

Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

U R U G U A Y

***DIA DE CAMPO
FORESTAL EN LA
REGIÓN SURESTE***

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION
EN PRODUCCION FORESTAL

Setiembre, 2006

Serie Actividades
de Difusión Nº. 462

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., PhD. Pablo Chilibroste - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Ing. Agr. Eduardo Urioste

Ing. Aparicio Hirschy



Ing. Agr. Juan Daniel Vago

Ing. Agr. Mario Costa



DIA DE CAMPO FORESTAL EN LA REGION SURESTE

**Predios de las Empresas EUFORES y Grupo Forestal
en Lavalleja y Maldonado**

12 de Setiembre de 2006

TABLA DE CONTENIDO

	Página
- EVALUACION SANITARIA, PRODUCTIVA Y DE PROPIEDADES DE LA MADERA DE DIFERENTES ORIGENES DE <i>Eucalyptus globulus</i> A LOS 11 AÑOS.....	1
<i>Ings. Agrs. Gustavo Balmelli, Fernando Resquin, Nora Altier y Virginia Marroni</i>	
- EVALUACIÓN DE FUENTES DE SEMILLA DE <i>Eucalyptus maidenii</i>	11
<i>Ing. Agr. Fernando Resquín</i>	
- EFECTO DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR ENFERMEDADES FOLIARES Y POR HELADAS EN <i>Eucalyptus globulus</i> SOBRE EL CRECIMIENTO POSTERIOR.....	17
<i>Ings. Agrs. Gustavo Balmelli, Nora Altier y Virginia Marroni</i>	
- ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE FERTILIDAD DE SUELOS	27
<i>Ings. Agrs. José Zamalvide, Carlos Perdomo y Marcelo Ferrando</i>	
- IMPORTANCIA DE LA FUENTE DE SEMILLA EN <i>Eucalyptus globulus</i> . EVALUACIÓN ECONÓMICA EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL CON SEMILLA DE CHILE Y AUSTRALIA.....	29
<i>Ings. Agrs. Gustavo Balmelli y Pablo Fernández</i>	
- COMPORTAMIENTO RELATIVO DE LA SEMILLA DE <i>Eucalyptus globulus</i> PRODUCIDA POR INIA.....	33
<i>Ing. Agr. Gustavo Balmelli</i>	

EVALUACION SANITARIA, PRODUCTIVA Y DE PROPIEDADES DE MADERA DE DIFERENTES ORIGENES DE *Eucalyptus globulus* A LOS 11 AÑOS

Gustavo Balmelli ¹, Fernando Resquin ², Nora Altier ³, Virginia Marroni ⁴

Introducción

La madera de *Eucalyptus globulus* presenta gran demanda en el mercado internacional para la producción de pulpa y papel, lo que ha llevado a que esta especie sea la de mayor área plantada en Uruguay, con más de 250 mil hectáreas (Boletín Estadístico MGAP, 2005).

En la mayor parte de las plantaciones realizadas con esta especie se ha utilizado semilla importada (principalmente de Chile y en menor medida de España y Australia), en general sin mejoramiento o mejorada para condiciones diferentes a las nuestras, o se ha utilizado semilla cosechada localmente, generalmente sin selección y muchas veces de origen desconocido. Lamentablemente, la elección de dichas fuentes de semilla no se basó en una adecuada evaluación local, por lo que se desconocía su capacidad de adaptarse a nuestras condiciones agro-ecológicas o de tolerar las principales enfermedades y plagas.

Desde el año 1990 el Programa Nacional Forestal (PNF) del INIA ha venido instalando ensayos de *E. globulus* en varios sitios con el objetivo de evaluar el comportamiento de diferentes fuentes de semilla. Se presentan en este artículo los resultados obtenidos hasta los 11 años de crecimiento en una Prueba de Progenies de diferentes orígenes instalada en Marmarajá, Departamento de Lavalleja. Se evalúa el comportamiento sanitario, productivo y de algunas propiedades de la madera para la producción de pulpa.

Características del ensayo y orígenes evaluados

El ensayo fue instalado en Setiembre de 1995, sobre un suelo 2.11^a. La preparación del suelo se realizó en fajas con excéntrica y cincel. El marco de plantación utilizado fue de 3 metros entre filas y 2.5 metros entre plantas, lo que representa una densidad inicial de 1333 árboles por hectárea. No se fertilizó y el único control de malezas posterior a la plantación consistió en la pasada de una excéntrica entre filas.

El diseño experimental utilizado es de bloques completos al azar con 6 repeticiones y parcelas de 10 plantas en línea. Se evalúan 50 progenies provenientes de 13 orígenes. La ubicación geográfica de los orígenes evaluados se presenta en el Cuadro 1 y en la Figura 1.

¹ Ing. Agr. M.Sc. Programa Producción Forestal. INIA Tacuarembó. gbalmelli@tb.inia.org.uy

² Ing. Agr. M.Sc. Programa Producción Forestal. INIA Tacuarembó. fresquin@tb.inia.org.uy

³ Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Protección Vegetal. INIA Las Brujas.

⁴ Ing. Agr. M.Sc. Programa Producción Forestal. INIA Tacuarembó (2003-2004).

Cuadro 1. Ubicación geográfica y número de progenies de cada origen evaluado.

Codigo CSIRO	Localidad	Estado	Latitud	Longitud	Altitud	N° de progenies
16319	Jeeralang North	VIC	38.19	146.33	220	11
17608	King Island	TAS	39.56	143.52	40	1
16415	NE Cape Barren Island	TAS	40.32	148.19	60	1
16474	N of St. Marys	TAS	41.34	148.12	400	1
16863	SW Jericho	TAS	42.25	147.16	500	2
16473	NE New Norfolk	TAS	42.43	147.09	300	3
17695	SW of Hobart	TAS	42.58	147.14	250	2
17696	Moogara	TAS	42.47	146.56	500	11
18027	Snug Tiers Road	TAS	43.05	147.14	200	6
16476	S of Geeveston	TAS	43.12	146.54	250	4
18025	Middleton	TAS	43.13	147.15	5	1
16864	SSE of Geeveston	TAS	43.15	146.56	200	3
16471	NW of Dover	TAS	43.16	146.59	190	4

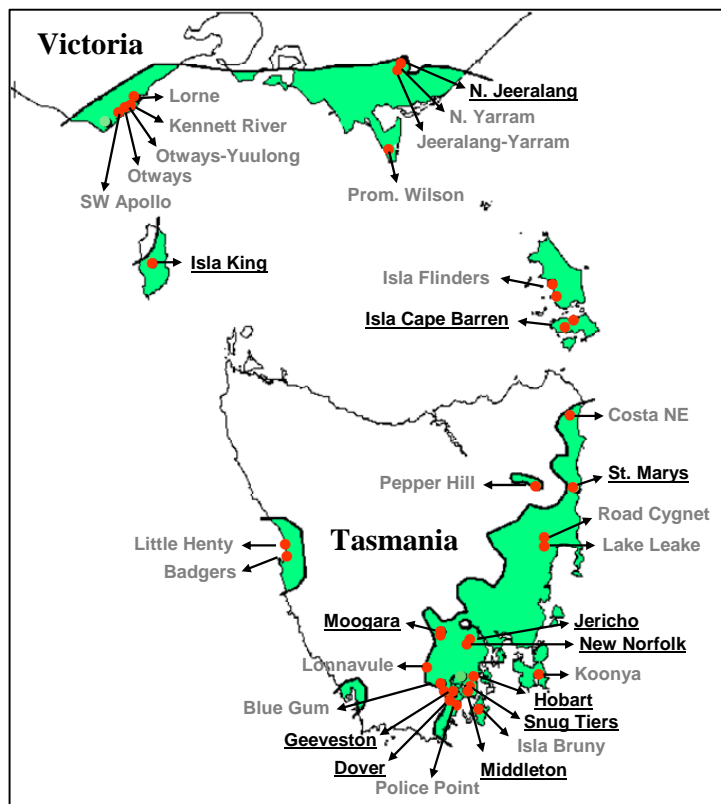


Figura 1. Distribución natural de *E. globulus* y ubicación de los orígenes evaluados por INIA. Los orígenes evaluados en este ensayo son los que están con negritas y subrayados.

Características evaluadas

El comportamiento productivo se ha venido evaluando cada dos años mediante el registro de la sobrevivencia y la medición del crecimiento (altura total y DAP). Con estos datos se calculó el volumen total con corteza, por árbol y por hectárea, utilizándose un factor de forma de 0.4.

El comportamiento sanitario se evaluó en 2003, a los 8 años, por lo que los síntomas correspondían a enfermedades del fuste. Los síntomas evaluados fueron: canchros en la corteza (mediante una escala visual de 1 a 5), lesiones de *Coniothyrium* (escala de 0 o 1), podredumbre blanca (escala de 0 o 1). Se registró además la presencia de rebrotes en el fuste (escala de 0 o 1).

Al octavo año de instalado el ensayo se realizaron evaluaciones de la madera para la producción de celulosa y papel a los siete orígenes de mayor crecimiento.

De cada material genético se seleccionaron árboles tratando de muestrear la variabilidad existente en cuanto al crecimiento dentro del ensayo. Para esto, sin considerar ni los árboles suprimidos ni los de borde, se seleccionaron árboles pertenecientes a tres clases diamétricas: 3 árboles del estrato de menor diámetro, 5 árboles del estrato intermedio y 3 árboles del estrato de mayor diámetro. De cada uno de ellos se extrajeron muestras a diferentes alturas (0, 25, 50, 75 y 100% de la altura comercial).

A partir de las muestras extraídas se determinó (entre otros parámetros) la densidad básica, el rendimiento depurado, el consumo de madera y fue estimada la producción de celulosa por hectárea. Para este cálculo se utilizó la evaluación de crecimiento al año 11 y las determinaciones de las propiedades de la madera al año 8.

Resultados

Comportamiento sanitario

En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio de incidencia (porcentaje de árboles afectados sobre el total de árboles vivos) de cada síntoma, en este ensayo y en 2 réplicas del mismo instaladas en las zonas Norte y Litoral Oeste.

Cuadro 2. Valores medios de incidencia (en %) para diferentes síntomas en tres zonas.

Departamento	Canchros*	<i>Coniothyrium</i>	Rebrotes	Podredumbre
Lavalleja	14.2	19.6	12.3	21.2
Rivera	36.4	60.0	19.4	3.8
Soriano	39.6	40.5	24.5	4.8

* Árboles con valores de canchros iguales o mayores a 3.

En general la situación sanitaria en este ensayo es buena, observándose una baja incidencia relativa de enfermedades de la corteza (canchros y *Coniothyrium*) y un bajo porcentaje de árboles con rebrotes en el fuste, lo que demuestra la mejor aptitud de la zona Sureste para la producción de *E. globulus*. Sin embargo, la incidencia de podredumbre blanca (*Inocutis jamaicensis*) fue relativamente baja en las zonas Norte y Oeste (3.8 y 4.8%) y bastante importante en este ensayo (21.2%).

Las enfermedades pueden tener efectos sobre la productividad (provocando desde una disminución del crecimiento hasta la muerte del árbol), sobre los costos de cosecha (al dificultar el descortezado) y sobre la

calidad de la madera. El efecto de cada enfermedad sobre el crecimiento puede deducirse comparando la evolución del DAP de los árboles sanos y de los árboles que presentan síntomas (Figura 2).

