

ESPECIES ALTERNATIVAS DE *Eucalyptus* EN LA REGIÓN DEL BIO-BIO RESULTADOS DE CRECIMIENTO A LOS 14 AÑOS DE EDAD

Emhart, Verónica⁵; Celhay, Juan Andrés⁵; Velilla, Edgardo⁵ y Medina, Alex⁵

RESUMEN

La producción comercial de especies de *Eucalyptus* en Chile está basada principalmente en *E. globulus ssp globulus* y *E. nitens*. Frente a nuevos desafíos de mercado y condiciones medioambientales, como la presencia de nuevas plagas o el cambio climático, es necesario tener otros materiales genéticos disponibles y evaluados en el patrimonio nacional.

El presente estudio se estableció en predios de Forestal Mininco en el año 1997 en suelos trumaos y en rojo arcillosos con riego con la finalidad de evaluar productividad de otras especies de eucalipto alternativas a *E. globulus ssp globulus* y a *E. nitens*.

Las especies probadas fueron *E. badjensis*, *E. viminalis*, *E. smithii*, *E. cypellocarpa*, *E. urophylla*, *E. benthamii*, *E. camaldulensis*, *E. cinerea*, *E. delegatensis*, *E. globulus ssp globulus*, *E. globulus ssp pseudoglobulus*, *E. globulus ssp maidenii*, *E. nitens*, *Acacia mearnsii*, *Acacia dealbata* y *Casuarina equisetifolia*.

Después de 14 años de crecimiento, dentro de las especies con mayor volumen se encuentran *E. badjensis* con valores cercanos a los 776 y 887 m³, *E. viminalis* entre 645 y 760 m³, seguido por *E. smithii* con 542 y 765 m³ para ambas condiciones de sitio.

E. globulus ssp globulus también presenta buenos crecimientos entre 610 a 572 m³, y *E. nitens* alcanza entre 493 y 603 m³ para las 2 condiciones de sitio.

Dado estos resultados y a la edad del ensayo, el siguiente paso será corroborar las características de la madera para proyectar los productos, sean pulpables o sólidos o como biomasa.

Palabras claves: *Eucalyptus*, productividad, especies alternativas

⁵ Forestal Mininco SA, Los Ángeles. Chile.

SUMMARY

Eucalypt commercial production in Chile is based on mainly two species, *E. globulus* ssp *globulus* y *E. nitens*. To face future market challenges or changes in environmental conditions, like pest and diseases or climate change it is necessary to have other genetic materials available and assessed in the country.

The present study was established in 1997 in Forestal Mininco farms over 2 different soils types; volcanic ashes and red clays with irrigation. The goal is to assess alternative eucalypt species to *E. globulus* ssp *globulus* and *E. nitens* productivity.

Tested species included *E. badjensis*, *E. viminalis*, *E. smithii*, *E. cypellocarpa*, *E. urophylla*, *E. benthamii*, *E. camaldulensis*, *E. cinerea*, *E. delegatensis*, *E. globulus* ssp *globulus*, *E. globulus* ssp *pseudoglobulus*, *E. globulus* ssp *maidenii*, *E. nitens*, *Acacia mearnsii*, *Acacia dealbata* and *Casuarina equisetifolia*.

At 14 years old, species with great volume potential volume are *E. badjensis* with productivity levels close to 776 and up to 887 m³, *E. viminalis* from 645 to 760 m³, follow by *E. smithii* with 542 to 765 m³ for both site conditions.

E. globulus ssp *globulus* and *E. nitens* shows also a good growth at the two sites, with 610 and 572 m³, and 493 and 603 m³, respectively.

Given these results and the age of assessment, the next step should be to check wood quality properties to project possible products as pulp, solid or biomass.

Keywords: *Eucalyptus*, productivity, alternative species

INTRODUCCIÓN

La producción comercial de especies de *Eucalyptus* en Chile está basada principalmente en *E. globulus ssp globulus* y *E. nitens*. Existen en el país alrededor de 648 mil hectáreas plantadas con estas 2 especies y alrededor de 20 mil hectáreas han sido plantadas con otras especies de *Eucalyptus*, lo que corresponde al 1% de la superficie total nacional. El desempeño de *E. globulus ssp globulus* y *E. nitens* ha sido notable para la industria de la pulpa y las exportaciones en el país.

