
ENSAYOS DE ORIGENES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*

Evaluación al 3^{er.} año

Gustavo Balmelli*

* Ing. Agr. Programa Forestal, INIA Tacuarembó

Título: ENSAYOS DE ORIGENES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*

Autor: Gustavo Balmelli

Serie Técnica N° 68

© 1995, INIA

ISBN: 9974-38-046-4

Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA.
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

INDICE

Página

I. Introducción	1
II. Revisión bibliográfica	1
A. Distribución geográfica	1
B. Requerimientos ambientales	2
1) Limitantes climáticas	2
2) Limitantes edáficas	2
3) Limitantes bióticas	2
C. Descripción de la especie	3
D. Utilización	3
E. Crecimiento y producción	3
III. Materiales y métodos	4
IV. Resultados y discusión	6
A. Comportamiento de la especie en los diferentes sitios	6
B. Interacción fenotipo-ambiente	7
C. Evaluación del crecimiento y la sobrevivencia al tercer año	8
D. Evaluación de la producción por hectárea al tercer año	9
E. Correlación existente entre las características evaluadas en sucesivas mediciones	10
F. Relación entre la localización geográfica de los orígenes y las características evaluadas	11
V. Conclusiones	12
VI. Recomendaciones	12
VII. Agradecimientos	13
VIII. Bibliografía	13

ENSAYOS DE ORIGENES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*

EVALUACION AL 3^{ER} AÑO

I. INTRODUCCION

El *Eucalyptus globulus* Labillardiere ssp. *globulus* es probablemente la especie, dentro del género, de mayor distribución en el mundo, estimándose que en 1973 existían más de 800.000 hectáreas de plantaciones fuera de Australia. En muchos países es la especie más plantada y en algunos, como Portugal y Chile, constituye casi la totalidad de las plantaciones de *Eucalyptus* (FAO, 1981).

En Uruguay fue introducida en 1853, siendo inicialmente la especie de *Eucalyptus* de mayor difusión, plantándose principalmente para abrigo y sombra. Posteriormente disminuye su utilización cuando se lo considera desde un punto de vista maderero (Brussa, 1994). En los últimos años se intensifica su plantación con destino a la exportación de madera para pulpa. Si bien la zona «tradicional» de plantación ha sido el sur, donde ha demostrado adaptarse bastante bien, resistiendo tanto heladas como sequías (Krall, 1970), en esta última etapa se ha comenzado a plantar intensamente en el norte y principalmente en el litoral oeste.

Estas zonas han sido consideradas como poco aptas para esta especie ya que no poseen el efecto atenuante del mar sobre la temperatura y sobre la humedad del aire.

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* en dichas zonas, se instalaron en 1990 dos ensayos en Río Negro y uno en Rivera en los cuales se comparan lotes de semilla de diferentes orígenes. Se presenta en este trabajo la información recabada al tercer año de plantación.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Distribución geográfica

La distribución natural del *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* es bastante restringida aunque con condiciones muy diversas. Se encuentra en las zonas sureste, este y en pequeñas áreas de la costa oeste de Tasmania, así como en las islas del estrecho de Bass y en el sur de Victoria.

En relación a la altitud, se distribuye entre el nivel del mar y los 500 metros (Orme, 1977).

Las precipitaciones son de tipo invernal a uniformes, variando desde 550 hasta 2.500 mm por año, en el este y oeste de Tasmania respectivamente, con una estación seca de hasta 3 meses pero no rigurosa (FAO, 1981).

El clima es frío templado sin extremos de frío o calor. La temperatura media anual es de 10 a 15,5 °C, con una media máxima en el mes más cálido de 18 a 23 °C y una mínima media en el mes más frío de 4 °C (FAO, 1981). La temperatura mínima absoluta es de 6.5 °C, con una ocurrencia de 10 a 20 heladas por año (Krall, 1970).

Se encuentra sobre suelos podzólicos, en general areno-arcillosos, bien drenados, ácidos, pero con PH > 5 y de baja fertilidad.

Generalmente crece junto a otras especies como *E. regnans*, *E. oblicua*, *E. viminalis*, *E. gigantea*, *E. salicifolia* y *E. linearis*, aunque también se lo encuentra formando masas puras (Orme, 1977).

B. Requerimientos ambientales

1. Limitantes climáticas

El clima es el factor de mayor importancia para la adaptación del *Eucalyptus globulus*. Los mejores resultados se han obtenido en climas suaves, templados, con influencia marítima. También ha presentado buen comportamiento en zonas tropicales, como en Ecuador o Perú, a altitudes entre 1.500 y 3.000 metros donde las mayores temperaturas se ven compensadas por la altitud (Cozzo, 1976).

En general se ha desarrollado bien en zonas con precipitaciones entre 900 y 1.400 mm anuales. También ha demostrado adaptarse a condiciones de sequía estival más rigurosas que la de su ambiente natural, sin embargo el déficit hídrico es un factor limitante serio en donde no se dan factores de compensación como por ejemplo suelos profundos o neblinas frecuentes.

El exceso de humedad (más de 2.000 mm anuales) también puede hacer fracasar a esta especie, como ha sucedido en Colombia (FAO, 1981).

Las heladas limitan su plantación en latitudes superiores a 44° y elevaciones mayores a 3.000 metros.

Son perjudiciales principalmente en plántulas y rebrotes de 1 a 2 años. En las mejores condiciones (mejor procedencia y endurecimiento logrado en pleno invierno) la especie sobrevive hasta -7°C (Prado, 1991), pero es afectada por heladas de -2°C cuando se encuentra en lugares secos y continentales (Cozzo, 1976).

