



Noviembre, 2009
SERIE DE
ACTIVIDADES
DE DIFUSIÓN

594

SEMINARIO TÉCNICO

"SANIDAD FORESTAL"

INIA TACUAREMBÓ

26 de Noviembre de 2009

TABLA DE CONTENIDO

	Página
- RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DEL MONITOREO CONTINUO DE <i>Thaumastocoris peregrinus</i> EN EUFORES	1
<i>Alejandro González, Pilar Savornin y Laura Amaral - EUFORES</i>	
- MONITOREO DE <i>Thaumastocoris peregrinus</i>. ANTECEDENTES, SITUACION ACTUAL Y RESULTADOS DE FORESTAL ORIENTAL	15
<i>Lorena San Román, A. Del Río, M. Hornos y M. Ravera – FORESTAL ORIENTAL</i>	
- INTERACCIÓN BIOLÓGICA DEL MONTE NATIVO Y LAS PLANTACIONES EXÓTICAS: EL CASO DE LAS ENFERMEDADES EN MIRTÁCEAS	21
<i>Carlos Pérez (UdelaR) , W. Wingfield, B. Slippers(Universidad de Pretoria- Sud Africa), N. Altier (INIA Las Brujas), S. Simeto (INIA Tacuarembó) y R. Blanchette (Universidad de Minesota – USA)</i>	
- PATOGENICIDAD DE <i>Coniothyrium (Kiramycetes gauchensis)</i> EN <i>Eucalyptus grandis</i>	37
<i>Sergio Ramos (INTA Concordia, Entre Ríos – Argentina) y Azucena Ridao (Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Mar del Plata – Argentina)</i>	
- EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y B EN EL NIVEL DE DAÑO DE <i>Mycosphaerellas</i> EN <i>Eucalyptus globulus</i>	45
<i>Gustavo Balmelli, Sofía Simeto (INIA Tacuarembó), Carlos Perdomo, José Zamalvide y Marcelo Ferrando (Facultad de Agronomía – UdelaR)</i>	
- RELEVAMIENTO SANITARIO DE OTOÑO EN PLANTACIONES JÓVENES DE <i>Eucalyptus globulus</i> y <i>Eucalyptus dunnii</i> en el Sureste y Litoral Oeste	51
<i>Gustavo Balmelli, Sofía Simeto, Gonzálo Martínez, Diego Torres, Paula González (INIA Tacuarembó), Darío Fros, Oscar Bentancur y Carlos Pérez (Facultad de Agronomía – UdelaR)</i>	

RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DEL MONITOREO CONTINUO DEL *Thaumastocoris peregrinus* EN EUFORES

Alejandro González¹, Pilar Savornin¹, Laura Amaral¹

1. INTRODUCCIÓN

En la región se ha producido en los últimos años una importante expansión en el cultivo de *Eucalyptus sp.*, lo que ha traído problemas sanitarios asociados. Entre los insectos que afectan el cultivo se pueden mencionar taladros como la *Phoracantha*, gorgojos como el *Gonipterus* o psílicos como la *Glycopsis* o la *Ctenarytaina*.

Hacia fines de 2007 se reportó en Uruguay una nueva especie de chinche llamada *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). Esta chinche es fitófaga y se ha registrado en distintas especies de *Eucalyptus*, entre otras, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. benthamii*.

En su estado adulto es un insecto pequeño de entre 2 y 4 mm, gregario, que se alimenta succionando savia de hojas preferentemente adultas; su ciclo de vida es de entre 30 y 35 días. Las hembras pueden poner 2 huevos por día, 60 en el ciclo, haciéndolo en forma agregada.

Con altos niveles poblacionales, estas chinches pueden reducir la tasa fotosintética de las hojas, las que primero pasan a un color amarillo pálido y luego rojo-amarronado, hasta provocar, en condiciones extremas, la defoliación. Cuando la población del insecto decrece, los árboles se recuperan (generalmente), aunque puede verse afectado el crecimiento de las masas durante el período de pico poblacional del insecto.

El control químico resulta muy dificultoso, entre otras cosas, porque no hay productos registrados para estas chinches; además, la penetración de los insecticidas donde se ubica la plaga en el árbol es compleja, la rapidez de dispersión del insecto es alta, su ciclo corto y por tanto económicamente inviable. Al mismo tiempo, los productos químicos impactan sobre los enemigos naturales de otras plagas y sobre el ambiente.

Al igual que para otras plagas el control biológico (de ser posible combinado) es la mejor opción, existiendo reportes de al menos un enemigo natural en Australia (lugar de origen de la plaga) llamado *Cheruchoides noack*, que está siendo objeto de estudios en Sudáfrica y la propia Australia, y que seguramente en los próximos años pueda ser introducido a la región (Uruguay, Argentina, Brasil, Paraguay, Chile). De todas formas los reportes al día de hoy indican una tasa de parasitismo no mayor al 40% (del *cheruchoides* respecto al *Thaumastocoris*), con lo cual no puede pensarse que sea la solución definitiva en caso de lograrse su introducción.

En nuestro país, primeramente se incrementó la población, con un pico poblacional muy importante en el verano de 2008 (enero a marzo) en donde se dieron las condiciones óptimas para su proliferación (altas temperaturas y humedad media-alta), luego durante el invierno de 2008 y como era de esperar, la población bajó considerablemente manteniéndose así hasta finales de enero de 2009, condicionado por la importante sequía de ese período. Durante este año se registraron picos poblacionales en febrero y mayo, para luego disminuir su población hasta el momento (noviembre 09).

A continuación se presentan los resultados del primer año (septiembre 2008 a septiembre 2009) del monitoreo continuo del *Thaumastocoris peregrinus* en la empresa EUFORES.

¹ I+D EUFORES

2. MATERIALES Y METODOS

A finales de septiembre de 2008 se instalaron parcelas permanentes en cinco núcleos (regiones) de la empresa EUFORES, sobre distintas especies (*E. globulus* de origen seminal y clonal, *E. maidenii*, *E. grandis*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, *E. bicostata* y *E. dunni*), en 4 rangos de edades en cada caso que así hubiere (tres años o menores, entre 4 y 6 años, entre 7 y 13 años, anteriores a 1993). En total son 34 parcelas permanentes y una temporal (aunque hasta ahora se ha relevado en todas las fechas), según la siguiente distribución:

- Núcleos: Lavelleja (cercañas de Minas, 7 parcelas), Rocha (cercañas de Velazquez, 5 parcelas), Algorta (sobre intercepción de rutas 25 y 90, 7 parcelas), Paysandú norte (sobre termas del Guabiyú, 7 parcelas), Tres Bocas (sobre intercepción de rutas 24 y 25, 8 parcelas), Palmar (sobre la Represa, 1 parcela, temporal).
- Establecimientos: El Metal, Curva, Espinillo, Agrocampo, Pindó, La Cumbre, Santo Tomás, Las Acacias, Santo Domingo, La Nona, Mary, Molino Petiso, Las Margaritas, Ingral 1 y El Rocío (temporal).

En cada una de estas 35 parcelas se instalaron primeramente 2 trampas fotocromáticas adhesivas amarillas y posteriormente 3 (a partir de la tercera rotación, en árboles diferentes), para poder realizar los estudios de las fluctuaciones poblacionales, según el siguiente detalle:

- Tamaño de la trampa: 12 cm * 10 cm
- Lugar de ubicación: entre 1.8 y 2 metros de altura, dos en el tronco (para determinar el movimiento vertical del insecto, una en la periferia y la otra en el centro del rodal), y la tercera en entrelíneas o entre árboles (a igual altura, para detectar la captura por el vuelo de los mismos). De esta forma se intenta establecer si hay diferencias en la detección del insecto entre las distintas posiciones de las trampas (periferia vs. centro de melga; tronco vs. entrelíneas).

Además, en cada parcela y en cada fecha de monitoreo, se realiza una transecta desde el borde del rodal y hacia el centro del mismo, tomando registro de alrededor de 200 árboles en cada caso, evaluándose en los mismos el nivel de daño (calificación subjetiva en función de la coloración de hojas y defoliación de los mismos) de c/u.

El recambio de todas las trampas es realizado cada 20 días aproximadamente, llevándose las mismas a laboratorio para el posterior conteo de adultos (machos y hembras) y ninfas.

3. RESULTADOS

Algunas de las interrogantes planteadas que intentamos responder son:

A. Como ha fluctuado la población de adultos de *Thaumastocoris peregrinus* a lo largo del tiempo en las diferentes zonas geográficas.

B. Cual es la mejor ubicación de las trampas para la captura del insecto: sobre el tronco o en entrelíneas.

C. Cual es la relación de adultos capturados según ubicación de las trampas en el rodal: periferia de los bosques vs. el centro de los mismos.

