

A 46. Propiedades de la Madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. dunnii* Maiden y *E. saligna* Sm. Relacionadas a Usos Sólidos de Alto Valor

Javier Oberschelp¹, Martín Marcó¹, Martín Sánchez Acosta¹ y Ciro Mastrandrea¹

¹ EEA INTA Concordia, Estación Yuquerí, Ruta 22 y vías del Ferrocarril, CP 3200, CC 34, Concordia, Entre Ríos. e-mail: joberschelp@correo.inta.gov.ar, mmarco@correo.inta.gov.ar

Palabras clave: *Eucalyptus*, usos sólidos de alto valor, densidad, índice de rajado, dureza.

Resumen

Con el objetivo de conocer algunas propiedades de la madera de *Eucalyptus grandis*, *E. dunnii*, y *E. saligna* vinculadas a usos sólidos, se realizaron determinaciones de densidad, tensiones (índice de rajado) y dureza de la madera en árboles de 13 a 16 años de edad en plantaciones ubicadas en suelos arenosos profundos del campo experimental de la EEA INTA Concordia. Adicionalmente, se midieron defectos de estructura (grietas y rajaduras) y forma (deformaciones) en tablas aserradas.

E. grandis fue la especie que mostró menores valores de densidad y dureza con un bajo índice de rajado y menores defectos en tablas. *E. dunnii*, por su lado, fue la especie que mostró los mayores valores de densidad y dureza con un alto índice de rajado y mayores defectos en tablas. *E. saligna* mostró valores intermedios en cuanto a densidad y dureza con un bajo índice de rajado, mostrando además comportamiento similar al de *E. grandis* en la calificación de tablas.

Las principales limitaciones de *E. grandis* para algunos usos de alto valor (ej. pisos), están muy relacionadas a sus valores bajos de densidad de la madera y dureza, tanto *E. dunnii* como *E. saligna* mostraron valores superiores en ambas características y a priori serían más aptos para estos usos. No obstante, teniendo en cuenta que el rajado es un defecto significativo y que *E. dunnii* fue la especie con mayor índice de rajado, la mejor especie alternativa de las analizadas, sería *E. saligna* porque en su conjunto reúne una serie de propiedades de la madera que la califican como de mejor aptitud para usos sólidos de alto valor.

Restaría analizar más detenidamente técnicas de proceso y secado ajustados a *E. dunnii* y *E. saligna*, tendientes a atenuar defectos de estructura y forma, optimizando así sus aptitudes. Por otra parte, dado que estas características tienen en general un alto control genético, existe la posibilidad de utilizar el mejoramiento genético para seleccionar los individuos con mejor aptitud, tal como se lleva a cabo con el actual Proyecto de Mejoramiento de Eucaliptos para Usos de Alto Valor de INTA en la región Mesopotámica.

Introducción

A nivel mundial la madera de eucalipto es usada principalmente como materia prima para la obtención de celulosa y energía, sin embargo, en los últimos años, y como producto de las restricciones impuestas a la utilización de especies tropicales nativas, se observa un aumento gradual para usos sólidos, en particular, aquellos de alto valor. Estos usos demandan compatibilizar la rapidez de crecimiento propia de las especies de eucaliptos con la producción de madera de calidad.

La madera de la gran mayoría de las especies de *Eucalyptus* de rápido crecimiento presenta limitaciones técnicas para sustituir a las maderas tropicales en usos de alto valor. Defectos asociados con la liberación de tensiones de crecimiento, como las rajaduras y torceduras (de tablas y trozas), son considerados como los mayores problemas durante el secado y procesamiento de *Eucalyptus*, constituyendo los principales factores de reducción de rendimiento industrial, resultando en productos de baja calidad con propiedades mecánicas variables e inestabilidad geométrica (Nutto et. al. 2004; Trugilho et. al.2004). Para *Eucalyptus dunnii* se determinó que hasta un tercio de la madera aserrable puede ser descalificada debido a tensiones de crecimiento (Matos et. al. 2003).

Otra propiedad de gran importancia vinculada con muchas propiedades y características tecnológicas importantes para la producción y utilización de productos forestales es la densidad de la madera. Se relaciona fuertemente con el tipo y calidad de producto a obtener (López et. al. 2003), es un descriptor clave, tanto si el objetivo es producción de madera sólida o pulpable (Zobel y Talbert, 1988; Raymond, 2002). Con el incremento de la densidad de la madera, mayor es la dureza Janka, el módulo de elasticidad (MOE) y el módulo de ruptura (MOR) resultados obtenidos en *E. grandis* y en *E. dunnii* (Perez del Castillo, 2001; Dickson, et. al. 2003).

