

RECYT

Año 16 / N° 22 / 2014 / 40–44

## Estudio de la morfología fibrosa de cuatro árboles de *Eucalyptus saligna* implantados en Concordia, Entre Ríos, Argentina

### Morphological study of fibers of four trees of *Eucalyptus saligna* implanted in Concordia, Entre Rios, Argentina

Carlos E. Núñez<sup>1,\*</sup>

1 -PROCYP (Programa de Investigación de Celulosa y Papel), Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Félix de Azara 1552, CP 3300, Posadas, Misiones, Argentina.

\* E-mail: cenunez@arnet.com.ar

#### Resumen

*Eucalyptus saligna* es oriundo del este y sudeste de Australia. Se ubica en el grupo *Symphomyrtus* junto con *E. grandis* y *E. deanei*. Inicialmente se lo confundió en la Argentina con *E. grandis*. Se trabajó con cuatro árboles implantados en el INTA de Concordia Entre Ríos, con rodajas extraídas a cuatro alturas. Se cortaron sectores circulares que se prepararon para la observación microscópica, obteniéndose disgregados y cortes de secciones. Se midieron longitud, ancho y espesor de pared de fibra y se calculó el coeficiente de fieltabilidad, midiendo 200 fibras o más de cada muestra. Las longitudes dieron entre 966 y 772, anchos entre 14,4 y 13,1, espesores de pared entre 2,7 y 2,9 (todos expresados en micrones) y el coeficiente de flexibilidad entre 71 y 57. Los valores comparados con los de *Eucalyptus grandis* fueron similares, a excepción de la longitud y el ancho de fibra que resultaron 10% y 9% menores, respectivamente.

Palabras clave: *Eucalyptus saligna*; Morfología de fibras; Longitud de fibras; Parámetros fibrosos; Materias primas papeleras.

#### Abstract

*Eucalyptus saligna* is native to the East and Southeast of Australia. It is included in the *Symphomyrtus* group together with *E. grandis* and *E. deanei*. Originally, *Eucalyptus saligna* was mistaken for *E. grandis* in Argentina. The work was done on four trees planted at INTA in Concordia, Province of Entre Rios, with discs removed at four different heights. Circular pieces have been cut and prepared to be observed under microscope by maceration and cutting sections. Fiber length, width and wall thickness were measured, and fieltability coefficient was calculated - measuring 200 fibers or more from each sample. Results were: fiber length, 966 - 772; width, 14.4 - 13.1, and thickness, 2.7 - 2.9 - all expressed in microns-; and the fieltability coefficient, 71 - 57. Values compared with those of *Eucalyptus grandis* were similar, except for fiber length which was 10% shorter and fiber width, resulting 9% thinner.

Keywords: *Eucalyptus grandis*; Fiber structure; Fiber length; Fiber diameter; Raw materials.

#### Introducción

*Eucalyptus saligna*, denominado en su zona de origen *Sydney blue gum*, es oriundo del este y sudeste de Australia. Son árboles de gran porte y longevidad. Taxonómicamente ha sido ubicado en el subgénero *Symphomyrtus*, que abarca también a *Eucalyptus grandis* y a *Eucalyptus deanei*. Las semejanzas morfológicas entre estas especies son marcadas.

Es difícil saber desde cuándo se lo planta en la Argentina, porque hasta comienzos de la década de los años 80 del siglo pasado se lo confundió con *E. grandis*. De esta manera, tanto los registros como la bibliografía no pueden utilizarse con certidumbre por lo menos hasta mediados de

dicha década, cuando la verdadera identidad de la especie preponderante en las plantaciones existentes quedó prácticamente definida en los ámbitos forestales [1].

De esta manera se comprobó que de todas las forestaciones realizadas de *Eucalyptus saligna* en el norte de la Mesopotamia Argentina, solamente unas 40 ha. eran de esta especie, perteneciendo el resto a *E. grandis*.

Los individuos a estudiar pertenecen a plantaciones realizadas en el INTA de Concordia, Entre Ríos, con el fin de ampliar el espectro de las especies utilizadas por la industria.