No obstante, la presencia de plagas en los últimos años, como por ejemplo la llegada y masificación de *Gonypterus sp.*, ha generado la necesidad de buscar otras alternativas para la producción de pulpa, también de biomasa y para fijación de carbono.

Frente a nuevos desafíos de mercado y condiciones medioambientales como la presencia de nuevas plagas y el cambio climático es necesario tener otros materiales genéticos disponibles y evaluados en el patrimonio nacional. Es por eso que en los años 70 se introdujeron varias especies de *Eucalyptus* en el país cuyo objetivo fue evaluar el desempeño de otras especies alternativas a las ya comerciales, como el caso de *Pinus radiata*. Esto también fue llevado a cabo en patrimonio de CMPC en los años 80 y 90 y en 2011, siendo probadas distintas alternativas tanto para la producción de pulpa, como de biomasa, y resultados parciales de esto son presentados en este artículo.

Existe poca información pública sobre especies alternativas de *Eucalyptus* que podrían ser potenciales para la Región del Bio Bio. Algunos resultados fueron publicados por INFOR sobre potencial para *E. delegantensis* con crecimientos interesantes (INFOR, 1986). Existen otras iniciativas particulares de empresas forestales pero que no se encuentran publicadas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y la supervivencia de distintas especies de *Eucalyptus* en dos condiciones de sitio en la Región del Bio Bio, en patrimonio de Forestal Mininco.

De las especies probadas, *E. badjensis* tiene una distribución natural bastante restringida a una pequeña región en el *plateau* sur al sureste de Nueva Gales del Sur y ha tenido buen desarrollo en ensayos de especies en Australia por lo que ha generado considerable interés. Los requerimientos climáticos se encuentran en el Cuadro N° 1 (Jovanovic y Booth, 2002).

E. benthamii tiene una distribución bien restringida en su lugar de origen a una pequeña área al oeste de Sydney. Esta especie ha tenido tasas de crecimiento interesantes en ensayos en Australia y otros países. Los usos de su madera aún no están completamente evaluados, sin embargo, se ve como una especie con gran potencial para producción comercial. Tiene tolerancia al frío y a la sequía. Los requerimientos climáticos se encuentran en Cuadro N° 1 (Jovanovic y Booth, 2002).

E. camaldulensis es uno de eucaliptos más plantados en el mundo. Su distribución natural abarca casi toda Australia (Boland *et al.*, 1989) y se la encuentra cerca de cursos de agua lo que que a menudo le permite sobrevivir en regiones áridas o semiáridas. Las condiciones climáticas de las procedencias del sur de Australia se describen el Cuadro N° 1. Su madera tiene usos variados, como por ejemplo construcción, durmientes de ferrocarriles, debobinado y pulpa.

E. smithii tiene una distribución restringida en algunas zonas de *plateau*, en las costas escarpadas adyacentes y las tierras bajas costeras al sur de Nueva Gales del Sur. Su distribución también se extiende a Victoria en la región de Gippsland (Boland *et al.*, 1989). Su madera se utiliza para construcción en general (Jovanovic y Booth, 2002).

E. viminalis se encuentra ampliamente distribuido en el sudeste de Australia, entre las latitudes 28° y 43° S. Es común encontrarlo en el este de Tasmania, las islas del Estrecho de Bass y el sur de Victoria. Su rango altitudinal comprende desde nivel del mar hasta los 1.400 msnm.

