

# *Eucalyptus globulus* en el sudeste de la provincia de Buenos Aires: edades, procedencias y densidad de la madera

MORENO, K.<sup>1</sup>; IGARTÚA, D.<sup>1</sup>

## RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron describir el recurso forestal de *Eucalyptus globulus* Labill. (Eucalipto blanco) implantado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en términos de edad, procedencias y suelos; determinar la densidad básica de la madera y analizar su variabilidad. Se estudiaron 110 árboles sobre los que se determinó la densidad básica. Esta se midió sobre rodajas tomadas a la altura del pecho (1,3 m sobre nivel del suelo), según norma TAPPI T 254-om-94. La densidad básica promedio fue de 517,74 kg/m<sup>3</sup> (desvío estándar: 42,80 kg/m<sup>3</sup>), con un mínimo de 419,28 kg/m<sup>3</sup> y un máximo de 637,87 kg/m<sup>3</sup>, y estuvo dentro del rango informado en otros países para la especie. La composición de las masas según edad estuvo en el rango 10-16 años. Las procedencias fueron: dos chilenas, una local y una portuguesa. La densidad básica no registró diferencias importantes desde el punto de vista tecnológico entre edades y no manifestó diferencias significativas entre las distintas procedencias. El 60% de los árboles estudiados se encontró implantado en suelos aptos y muy aptos para el crecimiento de la especie, mientras que el 40% restante lo fue en suelos poco a no aptos. Se observaron diferencias significativas entre los valores de densidad básica según la aptitud de los suelos, encontrándose los mayores valores en suelos poco a no aptos.

**Palabras clave:** calidad de madera, densidad básica.

## ABSTRACT

*The aims of the work were: to describe the forest resources of Eucalyptus globulus Labill. of the southeast of the province of Buenos Aires - Argentina, in terms of age, provenances and soils; to determine the basic wood density and to analyze their variability. The basic density was determined on 110 studied trees. Samples were taken at breast height (1,3 m on level of the soil), according to TAPPI T 254-om-94. The average of the basic density was 517.74 kg/m<sup>3</sup> (sd: 42.80 kg/m<sup>3</sup>), with a minimum of 419.28 kg/m<sup>3</sup> and a maximum of 637.87 kg/m<sup>3</sup>. Wood density was inside the range of E. globulus densities reported in other countries. The composition of the resource according to age was in the range 10-16 years. The provenances were: two Chilean, a Local and a Portuguese. The basic density did not register important differences between ages from the technological point of view and did not demonstrate significant differences between provenances. The 60% of the sampled trees were implanted in suitable and very suitable soils for the growth of the species, whereas 40% remaining*

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. CC 276 (7620) Balcarce, Provincia de Buenos Aires. Argentina. Correo electrónico: karenmoreno\_2@hotmail.com

it was in little to not suitable soils. The average values of basic density showed significant differences according to the aptitude of the soils for the growth of the species. The highest wood density was registered in not suitable soils.

**Keywords:** wood quality, basic density.

## INTRODUCCIÓN

El sudeste de la provincia de Buenos Aires es considerada una zona de producción mixta en donde la actividad forestal ha tenido un desarrollo menos destacado que el agrícola-ganadero (Igartúa y Monteoliva, 2006). Sin embargo, esta zona representa una condición de sitio óptima para el desarrollo de *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalipto blanco) (FAO, 1981; Moschini *et al.*, 2000; Igartúa *et al.*, 2000; Igartúa *et al.*, 2002).

Las plantaciones de reparo implantadas en la región desde la década del 50 dieron lugar, desde mediados de los 80, al aprovechamiento de madera en pie y a su exportación desde el puerto de Quequén, teniendo como destinos la industria celulósica -papelera europea y japonesa-. Se introdujo semilla mejorada desde Chile y Portugal y se creó el Plan de Incentivos a la Forestación, lográndose así alcanzar tasas máximas (2000 a 2500 ha anuales) de forestación hacia fines de los años 90 (MAA-BA, 2011). La crisis institucional de la Argentina en el año 2001 sumada al retiro de la empresa exportadora más consolidada en la región hizo que las tasas de forestación antes mencionadas no continuaran con el ritmo de la década anterior (Igartúa y Monteoliva, 2006; MAA-BA, 2011). En la actualidad la región cuenta con un recurso maderero en crecimiento cuya superficie y existencias en volumen no fueron evaluadas a escala regional sino hasta el año 2011 en que se llevó a cabo el Primer Inventario de Macizos Forestales de *E. globulus* en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (MAA-BA, 2011). El estudio de la aptitud del recurso como materia prima fibrosa se ha iniciado a partir del año 1999 (Igartúa *et al.*, 2000; Igartúa *et al.*, 2002; Monteoliva *et al.*, 2012).

