

## ENFERMEDADES FOLIARES EN *Eucalyptus globulus*: EFECTOS SOBRE LA MORTALIDAD, EL CRECIMIENTO Y LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES DEL FUSTE AL QUINTO AÑO.

Gustavo Balmelli<sup>8</sup>, Sofía Simeto, Nora Altier<sup>9</sup>, Pablo Núñez<sup>10</sup> y Wilfredo González<sup>11</sup>

### INTRODUCCIÓN

La producción de madera de una plantación de *Eucalyptus globulus* en nuestro país se relaciona directamente con el estado sanitario del monte, lo cual a su vez depende de diversos factores, como las condiciones climáticas (principalmente en zonas con escasa influencia marítima), la topografía y la susceptibilidad a enfermedades y plagas de la semilla utilizada. Sin embargo, la importancia económica de los diferentes problemas sanitarios aún no ha sido adecuadamente cuantificada, es decir no se conocen las pérdidas en cantidad y calidad de la madera provocadas por cada enfermedad o plaga.

El Programa Forestal del INIA ha realizado evaluaciones tendientes a cuantificar los daños provocados por enfermedades del fuste y a cuantificar sus efectos sobre el crecimiento y sobre la capacidad de rebrote post cosecha (Balmelli y Resquin, 2005), así como sobre la calidad de la madera para la producción de pulpa (Resquin *et al.* 2004). También se han realizado evaluaciones tempranas de los efectos provocados por enfermedades foliares sobre el crecimiento y sobre la mortalidad posterior (Balmelli, 2005, Balmelli *et al.* 2006).

En el presente trabajo se analizan los efectos provocados por enfermedades foliares durante el primer año, sobre el comportamiento al quinto año, tanto desde el punto de vista productivo (sobrevivencia y crecimiento), como desde el punto de vista sanitario (incidencia de enfermedades del fuste), en un ensayo instalado en el departamento de Rocha.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Población evaluada

La evaluación se realizó en una prueba de progenies de *Eucalyptus globulus*, instalada en Octubre de 2002, en el Departamento de Rocha (Estancia Doña Inés, empresa Redalco).

La prueba se instaló sobre un suelo de Grupo Coneat 2.11a, con una densidad de plantación de 1370 plantas por hectárea (3.65 metros entre filas y 2 metros entre plantas). La preparación del suelo consistió en: herbicida pre-laboreo (Glifosato, 3 lt/ha), laboreo en fajas (subsulado, excéntrica, cincel, excéntrica y disquera) y herbicida pre-plantación (Glifosato, 2.25 t/ha). Inmediatamente a la plantación se aplicaron 140 g/planta de fertilizante ISUSA (16/27/2 + Microelementos).

El manejo inicial consistió en la aplicación de herbicida pre y post emergente (Goal + Arnes: 1.5 + 1.5 lt/ha), después de la fertilización y en la faja plantada (1.4 metros de ancho). En el otoño siguiente se aplicó Glifosato (a

<sup>8</sup> Ing. Agr. M.Sc. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

<sup>9</sup> Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Protección Vegetal. INIA Las Brujas.

<sup>10</sup> Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

<sup>11</sup> Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

3 lt/há) en toda el área por debajo de los árboles, con máquina de bajo volumen (Micromax). Posteriormente el control del tapiz se realizó mediante el pastoreo con vacunos.

El material genético evaluado está conformado por 226 familias de polinización abierta (de Australia y Chile y de la población de cría de INIA) y 4 lotes comerciales. El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 24 repeticiones y parcelas de 1 planta.

#### Características medidas

En Mayo de 2003, a los 8 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: manchas foliares y defoliación. En ambos casos se utilizó una escala visual de 0 a 4 (con valores intermedios), donde 0 corresponde a ausencia de daño y 4 al mayor nivel de daño. Diferentes niveles de daño para ambos tipos de síntomas pueden observarse en las Figuras 1 y 2.



Figura 1. Izquierda: árbol con follaje totalmente dañado por manchas pero sin defoliación (valor 4 en la escala de manchas y 0 en la de defoliación). Derecha: árbol sin síntomas de manchas ni defoliación (valor 0 en ambas escalas).



Figura 2. Defoliación prácticamente total (valor 4 en la escala).

Al finalizar la evaluación se extrajeron hojas con manchas para la identificación de los agentes causales y se realizó un muestreo de hojas al azar para cuantificar la frecuencia relativa de las diferentes enfermedades presentes.

