

## 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.

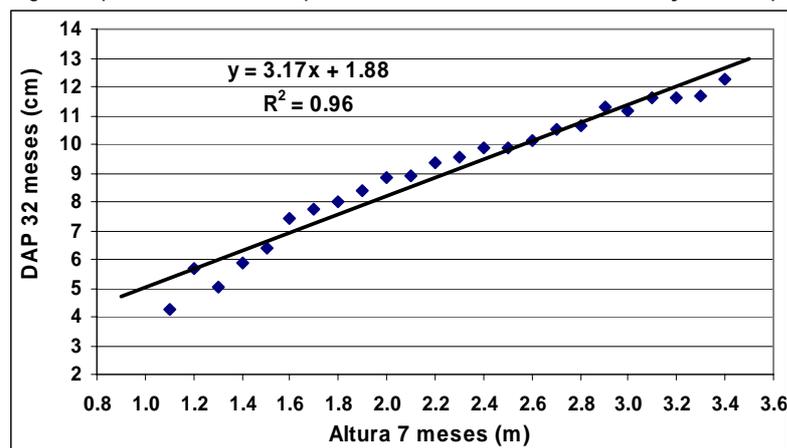


Figura 1. Relación entre Altura 7 meses y DAP 32 meses (clases de altura de 0.1 metro).

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%.

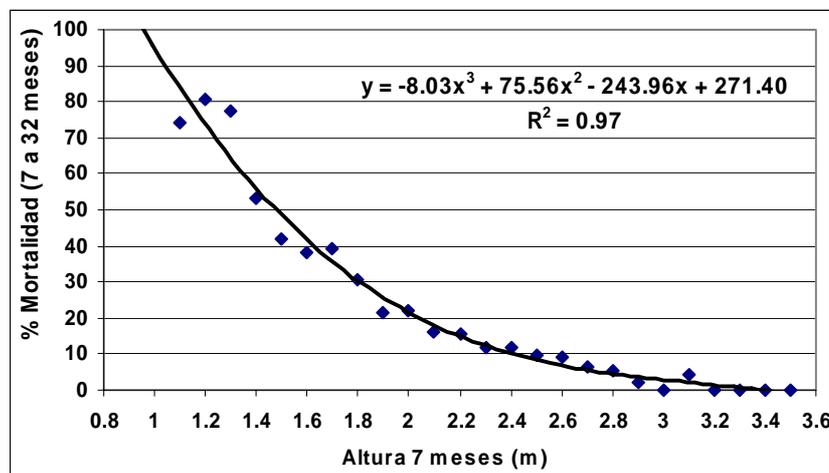


Figura 2. Relación entre la Altura 7 meses y el % de Mortalidad ocurrido entre los 7 y los 32 meses (para clases de altura de 0.1 metro).

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.

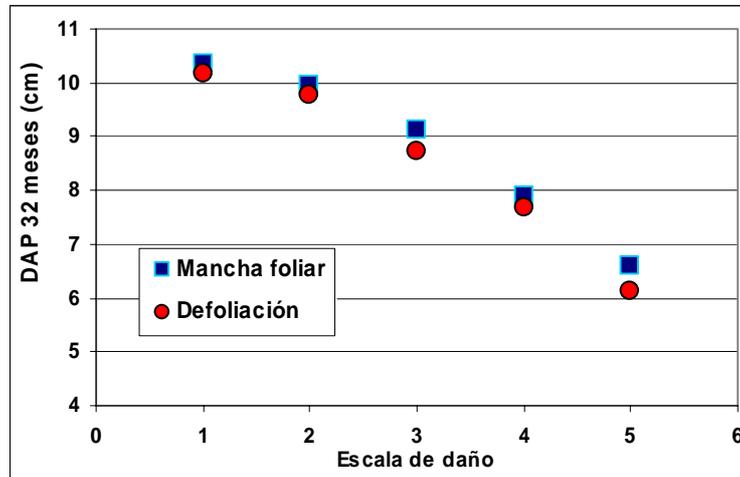


Figura 3. Efecto del nivel de daño foliar a los 7 meses sobre el DAP a los 32 meses (para cada clase de daño).

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.

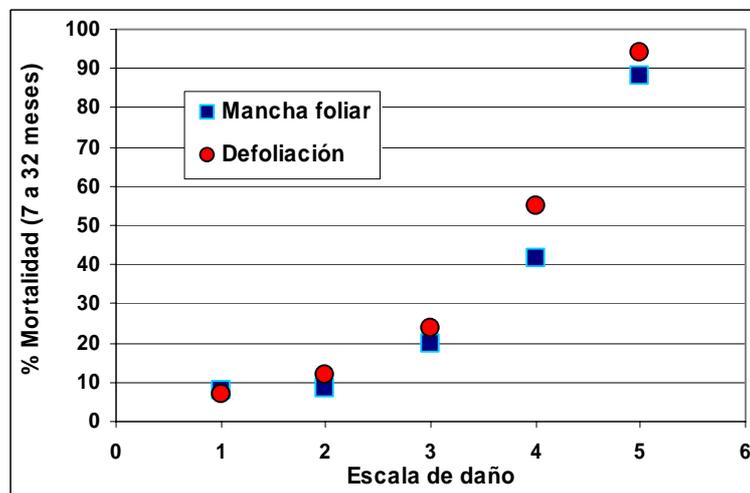


Figura 4. Efecto del nivel de daño foliar a los 7 meses sobre la mortalidad entre los 7 y los 32 meses (para cada clase de daño).

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%.