En la gráfica puede observarse que, con excepción de los árboles rebrotados, el crecimiento en DAP de los árboles que presentan síntomas de enfermedades es muy similar al de los árboles sanos. En otras palabras, parecería no existir un efecto negativo de las enfermedades evaluadas sobre el crecimiento.

Los rebrotes en el fuste son una respuesta fisiológica del árbol a condiciones de estrés (ocasionadas por condiciones ambientales adversas, por enfermedades o por la combinación de ambos factores), comenzando a aparecer normalmente a partir del cuarto año. Por lo tanto no debería atribuirse a los rebrotes el menor crecimiento al año 3, pero plantea la siguiente interrogante ¿los árboles que luego rebrotaron eran más chicos al tercer año porque ya sufrían algún tipo de estrés, o rebrotaron porque al ser más chicos fueron más sensibles a condiciones posteriores de estrés? Independientemente de que los rebrotes sean causa o consecuencia, su relación negativa con el crecimiento es muy clara.

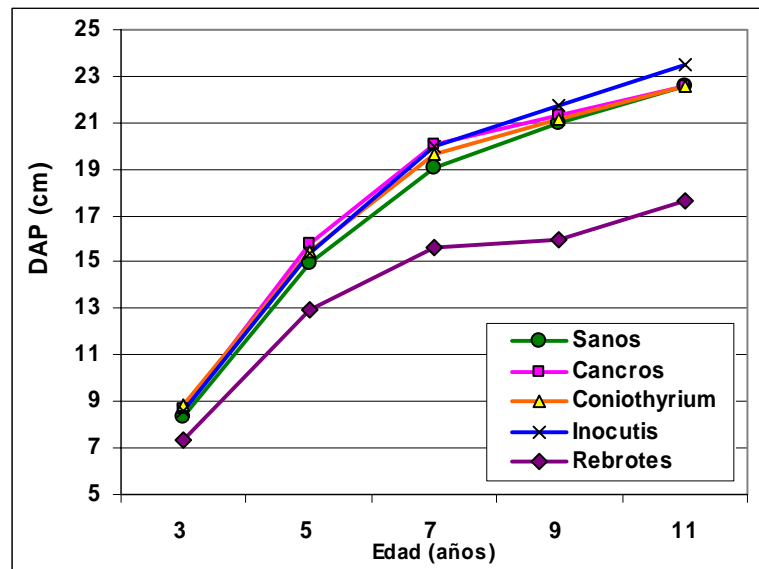


Figura 2. Evolución del DAP de árboles sanos y de árboles con diferentes síntomas.

La muerte de árboles ocasionada por cada enfermedad es más difícil de determinar ya que muchos árboles enfermos pueden haber muerto antes del octavo año, es decir antes de la evaluación sanitaria. De todas formas se puede tener una idea comparando la mortalidad ocurrida entre los 8 y los 11 años, de los árboles sanos y de los enfermos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Mortalidad entre los 8 y los 11 años en árboles sanos y con diferentes síntomas.

Estado sanitario	Árboles Sanos	Con Cancros	Con <i>Coniothyrium</i>	Con <i>Inocutis</i>	Con Rebrotos
% Mortalidad	4.5	10.5	8.7	16.2	39.0

A diferencia de lo observado con el crecimiento, el efecto de las enfermedades sobre la mortalidad es bastante claro. Los árboles que no presentaban síntomas de ninguna enfermedad (árboles sanos), tuvieron entre los 8 y los 11 años una mortalidad de 4.5%, los árboles que presentaban cancros o *Coniothyrium* tuvieron aproximadamente el doble de mortalidad, mientras que los árboles afectados por *Inocutis jamaicensis* tuvieron una mortalidad casi cuatro veces mayor. En este último caso, la mortalidad se debió principalmente al quebrado ocasionado por el viento en la zona del fuste debilitada por la podredumbre.

Nuevamente el síntoma que presenta el efecto más importante es el de rebrotos en el fuste, pudiendo observarse que en solo 3 años murieron casi el 40 % de los árboles afectados. La estrecha relación existente entre la presencia de rebrotos en el fuste con el crecimiento y la mortalidad hacen que la frecuencia de árboles rebrotados sea un buen indicador del estado sanitario de una plantación.

La importancia del genotipo en el estado sanitario puede inferirse de la susceptibilidad relativa de diferentes orígenes a cada enfermedad evaluada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Incidencia de diferentes enfermedades del fuste y frecuencia de rebrotos en cada origen (al octavo año de crecimiento).

Código de Origen	Cancros* (%)	<i>Coniothyrium</i> (%)	<i>Inocutis</i> (%)	Rebrotos (%)
16319	0.9	20.4	14.3	0.7
17608	15.2	13.0	19.6	6.5
16415	19.4	23.5	20.6	29.4
16474	8.0	0.0	3.6	28.6
16863	11.9	11.0	13.7	19.2
16473	5.6	10.7	13.9	7.4
17696	23.1	17.9	23.6	20.9
17695	39.7	16.9	21.7	21.7
18027	13.2	27.1	28.6	15.2
16476	17.7	20.5	27.6	9.6
18025	42.9	31.3	31.3	6.3
16864	17.4	20.9	26.1	9.8
16471	26.8	22.0	26.2	19.0

* Árboles con valores de cancros iguales o mayores a 3.

Para todos los síntomas evaluados se observan importantes diferencias entre orígenes. Por ejemplo, para la podredumbre provocada por *Inocutis*, el porcentaje de árboles afectados varía entre 3.6 y 31.3. En otras palabras, las pérdidas ocasionadas por podredumbre blanca (problema más importante en esta zona) se podrían minimizar mediante la utilización de una fuente de semilla adecuada. Sin embargo, ninguno de los orígenes evaluados se destaca por presentar buen comportamiento en todas las características. Por ejemplo el origen 16474 (St. Marys) presenta baja incidencia de cancros, no presenta síntomas de *Coniothyrium* y tiene muy baja incidencia de

Inocutis, pero presenta una muy alta frecuencia de rebrotes. Si bien este origen es bastante tolerante a los principales patógenos, parecería tener algún problema de adaptación al sitio, lo que se manifiesta en la emisión de rebrotes y en la muerte de árboles (la sobrevivencia actual de este origen es de 35%), lo que finalmente redundaría en una baja producción de madera por hectárea (Cuadro 5).

Comportamiento productivo

El ensayo tiene a los 11 años los siguientes valores promedio: DAP 22.3 cm, Altura 23 m, Sobrevivencia 61.5% y Volumen por hectárea (total y con corteza) 338 m³ (lo que equivale a un IMA de 30.7 m³/ha/año). En el Cuadro 5 se presentan los valores obtenidos para cada origen evaluado.

Cuadro 5. Valores medios para DAP, Altura, Volumen individual, Sobrevivencia y Volumen por hectárea al año 11 (volúmenes totales, con corteza).

Origen	DAP (cm)	Altura (m)	Vol/Arb (dm ³)	Sobreviv. (%)	Vol/Ha (m ³)
16319	23.4	24.1	454	79	480
17608	25.2	24.8	556	68	506
16415	19.1	20.3	266	43	154
16474	23.9	24.1	472	35	220
16863	23.4	23.2	445	51	297
16473	21.0	21.8	344	56	262
17695	21.6	22.5	370	58	291
17696	21.3	21.8	351	60	294
18027	22.5	23.2	410	62	337
16476	23.4	23.6	458	51	323
18025	22.8	23.8	427	20	114
16864	22.6	23.8	421	72	405
16471	20.6	22.2	328	51	224

Se observan importantes diferencias entre orígenes, tanto en crecimiento individual como en sobrevivencia. Los orígenes 17608 (Isla King), 16319 (Norte de Jeeralang); 16864 (SE de Geeveston) combinan buenos valores de crecimiento individual y sobrevivencia, por lo que se destacan en productividad por hectárea, alcanzando respectivamente a los 11 años un incremento medio anual (IMA) de 46, 43.6 y 36.8 m³/ha/año. De estos 3 orígenes solo el Jeeralang está formado por un número alto de progenies y por lo tanto los valores obtenidos son, con bastante certeza, representativos del área de origen. Por el contrario, el origen Isla King está representado por una sola progenie, la cual puede o no ser representativa de dicho origen y por lo tanto los valores obtenidos deben tomarse con mucha precaución. Por otra parte, resultados obtenidos en varios ensayos instalados en diferentes sitios han demostrado que de estos 3 orígenes solamente Jeeralang presenta consistentemente una buena producción por hectárea (Balmelli et. al., 2001, Balmelli 2002, Balmelli y Resquin, 2005), por lo que desde el punto de vista productivo es la fuente de semillas más recomendable para plantaciones comerciales en Zona 2.

En la Figura 3 se presenta la evolución del volumen total acumulado para este origen y para el promedio de los demás orígenes. Se observa claramente que la superioridad productiva del origen Jeeralang aumenta con la edad de la plantación, lo cual coincide con evaluaciones realizadas en otras zonas (Balmelli y Resquin, 2005).

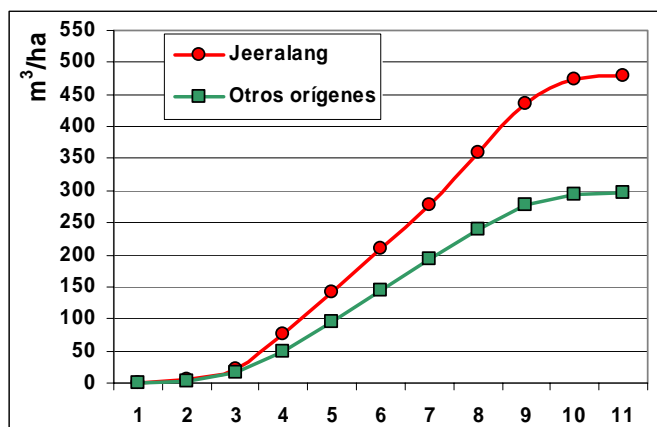


Figura 3. Evolución del volumen total por hectárea (con corteza) hasta el año 11, de Jeeralang y del promedio de los demás orígenes.

Para analizar las causas de esta mayor productividad se presenta, en la Figura 4, la evolución del crecimiento en altura y en diámetro y la evolución de la sobrevivencia del Jeeralang y del promedio de los demás orígenes. Si bien Jeeralang presenta un mayor crecimiento, tanto en altura como en DAP, la diferencia más importante, y que aumenta con la edad, se da en la sobrevivencia. En otras palabras, la mayor productividad del origen Jeeralang se debe principalmente al mayor número de árboles por hectárea que sobreviven hasta la edad de cosecha.

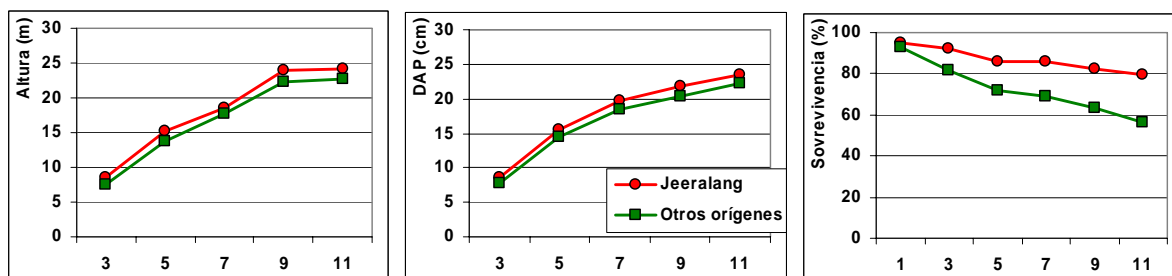


Figura 4. Evolución del crecimiento en altura, en DAP y evolución de la sobrevivencia, para Jeeralang y para el promedio de los demás orígenes.