2. Limitantes edáficas

El *Eucalyptus globulus* se ha plantado en una amplia gama de suelos, obteniéndose los mejores resultados en suelos profundos arenosos y arcillosos y también en suelos franco-arcillosos y arcillosos si tienen buen drenaje.

No requiere suelos fértiles pero son inadecuados los suelos calcáreos, de escasa profundidad, compactos, impermeables o mal drenados (FAO, 1981).

En ambientes de clima y suelo no propicios se intensifica su defecto de crecimiento helicoidal y disminuye su longevidad, comenzando a los 20 o 30 años con un desecamiento de sus brotes apicales (Cozzo, 1976).

3. Limitantes bióticas

El *Eucalyptus globulus* es susceptible a varias enfermedades y es atacado por muchos insectos.

En España son importantes las enfermedades de semilla causadas por *Penicillium* sp. y *Fusarium* sp. (FAO, 1981).

En muchos países las enfermedades como el damping off, provocado por hongos de los géneros *Phytophthora*, *Phytium* y *Fusarium*, y el moho gris, provocado por el hongo *Botrytis cinerea*, han causado problemas en vivero (Prado, 1991).

Otras enfermedades a hongos, como los de los géneros *Stereum*, *Alternaria*, *Diplodia*, *Armillaria* y *Corticium*, se han identificado en plantaciones en varios países aunque sin perjuicios graves.

Los importantes daños causados por ataques de insectos como el *Eriococcus coriaceus*, *Paropsis obsoleta*, *Ctenarytaina eucalypti*, *Phicnopeltella eucalypti* y *Gonipterus scutellatus* (gorgojo de los eucaliptos emparentado con el *Gonipterus gibberus* que se encuentra en Uruguay), han hecho que esta especie se dejara de plantar en Nueva Zelanda.

En España y Portugal la plaga principal es *Ctenarytaina eucalypti* cuyas ninfas se alimentan de la sabia de las hojas.

También es susceptible al taladro de los eucaliptos *Phoracantha semipunctata*, el que ha sido encontrado en muchos países incluyendo Uruguay (FAO, 1981).

En Sudáfrica, ha causado importantes daños y en el oeste de Australia ha atacado plantaciones jóvenes (Hillis, 1984)

Las hormigas podadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* pueden causar importantes daños en la implantación y en el primer año (Cozzo, 1976).

C. Descripción de la especie

Normalmente alcanza de 30 a 50 metros de altura, pero se encuentran árboles de 80 metros en buenos sitios (Orme, 1977). La forma del tronco va desde recto en rodales densos hasta helicoidal en árboles aislados (Cozzo, 1976).

Su corteza es áspera, gris y persistente en la base, desprendiéndose en el resto del tronco en largas fajas.

Las hojas juveniles son opuestas, sésiles, amplexicaules y glaucas, dispuestas sobre tallos cuadrangulares y las hojas adultas son alternas, pecioladas y falcadas.

Presenta flores solitarias, pudiendo comenzar la producción de semillas a los 5 años. Tiene unas 70 semillas viables por gramo.

Es fácil de establecer y cierra temprano el dosel. Su follaje juvenil es rechazado por el ganado, por lo que puede pastorearse a temprana edad, pero por su gran desarrollo es susceptible a ser volcado por el viento.

Tiene buena capacidad de rebrote y generalmente se obtienen 3 o más producciones por tallar. Sin embargo ha demostrado declinación en sanidad y vigor alrededor de los 30 años de edad (Hillis, 1984).

La madera es pardo amarillenta clara, de textura abierta, grano entrelazado y anillos de crecimiento bastante evidentes. Es fuerte y relativamente durable (Forest Trees of Australia, 1957). Tiene en promedio 47% de celulosa y 27% de lignina (base madera seca). La longitud de las fibras varía entre 0.81 y 1.06 mm, el diámetro medio es de 19,6 micras y el espesor de la pared es de 2,36 micras. La densidad media es de 540 kg/m³, presentando, al igual que en el porcentaje de celulosa, una considerable variación individual (Prado, 1991).

D. Utilización

Es una de las mejores maderas para la fabricación de pulpa y papel. Se utiliza también para debobinados, para fabricar tableros contrachapados y tableros de partículas.

Aunque exige cuidado especial en el aserrado y es difícil de secar (debido a las tensiones de crecimiento y al fuerte efecto del grano en espiral) se utiliza como madera aserrada para carpintería y construcción. También para postes, pilotes y durmientes (FAO, 1981).

Es utilizada en muchos países como leña (posee un alto valor calorífico) y para producción de carbón.

Aparte de la madera, se utilizan sus hojas para la extracción de aceites esenciales (cineol y eudesmol) y es una especie vallosa para la producción de miel (Prado, 1991).

E. Crecimiento y producción

El *Eucalyptus globulus ssp. globulus* ha demostrado en varios ensayos en Tasmania y en Victoria un crecimiento mayor que las subespecies *maidenii* y *bicostata* (Orme, 1977; Volker y Orme, 1988). En cambio en Argentina (Buenos Aires) en un ensayo de especies y orígenes, a los 9 años, el *E. globulus ssp. globulus* se había perdido totalmente, presentando las subespecies *bicostata* y *maidenii* mayor sobrevivencia y crecimiento respectivamente (IFONA-CIEF-INTA, 1990).

Resultados similares se dan en Uruguay, en un ensayo de subespecies y orígenes de *Eucalyptus globulus* realizado en Cabo Polonio por la Dirección Forestal (sin publicar), donde la subespecie *globulus* era la que presentaba al sexto año el peor comportamiento (menor crecimiento, menor sobrevivencia y mayor porcentaje de árboles indeseables).

