

TENSIONES DE CRECIMIENTO EN MADERA DE PROCEDENCIAS Y PROGENIES DE *Eucalyptus camaldulensis* IMPLANTADOS EN SANTIAGO DEL ESTERO.

GROWTH STRESS IN WOOD OF PROVENANCES AND PROGENIES OF *Eucalyptus camaldulensis* IN SANTIAGO DEL ESTERO

Estela Pan¹
Carlos López²
Juan Carlos Medina³
Néstor Lencina⁴
Luis Palmas⁵
Franco Gonzales Castillo⁶
Maximiliano Umlandt⁷

Fecha de recepción: 19/10/2012
Fecha de aceptación: 16/12/2013

1. MSc. Ing. en Industrias Forestales. Profesor Asociado. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Misiones N° 422. epan@unse.edu.ar
2. Dr. Ing. Forestal. Profesor Titular. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosque. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Batería Independencia N° 88 Bo. Juramento carlos@unse.edu.ar
3. Dr. Ing. en Industrias Forestales. Profesor Adjunto. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Independencia N° 1515. jcmedina@unse.edu.ar
4. Ing. Electromecánico. Profesor Adjunto. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Andes N° 881. nlencina@unse.edu.ar
5. Ing. Electromecánico. Profesor Adjunto. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Sargento Romero N° 561 - lpalmas@unse.edu.ar
6. Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrias Forestales. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Chubut N° 63. La Banda. francogoncas@hotmail.com
7. Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrias Forestales. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Calle 116. Manzana 137. Barrio COESA. maxiu81@live.com

SUMMARY

In this paper the growth stresses in 10 year old standing trees from four Origins and 16 Families of *Eucalyptus camaldulensis* implanted in El Zanjón, Santiago del Estero, Argentina were assessed by measuring the maturing longitudinal residual warping (MLRW). The variables measured were growth stresses, DBH, and basic density. The average MLRW values in the four Origins of *Eucalyptus camaldulensis* (0.121 mm, 0.128 mm, 0.137 mm and 0.128 mm) can be considered acceptable for this species. Significant differences were not detected among blocks, Families per Origin, and Origins grown in similar weather, site, spacing and silvicultural management conditions. The results show that the Northern average growth stresses values do not present significant differences as to those in the Southern position; additionally, highly significant differences in basic density were found among the Origins.

Key words: Stresses, *Eucalyptus camaldulensis*, longitudinal warping

RESUMEN

Este trabajo evalúa las tensiones de crecimiento midiendo las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) de árboles en pie de 10 años de edad de 4 Orígenes y 16 Familias de *Eucalyptus camaldulensis*, implantados en la localidad de "El Zanjón", Santiago del Estero, Argentina. Las variables medidas fueron las tensiones de crecimiento, DAP y Densidad Básica.

Los valores medios de DRLM en 4 Orígenes de *Eucalyptus camaldulensis* (0.121 mm, 0.128 mm, 0.137 mm y 0.128 mm) se pueden considerar aceptables para esta especie. No se detectaron diferencias significativas entre los Bloques, las Familias por Origen y los Orígenes, que crecieron en condiciones similares de clima, sitio, espaciamiento y tratamiento silvicultural. Los resultados muestran, que los valores medios de las tensiones de crecimiento en la posición Norte no presentan

diferencias significativas con los obtenidos en la posición Sur; encontrándose además diferencias altamente significativas entre los Orígenes para la Densidad Básica.

Palabras clave: Tensiones, *Eucalyptus camaldulensis*, deformaciones longitudinales.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre las tensiones de crecimiento en árboles en pie, y su determinación por métodos no destructivos, se realizan especialmente sobre maderas de las especies más industrializadas del género *Eucalyptus*, porque presentan “tensiones de crecimiento” que afectan directamente los procesos de transformación mecánica (secado, aserrado, elaboración de chapas, etc.) disminuyendo la calidad de los productos obtenidos.

Si bien el *Eucalyptus* presenta una gran variedad de usos, específicamente en pulpa, chapas, molduras y pisos, la tendencia actual es diversificar su uso y campo de aplicación como madera sólida, generando esta situación desafíos importantes en el secado, aserrío, preparación, elaboración y desarrollo de productos de alto valor agregado. Para el logro de estos resultados es fundamental mejorar la calidad de la madera para los usos específicos, en particular las destinadas a los procesos de transformación mecánica de alto rendimiento y calidad, siendo necesario trabajar con aspectos relacionados con las propiedades intrínsecas de las maderas para uso sólido. La determinación de las tensiones de crecimiento de los árboles en pie por métodos no destructivos proporciona información valiosa sobre la formación de las grandes fendas, rajaduras y grietas una vez apeado el árbol y su comportamiento en los procesos posteriores de transformación mecánica.