D. Cual/es ha/n sido la/s especie/s donde se ha capturado mayormente el insecto, en cada fecha de monitoreo.

E. Como ha sido la captura según rango de edades.

F. Cual es el grado de afección/susceptibilidad en las distintas especies para c/monitoreo.

G. Cual es la proporción existente entre machos y hembras adultos capturados.

A. Fluctuación de adultos según núcleo a lo largo del año

Seguidamente se presentan las figuras correspondientes a los 5 núcleos con parcelas permanentes, en donde se grafica la cantidad de adultos (totales, machos, hembras) para las distintas fechas de monitoreo, considerando el promedio de todas las trampas instaladas en cada región, independientemente de la especie o edad. La captura del insecto fue muy baja o baja para todas las regiones hasta finales de 2008 (Figuras 1 a 5), coincidiendo con condiciones de extrema sequía, con un ligero aumento en enero de 2009, hasta llegar a picos máximos poblacionales hacia principios de febrero (importantes registros pluviométricos de más de 100 mm y consecuente aumento de la HR a finales de enero 09) o mayo de este año, según la región. Luego de estos máximos registrados las poblaciones del insecto han disminuido y fluctuado ligeramente sin cambios importantes, independientemente de la región.

Si bien la evolución de la población a tenido tendencias más o menos similares en los distintos núcleos (con diferencias en los momentos de picos poblacionales), se han encontrado diferencias importantes en los valores absolutos de capturas máximas de adultos: desde 60 adultos por trampa en Lavalleja hasta poco más de 1 en Rocha (en ésta última las primeras capturas de Thaumastocoris se dieron recién hacia fines de enero de 2009).

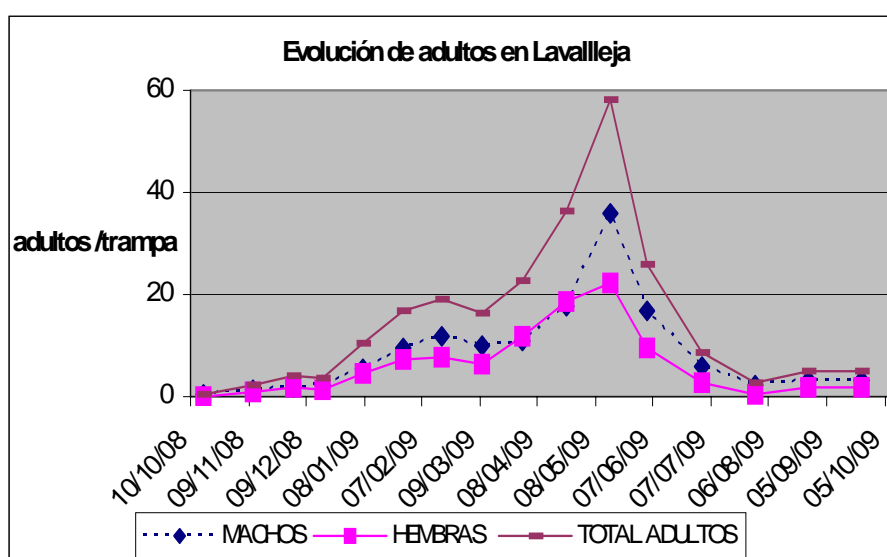


Figura 1. Lavalleja, promedio de parcelas (todas las especies y edades).

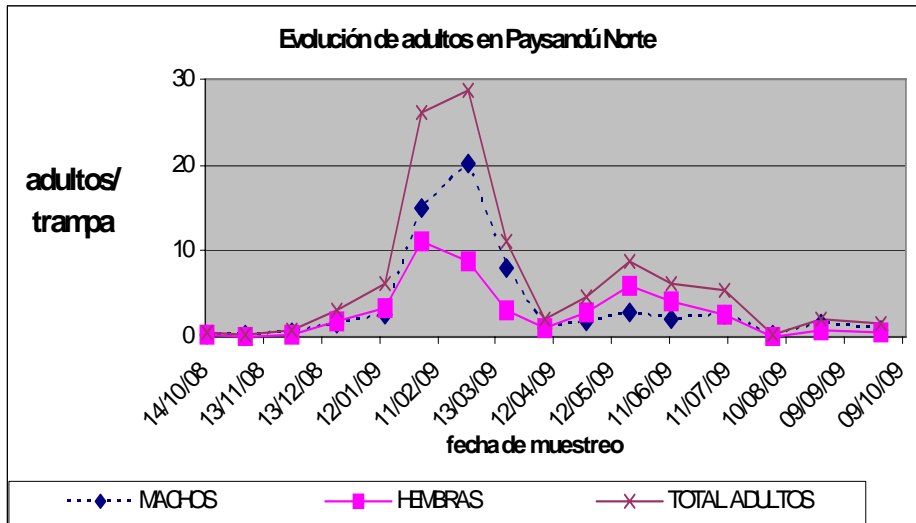


Figura 2. Paysandú Norte, promedio de parcelas (todas las especies y edades).

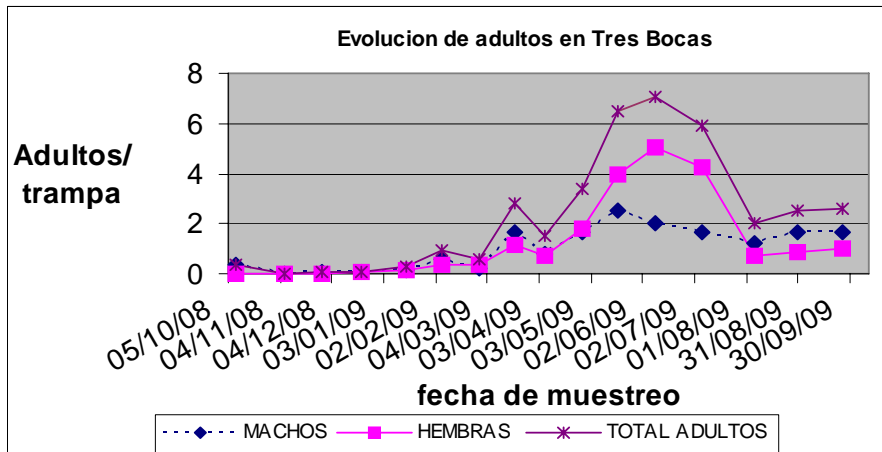


Figura 3. Tres Bocas, promedio de parcelas (todas las especies y edades).

Tres Bocas,

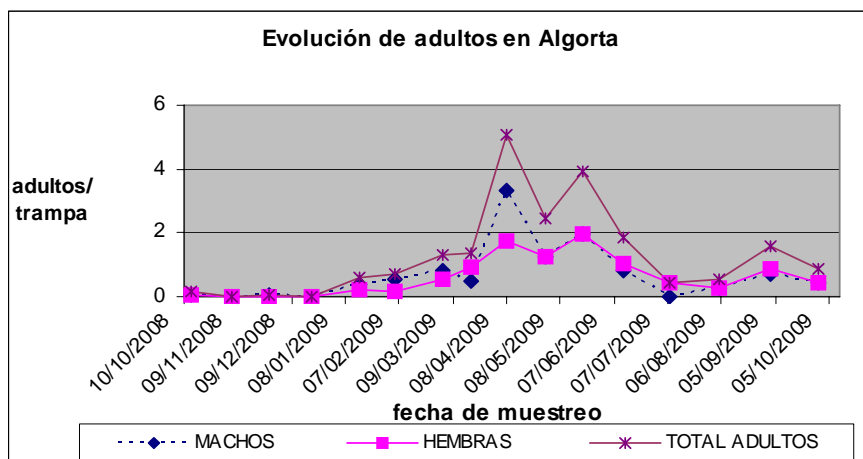


Figura 4. Algorta, promedio de parcelas (todas las especies y edades).

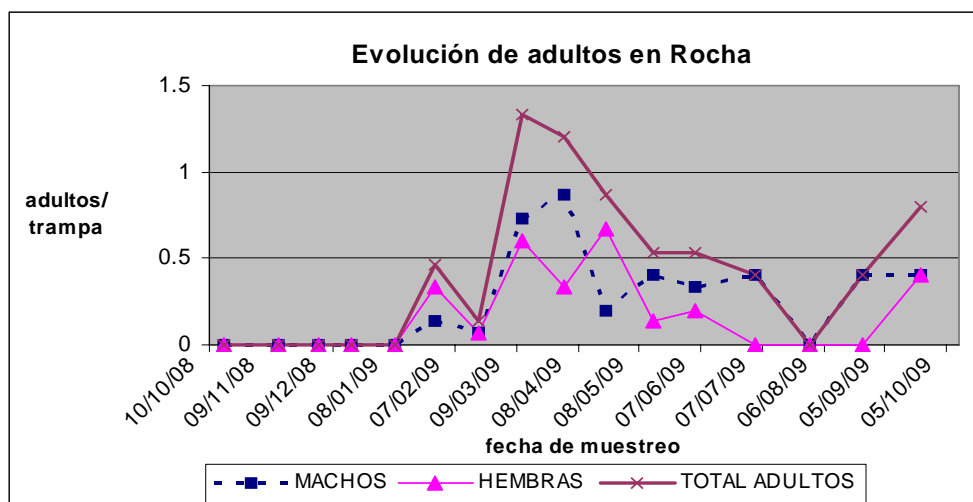


Figura 5. Rocha, promedio de parcelas (todas las especies y edades).