En un ensayo de especies en Villas Boas (Durazno), Freitas (1985) reportó a los 5 años una sobrevivencia de 100 % para *E. globulus* con un crecimiento intermedio en relación a las demás especies.

En Argentina se han encontrado comportamientos muy variables dependiendo de la zona. Ottone (1990) registró crecimientos de 41,3 y 6 m³/ha/año, para Mar del Plata y el norte de Santa Clara respectivamente. Mientras que en el Predelta del Paraná, Alliani (1991) encontró pérdidas totales en un sitio y una sobrevivencia de 65 % en otro, con una altura de 3,47 m a los 2 años.

En Brasil, de las especies introducidas por Navarro de Andrade en 1904 en Río Claro (San Pablo), el *E. globulus* tuvo buen crecimiento hasta el sexto año, pero después de 57 años, la sobrevivencia es de sólo 7% (Gurgel y Cavalcanti, 1977). Golfari *et al.*, (1978) no recomiendan esta especie para ninguna zona de Brasil.

En Chile se indican crecimientos medios de 10 a 20 m³/ha/año para la zona semiárida central e incrementos de 45 a 50 m³/ha/año en parcelas experimentales en la región VIII (Prado, 1991).

En España son frecuentes crecimientos de 30 m³/ha/año y en la región noroeste se han medido parcelas con fertilización que produjeron 70 m³/ha/año (FAO, 1981).

En Uruguay, JICA (1991), en parcelas de observación reportó incrementos de 15,5 y 28,9 m³/ha/año en montes de 10 años para las zonas 2 y 9 de CIDE, respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS

En el año 1990, mediante un convenio entre INIA y la empresa COFUSA-NAVY (actualmente COFUSA y EUFORES), se instaló una serie de ensayos de orígenes de *Eucalyptus globulus* Labill ssp. *globulus*, en tres sitios: establecimiento «Santa Elena» en Los Mellizos (Río Negro); establecimiento «Molino Petiso» en Tres Bocas (Río Negro) y establecimiento «Los Silos» en Ruta 27 (Rivera).

Los sitios y las características de los ensayos se describen en el cuadro 1.

Las plantas fueron producidas en el Vivero Ceballos, perteneciente a dicha empresa, ubicado en el departamento de Rivera.

En el cuadro 2 se presenta la información disponible sobre los materiales evaluados en cada ensayo y en la figura 1 su ubicación dentro del área de distribución natural.

Cuadro 1. Características de los sitios y de los ensayos.

	Ensayo 1 Santa Elena	Ensayo 2 Molino Petiso	Ensayo 3 Los Silos
Latitud	36°20'S	36°50'S	34°57'S
Longitud	63°47'W	64°50'W	61°50'W
Grupo de suelo			
CONCAT	9.1	9.3	7.31
Diseño experimental	Bloques completos al azar		
Nº de orígenes	15	11	7
Nº de repeticiones	6	6	6
Tamaño de parcela*	36 plantas	36 plantas	36 plantas
Preparación	Lab. total	Lab. total	Lab. total
Plantación	Oct/1990	Nov/1990	Nov/1990
Espaciamento	3 x 3 m	3 x 3 m	3 x 3 m
Fertilización	No	No	No
Carpida mecánica 1 ^{er} año	2	2	2
Carpida manual 1 ^{er} año	No	No	1
Carpida mecánica 2 ^{do} año	No	No	2

* Cada parcela esta rodeada por una fila de borde.

Cuadro 2. Materiales evaluados en cada ensayo.

NºLote	Localidad	Estado	Lat.	Long.	Alt.	Nºmadres	Nº	Ensayo
16478	Koonya Tasman Pen	TAS	43.04	147.50	20	5	1	1
16474	N.of St. Marys	TAS	41.34	148.12	400	5	2	1 2
16417	N. Cape Barren Island	TAS	40.22	148.13	20	5	3	1 2 3
16399	Wilson's Promontory	VIC	39.08	146.25	50	6	4	13
16410	Badgers CK Quarry RD	TAS	41.59	145.18	120	8	5	1 2 3
16404	12.1k S. Lorne PO	VIC	38.36	143.54	200	-	6	1 2
16319	Jeeralang North	VIC	38.19	146.33	220	14	7	1 2 3
16476	S. of Geeveston	TAS	43.12	146.54	250	7	8	1 2
16402	5.4k W. Kennett River	VIC	38.39	143.48	250	6	9	1 2
16406	2.4k NW. Lorne PO	VIC	38.31	143.57	210	5	10	1
16475	SW. of Jericho	TAS	42.25	147.16	500	5	11	1
16470	Moogara	TAS	42.47	146.55	500	10	12	1 2 3
16412	Little Henty River	TAS	41.56	145.12	10	9	13	1 2
16580	S. of Huonville	TAS	43.07	147.05	250	-	14	1
16467	Police Point	TAS	43.15	147.05	250	-	15	3
?	Toby's Hill	-	-	-	-	-	16	2
-	Dr. Wayne (Tasmanian Pulp and Paper Company)	-	-	-	-	-	17	1 2 3

TAS= Tasmania; VIC= Victoria

Se midió en todos los árboles la altura total en 1991, 1992 y 1993 y el diámetro a la altura del pecho (1.3 m) en 1993. Se calculó el porcentaje de sobrevivencia y el volumen cilíndrico con corteza por hectárea para 1993.

