

# EVALUACION DE ESPECIES Y ORIGENES DEL GENERO *Eucalyptus*

Gustavo Balmelli<sup>1</sup>  
Fernando Resquín<sup>2</sup>

## INTRODUCCION

La elección de la especie a plantar depende de la consideración de una serie de factores, tanto físicos como económicos y financieros. El conocimiento del potencial productivo de diferentes especies en distintos sitios es de importancia fundamental al momento de decidir sobre la especie a utilizar.

La instalación de ensayos de especies es la única manera objetiva de cuantificar la aptitud relativa de las diferentes especies para crecer bajo determinadas condiciones de sitio y para producir diferentes productos. A su vez, la evaluación de diferentes fuentes de semilla para cada especie permite cuantificar la variabilidad intraespecífica y, si ésta es importante, permite determinar las fuentes de semilla más apropiadas para cada sitio y para cada objetivo de producción.

Dentro de este marco, el Programa Nacional Forestal del INIA ha venido instalando, desde 1990, una red de ensayos de especies y orígenes en las principales zonas de prioridad forestal. Se presentan a continuación los resultados de la evaluación de tres ensayos de especies y orígenes de *Eucalyptus* instalados en Tacuarembó. Además de la evaluación tradicional de crecimiento y productividad se consideraron otras características como rectitud del fuste, desrame natural, proporción de corteza y densidad, ya que en mayor o menor medida inciden en la cantidad y en la calidad del producto obtenido, tanto para la producción de celulosa como para la de madera sólida.

## MATERIALES Y METODOS

Tres ensayos de especies y orígenes de *Eucalyptus* fueron instalados en Zona 7 entre 1992 y 1995. Las características de los sitios y del diseño de los ensayos se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características de los sitios y del diseño de los ensayos.

	Ensayo 13	Ensayo 31	Ensayo 44
Lugar	Tacuarembó. EEN	Tacuarembó. U.E. La Magnolia	Tacuarembó. Paso Alto
Ubicación	Ruta 5, km 386	Ruta 26	Ruta 59
Suelo	7.32	7.32	7.32
Fecha de plantación	Setiembre 1992	Marzo 1994	Marzo 1995
Preparación de suelo	Total con excéntrica	Total con excéntrica	Fajas con surcador- alomador
Marco de plantación	2,5 x 3 m	2,2 x 2,5 m	2,5 x 3 m
Fertilización	no	no	No
Control de malezas	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año	Excéntrica entre filas durante el 1 <sup>er</sup> año
Diseño experimental	Parcelas divididas en BCA (4 repeticiones)	Parcelas divididas en BCA (6 repeticiones)	BCA (4 repeticiones)
Tamaño de parcela	30 plantas	10 plantas	20 plantas

<sup>1</sup> Ing. Agr. M.Sc. Programa Nacional Forestal - INIA / e-mail: gubal@inia.org.uy

<sup>2</sup> Ing. Agr., Programa Nacional Forestal - INIA / e-mail: nando@inia.org.uy

El ensayo 13 evalúa 4 especies con un número variable de orígenes; el Ensayo 31 evalúa 8 especies, también con varios orígenes y el Ensayo 44 evalúa 11 especies con un solo origen. Este último ensayo se instaló en

un sitio plano y muy bajo, con drenaje deficiente y alta probabilidad de daño por heladas. Las especies y orígenes evaluados en cada ensayo se presentan en los cuadros 2, 3 y 4.

**Cuadro 2.** Lista de materiales en evaluación en el Ensayo 13. ("Madres" se refiere al número de árboles de los cuales se sacó semilla para formar el lote).

SEEDLOT	ESPECIE	LOCALIDAD	ESTADO	LAT.	LONG.	ALT.(M)	MADRES
14838	<i>E. grandis</i> 17	WNWCardwell	QLD	18°14'	143°00'	620	7
16892	<i>E. grandis</i> 18	KinKin	QLD	26°12'	153°10'	40	12
16583	<i>E. grandis</i> 19	Atherton	QLD	17°18'	145°25'	1100	10
17709	<i>E. grandis</i> 20	Windsor Tableland	QLD	16°12'	145°10'	1250	16
16839	<i>E. grandis</i> 21	W of Coffs Harbour	NSW	30°15'	152°58'	450	20
17562	<i>E. grandis</i> 22	30 k SW Cairns.	QLD	17°13'	145°42'	700	10
15921	<i>E. grandis</i> 23	Kempsey Tan Ban SF	NSW	30°52'	152°51'	50	6
15508	<i>E. grandis</i> 24	W of Beelwah	QLD	26°53'	152°50'	100	11
15875	<i>E. grandis</i> 25	Baroon Pocket Maleny	QLD	26°42'	152°53'	200	20
13895	<i>E. grandis</i> 26	Wauchope	NSW	31°20'	152°37'	80	7
	<i>E. grandis</i> 27	Concordia	ARG				
	<i>E. maidenii</i> 1	Lujan	ARG				
17743	<i>E. maidenii</i> 2	Mt. Dromedary	NSW	36°22'	150°20'	400	3
17745	<i>E. maidenii</i> 3	Bolaro Mountain	NSW	35°40'	150°20'	380	5
17746	<i>E. maidenii</i> 4	Wyndham	NSW	36°54'	149°38'	540	7
17742	<i>E. maidenii</i> 5	Black Range Via Eden	NSW	37°10'	149°31'	320	37
17744	<i>E. maidenii</i> 6	Pool Road Via Eden	NSW	37°12'	149°28'	480	8
17769	<i>E. maidenii</i> 7	Yurammie SF	NSW	36°49'	149°45'	250	5
15917	<i>E. maidenii</i> 8	Bolaro Mountain	NSW	35°40'	150°20'	360	7
17608	<i>E. globulus</i> 10	King Island	TAS	39°56'	143°52'	40	22
16851	<i>E. globulus</i> 11	Otway State Forest	VIC	38°45'	143°26'	160	8
16852	<i>E. globulus</i> 12	Great Ocean Road	VIC	38°46'	143°31'	100	1
16853	<i>E. globulus</i> 9	Otway State Forest	VIC	38°45'	143°29'	260	3
16369	<i>E. bicostata</i> 13	Beechworth-Stanley	VIC	36°23'	146°42'	750	10
16370	<i>E. bicostata</i> 14	Mt. Strathbogie	VIC	35°56'	145°57'	700	14
16366	<i>E. bicostata</i> 15	Mt Cole SF	VIC	37°18'	143°18'	600	15