En la finca "El Rocío" (Núcleo Palmar) se detectó hacia comienzos de octubre de 2008 una importante población de *Thaumastocoris* sobre rodales de *E. globulus* clon 334.1.AR (Figura 6), por lo que se decidió instalar una parcela de monitoreo, para seguir la evolución del insecto en dicho lugar y eventualmente comprobar la traslación del insecto hacia otro lugar (parcela número 35). Al observar la figura puede comprobarse que la dinámica poblacional de adultos presenta un comportamiento similar a varios de los núcleos anteriores, con un aumento poblacional hacia finales de enero de 2009 que coincide con importantes precipitaciones y un aumento significativo de la HR. La gran diferencia observada respecto al resto de las figuras son los valores absolutos de adultos capturados, muy superiores al resto; con capturas de hasta 115 adultos por trampa, casi el doble respecto a la región con parcelas permanentes (Lavelleja) donde se registró la mayor población y captura de adultos. Luego de esto, la población ha disminuido de forma drástica, comprobándose la traslación de dicha población a otro sitio.

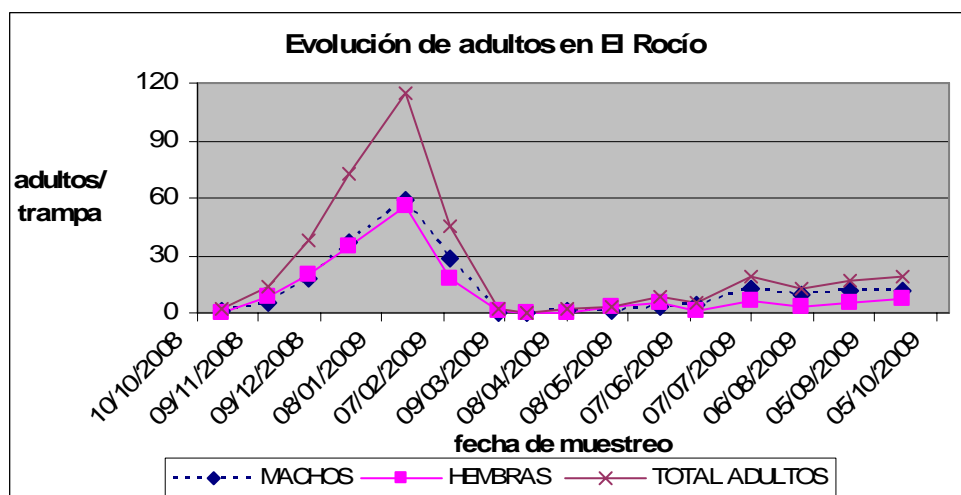


Figura 6. Parcela temporal, Finca El Rocío (*E. globulus* clon 334.1.AR, 2 años).

B. Ubicación de las trampas: sobre el tronco o en entrelíneas

Teniendo en cuenta que el insecto se encuentra en los rodales volando entre árboles o caminando en ellos por el fuste, se instalaron trampas sobre el tronco y en entrelíneas para comprobar cual era la mejor ubicación de éstas para la captura de la chinche. Dado que en cada rotación se colocan en cada parcela 2 trampas en el tronco (una en la periferia y otra hacia el centro del rodal) se usó el promedio de captura de ambas trampas para la comparación con las trampas de la entrelínea. La Figura 7 presenta la información, indicando los valores promedios de adultos capturados en cada caso (tronco vs. entrelíneas) por trampa (para distintas especies, edades y núcleos). Es importante tener en consideración que las trampas en entrelíneas fueron puestas a partir de la tercera fecha de monitoreo por sugerencia de la Ing. Bianchi (entomóloga forestal, Universidad de la República), justamente para intentar responder la interrogante antes planteada.

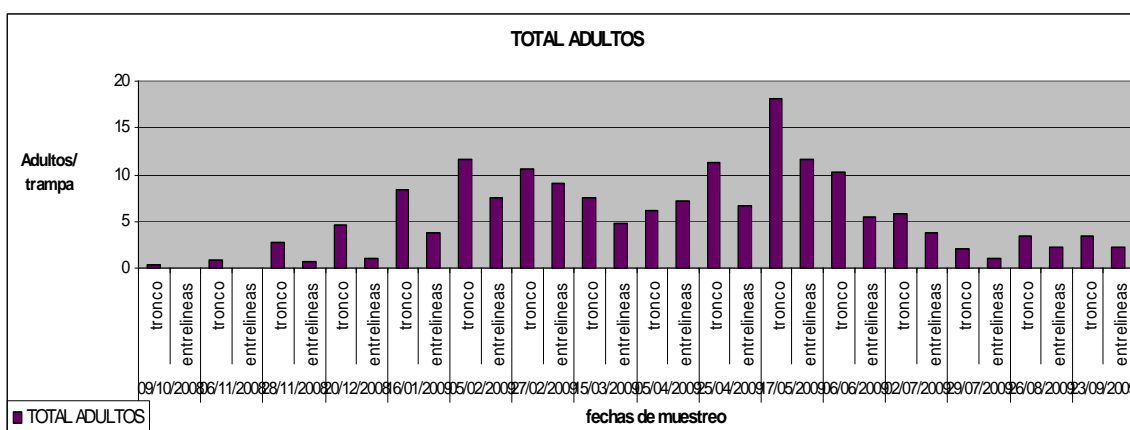


Figura 7. Adultos capturados según ubicación de la trampa, promedio de especies, edades y núcleos.

Puede verse que en el año completo de estudio la captura siempre fue mayor en las trampas ubicadas sobre el tronco respecto a aquellas instaladas en entrelíneas, con diferencias importantes en la mayor parte de los casos. Por lo tanto, puede determinarse que se logra una mayor captura del insecto en las trampas instaladas sobre el tronco de los árboles y que esta es la mejor ubicación de las mismas para estimar la dinámica poblacional de la chinche.

C. Ubicación de las trampas: en la periferia o centro del rodal

Reportes bibliográficos indican que distintos insectos presentan una mayor concentración poblacional sobre la periferia de los bosques (mayor luminosidad, aireación, insolación, etc.) en relación al centro de los mismos.

Por tal motivo y para intentar confirmar o no esta dinámica poblacional, en cada unidad de muestreo (parcela), de las 3 trampas que se instalaron en cada fecha de monitoreo, dos se ubican sobre el tronco y la tercera en entrelíneas. De las dos que se ubican sobre el tronco, una está sobre la periferia del rodal y la otra hacia el centro del mismo. La Figura 8 compara la captura de adultos (suma de machos y hembras) en ambas ubicaciones de trampa (T1= periferia vs. T2=centro) para cada fecha de monitoreo (promedio de especies, edades y núcleos para T1 y T2).

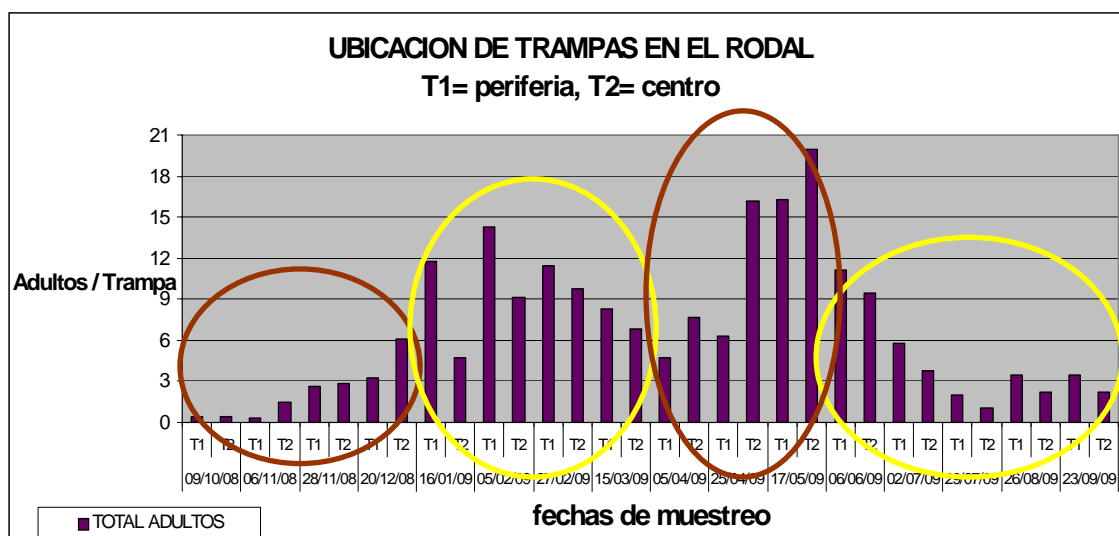


Figura 8. Adultos capturados según ubicación de la trampa, promedio de especies, edades y núcleos.

