

ANATOMÍA COMPARADA DEL LEÑO DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* (MYRTACEAE) DE DOS ORÍGENES, ENSAYADOS EN SANTIAGO DEL ESTERO

JUANA GRACIELA MOGLIA¹, SANDRA BRAVO² y ROXANA GEREZ³

Summary: Comparative wood anatomy of two select origins of *Eucalyptus camaldulensis* (Myrtaceae), implanted in Santiago del Estero, Argentine Chaco Region. The aim of the present research was to study radial wood variation of two different origins in *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. proceeding from a seed allotment in Zimbabwe and Emu Creek Queensland. For this study seven trees of 5 years old, of each origin, were selected from an implanted trial in Santiago del Estero. Two samples were taken from transverse sections at 1.30 m height on the North radius, one located at 25% and the other at 80% of distance to the pith. Frequency, diameter, and length of vessels, fiber length, tissues percentages and ray types were analyzed. Univariate analysis was performed using a nested design, for «origins» and «trees». The «distance to the pith» was employed as repeated measures, and evaluated with a mixed model. Both origins showed wood diffuse porosity, vessels mainly solitary and homogeneous rays. No differences were found between origins for any studied variables. Fiber and vessel lengths showed significant differences between distances to the pith. Frequency and length of vessels, ray frequency and tissue proportions varied significantly between trees.

Key words: *Eucalyptus*, procedence, wood, comparative anatomy.

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue estudiar la variabilidad radial en el leño de ejemplares de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. provenientes de dos orígenes selectos implantados en un ensayo en Santiago del Estero. Se compararon materiales provenientes del Huerto Semillero de Zimbabwe y de Emu Creek Queensland. Se estudiaron las secciones transversales de fuste a 1,30 m de altura de 7 ejemplares de 5 años de edad, de cada uno de los orígenes. Se extrajeron dos probetas sobre el radio Norte, tomadas una a 25% y otra al 80% de distancia con respecto a la médula. Se analizaron: frecuencia y diámetro de vasos, longitud de vasos y fibras, porcentaje de tejidos, tipos de vasos y radios. El análisis de la varianza se ajustó al diseño de muestreo de efectos anidados para «orígenes» y «árboles», utilizando las «distancias radiales a la médula» como medidas repetidas y se evaluó con un modelo mixto. Los dos orígenes estudiados presentan porosidad difusa, vasos solitarios y radios homogéneos. Ninguna de las variables estudiadas mostró diferencias significativas entre orígenes. Las longitudes de vasos y fibras mostraron diferencias significativas entre distancias. La frecuencia y longitud de vasos, frecuencia de radios y los porcentajes de tejidos mostraron diferencias significativas entre árboles.

Palabras Clave: *Eucalyptus*, procedencia, leño, anatomía comparada.

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus camaldulensis Dehnh. («eucalipto rojizo») es una especie cuyo material genético posee la capacidad de desarrollar rodales con características silviculturales adecuadas para el cultivo con fines industriales en el Noroeste argentino (Golfari, 1985). Posee gran plasticidad y resiste condiciones de extrema sequía. Su madera es dura y pesada, de color

rojizo y se destina habitualmente a la fabricación de tableros de partículas y de fibra. Ocasionalmente se emplea en productos aserrados de regular calidad. *E. camaldulensis* proporciona además carbón y leña de buena calidad (Mangieri & Dimitri, 1961).

Se han realizado numerosos estudios anatómicos sobre el leño de *Eucalyptus* (Metcalf & Chalk, 1950; Dadswell, 1972; Wilkes, 1988). Villegas & Rivera (2002) realizaron una revisión xilológica de los *Eucalyptus* cultivados en Argentina.