QLD: Queensland

NSW: New South Wales

TAS: Tasmania

VIC: Victoria

ARG: Argentina



**Cuadro 3.** Lista de materiales en evaluación en el Ensayo 31.

Seedlot	Especie	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.(m)	Madres
17283	<i>E. badjensis</i>	Badja S.F. E. of Cooma	NSW	36.10	149.31	1000	2
16308	<i>E. badjensis</i>	Brown Mtn. Nimmitabel	NSW	36.35	149.26	700	7
17018	<i>E. badjensis</i>	4 Km E. Cathcart S.F.	NSW	36.50	149.31	900	3
16370	<i>E. bicostata</i>	Mt. Strathbogie	VIC	35.56	145.57	700	14
16369	<i>E. bicostata</i>	Beechworth-Stanley	VIC	36.23	146.42	750	10
16366	<i>E. bicostata</i>	VIC Mt. Cole S.F.	VIC	37.18	143.18	600	15
15269	<i>E. bicostata</i>	Wee Jasper	NSW	30.11	148.54	870	8
15992	<i>E. bosistoana</i>	27.3 Km WSW Narooma	QLD	36.16	149.56	200	10
18264	<i>E. dunnii</i>	Yabbra Plains Rd.	NWS	28.37	152.29	500	41
18231	<i>E. dunnii</i>	Koreelah S.F.	NSW	28.18	152.30	575	7
17923	<i>E. dunnii</i>	Clouds Creek	NSW	30.00	152.41	320	6
17922	<i>E. dunnii</i>	Moletton	NSW	30.05	152.54	420	9
17916	<i>E. dunnii</i>	Koreelah S.F.	NSW	28.19	152.30	710	4
18277	<i>E. grandis</i>	Bellthorpe	QLD	26.52	152.42	400	16
18274	<i>E. grandis</i>	Bagawa S.F.	NSW	30.07	152.54	440	7
18273	<i>E. grandis</i>	Wedding Bells S.F.	NSW	30.10	153.07	100	11
18180	<i>E. grandis</i>	Baldy State Forest	QLD	17.17	145.23	1000	12
17742	<i>E. maidenii</i>	Black Range Via Eden	NSW	37.10	149.41	320	37
17746	<i>E. maidenii</i>	Wyndham	NSW	36.54	149.38	540	7
17769	<i>E. maidenii</i>	Yurammie S.F.	NSW	36.49	149.45	250	7
12014	<i>E. maidenii</i>	NSW Mt. Dromedary	NSW	36.22	149.	610	7
17744	<i>E. maidenii</i>	Pool Road Via Eden	NSW	37.12	149.28	480	8
16620	<i>E. saligna</i>	Clyde River Yadboro	NSW	35.20	150.12	60	5
16901	<i>E. saligna</i>	Moletton	NSW	30.07	152.51	580	8
18162	<i>E. saligna</i>	Bellthorpe	QLD	26.52	152.42	400	18
18361	<i>E. saligna</i>	Styx River S.F.	NSW	30.39	152.08	950	10
18241	<i>E. saligna</i>	Nswmount Boss S.F.	NWS	31.20	152.25	600	10
15099	<i>E. viminalis</i>	10 Km S Armidale	NSW	30.29	152.18	1200	25
11746	<i>E. viminalis</i>	55 Km NE Orbost	VIC	37.24	148.34	600	7
14512	<i>E. viminalis</i>	Mt. Canobolas	NSW	33.24	149.01	90	25
18112	<i>E. viminalis</i>	Tambo R Via Swifts Ck	VIC	37.10	147.47	480	8
14523	<i>E. viminalis</i>	Nullo Mt. NE Rylstone	NSW	32.43	150.13	900.	26

NSW: New South Wales

VIC: Victoria

QLD: Queensland

**Cuadro 4.** Lista de materiales en evaluación en el Ensayo 44.

Especie	Lote	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.(m)	Madres
<i>amplifolia</i>	13169	S. Bulahdelah	NSW	13.25	152.15	6	11
<i>benthamii</i>	18787	Kedeumba Valley	NSW	33.49	150.23	140	21
<i>camaldulensis</i>	15029	N. Lake Albacutya	VIC	35.42	141.57	70	12
<i>dunnii</i>	18264	Yabbra Planes	NSW	28.37	152.29	500	48
<i>globulus</i>	16633	Jeeralang North	VIC	38.19	146.33	220	27
<i>grandis</i>	18146	Coffs Harbour Orchard	NSW	30.08	153.07	100	24
<i>macarthurii</i>	18322	Paddys Hume	NSW	34.39	150.07	580	8
<i>microcorys</i>	15607	Beerburrum	QLD	26.56	152.52	120	10
<i>smithii</i>	18284	Tallaganda State For.	NSW	36.13	149.48	80	40
<i>tereticornis</i>	13304	Nerrigundah	NSW	36.13	149.48	80	9
<i>viminalis</i>	14512	Mt. Canobolas	NSW	33.24	149.01	900	25

Los ensayos se midieron al primer año (sobrevivencia y altura) y luego cada dos años (sobrevivencia, altura y diámetro al pecho (DAP)). A partir de estos datos se calculó el volumen por árbol y por hectárea (con corteza), presentándose aquí la última evaluación para cada ensayo (7° año en Ensayo 13 y 5° año en los Ensayos 31 y 44). Para el cálculo del volumen se utilizó un factor de forma diferente para cada especie de acuerdo a mediciones realizadas en árboles apeados. Los valores usados fueron: 0,39 para *E. globulus* y *E. bicostata*; 0,40 para *E. badjensis* y *E. viminalis*; 0,41 para *E. grandis*, *E. saligna* y *E. dunnii* y 0,45 para *E. maidenii* y *E. bosistoana*. En el Ensayo 44 se utilizó un factor de forma de 0,5 para todas las especies.