La sobrevivencia a edad adulta es un buen indicador de la adaptación al ambiente, es decir de la tolerancia tanto a factores abióticos (clima y suelo) como a factores bióticos (malezas, enfermedades y plagas). A lo largo del tiempo todos estos factores interactúan sobre los árboles, siendo muy difícil determinar en última instancia cual es la principal causa de la mortalidad observada. Si bien diferentes enfermedades pueden en casos severos provocar la muerte de individuos afectados, en general se reconoce la estrecha relación que existe entre la falta de adaptación al sitio, el estrés que esto provoca en los árboles y la aparición de problemas sanitarios inducidos o agravados por dicho estrés.

Comportamiento celulósico

El análisis de los resultados obtenidos muestra que existen diferencias entre orígenes para las variables densidad básica, consumo específico, rendimiento y producción de pulpa por hectárea (Cuadro 6).

Los orígenes que presentan la mayor densidad básica son Jeeralang North y S of Geeveston con 0.522 y 0.498 g/cm³, respectivamente. El valor más bajo corresponde al origen Moogara con 0.468 g/cm³. Estos valores de densidad básica asociados a los valores de rendimiento en pulpa determinan que este último origen sea el que muestra el mayor valor de consumo específico (4.0 m³/ton. cel.). El resto de los materiales evaluados presentan valores que oscilan de 3.7 a 3.9 m³/ton. cel.

En términos generales se observa que la menor densidad es compensada por un mayor rendimiento en pulpa de modo que los valores de consumo de madera, salvo para el origen Moogara, son relativamente similares para todos los materiales. De modo general, sucede que maderas más densas presentan paredes de fibras de mayor espesor lo cual dificulta la penetración del licor de cocimiento en comparación con maderas menos densas (fibras con paredes más finas).

Con respecto al rendimiento depurado se observa que a excepción del origen Jeeralang North que presenta el valor más bajo (51.8%), el resto de los materiales muestra valores similares destacándose los orígenes SSE of Geeveston y S of Geeveston con 55%.

Cuadro 6. Valores de densidad básica, rendimiento, consumo específico, producción de pulpa por ha de los orígenes de *E.globulus*

Orígenes		<u>Db.</u> (g/cm ³)	<u>Rend. Dep</u> (%)	<u>Consumo</u> m ³ /ton.cel	<u>Prod. Pulpa</u> (ton/ha)
Jeeralang North.	VIC	0.522	51.8	3.7	129.8
NE New Norfolk	TAS	0.494	52.8	3.9	68.3
Moogara.	TAS	0.468	53.0	4.0	72.9
Snug Tiers RD Sung	TAS	0.487	52.8	3.9	86.7
S of Geeveston.	TAS	0.498	54.9	3.7	88.3
SSE of Geeveston	TAS	0.475	55.0	3.8	105.8
NW of Dover	TAS	0.493	53.2	3.8	58.7

Considerando la producción de pulpa por hectárea, se observa que la mayor diferencia entre orígenes esta determinada por el crecimiento. Por lo tanto, los orígenes de mayor productividad por unidad de superficie son Jeeralang North y SSE of Geeveston, con 129.8 y 105.8 ton/ha, respectivamente. Estos materiales muestran una producción muy superior al origen NW of Dover que es el que presenta el menor valor para este parámetro (58.7 ton/cel). Este parámetro cobra especial importancia en el caso de que la producción de madera esté integrada a la fase industrial ya que combina parámetros silviculturales y de procesamiento de la madera.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este ensayo demuestran que existen importantes diferencias entre orígenes para todas las características analizadas, principalmente en comportamiento sanitario y en crecimiento. Por lo tanto, la correcta elección de la fuente de semilla a utilizar es una clara oportunidad para aumentar la producción de madera a nivel comercial.

Desde el punto de vista productivo, el origen Jeeralang presenta buena sanidad y alta productividad. Desde el punto de vista de las características de madera para pulpa, este origen es el que presenta mayor densidad de madera, pero es también el de menor rendimiento de celulosa. De todas formas es el origen de mayor producción de celulosa por hectárea.

Sin embargo, aún seleccionando una fuente de semillas de comprobado potencial productivo, la importación de semillas siempre genera incertidumbre en cuanto a su disponibilidad, origen y calidad. Esto resalta la importancia de utilizar semilla producida localmente, ya sea en Huertos Semilleros o en Areas de Producción de Semillas de un buen origen y adecuadamente manejadas.

Referencias bibliográficas

Balmelli, G.; Resquin, F. y Trujillo, I. 2001. Evaluación de fuentes de semilla de las principales especies de *Eucalyptus*. En: Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera. Serie Técnica N° 123. INIA. Montevideo. Uruguay. pp. 67-87.

Balmelli, G. 2002. Avances en Mejoramiento Genético de *Eucalyptus globulus* en el Programa Nacional Forestal del INIA. 3) Evaluación de fuentes de semilla de *E. globulus* en Zona 2. Serie Actividades de Difusión N° 289. pp. 14-25.

Balmelli, G. y Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en Zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA. 15p.

Boletín Estadístico MGAP, 2005. <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>

Resquin, F.; De Mello, J.; Fariña, I. Mieres, J.; Assandri, L. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. Serie Técnica N°. 152. INIA Tacuarembó. 84 p.

EVALUACIÓN DE FUENTES DE SEMILLA DE *Eucalyptus maidenii*

Fernando Resquin

Introducción

Hasta el año 2000, *E.maidenii* ocupaba un área de algo mas de 37.000 ha (MGAP, 2000). Actualmente es probable que la misma se haya reducido en función de que algunas de las plantaciones que han llegado a los turnos de cosecha se han replantado con otras especies. A esto se suma el hecho de que en los últimos años ha sido una especie que ha despertado poco interés en el sector forestal. La mayor parte de los montes implantados han tenido como destino la producción de celulosa a pesar de algunos estudios demuestran su buena aptitud para la producción de madera sólida (Berterreche y Ruvira, 2002), .

En términos generales es una especie que presenta buena adaptación a las distintas zonas del país y hasta el momento ha mostrado un buen comportamiento sanitario. También se caracteriza por poseer una madera de relativa alta densidad, rendimiento en pulpa aceptable además de buena resistencia mecánica. En la mayoría de los emprendimientos forestales se ha utilizado semilla introducida desde Australia con escasa o nula información en cuanto a su eventual adaptación a las distintas condiciones de suelo y clima del país.

A raíz de la promoción que tuvo junto con otras especies de eucaliptos a partir de la ley forestal del año 1989 el Programa Forestal del INIA comenzó con la ejecución de un programa de mejora genética en donde se están evaluando varios materiales genéticos tanto locales como introducidos.

Esta evaluación se ha realizado a través de la instalación y seguimiento de ensayos de orígenes y progenies con el objetivo de identificar los materiales de mejor comportamiento para cada una de las zonas de prioridad forestal. A continuación se presentan los resultados de uno de estos ensayos mencionados.

Materiales y métodos

En la primavera del año 1996 fue instalada una red de tres ensayos de orígenes y progenies en Rivera, Soriano y Lavalleja. Los resultados de este ultimo es el que se presenta en este capítulo. Las principales características del sitio y del ensayo se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características del ensayo

Lugar	Marmarajá,(Lavalleja)
Suelo	2.11 ^a
Laboreo	Fajas
Fecha de plantación	Oct.1996
Distancia de plantación	3 x 2.5m
Densidad	1333 arb/ha
Diseño experimental	Parcelas divididas con 6 rep.
Tamaño de la parcela	10 plantas en línea

Casi todos los materiales genéticos evaluados fueron introducidos directamente de Australia excepto uno que fue suministrado por un vivero local el cual fue utilizado como testigo comercial. La información de los lotes de semilla evaluados se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Lista de fuentes de semilla evaluadas

Código	Origen	Latitud	Longitud	Altitud	Nro. progenies	Zona
1	Black Range V. Eden.	NSW	37.10	149.41	320	19 2 7
2	Mt. Dromedary.	NSW	36.22	150.02	400	3 2 7 9
3	Poole Road Via Eden.	NSW	37.12	149.28	480	10 7
4	Bolaro Mountain.	NSW	35.40	150.02	380	6 7 9
5	Wyndham	NSW	36.54	149.38	540	11 2 9
6	Yurammie SF	NSW	36.49	149.45	250	5 2 9
7	Bolaro Mountain	NSW	35.40	150.02	380	12 2 7 9
Testigo	Myrtle mountain	NSW	35.52	149.40	480	2 7 9

Los parámetros medidos al noveno año fueron el DAP en todos los árboles y la altura total en los árboles el tercer y séptimo árbol de cada parcela. El resto de las alturas fueron estimadas mediante una ecuación de regresión en donde la variable independiente fue el DAP. Con esto datos se estimó la sobrevivencia, el volumen individual, el volumen por hectárea y el IMA con corteza utilizando un factor de forma de 0.4 para cada uno de los orígenes evaluados.

Al séptimo año de instalado el ensayo con los cinco orígenes de mayor crecimiento (excepto el testigo comercial) se realizaron evaluaciones de la madera para la producción de celulosa y papel.

De cada material genético se seleccionaron árboles tratando de muestrear la variabilidad existente en cuanto al crecimiento dentro del ensayo. Para esto, sin considerar ni los árboles suprimidos ni los de borde, se seleccionaron árboles pertenecientes a tres clases diamétricas: 3 árboles del estrato de menor diámetro, 5 árboles del estrato intermedio y 3 árboles del estrato de mayor diámetro. De cada uno de ellos se extrajeron muestras ("discos") a diferentes alturas (0, 25, 50, 75 y 100% de la altura comercial).

A partir de las muestras extraídas se determinó (entre otros parámetros) la densidad básica, rendimiento depurado, consumo de madera y fue estimada la producción de celulosa por hectárea. Para este cálculo se utilizó la evaluación de crecimiento al noveno año y las determinaciones de las propiedades de la madera del séptimo año.

Para las variables densidad básica, rendimiento en pulpa y consumo específico fue realizado el análisis de varianza mediante la prueba F a través del PROC GLM del SAS. Los valores obtenidos con las muestras provenientes de cada clase diamétrica fueron usados como repeticiones para el análisis estadístico. Para las variables altura total, DAP, sobrevivencia, volumen individual y por hectárea el análisis de varianza fue realizado con los promedios de las diferentes progenies que componen cada uno de los orígenes. Los contrastes de medias fueron realizados con el test de Duncan al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

El análisis de varianza detecta diferencias significativas para todas las variables medidas excepto para la altura Cuadro 3. Se destaca el origen Myrtle Mountain con el mayor crecimiento individual y por hectárea. Este material obtiene una superioridad del orden del 60% con respecto al de peor comportamiento 340.7 vs 212.2 m³/ha, respectivamente. Estas diferencias están explicadas en mayor medida por las diferencias en los valores de sobrevivencia alcanzados y en menor medida por los valores de DAP. Por otro lado, salvo este origen, el resto de los materiales evaluados muestran valores de sobrevivencia y crecimiento relativamente similares entre sí.