La figura muestra 4 etapas alternadas y opuestas, en la primera (primeros 4 relevamientos) con capturas totales muy escasas, los registros son ligeramente mayores en las trampas de centro de parcelas (T2) respecto a las de la periferia (T1). Esa tendencia se invierte fuertemente cuando cambian las condiciones climáticas (lluvias, HR) y aumentan los niveles poblacionales generales, pues las capturas en las trampas de la periferia (T1) pasan a ser muy superiores respecto a las del centro de parcela (T2).

En la tercera etapa (relevamientos 9 a 11, abril y mayo 09), si bien los niveles poblacionales se mantienen altos (se registró en algunas regiones el pico máximo justamente en mayo), las mayores capturas se vuelven a dar en las parcelas del centro de los rodales. Finalmente en la última etapa (relevamientos 12 a 16) los niveles poblacionales bajan y se vuelven a capturar más insectos en los árboles de borde.

Hasta el momento no se puede concluir o correlacionar comportamientos que puedan ser explicados por el período del año o incluso condiciones climáticas específicas. En la misma línea, trabajos del biólogo J. Bouvet (Argentina, que viene estudiando esta chinche desde 2006) indican que hasta el momento no se puede demostrar un comportamiento diferencial del insecto que pueda asociarse a parámetros climáticos específicos (CFM, Buenos Aires, 2009).

D. Captura del *Thaumastocoris peregrinus* según especie en las distintas fechas de monitoreo

La Figura 9 presenta la evolución de adultos totales para las distintas especies en cada fecha de monitoreo (promedio de edades y núcleos), es muy importante tener en cuenta que en el monitoreo no todas las especies están representadas en todas los núcleos y que además no todas las especies están representadas en todos los rangos de edades, por ejemplo de *E. camaldulensis* solo existen en algunos sitios quintas viejas de más de 15 años, donde el follaje se ubica muy por encima del lugar de instalación de las trampas.

Se identifican por separado *E. globulus* (origen seminal) de *E. globulus* clon (334.1.AR), dada la importante población del insecto observada en este último en el verano de 2008. Otra información a tener en cuenta al analizar la figura es la cantidad de parcelas instaladas en c/especie según rango de edades: *E. globulus* (seminal, 12 parcelas en total, 4 de 3 ó menos años, 7 de 7 a 13 años y 1 anterior a 1993), *E. globulus* (clon 334.1.AR, 7 en total, 2 de 3 ó menos años, 3 de 4 a 6 años y 2 de 7 a 13 años), *E. grandis* (6 en total, 3 de menos de 3 años, 1 de 4 a 6 años y 2 anteriores a 1993), *E. dunnii* (2 en total, 1 de menos de 3 años y 1 de entre 7 y 13 años), *E. bicostata* (1 de entre 4 y 6 años), *E. camaldulensis* (3 anteriores a 1993), *E. maidenii* (3 de entre 7 y 13 años) y *E. viminalis* (1 de entre 7 y 13 años).

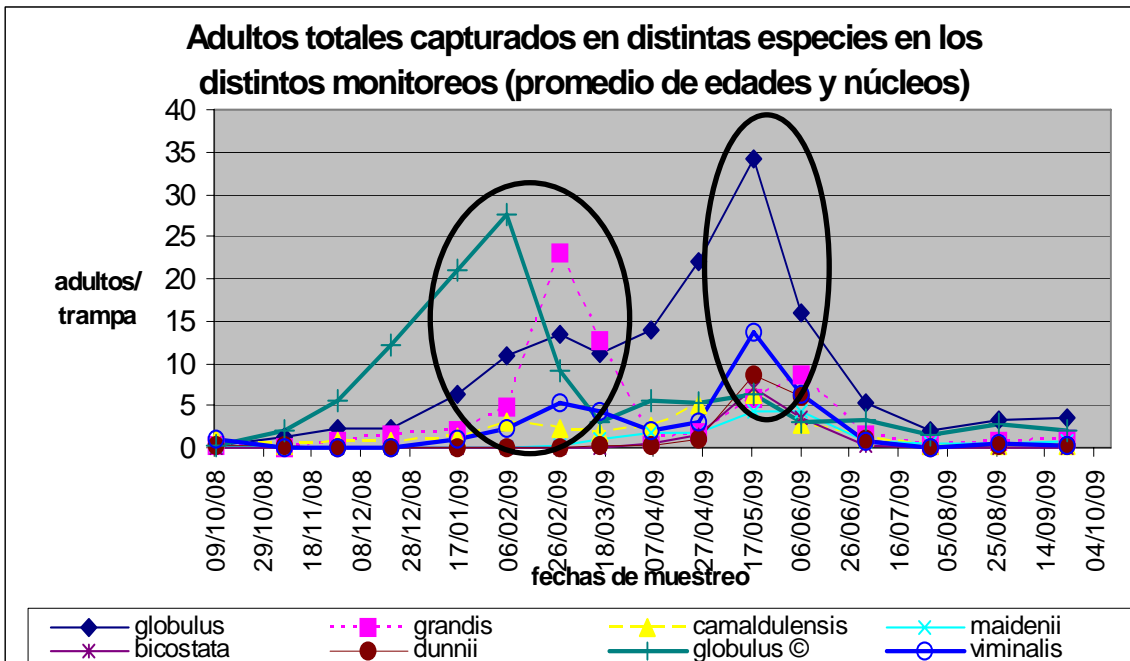


Figura 9. Adultos capturados según especie, promedio de edades y núcleos

Como fue observado en las figuras anteriores (1 a 6), en general e independientemente de la especie, la captura del insecto tuvo dos picos, en febrero y mayo de este año (Figura 9).

Puede observarse además que al menos cuando se produce el pico poblacional de febrero 09 existió una traslación de la población del insecto desde *E. globulus* (clon 334.1.AR) hacia *E. globulus* (semilla) y *E. grandis*.

Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas previo a analizar la figura anterior, a continuación se presenta la evolución de adultos capturados en distintas especies, pero solo considerando las parcelas ubicadas en el rango de 3 ó menos años de edad, que son aquellas donde se ven las mayores capturas generales (explicado por la relación entre altura del árbol/copa y la altura de ubicación de las trampas).

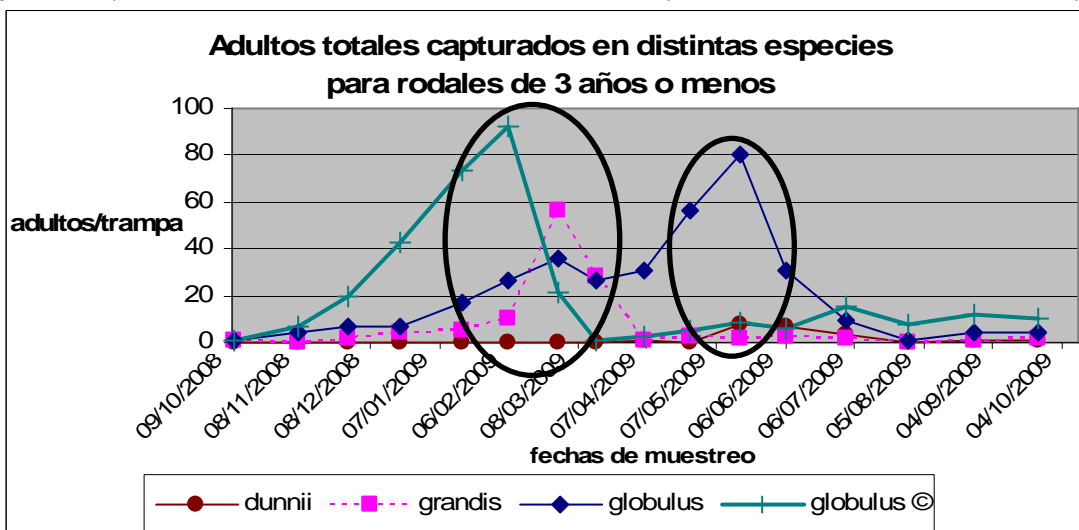


Figura 10. Adultos capturados según especie, para parcelas de 3 años o menos en distintos núcleos

La Figura 10 abarca 3 especies (dunnii, grandis, globulus seminal y clonal), porque son éstas las representadas en este rango de edades en el monitoreo; puede verse que la evolución de capturas en cada especie (a pesar de todo lo referido al analizar la figura anterior) es MUY SIMILAR a la observada en la Figura 9, diferenciándose si en los valores absolutos de captura (mayores en este caso, dado que el follaje se encuentra mucho más próximo a donde están las trampas).

Se observa al igual que en la Figura 9, traslación de la población del insecto de una a otras especies.

