

INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES Y PLAGAS EN PLANTACIONES JÓVENES DE
Eucalyptus globulus EN LAS REGIONES SURESTE Y LITORAL OESTE DE URUGUAY

G. Balmelli¹¹; S. Simeto¹¹; G. Martínez¹¹; D. Torres¹¹; C. Pérez¹²; D. Fros¹² O. Bentancur¹².

INTRODUCCIÓN

Los problemas sanitarios son una importante amenaza para el sector forestal, principalmente por las pérdidas que éstos generan, tanto en volumen como en calidad de la madera, pero también por la eventual pérdida de mercados (barreras no arancelarias). Sin embargo el país aún no cuenta con un adecuado conocimiento sobre la incidencia y severidad de diferentes plagas y enfermedades, ni sobre su posible relación con factores ambientales o genéticos, a pesar de que actualmente existen en Uruguay más de 500 mil hectáreas de plantaciones con especies de *Eucalyptus*. Para conocer los patrones de distribución regional de la incidencia y severidad de enfermedades y plagas se ha iniciado un proyecto¹³ conjunto entre INIA y Facultad de Agronomía, concentrándose en una primera etapa en la prospección sanitaria de plantaciones comerciales jóvenes de *E. globulus* en las regiones Sureste y Litoral Oeste. Entre octubre y diciembre de 2008 se realizó la primera campaña de relevamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se seleccionaron plantaciones de *E. globulus* de menos de dos años de edad en las zonas Sureste y Litoral mediante consulta a empresas y productores forestales. Se inspeccionaron 21 plantaciones en la región Sureste (departamentos de Rocha, Maldonado, Lavalleja, Canelones, Florida y Treinta y Tres) y 4 plantaciones en la región Litoral (Paysandú y Río Negro) (Figura 1). Dichas plantaciones representan una superficie efectiva de 11210 Ha (7750 Ha en el Sureste y 3460 Ha en el Litoral).

En cada sitio se evaluaron 4 o más transectas, totalizando 125 transectas (88 en el Sureste y 37 en el Litoral). Las transectas relevadas cubrieron una amplia gama de situaciones productivas: 16 grupos de suelos, diferentes relieves y posiciones topográficas, diferentes manejos silviculturales (preparación del suelo, fecha de plantación, control de malezas, densidad de plantación, etc.), sitios forestados por primera vez y sitios con reforestación. Así mismo, el relevamiento incluyó plantaciones establecidas a partir de plantas de semilla (6 procedencias diferentes) y plantaciones clonales (6 clones diferentes).

¹¹ Programa de Producción Forestal - INIA-Tacuarembó.

¹² Departamento Protección Vegetal, EEMAC, Facultad de Agronomía.

¹³ Título: "Cuantificación de la importancia de las plagas y enfermedades foliares que afectan plantaciones jóvenes de *Eucalyptus*". Corresponde al Componente 2 del Proyecto INIA: "Biología y epidemiología de las plagas y enfermedades prioritarias para el sector forestal".

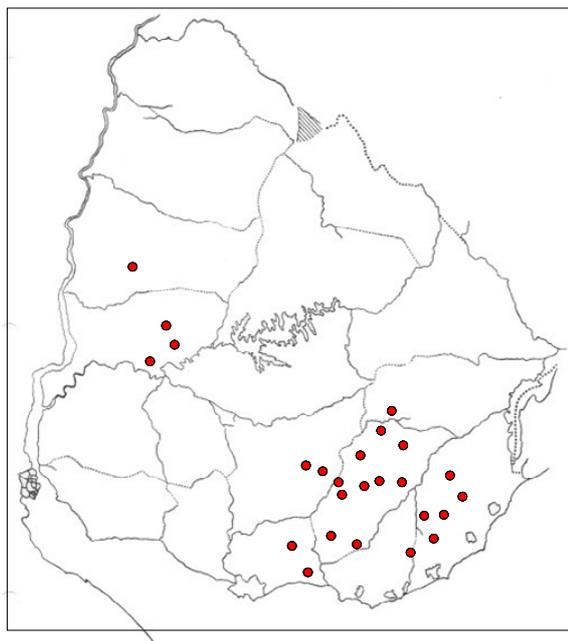


Figura 1. Ubicación de las plantaciones relevadas.

Protocolo de muestreo

Se eligieron 4 puntos de muestreo en cada plantación, tratando de cubrir toda el área, en cada uno de los cuales se relevó una transecta de 100 árboles. Se registró para cada transecta: ubicación geográfica (Latitud y Longitud), fuente de semilla, tipo de suelo CONEAT, posición topográfica, uso anterior del suelo, marco de plantación, intensidad silvícola, altura media y sobrevivencia.

Se evaluaron 10 árboles por transecta, cada uno separado del siguiente por 9 árboles. En cada árbol se estimó por apreciación visual la incidencia y severidad de enfermedades foliares y del ataque de insectos defoliadores, dividiendo la copa en dos partes (estrato inferior y estrato superior), en cada una de las cuales se determinó:

- incidencia (porcentaje de hojas afectadas) y severidad (porcentaje promedio del área foliar afectada) del daño causado por insectos defoliadores.
- incidencia y severidad del daño causado por enfermedades (defoliación y necrosis).