En Europa se iniciaron los estudios de las tensiones de crecimiento y del secado del *Eucalyptus* en el marco de un proyecto denominado “Estudio del eucalipto para su utilización como madera sólida” (AITIM; CTBA; CIRAD – Fôret; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM, 1994).

En el proyecto denominado “Sistemas de aserrado adecuados para *Eucalyptus globulus* europeo afectados por tensiones de crecimiento” (COOPERATIVE RESEARCH PROJECT FAIR MA2B-CT 98-9579, 2001), los centros tecnológicos CIS – Madera y CIRAD – Fôret continuaron con las investigaciones sobre madera de *Eucalyptus* iniciadas en el año 1991. En Sudamérica, Chile inició los estudios relacionados a las tensiones de crecimiento en madera de *Eucalyptus nitens* (VALDES JAQUE, 2004) y en híbridos de álamos (DEVLIEGER y QUINTANA, 2006).

En Argentina se comenzó a estudiar hace unos años en la Mesopotamia la importancia que revisten las tensiones de crecimiento en el uso posterior del *Eucalyptus* como madera sólida (LÓPEZ (h), 2005);

(LÓPEZ y PARISI, 2005); (MARCÓ, 2006) y en Santiago del Estero en el año 2006, en el marco del proyecto “Estudios tecnológicos de especies y procedencias de *Eucalyptus colorados* (*Eucalyptus camaldulensis* y *tereticornis*) y *Eucalyptus grandis* para su utilización como madera sólida”, se iniciaron las investigaciones sobre las tensiones de crecimiento en dirección longitudinal en especies del género *Eucalyptus*; realizándose los primeros ensayos en árboles en pie de *Eucalyptus camaldulensis*, en una parcela correspondiente a un ensayo de mejoramiento genético de Orígenes y Familias de polinización abierta de 10 años de edad. Por ello, y a modo de contribuir en la selección de los Orígenes, este trabajo tiene por finalidad estudiar la calidad de la madera joven de *Eucalyptus camaldulensis* plantados en Santiago del Estero, en base a la determinación de las tensiones de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material

El material está constituido por ejemplares de *Eucalyptus camaldulensis* pertenecientes a un ensayo de Orígenes y Familias de polinización abierta, dispuesto en un diseño de Bloques de Familia compactos, con 4 repeticiones y 5 plantas por parcela, implantados en El Zanjón, Departamento Capital, propiedad perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero en un espaciamiento inicial de 3 m entre filas y 2 m entre árboles de la parcela (tabla 1).

Método

Procedimiento

Dentro de la plantación que presenta el mismo régimen de manejo silvícola, se tomó la precaución de muestrear una parcela lineal ubicada en el centro para evitar el efecto del borde.

El diseño experimental utilizado en el experimento fue un factorial anidado, con número de árboles por Familia y Origen, seleccionando 4 Orígenes diferentes (A, B, C, D) y 4 Familias por Origen, en base a un índice de selección de DAP, porte y Densidad Básica con pylodín, determinado por el Programa de Mejoramiento Genético. La elección de los individuos pertenecientes a cada Origen y Familia, se realizó siguiendo las pautas reportadas por HOHEISEL (1968) y COPANT N° 458 (1978), para el muestreo de las propiedades físico-mecánicas de la madera, totalizando 8 árboles por Origen y por Bloque.

En la tabla 2 se presenta la disposición de los 4 Orígenes seleccionados, con sus respectivas Familias por Bloque.

Tabla 1: Procedencias del *Eucalyptus camaldulensis*
Table 1: Provenances of *Eucalyptus camaldulensis*

Procedencia	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	N° de Familias
A	Emu Creek, Petford, QLD	17° 20'	144 58'	460	11
B	Huerto Semillero, Zimbawe, África				12
C	Dimbulah, Perford, QLD	17° 15'	145° 00'	500	09
D	Gibb River, Kimberley, WA	16° 08'	126°38'	430	10

Tabla 2: Ubicación de las Familias seleccionadas de los 4 Orígenes elegidos por bloque.
Table 2: Location of the selected Families of 4 per Block chosen Origins