La densidad de la madera expresa la cantidad de "sustancia madera" o la cantidad de "pared celular" que ella contiene. Es un parámetro de relevancia ya que se asocia al rendimiento y a la calidad del producto final y porque es una propiedad fuertemente heredable (Panshin y de Zeeuw, 1980; Zobel y Talbert, 1988). Particularmente, la densidad básica (masa anhidra/volumen saturado) es un buen estimador de la calidad de la madera. Esta propiedad está relacionada con otras propiedades físicas y mecánicas, así como con la durabilidad natural y su impregnabilidad. Asimismo permite la estimación de la biomasa forestal, ya sea con fi-

nes relacionados a su uso energético, como para cuantificar su capacidad de almacenaje de carbono.

Estudios que relacionan la densidad básica y la edad han encontrado en *Salix nigra*, especie de porosidad difusa, que la densidad aumenta rápidamente en los primeros años, hasta una estabilización de sus valores alrededor de los 10 años (Panshin y de Zeeuw, 1980). En Galicia, España, se compararon dos masas de *E. globulus* de 23 y 35 años de edad respectivamente, y se concluyó que las plantaciones más jóvenes presentaban los valores más reducidos y dispersos en casi todas las propiedades estudiadas, incluyendo la densidad básica (Bermúdez Alvite *et al.*, 2002). En España, *E. globulus* comienza a considerarse como madera madura y con propiedades uniformes en torno a los 30 a 35 años, dependiendo del tratamiento silvícola aplicado. A partir de esta edad las propiedades mecánicas de la madera de *E. globulus* se revelan excepcionalmente y muy superiores a las otras frondosas europeas, lo que sumado al valor de densidad y dureza de la madera, le abren importantes posibilidades en numerosas aplicaciones relacionadas con la carpintería, el mobiliario y la construcción (Bermúdez Alvite *et al.*, 2002).

Otras investigaciones informan sobre valores de densidad básica en relación con la edad para *E. globulus*. Miranda *et al.* (2001a, 2001 b), en plantaciones de siete años, indicaron valores desde 442 kg/m<sup>3</sup> hasta 450 kg/m<sup>3</sup> en tres sitios de Portugal, y de 492 kg/m<sup>3</sup> a 600 kg/m<sup>3</sup> para las mismas plantaciones a los nueve años de edad; también en Portugal Valente *et al.* (1992) indicaron una densidad básica de 550kg/m<sup>3</sup> para plantaciones de 12 años. Muneri y Raymond (2001) en plantaciones de siete años en Australia informaron valores entre 460 kg/m<sup>3</sup> y 570 kg/m<sup>3</sup>; mientras que Tomazello Filho (1987) informó valores de 480 kg/m<sup>3</sup> en plantaciones de 10 años en Brasil. Estudios locales han reportado valores promedios de densidad básica de 549 kg/m<sup>3</sup> en plantaciones de 7 años; y valores de 590 kg/m<sup>3</sup> en masas maduras de 40 años de edad (Igartúa y Monteoliva, 2006).

La mayoría de las propiedades de la madera varían de moderadamente a muy heredables (Zobel y Talbert, 1988). Dado este fuerte determinismo genético se espera encontrar diferencias entre procedencias y entre árboles, aun en casos donde estos se desarrollen sobre el mismo sitio y sean contemporáneos (Wilkes, 1988). Los trabajos locales

con la especie han mostrado diferencias entre procedencias y alta variabilidad individual, sobre todo en las masas más jóvenes (Igartúa y Monteoliva, 2006; 2010).