Con dicha información se estimó el daño foliar total en forma de índice (con valores de 0 a 100). El Índice de Daño Foliar (IDF), adaptado de Stone *et.al.* (2003), se calculó cómo:

$$\text{IDF} = \text{Defoliación} + (((1 - \text{Defoliación}/100) \times (\text{Incidencia de Necrosis} \times \text{Severidad de Necrosis})/100)) + (\text{Incidencia de Insectos} \times \text{Severidad de Insectos})/100))$$

A su vez, el Índice de Daño de Enfermedades (IDE) se calculó cómo:

$$\text{IDE} = \text{Defoliación} + ((1 - \text{Defoliación}/100) \times (\text{Incidencia de Necrosis} \times \text{Severidad de Necrosis})/100)$$

Se colectaron hojas con síntomas de patógenos y ejemplares de insectos para identificar los agentes causales de las enfermedades y plagas encontradas. La identificación de patógenos en manchas foliares se efectuó en base a características micro y macro-morfológicas de los cultivos y mediante análisis de marcadores moleculares (Glen *et. al.* 2007 y Maxwell *et. al.* 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué problemas sanitarios se encontraron y cuál es la dispersión geográfica de cada problema?

Se encontraron síntomas de enfermedades foliares (manchas necróticas y defoliación), causadas principalmente por especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* (hasta el momento se han identificado *T. nubilosa*, grupo *M. vespa* - *M. molleriana* - *M. ambiphyla* y grupo *M. grandis* - *M. parva*).

En el caso de insectos se encontró defoliación causada por *Gonipterus* spp y se registró la presencia del psílido fitófago *Ctenarytaina eucalypti* en casi la totalidad de los árboles inspeccionados.

La dispersión geográfica de todos los problemas mencionados es muy amplia ya que se encontraron en ambas zonas y prácticamente en todos los sitios. La prevalencia de las manchas foliares fue del 100% (están presentes en todas las transectas). Se encontró *Gonipterus* spp. en 102 de las 125 transectas (82% de prevalencia).

¿Cuál fue el nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades y plagas y qué diferencias se observaron entre las regiones Sureste y Litoral?

El nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades y plagas al momento de la evaluación (es decir al año de edad en la mayoría de las plantaciones inspeccionadas) fue alto: en promedio, para las 125 transectas, el Índice de Daño Foliar (IDF) fue 36.2%. En otras palabras, las plantaciones evaluadas habían perdido, en promedio, el 36% de su área foliar fotosintéticamente activa. El IDF promedio para la región Sureste fue 41.0% y para el Litoral fue 24.7%. Sin embargo hay que tener en cuenta que "el evaluador" constituye una posible fuente de error debido a que se trata de escalas visuales y que ambas regiones fueron inspeccionadas por equipos diferentes.

¿Cuál fue la importancia relativa de las enfermedades y las plagas en ambas regiones?

Los daños producidos por enfermedades (defoliación + necrosis) representaron en promedio el 97.2% del IDF en el Sureste y el 98.0% en el Litoral. El daño más importante fue la caída prematura de hojas (defoliación), que representa aproximadamente 2/3 del daño foliar total (en el Sureste la defoliación representa el 68% del daño total y en el Litoral representa el 66%) (Figura 2). El alto nivel de daño ocasionado por enfermedades se debió a la ocurrencia, en otoño de 2008, de condiciones climáticas predisponentes. Entre fines de Febrero y principios de Marzo se registraron, en diferentes zonas, entre 8 y 10 días consecutivos con precipitaciones. De acuerdo a Park *et. al.* (2000) las condiciones ideales para que se produzca la infección de *Mycosphaerella* spp. son entre 5 y 7 días de follaje mojado y temperaturas de entre 15 y 20°C.

El daño por manchas (necrosis) está compuesto por la incidencia (% de hojas afectadas) y por la severidad (% del área foliar afectada). En el Sureste la incidencia promedio fue de 48.2% y la severidad fue de 28.6%. En el Litoral dichos valores fueron de 48.5% y 11.9%.

Tanto en el Sureste como en el Litoral la mitad inferior de la copa fue más afectada que la mitad superior. El IDF en la mitad inferior para la zona Sureste fue de 50.9% y la de la mitad superior de 30.4%. Para el Litoral el IDF en la mitad inferior fue de 35.9% y en la mitad superior fue de 12.3%

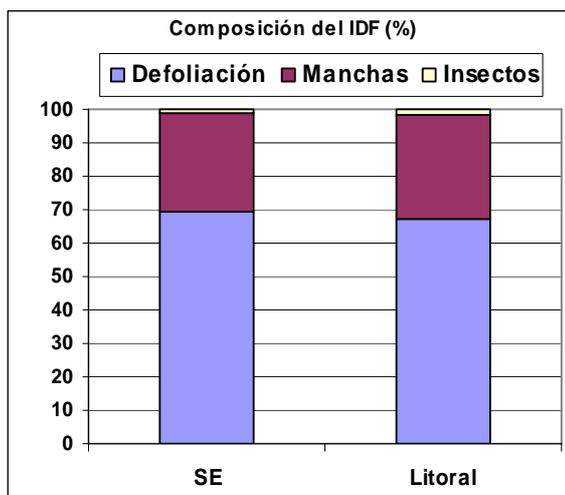


Figura 2. Composición porcentual del IDF en cada una de las regiones evaluadas.