Bloque I					Bloque II				
Origen	Orígenes de Familias				Origen	Orígenes de Familias			
A	A7	A8	A6	A1	A	A7	A8	A6	A1
B	B4	B6	B9	B12	B	B4	B6	B9	B12
C	C1	C5	C4	C9	C	C1	C5	C4	C9
D	D4	D10	D1	D9	D	D4	D10	D1	D9
4 Orígenes 16 Familias por bloque					4 Orígenes 16 Familias por bloque				

Bloque III					Bloque IV				
Origen	Orígenes de Familias				Origen	Orígenes de Familias			
A	A7	A8	A6	A1	A	A7	A8	A6	A1
B	B4	B6	B9	B12	B	B4	B6	B9	B12
C	C1	C5	C4	C9	C	C1	C5	C4	C9
D	D4	D10	D1	D9	D	D4	D10	D1	D9
4 Orígenes 16 Familias por bloque					4 Orígenes 16 Familias por bloque				

De cada Familia se eligieron dos árboles con apariencia sana y de buen porte que no presentaban defectos de forma. Una vez que los árboles estuvieron perfectamente ubicados dentro de la parcela, se procedió a la medición de las siguientes variables:

- Diámetro (DAP) y perímetro a 1, 30 m de altura.

- Densidad Básica. Extracción de tarugos de madera del árbol en pie, mediante barreno de Pressler para la determinación de la Densidad Básica. Inmediatamente después de la extracción se colocaron los tarugos en bolsas de plástico y se trasladaron al laboratorio para la obtención de la Densidad Básica mediante Norma IRAM N° 9544.

- Tensiones de crecimiento. Cada árbol medido en la dirección Norte - Sur, en una zona sana sin defectos aparentes. Las medidas de las tensiones de crecimiento se expresan como deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) y se realizan según el protocolo de CIRAD- Fôret, sobre el cambium, descortezando una zona suficiente para colocar el aparato de medición. Este aparato permite evaluar y medir las tensiones de crecimiento longitudinales en el árbol en pie y está basado en la

teoría del agujero, que es aplicada para medir las tensiones residuales en la mayoría de los materiales, por cuanto al romper el equilibrio mediante el agujero, las deformaciones provocadas por las fuerzas de tensión internas tienden a volver a su lugar de origen. Los estudios teóricos demuestran que las deformaciones se estabilizan a su valor máximo cuando la profundidad de la perforación es equivalente al diámetro del agujero y se capta la mayor deformación posible cuando se realiza la medición a una distancia del centro del agujero igual a 1.73 veces el radio.

Se encontró que los valores medios de las tensiones de crecimiento en la dirección norte (DRLMN) son menores que en la dirección sur (DRLMS) para los diferentes Orígenes. Para detectar si estas diferencias son estadísticamente significativas, se realizaron análisis sobre los datos que componen la población; el Test de Tuckey y el Análisis de Varianza ($p=0.05$); no encontrándose diferencias significativas entre las tensiones de crecimiento en ambas direcciones ($p=0.1580$) ni entre los 4 Orígenes ($p=0.2305$).

En relación a los valores promedio de las tensiones de crecimiento para cada uno de los

Orígenes, se encontró, que en orden creciente, el Origen A alcanza el mínimo valor; continuando los Orígenes B y D y finalmente el Origen C. Si se comparan estos valores con los obtenidos para *Eucalyptus nitens* de 13 años de edad provenientes de plantaciones chilenas, que varían entre 0.17 – 0.32 mm, según las procedencias, crecimiento en diámetro y sitio (VALDEZ JAQUE, 2004) y con *Eucalyptus globulus* de 27, 22 y 32 años plantados en Galicia España, cuyos valores oscilan entre 0.140; 0.129 y 0.092 mm (TOUZA VASQUEZ, 2001) y (TOUZA VASQUEZ, 2000) se podrían considerar como aceptables los valores obtenidos para *Eucalyptus camaldulensis* de 10 años de edad. Pero de acuerdo a los valores reportados por STRAIN, citado por

CHAHUAN (2004), donde clasifica las tensiones de crecimiento bajo y sobre 0.08 mm, estos valores obtenidos son altos, ya que niveles de bajas DRLM (< 0.08 mm) no causarían problemas en el proceso de transformación a productos finales, en contraposición con tensiones de crecimiento por arriba de 0.08 mm.