La dureza de la madera está ligada a usos más específicos, como la manufactura de pisos de madera. Un valor más elevado de dureza en la materia prima significará un producto de mayor tolerancia a la incidencia mecánica directa de agentes externos sobre sus superficies. Esta puede ser evaluada como dureza tangencial, radial o longitudinal. Se determinó para varias especies forestales que no hay diferencias entre valores de dureza, tomados en forma tangencial o radial (Green et. al 2006).

La densidad, la dureza, y las tensiones de crecimiento, por ser características mensurables y con un buen grado de control genético (heredabilidad), son susceptibles de ser incorporadas en procesos de selección de árboles superlativos en crecimiento y forma. Con este objetivo, el presente trabajo pretende evaluar estas características en tres de las especies de *Eucalyptus* priorizadas en el Proyecto Nacional de Mejoramiento Genético de Eucaliptos para Usos de Alto Valor de INTA.

Materiales y Métodos

Los árboles de *E. saligna* (Origen: Scone y Cessnock, NSW, Australia) y de *E. grandis* (Sudáfrica, Huerto Semillero Clonal) escogidos corresponden a ejemplares (primer rebrote) de 16 años de edad que componen un ensayo de especies y orígenes plantado en el campo experimental de la EEA Concordia del INTA. Los correspondientes a *E. dunnii* (Origen: Coffs Harbour y Urvenbille, NSW, Australia), a un lote comercial de 13 años de edad también ubicado en el mismo predio. Ambas plantaciones poseen un espaciamiento de 3 x 3 m., sobre suelo arenoso profundo

De cada especie se seleccionaron cuatro individuos de 30 a 40 cm. de DAP y de 27 a 32 m de altura total. Luego de apeados y desramados, se extrajeron rodajas de 20 cm. de espesor, a 1.30 cm. desde la base del árbol, al 50% y 75% de la altura total.

Posteriormente se cortaron dos trozas basales de 3,10 metros de longitud a partir de 1.30 m. Las trozas de cada especie fueron pintadas (base y extremo) con colores distintos para identificarlas. Las mismas fueron luego procesadas (24 a 48 hs.) mediante un sistema de aserrado con sierra sinfín gemela y sierra secundaria circular múltiple para la obtención de tablas de 20 – 30 x 2,5 x 310 cm., en un aserradero local.

Las tablas obtenidas fueron posteriormente estibadas y enviadas a cámara de secado donde fueron sometidas a un programa standard ajustado para *E. grandis*.

Clasificación de tablas

La clasificación de las tablas se realizó posterior al secado, utilizando una escala visual considerando dentro de las **anomalías**, dos aspectos, **defectos de forma**, dentro de los

cuales se consideró a comado, revirado, arqueado y acanalado y **defectos de estructura** considerando solamente rajaduras y grietas. La escala considerada posee 5 clases de acuerdo a su aspecto y posibilidad de uso en la elaboración de productos sólidos de calidad (deck, pisos, muebles, machimbres, etc.) 1= muy mala, a 5 = muy buena (sin defectos y deformaciones).

Densidad y Dureza Janka

Las determinaciones fueron realizadas en el Laboratorio del Grupo de Estudios de Madera (GEMA), Universidad Tecnológica Nacional, Concepción del Uruguay, Entre Ríos. Los procedimientos para la obtención de valores de densidad se realizaron siguiendo normas ASTM D2395 y para dureza Janka por IRAM 9570.

Tensiones de Crecimiento

Las tensiones de crecimiento se evaluaron midiendo el nivel de rajaduras en las caras de los rollizos, expresándolo mediante el Índice de Rajado (**IR**) (Lima et. al., 2000). Este consiste en una relación entre el área que ocupan las rajaduras y el área total de la sección transversal que contiene esas rajaduras.

$$IR = \frac{\sum (A_i \times L_i)}{\frac{\pi \times D^2}{4}}$$

A_i: Abertura máxima de la rajadura i (cm.)

L_i: Largo de la rajadura i (cm.)

D_i: Diámetro medio de la sección transversal (cm.) que contiene las rajaduras.