Presenta tolerancia al frío y su madera ha sido usada para pisos y paneles, así como madera juvenil ha sido usada para producción de pulpa. Las condiciones climáticas donde crece *E. viminalis* se mencionan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
CONDICIONES CLIMÁTICAS EN SUS ÁREAS DE ORIGEN DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES INCLUIDAS EN EL ENSAYO DE INTRODUCCIÓN DE EUCALIPTOS EN LOS PREDIOS RUCAMANQUI Y MALVÉN

Especie/ Característica	<i>E.</i> <i>badjensis</i>	<i>E.</i> <i>benthamii</i>	<i>E.</i> <i>camaldulensis</i>¹	<i>E.</i> <i>smithii</i>	<i>E.</i> <i>viminalis</i>
Precipitación media anual (mm)	580 - 1.230	730 - 1.010	400-2.000	610 - 1.930	500 - 2.500
Régimen de lluvias	Uniforme/ bimodal Verano	Uniforme/ bimodal Verano	Uniforme Invierno	Uniforme Invierno	Uniforme Invierno y verano
Período seco (meses)	0 - 5	0 - 5	0 - 7	0 - 6	0 - 5
T° máxima media mes más cálido (°C)	22 - 27	26 - 30	21 - 41	20 - 27	21 - 32
T° mínima media mes más frío (°C)	-3 - 3	-1 - 3	0 - 14	-3 - 7	-4 - 9
T° media anual (°C)	7 - 15	13 - 17	10 - 25	7 - 17	4 - 17

¹ Procedencias del S

MATERIAL Y METODO

Descripción del Estudio

En el año 1997 se plantó 2 ensayos en la región de Bio Bio, cuya descripción se detalla en el Cuadro N° 2. Un ensayo fue localizado en la comuna de Tucapel y el segundo en la comuna de Negrete. La superficie de cada uno es de 1,9 ha.

Los sitios donde fueron establecidos los ensayos se caracterizan por tener buenas condiciones para el crecimiento de eucaliptos; suelos de ceniza volcánica en el caso del fundo Rucamanqui y suelos rojos arcillosos en el caso de Malvén, y precipitaciones anuales de alrededor de 1.300 mm, con la mayor parte distribuida en los meses de invierno y un menor porcentaje en el resto del año, aunque pueden presentar periodos secos importantes de 3 a 4 meses.

El sitio de Malvén tuvo riego por surcos en los primeros 7 años de vida, el sitio de Rucamanqui no fue regado.

Los tratamientos incluidos en los ensayos comprenden 13 especies de *Eucalyptus*, 2 de *Acacia* y una de *Casuarina*, como se indica en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 2
DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES PLANTADOS EN 1997

Fundo / Descripción	Rucamanqui	Malvén
Año plantación	1997	1997
Suelo	Ceniza volcánica	Rojo arcilloso
Régimen hídrico	Sin riego	Con riego
Latitud S	37° 10' 52"	37° 43' 50"
Longitud W	71° 51' 29"	72° 22' 06"
Altitud (msnm)	470	170
Precipitación media anual (mm)	1.389	1.354
Temperatura media anual (°C)	11,6	12,2
Diseño	Bloques Completos al Azar	Bloques Completos al Azar
N° tratamientos	16	16
N° árboles/parcela	81	81
N° Réplicas	3	3
Espaciamiento inicial (m x m)	3 x 1,6	3,2 x 1,5
Superficie (ha)	1,9	1,9

Cuadro N° 3
DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS INVOLUCRADOS EN LOS ENSAYOS
FUNDOS RUCAMANQUI Y MALVÉN

Trat. N°	Genotipo	Especie	Origen	Localidad
1	S9726	<i>Acacia mearnsii</i>	Australia	Desconocida
2	S9720	<i>Eucalyptus cypellocarpa</i>	Australia	Desconocida
3	S4726	<i>Eucalyptus nitens</i>	Australia	Tallaganda SF
4	S9725	<i>Eucalyptus globulus ssp. pseudoglobulus</i>	Australia	Desconocida
5	S1703	<i>Eucalyptus globulus ssp. globulus</i>	Australia	Jeeralang
6	S9684	<i>Acacia dealbata</i>	Australia	Queen Vic. Terrace
7	S9727	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Chile	-
8	S9732	<i>Eucalyptus badjensis</i>	Australia	Desconocida
9	S9729	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Australia	Desconocida
10	S9730	<i>Eucalyptus delegatensis</i>	Chile	Octava Región
11	S9731	<i>Eucalyptus globulus ssp. maidenii</i>	Australia	Desconocida
12	S4829	<i>Eucalyptus smithii</i>	Australia	Orbost
13	S10055	<i>Eucalyptus benthamii</i>	Australia	Kedumba, Val.
14	S9779	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Australia	Lake Albacutya
15	S4819	<i>Eucalyptus viminalis</i>	Australia	Bendoc
16	S11006	<i>Eucalyptus cinerea</i>	Desconocido	Desconocida