Para detectar si existe correlación entre las tres variables analizadas, se aplicó el Coeficiente de Correlación de Pearson

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos expresados como valores medios de las mediciones de las 4 parcelas del ensayo, correspondientes a los 4 Orígenes y 16 Familias se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Valores medios de tensiones de crecimiento norte y sur (DRLMN y DRLMS), Diámetro a 1.30 (DAP) y Densidad Básica (Db)

Table 3: Northern and Southern Growth Stresses mean values (MLRW N/S9, Diameter at 1.30 (DBH) and Basic Density (BD))

Bloque	I				II				III				IV			
Origen	A				A				A				A			
Familias	A1	A6	A7	A8												
Nº árboles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DAP (cm)	18.46				17.93				20.63				21.63			
DRLM (N) (mm)	0.125				0.121				0.102				0.114			
DRLM (S) (mm)	0.136				0.130				0.120				0.120			
Db(g/cm ³)	0.667				0.650				0.637				0.640			
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO (A) =0.648 g/cm³																
Bloque	I				II				III				IV			
Origen	B				B				B				B			
Familias	B4	B6	B9	B12												
Nº árboles	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	-	2	1
DAP (cm)	20.17				16.03				20.03				20.79			
DRLM (N) (mm)	0.104				0.14				0.120				0.122			
DRLM (S) (mm)	0.121				0.16				0.130				0.130			
Db (g/cm ³)	0.558				0.575				0.545				0.580			
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO (B) =0.564 g/cm³																
Bloque	I				II				III				IV			
Origen	C				C				C				C			
Familias	C1	C4	C5	C9												
Nº árboles	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1
DAP (cm)	18.08				17.49				20.06				19.10			
DRLM (N) (mm)	0.137				0.134				0.092				0.166			
DRLM (S) (mm)	0.150				0.140				0.110				0.170			
Db (g/cm ³)	0.550				0.550				0.535				0.556			
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO (C) =0.548 g/cm³																
Bloque	I				II				III				IV			
Origen	D				D				D				D			
Familias	D4	D10	D1	D9												
Nº árboles	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2
DAP(cm)	21.61				21.81				20.09				20.79			
DRLM (N) (mm)	0.124				0.120				0.100				0.142			
DRLM (S) (mm)	0.134				0.132				0.120				0.154			
Db (g/cm ³)	0.568				0.562				0.560				0.585			
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO (D) =0.569 g/cm³																

Tensiones de crecimiento

Realizando un primer análisis de los datos presentados en la Tabla 3, se observa que los valores medios de las tensiones de crecimiento en la dirección Norte (DRLMN) son menores que en la dirección Sur (DRLMS), para los diferentes Orígenes (Tabla 4)

Tabla 4: Comparación entre DRLMN y DRLMS
Table 4: Comparison between NMLRW and SMLRW

Orígenes	DRLMN	DRLMS
A	0.116	0.126
B	0.121	0.135
C	0.132	0.142
D	0.121	0.135

En la Tabla 5 se muestra en orden creciente, que el Origen A alcanza el mínimo valor ($\bar{X} = 0.121$), siguiendo los Orígenes B y D ($\bar{X} = 0.128$) y finalmente el Origen C con $\bar{X} = 0.137$.

Tabla 5: Valores promedio de las tensiones de crecimiento.
Table 5: Average Values for Growth Stresses

Origen	\bar{X} DRLMN, DRLMS
A	0.121
B	0.128
D	0.128
C	0.137

Para detectar si existen diferencias significativas entre las tensiones de crecimiento, considerando los 4 Orígenes, los 4 Bloques, las Familias por Origen (16 Familias) y la interacción Bloque*Origen, se aplicó un Análisis de Varianza, alcanzando los siguientes resultados que se presentan en el siguiente cuadro

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Bloque	3	0.01259992	0.00419997	2.42	0.0718
Origen	3	0.00463174	0.00154391	0.89	0.4499
Bloque*Origen	9	0.01702799	0.00189200	1.09	0.3786
Flija/Origen	12	0.01531314	0.00127610	0.74	0.7127