En el ensayo de Los Silos se utilizan para su análisis los datos de 5 bloques ya que el sexto bloque presenta una alta variación interna debido a problemas de erosión. En el ensayo de Santa Elena se utilizan para su análisis los datos de 4 bloques, ya que hay dos bloques totalmente perdidos.

Los análisis de varianzas fueron realizados a nivel de media de parcela por PROC GLM del SAS. Para el estudio del efecto sitio y de la interacción genotipo-ambiente se uti-

lizaron los 5 tratamientos comunes a los 3 ensayos. El principio de homogeneidad de varianzas se cumplió para la altura total, el diámetro a la altura del pecho y la sobrevivencia, pero no para el volumen por hectárea, por lo que para esta característica no se realizó el análisis conjunto.

Los contrastes de medias se realizaron por el test de Duncan al 5% de significación (salvo en el ensayo de Santa Elena que por la falta de algunas parcelas se utilizó el LSMEANS). Las relaciones fenotípicas entre las distintas características a nivel de origen, fueron determinadas por los coeficientes de correlación de Pearson, los cuales fueron calculados por PROC CORR del SAS.

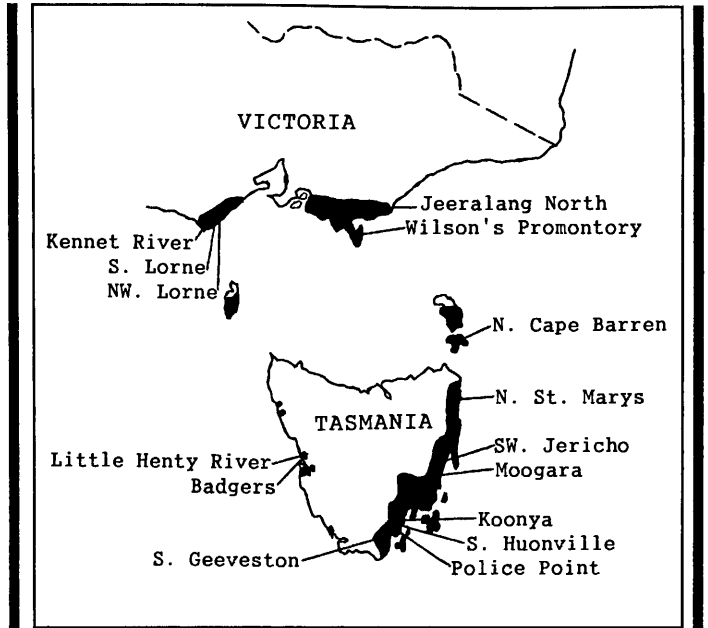


Figura 1. Distribución natural de *E. globulus* (basado en Orme, 1977) y ubicación geográfica de los orígenes evaluados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Comportamiento de la especie en los diferentes sitios

El análisis de varianza de los tratamientos comunes a los tres ensayos determinó diferencias significativas entre sitios para el porcentaje de sobrevivencia, la altura total y el diámetro a la altura del pecho (cuadro 3).

La sobrevivencia en el ensayo de Los Silos presentó valores aceptables, siendo significativamente superior a la de los ensayos en Molino Petiso y Santa Elena. La pobre sobrevivencia promedio en estos últimos es-

taría explicada por un mayor enmalezamiento inicial, lo que sin dudas afectó la implantación del monte.

El crecimiento en altura no difirió para los ensayos en Los Silos y Molino Petiso, siendo en Santa Elena significativamente menor.

El crecimiento en diámetro presentó los mayores valores en el ensayo de Molino Petiso, difiriendo significativamente solo con el de Santa Elena.

El menor crecimiento en éste ensayo puede atribuirse a características de suelo menos favorables, como menor profundidad y textura más pesada que en los otros sitios.

Cuadro 3. Efecto sitio para la sobrevivencia (%), altura total (cm) y diámetro a la altura del pecho (cm).

Sitio	Sobrev.	Sitio	Altura	Sitio	DAP
Los Silos	80 a	Los Silos	717 a	Molino P.	8.4 a
Molino P.	52 b	Molino P.	708 a	Los Silos	7.4 ab
S. Elena	44 b	S. Elena	518 b	S. Elena	6.2 b

Nota: sitios con igual letra no difieren significativamente al 5% por la prueba de Duncan.

6

B. Interacción genotipo-ambiente

Las interacciones genotipo-ambiente describen un cambio en el orden relativo del comportamiento de determinados genotipos cuando son cultivados en diferentes ambientes.

La estimación de la interacción entre el genotipo (origen) y el ambiente (sitio) se realizó mediante el análisis conjunto de los 5 orígenes comunes a los tres ensayos. Este análisis constató que dicha interacción no fue significativa (al 5%) para el crecimiento (tanto en altura como en diámetro), pero sí para el porcentaje de sobrevivencia. En otras palabras, los orígenes que crecen más rápido en un sitio también lo hacen en los otros sitios, sin embargo, existen algunos orígenes que se adaptan mejor a un sitio que a otro. Si se tiene en cuenta que la productividad por unidad de superficie está dada por el crecimiento y por la

densidad de plantas (sobrevivencia), entonces no es posible generalizar los resultados de estos tres ensayos siendo necesario determinar cuales orígenes fueron los más productivos en cada sitio.

C. Evaluación del crecimiento y la sobrevivencia al tercer año

1. Ensayo en «Santa Elena».

Se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el crecimiento, en altura y en diámetro, y para la sobrevivencia (cuadro 4).