Se efectuó además, para todos los árboles de los Ensayos 13 y 31, una evaluación de forma (rectitud del fuste) y en el Ensayo 13 se realizó además una evaluación de desrame natural. En ambos casos se utilizó una escala subjetiva de cinco puntos, correspondiendo 1 a la peor evaluación y 5 a la mejor. También se midió el espesor de corteza y la penetración del Pilodyn (como un indicador de la densidad) en árboles representativos de cada parcela (10 en el Ensayo 13 y 5 en el Ensayo 31).

Se realizaron análisis de varianza para todas las características evaluadas, utilizándose

se el PROC GLM del SAS. Dado que el número de orígenes es diferente para cada especie, los contrastes de medias entre especies se realizaron por el test de medias corregidas por mínimos cuadrados (LSMEANS). Dentro de cada especie, los contrastes entre orígenes se realizaron por el test de Duncan. En ambos casos el nivel de significación utilizado fue del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Ensayo de especies y orígenes al séptimo año (Ensayo 13)

#### A. Comportamiento de las diferentes especies

##### *Sobrevivencia, productividad individual y por hectárea*

Del análisis de varianza se observa que existen diferencias significativas entre especies para sobrevivencia, volumen por árbol y volumen por hectárea (con corteza). Los valores y contrastes de medias se presentan en el cuadro 5.



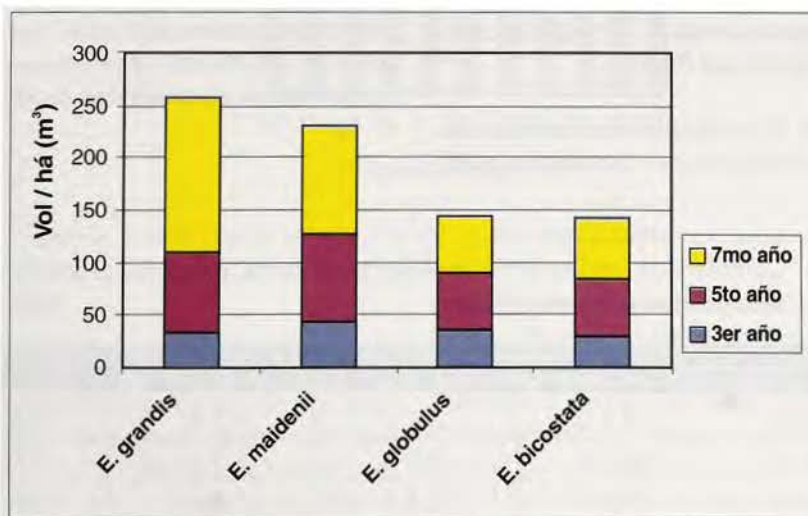
**Cuadro 5.** Diferencias entre especies para varias características al séptimo año. Especies con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de LSMEANS.

Espece	Sobrevivencia (%)	Volumen/árbol (dm <sup>3</sup> )(c/corteza)	Volumen/ha (m <sup>3</sup> )(c/corteza)
<i>E. grandis</i>	87 b	220 a	258 a
<i>E. maidenii</i>	91 a	191 a	231 a
<i>E. globulus</i>	75 c	143 b	144 b
<i>E. bicostata</i>	89 ab	124 b	142 b

La sobrevivencia promedio del ensayo al séptimo año es de 87 %, siendo *E. maidenii* y *E. globulus* las especies con mayor y menor sobrevivencia, con valores de 91 y 75 %, respectivamente.

Al séptimo año *E. grandis* y *E. maidenii* no difieren estadísticamente entre sí, tanto en crecimiento individual como en producción acumulada por hectárea, pero superan a *E. globulus* y *E. bicostata*. Las dos primeras especies alcanzan incrementos medios anuales (IMA) al séptimo año de 37 y 33 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente, mientras que las dos últimas llegan a 20 m<sup>3</sup>/ha/año.

En la Figura 1 puede observarse la producción acumulada hasta las mediciones de tercer, quinto y séptimo año. *E. globulus* y *E. bicostata* tienen un patrón de crecimiento similar, en cambio *E. maidenii* y *E. grandis* presentan comportamientos disímiles. *E. maidenii* tiene un rápido crecimiento inicial, superando a *E. grandis* hasta el quinto año. A partir del quinto año el crecimiento de *E. grandis* se incrementa marcadamente y al llegar al séptimo año su producción acumulada sobrepasa a la de *E. maidenii*.



**Figura 1.** Volumen por hectárea (con corteza) acumulado por especie hasta el tercer, quinto y séptimo año de crecimiento.

Si se tiene en cuenta la velocidad de crecimiento en las diferentes etapas (Figura 2) puede verse que tanto *E. globulus* como *E. bicostata* parecen haber alcanzado una tasa de crecimiento constante (aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/ha/año) mientras que *E. maidenii* y *E. grandis* mantienen incrementos corrientes anuales (ICA) crecientes. Para el promedio del sexto y séptimo año *E. grandis* tuvo incrementos de aproximadamente 75 m<sup>3</sup>/ha/año y *E.*

*maidenii* de 55 m<sup>3</sup>/ha/año. Observando la pendiente de las curvas parecería que *E. maidenii* comienza a disminuir la velocidad con que aumenta el ICA a partir del quinto año, mientras que no sucede lo mismo en *E. grandis*. Esto significa que de mantenerse esta tendencia las diferencias existentes entre especies en cuanto a la producción por hectárea, serán aún mayores que hasta el momento.