Cuadro 3. Valores de crecimiento y sobrevivencia de los orígenes evaluados al 9^{no} año

Origen	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol/ar (m ³)	sob (%)	vol/ha (m ³ /ha)	IMA
Myrtle mountain	20,0 a	20,9	0,2949a	87a	340,7a	37,9
Yurammie SF	18,6 abc	20,1	0,2520bc	80abc	269,8b	30,0
Bolaro Mt	18,1 bc	19,9	0,2397bc	79abc	251,7b	28,0
Wyndham	18,5 abc	20,0	0,2531bc	71bcd	239,2b	26,6
Black Range Via Eden	17,7 bc	19,7	0,2243c	79abc	237,6b	26,4
Bolaro Mountain	17,3c	19,6	0,2147c	82ab	235,3b	26,1
Mt Dromedary	19,3 ab	20,5	0,2763ab	63d	231,2b	25,7
Poole road via eden	17,3c	19,1	0,2302c	69cd	212,2b	23,6

Nota: Valores con igual letra no difieren significativamente por el test de Duncan al 5%

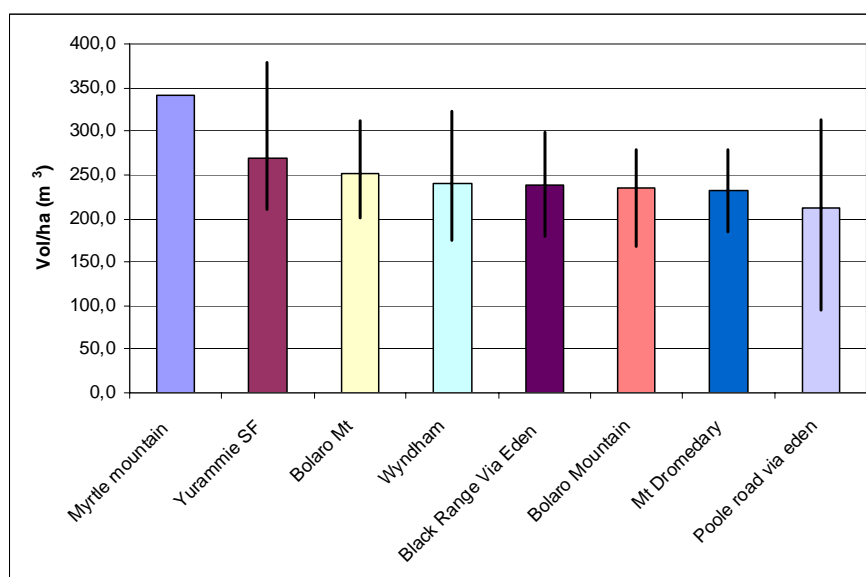


Figura 1. Productividad promedio y valores máximos y mínimos de las progenies que componen cada uno de los orígenes evaluados al 9^{no} año.

Analizando la variación observada dentro de cada uno de los orígenes evaluados surge que la misma es importante a tal punto que dependiendo de la/s progenie/s que se considere/n el ranking de los materiales evaluados podría variar en forma significativa. En este caso los orígenes que presentan la mayor variación entre progenies son los Yurammie SF y Poole Road Via Eden (Figura 1).

A pesar de que los valores de volumen e IMA fueron estimados con la altura total del árbol y con corteza los incrementos obtenidos por varios de los orígenes evaluados son relativamente altos para la especie (Figura 2).

En cuanto a la evolución del crecimiento se observa que en general todos los orígenes muestran tasas de incrementos decrecientes en los valores de IMA a partir del séptimo año de instalado el ensayo (Figura 3).

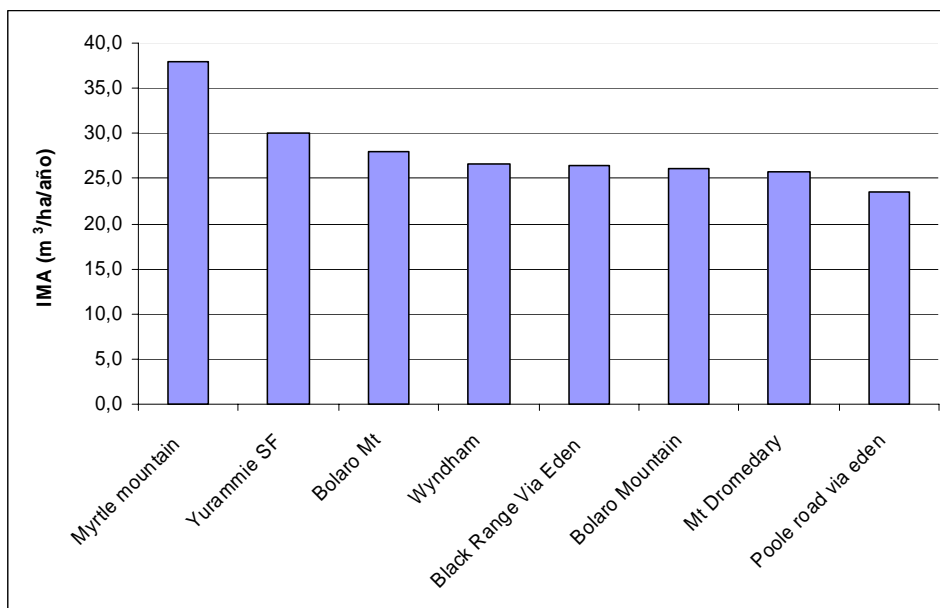


Figura 2. IMA promedio de los orígenes evaluados al 9^{no} año.

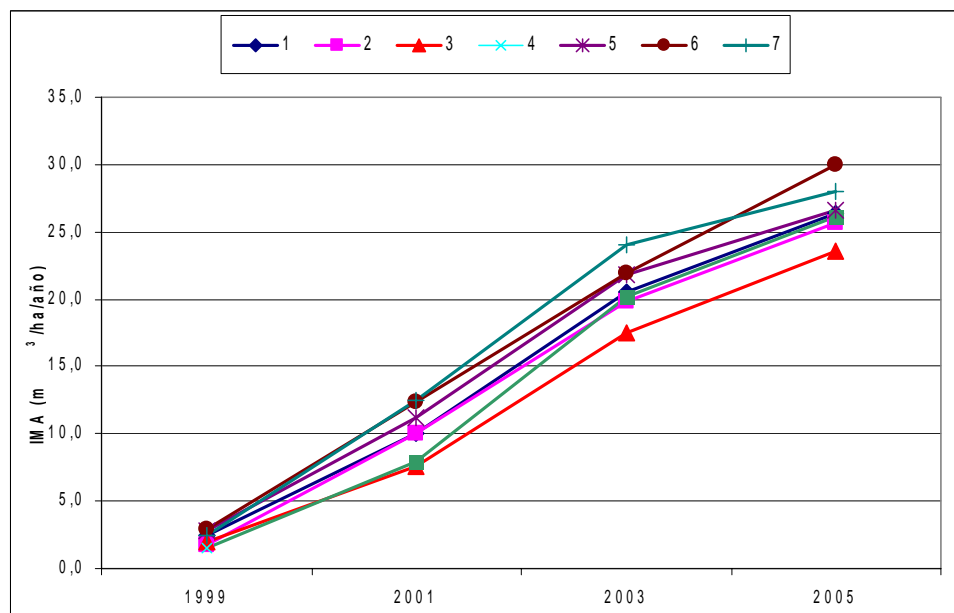


Figura 3. Evolución del IMA de los orígenes evaluados

En el cuadro 4 se presentan los valores de densidad básica, rendimiento en pulpa, consumo específico de madera y producción de pulpa. El análisis no detecta diferencias significativas entre orígenes para ninguna de las variables evaluadas. De todas maneras se observa una leve superioridad del origen "Bolaro Mountain" en cuanto a la densidad básica y (como consecuencia de este parámetro y del rendimiento) al consumo de madera. Los valores de producción de pulpa acentúan aun más las diferencias entre orígenes comparado con las diferencias registradas en el crecimiento. Los orígenes más productivos son el "Bolaro Mountain" y "Yurammie SF" con valores próximos a 70 ton.cel./ha.

Cuadro 4. Valores de densidad básica, rendimiento, consumo específico y producción de pulpa de los orígenes evaluados

Orígenes	Db. (g/cm ³)	Rend. Dep. (%)	Consumo m ³ /ton.cel	Prod. Pulpa (ton/ha)
Black Range V. Eden	0.521 ^a	50.9 ^a	3.8 ^a	63.0
Mt. Dromedary.	0.504 ^a	49.8 ^a	3.9 ^a	58.0
Wyndham	0.507 ^a	50.7 ^a	3.9 ^a	61.5
Yurammie SF	0.525 ^a	49.2 ^a	3.9 ^a	69.7
Bolaro Mountain	0.551 ^a	50.8 ^a	3.6 ^a	70.5

Nota: Valores con igual letra no difieren significativamente por el test de Duncan al 5%

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que existen diferencias tanto desde el punto de vista del crecimiento como de las propiedades pulperas de la madera. A esto hay que sumarle las diferencias observadas en los distintos materiales genéticos que componen cada uno de los orígenes.

En términos generales los orígenes de mejor comportamiento son "Myrtle Mountain" con un alto crecimiento y "Bolaro Mountain" junto con Yurammie SF con los mayores niveles de producción de celulosa por hectárea.

Bibliografía

Berterreche A.; Ruvira F. Alternativas industriales y de manejo para el *Eucalyptus globulus* ssp *maidenii*. Serie FPTA – INIA-UCUDAL-Paso Alto. 2002. 60 p.

Boletín Estadístico MGAP, 2005. <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>

Resquin, F.; De Mello, J.; Fariña, I. Mieres, J.; Assandri, L. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. Serie Técnica N°. 152. INIA Tacuarembó. 84 p

EFFECTO DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR ENFERMEDADES FOLIARES Y POR HELADAS EN *Eucalyptus globulus* SOBRE EL CRECIMIENTO POSTERIOR

Gustavo Balmelli, Nora Altier y Virgina Marroni

Introducción

La productividad de *Eucalyptus globulus* en nuestro país se ve limitada por el efecto combinado de diversos factores, como falta de adaptación a condiciones climáticas (principalmente en zonas con escasa influencia marítima), susceptibilidad a varias enfermedades y plagas y utilización de fuentes de semilla inadecuadas. Si bien se reconoce la importancia de la sanidad en el comportamiento productivo de *E. globulus*, las pérdidas en cantidad y calidad de la madera provocadas por cada enfermedad aún no han sido cuantificadas. El INIA ha comenzado a realizar aportes en este sentido mediante la evaluación de daños provocados por enfermedades del fuste y la evaluación de sus efectos sobre el crecimiento y sobre la capacidad de rebrote post cosecha (Balmelli y Resquin, 2005) y sobre la calidad de la madera para la producción de pulpa (Resquin *et al.*, 2004). Los efectos provocados por enfermedades foliares sobre el crecimiento y sobre la mortalidad posterior también han comenzado a evaluarse (Balmelli, 2005). En este trabajo se analizan los efectos provocados por enfermedades foliares y por heladas (evaluadas a los 7 y 12 meses, respectivamente), sobre el crecimiento y sobre la sobrevivencia (a los 32 meses).

Población evaluada

La evaluación se realizó en una prueba de progenies de *Eucalyptus globulus*, instalada en Octubre de 2002, en el Establecimiento El Algarrobo (Grupo Forestal SA). El material genético está conformado por 199 familias de polinización abierta (introducciones de Australia y Chile, selecciones locales y Población de Cría de INIA) y 5 lotes de semilla comercial (2 lotes de Jeeralang, Chivilingo, Chumulco y Salus). El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 24 repeticiones y parcelas de 1 planta.