La estructura de la madera es el resultado de la influencia de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales). Existe una jerarquía de

¹Prof. Adjunta Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales, U.N.S.E., vimog@unse.edu.ar

²Cátedra Botánica. FCF, U.N.S.E., sandrabrav@gmail.com

³Cátedra Dendrología, rgerez@unitecagro.com.ar

variaciones de los caracteres estructurales de la madera vinculadas al ambiente, especie, individuos dentro de cada especie y a la posición de la muestra dentro de cada ejemplar (Zobel & Van Buijtenen, 1989). La naturaleza e intensidad de la influencia de los factores intrínsecos y extrínsecos sobre los elementos anatómicos pueden diferir según la especie. Para el género *Eucalyptus* se ha determinado la existencia de grandes variaciones en las características anatómicas de la madera entre árboles de la misma especie, y una gran proporción de esta variación puede atribuirse a factores genéticos (Malan, 1993; Wilkes, 1988; Bhat *et al.*, 1990). Es por ello que surge la necesidad de estudiar la anatomía del leño de las nuevas entidades biológicas obtenidas por ensayos de mejoramiento genético (Sparnochia *et al.*, 2006). El estudio de la variabilidad de la madera tiene gran importancia para el uso tecnológico de la madera. El objetivo del presente trabajo fue determinar probables diferencias anatómicas entre orígenes, entre árboles y en sentido radial, en la estructura del leño de ejemplares de *E. camaldulensis* provenientes de dos orígenes selectos implantados en un ensayo en Santiago del Estero.

MATERIAL Y MÉTODO

El material estudiado proviene de un ensayo de *E. camaldulensis* establecido conforme a un diseño experimental de bloques de familias compactos, con cuatro repeticiones correspondiente a 106 progenies de 14 orígenes y 3 testigos de familias de polinización abierta. El ensayo se implantó en el campo de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), en la localidad de Zanjón, departamento Capital, provincia de Santiago del Estero. Los árboles se aparearon a los 5 años de edad. En base a un índice con niveles independientes de selección (diámetro a 1,30 m; altura, forma y densidad básica), se aparearon los mejores 40 árboles. En este trabajo se estudiaron los

orígenes A) Emu Creek, Petford, Queensland y B) Huerto Semillero de Zimbabwe.

Se extrajeron secciones transversales de cada árbol a 1,30 m (Dap). Sobre el radio Norte de estas secciones, se tomaron probetas en 2 posiciones, una a 25 % (médula) y otra al 80 % (corteza) de distancia a la médula. Las secciones microscópicas se tiñeron con acridina - crisoidina y azul de astra, se deshidrataron en una secuencia creciente de alcoholes y se montaron en Bálsamo de Canadá. Los macerados se prepararon según la técnica de Berlyn & Mikshe (1976). En la descripción microscópica se utilizó la terminología recomendada por el Comité de la IAWA (Baas *et al.*, 1989). Los valores porcentuales de tejidos se obtuvieron siguiendo la metodología de Quirk & Smith (1975). Se realizaron 25 mediciones para cada una de las variables estudiadas.

Se realizó el análisis exploratorio de datos para comprobar su adherencia a los supuestos del análisis paramétrico. El análisis de la varianza de los datos se efectuó conforme al diseño de muestreo de efectos anidados de las variables clasificatorias «orígenes» y «árboles», utilizando las «distancias radiales a la médula» como medidas repetidas de los árboles (Van Laar, 1991).

Las fuentes de variación fueron evaluadas mediante la aplicación de un modelo mixto, con efecto fijo de orígenes y distancias radiales y efecto aleatorio de árboles (Littell *et al.*, 1998).

Las variables analizadas fueron: frecuencia y diámetro tangencial de vasos, longitud de fibras y elementos de vaso, altura, ancho y frecuencia de radios por mm. Porcentaje de tejidos (fibras, vasos, parénquima axial y radios). Porcentaje de tipos de vasos (solitarios, múltiples cortos y largos, geminados). Porcentaje de tipos de radios (porcentaje de radios uniseriados, biseriados y triseriados).

En consecuencia el modelo lineal aditivo correspondiente es:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + A_{j(i)} + D_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ijk} = media de la variable Y evaluada en el sitio i, en el árbol j y en el tratamiento k

μ = promedio general

S_i = efecto del i-ésimo origen

$A_{j(i)}$ = efecto del j-ésimo árbol dentro del i-ésimo origen.