Los orígenes que presentaron mayor crecimiento fueron: el N° 6 «S. of Lorne»; N° 17 «Dr. Wayne»; N° 9 «W. of Kennett River»; N° 14 «S. of Huonville» y N° 7 «Jeeralang North». De éstos, solo los orígenes N° 7 y N° 6 tuvieron una sobrevivencia relativamente

Cuadro 4. Crecimiento en altura (cm), diámetro a la altura del pecho (cm) y sobrevivencia (%), en el ensayo de Santa Elena.

Altura	Origen	DAP	Origen	Sobreviv.	Origen
594 a	6	7.0 a	6	61.1 a	11
581 ab	17	7.0 a	17	59.7 ab	13
574 abc	9	7.0 a	9	59.3 abc	7
561 abc	7	6.9 a	14	54.1 abcd	6
559 abc	14	6.7 a	7	50.0 abcde	3
518 abc	2	6.6 a	2	47.2 abcde	17
515 abc	12	6.2 a	12	42.4 abcdef	1
506 abc	5	6.1 a	10	41.0 bcdef	2
502 abc	10	6.0 a	13	38.9 cdefg	5
498 abc	13	5.9 a	1	37.5 defg	10
479 bc	1	5.8 a	5	34.9 defg	14
479 bc	11	5.7 a	3	31.2 efg	9
466 c	8	5.6 a	11	30.6 efg	12
457 c	3	5.4 a	8	22.9 fg	8
196 d	4	1.9 b	4	18.3 g	4

Nota: orígenes con igual letra no difieren significativamente al 5% por la prueba de LSMEANS.

aceptable. Por el contrario, el origen N° 11 «SW. of Jericho» que fue el de mejor sobrevivencia, no presentó un buen crecimiento. Es de destacar el pobrísimo comportamiento del origen N° 4 «Wilson's Promontory», tanto por su lento crecimiento como por su mala sobrevivencia. Este origen también es el de menor crecimiento en un ensayo de procedencias-familias realizado en Chile y medido a los 20 meses de edad (Infante y Prado, 1991) y en 5 ensayos similares realizados en Tasmania y medidos a los 4 años de edad (Jordan *et al.*, 1994; Potts y Jordan, 1994).

2. Ensayo en «Molino Petiso».

En este ensayo también se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el crecimiento en altura y para la sobrevivencia, no así para el crecimiento en diámetro (cuadro 5).

Los orígenes que presentaron mayor crecimiento en altura fueron: el N° 6 «S. of Lorne»; el N° 7 «Jeeralang North»; el N° 17

«Dr. Wayne»; el N° 9 «W. of Kennett River» y el N° 8 «S. of Geeveston». De éstos (como en el ensayo de Santa Elena), sólo los orígenes N° 7 y N° 6 tuvieron una sobrevivencia relativamente buena. El origen N° 2 «N. of St. Marys» fue el de menor crecimiento en altura y el de peor sobrevivencia. Este origen también es reportado por Infante y Prado (1991) como uno de los de menor crecimiento a los 20 meses de edad.

3. Ensayo en «Los Silos».

De igual forma que en el ensayo de Santa Elena, las diferencias encontradas entre orígenes, tanto para el crecimiento (en altura y en diámetro), como para la sobrevivencia fueron significativas (cuadro 6).

El origen que presentó el mayor crecimiento fue el N° 7 «Jeeralang North», seguido por los orígenes N° 15 «Police Point», N° 12 «Moogara» y N° 17 «Dr. Wayne». Los orígenes N° 7 y N° 12 tuvieron además muy buena sobrevivencia.

Cuadro 5. Crecimiento en altura (cm), diámetro a la altura del pecho (cm) y sobrevivencia (%), en el ensayo de Molino Petiso.

Altura	Origen	DAP	Origen	Sobreviv.	Origen
779 a	6	9.0 a	6	62.0 a	13
757 ab	7	8.9 a	9	61.1 a	7
752 abc	17	8.9 a	16	58.3 ab	3
750 abc	9	8.8 a	17	54.2 abc	6
732 abc	8	8.8 a	8	50.9 abcd	12
716 abcd	16	8.8 a	3	49.5 abcd	8
703 abcd	3	8.7 a	7	46.7 bcde	17
702 abcd	13	8.3 a	13	43.1 cdef	5
671 bcd	12	8.0 a	5	39.4 def	9
657 cd	5	7.8 a	12	34.7 ef	16
629 d	2	7.8 a	2	32.4 f	2

Nota: orígenes con igual letra no difieren significativamente al 5% por la prueba de Duncan.

Cuadro 6. Crecimiento en altura (cm), diámetro a la altura del pecho (cm) y sobrevivencia (%), en el ensayo de Los Silos.

Altura	Origen	DAP	Origen	Sobreviv.	Origen
834 a	7	8.6 a	7	92.9 a	12
763 ab	15	7.9 a	15	89.0 a	7
747 ab	12	7.8 a	12	81.2 ab	3
728 ab	17	7.8 a	17	74.4 bc	15
695 b	3	7.3 ab	3	72.2 bc	5
581 c	5	6.0 b	5	63.8 c	17
357 d	4	3.2 c	4	49.0 d	4

Nota: orígenes con igual letra no difieren significativamente al 5% por la prueba de Duncan.

El origen N° 5 «Badgers CK Quarry RD» tuvo pobre crecimiento y relativamente mala sobrevivencia, y el origen N° 4 «Wilson’s Promontory» nuevamente fue el de menor crecimiento y el de peor sobrevivencia.

El origen N° 6 «S. of Lorne» fue el que presentó la mayor producción, seguido por los orígenes N° 7 «Jeeralang North» y N° 13 «Little Henty River».