La prueba se instaló sobre un suelo 2.12, con una intensiva preparación del suelo: herbicida pre-laboreo (Glifosato, 2 lt/ha), laboreo en fajas (subsolador, arado aporcador, excéntrica y disquera), herbicida pre-plantación (Glifosato, 2 lt/ha) y disquera. La densidad de plantación fue 1250 plantas por hectárea (4 metros entre filas y 2 metros entre plantas). El manejo inicial consistió en la aplicación de 150 g/planta de fertilizante 13/40/0 y en la aplicación de herbicida pre-emergente en la faja plantada (Rely, 3 lt/ha). En el otoño siguiente por debajo de los árboles se aplicó Glifosato (3 lt/ha).

Características medidas y efectos analizados

En Mayo de 2003, a los 7 meses de edad, se realizó la primera evaluación. Se registró la sobrevivencia, se midió la altura y se evaluó en todos los árboles la severidad de enfermedades del follaje, utilizando dos indicadores o síntomas: el nivel de manchas foliares y el nivel de defoliación. En ambos casos se utilizó una escala visual de 1 a 5, donde 1 corresponde a ausencia de daño y 5 al mayor nivel de daño.

En Agosto de 2003 se registraron heladas de entre -2 y -3 °C, las cuales causaron importantes daños en el cultivo. La cuantificación de dichos daños fue realizada en Octubre (a los 12 meses de edad), mediante una escala visual de 1 a 4 (con valores intermedios), donde 1 correspondía a ausencia de daño y 4 al árbol totalmente quemado.

En Junio de 2005, a los 32 meses de edad, se realizó una nueva evaluación, registrándose otra vez la sobrevivencia y midiéndose el diámetro a la altura del pecho (DAP). Los valores de sobrevivencia registrados en ambas evaluaciones fueron utilizados para calcular la mortalidad ocurrida en dicho período.

Finalmente se cuantificó el efecto de los daños provocados por enfermedades y por heladas sobre el comportamiento posterior, comparándose para cada clase de daño los valores medios de crecimiento en diámetro y mortalidad hasta los 32 meses. En este análisis el material genético fue considerado como una población única y genéticamente heterogénea (como en la práctica sucede con un lote de semilla comercial).

Caracterización de la situación inicial (7 y 12 meses) y final (32 meses)

A los 7 meses de edad la altura promedio fue de 2.2 metros y se registró una sobrevivencia media de 92.8%. La severidad de enfermedades del follaje puede considerarse relativamente alta ya que solamente el 23.4% de las hojas no presentaba manchas, mientras que 46.5% presentaba pústulas o manchas de roya (*Puccinia psidii*), 25.8% presentaba manchas de diferentes especies de *Mycosphaerella* y 3.7% presentaba otro tipo de manchas en las que no se identificó el agente causal (Balmelli *et al.*, 2004).

A los 12 meses se realizó la cuantificación de daños ocasionados por heladas, observándose un 15% de árboles con daños severos, es decir con muerte de buena parte del follaje y parte del tallo (valor de daño igual o mayor que 3) y un 46% de árboles con daños moderados en el follaje (valor de daño igual o mayor que 2).

En la evaluación realizada a los 32 meses de edad, el DAP medio fue 9.3 centímetros, mientras que la sobrevivencia media fue de 74.1%.

Efecto del crecimiento inicial sobre el comportamiento posterior

El crecimiento inicial (altura a los 7 meses) determinó en buena medida el crecimiento posterior (DAP a los 32 meses). En la Figura 1 puede observarse que la relación entre la altura inicial y el DAP posterior es prácticamente lineal.

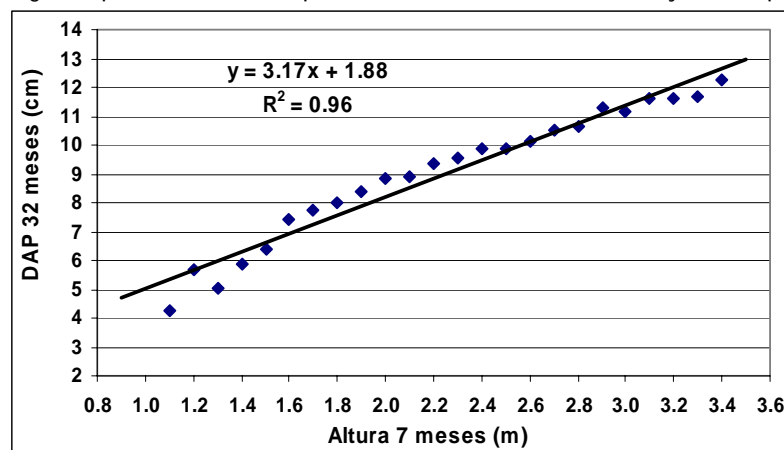


Figura 1. Relación entre Altura 7 meses y DAP 32 meses (clases de altura de 0.1 metro).

La mortalidad promedio en el período de 2 años transcurrido entre ambas evaluaciones fue de 20%, mostrando una fuerte relación inversa con la altura inicial (Figura 2). El efecto del crecimiento inicial sobre mortalidad posterior es muy marcado en los árboles que presentaron alturas inferiores a la media (2.2 metros), registrándose para las clases menores de altura valores de mortalidad de hasta 80%.

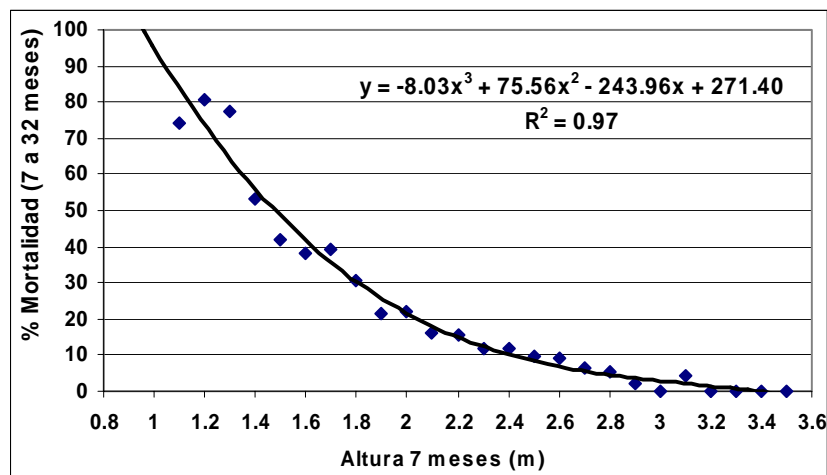


Figura 2. Relación entre la Altura 7 meses y el % de Mortalidad ocurrido entre los 7 y los 32 meses (para clases de altura de 0.1 metro).

Estos resultados demuestran la importancia del manejo silvicultural inicial, es decir de una correcta preparación del suelo, fertilización y control de malezas, para lograr una plantación exitosa. Si se considera el ensayo como una plantación comercial, puede decirse que recibió un muy buen manejo inicial, siendo relativamente poco lo que podría hacerse para mejorar dicho manejo. Es más común sin embargo, la aplicación de una silvicultura menos intensa, con la consiguiente reducción en el crecimiento inicial y por lo tanto en el comportamiento posterior. A modo de ejemplo, con una silvicultura hipotética de menor intensidad, con la cual se alcanzara a los 7 meses una altura media de 1.5 metros (lo cual es bastante frecuente), podría obtenerse, en base a la Figura 1, un DAP medio a los 32 meses de aproximadamente 6.5 centímetros, lo que representa una pérdida de 31% en relación al manejo actual. En base a la Figura 2, la mortalidad entre los 7 y los 32 meses que se obtendría con dicho manejo rondaría el 45%, es decir más del doble que con el manejo actual.

Efecto del daño provocado por enfermedades foliares sobre el comportamiento posterior

La relación entre el nivel de daño foliar a los 7 meses (tanto de mancha como de defoliación) y el crecimiento en DAP a los 32 meses se presenta en la Figura 3. En la gráfica puede observarse que el efecto sobre el crecimiento en DAP provocado por las manchas foliares y por la defoliación es muy similar. Para ambos síntomas los valores promedio de DAP disminuyen marcadamente a medida que aumenta el nivel de daño. Los árboles con valor 1 en la escala de daño (es decir ausencia de síntomas) tuvieron en promedio un DAP de 10.3 centímetros, mientras que el DAP promedio en la clase 5 de mancha foliar es de 6.6 cm y en la clase 5 de defoliación de 6.1 cm, lo que representa, en relación a la ausencia de daño una pérdida en crecimiento de 36 y 40%, respectivamente.

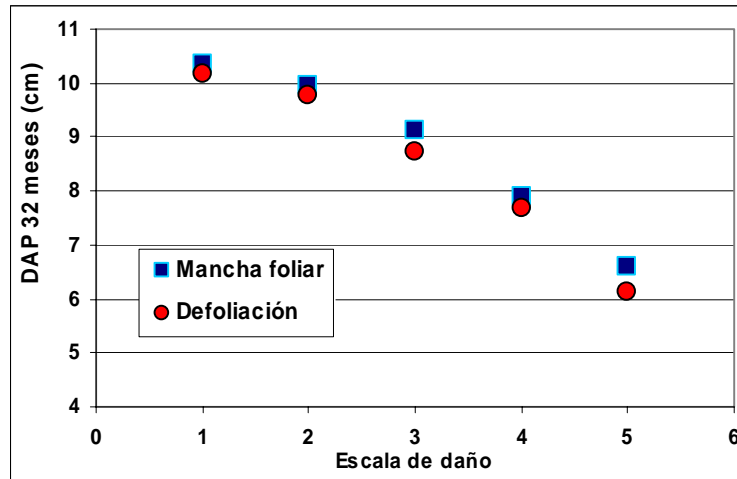


Figura 3. Efecto del nivel de daño foliar a los 7 meses sobre el DAP a los 32 meses (para cada clase de daño).

La relación entre el nivel de daño foliar a los 7 meses (tanto de mancha como de defoliación) y la mortalidad ocurrida entre los 7 y los 32 meses se presenta en la Figura 4. En la gráfica puede observarse que el efecto sobre la mortalidad provocado por las manchas foliares y por la defoliación es muy similar. Los árboles con ausencia de daño foliar (valor 1 en la escala) tuvieron en promedio una mortalidad de 7.4%. La mortalidad no varía cuando el nivel de manchas o defoliación es bajo (valor 2), pero aumenta marcadamente en las clases de daño mayores, llegando en la clase 5 de ambos síntomas a valores promedio cercanos al 90%. En otras palabras, los árboles severamente afectados por enfermedades foliares tienen una probabilidad de sobrevivir extremadamente baja.