Además de la edad y de la constitución genética de los árboles, se acepta que cualquier factor que afecte el patrón de crecimiento de un árbol (ej. calidad de sitio) puede afectar también las propiedades de la madera. Downes *et al.* (1997) expresan que la mayor fuente de variación de la densidad, en especies de porosidad difusa, se debe a causas genéticas y medioambientales.

La relación crecimiento/propiedades de la madera se ha estudiado con detalle, es confusa y compleja debido al número de factores que afectan tanto a las propiedades de la madera como al crecimiento, lo que impide hacer afirmaciones definitivas (Panshin y de Zeeuw, 1980). En especies de porosidad difusa, como *E. globulus*, la relación entre densidad básica y la velocidad de crecimiento se ha presentado con resultados contradictorios (Zobel y Talbert, 1988; Zobel y Jett, 1995; Mirada *et al.*, 2001a; Igartúa y Monteoliva, 2010).

En oportunidad de la realización del primer Inventario de Macizos Forestales de *E. globulus* antes mencionado, se desarrolló simultáneamente una investigación sobre calidad de la madera en la especie. El presente trabajo comunica resultados parciales de esta investigación xilotecnológica y tuvo como objetivos describir el recurso forestal en términos de edad, procedencias y suelos, así como determinar la densidad básica de la madera y analizar su variabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de material siguió el diseño de muestreo geográfico impuesto por el primer Inventario de Macizos Forestales de *E. globulus* (MAA-BA 2011). Así, fue evaluado el recurso forestal constituido por los macizos en pie (excluyendo cortinas forestales), en una región aproximada de 1587 km<sup>2</sup> de superficie, comprendida en un radio de 100 km desde el Puerto de la ciudad de Quequén. Los partidos incluidos fueron: San Cayetano, Necochea, Lobería y General Alvarado, porque concentran la mayor superficie forestada con esta especie (MAA-BA 2011). Se utilizó una zonificación edáfica regional sobre la aptitud potencial de los suelos para el cultivo de *E. globulus* (Culot y Dillon, 1998), la cual categoriza a los suelos como muy apto, apto, poco apto y no apto. Los detalles completos acerca de la delimitación del área de estudio, selección de los rodales y establecimiento de parcelas temporarias de muestreo pueden ser consultados en MAA-BA (2011).

El material experimental del presente trabajo correspondió a 32 parcelas temporarias de muestreo compuestas por 30 árboles cada una. Dentro de ellas se seleccionaron al azar entre 2 y 5 árboles para desarrollar los estudios de densidad básica. Se evaluaron 110 árboles en total, los cuales fueron apeados. Se midieron altura total y diámetro a la altura de pecho (1,30 m de altura sobre nivel del suelo) y se practicó un muestreo que permitió tomar dos rodajas

de 5 cm de espesor, a la altura del pecho en cada ejemplar. Las rodajas fueron rotuladas y colocadas en bolsas de polietileno para evitar su desecación brusca hasta el envío al laboratorio. Una vez allí fueron descortezadas. La determinación de la densidad básica (peso seco/volumen saturado) se realizó según norma TAPPI T 254-om-94.

En cada parcela temporaria de muestreo se registró información acerca de fecha de plantación, procedencia geográfica del material de implantación y la aptitud de suelo (MAA-BA 2011). En el análisis de los resultados se emplearon recursos gráficos, medidas de posición y de dispersión. Los análisis de varianza se realizaron bajo modelos a efectos fijos. Se empleó el software estadístico de libre uso R (R Development Core Team, 2011). Por una parte, una vez conocida la dispersión en la variable edad y para el desarrollo de los análisis, esta se agrupó en dos niveles: 10-11 años y 13-16 años. Por otra parte se denominó "V" o "A" a una procedencia indicada como chilena, pero indeterminada debido a la falta de información en cuanto a si procedía de Valdivia o de Angol.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio general de densidad básica que presentó la especie en la región es de 517,74 kg/m<sup>3</sup>, con un desvío estándar de 42,80 kg/m<sup>3</sup>, un mínimo de 419,28 kg/m<sup>3</sup> y un máximo de 637,87 kg/m<sup>3</sup>. El valor promedio de densidad básica hallado se encuentra dentro del rango de valores informados en plantaciones de Australia, Brasil y Portugal (Tomazzello Filho 1987; Valente *et al.*, 1992; Miranda *et al.*, 2001a, 2001 b; Muneri y Raymond 2001).