$D_{k(ij)}$ = efecto del k-ésima distancia, dentro del j-ésimo árbol, dentro del i-ésimo origen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El leño de *Eucalyptus camaldulensis* de los orígenes estudiados tiene anillos de crecimiento escasamente demarcados por una banda de fibras engrosadas y comprimidas tangencialmente, de 2-3 células de espesor. En algunos sectores pueden apreciarse con mayor claridad debido a la presencia de una línea oscura. Villegas & Rivera (2002) encontraron para esta especie anillos no demarcados, Argent (1995) observó gran variabilidad en la visualización del anillo ocasionada por cambios en la geometría de las fibras o ausentes en sectores.

Vasos y traqueidas

Presentan porosidad difusa no uniforme, característica de otras especies de *Eucalyptus* (Tomazello Filho, 1985; Villegas & Rivera, 2002). Se observa una gran variabilidad en la distribución de los vasos entre individuos y dentro de un mismo individuo. Estos resultados concuerdan con lo observado por Argent (1995) en esta especie. Los promedios de las variables analizadas en médula y corteza para los 2 orígenes estudiados se muestran en la Tabla 1. De acuerdo a la clasificación de Baas *et al.* (1989) el número de vasos observado en ambos es numeroso. Sin embargo, estos valores pueden considerarse bajos si se los compara con los obtenidos por Leal *et al.* (2003), quien refiere para *E. globulus* una frecuencia de 23,58 vasos/mm². Veenin *et al.* (2005) encontraron frecuencias de 15 vasos/mm² (11-20) en clones de *E. camaldulensis* de 5 años de edad.

El análisis de la varianza no indicó diferencias significativas para la frecuencia de vasos, entre orígenes. Si bien, la frecuencia de vasos disminuye desde médula a corteza, en todos los ejemplares estudiados esta no fue significativa probablemente debido a las diferencias entre árboles (Tabla 2). Veenin *et al.* (2005) determinaron para esta variable la misma tendencia.

Los vasos son en su mayoría solitarios y se encuentran en disposición radial (Fig.1 A). Villegas & Rivera (2002) observaron vasos con disposición tangencial en la misma especie. No se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el porcentaje de vasos solitarios (Tabla 3). La presencia de vasos múltiples (cortos y largos) y geminados es escasa y ocasional entre ejemplares (Tabla 2). Existen diferencias altamente significativas entre

árboles para el porcentaje de vasos solitarios, en coincidencia con lo observado por Argent (1995).

Los contornos de los vasos en sección transversal son de forma circular u oval (Fig.1 A). Los promedios de los diámetros tangenciales se expresan en la Tabla 1. Estos valores se encuentran en el rango determinado por Villegas & Rivera (2002) y por Veenin *et al.* (2005) en clones de *E. camaldulensis* de 5 años de edad. Las tendencias de aumento de diámetro de los vasos desde la médula a la corteza son similares a las encontradas por diferentes autores para otras especies del género (Malan, 1993; Veenin *et al.*, 2005). Sin embargo en este trabajo no se encontraron diferencias significativas en esta variable para ninguna de las fuentes de variación estudiadas.

Se observó la presencia de tilosis en el duramen de algunos individuos estudiados (Fig. 1B) La presencia de tilosis en el duramen de *E. camaldulensis* fue citada por Argent (1995) y Villegas & Rivera (2002).

Los elementos vasculares tienen placas de perforación simple, oblicua y apéndices pronunciados. Las puntuaciones intervasculares son areoladas con abertura interna elíptica inclusa y con disposición alterna. (Fig. 1 C, D, F). La longitud de los elementos de vaso se muestra en la Tabla 1. De acuerdo a la clasificación de Baas *et al.* (1989) son elementos medianos. Existen diferencias significativas en la longitud de vasos entre árboles y entre distancias a la médula. El aumento en la longitud de los elementos vasculares de médula a corteza concuerda con lo observado por (Malan, 1991). La tendencia creciente en la longitud de los vasos se debe al alargamiento de las células cambiales fusiformes, lo que le permite al árbol conducir un mayor volumen de agua (Larson, 1994).