Se realizaron mediciones consecutivas a las 24, 48 y 72 horas posteriores al apeo de los árboles, sobre las rodajas extraídas a tres alturas consideradas y en la troza inferior, midiendo las rajaduras sobre las caras de las mismas.

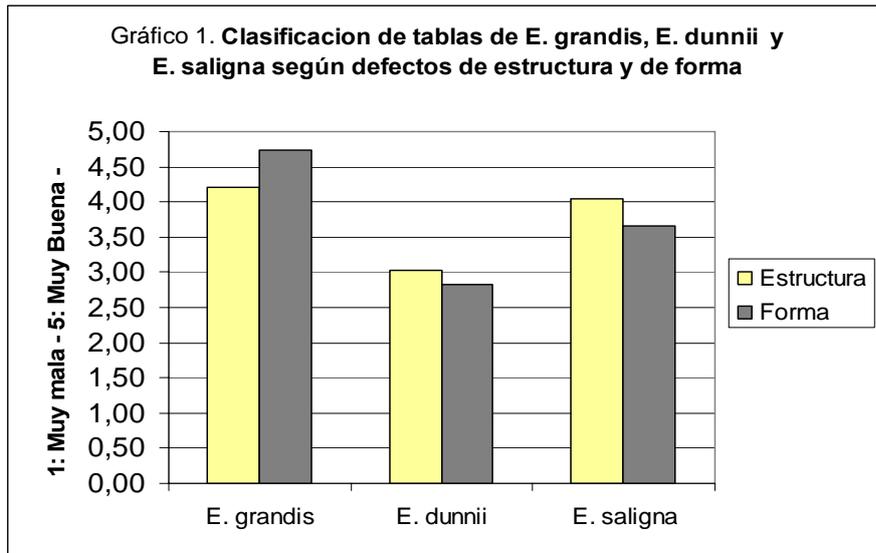
Para las mediciones se utilizaron un calibre Mituyo[®] analógico de 0.02mm de precisión y cinta diamétrica Lufkin[®] Executive Thinline.

El análisis de la varianza y test de separación de medias (Prueba de rango múltiple de Duncan P < 0,05) se procesaron con el procedimiento GLM de SAS System (SAS, 2002).

Resultados

Clasificación de tablas

Las tablas de *E. grandis* resultaron con menores defectos (puntajes mas altos), contrariamente, las de *E. dunnii*, presentaron defectos significativamente mayores (puntajes mas bajos), *E. saligna* presentó un comportamiento similar a *E. grandis*, con pocas grietas y rajaduras pero con un grado mayor de deformaciones en las tablas (Gráfico 1 y Tabla 1). En este sentido cabe considerar que el programa de secado al que fueron sometidas todas las tablas está optimizado para *E. grandis*, desconociéndose si estas representan también las condiciones ideales de secado para *E. dunnii* y *E. saligna*.

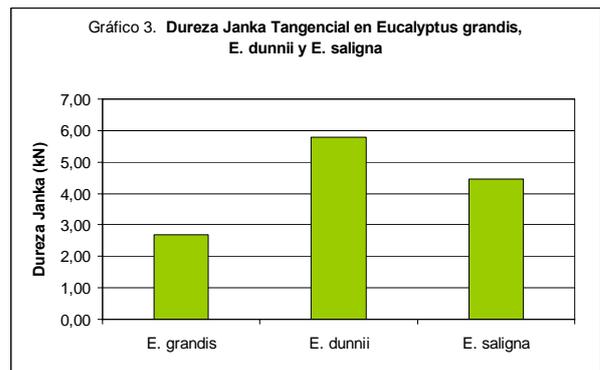
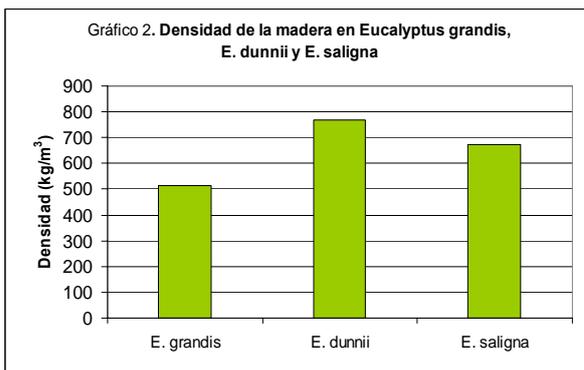


Densidad y Dureza Janka

En el caso de densidad de la madera (densidad aparente al 14% de humedad), las tres especies se diferenciaron en forma significativa, se observó que *E. dunnii* y *E. saligna* presentaron mayores valores de densidad (Gráfico 2 y Tabla 1), 50% y 30% mas densos respectivamente que *E. grandis*.