La amplitud de valores encontrada para la densidad básica fue de 218,59 kg/m<sup>3</sup>. El 66% de los árboles estuvieron comprendidos entre 560,54 kg/m<sup>3</sup> y 474,94 kg/m<sup>3</sup>. Esta variabilidad puede resultar importante en términos industriales. La variabilidad en la densidad de este recurso forestal podría deberse a la composición de este en términos de edad y de procedencia, tanto como a la calidad de los suelos de implantación.

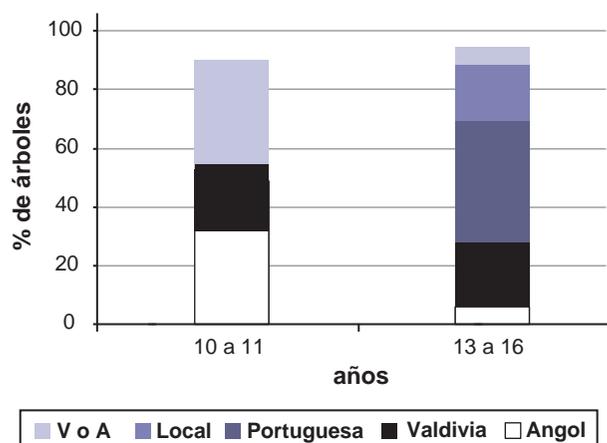
La composición de las masas según edad al año 2011, se distribuyó de la siguiente manera: el 36% correspondieron al grupo de edad 10-11 años, mientras que el 64% al grupo de edad 13-16 años. No se registraron plantaciones de 12 años.

Las masas implantadas en la región correspondieron a cuatro procedencias, una local, una portuguesa y dos procedencias chilenas: Valdivia y Angol. El 63,17% de las plantaciones fueron implantadas con material de procedencia chilena (Valdivia 16,36%, Angol 22,27% y "V" o "A" 24,54%), el 28,18% con procedencia portuguesa y el 8% con material de procedencia local.

Al discriminar las procedencias por niveles de edad se observó que las masas implantadas en los años 2001 y 2002, correspondiente al grupo de edad 10-11 años, lo fueron con materiales de procedencia chilena en su totalidad (figura 1). Las implantadas anteriormente, correspondien-

tes al grupo de edad 13-16 años, lo fueron con materiales de procedencia portuguesa en mayor medida, seguida por las procedencias chilenas y en menor medida por materiales de procedencia local.

En relación con los suelos, se observó que un 30% de las plantaciones se desarrollaban en suelos muy aptos, 30% en suelos aptos, 12% en suelos poco aptos, y un 28% en suelos no aptos.



**Figura 1.** Composición de las masas según edad y procedencia.

V o A: Procedencia indicada como chilena, pero indeterminada, debido a la falta de información, en cuanto a si procedía de Valdivia o de Angol.

Fuente de información: elaborado para la presente edición.

Los valores promedio de densidad básica, según los niveles de edad fueron: 508,18 kg/m<sup>3</sup> (desvío estándar: 41,07 kg/m<sup>3</sup>) en el grupo de 10-11 años y 532, 21 kg/m<sup>3</sup> (desvío estándar: 43,09 kg/m<sup>3</sup>) en el grupo de 13-16 años.

El análisis de varianza indicó que las diferencias en densidad entre los grupos de edad, resultaron no significativas ( $p: 0,076$ ). Sin embargo se observó un valor medio mayor, de densidad básica en las masas de 13-16 años respecto a las de 10-11 años. Esto coincide con lo observado anteriormente en investigaciones locales, donde masas maduras de 35 y de 40 años tuvieron valores promedios de densidad básica de 590 kg/m<sup>3</sup> y de 659 kg/m<sup>3</sup> respectivamente (Igartúa *et al.*, 2000; Igartúa *et al.*, 2002). En tanto que en masas comerciales de 7 a 10 años, estudiadas también en la región, se registraron valores promedio de densidad básica en el rango de 488 kg/m<sup>3</sup> a 549 kg/m<sup>3</sup> (Igartúa y Monteoliva, 2006). Por lo que a partir de estas y otras evidencias sería esperable que a medida que las plantaciones aumenten su edad, la densidad básica también lo haga (Bermúdez Alvite *et al.*, 2002). Con esto no cabría esperar una estabilización de la densidad en el rango de edad que caracterizó al recurso local (10-16 años) tal como sí la encontraron Panshin y de Zeeuw (1980) en *Salix nigra* a los 10 años.