Se observa la presencia de traqueidas vasculares con abundantes puntuaciones areoladas (Fig. 1E). Las traqueidas son células consideradas una vía de transporte seguro durante un déficit hídrico y son la máxima expresión del decrecimiento del vaso a medida que la aridez aumenta. Según Ellmore & Ewers (1985), los vasos pequeños se embolizan más lentamente que los de mayor tamaño. Por lo tanto, las traqueidas son células de transporte subsidiario con menor riesgo de embolismo que los vasos.

La presencia exclusiva de vasos solitarios asociados a traqueidas vasicéntricas y fibrotraqueidas, fue citada en las floras de diferentes regiones semiáridas y consideradas inicialmente caracteres poco evolucionados (Baas & Carlquist,

Tabla 1. Promedio de las variables anatómicas estudiadas en el leño de 2 orígenes selectos de *E. camaldulensis* en Santiago del Estero Referencias: M muestras a 25 % radio C muestras a 80 % de radio

Individuo	Frecuencia de vasos		Diámetro de vasos		Largo de Vasos		Longitud de fibras		Alto de radios		Ancho de radios		Frecuencia de radios	
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C
1,A	9,7	9,1	122	120	309,6	358,4	932,8	963,6	215,2	245,6	16	16,8	12,48	13,36
2,A	6,8	8,2	112	123	288,8	338	931,2	1016,8	281,6	259,2	15,2	12	14,96	13,56
3,A	16,1	17,8	96	63,6	296	334	876	962	294,8	229,6	17,6	15,2	10,1	10,6
4,A	7,9	6,8	110	121	254,8	276,8	856	880	169,6	180,4	19,2	15,2	12	12,32
5,A	12,9	19,8	123,5	88,5	399,6	419,2	836,4	1034,8	230	246	15,6	16	9,8	9
6,A	9,9	8,1	104	100,4	282,4	296,4	858,8	956,8	216,8	190	19,2	21,6	12,8	9,9
7,A	11,7	7,7	121	114	218	280,7	850,4	912,8	147,2	163,6	12	15,6	10,24	11,2
1,B	12,9	10,4	93,75	106	280	308	873,6	882	245,6	158,4	16,8	20	13,36	13
2,B	12,3	10,4	87,9	107,5	311,6	324,4	865,6	854,8	264	232	18	19,2	10,8	11,9
3,B	22,3	11,8	91,5	106	411	418,8	952	970	210,4	351,6	14,8	22,8	8,84	12,52
4,B	18,9	12,6	73,4	103,75	267,2	290,4	839,2	819,6	188	172,4	17,6	14,4	8,3	8,3
j	12,6	11,3	108,4	113,2	284	376	830,8	867,2	294,4	212,8	12	20,4	15,36	10,6
6,B	12	10	102,5	125	317,6	308,8	865,2	906	258	275,6	17,6	21,2	13,6	13,68
7,B	13	13,1	102,8	113,4	329,6	319,6	928,8	925,2	208,8	197,6	14,8	14,8	12,5	13,68

Tabla 2. Promedio de las variables anatómicas estudiadas en el leño de 2 orígenes selectos de *E. camaldulensis* en Santiago del Estero

