un buen indicador de la densidad de la madera: utilizando una variable del mismo llamada *Mulsteph*, que es la relación entre área ocupada y el área total de la sección, y empleando los datos de *duPlooy* [12], se puede correlacionarlo con la densidad básica para *E. grandis* a través de una expresión polinómica de segundo grado, con un R^2 de 0,96. Este tipo de análisis se desarrollarán en una etapa posterior del estudio del *E. grandis* de la Mesopotamia Argentina.

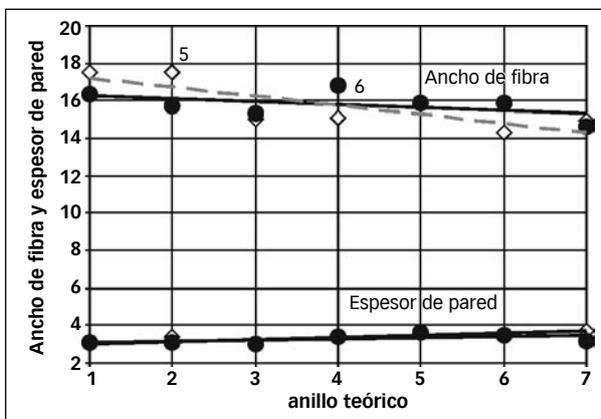


FIGURA 6. Variación del ancho de fibra y espesor de pared, en sentido radial.

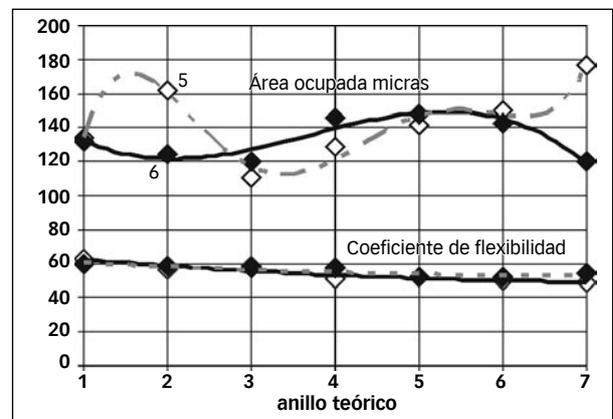


FIGURA 7. Variación del coeficiente de flexibilidad y superficie ocupada en sentido radial.

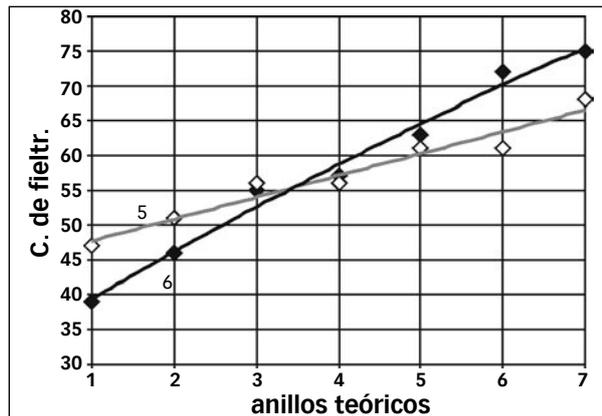


FIGURA 9. Variación del coeficiente de fieltabilidad en sentido radial.

CONCLUSIONES

En los diez árboles estudiados se puede concluir en general que:

A medida que aumenta la altura del fuste, y particularmente desde el 50% de la altura comercial, las fibras se vuelven más cortas, más finas y de mayor coeficiente de flexibilidad.

En sentido radial, se puede decir que hay una modificación sustancial de todos los parámetros: descenso en el ancho de fibra y en el coeficiente de flexibilidad, y aumento en el espesor de pared y en el coeficiente de fieltabilidad, siendo la variación del área ocupada de carácter complejo y no definida por ahora. Salvo en este último parámetro, la variación ha sido homogénea en los dos especímenes analizados.

El área ocupada mostró variaciones anormales y de difícil explicación, y se sugiere el estudio de este parámetro para mejorar su utilización.

REFERENCIAS

1. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Argentina

Censo Forestal de 1999.

2. Wise, L. E.; Murphy, M.; D'Addieco, A. A.

Paper Trade J. 122 págs. 35-43. 1946.

3. Jayne, B. A.

"Mechanical Properties of Wood Fibers". TAPPI 42 6 págs. 461 a 467, 1959. Kalisch, J. H. and Beazley, W. "Sulphite and Kraft Pulp with New Digester Sampler".

4. Canadian Pulp and Paper Association

Useful Method G.10U 1990. "Clorite Delignification of Cellulosic Materials".

5. Núñez, C. E.; Pavlik, C. A.

"Disgregado de tejidos leñosos por el método clorito-ácido acético-carbonato. Evaluación del daño producido a las fibras". Revista de Ciencia y Tecnología Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Año 2, N° 2. 1999, página 33.

6. Isenberg, Irving H.

"Pulp and Paper Microscopy". Third Edition. The Institute of Paper Chemistry. Wisconsin. 1967.

7. Hilton, N. R.

"Microscopía de la Madera". Edición de Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. Argentina. 1970.

8. Núñez, C. E.

"Modificación en las Longitudes de Fibra de *Eucalyptus grandis*, por el Tratamiento Químico de Microscopía y los Pulpados Kraft e Hidroalcohólicos". Proceedings del 25° Congreso Técnico de ATIPCA sobre Celulosa y Papel. Buenos Aires. 1989. Pág. 113 a 122.

9. Trugilho, Paulo Fernando; Lima, José Tarcisio; Mori, Fábio Akira

"Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*". CERNE, V. 9, N. 1, p. 084-094, 2003.

10. Castro Silva, José de

"Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira". Tese de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutor em "Ciências Florestais". Curitiba 2002.

11. Monteoliva, Silvia.

"Propiedades intrínsecas de la madera de clones de *Salix* y su relación con el pulpado quimimecánico". Tesis doctoral, 222 pp. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata 2005.

12. duPloiy, Adriaan B. J.

"The relationship between wood and pulp properties of *E. grandis* Hill ex-Maiden grow in South Africa". APITTA Vol. 33, N°4. Enero 1980.

13. Area, María C.; Felissia, Fernando E.; Clermont, Javier E.; Núñez, Carlos E.; Venica, Alberto D.

"Estudio comparativo de especies de *Eucalyptus* y su respuesta al pulpado NSSC". CIADICYP 2004, Córdoba, España.

14. Núñez, Carlos Eduardo

"Distribución radial de polifenoles en troncos de *Eucalyptus grandis*". Proceedings CYADICYP 2002. Campinas, Brasil.

PERSONAS E INSTITUCIONES INTERVINIENTES

El INTA–Concordia, en la persona de Martín Sánchez Acosta (Ing. Forestal); Bosques del Plata S.A.; Shell Foreastal S.A.; Alto Paraná S.A.; Roberto Pascutti (Ing. Forestal), Facultad de Ciencias Forestales UNaM, contribuyeron en la selección y consecución de las muestras de madera.

Recibido: 07/12/06.

Aprobado: 27/09/07.

• Carlos Eduardo Núñez.

Técnico Químico (especializado en anatomía y química de la madera y en pulpados químicos.). Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Misiones, siendo cofundador del Programa de investigación de Celulosa y Papel, PROCYP, dependencia en la que sigue trabajando en la actualidad. Investigador Sin Categoría. Tiene realizados unos cuarenta trabajos de investigación.