Mediciones y Análisis de datos

Los ensayos fueron medidos a fines del 2011, cuando cumplieron 14 años de edad. Las variables consideradas fueron DAP, altura y estado sanitario, con un criterio forestal productivo. La supervivencia fue estimada en función de los árboles vivos a los 14 años como porcentaje de los

árboles plantados en total para cada tratamiento y réplica.

Debido a que para muchas de las especies no se cuenta con fórmulas para estimación de volumen, se utilizó una fórmula de árbol individual que considera el volumen de un cilindro por un factor de forma para cada especie. Luego el volumen se expandió por número de árboles por hectárea. Finalmente, se calcularon los promedios por ensayo y tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo Rucamanqui

En el sitio de Rucamanqui la supervivencia general del ensayo fue de 72% (Figura N° 1). Dentro de las especies de *Eucalyptus* la supervivencia obtenida alcanza al 74%. En general, la supervivencia es aceptable para la gran mayoría de las especies, excepto *E. urophylla* que fue de 18%, y en *E. smithii* y *E. camaldulensis* que fue de 54%. En general, los eventos de heladas en Rucamanqui afectaron la supervivencia de *E. urophylla* y *E. camaldulensis*.

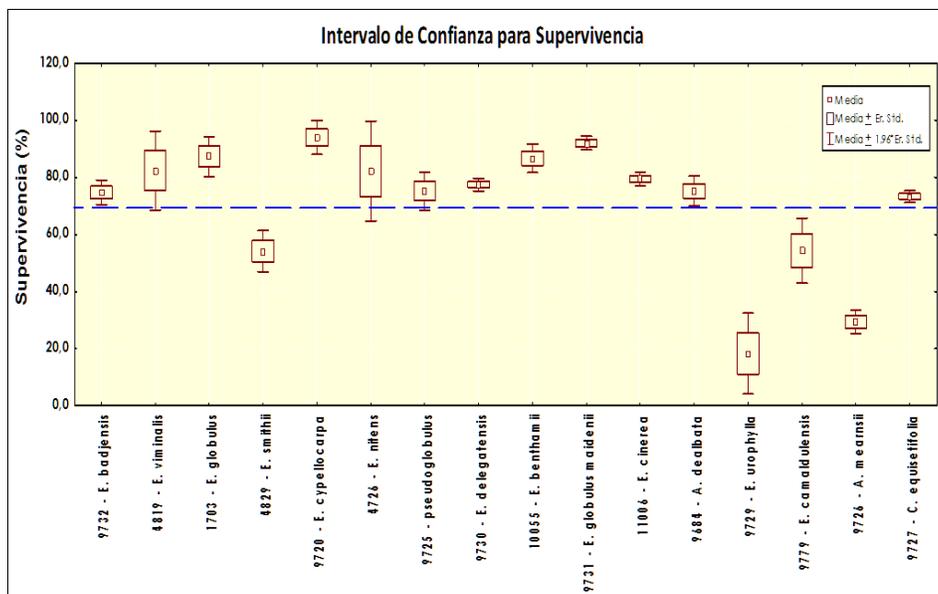


Figura N° 1
SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES EN ENSAYO RUCAMANQUI 14 AÑOS EDAD

Respecto del crecimiento después de 14 años, el promedio del ensayo alcanzó 364 m³/ha (Figura N° 2). Existen dos grupos principales de especies con en cuanto al volumen, uno de mayor crecimiento que comprende a *E. badjensis*, *E. viminalis*, *E. globulus ssp. globulus*, *E. smithii*, *E. cytellocarpa*, *E. nitens*, *E. globulus ssp. pseudoglobulus*, *E. delegatensis*, *E. benthamii* y *E. globulus ssp. maidenii*, y uno de menor crecimiento que comprende a *E. cinerea*, *A. dealbata*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *A. mearnsii* y *C. equisetifolia*.