E. Capturas según rango de edades

Cuando se analiza la información de captura de adultos en función de la edad de los bosques (promedios de todas las especies y núcleos) según los rangos descritos anteriormente, la mayor población de adultos en trampas, se registra en las parcelas sobre rodales de menor edad (3 años o menos), pero evidentemente esto está fuertemente influenciado por la altura donde están ubicadas las trampas respecto a la copa/follaje de los árboles (2 metros, a medida que los árboles son mayores el follaje está más distante de la posición de las trampas)

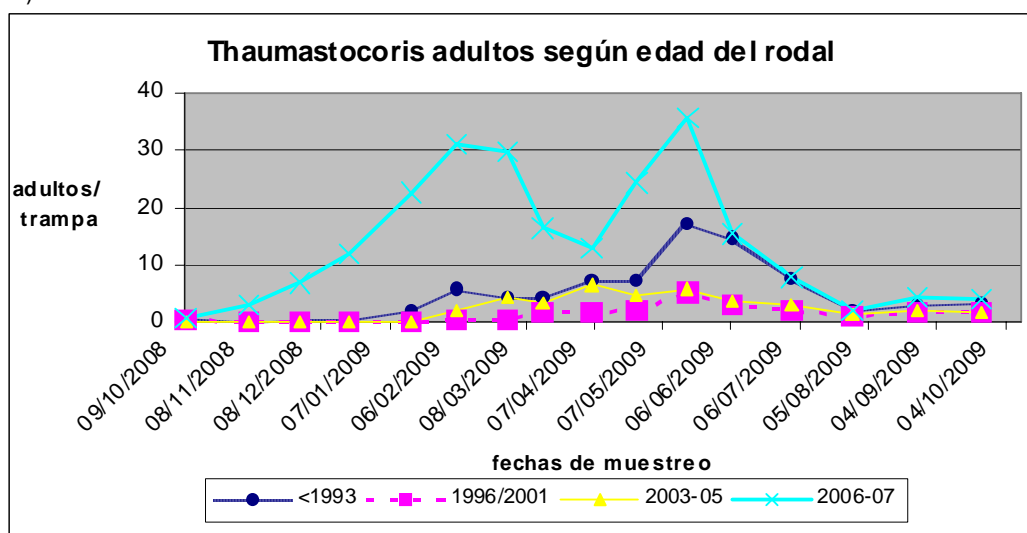


Figura 11. Adultos capturados según rango de edades, promedio de especies y núcleos

Como se expresó anteriormente, en todos los monitoreos las mayores capturas se dieron en los bosques de menor edad. Esto es importante a la hora de interpretar la información que puedan suministrar las trampas instaladas en bosques adultos y de mayor altura; es decir que será necesario crear correlaciones que permitan estimar cual es la población real a determinada altura en función de las capturas a 2 metros (donde se ubican las trampas).

La otra información importante de esta figura es que a las trampas instaladas en edad temprana le siguen en orden de captura las trampas sobre árboles anteriores a 1993 (más antiguos y por lo tanto más altos). Estas parcelas corresponden mayormente a *E. viminalis* y *E. camaldulensis*, especies preferidas por la chinche y donde se registran niveles poblacionales altos; esto explica el porque a pesar de que las trampas están muy distantes del follaje, las capturas son igualmente importantes y mayores a parcelas de edad intermedia donde predominan las especies comerciales (*E. globulus*, *E. dunnii* y *E. grandis*).

F. Afección/susceptibilidad de bosques según especie

Como fue dicho, para cada parcela en cada fecha de monitoreo se realiza una transecta desde la periferia hacia el centro de la parcela, evaluando el nivel de daño en 200 árboles aproximadamente. Se usa una

calificación subjetiva con rango entre 1 y 5, donde 1 será sin sintomatología visible y 5 árbol completamente defoliado (2= coloración amarillenta en hojas, sin defoliación; 3= coloración amarillenta-rojiza, con defoliación incipiente; 4= coloración rojiza con importante defoliación). De esta forma se intenta establecer si existe relación entre el nivel de población del insecto en las parcelas y el nivel de daño observado en los árboles para cada especie, pues no necesariamente iguales niveles poblacionales de *Thaumastocoris peregrinus* determinen similares niveles de daño en las distintas especies.

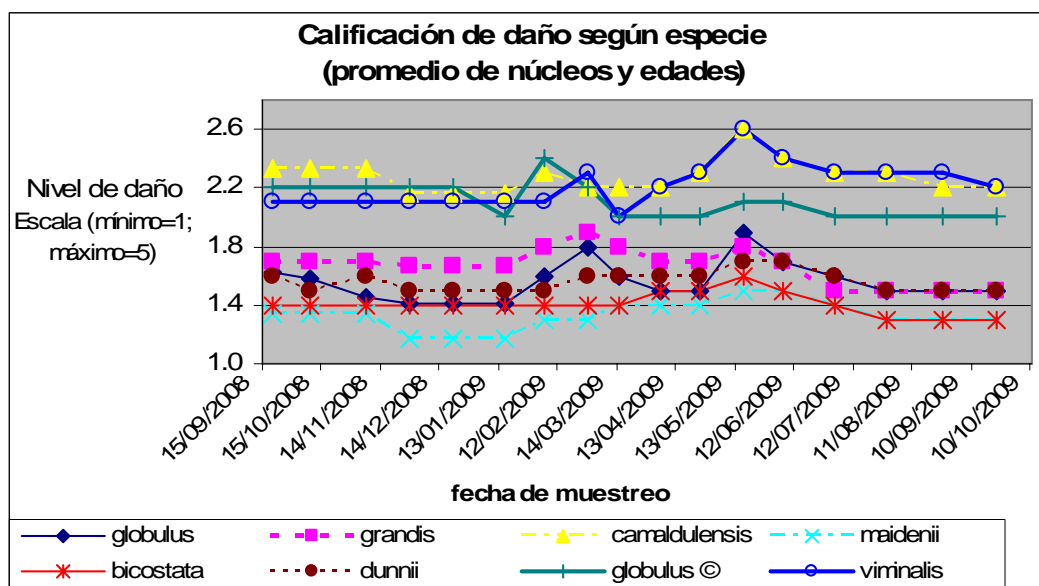


Figura 12. Calificación de daño en distintas especies, promedio de núcleos y edades.

La Figura 12 muestra que para todas las especies no han existido grandes fluctuaciones en los niveles de daño a lo largo del año, si bien en general puede verse un ligero aumento del mismo hacia febrero y mayo de 2009, que coinciden con los picos poblacionales del insecto. Si se ven diferencias importantes entre especies.

Si consideramos el promedio de todas las evaluaciones para cada especie, se pueden separar las mismas en 3 grandes grupos. Las más afectadas son *E. camaldulensis*, *E. viminalis* y *E. globulus* clon 334.1.AR (sin diferencias entre ellas y más visiblemente afectadas); un segundo grupo en donde se encuentran *E. globulus*, *E. grandis* y *E. dunnii*; y el tercero en donde se encuentran *E. maidenii* y *E. bicostata*.

Según escala, la media general de susceptibilidad para el primer grupo en el conjunto del año es de 2.3, un 27% superior respecto al segundo grupo (media= 1.7) y un 60% superior comparada con el tercer grupo de especies (media= 1.4).

G. Proporción entre machos y hembras adultos capturados

Seguidamente se presenta la información de adultos capturados con las proporciones correspondientes para cada fecha de monitoreo: Tabla 1.

Fecha	Machos	Hembras	Fecha	% machos	% hembras
13/10/2008	30	9	13/10/2008	76.9	23.1
05/11/2008	48	45	05/11/2008	51.6	48.4
26/11/2008	109	109	26/11/2008	50.0	50.0
20/12/2008	193	173	20/12/2008	52.7	47.3
15/01/2009	365	346	15/01/2009	51.3	48.7
04/02/2009	622	457	04/02/2009	57.6	42.4
03/03/2009	692	366	03/03/2009	65.4	34.6
19/03/2009	441	258	19/03/2009	63.1	36.9
08/04/2009	356	326	08/04/2009	52.2	47.8
29/04/2009	484	533	29/04/2009	47.6	52.4
20/05/2009	928	750	20/05/2009	55.3	44.7
12/06/2009	413	314	12/06/2009	56.8	43.2
08/07/2009	267	240	08/07/2009	52.7	47.3
04/08/2009	117	45	04/08/2009	72.2	27.8
02/09/2009	192	108	02/09/2009	64.0	36.0
29/09/2009	174	114	29/09/2009	60.4	39.6

En el primer año de monitoreo el 56.5% de las capturas totales son machos y el 43.5% hembras.