La prueba fue re-evaluada en Mayo de 2005 (tercer año) y Junio de 2007 (quinto año). En ambos casos se registró la sobrevivencia y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP). Los valores de sobrevivencia fueron utilizados para calcular la mortalidad ocurrida en cada período. En la última evaluación también se registró la presencia de canchros en la corteza y de podredumbre blanca (ocasionada por *Inocutis jamaicensis*). En ambos casos se utilizó una escala de 0 o 1 (ausencia o presencia del síntoma).

#### Evaluación de efectos fenotípicos

Para evaluar los efectos fenotípicos de los parámetros medidos en la primera evaluación sobre los medidos en las siguientes, se consideró al material genético como una población única y genéticamente heterogénea (como en la práctica sucede con un lote de semilla comercial).

Las preguntas que se intenta responder son: a) ¿cuál es la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses) y la mortalidad hasta el quinto año y entre el crecimiento inicial y el DAP al quinto año? b) ¿cuál es el efecto del nivel de daño foliar sufrido en edades tempranas, sobre la mortalidad y sobre el crecimiento al quinto

año? y c) ¿existe algún efecto del nivel de daño foliar sufrido en edades tempranas sobre la incidencia de enfermedades del fuste (cancros y podredumbre) al quinto año?

Para responder dichas preguntas se analizaron los datos obtenidos de la siguiente forma:

a) Se estimaron ecuaciones de regresión entre la altura a los 8 meses (en clases de 0.1 metro) y la mortalidad ocurrida entre los 8 meses y el quinto año y entre la altura a los 8 meses y el DAP al quinto año.

b) Para cada nivel de daño foliar (suma de los valores de mancha y defoliación, en clases de 0.5 puntos), se cuantificó la mortalidad media entre los 8 meses y el quinto año y se determinó el DAP medio al quinto año.

c) Se determinó para cada nivel de daño foliar (suma de manchas y defoliación, en clases de 0.5 puntos), la incidencia de canchros en la corteza y la incidencia de podredumbre blanca.

## RESULTADOS

Caracterización de la situación inicial (8 meses) y del estado actual (quinto año).

A los 8 meses de edad la altura media fue de 2.5 metros (con un rango de 0.8 a 3.8 m) y se registró una sobrevivencia media de 83% (Figura 3).



Figura 3. Vista general del ensayo durante la primera evaluación, a los 8 meses de edad. El valor medio de manchas foliares fue 1.43 y el valor medio de defoliación fue 1.85, ambos valores algo inferiores a 2, punto medio de la escala utilizada.

En base a un muestreo de hojas se determinó que sólo 19.5% de las hojas no presentaba manchas, mientras que 44.3% presentaba pústulas o manchas de roya (*Puccinia psidii*), 34.7% presentaba manchas de diferentes

especies de *Mycosphaerella* y 1.5% presentaba otro tipo de manchas en las que no se identificó el agente causal (Balmelli *et al.*, 2004).

En la última evaluación, realizada al quinto año, el DAP medio fue 15.6 centímetros (con un rango de 5.4 a 27.3 cm), mientras que la sobrevivencia media fue de 70.7%. La incidencia (% de árboles afectados) de canchros en la corteza fue de 47%, mientras que la incidencia media de podredumbre blanca fue de 16.4%.

**Efecto de la altura inicial sobre la mortalidad y sobre el crecimiento en diámetro hasta el quinto año.**

La mortalidad promedio ocurrida entre el primer y el quinto año, es decir la relación entre el número de árboles que murieron y el número de árboles vivos en la primera evaluación, fue de 15%. En la Figura 4 se presenta la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses, para clases de 0.1 metro) y la mortalidad posterior (hasta el quinto año). Como puede observarse, si bien la mortalidad promedio fue baja, la misma varió fuertemente en función de la altura inicial, registrándose valores que van desde 0 hasta casi 90%. La mortalidad fue mínima o inexistente en las clases de altura mayores a 2.4 metros y tuvo una relación negativa y prácticamente lineal para las clases de altura menores a 2.4 metros. En otras palabras, la sobrevivencia hasta el quinto año también está determinada en buena medida por el crecimiento inicial.