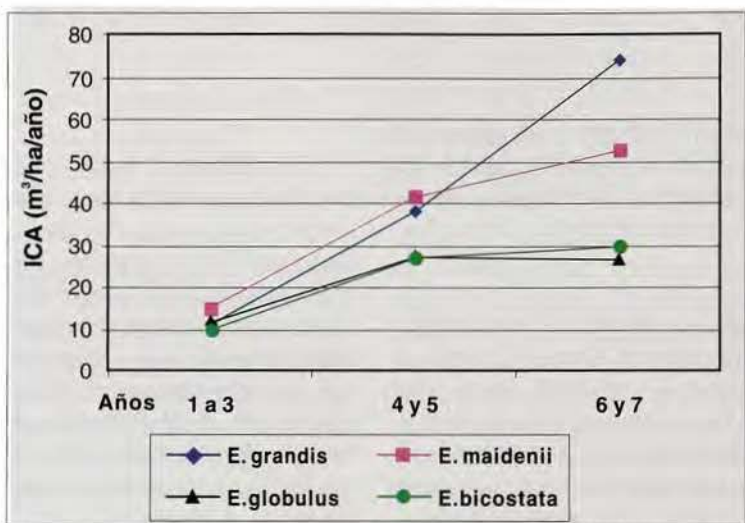


Figura 2. Evolución del ICA (incremento corriente anual) en los intervalos entre dos mediciones: plantación -tercer año; tercer a quinto año y quinto a séptimo año.

**Porcentaje de corteza, forma, desrame y penetración del Pilodyn**

porcentaje de corteza, forma, desrame y penetración del Pilodyn. Los valores y contrastes de medias se presentan en el cuadro 6.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre especies para las variables

Cuadro 6. Contraste de medias entre especies para forma, desrame, proporción de corteza y penetración del Pilodyn.

Especie	Corteza (%)	Forma	Desrame	Pilodyn (mm)
<i>E. grandis</i>	14,1 b	3,1 a	2,5 b	24,0 a
<i>E. maidenii</i>	18,2 a	3,0 a	3,1 a	15,4 d
<i>E. globulus</i>	9,9 c	2,4 b	1,9 c	19,1 b
<i>E. bicostata</i>	15,2 b	2,9 a	1,7 c	16,2 c

Especies con la misma letra no difieren al 5% de significación por el test de LSMEANS.



La proporción de corteza (característica que afecta directamente el rendimiento de madera pero que también influye en la dificultad del descortezado y por lo tanto incide en los costos de cosecha) fue significativamente menor en *E. globulus* y mayor en *E. maidenii*, presentando *E. grandis* y *E. bicostata* valores intermedios.

*E. grandis* y *E. maidenii* presentaron en general mejor forma del fuste y desrame natural (características deseables desde el punto de vista de la producción de madera para aserrar) que *E. globulus* y *E. bicostata*.

La especie con los menores valores de penetración del Pilodyn (o sea con mayor densidad de madera) fue *E. maidenii*, seguida por *E. bicostata* y *E. globulus*, siendo *E. grandis* la especie con menor densidad. Desde el punto de vista de la producción de madera sólida, la densidad determina en buena medida los posibles usos de la madera así como la durabilidad de los productos. Para la producción de pulpa, la densidad de madera afecta

directamente tanto el rendimiento de pulpa como la calidad del papel.

### B. Comportamiento de los diferentes orígenes dentro de cada especie

#### *E. grandis*

El análisis de varianza no reveló diferencias significativas entre orígenes para el volumen por hectárea (Figura 3). En este caso se mantiene la misma tendencia observada en la evaluación al quinto año (Resquín y Balmelli, 1999) en cuanto al ranking de los orígenes de acuerdo a su crecimiento. En este sentido el origen 22 (30 k SW Cairns) es el de mayor crecimiento, con un IMA al séptimo año de 43 m<sup>3</sup>/ha/año. Este origen fue además uno de los de mejor rectitud del fuste, presentando buenos valores de desrame y densidad (Resquín y Balmelli, 1999). Sin embargo, desde el punto de vista de la tolerancia al frío, este origen presentó un comportamiento relativamente pobre (Balmelli, 1993).

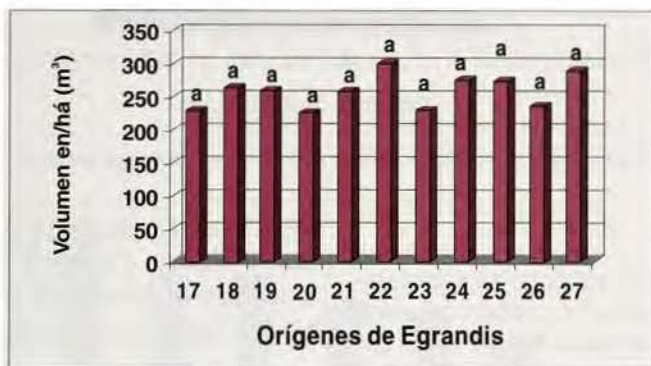


Figura 3. Volumen por hectárea al 7mo año, de diferentes orígenes de *E. grandis*.

#### *E. maidenii*

Esta es la única especie en la cual el análisis de varianza detecta diferencias significativas entre orígenes para el volumen por hectárea (Figura 4). Sin embargo, estas diferencias están dadas por la superioridad del origen 3 (Bolaro Mountain), el cual alcanza un IMA al séptimo año de 42 m<sup>3</sup>/ha/año. El resto de los orígenes tienen crecimientos similares,

presentando valores de IMA entre 30 y 34 m<sup>3</sup>/ha/año. El origen 3 presenta además alta densidad y baja proporción de corteza, siendo también el origen de mejor forma y mayor desrame natural (Resquín y Balmelli, 1999), siendo por lo tanto la fuente de semilla más recomendable. Sin embargo, el origen 8 también proviene de la región de Bolaro Mountain y como se vio, su comportamiento no se destaca del resto de los orígenes.

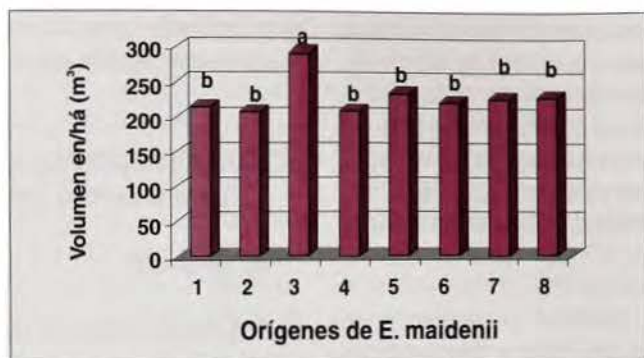


Figura 4. Volumen por hectárea, al séptimo año, de diferentes orígenes de *E. maidenii*.