Ind.	% de vasos		% de parenq.		% de fibras		% v. solitarios		% v. múltiples (2,3)		% v. múltiples		% vasos geminados		% radios uniseriados		% radios biseriados		% radios triseriados	
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C
1,A	23	28	21,3	22	55,8	50	74	71	26	29					46	38	54	62		
2,A	15	17,3	30,8	26,8	54,3	56	83	84	14	15	4,3				74,25	68,5	25,75	31,5		
3,A	38,3	39,7	16	14,7	45,7	46	61	69	35	29	2	1,5	1,3	1,3	56,5	58,5	43,5	41,5		
4,A	15,5	17,3	15	16	69,5	67	92	92	8	7					37	74	63	26		
5,A	34	33	16,3	16,3	49,7	51	65	67	32	31	2,3	2			74,5	76	24	60		
6,A	29	24,7	17	14,7	54	61	70	70	29	29			1,5	1	67,5	49,5	30,5	43,5	5	17,5
7,A	22,3	16,8	14,3	14,5	63,5	69	78	86	22	15					83,25	51	16,75	49		
1,B	28	16,5	22	24,8	58,8	62	71	74	29	26					61	62	39	38		
2,B	22,7	28,3	18,3	16	59	56	61	58	36	40	1,3	1,5	1,5	1	50	52,5	48	46,5	2,5	5
3,B	22	26	26,7	25	51,3	49	79	86	19	14	1,3				91,67	47	8,33	53		
4,B	36,3	40	11	13,3	52,7	47	72	76	28	23			1	1,3	88,5	89,5	11,5	10,5		
5,B	22,3	27,3	35,3	23	42,3	50	85	83	15	18	1				83,3	46,3	16,7	53,7		
6,B	16	18,3	27,5	26,3	56,5	56	81	71	19	29					83,5	81,5	16,5	18,5		
7,B	23,5	18,5	20,5	29,5	56	52	85	91	13	8			2	1,5	60	50,5	40	49,5		

1985; Carlquist, 1985).

Carlquist (1988) estableció una correspondencia entre familias con traqueidas y vasos solitarios y consideró que no siempre representa un carácter primitivo, sino sólo un indicio de la presencia de traqueidas. El aumento en la frecuencia de traqueidas se considera una ventaja adaptativa en la evolución de plantas de áreas muy secas y caracteriza según, este autor a especies de follaje perenne como es el caso de *E. camaldulensis*.

Parénquima axial y radial

El parénquima axial es escaso, del tipo paratraqueal unilateral, a veces confluyente de 3 a 4 vasos. También se observa parénquima apotraqueal difuso en líneas de dirección tangencial, de una célula de espesor. Las células de parénquima tienen extremos aguzados y se encuentran en series de 2 a 3 células de altura.

Los radios son homogéneos, de 8 a 12 células de altura, compuestos por células procumbentes, aunque en el corte tangencial se observan las células terminales más aguzadas Fig. 1E. Se identificaron células cuadradas y/o erectas en el cuerpo o en el margen del radio en coincidencia con lo observado por Villegas & Rivera (2002). Se observaron escasos cristales de oxalato de Ca cuadrados distribuidos en algunas de las células radios.

Los valores de ancho y alto de radios se expresan en la Tabla 2 y son semejantes a los de Villegas & Rivera (2002). El ancho y alto de radios no mostraron diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación estudiadas.

Se encontró diferencia significativa en la frecuencia de radios entre árboles (Tabla 3). Los radios son muy numerosos en ambos orígenes de acuerdo la clasificación de Baas *et al.* (1989) y los valores se expresan en la Tabla 2. Predominan los radios uniseriados en el leño de ambos orígenes y se observa un mayor porcentaje de radios triseriados en el origen B, aunque este es un carácter variable entre árboles del mismo origen (Tabla 2). Villegas & Rivera (2002) también comunicaron la presencia ocasional de radios triseriados.

Fibras y fibrotraqueidas

La sección de las fibras es poligonal a circular, con diámetro tangencial promedio de 13.03 μm y diámetro de lumen promedio de 9,09 μm . La pared de las fibras tiene un espesor de promedio de 4,6 μm . La longitud promedio de fibras y fibrotraqueidas se muestran en la Tabla 1. Los valores se encuentran dentro de los rangos comunicados por Veenin *et al.* (2005) en ejemplares de la misma edad de los estudiados en este trabajo y superiores a los valores determinados por Villegas & Rivera (2002) en ejemplares adultos de *E. camaldulensis*.

Se encontraron diferencias significativas en la longitud de fibras entre distancias a la médula (Tabla 2 y 3). Este resultado reafirma que la edad constituye la principal fuente de variación sobre este carácter, en coincidencia con lo observado por Tomazello Filho (1985) y Bhat *et al.* (1990) en otras especies de *Eucalyptus*. De acuerdo a Malan (1991) y Bhat *et al.*

Tabla 3. Resultados del ANOVA.