## Materiales y métodos

Se trabajó con rodajas de cuatro individuos de *Eucalyptus saligna* provenientes del INTA, (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) plantados en Concordia, Entre Ríos, situado en 31° 23' S y 58° 06' O. En la tabla 1 se muestran los diámetros de las rodajas a sus respectivas alturas de extracción. Los individuos se numeran según el código de la dendroteca del PROCYP.

**Tabla 1:** Diámetros a diferentes alturas de las rodajas utilizadas

|      | Base | Ø AP | Ø 50% | Ø 75% |
|------|------|------|-------|-------|
| M345 | 25   | 24   | 14    | 9     |
| M346 | 39,5 | 36   | 21,5  | 8     |
| M347 | 29,5 | 30   | 18    | 11,5  |
| M380 | 19   | -    | 11,5  | 10,5  |

Se extrajo un sector circular de cada rodaja de aproximadamente 35° para poseer una alicuota radial del xilema de cada tronco. Se fraccionaron los sectores circulares por medio de formón rajando el total de los mismos en sentido longitudinal en prismas de aproximadamente 4 - 5 mm de ancho, salvo una banda para obtener los cortes de madera sólida. Estos prismas se saturaron con agua caliente, operación que llevó alrededor de tres días. A continuación se efectuó el disgregado de los tejidos por medio de la técnica del clorito - ácido acético usado para realizar deslignificaciones controladas, [2,3] utilizando una variante desarrollada previamente [4], en la que se llega solamente a n° kappa 20 - 25, completando el disgregado con solución de carbonato de sodio. En estas condiciones la pared primaria queda casi intacta, y las fibras se mantienen rígidas y con poco daño físico mecánico [4].

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. Esta parte de la preparación se hizo siguiendo en general los lineamientos técnicos de Isenberg [5], y Hillton [6].

La preparación de los disgregados se realizó dividiendo los cubreobjetos en tres partes por medio de un marcador de pintura, de tal manera que queden dos extremos para la colocación de las fibras y el centro para los rótulos. A continuación se extendió un mL de la suspensión fibrosa previamente diluida en cada extremo del cubreobjetos y se colocó en estufa a 60° C hasta evaporación del agua. Las fibras secas se tiñeron con una solución mezcla de anaranjado de acridina y safranina escurriendo el exceso de colorante y se volvieron a secar a 60°. Sobre los dos extremos con fibras se agregó una gota de resina sintética y se agregaron sendos cubreobjetos.

Se trató de que hubiera 100 fibras en cada lado de los preparados, pero puesto que ello es muy difícil, se fue estimando su cantidad y midiendo las fibras alternadas, es decir una de varias que pasarán por el campo. En todos los casos se midieron alrededor de 200 fibras de cada

muestra. Este número es necesario por la variabilidad de la población y la autoclasificación que se produce durante la evaporación del agua en el secado de la muestra [7].

Tanto las longitudes como los anchos y espesores de pared se midieron en un analizador de imágenes utilizando herramientas de medición manual. Ésta forma resultó tener la exactitud necesaria, a diferencia de las lecturas realizadas por medio de las herramientas automáticas del *software*.

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. Se siguió con el cursor la línea central del eje de las fibras desde un extremo al otro, y para las dimensiones trasversales 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. 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 calcularon restando del ancho de fibra el ancho del lumen y dividiendo por 2. A partir de las longitudes y los anchos de fibra se calculó el coeficiente de fiabilidad (F) con la fórmula  $F = \text{longitud} / \text{ancho de fibra}$ .

El material para la obtención de los cortes de madera, se eligió de la banda contigua a los prismas, separando pequeños cubos de aproximadamente 1 cm de lado que fueron hervidos en agua hasta alcanzar la elasticidad necesaria para realizar las secciones sin dañar los tejidos. Los cortes se realizaron de forma manual, por medio de una hoja de afeitar, acercándose lo más posible a espesores de 15 micrones, se tiñeron con el mismo colorante de las fibras, se secaron en estufa y se montaron con resina sintética en portaobjetos con cubreobjetos. De esta manera las lecturas realizadas, tanto en disgregados como cortes, corresponden a las fibras en estado seco.