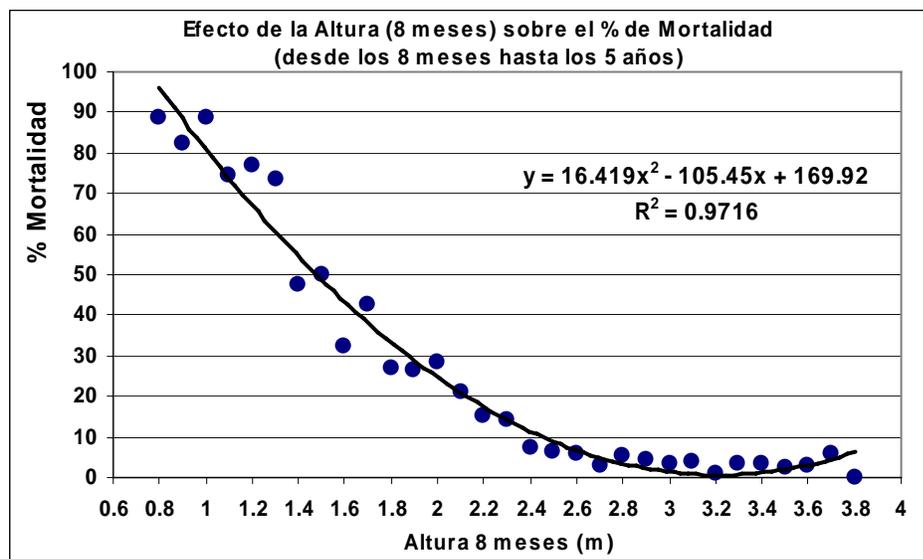


Figura 4. Relación entre la altura a los 8 meses y el % de mortalidad ocurrido entre los 8 meses y los 5 años (para clases de altura de 0.1 metro).

En la Figura 5 se presenta en forma gráfica la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses, para clases de 0.1 metro) y el crecimiento posterior (DAP al quinto año). Como puede observarse, la relación entre ambos parámetros es prácticamente lineal. En otras palabras, el crecimiento diamétrico (al menos hasta el quinto año) depende en buena medida del crecimiento inicial.

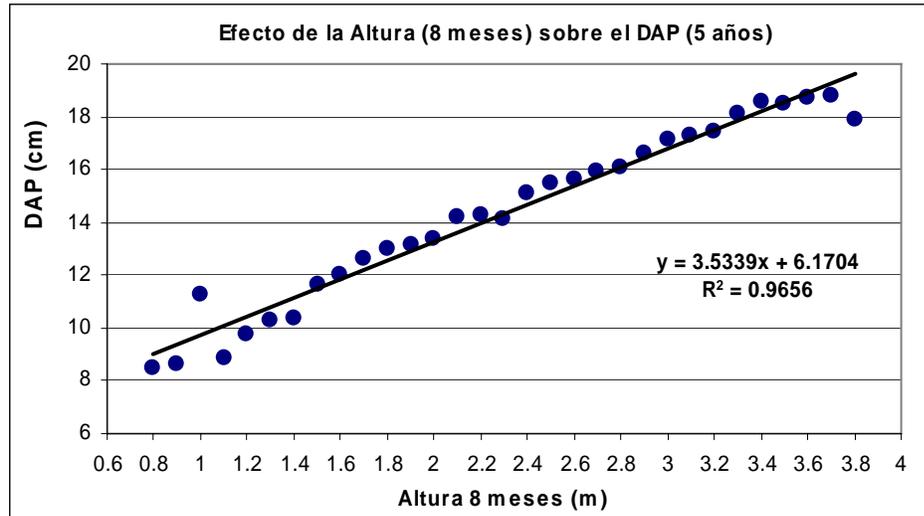


Figura 5. Relación entre la altura a los 8 meses y el DAP al año 5 (para clases de altura de 0.1 metro).

El ensayo recibió un muy buen manejo silvicultural. A nivel comercial es bastante frecuente 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 y en base a la Figura 4, si se aplicase una silvicultura menos intensa, con la cual se alcanzara a los 8 meses una altura media de 1.5 metros, se obtendría una mortalidad entre el primer y el quinto año de aproximadamente 50%, lo cual es un 35% mayor que la registrada con el manejo aplicado al ensayo. De igual forma, en base a la Figura 5, con ese manejo hipotético se obtendría un DAP medio al quinto año no mayor a 11.5 centímetros, lo cual representa una pérdida de 24% en relación al manejo actual. 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.

Efecto del nivel de daño inicial, producido por enfermedades foliares, sobre la mortalidad y sobre el crecimiento en diámetro hasta el quinto año.