Variables	Fuente de Variación		
	Origen	Árboles	Distancia
Frecuencia de vasos	0.2329	0.0478	0.1269
Diámetro de vasos	0.3650	0.1920	0.3183
Longitud de vasos	0.6003	0.0010	0.0023
Longitud de fibras	0.1436	0.3003	0.0019
Altura radios	0.5246	0.0844	0.6296
Ancho radios	0.2819	0.4570	0.1886
Frecuencia radios	0.7634	0.0153	0.8471
Porcentaje de vasos	0.9165	0.0001	0.8819
Porcentaje de parénquima	0.1679	0.0003	0.6497
Porcentaje de fibras	0.3964	<0.0001	0.8567
Porcentaje de poros sol.	0.9152	<0.0001	0.2680
Porcentaje de poros mult. cortos	0.9814	<0.0001	0.4475
Porcentaje de radios uniseriados	0.3014	0.2582	0.1618
Porcentaje de radios biseriados	0.1705	0.4430	0.0975

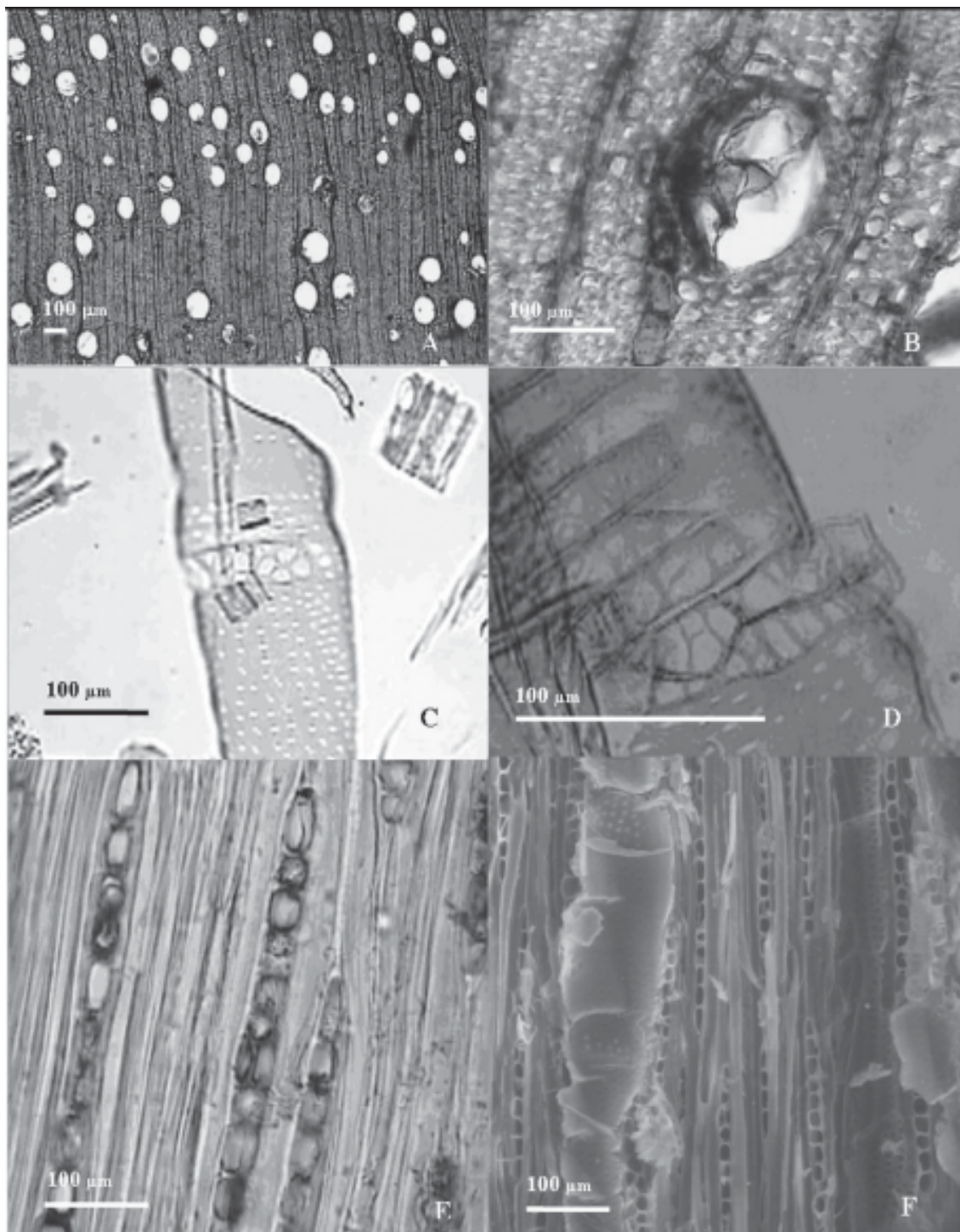


Fig. 1. *E. camaldulensis*. **A:** Sección transversal. Porosidad difusa. **B:** Detalle de vaso con tilosis. **C:** Vaso con puntuaciones alternas y células de contacto; macerado. **D:** Detalle de células de contacto de vaso. **E:** Sección tangencial, Radios uniseriados y uno con parte central biseriado. **F:** MEB Sección tangencial, Radios uniseriados, vaso con pared y puntuaciones alternas.

(1990), la longitud de las fibra se incrementa rápidamente con la distancia hasta unos 8 a 15 años.

Las fibrotraqueidas presentan puntuaciones notables. La presencia de fibrotraqueidas para Mirtáceas está citada por Metcalfe & Chalk (1950) y Carlquist (1985).

Los porcentajes de tejidos (vasos, parénquima axial, radios y fibras) mostraron diferencias significativas entre árboles. El porcentaje de vasos no muestra diferencias significativas entre distancias a la médula y concuerda con lo observado por Leal *et al.* (2003) para otras especies de *Eucalyptus*. En este trabajo no se encontraron diferencias significativas entre distancias para los porcentajes de radios y fibras concordando con lo encontrado por Knigge & Koltzemburg (1965) para numerosas latifoliadas.

CONCLUSIONES