En la Figura 13 se grafican las proporciones correspondientes,

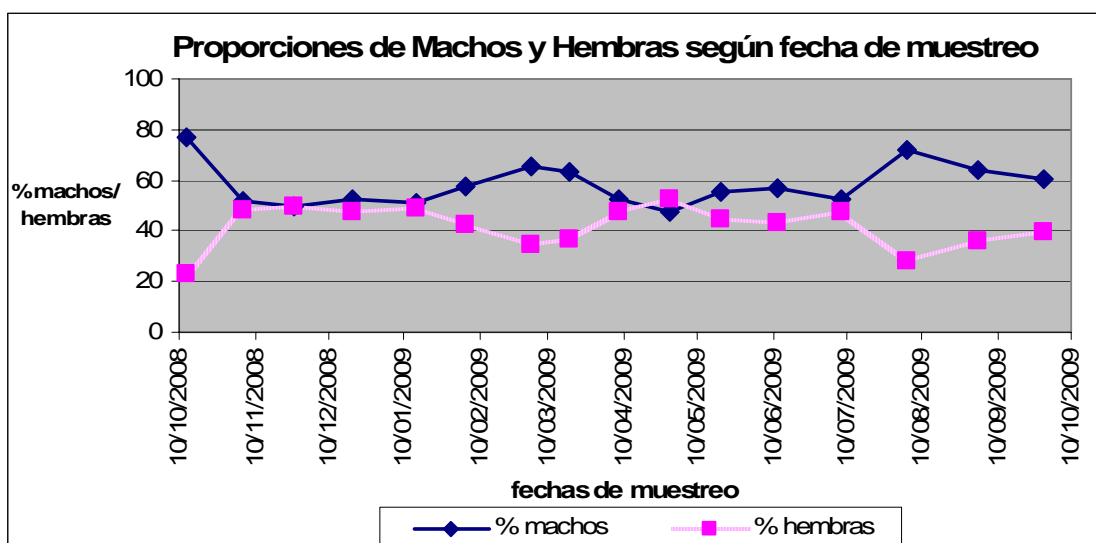


Figura 13. Calificación de daño en distintas especies, promedio de núcleos y edades.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- La evolución de la población de *Thaumastocoris peregrinus* ha tenido tendencias más o menos similares en los distintos núcleos (con diferencias en los momentos de picos poblacionales). La captura del insecto fue muy baja o baja para todas las regiones hasta finales de 2008, que coinciden con condiciones de extrema sequía, con un ligero aumento en enero de 2009, hasta llegar a picos máximos poblacionales hacia principios de febrero o mayo de este año, según la región. Se han registrado importantes diferencias en los valores absolutos de captura máximas de adultos según la región.
- Las capturas han sido siempre mayores en las trampas ubicadas sobre el tronco respecto a aquellas instaladas en entrelíneas, con diferencias importantes en la mayor parte de los monitoreos, por tanto la

primera de ellas sería la mejor posición de ubicación de las trampas para estimar la dinámica poblacional de la chinche.

- En referencia a las capturas en las trampas de centro y periferia de rodales, las mismas han sido alternadamente mayores en una y otra zona. Con estos resultados no se puede concluir o correlacionar por tanto comportamientos según fecha del año o incluso condiciones climáticas específicas.
- Se ha observado traslación del insecto en un mismo rodal desde una hacia otras especies (seguramente porque las hojas en las primeras dejan de ser palatables), por lo tanto los picos poblacionales entre las especies están ligeramente desfasados.
- Las mayores capturas se dieron siempre en los bosques de menor edad, estando explicado fundamentalmente por la menor distancia entre las trampas y el follaje. Le siguen en orden de captura las trampas sobre árboles anteriores a 1993 que corresponden mayormente a *E. viminalis* y *E. camaldulensis*, especies preferidas por la chinche y donde se registran niveles poblacionales altos, lo que explica que las mismas sean mayores comparadas a parcelas de edad intermedia donde predominan las especies comerciales.
- Si consideramos el promedio de todas las evaluaciones por especie, se pueden separar las mismas en 3 grandes grupos según afección/susceptibilidad. Las más afectadas son *E. camaldulensis*, *E. viminalis* y *E. globulus* clon 334.1.AR, un segundo grupo en donde se encuentran *E. globulus*, *E. grandis* y *E. dunnii*, y el tercero en donde se encuentran *E. maidenii* y *E. bicostata*. Para el primer grupo la media es de **2.3** (según escala), un 27% superior respecto al segundo grupo (media= 1.7) y un 60% superior comparada con el tercer grupo de especies (media= 1.4).
- El 56.5% de las capturas totales han sido machos y el 43.5% hembras.

5. BIBLIOGRAFIA

- Bouvet, J.P. y Vaccaro, N. 2007. *Thaumastocoris peregrinus* en plantaciones de Eucalipto en el Departamento de Concordia, Entre Ríos, Argentina. XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos.
- Forestry Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. Forest Health & Biosecurity Working Papers. Overview of Forest Pests. South Africa.
- Noack, A.; Rose, H.; Cassis, G.; Mansfield, S. 2008. Aspects of the biology and control of *Thaumastocoris peregrinus*.

ANEXO



FOTO 1. THAUMASTOCORIS (ADULTOS). Laboratorio Fray Bentos



FOTO 2. TRAMPAS EN TRONCO (izquierda) y ENTRELINEAS (derecha)

MONITOREO DE *Thaumastocoris peregrinus*, ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL
Y RESULTADOS EN FORESTAL ORIENTAL

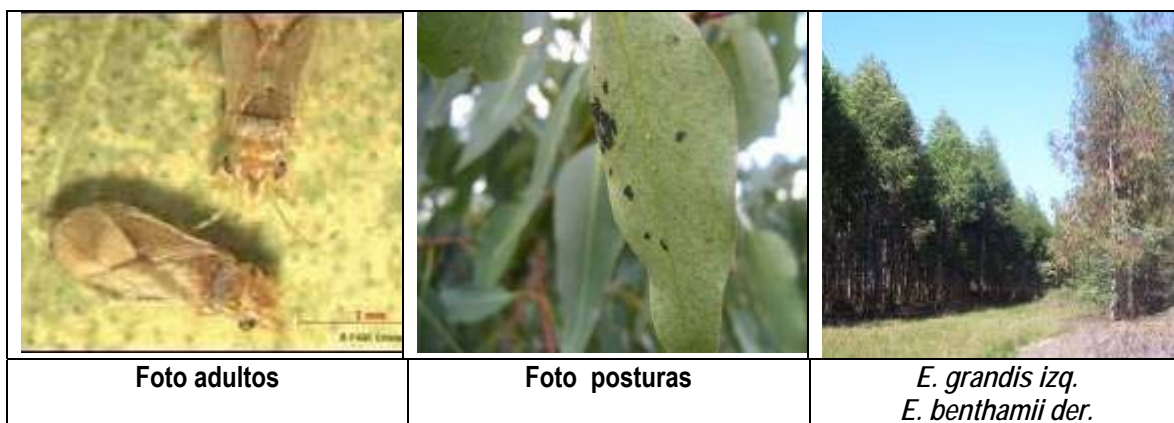
L. San Román², A. Del Río², M. Hornos¹, M. Ravera²

Orden: Hemiptera
Familia: Thaumastocoridae
Nombre científico: *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé
Nombre común: “Bronze bug” o “Chinche del Bronceado”
Origen: Australia

La “chinche del eucalipto” (*Thaumastocoris peregrinus*) es un insecto pequeño, de 2 a 4 mm, que ataca plantaciones de eucaliptos de diferentes especies. Se alimenta por succión (fitófago) generando cambios en la coloración (bronceado) como consecuencia de la degradación de la clorofila. Cuando la población de chinches es alta, produce una fuerte reducción en la tasa fotosintética, pudiendo llegar a darse la defoliación parcial o total del árbol. Cualquier impacto que reduzca la actividad fotosintética se traduce en una actividad fisiológica deficiente y por lo tanto es esperable que todos los procesos de crecimiento y desarrollo del árbol se alejen del óptimo, impactando directamente en el IMA (Incremento medio anual).

Si bien se está investigando sobre la forma de control más adecuada, el control biológico resulta actualmente la opción más promisoría. El control químico tradicional no resultaría una opción válida a nivel de montes comerciales, debido a los altos costos, ineffectividad de acción, restricciones y riesgos ambientales, y uso de principios químicos no permitidos (FSC).

En cuanto a la susceptibilidad, según los primeros estudios llevados a cabo en Sudáfrica respecto a la reacción al ataque en algunas de las especies, de mayor a menor se clasificaron en: *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. viminalis*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna* y *E. sideroxylon* (Jacobs & Naser, 2005). Según observaciones subjetivas en plantaciones comerciales y ensayos en Forestal Oriental (FO) en cuanto a cambios en la coloración y defoliación, las especies se podrían ordenar de acuerdo a la susceptibilidad en *E. smithii*, *E. badjensis*, *E. benthamii*, *E. viminalis*, *E. globulus ssp globulus*, *E. dunnii* y *E. grandis*.



² Forestal Oriental – Desarrollo Técnico

ANTECEDENTES

Es importante destacar que en los últimos 17 años Uruguay ha experimentado un fuerte desarrollo forestal que actualmente supera las 800.000 ha de bosques comerciales, 70 % *Eucalyptus spp.*, siendo las principales especies *E. globulus*, *E. grandis* y *E. dunnii*.