La mortalidad promedio ocurrida entre el primer y el quinto año para cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 6. Los árboles que no sufrieron daño foliar o que sufrieron daño leve (valores 0, 0.5 y 1 en la suma de valores de manchas y defoliación) tuvieron en promedio una mortalidad de 11%. Como se observa en la gráfica, los valores promedio de mortalidad se mantienen relativamente constantes hasta valores de daño foliar de 5, pero luego aumentan marcadamente hasta el nivel 7<sup>12</sup>. En este último nivel de daño la mortalidad posterior alcanzó valores superiores al 50%. En otras palabras, la mortalidad de los árboles cuyo follaje se vio severamente afectado por enfermedades foliares es 5 veces mayor que en árboles que no presentaron daño o que el mismo fue relativamente leve.

<sup>12</sup> Tanto la escala de manchas foliares como la de defoliación van hasta el nivel 4. Sin embargo la mayor parte de los árboles que presentaron dicho nivel de daño murieron posteriormente, por lo que los que aún viven se agruparon con los del nivel 3.5 (por lo tanto en la gráfica la suma de escalas va desde el nivel 0 hasta el 7).

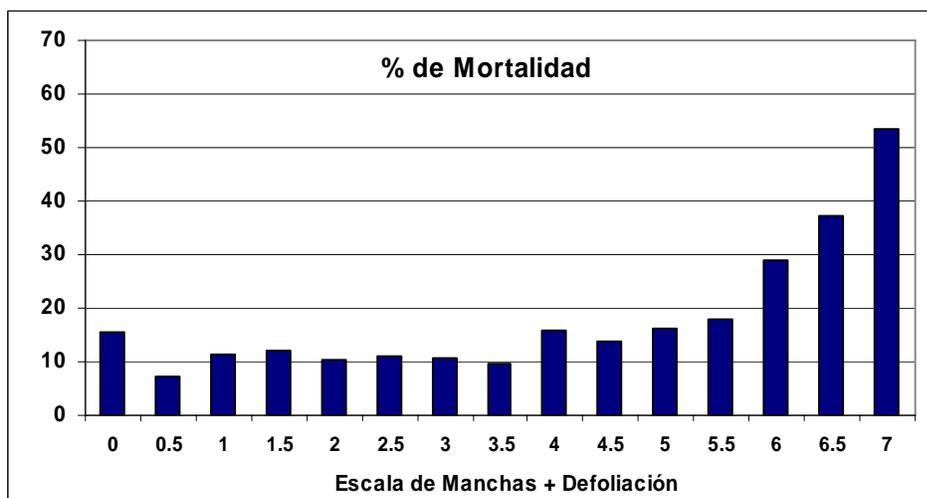


Figura 6. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la mortalidad entre los 8 meses y los 5 años.

Los valores promedio de DAP al año 5 para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presentan en la Figura 7. Los árboles sin manchas foliares y sin defoliación (nivel 0 en la escala de manchas más defoliación) tuvieron en promedio un DAP de 16 centímetros. Como se observa en la gráfica, el DAP promedio no se ve afectado hasta valores de daño foliar de 3.5, pero disminuye marcadamente para niveles de daño mayores, llegando en el nivel 8 a un DAP promedio de 11.1 cm. Dichos valores representan, en relación a la ausencia de daño (nivel 0) una pérdida en crecimiento del 30%.

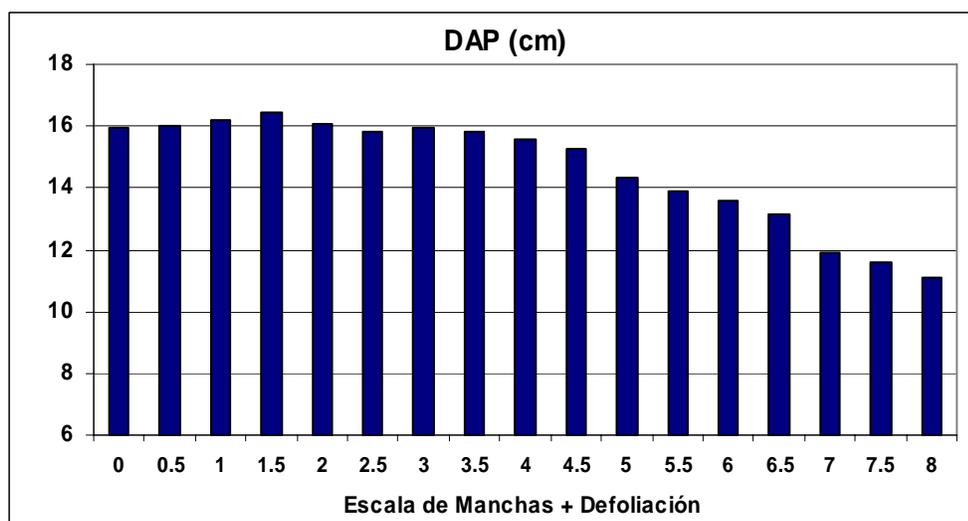


Figura 7. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre el DAP al año 5.