***E. globulus***

Para esta especie no se encontraron diferencias significativas entre orígenes para volumen por hectárea (Figura 5). Los orígenes

9 y 11, ambos de la zona "Otway State Forest", llegan a valores de IMA al séptimo año de 25 m³/ha/año, presentando valores promedio en las demás características evaluadas (Resquín y Balmelli, 1999).

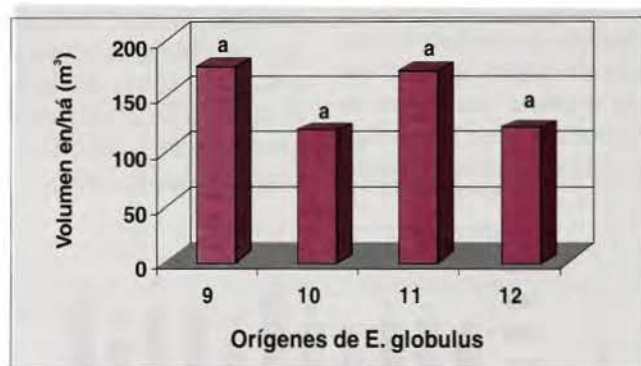


Figura 5. Volumen por hectárea, al séptimo año, de diferentes orígenes de *E. globulus*.

***E. bicostata***

Para esta especie tampoco se encontraron diferencias significativas entre orígenes para volumen por hectárea (Figura 6). El ori-

gen 14 (Mt. Strathbogie) alcanza un valor de IMA al séptimo año de 25 m³/ha/año, no destacándose en las demás características evaluadas (Resquín y Balmelli, 1999).

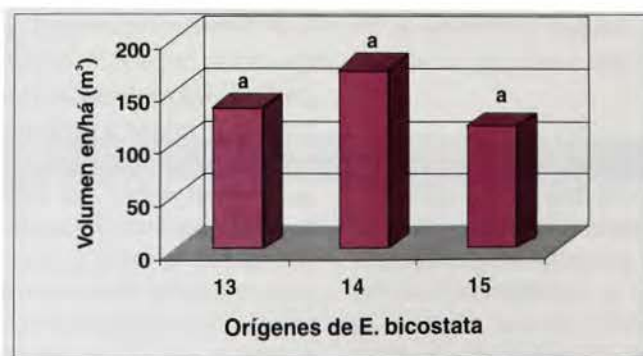


Figura 6. Volumen por hectárea, al séptimo año, de diferentes orígenes de *E. bicostata*.



**Ensayo de especies y orígenes al quinto año (Ensayo 31)**

**A. Comportamiento de las diferentes especies**

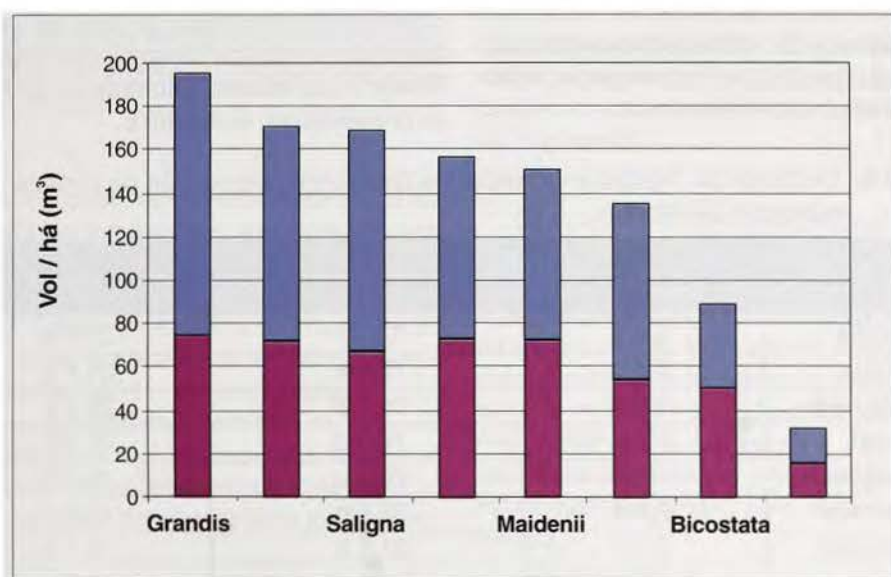
*Sobrevivencia, producción individual y por hectárea*

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre especies para sobrevivencia, volumen por árbol y volumen por hectárea (con corteza). Los valores y contrastes de medias se presentan en el cuadro 7 y la producción acumulada por hectárea hasta el tercer y quinto año en la Figura 7.

**Cuadro 7.** Contraste de medias entre especies para sobrevivencia, volumen por árbol y volumen por hectárea, al quinto año.

Especie	Sobrevivencia (%)	Volumen/árbol (dm <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> )
<i>E. grandis</i>	78,3 a	136 b	195 a
<i>E. dunnii</i>	76,3 a	125 bc	171 b
<i>E. saligna</i>	79,7 a	116 c	169 bc
<i>E. badjensis</i>	50,0 c	188 a	157 bc
<i>E. maidenii</i>	79,7 a	101 c	150 bc
<i>E. viminalis</i>	63,0 b	116 c	135 c
<i>E. bicostata</i>	76,3 a	64 d	89 d
<i>E. bosistoana</i>	70,0 ab	23 e	31 e

Nota: especies con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de LSMEANS.



**Figura 7.** Volumen por hectárea (con corteza) acumulado (tercer y quinto año).

La sobrevivencia promedio del ensayo al quinto año es de 73.5% (variando entre 80 % para *E. saligna* y 50 % para *E. badjensis*), el crecimiento individual promedio es de 112 dm<sup>3</sup>/árbol (variando entre 188 para *E. badjensis* y 23 para *E. bosistoana*) y la producción por hectárea promedio es de 148 m<sup>3</sup>/ha (variando entre 195 y 31, para *E. grandis* y *E. bosistoana*, respectivamente).