La llegada al país de esta nueva plaga (*T. peregrinus*) afectando plantaciones comerciales de *Eucalyptus spp.* ha generado incertidumbre y preocupación en el sector. La rápida dispersión de la misma, la falta de información en cuanto a su biología, comportamiento, formas de control e impactos reales sobre los crecimientos, ha generado una conciencia de cooperación real entre la comunidad científica, gobiernos y el sector productivo en los países afectados.

A casi dos años de su primera detección en FO por el Prof. Michael J. Wingfield (enero 2008) podemos decir que tanto el arribo, el establecimiento y la dispersión de este insecto se ha completado con éxito. Esta situación se ha visto facilitada principalmente por la masa forestal actual, la composición y distribución de las especies susceptibles, las condiciones climáticas, las características topográficas, y las propias del insecto y su comportamiento poblacional.

Actualmente a nivel mundial *T. peregrinus* se encuentra presente afectando plantaciones de *Eucalyptus spp.* en varios países.

Año de detección de de la plaga	País
2003	Sudáfrica
2005	Argentina
2008	Uruguay
2008	Brasil
2009	Chile
2009	Paraguay

La primera detección de un controlador específico se realizó en Australia por la Dra. Ann Noacke y Dra. Sarah Mansfield de la Universidad de Sydney, encontrando un parasitoide de huevos con potencial para el control de *T. peregrinus*: *Cheruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae).

En el año 2008 Sudáfrica a través de FABI³ en cooperación con la Universidad de Sydney realizó la primera importación desde Australia a sus laboratorios y actualmente se encuentra desarrollando los protocolos de cría para dicho parasitoide. Por su parte, Argentina a través de INTA⁴ y Uruguay a través de INIA⁵ están realizando estudios de la biología del insecto para conocer la dinámica poblacional, búsqueda de posibles enemigos naturales y estrategias de control.

Actualmente Brasil incorporó al Programa de Protección Forestal (PROTEF) varias líneas de investigación sobre *T. peregrinus*, entre las que se encuentran: selección y testeo de materiales genéticos resistentes, aplicación de hongos entomopatógenos y búsqueda de enemigos naturales, entre los que se encuentra una chinche nativa predadora *Atopozelus opsimus* (Hemiptera: Reduviidae).

Recientemente se han llevado a cabo varias reuniones exitosas entre los países afectados en donde se ha llegado a acuerdos de cooperación a nivel científico y político.

³ FABI: Forestry Agricultural Biotechnology Institute

⁴ INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

⁵ INIA: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

METODOLOGÍA

El monitoreo de *T. peregrinus* en plantaciones de *Eucalyptus spp.* tiene como objetivo conocer la dinámica poblacional de la especie, así como la búsqueda de enemigos naturales.

La metodología y diseño del monitoreo de *T. peregrinus* se basa en los lineamientos del “Plan Nacional Piloto de Monitoreo de *T. peregrinus*” que se realiza mediante la utilización de trampas adhesivas amarillas (10,0 x 12,5 cm) instaladas en las plantaciones comerciales de las distintas especies de *Eucalyptus spp.* Las mismas son colectadas, recambiadas y contabilizadas cada 15 días.

La ubicación de los puntos de muestreo fue establecida tomando como referencia la Carta Forestal actualizada (2007) y los Suelos de Interés Forestal (1980), escala 1:200.000. A partir de esta información, en primer lugar se sortearon puntos al azar en la Carta Forestal, donde se estableció una cuadrícula de puntos ubicados en un diseño regular cada 10.000 ha obteniéndose finalmente 66 puntos de muestreo.

Una unidad de muestreo, instalada en un rodal, consiste en un grupo de 9 trampas ubicadas en una cuadrícula a intervalos de una hectárea, representando un total de 594 trampas. Cada una se identifica con un código y fecha, y es colgada en una rama o en el tronco de un árbol de la plantación, a una altura aproximada de 1,80 m. Otra información a recabar es la edad del bosque, la altura total media, la altura de inicio del follaje o base de la copa, la densidad del rodal y la especie. El procesamiento de las trampas y el conteo de individuos se realiza en el laboratorio contabilizando el número total de individuos de *T. peregrinus*.

La variable estudiada a campo es la actividad “vuelo de adultos”. La información obtenida se correlaciona con la temperatura y otros parámetros, por un período no menor a 2 años, de modo de poder minimizar el “efecto año”, lo que permitiría establecer las curvas de comportamiento poblacional para nuestras condiciones.



En el Litoral y de acuerdo con el plan nacional de monitoreo de los 66 puntos (594 trampas) FO tiene designados 8 a su cargo (79 trampas):

Unidad de muestreo	Localización	Especie	Año de plantación	Fecha de inicio	N° de trampas instaladas
1	Tres Bocas – Río Negro	<i>E. grandis</i>	2004	Junio 2008	10
2	Tres Bocas – Río Negro	<i>E. dunnii</i>	2004	Junio 2008	10
3	Tres Bocas – Río Negro	<i>E. benthamii</i>	2004	Junio 2008	10
4	Santa Julia – Río Negro	<i>E. grandis</i>	2006	Mayo 2009	10
5	Santa Julia – Río Negro	<i>E. dunnii</i>	2006	Mayo 2009	10
6	La Herradura - Soriano	<i>E. grandis</i>	2006	Junio 2009	10
7	La Herradura - Soriano	<i>E. dunnii</i>	2006	Junio 2009	10
8	La Manea – Paysandú	<i>E. dunnii</i>	2007	Nov 2009	9

RESULTADOS PRELIMINARES

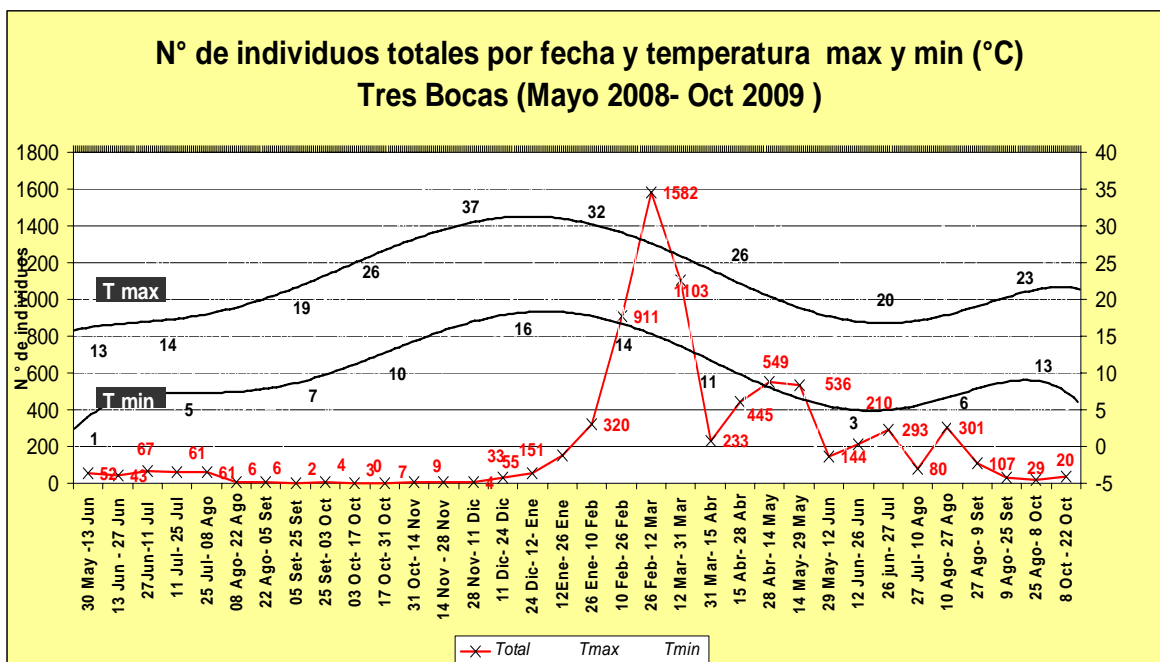
La “Gráfica I – Monitoreo” resume el primer año y medio de monitoreo, con 34 datos generados a partir de recambios quincenales de trampas amarillas en la zona de Tres Bocas, Departamento de Río Negro. Los datos que se observan corresponden a individuos totales (adultos y ninfas), donde cada punto representa la suma de 30 trampas correspondiente a las tres especies monitoreadas: *E. grandis*, *E. dunnii*, *E. benthamii*.

Como se observa en la gráfica la explosión poblacional se da en forma abrupta a partir de fines de diciembre de 2008 y continúa con incrementos crecientes hasta alcanzar el pico máximo en la captura en febrero – marzo de 2009 con 1582 individuos, 709 de los cuales corresponden a adultos machos y hembras (ver Gráfica III - Monitoreo). Esto coincide con los meses donde se dan las máximas temperaturas.

Si tomamos en cuenta el período previo al pico máximo vemos que las fluctuaciones se ubican entre 0 y 67 individuos, de los cuales 27 fue el máximo de adultos capturados. Este período de 6 meses y medio resulta el más largo con precipitaciones por debajo de lo esperado, que totalizan 308 mm para ese período, mientras que durante el “pico máximo” que se alcanzara en 3 meses se registraron 504 mm de precipitación.