Los dos orígenes estudiados presentan porosidad difusa, vasos solitarios y radios homogéneos Ninguna de las variables estudiadas presenta diferencias significativas entre orígenes.

Se encontraron diferencias significativas de las características anatómicas analizadas entre árboles y dentro de los individuos en sentido radial. La frecuencia y longitud de vasos, frecuencia de radios y los porcentajes de tejidos mostraron diferencias significativas entre árboles. Las longitudes de vasos y fibras mostraron diferencias significativas entre distancias a la médula y una tendencia creciente en este sentido. Estos resultados remarcan la importancia de la variación entre árboles en el material estudiado en el presente trabajo y que pudieron haber enmascarado las diferencias entre estos dos orígenes. Resulta por lo tanto de interés continuar las investigaciones incluyendo un mayor número de orígenes. Esto permitirá seleccionar los materiales genéticos más apropiados para plantaciones comerciales de *E. camaldulensis* en Santiago del Estero.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos López por el análisis estadístico de los datos. A Mirta Sposetti por la realización de los preparados microscópicos.

BIBLIOGRAFÍA

ARGENT, R. M. 1995. *Dendroclimatological Investigation of River Red Gum (Eucalyptus camaldulensis Dehnhardt)*. Ph.D. thesis, Department of Civil and Environmental Engineering. University of Melbourne

& Prints Repository.

BAAS, P. & S.CARLQUIST. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California nad Israel. *IAWA Bull.* NS6: 349-353.

BAAS, P., E. WHEELER & P. GASSON. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee. The Netherlands.

BHAT, K. M., K. V. BHAT & T. K. DHAMODARAN. 1990. Wood density and fiber length of *Eucalyptus grandis* grown in Kerala, India. *Wood & Fiber Sci.* 22: 54-61.

BERLYN, B. & J. MISHKE. 1976. *Botanical Microtechnique and Cytochemistry*. Iowa State University, Ames, Iowa.