Para Dureza Janka Tangencial la tendencia fue similar, donde también se diferenciaron los tres tratamientos. *E. dunnii* presentó mayor dureza, *E. saligna* valores intermedios y *E. grandis* menor dureza (Gráfico 3 y Tabla 1).

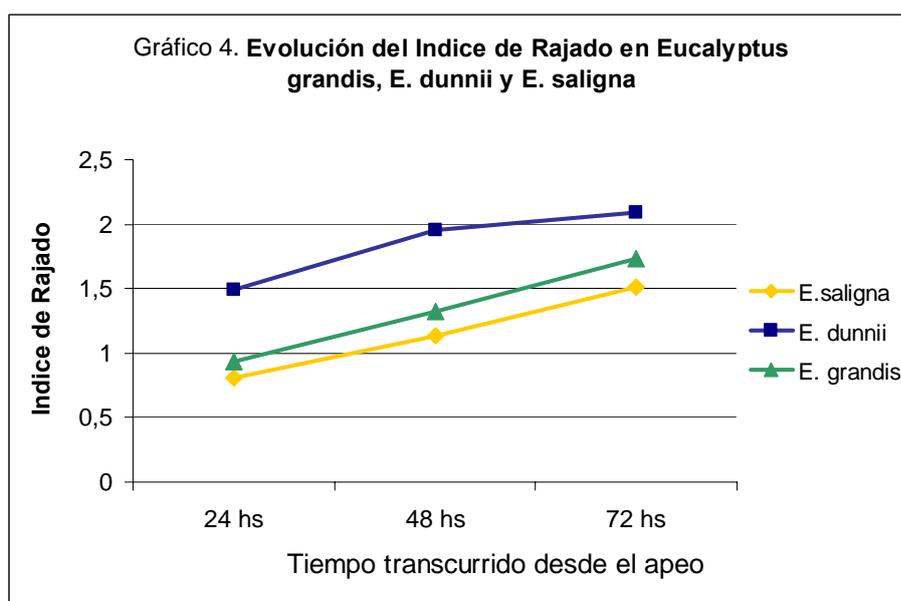
Estos resultados concuerdan con antecedentes locales donde se determinó la densidad (López et. al. 2001) y la dureza en *E. dunnii* y *E. saligna* (Grupo Forestal, EEA INTA Concordia, 1995) las que resultaron superiores a *E. grandis*.



Tensiones de Crecimiento

E. dunnii manifestó un mayor índice de rajado en los tres momentos considerados en la evaluación, con diferencias significativas a las 24 y 48 hs.

E. grandis y *E. saligna* se comportaron en forma similar, si bien *E. saligna* mostró menores valores de IR, la diferencia no fue significativa con respecto a *E. grandis* (Gráfico 4 y Tabla 1). Se puede notar la tendencia general, en las tres especies, de un aumento del índice de rajado con el paso del tiempo.



PROPIEDADES	<i>E. grandis</i>	<i>E. dunnii</i>	<i>E. saligna</i>
Densidad (H:14%) (kg/m ³)	512.51 c	769.83 a	674.71 b
Dureza Janka Tangencial (kilonewtons)	2.69 c	5.78 a	4.45 b
Defectos de Estructura	4.21 a	3.03 b	4.03 a
Defectos de Forma	4.73 c	2.83 a	3.66 b
Índice de Rajado (IR)			
IR 24hs	0,8637 b	1,5751 a	0,7859 b
IR 48hs	1,3242 b	1,8522 a	1,2248 b
IR 72hs	1,7666 a	2,0783 a	1,6450 a

Tabla 1. Propiedades de la madera evaluadas en *E. dunnii*, *E. grandis* y *E. saligna*. Letras disímiles indican diferencias significativas entre tratamientos (Prueba de rango múltiple de Duncan, P<0,05).

Conclusiones

- ✓ *E. grandis* presentó para densidad y dureza Janka valores inferiores respecto a las demás especies estudiadas. Por otro lado, exhibió un menor nivel de tensiones (IR) y tablas con menores defectos.
- ✓ *E. dunnii* se destacó por mayores valores de densidad y dureza Janka. También presentó altos índices de rajado, indicando niveles importantes de tensiones de crecimiento y mayores defectos de estructura y forma en las tablas.
- ✓ *E. saligna* mostró mayor densidad y dureza que *E. grandis* y un comportamiento similar a este, tanto al evaluar tensiones de crecimiento, a través del IR, como la calidad de las tablas obtenidas.