El análisis de Varianza no detectó diferencias significativas entre los Orígenes ($P=0.4495$) ni entre

las Familias por Origen ($P=0.7127$). Tampoco encontró diferencias significativas en la interacción Bloque*Origen ($P=0.3786$) ni entre los Bloques ($P=0.0718$). Esta semejanza de comportamiento se podría explicar por la similitud de clima, sitio, manejo silvicultural y espaciamiento entre árboles que componen la plantación (DEVLIEGER y QUINTANA, 2006). Esto estaría de acuerdo a lo expresado por FERRAND citado por PRADO y BARROS (1989) que señalan que las tensiones están relacionadas con el espaciamiento y el sitio. Indican que existe una posibilidad de modificar la magnitud de las tensiones de crecimiento a través del manejo silvícola donde una menor competencia entre individuos, disminuirían las tensiones de crecimiento, mediante raleos más intensos y con mayor espaciamiento entre individuos. TOUZA VAZQUEZ (2001) indica que en sitios diferentes con igual material de origen genético, los valores de las tensiones de crecimiento son similares y no varían mucho en relación a la media. Sin embargo, VALDES JAQUE (2004) si encontró diferencias altamente significativas para las tensiones de crecimiento por sitio y por familia al determinar las tensiones de crecimiento en algunos árboles de 2 huertos semilleros de Forestal Monteáguila, en 10 Familias de *Eucalyptus nitens*.

Resultados similares a los encontrados en *Eucalyptus camaldulensis* en Santiago del Estero, se obtuvieron en Chile con híbridos de álamo y en España con híbridos de *Populus euramericano* en parcelas de árboles jóvenes.

La observación de los resultados presentados en la tabla 3, muestran aquellos Orígenes por Familia que presentan las tensiones de crecimiento más bajas y el Bloque al que pertenecen; señalando que estos valores mínimos que se concentran mayoritariamente en el Bloque III, sólo son valores puntuales. VALDES JAQUE (2004) encuentra para híbridos de *Eucalyptus nitens*, tensiones de crecimiento que fluctúan entre 0.044 mm y 0.225 mm.

Tabla 6: Valores mínimos de tensiones de crecimiento.

Table 6: Minimum Values of Growth stresses

Orígenes	Familia	DRLMN	Bloque
C	9	0.02	III
A	6	0.04	III
D	1	0.05	III
B	12	0.05	I

DAP (Diámetro a 1.30)

La prueba de F no detectó diferencias significativas entre los Orígenes ($P=0.7849$), los Bloques ($P=0.7465$), entre las Familias por Origen ($P=0.5856$) y en la interacción Bloque*Origen ($P=0.4464$). Por el contrario, VALDES JAQUE

(2004) encontró diferencias altamente significativas para el DAP por Familia en *Eucalyptus nitens*, no detectándose estas diferencias para el DAP por sitio.

Densidad Básica

Los resultados de la Densidad Básica promedio, presentan al Origen A con el mayor valor (0.648) y al Origen C con el mínimo (0.548). (Tabla N° 7)

Tabla 7: Densidad Básica por Origen.

Table 7: Basic Density per Origin

Origen	\bar{X} Densidad Básica
C	0.548
B	0.564
D	0.569
A	0.648

El análisis de Varianza arrojó diferencias altamente significativas entre las Densidades Básicas de los Orígenes y de las Familias por Origen; encontrándose diferencia significativas por Bloque y no detectándose tales diferencias en la interacción Bloque*Origen.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Bloque	3	0.00388435	0.00129478	2.61	0.0566
Origen	3	0.17919796	0.05973265	120.64	<. 0.001
Bloque* Origen	9	0.00582025	0.00064669	1.31	0.2465
Flia (Origen)	12	0.06712860	0.00559405	11.30	<. 0.001

De acuerdo a los valores de Densidad Básica y tensiones de crecimiento, se podría considerar al Origen A (Emu Creek, Petford, QLD), y C (Dimbulah, Petford, QLD) como los más apropiados para un proceso de transformación a productos finales.

En la siguiente Tabla se presenta las Correlaciones Simples (Coeficiente de Correlación Pearson) obtenidas entre las tensiones de crecimiento, el DAP y la Densidad Básica

Los resultados muestran que las tensiones de crecimiento son independientes del DAP, mientras que si se encontró una correlación con la Densidad Básica.

Al considerar el DAP, se encontró que el mismo es independiente de las tensiones de crecimiento y de la Densidad Básica.

Tabla 8: Correlaciones simples entre las Deformaciones Residuales Longitudinales de Maduración.

Table 8: Simple Correlations among Maturing Longitudinal Residual Warping

Coeficientes de Correlación Pearson, N=110			
	DRLM	Dap	Db
DRLM	100.000	0.04123	0.24330
		0.6689	0.0104
Dap	0.04123	100.000	-0.05550
		0.6689	0.5647
Db	0.24330	-0.05550	100.000
		0.0104	0.5647

En relación a la Densidad Básica, se detectó una correlación significativa (P=0.001) entre los Orígenes A y B, A y C y A y D.