Los resultados obtenidos demuestran que los daños provocados por enfermedades foliares en los primeros meses tienen un marcado efecto sobre la mortalidad y sobre el crecimiento posterior. Si bien el comportamiento productivo de aquellos árboles que presentaban bajos niveles de daño no se ve afectado, cuando la pérdida de área foliar es moderadamente fuerte, tanto la sobrevivencia como el crecimiento en DAP disminuyen marcadamente. En otras palabras, existe un nivel de daño foliar tolerable para el árbol, por encima del cual el

crecimiento posterior comienza a verse afectado y su sobrevivencia comprometida. Resultados similares fueron reportados por Balmelli *et al.* (2006) en la repetición de este ensayo instalado en Maldonado.

Efecto del nivel de daño inicial, producido por enfermedades foliares, sobre la incidencia de enfermedades del fuste al año 5.

La incidencia de canchros en la corteza al año 5, para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 8. Los árboles sin daño foliar (valor 0 en la suma de manchas y defoliación) tuvieron al quinto año un 35% de árboles con canchros. A medida que aumenta el nivel de daño foliar (hasta un valor de 3), también aumenta la incidencia de canchros, con valores que llegan al 50%. Sin embargo, niveles aún mayores de daño foliar parecerían no producir un aumento adicional en la incidencia de canchros en la corteza.

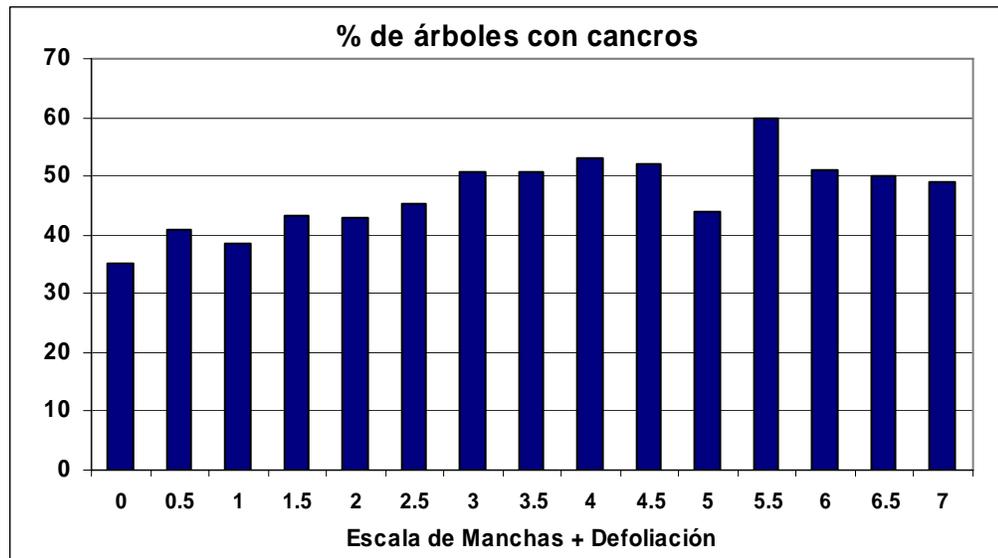


Figura 8. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la incidencia de Cancros en la corteza al año 5.

La incidencia de podredumbre blanca al año 5 para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 9. Los árboles sin daño foliar o con daño mínimo (valores 0, 0.5 y 1 en la suma de manchas y defoliación) tuvieron al quinto año una incidencia promedio de podredumbre blanca del 7%. Como se observa en la gráfica, a medida que aumenta el nivel de daño foliar aumenta la incidencia de podredumbre, alcanzando valores de hasta un 30%. En otras palabras, la incidencia de podredumbre blanca en árboles que tuvieron daño foliar severo es más de 3 veces superior que en árboles que no sufrieron daño foliar.