En el caso de *E. urophylla*, *E. camaldulensis* y *A. mearnsii* el bajo nivel de productividad

estuvo parcialmente asociado a una baja tasa de supervivencia, pero por otro lado, también presentan bajas tasas de crecimiento de árbol individual.

Dentro de las especies más destacadas se encuentran *E. badjensis*, con un volumen a los 14 años de 776 m³/ha; *E. viminalis*, con 645 m³/ha; y *E. smithii*, con 542 m³/ha.

Al mismo tiempo, en las especies comerciales como *E. globulus* y *E. nitens* los niveles de productividad alcanzaron 610 y 493 m³/ha, respectivamente.

Si estos valores de crecimiento son llevados a IMA (Incremento Medio Anual), *E. badjensis* alcanza a 55 m³/ha/año, *E. viminalis* a 46 m³/ha/año y *E. smithii* a 39 m³/ha/año.

En esta zona se planta comercialmente *E. nitens* con un promedio de IMA de 50 m³/ha/año.

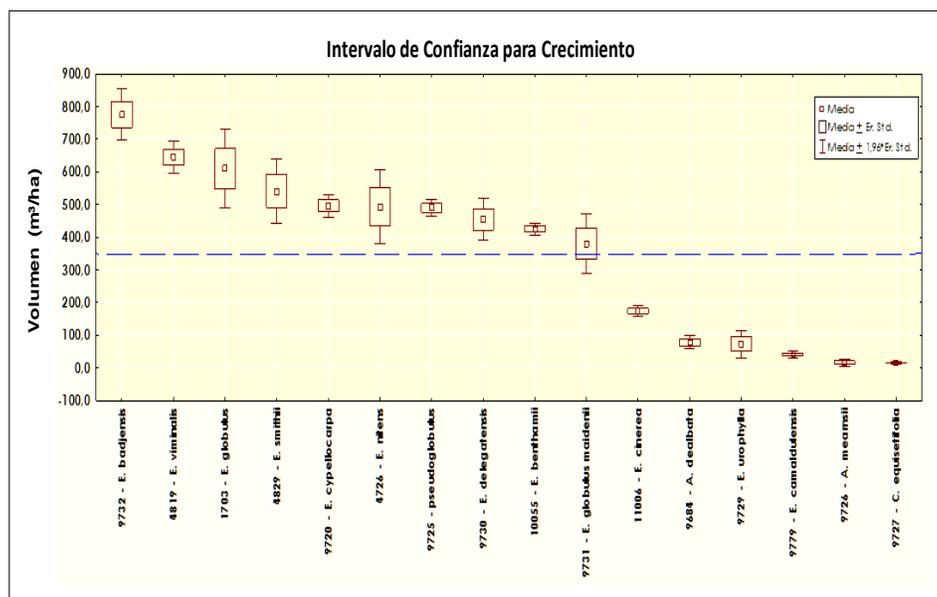


Figura N° 2
CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES EN ENSAYO RUCAMANQUI 14 AÑOS EDAD

Ensayo Malvén

En el sitio de Malvén la supervivencia general del ensayo fue de 70% (Figura N° 3). Dentro de las especies de *Eucalyptus* la supervivencia obtenida alcanza al 72%. Al igual que en el ensayo de Rucamanqui, la supervivencia es aceptable para la gran mayoría de las especies, excepto *E. urophylla* que fue de 26%, y *E. camaldulensis* que fue de 41%.

De igual forma que en Rucamanqui, *E. urophylla* y *E. camaldulensis* se vieron afectado por las heladas.