¿Hubieron diferencias entre regiones respecto al daño foliar ocasionado por enfermedades?

Para analizar el daño foliar ocasionado por enfermedades y separar el posible efecto de la región del efecto de otros factores de sitio o manejo que puedan estar interactuando se comparó el Índice de Daño de Enfermedades (IDE) de las transectas de ambas zonas que coincidían en la época de plantación y en el tipo de planta (Figura 3).

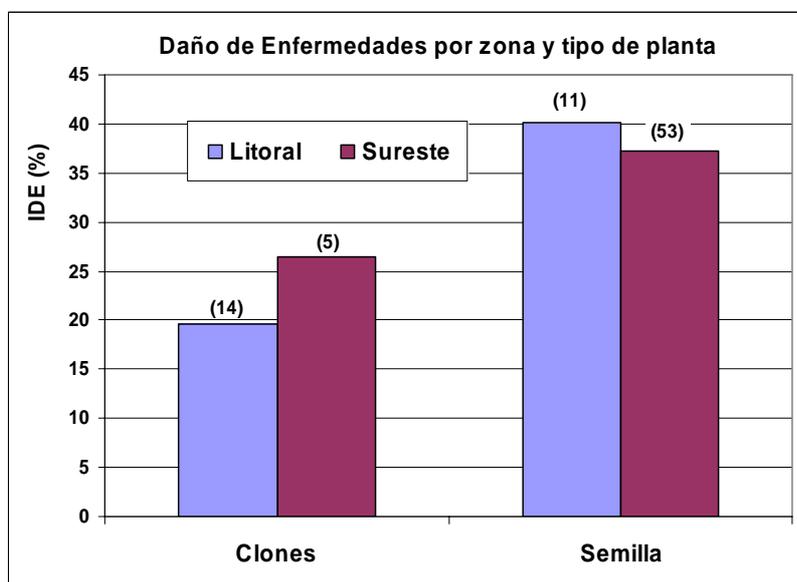


Figura 3. IDE promedio por región para plantaciones clonales y para plantaciones de semilla (Jeeralang), establecidas en primavera de 2007. Los valores entre paréntesis sobre las barras representan el número de transectas en cada caso.

Considerando todos los sitios y transectas, el nivel de daño de enfermedades fue mayor en la región Sureste que en la región Litoral (IDE promedio del Sureste fue 41% y del Litoral fue 25%). Sin embargo, cuando se compara el nivel de daño para plantaciones instaladas en un mismo momento y con un mismo tipo de planta se observa que las diferencias entre regiones son prácticamente inexistentes (IDE 20% y 27% para clones y 40% y 37% para semillas del mismo origen). El menor nivel de daño en el Litoral está dado por el hecho de

que en dicha región más de la mitad de las plantaciones inspeccionadas eran clonales (que en general mostraron menor daño, Figura 3), mientras que en la región Sureste la gran mayoría de las plantaciones eran con semilla. Esto sugiere que las diferentes condiciones ambientales (climáticas y de suelo) que existen entre el Sureste y el Litoral no tuvieron un efecto significativo en el nivel de daño foliar.

A su vez, las similitudes encontradas entre ambas regiones (mismas enfermedades y plagas; similar importancia relativa del daño por enfermedades y por plagas; similar importancia relativa del daño por defoliación y del daño por necrosis; mayor nivel de daño en la mitad inferior del árbol) sugiere que el posible efecto del “evaluador” sea muy reducido y que por lo tanto no signifique un sesgo importante en los resultados obtenidos en ambas regiones.

¿Hay diferencias entre sitios (plantaciones de una misma empresa en un mismo lugar) respecto al nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades?

Se encontraron marcadas diferencias en el nivel de daño foliar en los diferentes sitios. En el Sureste el rango de IDE a nivel de sitios va de 15% a 77% y en el Litoral va de 10% a 34%. En las Figuras 4 y 5 se presentan los IDE de los diferentes sitios evaluados.

Asumiendo un nivel “bajo” de daño para los sitios con IDE menor a 30, “medio” para IDE entre 30 y 45 y “alto” para IDE mayor a 45, de las 21 plantaciones relevadas en el Sureste 5 tenían bajo nivel, 8 nivel medio y 8 nivel alto. En contraste, la mitad de las plantaciones del Litoral (2 de 4) tenían nivel de daño bajo y la otra mitad nivel medio.

En ninguna de las dos regiones parece existir un patrón geográfico que pueda explicar las diferencias entre sitios.