Si bien resulta difícil escoger la especie que reúna las condiciones ideales en cuanto a crecimiento y calidad de madera para usos sólidos de alto valor, mencionadas como el idiotipo para la producción de madera sólida (Marcó et. al. 2006), si queda claro que aspectos de cada una de las especies analizadas, son los mejorables. Altos niveles de tensiones de crecimiento para las tres especies evaluadas, con mayor incidencia en *E. dunnii*, así como baja densidad y dureza de la madera en *E. grandis* representan sin dudas limitaciones a sus usos. En cambio al considerar las propiedades de *E. saligna*, se puede apreciar que posee un gran potencial para usos sólidos de alto valor.

Adicionalmente es necesario ajustar técnicas de proceso y secado para estas especies, tendientes a atenuar defectos de estructura y forma, optimizando así sus aptitudes. Asimismo, es posible seleccionar individuos más aptos, y dado que las propiedades de la madera tienen en general un alto control genético, incorporar "calidad de la madera" a los objetivos y alcances del Mejoramiento Genético Forestal.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Diego Rocha del Aserradero Don Diego S.A. por su apoyo en las actividades de aprovechamiento, así como a la empresa Fracalossi Maderas S. A. por facilitar el aserrado y secado de la madera. A los auxiliares Sr. Diego Moledo y Agr. Mario Carmarán quienes colaboraron en la extracción de las muestras.

Bibliografía

- ASTM. 2002. Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials, D2395-02. West Conshohocken, PA: American Standards and Testing Methods.
- Dickson, R.L.; Raymond C.A.; Joe W.; Wilkinson C.A. 2003. Segregation of *Eucalyptus dunnii* logs using acoustics. Forest Ecology and Management. 179: 243-251.
- Green, David W.; Begel, Marshall; Nelson, William. 2006. Janka hardness using nonstandard specimens. Research Note FPL-RN-0303. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 13 p.
- Grupo Forestal, EEA INTA Concordia. 1995. Manual para Productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. SAGPyA – INTA. Pág.116.
- IRAM 9570. 1971. "Método de Ensayo de Dureza Janka". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- Lima, I. L. 2000. Variação de Propriedades Indicativas da Tensão de Crecimento em Função da Posição na Arbore e da Intensidade de Desbaste. Tese de Mestrado.

- Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidad de São Paulo. Piracicaba. 90 p.
- Lopez (H.), J. A. Y Staffier, G. M. 2003. Variación radial de la densidad de la madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunnii* a los 21 años de edad. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, 23-24 de Octubre de 2003. Actas en CD, 8 p.
 - Marcó M.; Harrand L.; Oberschelp J. 2006. Oportunidades y Limitaciones en el Mejoramiento Genético de *Eucalyptus grandis* para Usos Sólidos. Actas XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 26 y 27 de Octubre 2006. Concordia, Entre Ríos.
 - Matos, J. L.M.; Iwikari, S.; Rocha, M.P.; Paim, R.M. and Andrade, L.O. 2003. Redução do efecto do tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus dunnii*. *Scientia Forestalis* 64, 128-135.
 - Nutto, L.; Touza Vázquez, M. C. 2004. High Quality *Eucalyptus* Sawlog Production". In "Eucalyptus in a Changing World. Proc. IUFRO Conf., Aveiro, 11-15 Oct. (RAIZ, Instituto Investigação da Floresta e Papel, Portugal).
 - Perez Del Castillo, A. 2001. Propiedades mecánicas y calidad de madera de *Eucalyptus grandis* del Norte del Uruguay. Proyecto LATU-JICA. Inf. de Investigación nº4. 35 p.
 - Raymond, C.A. 2002. Genetics of *Eucalypts* wood properties. *Annals of Forest Science* 59, 525-531.
 - SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide. Release 8.00 Edition.
 - Trugilho, J. F.; Iwakiri, S.; Rocha, M. P. ; Matos, J. L. M., Saladanha, L. K. 2004. Efeito da Idade e Classe Diamétrica na deformação Residual Longitudinal em Arbores de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Revista Árbore*, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.725-731, 2004.
 - Zobel, B.; Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Ed. Limusa S.A. de C.V. 545 p.