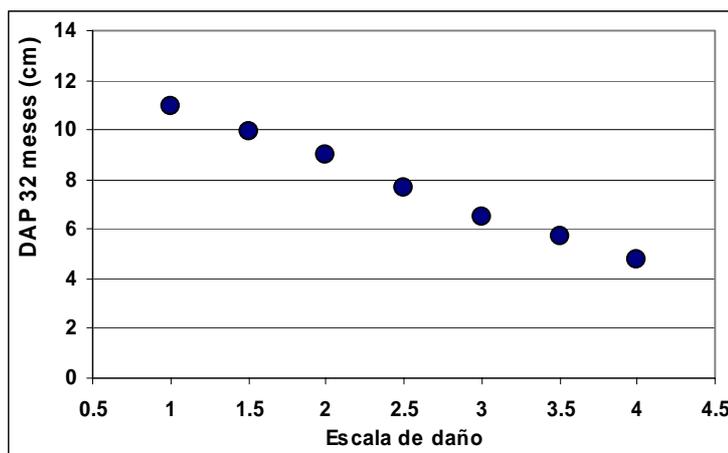


Figura 5. Efecto del nivel de daño de heladas (a los 12 meses) sobre el DAP a los 32 meses (para cada clase de daño).

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.

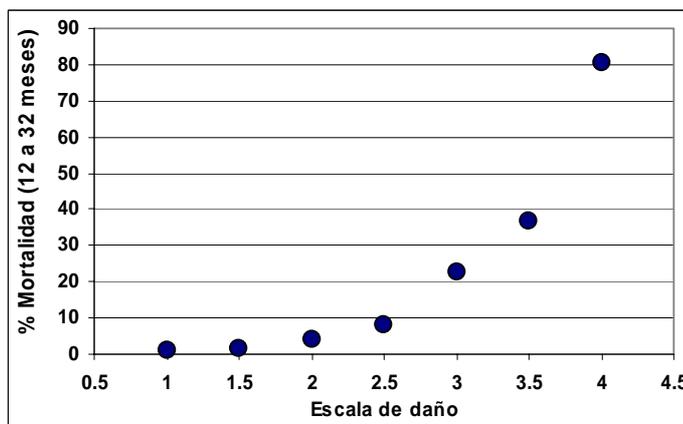


Figura 6. Efecto del nivel de daño de heladas (a los 12 meses) sobre la mortalidad entre los 12 y los 32 meses (para cada clase de daño).

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.

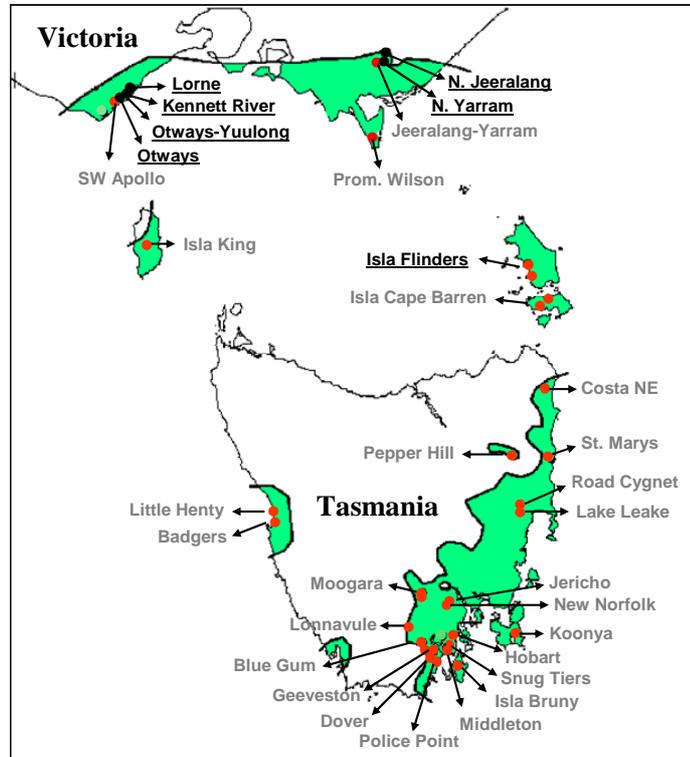


Figura 7. Distribución natural de *E. globulus* y ubicación de los orígenes evaluados por INIA. Los orígenes evaluados en este ensayo son los que están con negritas y subrayados.

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
<b>Lotes comerciales</b>				
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.

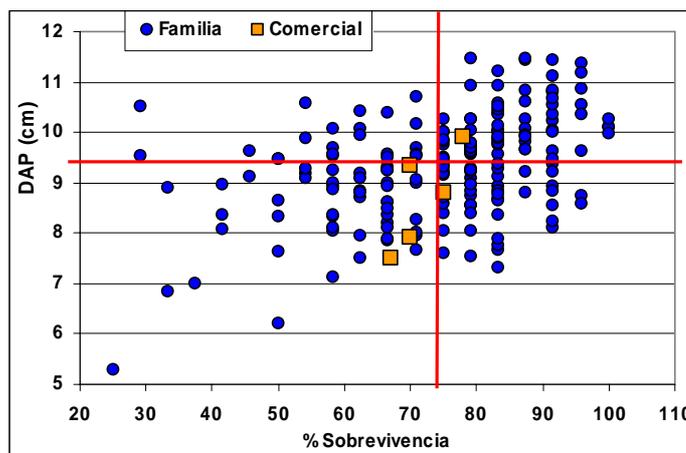


Figura 8. Sobrevivencia al tercer año para cada familia y lote comercial.

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](http://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.