*E. grandis*, combinando buenos valores de sobrevivencia y crecimiento individual, es la especie de mayor producción por hectárea, siendo significativamente superior a todas las demás especies. En este ensayo alcanza al quinto año incrementos medios anuales (IMA) de 39 m<sup>3</sup>/ha/año.

*E. dunnii* y *E. saligna* tienen también buena sobrevivencia y crecimiento individual, presentando por lo tanto buena producción por hectárea, con incrementos de 34 m<sup>3</sup>/ha/año, no difiriendo significativamente entre sí.

*E. badjensis* es la especie con mayor crecimiento individual, sin embargo es también la especie con la peor sobrevivencia (lo que en cierta forma podría explicar los altos valores de volumen por árbol), ocupando en definitiva un lugar intermedio en cuanto a su productividad por hectárea (31.4 m<sup>3</sup>/ha/año).

*E. maidenii* y *E. viminalis* presentan una productividad media, con incrementos de 30 y 27 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente.

*E. bicostata* tiene una sobrevivencia relativamente buena pero muy pobre crecimiento individual, por lo que su producción por hectárea es baja. En este ensayo alcanza al quinto año incrementos de 18 m<sup>3</sup>/ha/año, lo que representa un 46 % de la productividad de *E. grandis*.

Finalmente, si bien se probó un solo origen de *E. bosistoana*, esta especie presentó muy pobre crecimiento (con incrementos de solo 6 m<sup>3</sup>/ha/año), siendo por lo tanto una especie totalmente inadecuada desde el punto de vista productivo.

En la Figura 7 puede observarse también que las diferencias entre especies aumentaron al pasar del tercer al quinto año de evaluación. En dicho período, la especie con mayor incremento corriente anual (ICA) fue también *E. grandis*, con 60 m<sup>3</sup>/ha/año, seguido por *E. dunnii* y *E. saligna* con 50 m<sup>3</sup>/ha/año, *E. badjensis*, *E. maidenii* y *E. viminalis* con 40 m<sup>3</sup>/ha/año y finalmente *E. bicostata* y *E. bosistoana* con 20 y 8 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente.

### Forma, porcentaje de corteza y penetración del Pilodyn

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre especies para las variables forma, proporción de corteza y penetración del Pilodyn. Los valores y contrastes de medias se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Contraste de medias entre especies para forma, proporción de corteza y penetración del Pilodyn.

Especie	Forma (%)	Proporción corteza Pilodyn (mm)	Penetración del
<i>E. grandis</i>	3,3 b	13,7 f	27,0 a
<i>E. saligna</i>	3,4 b	15,4 e	21,4 b
<i>E. badjensis</i>	2,8 d	15,1 ef	20,2 c
<i>E. dunnii</i>	3,6 a	18,5 d	20,3 c
<i>E. maidenii</i>	3,3 b	20,1 c	15,3 f
<i>E. viminalis</i>	2,8 d	22,6 b	19,2 d
<i>E. bicostata</i>	3,1 c	21,5 b	16,1 e
<i>E. bosistoana</i>	2,5 e	26,0 a	12,7 g

Especies con la misma letra no difieren al 5 % de significación por el test de LSMEANS.



*E. dunnii* es la especie de mejor forma o sea la de fustes más rectos, siendo en esta característica significativamente superior que el resto de las especies. *E. saligna*, *E. grandis* y *E. maidenii* también presentan buena forma, no difiriendo estadísticamente entre sí. *E. bicostata* se encuentra en una situación intermedia y *E. badjensis*, *E. viminalis* y *E. bosistoana* son las especies de peor forma.

Si bien las especies más utilizadas para aserrado son *E. grandis* y *E. saligna*, existen evidencias de que en rotaciones largas, de aproximadamente veinte años, la madera de *E. dunnii* tiene propiedades físicas y mecánicas aún mejores que las de *E. grandis* (Calori y Kikuti, 1997). Considerando además la gran rectitud de fuste de esta especie, puede pensarse en un cambio futuro de utilización, pasando de la celulosa hacia el aserrado.

La especie con menor proporción de corteza es *E. grandis*, seguida de *E. badjensis* y *E. saligna* y la de mayor proporción es *E. bosistoana*, seguida de *E. viminalis* y *E. bicostata*. En general se observa una correlación negativa entre productividad y proporción de corteza, o en otras palabras, las especies que crecen más rápido tienen menor proporción de corteza. Esto hace que las diferencias entre especies en cuanto a la producción por hectárea se amplíen al considerar el volumen sin corteza.

Desde el punto de vista de la densidad de la madera, la especie con menores valores de penetración del Pilodyn (mayor densidad) es *E. bosistoana*, seguida de *E. maidenii* y *E. bicostata*. En el otro extremo se encuentra *E. grandis*, cuya madera es la de menor densidad, seguida por *E. saligna*, *E. dunnii* y *E. badjensis*. En este caso también se observa una tendencia a que las especies de mayor velocidad de crecimiento tengan mayores valores de penetración y por lo tanto menor densidad.

## B. Comportamiento de los diferentes orígenes dentro de cada especie

El análisis de varianza reveló la existencia de diferencias significativas entre orígenes tanto para producción (volumen por hectárea), como para forma, proporción de corteza y penetración del Pilodyn. Sin embargo las diferencias entre orígenes se dan sólo en algunas especies, lo que puede observarse en el Cuadro 7, donde se presentan los valores para cada origen y los contrastes de medias correspondientes.

Desde el punto de vista de su productividad, los orígenes de *E. dunnii*, *E. saligna* y *E. viminalis* presentan diferencias significativas entre sí, en cambio no se encontraron diferencias entre los orígenes de *E. badjensis*, *E. bicostata*, *E. grandis* y *E. maidenii*.

En *E. dunnii*, se destaca por su crecimiento el origen 18264, siendo el origen más productivo de todo el ensayo, alcanzando incrementos al quinto año de 43 m<sup>3</sup>/ha/año. El origen de mayor producción dentro de *E. saligna* fue el 16620 y dentro de *E. viminalis* el 11746, ambos con incrementos de 38 m<sup>3</sup>/ha/año. Es importante destacar que si bien *E. viminalis* como especie presentó un comportamiento relativamente pobre (Figura 1), un buen origen puede alcanzar crecimientos similares a los de *E. grandis*.