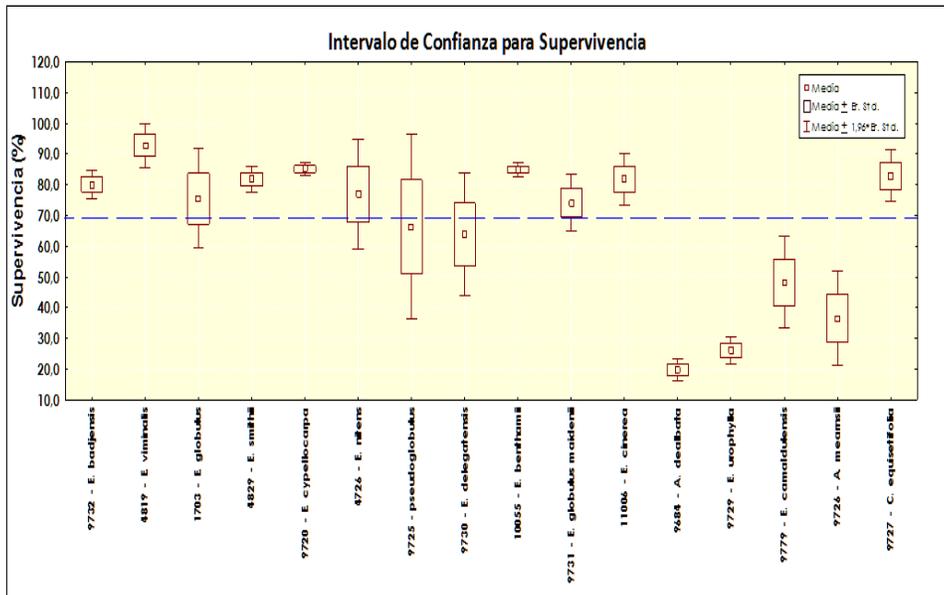


Figura N° 3
SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES EN ENSAYO MALVÉN 14 AÑOS EDAD

Respecto al crecimiento después de 14 años, el promedio del ensayo alcanzó 427 m³/ha (Figura N° 4). Los grupos de crecimiento son similares a los del ensayo Rucamanqui, excepto que *E. delegatensis* y *E. globulus maidenii* se encuentran bajo el promedio del ensayo.

Dentro de las especies más destacadas se encuentran *E. badjensis* con un volumen a los 14 años de 887 m³/ha, seguido por *E. smithii* con 765 m³/ha y *E. viminalis* con 760 m³/ha.

Al mismo tiempo, en las especies comerciales como *E. globulus* y *E. nitens* los niveles de productividad alcanzaron 572 y 603 m³/ha, respectivamente.

Si estos valores de crecimiento son llevados a IMA, *E. badjensis* alcanza 63 m³/ha/año, *E. smithii* a 55 m³/ha/año y *E. viminalis* a 54 m³/ha/año.

En suelos rojo arcillosos el crecimiento anual para el caso de *E. globulus* alcanza 35 m³/ha/año en plantaciones operacionales y para el caso de *E. nitens* el crecimiento alcanza en ensayos a 50 m³/ha/año.

En consecuencia, las especies destacadas parecen ser muy promisorias.