D. Evaluación de la producción por hectárea al tercer año

1. Ensayo en «Santa Elena».

La producción de madera de este ensayo es muy pobre, debido principalmente a la baja sobrevivencia. De todas formas se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el volumen cilíndrico total con corteza (figura 2).

Es de destacar que el volumen acumulado de madera del mejor origen supera en 26 veces al del origen N°4 «Wilson’s Promontory». Este origen, además de una producción prácticamente nula y muy mala forma, presentó un comportamiento fisiológico atípico, como el cambio de follaje de juvenil a adulto a los pocos meses de plantado y floración ya al segundo año. Esto último también ha sido descrito por Potts y Jordan (1994) y Jordan *et al.*, (1994), quienes consideran que este origen es una raza geográfica.

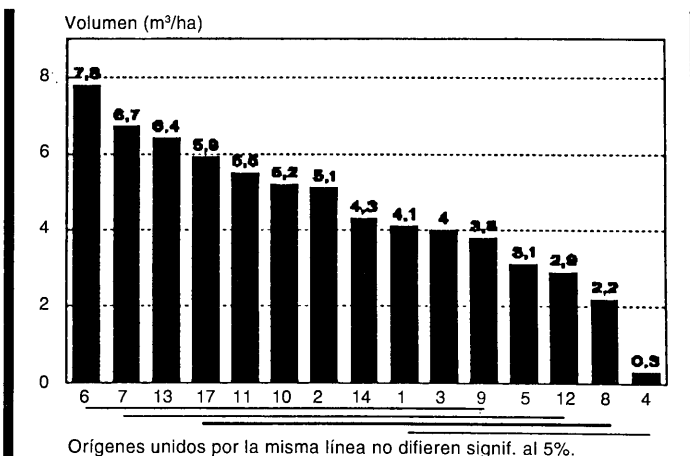
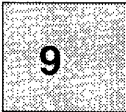


Figura 2. Volumen total por hectárea (m³/ha), en el ensayo de Santa Elena.

Orígenes unidos por la misma línea no difieren signif. al 5%.

Es evidente que como fuente de semillas para estas zonas es totalmente inadecuado y que su utilización en una plantación a gran escala redundaría en un fracaso total.

De todas formas, si no se considera este origen, la producción del mejor es más de 3 veces superior a la del origen N°8 «S. of Geeveston», lo que sin dudas es una diferencia importante.

2. Ensayo en «Molino Petiso».

En este ensayo también se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el volumen cilíndrico total con corteza (figura 3).

Nuevamente los orígenes N° 6 «S. of Lorne» y N° 7 «Jeeralang North» fueron los que tuvieron mayor producción por hectárea. El origen N° 2 «N. of St. Marys» tuvo una producción muy pobre, siendo 3 veces menor que la del mejor origen. Se observa también aquí la importancia de la elección del origen adecuado.

3. Ensayo en «Los Silos».

Para este sitio también se encontraron diferencias significativas entre orígenes para el volumen cilíndrico total con corteza (figura 4).

El origen que tuvo la mayor producción de madera por hectárea fue el N° 7 «Jeeralang North», siendo el origen común a los tres

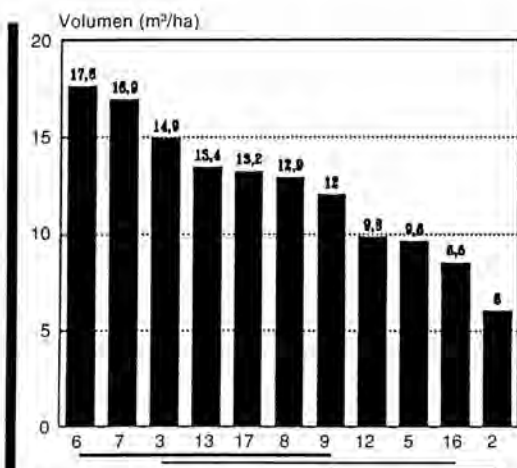
ensayos de mejor performance. Nuevamente la producción acumulada de madera del mejor origen superó ampliamente, en este caso en 27 veces, a la del origen N°4 «Wilson's Promontory» que prácticamente no produjo madera y repitió el comportamiento fisiológico descrito en el ensayo de Santa Elena. De todas formas, si no se considera este origen, la producción del mejor origen es 3 veces superior a la del N°5 «Badgers CK», coincidiendo con lo observado en los otros dos ensayos.

E. Correlación existente entre las características evaluadas en sucesivas mediciones

En Uruguay hasta el momento no se dispone de datos sobre correlación juvenil-adulto en *Eucalyptus globulus* y tampoco pueden considerarse como adultos estos ensayos.

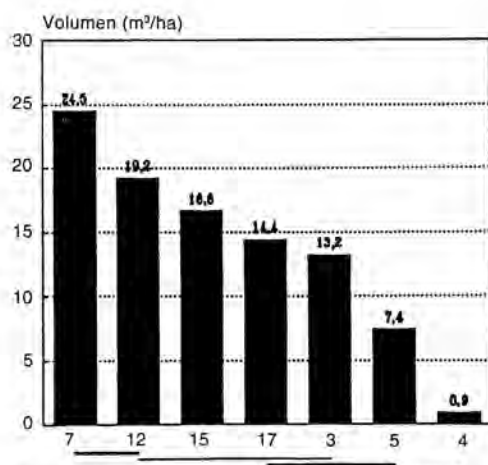
Esto implica que sería bastante arriesgado seleccionar los mejores orígenes ya al segundo o tercer año de evaluación. De todas formas, se presentan como información adicional las correlaciones obtenidas hasta el momento entre las sucesivas mediciones de las características evaluadas (altura al 1er, 2do y 3er año y diámetro al 3er año).