CONCLUSIONES

Los valores de las tensiones de crecimiento en árboles jóvenes de 4 Orígenes de *Eucalyptus camaldulensis* son similares entre ellos, independiente de su origen genético y crecimiento en diámetro, presentando un comportamiento diferente con la Densidad.

No se encontró diferencias significativas entre los valores de DRLM entre los 4 Orígenes de *Eucalyptus camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, pero si se detectaron diferencias altamente significativas para la Densidad Básica.

Se encontró una fuerte dependencia entre las tensiones de crecimiento de los Orígenes con la Densidad de sus maderas.

Los valores de las tensiones de crecimiento alcanzadas en estos árboles son altas, pero similares a las encontradas para el género *Eucalyptus*.

Sería recomendable repetir los ensayos en la misma parcela, transcurridos unos años, para comprobar si tendrán lugar en el futuro, diferencias significativas entre las tensiones de crecimiento, asociadas a un mayor nivel de competencia o por efecto de la edad de los árboles.

BIBLIOGRAFÍA

- AITIM; CTBA; CIRAD-Forêt; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM. 1.994. "Study of *Eucalyptus* processing for its utilization as solid Wood- Final technical report". *Forest Program. Project MA2B-CT91-0038, Final Technical Report*
- COOPERATIVE RESEARCH PROJECT FAIR MA2B-CT98-9579, Final Technical Report. 2001. "RID of sawmilling systems suitable for European *Eucalyptus globulus* affected by growth

- stresses”. Centro de innovación y servicios tecnológicos de la madera de Galicia (CIS – Madera), CIRAD-Forêt, Hermanos Sánchez Peña, Parquets Lorenzo, Maderas Betanzos, Mohringer, Sardinha & Leite.
- CHAUAN, S. 2004. Selecting and/or Processing Wood According to its Processing Characteristic. School of Forestry The University of Canterbury. Christchurch, New Zeland. 192 p.
- COPANT N° 458. 1978. “Normas para ensayo de madera”. Comisión Panamericana de Normas Técnicas. 6 p.
- DEVLIEGER, F. y Quintana, R. 2006. Tensiones de crecimiento en híbridos de álamos creciendo en Chile. Maderas, Ciencia y Tecnología. 8 (3): 219-22, 2006.
- HOHEISEL, H. 1968. Estipulaciones para los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación. Mérida. Venezuela. 98 p.
- LÓPEZ, J. (h) y Parisi, L. 2005. Tensiones de crecimiento del estrato dominante de algunos Orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis* a los 17 años de edad en 2 sitios del oeste de la provincia de Corrientes, Argentina. INTA EEA Bella Vista. 4 p.
- LÓPEZ, J. (h), 2005. Un nuevo desafío es especies de rápido crecimiento en el Noroeste Argentino. Madera de calidad para usos sólidos. INTA EEA Bella Vista. 5 p.
- MARCÓ, M. 2006. Eucalyptus de rápido crecimiento para usos sólidos. XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 4 p.
- Norma IRAM 9544, 1973. Instituto Argentino De Racionalización De Materiales-IRAM 9544. Método de la determinación de la densidad aparente. 4 p.
- PAN, E. y Medina, J. 2006. Estudios tecnológicos de especies y procedencias de Eucalyptus colorados (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus tereticornis*) y *Eucalyptus grandis*; para su utilización como madera sólida. Proyecto CICyT – UNSE 2006 – 2008.
- PRADO, J.; Baros, S. 1989. Eucalyptus. Principios de Silvicultura y Manejo. Santiago de Chile. 199 p.
- TOUZA VAZQUES, M. 2001. Proyecto Fair CT 98-9579. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar *Eucalyptus globulus* con tensiones de crecimiento. Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera N° 6:8-37
- TOUZA VAZQUES, M. 2001. Tensiones de crecimiento en *Eucalyptus globulus* de Galicia (España). Influencia de la Silvicultura y Estrategias de Aserrado. Maderas. Ciencia y Tecnología. V 3. N. 1-2. Concepción. ISSN 0718-221X.
- TOUZA VAZQUES, M.; Sanz Infante, F. 2000. Nuevas aplicaciones de la madera de Eucalipto. Revista CIS-Madera N° 3:6-22
- VALDEZ JAQUE, R. 2004. Determinación de las tensiones de crecimiento en *Eucalyptus nitens*. (Deane & Maiden) mediante un método no destructivo. Tesis de Ingeniería en Industrias de la Madera. Memoria de titulación. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Chile. 48 p.