El análisis de varianza para analizar la relación densidad básica/procedencia fue desarrollado dentro del grupo etario 13-16 años por contener todas las procedencias (tabla

1). El mismo indicó una falta de significancia estadística ( $p: 0,2538$ ) si bien la procedencia portuguesa presentó los valores medios más altos de densidad. Esto difiere de lo encontrado por Igartúa y Monteoliva (2010) quienes, sobre plantaciones de 7 años, encontraron diferencias significativas entre la procedencia local y de Valdivia en sus valores promedios de densidad (546,9 kg/m<sup>3</sup> vs. 490,8 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente). Las diferencias encontradas entre los resultados del presente trabajo y el de Igartúa y Monteoliva (2010), podrían deberse, por un lado a que en este último no se evaluó la procedencia portuguesa, y por otro, a que los valores medios de densidad básica surgieron de mediciones a distintas alturas a lo largo del fuste. Mientras, en el presente, los valores de densidad surgieron de una sola medición en el fuste (altura del pecho), lo que podría estar otorgando menor precisión en la estimación de la densidad. Son reconocidos en la literatura sobre el género, diferentes patrones de variación axial de la densidad tales como su incremento hacia el ápice, su constancia a lo largo del fuste, o su descenso inicial con aumento posterior hacia el ápice (Downes *et al.*, 1997). Así, un muestreo que capte dicha variación axial puede considerarse más preciso en la estimación de la densidad del fuste.

Edad (años)	Procedencias			
	Angol	Valdivia	Portuguesa	Local
10-11	512,17 (40,45)	524,03 (34,21)	Sin información	Sin información
13-16	516,98 (37,42)	511,85 (35,81)	536,31 (42,42)	515,21 (55,16)

**Tabla 1.** Densidad básica según edad y procedencias. Entre paréntesis la desviación estándar.

La densidad básica, según la aptitud de suelo, fue analizada en dos categorías: "suelos aptos" (muy apto y apto) y "suelos no aptos" (poco aptos y no aptos). La densidad básica en los árboles implantados en suelos de menor aptitud para el crecimiento de la especie mostró valores más altos (530 kg/m<sup>3</sup>; desvío estándar 48,38 kg/m<sup>3</sup>) que la de los implantados en suelos de mayor aptitud (508,6 kg/m<sup>3</sup>; desvío estándar 35,85 kg/m<sup>3</sup>). El análisis de varianza indicó que dichas diferencias resultaron significativas al 5% ( $p: 0,008$ ). Esta asociación densidad/sitio de naturaleza negativa se contrapone con los resultados hallados en otros trabajos locales sobre la especie, donde se observó que en sitios de mayor aptitud se manifestaron similares o mayores valores de densidad básica de la madera (Igartúa y Monteoliva, 2006). Así, la relación entre densidad y sitio en el recurso regional parece manifestar resultados contradictorios, tal como se indica para especies de porosidad difusa, como *E. globulus* (Zobel y Talbert, 1988; Zobel y Jett, 1995; Downes *et al.*, 1997; Miranda *et al.*, 2001a, 2001b).

Edad (años)	Aptitud de suelos							
	Muy apto		Apto		Poco apto		No apto	
	Altura Total (m)	IMA alt (m/año)	Altura Total	IMA alt	Altura Total	IMA alt	Altura Total	IMA alt
10-11	19,31 (3,52)	1,93 (0,35)	22,65 (5,63)	2,05 (0,51)	16,12 (4,75)	1,46 (0,43)	23,65 (2,23)	2,15 (0,20)
	N: 18		N: 13		N: 6		N: 3	
13-16	18,60 (4,60)	1,38 b (0,30)	22,74 (6,40)	1,56 ab (0,42)	21,81 (2,91)	1,47 b (0,19)	26,39 (4,95)	1,81 a (0,31)
	N: 12		N: 20		N: 10		N: 28	

**Tabla 2.** Test de comparación de medias del IMA alt, dentro de rango 13-16 años: letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de confianza 95%.