Para el ensayo de Molino Petiso, la altura de los orígenes al primer año se correlacionó



Orígenes unidos por la misma línea no difieren signif. al 5%.

Figura 3. Volumen total por hectárea (m³/ha), en el ensayo de Molino Petiso.



Orígenes unidos por la misma línea no difieren signif. al 5%.

Figura 4. Volumen total por hectárea (m³/ha), en el ensayo de Los Silos.

Cuadro 7. Correlación existente entre las características evaluadas para los diferentes años en Molino Petiso.

Correlación	Altura 2 años	Altura 3 años	DAP 3 años
Altura 1 año	0.66 *	0.53 ns	0.33 ns
Altura 2 años	-	0.92 **	0.87 **

** significativo al 1% * significativo al 5% ns= no significativo

Cuadro 8. Correlación existente entre las características evaluadas para los diferentes años en Los Silos.

Correlación	Altura 2 años	Altura 3 años	DAP 3 años
Altura 1 año	0.93 **	0.93 **	0.92 **
Altura 2 años	-	0.99 **	0.99 **

** significativo al 1%

con la altura al segundo año pero no con la altura y el diámetro al tercer año. En cambio la altura al segundo año tuvo una alta correlación tanto con la altura como con el diámetro al tercer año (cuadro 7).

Para el ensayo en Los Silos, la altura de los orígenes ya al primer año se correlaciona significativamente con los parámetros de crecimiento al tercer año.

Para la altura al segundo año de evaluación, los coeficientes de correlación con el crecimiento al tercer año son aún mayores (cuadro 8).

F. Relación entre la localización geográfica de los orígenes y las características evaluadas

La existencia de una correlación significativa entre la localización geográfica de los

lotes de semilla utilizados (representada por la latitud y la altitud del origen), con las características de adaptación y crecimiento, podría dar una idea sobre cual es la zona más adecuada como fuente de semilla para los sitios evaluados.

Para los ensayos de Santa Elena y Los Silos, no se encontró correlación significativa entre la latitud y la altitud de origen con ninguna de las características evaluadas (cuadro 9).

Para el ensayo en Molino Petiso la altitud de los lotes de semilla (orígenes) tampoco se correlacionó con ninguna de las características evaluadas, en cambio la latitud de los mismos se correlacionó negativamente con la altura y con el diámetro al tercer año (cuadro 9).

Esto estaría indicando que cuanto más al Sur de su zona de origen es el lote de semillas menor es su crecimiento o dicho de otra

Cuadro 9. Correlación existente entre la latitud y la altitud de los orígenes con las características evaluadas al tercer año.

Correlación	Santa Elena		Los Silos		Molino Petiso	
	Latitud	Altitud	Latitud	Altitud	Latitud	Altitud
Altura	-0.003 ns	0.32 ns	0.24 ns	0.53 ns	-0.69 *	-0.32 ns
Dap	0.02 ns	0.31 ns	0.25 ns	0.53 ns	-0.70 *	-0.39 ns
Sobrev.	-0.15 ns	-0.02 ns	0.20 ns	0.63 ns	-0.18 ns	-0.53 ns

* significativo al 5% ns= no significativo

manera que los orígenes de Victoria serían los de mayor crecimiento en este sitio. Sin embargo es muy probable que si se hubiese incluido en este ensayo el origen N°4 «Wilson's Promontory» que también es del estado de Victoria, su comportamiento fuese pésimo, como lo fue en los otros dos ensayos y por lo tanto sería errónea esa generalización.

V. CONCLUSIONES

Si bien el comportamiento del *Eucalyptus globulus* en estos ensayos no ha sido destacable, tampoco ha sido malo, principalmente si se tiene en cuenta el importante enmalezamiento que sufrieron los ensayos del litoral, por lo que hasta el momento (tercer año de crecimiento) no se tienen argumentos para afirmar que la especie tenga grandes problemas de adaptación a las zonas litoral oeste y norte.

Sin embargo, es imprescindible continuar la evaluación, por lo menos hasta el turno de corte, antes de sacar conclusiones definitivas, máxime si se tiene en cuenta que en los tres ensayos se constataron algunos problemas sanitarios como plantas aisladas enfermas, probablemente por hongos, así como problemas de vuelco por viento.

Lamentablemente no se repitió este ensayo en la zona sur, teóricamente la más adecuada para esta especie, lo que hubiese permitido tener un patrón de comparación para las otras zonas.

Dentro de las zonas estudiadas, la zona norte aparece como la más productiva, principalmente por un mayor porcentaje de sobrevivencia, lo que probablemente se debe más a factores de manejo que a las condiciones del sitio en sí mismas.

En el litoral oeste se dan importantes diferencias en el rendimiento, principalmente por un mayor crecimiento en el ensayo de Molino Petiso, lo que sin dudas se debe a condiciones de suelo más favorables que las del ensayo de Santa Elena, como mayor profundidad, textura más liviana y mejor drenaje.

De mantenerse los resultados obtenidos hasta el momento, la elección del origen se podría considerar como una importante herramienta para asegurar el éxito de una plantación.

La utilización para plantaciones comerciales de orígenes como el N°6 «S. Lorne» o del N°7 «Jeeralang North» que se presentaron como los de mayor producción relativa, en lugar de otros menos adecuados, puede significar triplicar el rendimiento por hectárea. Desde otro punto de vista, la utilización de un origen inadecuado, como el N°4 de «Wilson's Promontory» significaría el fracaso total de una plantación.