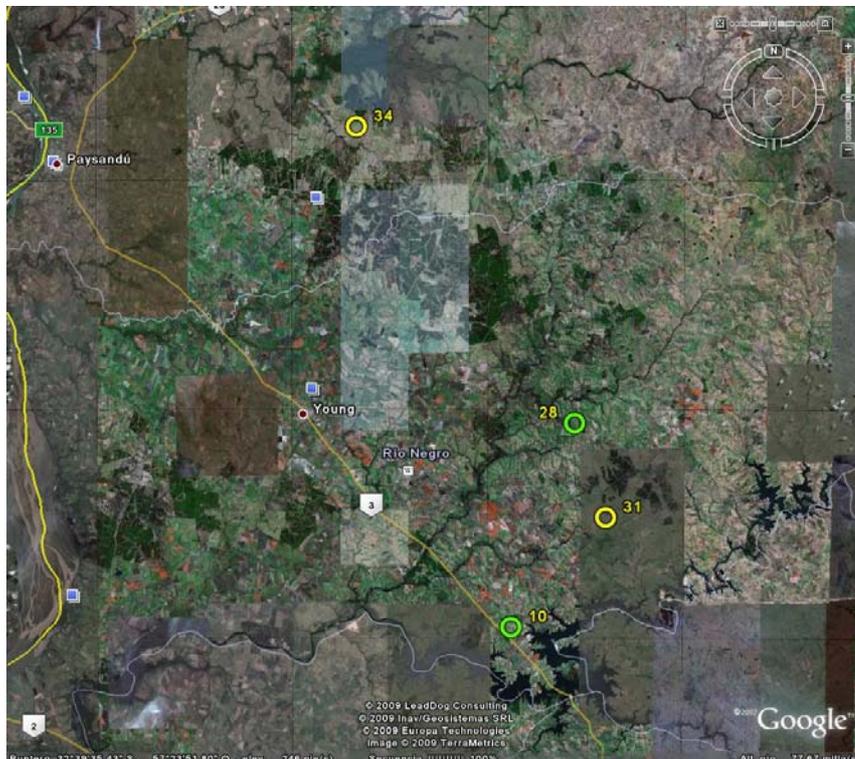


Figura 4. Índice de daño de enfermedades (IDE) en diferentes sitios del Litoral.

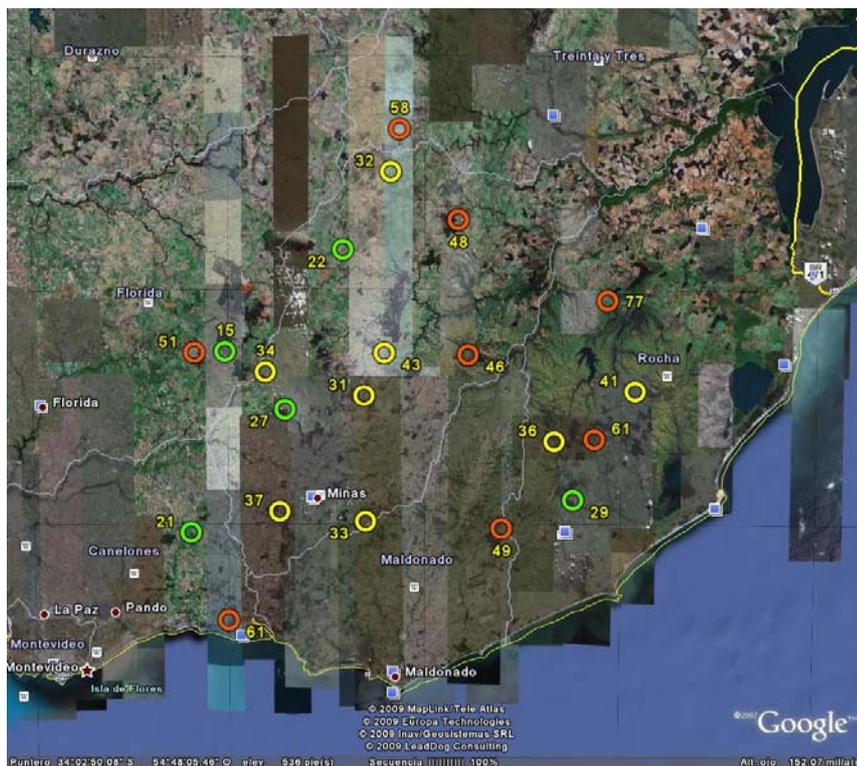


Figura 5. Índice de daño de enfermedades (IDE) en diferentes sitios del Sureste.

¿Existen diferencias en el nivel de daño foliar entre transectas de un mismo sitio?

En general se observaron diferencias importantes en el daño foliar entre las transectas de un mismo sitio, en algunos de los cuales las mismas eran muy notorias, encontrándose transectas con valores bajos de daño ocasionado por enfermedades (IDE menor a 30) y transectas con valores altos (IDE mayor a 45), (Cuadro 1).

Dichas diferencias no se deben a factores macro-ambientales (como el clima) sino a factores micro-ambientales (como el suelo, la posición topográfica, el uso anterior del suelo, etc.) y/o silviculturales (momento de plantación, densidad de plantación, fuente de semilla, etc.), así como también a la interacción entre los mismos.

Cuadro 1. Valores mínimos, medios y máximos de IDE a nivel de transecta para los diferentes sitios evaluados.