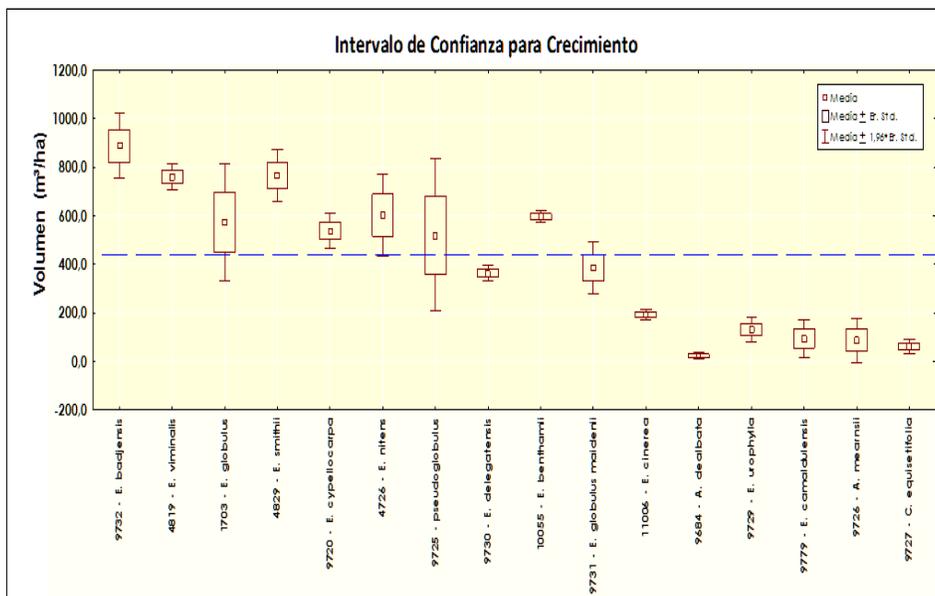


Figura N° 4
CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES EN ENSAYO MALVÉN 14 AÑOS EDAD

En ensayos de especies establecidos en Australia, en el estado de Nueva Gales del Sur, se incluyeron especies como *E. badjensis*, *E. benthamii*, *E. nitens*, *E. smithii* y *E. viminalis* y se evaluó la calidad de madera después de 14 años de edad (Hicks and Clark, 2001).

La densidad básica estimada con astillas para el caso de *E. badjensis* fluctuó entre 499 y 503 kg/m³, para *E. smithii* entre 552 y 568 kg/m³, para *E. viminalis* entre 506 y 517 kg/m³ y para *E. benthamii* entre 504 y 516 kg/m³. Estas densidades fueron un poco inferiores a las de *E. nitens*, usado como control en estos ensayos, que fluctuó entre 546 y 553 kg/m³.

También se evaluó rendimiento pulvable, variable para la cual destaca el control *E. nitens* con 50,6 - 52%, en tanto que *E. smithii* registra entre 51,2 - 52,2%; *E. badjensis* 48,4 - 53,3% y finalmente *E. viminalis* 43,9 - 51,5%.

En estudios anteriores de Forestal Mininco se ha muestreado *E. smithii* y *E. viminalis* en un sector de Rucamanqui y la densidad básica a los 9 años resultó de 508 kg/m³ para *E. smithii* a los 14 años de 530 kg/m³ para *E. viminalis*.

Para todas las especies probadas las semillas provienen de colectas en rodales sin mejoramiento genético, por lo que seleccionando individuos destacados y escalando en programas simples de mejora genética se pueden lograr mejores resultados que los presentados en este documento.

CONCLUSIONES

Los resultados de estos ensayos confirman que existen otras especies promisorias que merecen dados sus crecimientos, como son los casos de *E. badjensis*, *E. smithii* y *E. viminalis*.

Es importante ampliar la evaluación a otras zonas del patrimonio de Forestal Mininco, como también del país para identificar así zonas en las que estas especies crecen más que las tradicionalmente empleadas hasta ahora.

Otro aspecto importante de abordar es la evaluación de la calidad de madera de estas especies, que ya están en edad posible de rotación, a través de estudios de su aptitud para pulpa y para dendroenergía.

Es importante evaluar también su susceptibilidad a insectos y hongos, especialmente frente al daño que produce *Gonypterus* sp., ya que en el periodo juvenil de este ensayo esta plaga aún no se había hecho presente..

REFERENCIAS

Boland, D., Brooker, M., Chippendale, G., Hall, N., Hyland, B., Johnstone, R., Kleinig, D. and Turner, J., 1989. Forest Trees of Australia. CSIRO, Melbourne, 687pp.

INFOR, 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Gerencia de Desarrollo. AF 86/32. Santiago, Chile. 168 p.

Hicks, C. and Clark, N., 2001. Pulpwood Quality of 13 Eucalypt Species. RIRDC Publication N° 01/164. Barton, Australia. 38 p.

Jovanovic, T. y Booth, T., 2002. Improved species climatic profiles. RIRDC Publication N° 02/095. Barton, Australia. 68 p.