Las densidades de las rodajas de madera se determinaron por el principio de Arquímedes utilizando rodajas secas a la estufa que luego de enfriadas y pesadas se sumergieron en agua, midiendo el empuje y corrigiendo el peso de agua absorbida por medio de una nueva pesada.

Para la conversión entre densidades secas y básicas se utilizó la fórmula de la ecuación determinada previamente [8].

## Resultados y discusión

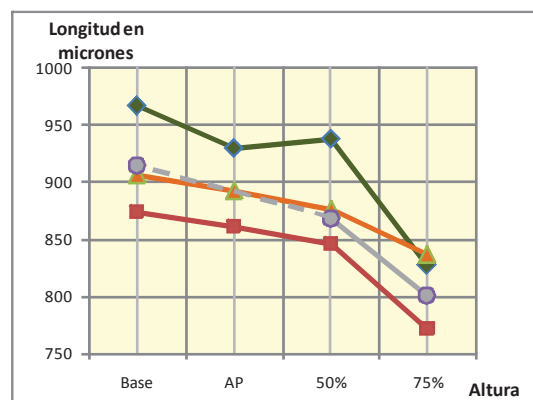
En la tabla 2 se muestran los resultados de las determinaciones de densidad seca y básica realizadas sobre las rodajas de los cuatro árboles estudiados. Se puede ver que los valores de densidades secas oscilaron entre 0,58 y 0,70 (g/cm<sup>3</sup>); valores que la colocan como una madera de densidades medias con tendencia a altas. Por otro lado no se aprecia ningún patrón de variación en relación a la altura del fuste. Los valores medidos son algo menores al promedio general de densidad básica de 0,47 (g/cm<sup>3</sup>), correspondiente a densidad seca de 0,58 (g/cm<sup>3</sup>), hallados

por da Silva Oliveira *et al.* [9] sobre 340 determinaciones de la madera en estudio.

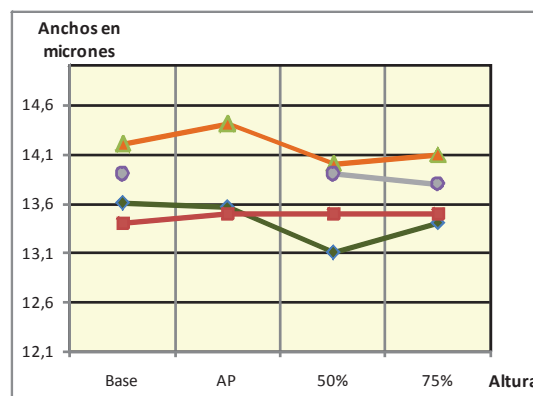
**Tabla 2:** Densidades de las rodajas de los árboles estudiados.

| Muestra   | Densidad seca (Ds) (g/cm³) | Densidad básica (g/cm³) | Ds ponderada (g/cm³) |
|-----------|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| M345 base | 0,64                       | 0,52                    | 0,65                 |
| M345 AP   | 0,65                       | 0,53                    |                      |
| M345 50%  | 0,68                       | 0,54                    |                      |
| M345 75%  | 0,65                       | 0,51                    |                      |
| M346 base | 0,70                       | 0,56                    | 0,68                 |
| M346 AP   | 0,67                       | 0,54                    |                      |
| M346 50%  | 0,66                       | 0,53                    |                      |
| M346 75%  | 0,59                       | 0,49                    |                      |
| M347 base | 0,58                       | 0,48                    | 0,60                 |
| M347 AP   | 0,59                       | 0,49                    |                      |
| M347 50%  | 0,62                       | 0,50                    |                      |
| M347 75%  | 0,60                       | 0,49                    |                      |
| M380 base | 0,61                       | 0,50                    | 0,59                 |
| M380 50%  | 0,59                       | 0,49                    |                      |
| M380 75%  | 0,56                       | 0,47                    |                      |