N: número de árboles () : desvío estándar

Las categorías de aptitud fueron analizadas en relación a los crecimientos en altura total que ellas entregaron. La tabla 2 indica la altura total y el incremento medio anual en altura total (IMA alt) para cada aptitud de suelo, entendiendo a la altura como variable indicativa de calidad de sitio (Pita Carpenter, 1971). Los mayores valores en altura total y en su incremento medio anual se observaron en suelos calificados como no aptos (tabla 2).

El análisis de la varianza desarrollado en el nivel de edad 13-16 años por considerarlo más balanceado en cuanto al número de árboles estudiados (tabla 2) indicó que el incremento medio en altura resultó significativamente mayor en el suelo no apto ( $p: 0,0012$ ). En este sentido el Inventario Forestal (MAA-BA, 2011) indicó un mayor incremento medio anual en volumen total de madera en los suelos de menor aptitud.

De los análisis precedentes no surge una clara asociación entre densidad y crecimiento, esto coincide, con lo observado en trabajos anteriores, donde no se encontró correlación entre estas variables (Mirada *et al.*, 2001a; Igartúa y Monteoliva, 2010). Tal como lo reconoce la literatura en especies de porosidad difusa, mayores tasas de crecimiento pueden o no estar asociadas positivamente con la densidad básica (Zobel y Talbert, 1988; Zobel y Jett, 1995; Mirada *et al.*, 2001a; Igartúa y Monteoliva, 2010).

El presente trabajo indica una posible relación de naturaleza negativa entre aptitud de suelos/densidad, que deberá seguir siendo analizada, tanto como la relación crecimiento/aptitud, haciendo énfasis en un replanteo en terreno de la zonificación edáfica empleada para caracterizar los suelos regionales.

Con relación al uso de este recurso forestal como madera sólida, cabe esperar un aumento de la densidad a medida que las plantaciones ganen en años y se acerquen a los turnos más propios del manejo destinado a ofrecer madera para la industria del aserrado. En este sentido, la investigación sobre el recurso local (40 años de edad), que analizó

la variación radial de la densidad, indicó que a partir de un radio promedio, a la altura del pecho, de 12,5 cm en sentido médula-corteza, la densidad básica se estabilizó mostrando desde allí los valores máximos de densidad (Igartúa *et al.*, 2000). Asimismo, en España *E. globulus* comienza a considerarse como madera madura y con propiedades uniformes en torno a los 30 a 35 años, dependiendo del tratamiento silvícola aplicado (Bermúdez Alvite *et al.*, 2002).

## CONCLUSIONES

La densidad básica no registró diferencias importantes desde el punto de vista tecnológico debidas a la edad. Las densidades aquí determinadas están en el rango que resulta apropiado, en general, para la industria celulósica -papelera-, y en lo informado para la especie en otras zonas de implantación en el mundo, a las mismas edades.

Las procedencias con que se implantó el recurso regional no manifestaron diferencias significativas en lo que respecta a los valores medios de densidad básica de sus maderas.

Se manifestó una relación de naturaleza negativa entre aptitud de suelos y densidad básica.

La relación crecimiento/aptitud de suelos mostró gran variabilidad.

Estos resultados permiten conocer la magnitud y las causas de la variación de una importante propiedad de la madera frente al uso de este recurso forestal en la industria celulósica —papelera— tanto como en las de usos sólidos de la madera.

## BIBLIOGRAFÍA

BERMÚDEZ ALVITE, J. D.; TOUZA VÁZQUEZ, M.; SANZ INFANTE, F. 2002. *Manual de la madera de eucalipto blanco*. Fundación para o Fomento da Calidade Industrial eo Desenvolvemento Tecnolóxico de Galicia. Parque Tecnolóxico. Galicia, España.