En cuanto a forma, proporción de corteza y penetración del Pilodyn, se detectaron diferencias significativas entre orígenes para casi todas las especies, sin embargo, en la mayoría de los casos, los mejores orígenes para determinada característica no tienen buenos valores en las demás. Solamente los orígenes 16308 de *E. badjensis* y 18361 de *E. saligna* se destacan por presentar simultáneamente buenos valores para las tres características.

**Cuadro 9.** Contraste de medias entre orígenes (dentro de cada especie) para volumen por hectárea (con corteza), forma, proporción de corteza y penetración de Pilodyn.

Especie	Origen	Volumen/ha	Forma	Corteza	Pilodyn
<i>E. badjensis</i>	17018	186 a	2,7 b	15,4 a	21,1 a
	16308	165 a	3,1 a	14,7 a	19,3 b
	17283	150 a	2,7 b	15,2 a	20,3 ab
<i>E. bicostata</i>	16366	102 a	2,8 b	20,3 b	16,3 a
	16370	89 a	3,2 a	21,7 ab	16,0 a
	16369	84 a	3,3 a	21,1 b	16,2 a
	15269	81 a	3,1 a	23,1 a	15,9 a
<i>E. dunnii</i>	18264	215 a	3,7 a	17,7 a	20,3 a
	17923	175 ab	3,7 a	17,8 a	20,9 a
	17922	174 ab	3,5 a	17,8 a	19,0 c
	17916	139 bc	3,7 a	19,7 a	21,3 a
	18231	121 c	3,6 a	19,4 a	19,9 bc
<i>E. grandis</i>	18273	211 a	3,3 a	12,6 b	27,6 a
	18274	206 a	3,4 a	13,6 ab	26,3 a
	18180	183 a	3,2 a	14,4 a	26,8 a
	18277	181 a	3,4 a	14,2 a	27,5 a
<i>E. maidenii</i>	17769	170 a	3,5 a	21,7 a	15,8 a
	12014	165 a	3,2 b	17,5 b	15,8 a
	17746	162 a	3,3 ab	19,9 ab	14,7 b
	17742	126 a	3,4 ab	21,5 a	14,8 b
	17744	125 a	3,2 b	19,8 ab	15,3 ab
<i>E. saligna</i>	16620	190 a	3,3 b	14,9 a	20,7 b
	18361	182 ab	3,6 a	14,9 a	20,8 b
	18241	175 ab	3,5 a	15,2 a	21,9 ab
	16901	157 ab	3,2 b	16,8 a	22,1 a
	18162	140 b	3,4 ab	15,3 a	21,5 ab
<i>E. viminalis</i>	11746	190 a	2,9 a	18,6 b	20,2 a
	18112	165 ab	2,6 a	24,3 a	17,4 b
	15099	110 b	3,0 a	23,5 a	18,0 b
	14523	106 b	2,9 a	23,0 a	20,0 a
	14512	106 b	2,7 a	23,9 a	20,3a

Nota: Dentro de cada especie, orígenes con igual letra no difieren entre sí al 5 % de significación por el test de Duncan.



### Ensayo de especies en sitio bajo al quinto año (Ensayo 44).

#### *Sobrevivencia, producción individual y por hectárea de las diferentes especies*

El análisis de varianza detectó que las diferencias entre especies para las variables

sobrevivencia, volumen por árbol y volumen por hectárea (con corteza) al quinto año son estadísticamente significativas. Los valores y contrastes de medias se presentan en el Cuadro 10. Todos los árboles de *E. microcorys* murieron entre el primer y el segundo año, por lo que esta especie se excluyó del análisis.

**Cuadro 10.** Contraste de medias entre especies para sobrevivencia, volumen por árbol y volumen por hectárea, al quinto año.

Espece	Sobrevivencia (%)	Volumen/árbol (dm <sup>3</sup> )	Volumen/ha (m <sup>3</sup> )
<i>benthamii</i>	90,0 a	141,9 a	169,5 a
<i>smithii</i>	77,5 ab	142,5 a	145,4 ab
<i>dunnii</i>	70,0 ab	107,9 ab	109,3 abc
<i>globulus</i>	68,7 ab	106,0 ab	100,1 bc
<i>grandis</i>	62,5 b	92,7 abc	78,1 c
<i>viminalis</i>	61,2 b	85,3 abc	74,6 c
<i>macarthurii</i>	76,2 ab	64,3 bc	64,6 c
<i>tereticornis</i>	91,2 a	52,3 bc	63,0 c
<i>amplifolia</i>	81,2 ab	44,9 bc	47,5 c
<i>camaldulensis</i>	85,0 ab	38,0 c	43,9 c

La sobrevivencia promedio del ensayo al quinto año es de 76.4% (variando entre 91 % para *E. tereticornis* y 61 % para *E. viminalis*), el crecimiento individual promedio es de 87,6 dm<sup>3</sup>/árbol (variando entre 142 para *E. smithii* y 38 para *E. camaldulensis*) y la producción por hectárea promedio es de 89.6 m<sup>3</sup>/ha (variando entre 169 y 44, para *E. benthamii* y *E. camaldulensis*, respectivamente).

*E. benthamii* es la especie de mejor comportamiento, presentando buena sobrevivencia y buen crecimiento individual, siendo por lo tanto la especie de mayor producción por hectárea en este ensayo. *E. smithii* se encuentra en un segundo lugar, con aceptable sobrevivencia y buen crecimiento individual. El IMA al quinto año para estas dos especies es de 34 y 29 m<sup>3</sup>/ha/año, lo que representa una buena productividad para un sitio bajo y sin pendiente y por lo tanto con drenaje deficiente y alta probabilidad de heladas. *E.*

*dunnii* y *E. globulus* conforman un tercer grupo con aceptable comportamiento, presentando un IMA al quinto año de 22 y 20 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente. Las demás especies tienen baja producción por hectárea, debido en algunos casos a una baja sobrevivencia (*E. grandis* y *E. viminalis*) y en otros a un lento crecimiento (*E. macarthurii*, *E. tereticornis*, *E. amplifolia* y *E. camaldulensis*).