En la Tabla 3 se pueden observar los datos obtenidos de las mediciones fibrosas realizadas en los cuatro árboles. Se distingue la homogeneidad en los valores de ancho de fibra, que oscilan entre 13,6 y 14,4 micrones (Figura 2) y de espesor de pared con un rango aún menor de 2,7 a 2,9 micrones (Figura 3 -Rombos verdes M345; cuadrados rojos M346; triángulos Naranja M347 y círculos grises M380-). Como consecuencia no se observa proporcionalidad entre parámetros y altura del fuste. Por el contrario, la longitud de fibra si resulta inversamente proporcional a dicha altura (Figura 1). En consecuencia los valores del coeficiente de fieltabilidad, condicionados a la longitud, también disminuyen con la altura del fuste (Figura 4).



**Figura 1:** Longitud de fibras vs. altura.



**Figura 2:** Ancho de fibra vs. altura.

**Tabla 3:** Valores de las mediciones biométricas de las muestras estudiadas.

| Árbol | Altura | Longitud |       |     | Ancho de fibra |        |     | Espesor de pared |        |     | F  |
|-------|--------|----------|-------|-----|----------------|--------|-----|------------------|--------|-----|----|
|       |        | Nº Med   | Valor | DS  | Nº Med         | Medida | DS  | Nº Med           | Medida | DS  |    |
| M345  | Base   | 209      | 966   | 264 | 198            | 13,6   | 4,6 | 198              | 2,7    | 0,8 | 71 |
|       | AP     | 202      | 930   | 226 | 200            | 13,6   | 4,6 | 200              | 2,8    | 0,9 | 69 |
|       | 50%    | 208      | 938   | 242 | 202            | 13,1   | 4,6 | 202              | 2,8    | 0,8 | 72 |
|       | 75%    | 199      | 827   | 269 | 201            | 13,4   | 4,4 | 201              | 2,8    | 0,7 | 62 |
| M346  | Base   | 204      | 874   | 286 | 197            | 13,4   | 4,2 | 197              | 2,8    | 0,6 | 65 |
|       | AP     | 208      | 861   | 277 | 198            | 13,5   | 4,8 | 198              | 2,8    | 0,8 | 64 |
|       | 50%    | 208      | 846   | 278 | 203            | 13,5   | 4,4 | 203              | 2,8    | 0,8 | 63 |
|       | 75%    | 205      | 772   | 235 | 200            | 13,5   | 4,7 | 200              | 2,7    | 0,8 | 57 |
| M347  | Base   | 202      | 906   | 286 | 201            | 14,2   | 5,3 | 201              | 2,8    | 0,8 | 64 |
|       | AP     | 205      | 892   | 299 | 198            | 14,4   | 5,1 | 198              | 2,9    | 0,7 | 62 |
|       | 50%    | 202      | 876   | 269 | 200            | 14,0   | 4,8 | 200              | 2,9    | 0,9 | 63 |
|       | 75%    | 204      | 837   | 253 | 200            | 14,1   | 4,6 | 200              | 2,9    | 0,7 | 62 |
| M380  | Base   | 207      | 914   | 234 | 202            | 13,9   | 4,0 | 202              | 2,9    | 0,7 | 66 |
|       | 50%    | 207      | 868   | 276 | 204            | 13,9   | 4,3 | 204              | 2,9    | 0,6 | 62 |
|       | 75%    | 204      | 801   | 255 | 198            | 13,8   | 3,7 | 198              | 2,8    | 0,6 | 58 |