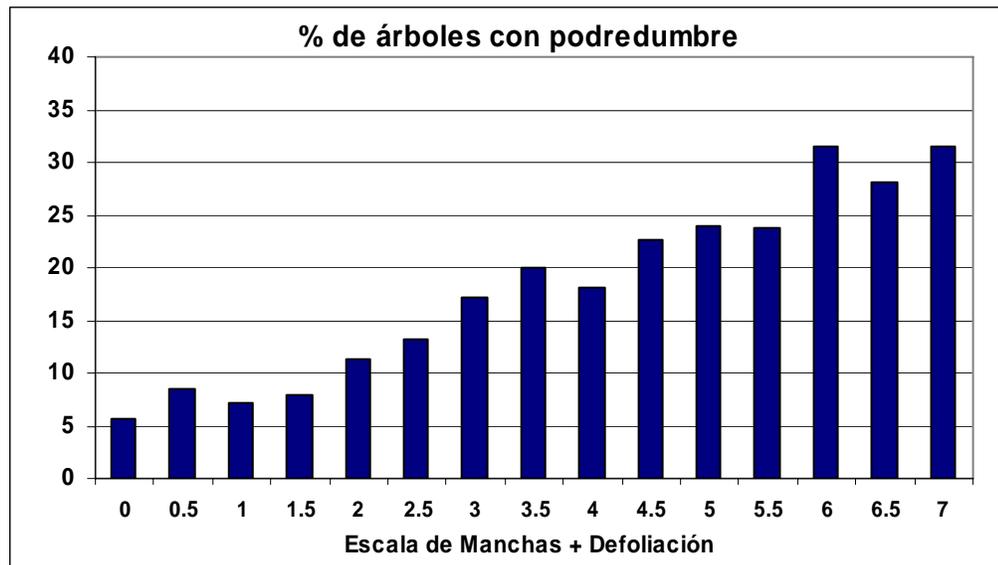


Figura 9. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la incidencia de podredumbre blanca al año 5.

La información obtenida hasta el momento sugiere que las enfermedades foliares también tienen cierto efecto sobre la incidencia de enfermedades del fuste, como los canchros de la corteza o la podredumbre blanca. Esto podría explicarse por el estrés que sufren por los árboles severamente afectados en las etapas iniciales, lo cual aumentaría su predisposición a la infección posterior por otros patógenos.

#### Elección del material genético como alternativa para reducir los problemas sanitarios.

En general el nivel de daño provocado por enfermedades está dado por la combinación de determinadas condiciones ambientales (principalmente humedad y temperatura), la cantidad de inóculo presente y la susceptibilidad relativa del material genético. Dado que es prácticamente imposible modificar las condiciones ambientales o el volumen de inóculo, la elección del material genético a utilizar es el único factor sobre el cual podemos influir. En otras palabras, mediante la utilización de un adecuado material genético (baja susceptibilidad a enfermedades), puede lograrse un cultivo con un follaje sano en las etapas iniciales, lo cual como se vio determinará en buena medida el comportamiento posterior.

En el Cuadro 1 se presentan para las diferentes variables analizadas, los valores promedio de toda la población y los valores para los diferentes lotes comerciales evaluados.

Cuadro 1. Valores promedio y valores de los lotes comerciales para las diferentes características evaluadas.

Característica (edad)	Media general	Jeeralang de Redalco	Jeeralang de Vilanova	Chivilingo	Chumulco
Daño foliar (M+D) * (8 meses)	3.3	2.6	2.6	2.7	3.2
DAP (5 años)	15.6	17.5	15.8	14.2	14.4
Sobrevivencia (%) (5 años)	70.7	75	75	74	79
% de cancros (5 años)	47	6	28	12	47
% de podredumbre (5 años)	16.4	6	17	6	26

\* M+D = Manchas foliares + Defoliación: escala 0 a 8 (0 es ausencia de síntomas, 8 es máximo nivel de síntomas).

De los lotes comerciales evaluados en este ensayo, la semilla Jeeralang importada por Redalco es la que presenta mejor comportamiento, superando en todas las características a la media de la población. Desde el punto de vista práctico, estos resultados demuestran que la elección de una fuente de semilla comercial adecuada es fundamental para obtener un cultivo de buena sanidad y productividad.

El rango de valores para el nivel de daño foliar de las diferentes familias evaluadas se presenta en la Figura 10. Como puede observarse, existe amplia variación entre familias en su nivel de daño foliar, tanto para manchas como para defoliación, lo que está indicando la posibilidad de seleccionar genotipos de baja susceptibilidad a enfermedades foliares. Esto último, como se vio anteriormente, determinará en buena medida el comportamiento posterior.