CARLQUIST, S. 1985. Vasicentric tracheids as drought survival mechanism in the woody flora of southern California and similar regions; review of vasicentric tracheids. *Aliso* 11: 37-68.

CARLQUIST, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer Series of wood Science. Springer Verlag. New York. Botanical Series N° 3. Leiden, Univ. Press, The Hague.

DADSWELL, H. E. 1972. *The anatomy of eucalyptwoods*. CSIRO, Division of Applied Chemistry. Technical Paper N° 66.

ELLMORE, G. S. & F. W. EWERS. 1985. Hydraulic conductivity in trunk xylem of elm, *Ulmus americana*. *IAWA* 6: 303-307.

GOLFARI, L. 1985. Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina. Problemas inherentes. *Publicación Técnica N° 1*: 20. CIEF, Buenos Aires.

KNIGGE, W. & KOLTZEMBURG. 1965. The influence of timber qualities and ecological conditions on the cells sizes and on the proportions of types of cells in hardwoods in temperate zones. IUFRO: SECT 41 *Comm. Fiber Char.* Melbourne, Australia.

LARSON, P. 1994. *The vascular Cambium*. Development and Structure. Springer Series in wood Science. Berlin, Heidelberg, New York.

LEAL, S., H. PEREIRA, M.GRABNER & R. WIMMER 2003: Clonal and site variation of vessels in 7-year old *Eucalyptus globulus*- *IAWA Journal* 24: 185-195.

LITTELL, R. C. P., R. HENRY & C. B. Ammerman. 1998. Statistical Analysis of Repeated Measures Data Using SAS Procedures.1,2 *SAS FOR REPEATED MEASURES* Departments of Statistics and Animal Science, University of Florida, Gainesville, pp.1216-1228.

MALAN, F. S. 1991. Variation, association and inheritance of juvenile wood properties of *Eucalyptus grandis* Hille x Maiden with special reference to the effect of rate of growth. *South-African Forestry J.* 157: 16-23.

MALAN, F. S. 1993. The wood properties and qualities of three South African-grown eucalypt hybrids. *South-*

- African Forestry J.* 167: 35- 44.
- MANGIERI, H. R. & M. J. DIMITRI. 1961. *Los eucaliptos en la silvicultura*. Edit. ACME, Buenos Aires.
- METCALFE, C.R. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of Dicotyledons*. 2 Vols. Clarendon Press, Oxford.
- QUIRK, J. & D. SMITH, 1975. Comparison of dual linear and dot grid eyepiece methods for estimating wood properties of Douglas - fir. *Wood Sci.* 8: 92-96.
- SPARNOCHIA L., S COCO, S. RIVERA & M. SÁNCHEZ ACOSTA. 2006. Estudio de las características anatómicas de la Madera de *Eucalyptus maculata* y del híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus tereticornis*, cultivados en Concordia, Entre Ríos. Actas III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales, Buenos Aires.
- TOMAZELLO FILHO, M. 1985. Estrutura anatómica da madeira de oito especies de eucalipto cultivadas no Brasil. IPEF, Piracicaba 29: 25-36.
- VAN LAAR, A. 1991. *Forest Biometry*. Publication sponsored by Sappi Forests. University of Stellenbosch. Gottingen, Alemania.
- VEENIN T, F. MINORU, N.TADASHI & S.SIRIPATANADILOK 2005 Radial variation in *Eucalyptus camaldulensis* *IAWA J.* 26: 353-361
- VILLEGAS, M. S. & S. M. RIVERA. 2002. Revisión xilológica de las principales especies del género *Eucalyptus* L'Herit cultivadas en Argentina. *Revista Fac. Agron.* 105: 9-28.
- WILKES, J. 1988. Variation in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. *IAWA Bulletin* 9: 13-23.
- ZOBEL, B. & J. VAN BUIJTENEN. 1989. *Wood variation: Its causes and control*. Springer- Verlag, Berlin.

Recibido el 20 de Febrero del 2008, aceptado el 01 de Octubre del 2008.