Sitio	Mínimo	Media	Máximo
37	1	10	35
14	7	15	30
10	8	21	47
20	1	22	46
7	19	27	33
35	3	28	51
1	25	29	37
36	13	31	57
21	27	31	38
33	20	32	49

23	19	33	44
24	25	34	51
38	18	34	45
26	26	36	45
25	25	37	48
15	31	41	55
22	40	43	46
29	32	46	65
11	36	48	70
9	25	49	77
32	36	51	59
34	44	58	72
18	54	61	68
3	60	61	64
16	74	77	84

La mayoría de las transectas difieren entre sí en la posición topográfica, el tipo de suelo, la densidad de plantación, el material genético, etc. Estos factores podrían modificar el microclima y/o aumentar o disminuir la susceptibilidad a la infección por patógenos, lo que en definitiva estaría determinando el estado sanitario (incidencia y severidad de las enfermedades). Sin embargo, lo más probable es que la combinación (o interacción) de diferentes factores sea lo que en buena medida determine el estado sanitario de una plantación.

¿Existen factores de sitio que expliquen las diferencias entre transectas en el nivel de daño provocado por enfermedades?

Para analizar el efecto de diferentes factores de sitio sobre el nivel de daño se agruparon las transectas por estrato de cada factor (por ejemplo, para posición topográfica se agrupó en zonas bajas, laderas medias y zonas altas) y luego se comparó el IDE promedio de cada grupo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para diferentes estratos de factores de sitio (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada estrato).

Posición Topográfica	IDE
Zona baja (14)	45
Ladera media (61)	31
Zona alta (50)	39

Replantación o cercanía a plantaciones anteriores *	IDE
NO (58)	39
SI (30)	44

* A menos de 500 m de plantaciones anteriores. Solo en el Sureste.

Grupo de Suelo *	IDE
2.21 (3)	20

9.42 (4)	21
5.3 (1)	25
2.21 (2)	26
3.51 (1)	31
2.11a (19)	31
2.20 (1)	44
2.14 (2)	44
2.12 (39)	45
2.11b (9)	48
5.02b (3)	51
5.4 (1)	52
4.2 (1)	61

* Solo en el Sureste.

Algunas características del sitio, como la posición topográfica o la cercanía a plantaciones anteriores (incluida la replantación), parecen tener muy poco o ningún efecto sobre el nivel de daño por enfermedades. En cambio, el tipo de suelo sí parece tener efecto sobre el nivel de daño. Sin embargo, al comparar las transectas de los grupos de suelos más frecuentes (2.12, 2.11a y 2.11b) que coincidían en el momento de plantación (primavera 2007) y en la fuente de semilla (Jeeralang) (Cuadro 3), se observa que las diferencias entre suelos se reducen (IDE entre 37% y 46%).

Cuadro 3. Daño por enfermedades (IDE) para transectas en diferentes grupos de suelos pero con igual momento de plantación y fuente de semilla (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada grupo de suelos).

Suelo *	IDE
2.12 (21)	42
2.11a (11)	37
2.11b (7)	46

* Solo en el Sureste

Para evaluar el efecto sobre el nivel de daño de los grupos de suelos menos frecuentes se compararon las transectas de diferentes suelos dentro de un mismo sitio, con el mismo momento de plantación y la misma fuente de semilla (Cuadro 4). Al comparar en las mismas condiciones a algunos de los suelos que presentaban bajo nivel de daño, como los grupos 2.21 y 3.51, se observa que las diferencias respecto a suelos más frecuentes, como 2.12 o 2.11a, es muy baja o inexistente. El escaso número de transectas por grupo de suelo no permite un análisis más profundo y una comparación robusta de los mismos, sin embargo, la continuación de este trabajo permitirá un análisis conjunto con un mayor número de transectas por grupo de suelo.

Cuadro 4. Daño por enfermedades (IDE) para transectas en diferentes suelos del mismo sitio, momento de plantación y fuente de semilla (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada caso).

Suelos	2.21	2.12	2.11a
Sitios 1 y 21	(2) 26	(1) 33	(1) 31

Suelos	3.51	2.12
Sitio 15	(1) 31	(1) 33

Suelos	5.3	2.12
Sitio 25	(1) 25	(3) 41

¿Existen factores de manejo que expliquen las diferencias entre transectas respecto al nivel de daño provocado por enfermedades?

Para analizar el efecto de diferentes factores de manejo sobre el nivel de daño se agruparon las transectas por estrato de cada factor (por ejemplo, para densidad de plantación se agrupó en baja, media y alta (menor a 1200, entre 1200 y 1400 y más de 1400 árboles/Ha) y luego se comparó el IDE promedio de cada grupo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para diferentes estratos de factores de manejo (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada estrato).

Densidad de plantación	IDE
Baja (34)	36
Media (51)	35
Alta (40)	37

Intensidad silvícola (plantaciones primavera 2007)	IDE
Baja (21) (Altura media menor a 2.7 m)	38
Media (23) (Altura media entre 2.7 y 4.0 m)	44
Alta (20) (Altura media mayor a 4.0 m)	37

Momento de plantación	IDE
Primavera 2006 (4)	77
Otoño 2007 (14)	17
Primavera 2007 (105)	38
Otoño 2008 (2)	2

Algunos factores de manejo, como densidad de plantación o intensidad silvícola, parecen tener muy poco o ningún efecto sobre el nivel de daño por enfermedades. En cambio, el momento de plantación sí parece tener un efecto importante sobre el nivel de daño.