**Notas:** Los valores de longitudes se dan en micrones. 'F' corresponde a coeficiente de fieltabilidad.

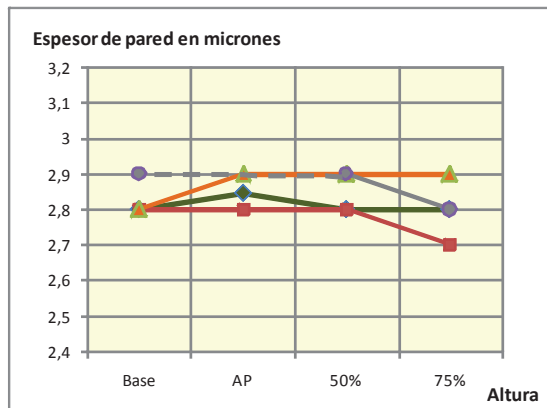


Figura 3: Espesor de pared de fibra vs. altura.

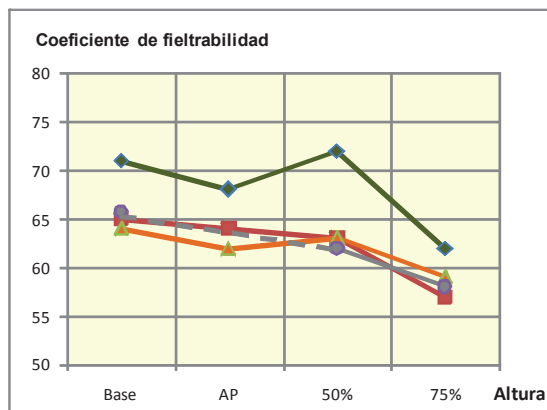


Figura 4: Fieltrabilidad vs. altura.

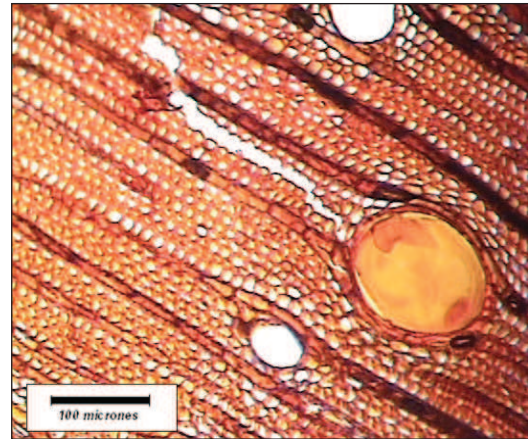
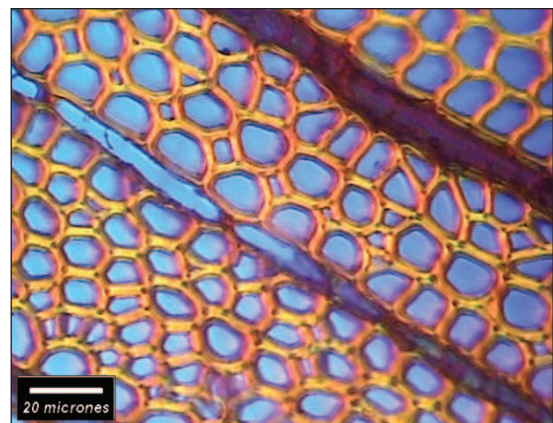
Si se comparan los valores morfológicos de las muestras de *E. saligna* estudiado con los del *E. grandis*, Tabla 4, se pueden observar diferencias: las fibras son un 10% más cortas y un 9% más finas en la especie de este estudio. Esta doble diferencia hace que la fiabilidad varíe poco. Por otro lado el espesor de la pared celular es el mismo para las muestras analizadas de ambas especies. De esta manera y siguiendo el modelo de Du Plooy [10], en el que los tres principales parámetros para predecir las resistencias físico mecánicas de la hoja de *Eucalyptus grandis* son la longitud, el espesor de pared y la fiabilidad, se podría suponer que las hojas hechas con *E. saligna* tendrán resistencias algo menores debida principalmente a la menor longitud de fibra, siendo que la fiabilidad es semejante y el espesor de pared igual.