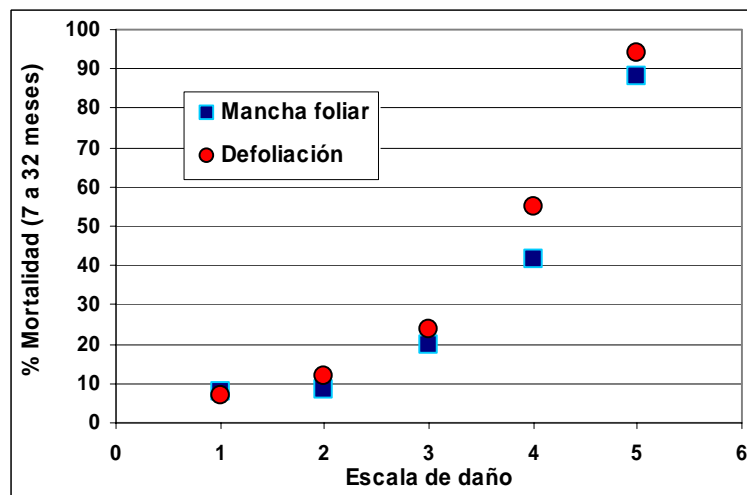


Figura 4. Efecto del nivel de daño foliar a los 7 meses sobre la mortalidad entre los 7 y los 32 meses (para cada clase de daño).

Efecto del daño provocado por heladas sobre el comportamiento posterior

La relación entre el nivel de daño de heladas (a los 12 meses) y el crecimiento en DAP a los 32 meses se presenta en la Figura 5. Los árboles con valor 1 en la escala de daño (es decir ausencia de síntomas) tuvieron en promedio un DAP de 11 centímetros. Como se observa en la gráfica, el DAP disminuye en forma prácticamente lineal a medida que aumenta el nivel de daño de heladas, llegando en la clase 4 de daño a un DAP promedio de 4.7 cm. Dicho valor representa, en relación a la ausencia de daño (clase 1), una pérdida en crecimiento de 57%.

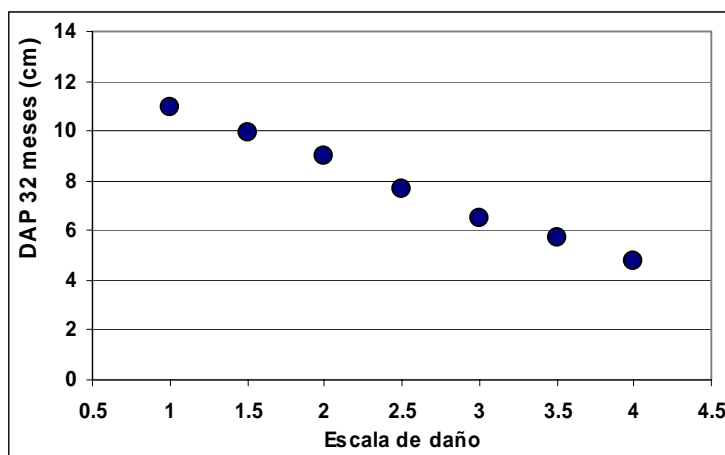


Figura 5. Efecto del nivel de daño de heladas (a los 12 meses) sobre el DAP a los 32 meses (para cada clase de daño).

El efecto del nivel de daño provocado por heladas sobre la mortalidad ocurrida entre los 12 y los 32 meses se presenta en la Figura 6. Los árboles con ausencia de daño (valor 1 en la escala) tuvieron en promedio una mortalidad de 1%. Si bien la mortalidad promedio no varía demasiado en los niveles bajos de daño (valores 1.5 y 2), la misma aumenta marcadamente en las clases de daño mayores, llegando en la clase 4 a valores promedio de 80%. En otras palabras, la probabilidad de que los árboles severamente afectados por heladas sobrevivan es muy baja.

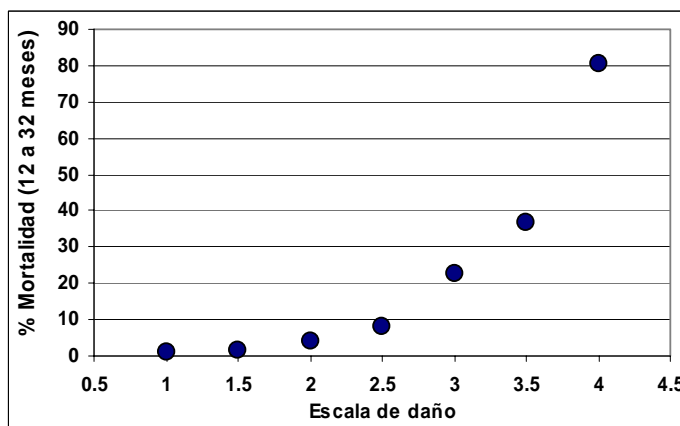


Figura 6. Efecto del nivel de daño de heladas (a los 12 meses) sobre la mortalidad entre los 12 y los 32 meses (para cada clase de daño).

Independientemente de la altura de los árboles, los resultados obtenidos demuestran que los daños provocados tanto por enfermedades foliares como por heladas tienen un marcado efecto sobre el comportamiento posterior. Cuando la severidad del daño foliar es medio a alto el crecimiento de los árboles se ve seriamente afectado y su sobrevivencia comprometida. Este último aspecto es de gran importancia ya que la productividad en *E. globulus* depende principalmente del número de árboles por hectárea que sobreviven hasta la edad de cosecha (Balmelli y Resquin, 2005).

Efecto del genotipo sobre el comportamiento sanitario y productivo

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio de comportamiento sanitario y productivo de las diferentes fuentes de semilla. La fuente de semilla de mejor comportamiento, es decir la que presenta mejor sanidad, mayor sobrevivencia y mayor crecimiento, es la formada por orígenes australianos. Si bien esta es la única fuente de semilla que no posee mejora genética (ya que la semilla proviene de bosques nativos), los orígenes evaluados son todos del estado de Victoria e Islas Flinders (Figura 7), habiendo sido introducidos en base al buen comportamiento que han presentado otros orígenes de dichas zonas en ensayos anteriores, instalados en distintos sitios de las zonas Norte, Litoral y Sureste.

Cuadro 1. Comportamiento sanitario y productivo de diferentes fuentes de semilla.

Fuente de semilla	Índice* MF+D (7 meses)	Severidad** Daño Helada (12 meses)	Sobrevivencia (32 meses)	DAP (32 meses)
1ª generación (27 familias)	4.8	1.9	78	9.1
2ª generación (95 familias)	5.4	2.0	70	9.2
Chile (22 familias)	5.2	2.0	71	9.1
Orígenes Austra. (55 familias)	4.8	1.9	82	9.7
Comercial (5 lotes)	5.2	2.1	72	8.7

* Índice MF+D: suma de valores de severidad para manchas foliares (1 a 5) y defoliación (1 a 5).

** Severidad: 1 sin daño; 4 gran parte del follaje y del tallo dañado.

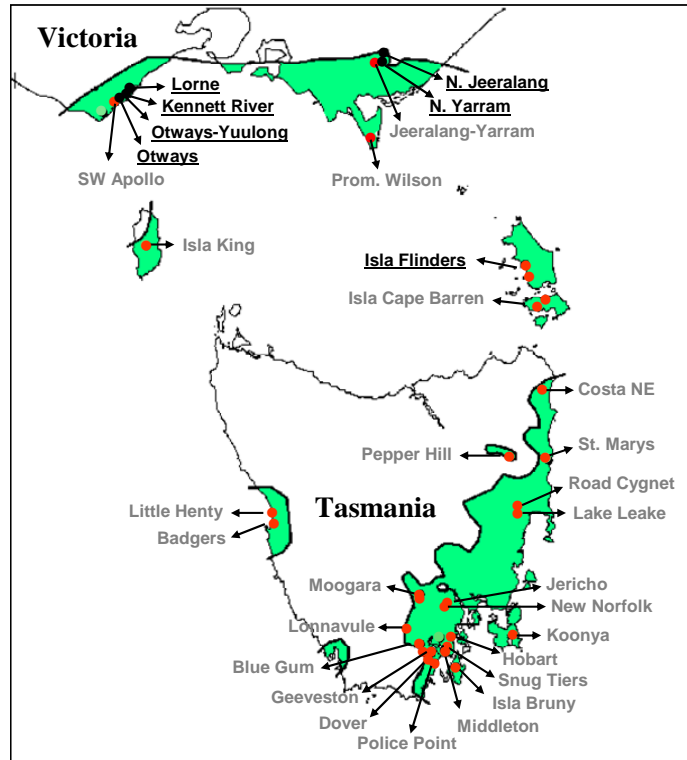


Figura 7. Distribución natural de *E. globulus* y ubicación de los orígenes evaluados por INIA. Los orígenes evaluados en este ensayo son los que están con negritas y subrayados.

En el Cuadro 2 se presentan los valores obtenidos en los indicadores evaluados para cada origen y para cada lote comercial. Los orígenes de la zona de Jeeralang (Norte y Yarram) se destacan tanto por su buen comportamiento sanitario como productivo (sobrevivencia y crecimiento al tercer año), no siendo igualados por ningún lote de semilla comercial (incluso por los 2 lotes de Jeeralang comercial).

Cuadro 2. Comportamiento sanitario y productivo de diferentes orígenes del Estado de Victoria e Islas Flinders y de diferentes lotes comerciales.

Zona de origen y Código	Indice* MF+D (6 meses)	Severidad** Daño Helada (12 meses)	Sobrevivencia (32 meses)	DAP (32 meses)
Jeeralang North 16319	4.8	1.5	91	10.5
North of Yarram 18888	4.3	1.7	91	10.5
SW of Lorne 18885/1886	5.1	2.0	76	9.3
Kennet River 18882	4.7	1.8	82	9.7
Otways-Yuulong 18708	4.8	1.9	81	9.6
Otways 18881/19475/18725	4.8	1.9	83	9.7
Islas Flinders 19161	4.3	1.9	80	9.3
Lotes comerciales				
Jeeralang (Redalco)	5.3	1.7	78	9.9
Jeeralang (Grupo Forestal)	4.3	2.0	75	8.8
HS Chileno Chivilingo	5.5	2.1	70	9.3
HS Chileno Chumulco	5.6	2.4	67	7.5
Local (Parque Salus)	5.4	2.1	70	7.9

* Indice MF+D: suma de valores de severidad para manchas foliares (1 a 5) y defoliación (1 a 5).

** Severidad: 1sin daño; 4 gran parte del follaje y del tallo dañado.

A nivel de familias, es decir para el promedio de los árboles de cada familia, la severidad de enfermedades foliares (mancha más defoliación) presentó un rango de 3.3 a 6.9, mientras que el rango de daño de heladas fue de 1.3 a 3.2. Dichos rangos demuestran la posibilidad de seleccionar genotipos de baja susceptibilidad a enfermedades foliares y de buena tolerancia al frío, lo cual como se vio determinará en buena medida el comportamiento posterior. Al tercer año el rango de valores medios de DAP a nivel de familias es de 5.3 a 11.5 cm, mientras que el de sobrevivencia es de 25 a 100%. En la Figura 8 se presentan gráficamente dichos rangos, pudiendo observarse que los mejores lotes comerciales tienen un comportamiento cercano a la media de la población, indicando en este caso la posibilidad de seleccionar genotipos de mayor productividad.

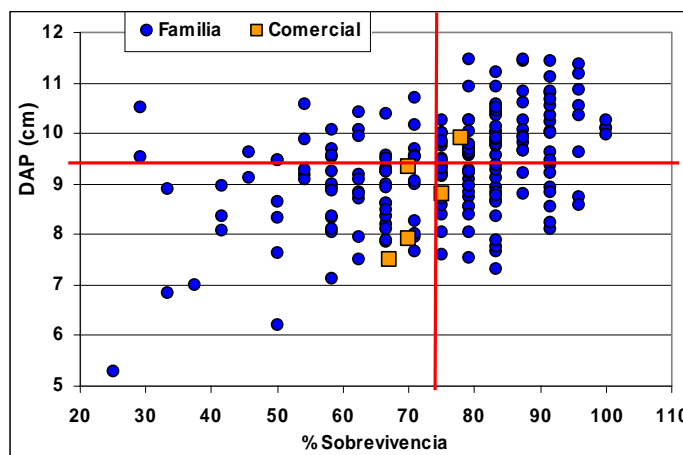


Figura 8. Sobrevivencia al tercer año para cada familia y lote comercial.