- CULOT, J.; DILLON, G. 1998. Mapa de aptitud de suelos para *Eucalyptus globulus*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- DOWNES, G. M.; HUDSON, I.; RAYMOND, C.; DEAN, A.; MICHELI, A.; SCHIMLEK, L.; EVANS, R.; MUNERI, A. 1997. Sampling *Eucalyptus* for wood and fibre properties. CSIRO Publishing, Australia.
- FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Colección FAO: Montes N.º 20. FAO, Roma, Italia.
- IGARTÚA, D. V.; RIVERA, S. M.; MONTERUBBIANESI, M. G.; MONTEOLIVA, S. M.; VILLEGAS, M. S., CARRANZA, S.; FARINA, S. 2000. Calidad del leño en *E. globulus*. Variación de la densidad básica y la longitud de fibras en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. Octubre de 2000, Misiones, Argentina. Trabajo en actas. CD.
- IGARTÚA, D. V.; MONTEOLIVA, S. E.; MONTERUBBIANESI, M. G.; VILLEGAS, M. S. 2002. Calidad del leño en *Eucalyptus globulus* spp *globulus*: II. Variaciones en la densidad básica y la longitud de fibras en Lobería, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 105(1): 29-39.
- IGARTÚA, D. V.; MONTEOLIVA, S. 2006. El *Eucalyptus globulus* en Argentina: potencialidad del sudeste de la provincia de Buenos Aires para la producción de materia prima fibrosa. En IV Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. 23 al 27 de octubre de 2006. Santiago y Valdivia, Chile. Trabajo en actas CD
- IGARTÚA, D. V.; MONTEOLIVA, S. 2010. Densidad básica, longitud de fibras y crecimiento de dos procedencias de *Eucalyptus globulus* en Argentina. Revista Bosque 31 (2): 150-156 MAA-BA.
2011. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires. Inventario de macizos forestales de *Eucalyptus Globulus* Labill. en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Mimeografiado. Pp. 30. Disponible en: <http://www.maa.gba.gov.ar/2010/SubPED/Agricultura/archivos/LibroPDF2.pdf>. (Verificado: abril 2013).
- MIRANDA, I.; ALMEIDA, M.H.; PEREIRA, H. 2001A. Influence of provenance, subspecies and site on wood density in *Eucalyptus globulus* Labill. Wood and Fiber Science 33 (1): 9-15.
- MIRANDA, I.; ALMEIDA, M. H.; PEREIRA, H. 2001B. Provenance and site variation of wood density in *Eucalyptus globulus* Labill. at harvest age and its relation to a non-destructive early assessment. Forest Ecology and Management 149: 235-240.
- MONTEOLIVA, S.; CIGANDA, V.; IGARTÚA, D. 2012. Contenido de duramen y de albura en *Eucalyptus globulus* y *Acacia melanoxylon* implantadas en Argentina. Revista Maderas. Ciencia y Tecnología 14 (1): 53-63.
- MOSCHINI R. C.; CONTI, H. A.; ALONSO, M.; RODRÍGUEZ TRAVERSO, J.; NAKAMA, V.; ALFIERI, A. 2000. Delimitación de áreas de aptitud climática para el cultivo de los eucaliptos en la región pampeana. SAGPyA Forestal 15: 2-11.
- MUNERI A.; RAYMOND, C. A. 2001. Non-destructive sampling of *E. globulus* and *E. nitens* for wood properties II. Fibre length and coarseness. Wood Science and technology 35 :41-56.
- PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. 1980. Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Company. Nueva York, EE.UU.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- TOMAZELLO FILHO M. 1987. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatomica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenoides*. Revista IPEF Scientia Forestalis 36: 35-42.
- VALENTE, C. A.; MENDES DE SOUSA, A.; FURTADO, F. P.; DE CARVALHO, A. P. 1992. Improvement program for *Eucalyptus globulus* at PORTUGEL: Technological component. APPITA 45(6): 403-407.
- WILKES, J. 1988. Variations in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. IAWA Bulletin n.s. 9 (1), 13-23.
- ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. 1988. La madera y el mejoramiento genético de árboles forestales. En: Zobel, B. J.; Talbert, J. (Eds.) Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa, México, pp. 407-446.
- ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. 1995. Genetics of Wood Production. Springer Series in Wood Science, Springer, Verlag, Nueva York. pp. 337.