**Tabla 4:** Diferencia en los parámetros fibrosos y la densidad entre *Eucalyptus saligna* y *E. grandis*. (Valores en micrones).

|                   | <i>E. saligna</i> | <i>E. grandis</i> | Difer. % |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------|
| Long. fibra       | 840               | 931               | -10%     |
| Ancho fibra       | 13,8              | 15,2              | -9%      |
| Esp. pared. fibra | 2,8               | 2,8               | 0%       |
| Fieltrabilidad    | 65                | 62                | 5%       |
| Dens. seca        | 0,64              | 0,51              | 25%      |
| Dens. básica *    | 0,52              | 0,43              | 21%      |

El otro parámetro diferenciador es la densidad del *E. saligna* que es significativamente mayor a la del *E. grandis*. Y dado que los espesores de pared celular son semejantes, ello podrá deberse al tamaño y densidad de los vasos, característica que no se midió en este trabajo.

Como ilustración final se muestran dos imágenes en cortes transversales de la madera de *E. saligna*. (Figura 5 y 6).

Figura 5: Corte transversal de la madera de *Eucalyptus saligna* (1)Figura 6: Corte transversal de la madera de *Eucalyptus saligna* (2).

## Conclusiones

Las densidades medidas de la madera de *E. saligna* estuvieron en el rango de 0,58 a 0,70 algo menor en promedio de la publicada en otros trabajos.

En los árboles analizados la longitud de fibra fue inversamente proporcional a la altura. Por el contrario el ancho de fibra y el espesor de pared no fueron proporcionales siendo en gran medida constantes con la altura del fuste.

En comparación al *E. grandis*, estudiado anteriormente, las fibras son 10% más cortas, 9% más finas y con el mismo espesor de pared. Estos valores dan similar coeficiente de fiabilidad entre las dos especies.

## Agradecimientos

A Martín Sánchez Acosta del INTA de Concordia, Entre Ríos por la provisión de las muestras de *Eucalyptus saligna*.

## Referencias

1. **Sánchez Acosta, M.** Comunicación personal acerca del momento en el que se puede aceptar que en las plantaciones de la Mesopotamia estaban diferenciadas las dos especies, INTA Concordia, Entre Ríos. 2012.
2. **Jayne, B. A.** Mechanical Properties of Wood Fibers, TAPPI Vol. 42: p. 461-467. 1959.
3. **Canadian Pulp and Paper Association.** Chlorite Delignification of Cellulosic Materials, Useful Method G.10U. 1990.
4. **Núñez, C. E. y Pavlik, C. A.** Disgregado de tejidos leñosos por el método clorito -ácido acético- carbonato. Evaluación del daño producido a las fibras, Rev. Cienc. Tecnol. Vol. 2, N° 2: p 33-37. 1999.
5. **Isenberg, I. H.** Pulp and Paper Microscopy, Third Edition, The Institute of Paper Chemistry, Wisconsin. 1967.
6. **Hilton, N. R.** Microscopía de la Madera, Edición de Celulosa Argentina S.A., Capitán Bermúdez, Santa Fe. 1970.
7. **Núñez, C. E.** Morfología Fibrosa de la Madera del *Eucalyptus grandis* Implantado en la Mesopotamia Argentina. 1. Atributos Biométricos, Rev. Cienc.Tecnol. Vol. 9, N° 9: p 38-43. 2007.
8. **Núñez, C. E.** Relaciones de Conversión entre Densidad Básica y Densidad Seca de Madera, Rev. Cienc. Tecnol. Vol. 9, N° 9: p. 44-50. 2007.
9. **Da Silva Oliveira, J. T. y de Castro Silva, J.** Variação Radial da Retratibilidade e Densidade Básica da Madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., R. Árvore, Viçosa-MG, Vol. 27, N° 3: p.381-385. 2003.
10. **DuPlooy, A. B. J.** The relationship between wood and pulp properties of *E. grandis* (Hill ex-Maiden) grown in South Africa, Journal Appita, Vol. 33, N° 4: p. 257-264. 1980.

Recibido: 08/08/2013

Aprobado: 01/04/2014