Valores de DAP y

Conclusiones

Si bien los resultados obtenidos solo cuantifican a corto plazo los efectos provocados por enfermedades foliares y por heladas en *E. globulus*, los mismos demuestran el marcado efecto que un pobre crecimiento inicial y un alto nivel de daño foliar tienen sobre el crecimiento y sobre la mortalidad posterior. Es decir, demuestran la importancia que tanto la silvicultura como la sanidad tienen en una plantación de *E. globulus* en Uruguay.

El estado sanitario, es decir el nivel de daño provocado por enfermedades, estará dado por la combinación de determinadas condiciones ambientales (principalmente humedad y temperatura), de la cantidad de inóculo presente y de la susceptibilidad relativa del material genético. De dichos factores el único en el que se puede influir para disminuir el riesgo de daño es mediante la elección del material genético, siendo prácticamente nula la posibilidad de modificar el ambiente mediante un buen manejo silvicultural.

El nivel de daño de heladas también estará dado por una combinación de condiciones ambientales (principalmente de la temperatura mínima), de las características del sitio (topografía), del tamaño del árbol y de la susceptibilidad relativa del material genético. El riesgo de heladas se puede reducir por lo tanto mediante la correcta elección del sitio (evitando plantar en las zonas bajas), mediante una buena silvicultura (que permita escapar al daño a través de un rápido crecimiento temprano) y mediante la elección de materiales de buena tolerancia al frío.

Si bien la elección de una fuente de semilla en base a una evaluación tan temprana es bastante arriesgada en *E. globulus* (debería esperarse por lo menos hasta el quinto o sexto año para obtener información sanitaria y productiva más segura), los resultados obtenidos son coincidentes con los de ensayos más adultos (ver parada 1), confirmando la aptitud de los orígenes de Victoria como fuente de semilla para nuestras condiciones.

El muy buen comportamiento de orígenes nuevos, como Yarram, plantea la interrogante de si existen, dentro del área de distribución natural de la especie, otros orígenes que aún no han sido evaluados y que tengan aún mejor comportamiento en nuestro país.

Referencias bibliográficas

- Balmelli, G. 2005. Efecto de enfermedades foliares en *Eucalyptus globulus* al tercer año de crecimiento. En: IX Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. 24 y 25 de Octubre de 2005. Montevideo, Uruguay. (www.iaia.org.uy).
- Balmelli, G., Marroni, V., Altier, N. y García, R. 2004. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica N° 143. INIA. Montevideo, Uruguay. 44p.
- Balmelli, G. y Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA. Montevideo, Uruguay. 16p.
- Resquin, F., de Mello, J.C. y Fariña, I. 2004. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. En: Aportes a la producción de pulpa de celulosa a partir de *Eucalyptus*. Serie de Actividades de Difusión N° 374. INIA, Montevideo, Uruguay. pp. 23-69.

ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE FERTILIDAD DE SUELOS

José Zamalvide, Carlos Perdomo y Marcelo Ferrando⁵

Desde el año 2000 la cátedra de Fertilidad de Suelos con el apoyo de la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad y cuatro empresas forestales, viene llevando a cabo trabajos sobre fertilización de Eucaliptos.

En la primera etapa, entre los años 2000 y 2004, se instalaron más de 30 ensayos en *E.globulus* [*Eucalyptus globulus* (Labille)] y *E.grandis* [*Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden)], en los principales suelos de prioridad forestal del país, para caracterizar la respuesta a nitrógeno y fósforo en el primer año de plantación. Paralelamente se utilizaron análisis de suelos y plantas como posibles predictores de la respuesta. Los resultados de esta primera etapa se han comunicado a las empresas financiadoras y difundido para todo público en reuniones con productores y técnicos asesores. En este momento se preparan publicaciones de carácter científico originadas en esos trabajos.

En la segunda etapa (comenzada en 2005) se plantearon nuevos objetivos, continuándose además la evaluación de los ensayos de la primera etapa. Los principales objetivos de estudio de esta segunda etapa son: Respuesta al Nitrógeno en etapas mas avanzadas de la plantación, Respuesta al agregado de Boro, Ajuste de la metodología para el uso del análisis foliar como herramienta de diagnóstico, Respuesta al N y P en reforestaciones.

En particular en *E.globulus*, en el área de cristalino, se encuentran instalados tres diferentes tipos de ensayos de respuesta al boro y un ensayo para muestreo del estudio de variación estacional de contenido de nutrientes en hojas de plantas con distintas fertilizaciones. Se continúa la evaluación de los ensayos instalados entre los años 2000 y 2004, de respuesta al agregado de Nitrógeno y Fósforo en el año de plantación.

Algunos detalles de los nuevos ensayos

Respuesta al agregado de boro:

- Ensayo tipo1: Respuesta a la aplicación de B, con una fuente parcialmente soluble (Ulexita molida), en árboles con 6 meses de transplantados.
- Ensayo tipo2: Comparación de fuentes solubles (Solubor) vs parcialmente solubles (Ulexita molida), aplicadas a árboles con 6 meses de transplantados, con y sin refertilización a los 18 meses.
- Ensayo tipo3: Fertilización con Boro previo al trasplante, con una fuente parcialmente soluble (Ulexita molida), mezclada con el suelo con maquinaria, en toda la franja laboreada.

En estos ensayos se evalúa: crecimiento de los árboles, sintomatología de deficiencias y contenido de boro en hojas.

⁵ Ings. Agrs. Fertilidad de Suelos, Facultad de Agronomía, UDELAR



Estudio de variación estacional del contenido de nutrientes en hojas:

En un diseño de parcelas en bloques con tres repeticiones, se fertilizaron árboles con diferentes nutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Boro). Cada parcela contiene tres árboles y uno de borde compartido. Durante más de un año (desde abril de 2005 a junio de 2006) se muestrearon mensualmente hojas de los distintos tratamientos para su análisis y estudio de la evolución del contenido de nutrientes. Estos ensayos se repiten en otros tres sitios del país. Los resultados de este estudio serán aplicados para definir las normas de muestreo a utilizar en un trabajo de relevamiento nutricional planificado para el 2007.

IMPORTANCIA DE LA FUENTE DE SEMILLA EN *Eucalyptus globulus*. EVALUACIÓN ECONÓMICA EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL CON SEMILLA DE CHILE Y AUSTRALIA

Gustavo Balmelli, Pablo Fernández⁶

Las plantaciones analizadas pertenecen a Grupo Forestal. Fueron realizadas en el mismo momento (Setiembre del año 2000), en el mismo sitio (Ruta 109, zona de Graña) y con igual manejo. La diferencia entre ambas plantaciones es la fuente de semilla utilizada, una es Angol (Chile) y la otra es Jeeralang (Australia).

La preparación del suelo (2.12) consistió en: herbicida pre-laboreo (Glifosato, 2 lt/ha), laboreo en fajas (subsolador, arado aporcadador, excéntrica y disquera), herbicida pre-plantación (Glifosato, 2 lt/ha) y disquera. La densidad de plantación fue 1667 plantas por hectárea (4 metros entre filas y 1.5 metros entre plantas). El manejo inicial consistió en la aplicación de 150 g/planta de fertilizante 13/40/0 y en la aplicación de herbicida pre-emergente en la faja plantada (Rely, 3 lt/ha). En el otoño siguiente por debajo de los árboles se aplicó Glifosato (3 lt/ha).

En Julio de 2006, a los 6 años, se realizó una medición del volumen en pie. En ambas plantaciones se midió, en parcelas de 664 m², el DAP, la altura total y se registró la sobrevivencia. Con estos datos se calculó el volumen total por hectárea (con corteza), utilizándose un factor de forma de 0.4. El volumen comercial en pie se calculó asumiendo una pérdida del 25% (correspondiente al tocón, la corteza y la punta fina).

Para el análisis económico se calculó el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), utilizando una tasa de descuento (costo de oportunidad) de 8%. No se consideró la compra de tierra, es decir se asume que la empresa ya la posee, y no se consideró el ingreso por reintegro parcial de los costos de implantación (subsidio). Se asumieron los siguientes costos y precio de madera:

Costo de instalación y mantenimiento inicial: US\$/ha	600
Costo anual de administración: US\$/ha	20
Costo de cosecha: US\$/m ³	12
Costo de flete (200 km): US\$/m ³	12
Precio de madera (en puerto): US\$/m ³	36

Resultados

Los valores medios de crecimiento y producción en pie para ambas fuentes de semilla se presentan en el Cuadro 1.

⁶ Ing. Agr. Grupo Forestal.

Cuadro 1. Crecimiento y producción en pie (año 6) para ambas fuentes de semilla.

Fuente de semilla	ANGOL	JEERALANG
DAP medio (cm)	15.3	16.6
Altura media (m)	15.4	18.5
Sobrevivencia (%)	58.7	79.0
Volumen Total (m ³ /ha)	125	203
Volumen Comercial (m ³ /ha)	94	152
IMA Comercial (m ³ /ha/año)	15.6	25.4

La plantación con semilla Jeeralang tiene mayor crecimiento (8% más de DAP y 20% más de Altura) y mayor sobrevivencia (20%) que la plantación con semilla Angol. La superioridad de Jeeralang respecto a Angol en volumen en pie por hectárea es de 62%.

Si ambas plantaciones se cosecharan en este momento, y asumiendo el mismo costo de cosecha en ambos casos (es decir US\$ 12/m³), el VAN para Angol y Jeeralang sería, respectivamente de -5 y 440. Esto significa que si la plantación con semilla Angol se cosechara actualmente representaría una pérdida (respecto a la colocación del dinero en un banco a 8% de interés) de 5 dólares por hectárea, mientras que la plantación con semilla Jeeralang generaría una ganancia, por encima del interés del banco, de 440 dólares por hectárea. Esto representa una TIR de 7.9% y 17.6%, respectivamente.

Cuando ya se posee la tierra los mayores costos incurrir en el año de plantación (preparación del suelo, plantación y mantenimiento), incidiendo marcadamente en el resultado económico. Pero ¿cuál es el máximo costo de plantación (año 0) que podría haberse tenido en cada una de estas plantaciones para no perder plata, es decir para igualar el interés del banco? Si se cosechara actualmente, el máximo costo de plantación para la semilla de Angol (es decir para que el VAN=0) es de 595 dólares por hectárea y para la semilla de Jeeralang de 1090 dólares por hectárea. En general se espera que el costo de una buena silvicultura sea compensado, con creces, por una alta productividad, pero parece claro que la semilla utilizada es determinante para que esto sea así.

Si bien no podemos saber cuál sería la productividad que se lograría con una silvicultura menos intensa, podemos preguntarnos (asumiendo la productividad actual) ¿qué costo de plantación debería tener la semilla de Angol para lograr el mismo resultado económico de la semilla Jeeralang? Para que el VAN de Angol sea de 440 dólares el costo de plantación debería haber sido de 155 dólares por hectárea, costo con el cual es evidente que no puede realizarse.