Para analizar con mayor detalle el efecto del momento de plantación sobre el nivel de daño de enfermedades se compararon las transectas de plantaciones con diferente momento de plantación en el mismo sitio y con la misma fuente de semilla (Jeeralang) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Daño por enfermedades (IDE) para transectas de diferentes momentos de plantación pero en el mismo sitio y con la misma fuente de semilla (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada caso).

Año de plantación	IDE
Primavera 2006 (3)	78
Primavera 2007 (2)	51

Época plantación	IDE
Primavera 2007 (2)	43
Otoño 2008 (2)	2

La plantación 2006 estaba bastante más afectada que la plantación 2007, lo que podría explicarse por el hecho de sufrió infecciones en dos años consecutivos, 2007 y 2008. Por el contrario, la plantación de otoño de 2008, respecto a la plantación de primavera 2007, presentó un muy bajo nivel de daño debido a que escapó a la infección ocurrida a principios de Marzo de 2008.

¿Existe un efecto genético (susceptibilidad a enfermedades foliares) que explique las diferencias en el nivel de daño entre transectas?

Como se vio anteriormente, el tipo de planta (clonal o seminal) afecta marcadamente el nivel de daño de enfermedades foliares, principalmente debido al rápido cambio de follaje de juvenil a adulto, que generalmente experimentan los clones. Dicho cambio, que está dado principalmente por el tipo de propagación, puede considerarse un escape a la enfermedad ya que el follaje adulto es menos susceptible a las manchas foliares. Para evaluar el efecto genético se comparó, por un lado el nivel de daño de diferentes fuentes de semilla y por otro el de diferentes clones (Cuadro 7).

Cuadro 7. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para diferentes materiales genéticos (los valores entre paréntesis representan el número de transectas con cada material).

Fuente de semilla	IDE	Clon	IDE
Cowwarr (HSJ) (5)	28	Rivera (2)	12
Fanapel (2)	30	IP (3)	15
JEE (68)	38	Tinto (3)	16
Salus (5)	56	Anselmo (9)	20
Carrajung (HSJ) (2)	62	Odiel (9)	24
VRD (HSJ) (2)	64	Candón (5)	26
Chumulco (6)	68		

Estos resultados parecen indicar que existen diferencias en el nivel de daño entre fuentes de semilla y entre clones, lo que podría interpretarse como diferencias genéticas en susceptibilidad a las enfermedades observadas. Sin embargo, la interacción con otros factores de sitio y/o silviculturales podría estar enmascarando estos resultados. Para evitar dichas interacciones se comparó el IDE de las transectas que diferían solamente en la fuente de semilla o en el clon utilizado (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 8. IDE de transectas de un mismo sitio, con la misma época de plantación y con diferente fuente de semilla (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada caso).

	Jeeralang	HS Cowwarr
Sitios 1 y 7	29 (5)	28 (5)
	Jeeralang	HS Carrajung
Sitio 3	60 (2)	62 (2)

	Jeeralang	HS VRD
Sitio 18	63 (1)	64 (2)
	Jeeralang	Chumulco
Sitio 15	32 (2)	50 (2)
	Jeeralang	Fanapel
Sitio 10	11 (2)	30 (2)
	Jeeralang	Salus
Sitios 9 y 18	44 (3)	56 (5)

La semilla de origen Jeeralang (de bosque nativo) tiene el mismo nivel de daño de enfermedades que la semilla de diferentes huertos semilleros, como Cowwarr, Carrajung y VRD (cuya base genética es este mismo origen) y menor nivel de daño que otras fuentes de semilla como Chumulco (de huerto semillero chileno), Fanapel y Salus.

Si bien podría decirse que el origen Jeeralang presenta relativamente mejor sanidad que otras fuentes de semilla (lo cual coincide con información reportada previamente por Balmelli *et. al.*, 2004, Balmelli y Resquín 2005, Balmelli *et. al.*, 2006a, Balmelli *et. al.*, 2007a y Balmelli *et. al.*, 2008), los valores de daño registrados por este origen en varios sitios demuestra que el mismo es susceptible a enfermedades foliares. Sin embargo hay que tener en cuenta que en los últimos años se han introducido desde Australia diferentes lotes de semilla de origen "Jeeralang", alguno de los cuales podría no ser representativo de dicho origen.

Cuadro 9. IDE de transectas de un mismo sitio, con la misma época de plantación y con diferente clon (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada caso).

	Clon Rivera	Clon Anselmo
Sitio 14	12 (2)	19 (2)
	Clon Anselmo	Clon Odiel
Sitio 38	18 (2)	40 (2)
	Clon IP	Clon Odiel
Sitio 35	15 (3)	33 (3)
	Clon Odiel	Clon Candón
Sitio 36	15 (2)	34 (2)

De forma similar a lo observado para las diferentes fuentes de semilla, el nivel de daño de enfermedades en las plantaciones clonales varía en función del clon utilizado. El IDE en transectas comparables parece indicar que los clones Rivera, Anselmo e IP son menos susceptibles y/o cambian más rápidamente el follaje que el clon Odiel, mientras que éste a su vez parece menos susceptible y/o cambia más rápidamente el follaje que el clon Candón.