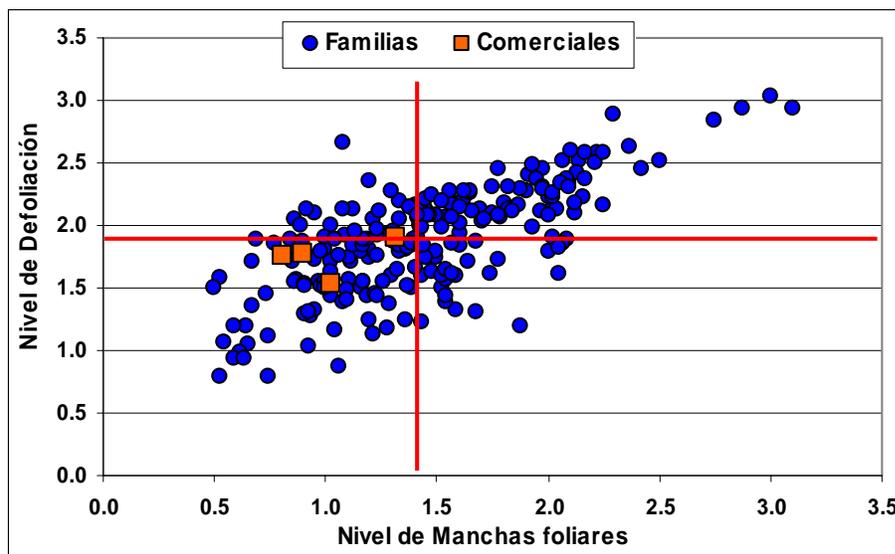


Figura 10. Rango de valores a nivel de familias para nivel de manchas foliares y defoliación (escala 0 a 4), a los 8 meses.

El efecto del genotipo sobre el comportamiento productivo y sanitario al quinto año puede inferirse del amplio rango de valores que presentan las diferentes familias evaluadas, tanto para DAP y sobrevivencia (Figura 11), como para incidencia de canchros en la corteza y podredumbre blanca (Figura 12).

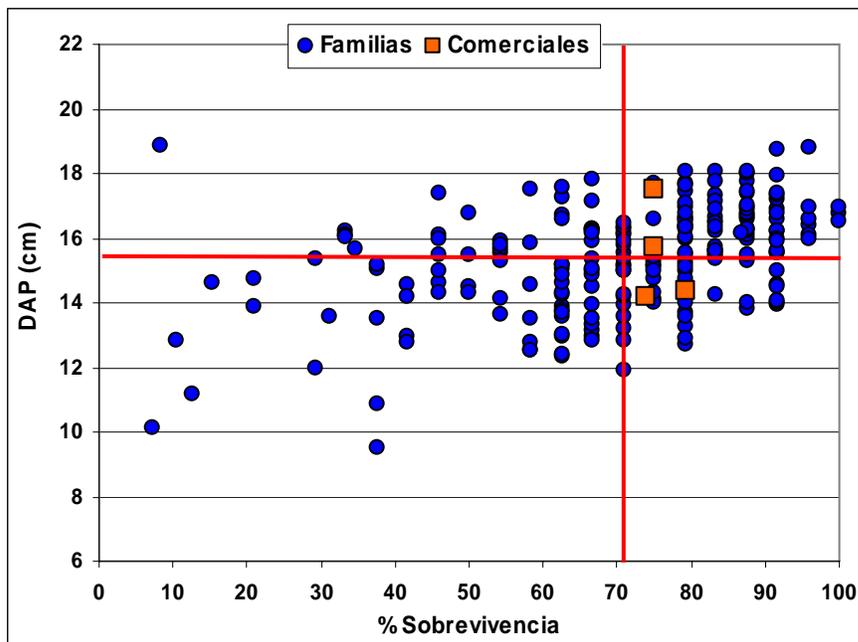


Figura 11. Rango de valores a nivel de familias para Sobrevivencia y DAP, al quinto año.