Dado que la edad de cosecha en plantaciones de *E. globulus* no es tan temprana, sino comúnmente entre los 8 y 10 años, se analizará el efecto de la edad de cosecha sobre el resultado económico con cada fuente de semilla. Se asumirá un aumento de la productividad (el IMA generalmente aumenta hasta el noveno año) y se considerarán costos de cosecha diferenciales (el costo por metro cúbico disminuye a medida que aumenta el volumen a cosechar). Los valores productivos y de costos supuestos son:

Valores de IMA y VOLUMEN: m³/ha comerciales. Costo de cosecha: US\$/m³.

Edad (años)	ANGOL			JEERALANG		
	IMA	Volumen	Cosecha	IMA	Volumen	Cosecha
6	15.6	94	12	25.4	152	11
8	17.6	140	11	27.4	220	10
10	19.6	196	10	29.4	294	9

El resultado económico a obtener con cosechas a diferentes edades y para cada fuente de semilla es:

Edad (años)	VAN Angol	VAN Jeeralang	TIR Angol	TIR Jeeralang
6	-5	536	7.9%	19.3%
8	254	923	12.4%	20.4%
10	517	1288	14.3%	20.2%

Con los supuestos considerados, el VAN aumenta con la edad de cosecha para ambas fuentes de semilla, mientras que la TIR aumenta para Angol y se mantiene relativamente constante para Jeeralang.

El volumen en pie determina en buena medida el costo de cosecha y éste afecta el resultado económico. La importancia del costo de cosecha puede comprobarse comparando el VAN y la TIR para Jeeralang cosechado a los 6 años. Al inicio se asumió un costo de cosecha de 12 US\$/m³ y posteriormente (ver cuadro) un costo de 11 US\$/m³. El VAN en ambos casos fue de 440 y 536 dólares por hectárea, y la TIR fue de 17.6% y 19.3%, respectivamente.

Consideraciones finales

En base a información de producción actual y a una serie de supuestos, el análisis realizado demuestra la importancia que la fuente de semilla utilizada en una plantación tiene en el resultado económico de la misma.

Los indicadores de rentabilidad (VAN y TIR) no deben tomarse como valores reales ya que los supuestos, tanto productivos como de costos, pueden ser diferentes a los aquí considerados. Para realizar el análisis modificando dichos supuestos puede utilizarse el Sistema de Apoyo a la Gestión de plantaciones (SAG *globulus*), recientemente desarrollado por INIA (Methol, 2006). Este software permite realizar simulaciones de crecimiento (para diferentes sitios de las zonas CIDE 2 y 9) y permite realizar análisis económicos para diferentes escenarios (densidad de plantación, edad de cosecha, variaciones de costos y precios).

Referencia Bibliográfica

Methol, R. 2006. Sistema de Apoyo a la Gestión de plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica INIA. N°158.

COMPORTAMIENTO RELATIVO DE LA SEMILLA DE
Eucalyptus globulus PRODUCIDA POR INIA

Gustavo Balmelli

Introducción

Con el objetivo de disponer de materiales de *E. globulus* adaptados a nuestras condiciones agroecológicas, el Programa Nacional Forestal (PNF) del INIA viene implementando, desde 1993, un Plan de Mejoramiento Genético para esta especie. Las principales etapas del plan de mejora son: la formación de una amplia base genética, la evaluación del comportamiento local (adaptación, sanidad y productividad) y el manejo genético del huerto semillero mediante la selección de los mejores genotipos.

El Huerto Semillero, ubicado en INIA Las Brujas, fue raleado en tres oportunidades (años 2000 y 2001 por productividad y 2004 por sanidad), reteniéndose solamente las mejores familias y los mejores individuos, los cuales son en definitiva los actuales productores de semilla. En el año 2002 se realizó la primer cosecha de semillas, por lo que a partir de ese momento el INIA viene produciendo, y poniendo a disposición de viveristas y productores, semilla mejorada localmente y certificada por el INASE.

El comportamiento productivo de esta semilla, en relación a otros materiales de uso corriente a escala comercial, comenzó a evaluarse mediante ensayos de rendimiento instalados en predios de EUFORES y Grupo Forestal. En la primavera de 2003 se instalaron cuatro ensayos en diferentes sitios de los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano y Maldonado. Se presenta a continuación la evaluación realizada al tercer año de crecimiento en este último ensayo, el cual está ubicado en Ruta 109, establecimiento El Algarrobo (Grupo Forestal).

Descripción del ensayo

El ensayo fue instalado sobre un suelo del grupo CONEAT 2.12 y evalúa 4 materiales de uso comercial:

Lote	Procedencia
INIA	Huerto Semillero de INIA (cosecha 2002).
CHIVILINGO	Huerto Semillero de Forestal Monteágila (Chile).
JEERALANG	Origen Australiano (Aryanda Seeds)
CLON	EUFORES (334-1-AR, procedencia española).

La preparación del sitio y el mantenimiento posterior lo realizó la empresa de la misma forma que lo hace en sus propias plantaciones. Se aplicó herbicida pre-laboreo (Glifosato, 3.5 lt/ha), se realizó laboreo en fajas (subsolador, arado aporcador, excéntrica y disquera), se aplicó herbicida pre-plantación (Glifosato, 3 lt/ha) y disquera. La plantación se efectuó en Setiembre de 2003, con un marco de plantación de 4 x 1.5 m (1667 árboles/ha), realizándose inmediatamente una fertilización con 150 g/planta de fertilizante 13/40/0 y una aplicación de herbicida pre-emergente en la faja plantada (Rely, 3 lt/ha). En el otoño siguiente por debajo de los árboles se aplicó Glifosato (3 lt/ha).

El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y parcelas de 60 plantas (6 filas de 10 plantas).

En 2006 (al tercer año de crecimiento) se midió la sobrevivencia, la altura y el DAP. A partir de estos datos, y utilizando un factor de forma de 0.4, se calculó el volumen total con corteza, por árbol y por hectárea.

La productividad relativa de los diferentes materiales se evaluó estadísticamente a través del análisis de varianza para volumen por hectárea, utilizándose el PROC GLM del SAS. El contraste de medias se realizó por el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio para cada lote de las variables medidas al tercer año. Para todas las características se encontraron diferencias significativas entre los materiales evaluados.

Cuadro 1. Características evaluadas al tercer año (los valores de volumen por árbol y por hectárea son totales y con corteza).

Lote	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/arb (dm ³)	% Sobrev.
INIA	10.4 a	10.0 a	34.8 a	85.2 b
CHIVILINGO	10.5 a	10.0 a	34.7 a	78.3 b
JEERALANG	9.8 b	9.2 b	29.0 b	80.8 b
CLON	9.9 b	9.0 b	26.6 c	97.1 a

Nota: lotes con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significación.

Los lotes que presentan mayor crecimiento, tanto en altura como en DAP, y por lo tanto en volumen individual, son INIA y CHIVILINGO, no difiriendo estadísticamente entre sí. El CLON es el lote que presenta mayor sobrevivencia, siendo estadísticamente superior a los demás lotes. La producción por hectárea hasta el tercer año de crecimiento para los diferentes lotes evaluados se presenta en la Figura 1.

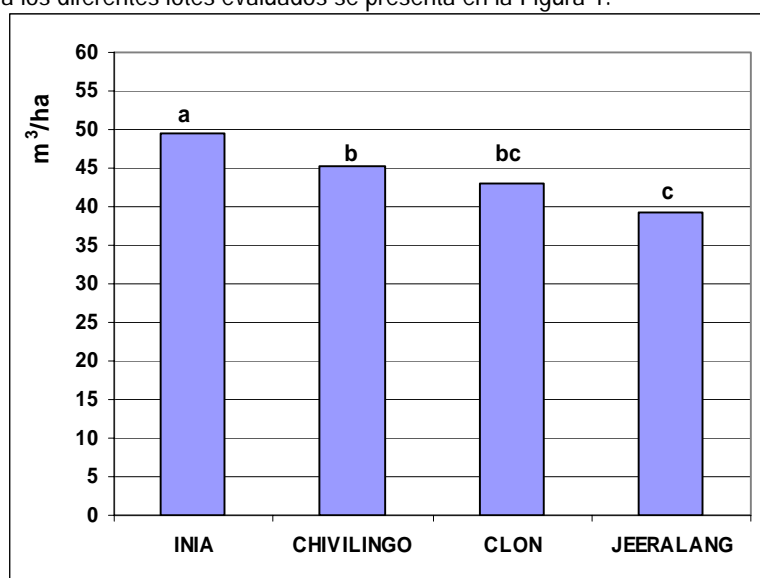


Figura 1. Volumen total por hectárea, con corteza, al tercer año (lotes con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significación).

El lote de INIA presentó buen crecimiento individual y buena sobrevivencia, siendo por lo tanto, como puede observarse en la gráfica, el lote de mayor producción por hectárea, superando estadísticamente a los demás lotes evaluados.

JEERALANG es hasta el momento el lote menos productivo, lo cual resulta inesperado teniendo en cuenta resultados experimentales obtenidos previamente (Balmelli, *et al.*, 2001, Balmelli, 2002, Balmelli, *et al.*, 2004, Balmelli y Resquin, 2005). CHIVILINGO y el CLON presentan valores de producción por hectárea intermedios. El CLON como era de esperar presenta una gran uniformidad, pero además tiene muy buena sanidad, por lo que es probable que su productividad relativa mejore sustancialmente en el futuro.

JEERALANG es el único lote que no posee selección ya que proviene de un bosque nativo y por lo tanto puede considerarse como un testigo sin mejoramiento genético. Tomando dicho lote como base 100, el lote de INIA tiene al tercer año una producción por hectárea 26% superior, lo cual representa la ganancia genética obtenida en el Plan de Mejora de INIA.

Consideraciones finales

La información generada, así como la que se irá generando a corto y mediano plazo, permitirán al productor forestal tomar decisiones fundadas sobre la fuente de semilla a utilizar en plantaciones de *E. globulus*.

Si bien estos resultados deben tomarse con suma cautela dada la reducida edad del ensayo, lo cual es especialmente importante en *E. globulus* donde la sanidad determina en buena medida la sobrevivencia y productividad, los mismos demuestran el buen comportamiento de la semilla producida por INIA y sugieren la efectividad de su Plan de Mejoramiento Genético.

Cabe aclarar que la semilla de INIA utilizada en este ensayo fue cosechada antes de la última depuración del huerto semillero, por lo que es esperable que el comportamiento productivo y sanitario a obtener con la semilla de cosechas posteriores sea aún mejor que el reportado en este caso.

A su vez, el plan de mejora de INIA cuenta con un huerto semillero de segunda generación (también instalado en INIA Las Brujas), el cual comenzará en 2007 a producir semilla comercial y de la cual se espera un comportamiento productivo aún superior.

Referencias bibliográficas

- Balmelli, G.; Resquin, F. y Trujillo, M. 2001. Evaluación de fuentes de semilla de las principales especies de *Eucalyptus*. Serie Técnica N° 123. INIA Tacuarembó. pp. 74-83.
- Balmelli, G. 2002. Evaluación de fuentes de semilla de *E. globulus* en Zona 2. Serie Actividades de Difusión N° 289. INIA Tacuarembó. pp. 14-25.
- Balmelli, G.; Marroni, V.; Altier, N. y García, R. 2004. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica N° 143. INIA Tacuarembó-INIA Las Brujas. 44p.
- Balmelli, G. y Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en Zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA Tacuarembó. 16p.