Casos puntuales: transectas con características especiales

En uno de los sitios se relevaron dos transectas en plantaciones de *E. maidenii*. El nivel de daño provocado por enfermedades (IDE) para el promedio de ambas fue 37%, mientras que el de las otras dos transectas del mismo sitio con *E. globulus* (semilla Jeeralang) fue 55%. Si bien estos resultados sugieren que *E. maidenii* presenta menor susceptibilidad a enfermedades foliares que *E. globulus*, también sugieren que de todas formas es susceptible y que su plantación no elimina los riesgos.

Otro caso particular fue el relevamiento de dos transectas en las cuales se había realizado una aplicación de fungicidas. El nivel de daño provocado por enfermedades (IDE) para el promedio de ambas fue 13%, mientras que el de otras dos transectas del mismo sitio y fuente de semilla pero sin aplicación de fungicidas fue 36%. Si bien la aplicación del fungicida se realizó en Abril, es decir con posterioridad a la infección ocurrida en Marzo, el efecto del mismo sobre el nivel de daño de enfermedades es bastante claro.

Implicancias de los resultados para el manejo de enfermedades foliares

La información aquí presentada debe tomarse con suma cautela ya que corresponde a una sola campaña de relevamiento. De todas formas, la información obtenida en plantaciones jóvenes de *E. globulus* sugiere que:

a) Los problemas sanitarios observados están ampliamente dispersos y no se identificaron factores del sitio (como relieve, tipo de suelo o distancia a otras plantaciones) que tengan un efecto apreciable sobre el nivel de daño. Por lo tanto, desde el punto de vista productivo, la elección del sitio de plantación no parece una alternativa efectiva para reducir el riesgo de daño por enfermedades foliares.

b) Si bien no se analizó por separado el efecto de diferentes medidas de manejo silvicultural (preparación del suelo, densidad de plantación, fertilización, control de malezas) sobre el nivel de daño de enfermedades, los resultados obtenidos muestran que el mismo no depende del tamaño de los árboles. En otras palabras, la información generada hasta el momento no permite realizar recomendaciones sobre que medidas de manejo podrían reducir los riesgos de enfermedades, pero sugieren que una mayor intensidad silvícola no asegura un menor nivel de daño.

c) La elección del tipo de forestación (seminal o clonal) es la medida de manejo de mayor efecto para reducir los riesgos de daño por enfermedades. Las plantas clonadas generalmente cambian su follaje en forma bastante más precoz que las plantas de semilla, y la menor susceptibilidad del follaje adulto resulta en un menor nivel de daño foliar.

d) Una vez definido el tipo de forestación, la elección del material genético (fuente de semilla o clon) es otra herramienta que debería utilizarse para reducir los riesgos de daño por enfermedades.

Implicancias de los resultados para la investigación

a) Tanto los factores ambientales (principalmente clima, pero también relieve y tipo de suelo), como de manejo (silvicultura o material genético), así como las posibles interacciones entre los mismos, pueden incidir en el nivel de daño de enfermedades. Para avanzar en la comprensión del efecto de dichos factores, y eventualmente poder realizar recomendaciones que permitan reducir los riesgos sanitarios, es indispensable incrementar el volumen de información generado. En este sentido, el proyecto prevé repetir este relevamiento en forma estacional (otoño y primavera) durante al menos tres años.

b) El mejoramiento genético es la estrategia de manejo de enfermedades forestales más utilizada a nivel mundial. Desde 1993 el INIA ha venido evaluando y seleccionando genotipos para producir semilla mejorada localmente de varias especies de *Eucalyptus* (Balmelli *et. al.* 2007b). En el caso de *E. globulus*, la reciente aparición de enfermedades de gran virulencia, como *Teratosphaeria nubilosa*, hace necesario modificar el plan de mejoramiento con el fin de lograr clones resistentes. Para evaluar en forma rápida y eficiente la susceptibilidad-resistencia de diferentes genotipos será imprescindible desarrollar la metodología de inoculación artificial del patógeno.

c) Si bien *E. globulus* es la especie de mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas, el aumento del área forestada hace prever un aumento en la concentración de inóculo y en las poblaciones de insectos, lo cual podría llevar a que las plantaciones con especies menos susceptibles, como *E. maidenii*, *E. dunnii* o *E. grandis*, comiencen a ser afectadas. Para comenzar a generar dicha información se incluyeron plantaciones de *E. dunnii* en el relevamiento de otoño 2009 de la región Litoral.

d) El control químico (aplicación de fungicidas) podría ser una medida de manejo puntual para reducir los daños provocados por enfermedades foliares. Sin embargo será necesario generar información sobre aspectos tales como: condiciones ambientales predisponentes, momento y forma de aplicación, productos y dosis, así como costos y beneficios. Esta línea de investigación está siendo abordada como otro componente del Proyecto INIA "Biología y epidemiología de las plagas y enfermedades prioritarias para el sector forestal" (ver primer artículo de esta publicación).

Consideraciones finales

Las plantaciones jóvenes de *E. globulus* sufrieron en el año 2008 importantes daños de enfermedades foliares (manchas y defoliación causados por especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria*). Si bien la cuantificación de los efectos producidos por diferentes niveles de daño es compleja (debido a que la recuperación de los árboles depende de muchos factores), los mismos provocan pérdidas de crecimiento y, en casos severos, muerte de plantas (Balmelli *et. al.*, 2006b y Balmelli *et. al.*, 2008), lo que en definitiva se traduce en importantes pérdidas productivas.