Varios hechos hacen pensar que el sur de Victoria sería la zona más adecuada para obtener semilla: 1) la latitud y el clima son similares a los de Uruguay; 2) los orígenes de mayor crecimiento hasta el momento son de esa zona y 3) similares resultados se han obtenido en Chile (Infante y Prado, 1991), en el oeste de Australia (Butcher, 1986 citado por Volker y Orme, 1988) y en Tasmania (Jordan *et al.*, 1994 y Potts y Jordan, 1994). Sin embargo, como se vio en estos ensayos y también ha sido reportado por los autores anteriormente citados, el peor origen también es de Victoria y otros orígenes de esta zona no han tenido buenos crecimientos. Esto estaría indicado que no es posible generalizar los resultados y que es necesario probar todo origen de semilla previo a ser utilizado comercialmente.

VI. RECOMENDACIONES

Los resultados aquí presentados deben considerarse como primarios, siendo imprescindible continuar la evaluación por lo menos hasta el turno de corte antes de poder sacar conclusiones definitivas sobre el comportamiento de la especie o de los diferentes orígenes en las zonas litoral oeste y norte.

Considerando la gran variación encontrada parece lógico ampliar el rango de orígenes a evaluar así como incluir la zona sur en dicha evaluación.

VII. AGRADECIMIENTOS

A las empresas COFUSA y EUFOREST y a su personal, que desde la compra de la semilla y la producción de las plantas hasta la instalación y el mantenimiento de los ensayos han hecho posible la realización de este estudio.

A los Ingenieros Agrónomos Fernanda López, Miguel Inthamoussu, Joaquín Carriquiry, Keiko Hikichi y Takamichi Shiozuru, y a los señores Ramón García y Omar Ferrón que colaboraron con la toma de datos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALLIANI, R. *et al.*, 1991. Adaptación de especies y orígenes de eucaliptos en el Predelta. Resultados preliminares. En: Jornadas sobre Eucalyptus de alta productividad (1991, Buenos Aires). Buenos Aires, CIEF, p. 82-87.
2. BRUSSA, C. 1994. Eucalyptus. Especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 328p.
3. COZZO, D. 1976. Tecnología de la reforestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 610 p.
4. FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, FAO. (Colección FAO. Montes N°11). 723p.
5. FOREST TREES OF AUSTRALIA. 1957. Canberra. Forestry and Timber Bureau. 230p.
6. FREITAS, B. 1985. Descripción de las especies del género Eucalyptus plantadas en Villasboas y evaluación de su comportamiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1985. 373p.
7. GOLFARI, L. *et al.* 1978. Zoneamiento ecológico esquemático para reforestación no Brasil, 2a aproximación. Centro de Pesquisa Florestal da Região do cerrado (Br.) Belo Horizonte, PRODEPEF. (Serie Técnica N°11). 66p.
8. GURGEL, J; CAVALCANTI, G. 1977. Behaviour and Survival of Eucalyptus Species in the State of Sao Paulo, Brasil. En: Consulta mundial sobre mejora de árboles forestales. (3a, 1977, Canberra. Aust.) CSIRO. v.1, p.181-189.
9. HILLIS, W; BROWN, A. 1984. Eucalyptus for wood production. Canberra. CSIRO. 434p.
10. IFONA; CIEF; INTA. 1990. Ensayo de especies y orígenes de eucaliptos: resultados a los 3,5 años en Valdés, Prov. de Buenos Aires. En: Jornadas sobre eucaliptos para la región pampeana. (1990, Buenos Aires). Buenos Aires, CIEF. p.70-77.
11. INFANTE, P; PRADO, J. 1991. Crecimiento juvenil de 32 procedencias y 203 familias de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* en la zona costera de la VIII Región de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 5(2):251-265.
12. JICA. 1991. Manual de silvicultura. República Oriental del Uruguay. Montevideo. 133p.
13. JORDAN, G; BORRALHO, N; TILYARD, P; POTTS, B. 1994. Identification of races in *Eucalyptus globulus ssp. globulus* based on growth traits in Tasmania and Geographic distribution. Silvae Genetica 43(5/6): 292-298.
14. KRALL, J. 1970. Fundamentos para nuevas introducciones de Eucalyptus en el Uruguay. Montevideo (Ur.), Facultad de Agronomía. (Boletín N°113). 22p.
15. ORME, R. 1977. *Eucalyptus globulus* provenances. En: Consulta mundial sobre mejora de árboles forestales. (3a, 1977, Canberra. Aust.). CSIRO. v.1, p.207-221.
16. OTTONE, J. 1990. Estudio comparativo del crecimiento de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus viminalis* en Santa Clara del Mar y su relación con las características del suelo. En: Jornadas sobre eucaliptos para la región pampeana. (1990, Buenos Aires), Buenos Aires, CIEF. p. ?
17. POTTS, B; JORDAN, G. 1994. The spatial pattern and scale of variation in *Eucalyptus globulus ssp. globulus*: variation in seedling abnormalities and early growth. Australian Journal of Botany 42:471-492.
18. PRADO, J. 1991. Selección de especies y procedencias. En: Eucalyptus: principios de silvicultura y manejo. Santiago de Chile, Instituto Forestal. División Silvicultura. p.42-56.
19. VOLKER, P. W.; ORME, R. 1988. Provenance trial of *Eucalyptus globulus* and related species in Tasmania. Australian Forestry 51(4):257-265.

Impreso en los Talleres Gráficos de
Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo - Uruguay

Edición Amparada al Art. 79. Ley 13.349

Depósito Legal 299.602/95