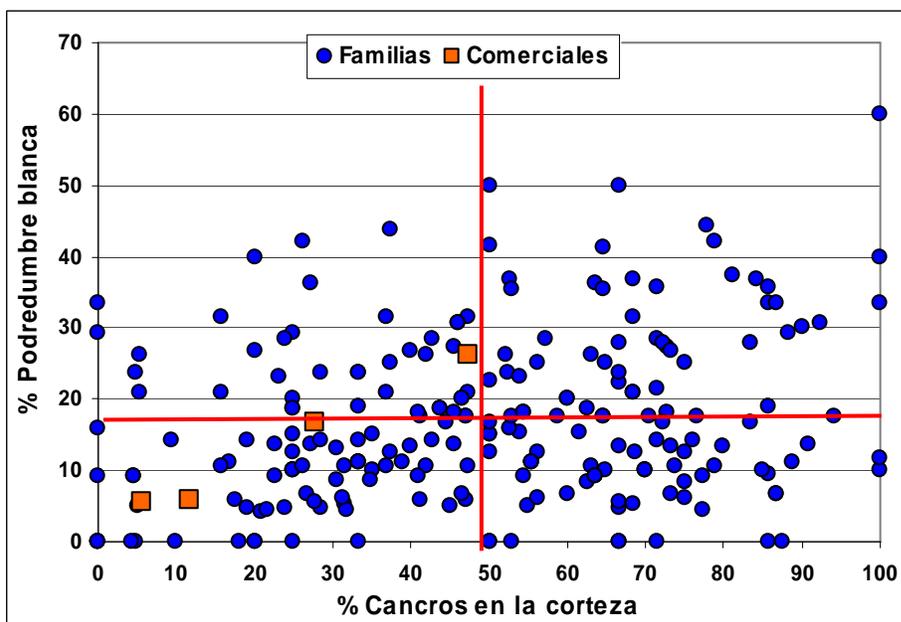


Figura 12. Rango de valores a nivel de familias para incidencia de canchros en la corteza y podredumbre blanca, al quinto año.

En las Figuras 10, 11 y 12 se puede comprobar que si bien los lotes comerciales tienen en general un mejor comportamiento que el promedio de la población, para todas las características analizadas existen familias de comportamiento aún superior.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que la productividad en *E. globulus* depende en buena medida del crecimiento y del estado sanitario de la plantación durante el primer año. En aquellos árboles que presentan pobre crecimiento inicial o que son severamente afectados por enfermedades foliares se constata una reducción importante en el crecimiento posterior y un aumento marcado en la mortalidad. A su vez, los resultados sugieren que el estrés provocado por la pérdida de área foliar durante el primer año aumenta la predisposición del árbol a la infección posterior por otros patógenos.

La gran variabilidad observada entre familias y entre lotes comerciales en los niveles de daño foliar son una clara indicación de la posibilidad de seleccionar y utilizar genotipos de baja susceptibilidad a enfermedades, lo que redundará posteriormente en un adecuado comportamiento productivo. De todas formas, para reducir los riesgos sanitarios y maximizar el potencial del sitio se deben combinar la utilización de un buen material genético con la aplicación de una adecuada silvicultura.

## CONSIDERACIONES FINALES

El crecimiento del área forestada en Uruguay inevitablemente producirá un aumento en la concentración de inóculo de diversas enfermedades y un aumento en la densidad poblacional de diferentes plagas. Lo anterior, sumado al probable ingreso de nuevas enfermedades y plagas, constituye una de las mayores amenazas para el sector forestal, ya sea por las pérdidas productivas (en cantidad y calidad de madera), como por la eventual pérdida de mercados (barreras no arancelarias).

En los últimos años el Programa Forestal del INIA ha venido desarrollando diversas acciones en la temática sanitaria forestal y ha incorporado a sus líneas de investigación un proyecto específico en protección forestal (Balmelli *et al.*, 2007). Sin embargo, dada la dispersión geográfica, la diversidad de especies, de problemas sanitarios y de disciplinas involucradas, la temática sanitaria muy difícilmente pueda ser encarada por una sola institución o empresa. Por tal motivo la articulación y coordinación de esfuerzos del sector público y del sector privado (INIA, UdelaR, MGAP y empresas forestales) mediante acuerdos de trabajo conjuntos serán imprescindibles para avanzar en el conocimiento y en la solución de los problemas sanitarios del sector forestal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balmelli, G., Marroni, V., Altier, N. y García, R. 2004. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica 143. INIA. Montevideo, Uruguay. 44p.
- 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.
- 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.aiou.org.uy](http://www.aiou.org.uy)).
- 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.
- Balmelli G., Altier, N. y Marroni, V. 2006. Efecto de los daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus* sobre el crecimiento posterior. Serie Actividades de Difusión N° 462. INIA Tacuarembó. pp.17-25.
- Balmelli, G.; Altier, N.; Bennadji, Z.; Resquin, F.; Trujillo, I. y Simeto, S. 2007. Acciones desarrolladas por INIA en Manejo Sanitario Forestal: antecedentes y perspectivas. Serie Actividades de Difusión N° 510. INIA. 19p.