Teniendo en cuenta la evolución que han tenido las enfermedades foliares en los últimos años las perspectivas de corto y mediano plazo para *E. globulus* son, al menos, preocupantes. Los primeros casos de daños de importancia económica se produjeron en el año 2007, ocasionados de acuerdo a Pérez *et. al.* (2009) por *Teratosphaeria nubilosa*. Si bien no se sabe cuándo entró este patógeno al país es muy probable

que esté presente desde el año 2006 o incluso antes, y que haya pasado desapercibido debido a que no generó daños importantes. Como se recordará, el otoño del año 2007 fue extremadamente lluvioso, con lo cual, y a pesar de que el nivel de inóculo seguramente era bajo, en algunas zonas se produjo una severa infección en plantaciones de *E. globulus* (lo que obligó a EUFORES a replantar una importante superficie, Gabriel Algorta, comunicación personal). Dicha infección debe haber generado un volumen importante de inóculo, el cual evidentemente se dispersó ampliamente y debido a la ocurrencia en otoño de 2008 de condiciones ideales para la infección produjo importantes daños en prácticamente todas las zonas forestadas con *E. globulus*. La infección 2008 seguramente dio lugar a un nuevo aumento en el volumen de inóculo, lo cual se está viendo reflejado en este otoño con la aparición de manchas y defoliación en las plantaciones de primer año, aún cuando se han venido registrando condiciones adversas para la enfermedad (desde principio de año hasta el momento no han ocurrido más de 2 o 3 días de lluvia consecutivos).

Es de prever que con el volumen y dispersión actual de inóculo, la ocurrencia de un período con condiciones favorables para la enfermedad sería devastadora, tanto para las plantaciones nuevas (altamente susceptibles por poseer follaje juvenil) como para las plantaciones de segundo año que aún no se han recuperado de la infección sufrida en el año 2008. Mirando hacia el mediano plazo, el continuo aumento en el volumen de inóculo hace pensar que, si no se logran encontrar soluciones efectivas para el control de la enfermedad, la continuidad del cultivo de *E. globulus* en nuestro país se encuentra en serio riesgo.

Referencias

- 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 Resquín, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en Zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA Tacuarembó. 16p.
- Balmelli, G.; Resquin, F.; Altier, N. y Marroni, V. 2006a. Evaluación sanitaria, productiva y de propiedades de la madera de diferentes orígenes de *Eucalyptus globulus* a los 11 años. Serie Actividades de Difusión N° 462. INIA. pp. 1-9.
- Balmelli, G.; Altier, N. y Marroni, V. 2006b. 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. pp. 17-25.
- Balmelli, G.; Resquin, F.; Bennadji, Z.; Altier, N. y Marroni, V. 2007a. Sanidad, productividad y propiedades pulperas de orígenes de *Eucalyptus globulus* a los 11 años. Serie Actividades de Difusión N° 491. INIA. pp. 13-23.
- Balmelli, G.; Altier, N.; Bennadji, Z.; Resquin, F.; Trujillo, I. y Simeto, S. 2007b. Acciones desarrolladas por INIA en Manejo Sanitario Forestal: antecedentes y perspectivas. Serie Actividades de Difusión N° 510 (en CD).
- Balmelli, G.; Simeto, S.; Altier, N.; Núñez, P. y González, W. 2008. Enfermedades foliares en *Eucalyptus globulus*: efectos sobre la mortalidad, el crecimiento y la incidencia de enfermedades del fuste al quinto año. Serie Actividades de Difusión N° 542. INIA. pp. 49-61.
- Glen, M.; Smith, A.; Langrell, S. y Mohammed, C. 2007. Development of Nested Polymerase Chain Reaction Detection of *Mycosphaerella* spp. and its application to the study of leaf disease in *Eucalyptus* plantations. *Phytopatology* 97: 132-144.

- Maxwell, A.; Jackson, S. L.; Dell, B. y Hardy, G. 2005. PCR-identification of *Mycosphaerella* species associated with leaf diseases of Eucalyptus. *Mycological Research* 109, no. 9: 992-1004.
- Park, R.F.; Keane, P.J.; Wingfield, M.J. and Crous, P.W. 2000. Fungal Diseases of Eucalypt Foliage. In: Disease and Pathogens of Eucalypts. CSIRO.
- Pérez, G.; Hunter, G.C.; Slippers, B.; Pérez, C.; Wingfield, B.D.; Wingfield, M.J. 2009. *Teratosphaeria (Mycosphaerella) nubilosa*, the causal agent of *Mycosphaerella* Leaf Disease (MLD), recently introduced into Uruguay. *European Journal of Plant Pathology*.
- Stone, C., M. Matsuki, y A. Carnegie. 2003. Pest and disease assessment in young eucalypt plantations: field manual for using the Crown Damage Index. Canberra: Parsons, M. National Forest Inventory, Bureau of Rural Sciences. <http://affashop.gov.au/PdfFiles/PC12783.pdf>.