En la Figura 8 se observa que *E. benthamii* fue también la especie con mayor crecimiento entre el tercer y quinto año, con un ICA de 68 m<sup>3</sup>/ha/año. Por otro lado, llama la atención el comportamiento de *E. viminalis* que siendo la especie con mayor producción por hectárea al tercer año, es la de menor incremento entre el tercer y quinto año, debido tanto a una disminución importante en la sobrevivencia como a un pobre crecimiento individual en ese período.

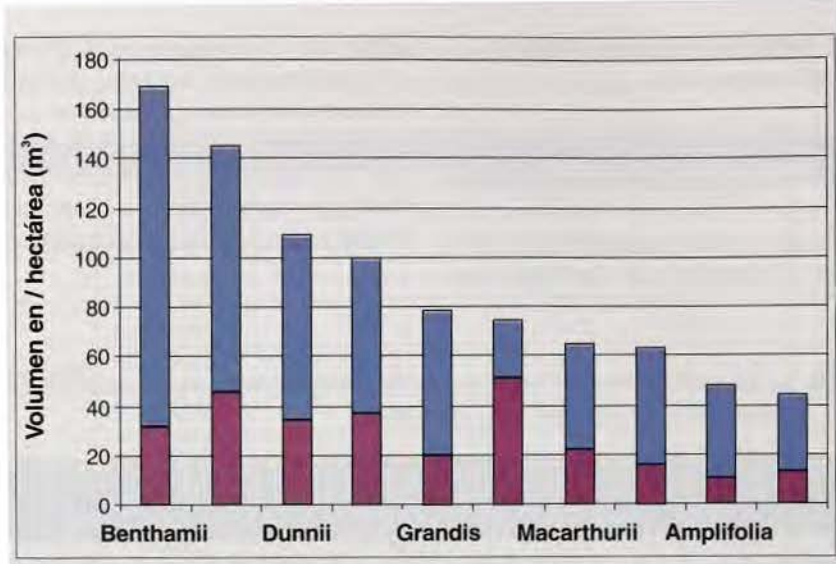


Figura 8. Volumen por hectárea (con corteza) acumulado (tercer y quinto año).

## CONCLUSIONES SOBRE ESPECIES Y ORIGENES (E 13; E 31 Y E 44).

En base a la evaluación de estos ensayos puede concluirse que en sitios típicos de Zona 7 *E. grandis*, *E. saligna*, *E. dunnii* y *E. maidenii* tienen hasta el tercer año crecimientos similares, pero a partir del quinto año *E. grandis* pasa a ser la especie más productiva. De estas cuatro especies *E. grandis* es además la de menor porcentaje de corteza por lo que aumenta su productividad relativa cuando se considera la madera descortezada. Estas cuatro especies son también las de mejor forma, lo que es deseable desde el punto de vista de la producción de madera aserrada y debobinada.

Con respecto a la densidad de la madera, *E. maidenii* y *E. grandis* son, respectivamente, las especies con mayor y menor densidad, mientras que *E. dunnii* y *E. saligna* tienen valores intermedios. Las demás especies evaluadas, *E. badjensis*, *E. viminalis*, *E. bicostata* y *E. globulus* tienen en general menor productividad y peor forma, presentando valores intermedios de densidad.

Dentro de especies también se encontraron, en mayor o menor medida, diferencias entre orígenes, tanto en productividad como en las demás características evaluadas. Sin embargo, en muy pocos casos estas diferencias fueron estadísticamente significativas.

Para sitios bajos, si bien se evaluó un sólo origen de cada especie, los resultados parecen confirmar que las especies más productivas como *E. grandis* o *E. dunnii* no son las más adecuadas, posiblemente por problemas de exceso de humedad en el suelo y/o por daños de heladas. Para estos sitios aparecen como alternativas promisorias especies poco utilizadas como *E. benthamii* y *E. smithii*.

Si bien la información obtenida hasta el momento es parcial, ya que se trata de una evaluación relativamente temprana y de un número reducido de especies y orígenes, se espera que, junto con los resultados obtenidos en otros ensayos, contribuya al momento de decidir la especie y/o fuente de semilla a utilizar en Zona 7.



**BIBLIOGRAFIA**

**BALMELLI, G.** 1993. Daño de heladas en *Eucalyptus*. Montevideo: INIA. 32 p. (Serie Técnica 40)

**CALORI, J.V.; KIKUTI, P.** 1997. Physical and mechanical properties of wood from *E. dunnii* of 20 years of age. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of *Eucalypts*, Salvador, Brasil. p. 321-326.

**RESQUIN, F.; BALMELLI, G.** 1999. Evaluación de especies y orígenes de *Eucalyptus* al quinto año. Montevideo: INIA. 20 p. (Serie Técnica 106)

**BIBLIOGRAFIA  
RECOMENDADA**

**BALMELLI, G.** 1995. Ensayos de orígenes de *Eucalyptus globulus*. Montevideo: INIA. 13 p. (Serie Técnica 68)

**BALMELLI, G.; RESQUIN, F.** 1999. Evaluación de orígenes de *Eucalyptus globulus* al séptimo año. Montevideo: INIA. 15 p. (Serie Técnica 103)

**BALMELLI, G.; RESQUIN, F.** 2000. Evaluación de especies de *Eucalyptus* al quinto año. Montevideo: INIA. 23 p. (Serie Técnica 114)

**BENNADJI, Z.; TRUJILLO, I.** 1998. Relación sitio – especies forestales. Forestal: Revista de la Sociedad de Productores Forestales, 10: 13-15.

**KUBOTA, G.; RESQUIN, F.** 1998. Evaluación de recursos genéticos externos en el género *Eucalyptus*. In: Mejoramiento genético de especies forestales: logros y perspectivas. INIA Tacuarembó. p. 42-60. (Serie Actividades de Difusión 157)