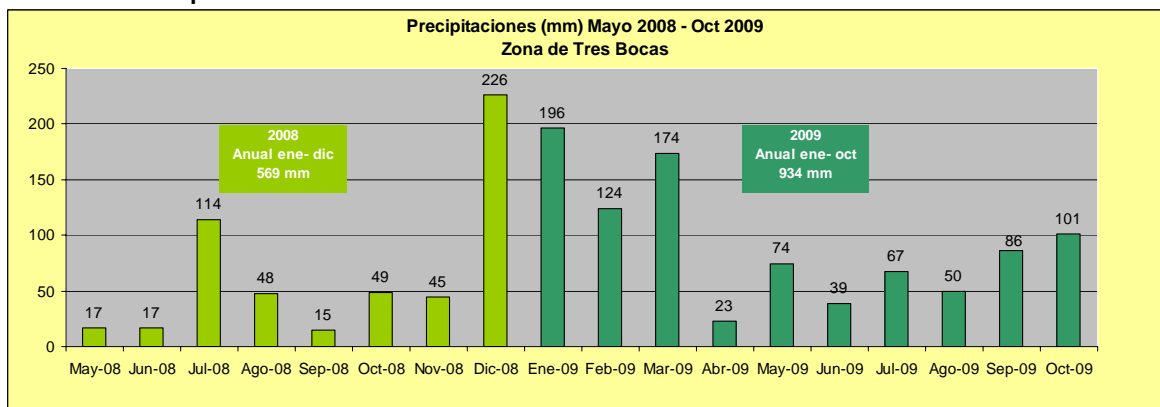
Existe una relación entre las temperaturas y los aumentos de población.

Grafica I – Monitoreo



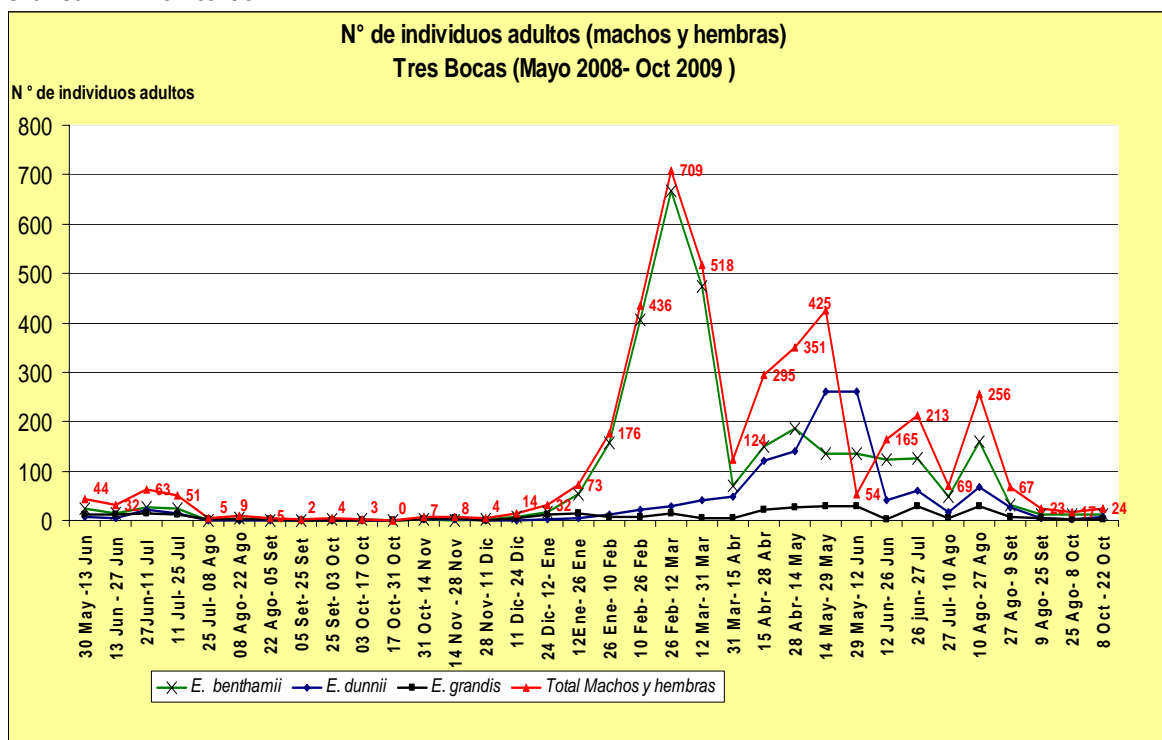
Comparando el período junio – octubre para los años 2008 y 2009, observamos que en 2008 se registran capturas de 0 a 67 individuos sin picos marcados. Sin embargo, para el período 2009 se dan al menos tres picos donde las capturas alcanzan 536 individuos (425 adultos). En este período los promedios de temperaturas son similares, mientras que las precipitaciones son de 238 y 368 mm para 2008 y 2009 respectivamente. En el acumulado anual para el 2008 (enero-diciembre) se registró un total de 569 mm, mientras que para el año 2009 (enero-octubre) se lleva un total de 934 mm como se observa en la “Gráfica II – Precipitaciones – Tres Bocas”

Gráfica II – Precipitaciones – Tres Bocas



La siguiente gráfica (III) similar a la anterior pero discriminada por especie (*E. grandis*, *E. dunnii*, y *E. benthamii*). Podemos observar que el número total de individuos está explicado principalmente por las mayores capturas realizadas en *E. benthamii*, resultando ser la especie más afectada. Esta tendencia se mantiene durante todos los registros de monitoreo a lo largo del período. La relación promedio de capturas de machos y hembras es de 66% en *E. benthamii*, 27% en *E. dunnii* y 7% en *E. grandis*. Durante el “pico máximo” (709 adultos), un 94% de la captura se explica por *E. benthamii* (666 adultos).

Grafica III – Monitoreo



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bianchi, M., Martínez, G., Sánchez, A., 2009. Plan piloto de monitoreo para *Thaumastocoris peregrinus* en plantaciones de *Eucalyptus sp.* en Uruguay.
- Bouvet, J. P. & Vaccaro, N. 2007. Nueva especie de chinche, *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) en plantaciones de eucalipto en Concordia, Entre Ríos, Argentina.
- Jacob, D. H. & Nesar, S., 2005. *Thaumastocoris australicus Kirkaldy*. A new insect arrival in South Africa, damaging to Eucalyptus tree. South African Journal of Science.
- Wilcken, C., 2008. Percevejo bronzado do eucalipto *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae): Ameaça ás florestas de eucalipto brasileiras, Botucatu, SP: IPEF.

INTERACCIÓN BIOLÓGICA DEL MONTE NATIVO Y LAS PLANTACIONES EXÓTICAS: EL CASO DE LAS ENFERMEDADES EN MIRTÁCEAS

Pérez, C. A.⁶; Wingfield, M. J.⁷; Slippers, B. ⁷; Altier, N.⁸; Simeto, S. ⁸; Blanchette, R. A.⁹.

RESUMEN

El área plantada con *Eucalyptus* ha experimentado un aumento explosivo en los últimos 10 años, situación ésta que plantea nuevos desafíos de diversa índole. En este nuevo escenario las enfermedades juegan un rol preponderante. El *Eucalyptus* es una mirtácea nativa de la región de Australia y demás islas al noroeste de dicho país, que fue introducida en Uruguay, y probablemente varios de los patógenos causales de sus enfermedades hayan sido introducidos junto con el hospedero. Sin embargo, hay escasa información generada en el país respecto a cuáles patógenos de *Eucalyptus* podrían estar presentes en las especies nativas, principalmente aquellas pertenecientes a la familia Myrtaceae, lo cual podría representar una gran limitante para la sustentabilidad de la producción de *Eucalyptus* en Uruguay. Por tal motivo se realizó una prospección y caracterización de los patógenos presentes en las especies mirtáceas nativas y exóticas del país, con el objetivo de tener una aproximación a la interacción biológica entre ambos grupos de hospederos y estimar el riesgo económico y ecológico que pueda tener dicha interacción.

Se detectó la presencia de una gran diversidad de hongos fitopatógenos afectando las especies nativas, y algunas de ellas son conocidos patógenos del eucalipto. Los resultados confirman la presencia de *Botryosphaeria dothidea*, *Mycosphaerella aurantia*, *M. heimii*, *M. marksii*, *M. yunnanensis*, *Neofusicoccum eucalyptorum*, *N. parvum*-*N. ribis*, *Pseudocercospora norchienensis*, *Puccinia psidii* y *Quambalaria eucalypti*, todos ellos conocidos patógenos del eucalipto, actualmente infectando diferentes especies de mirtáceas nativas. Por otro lado, se encontró *Lasiodiplodia pseudotheobromae* infectando Guaviyú (*Myrcianthes pungens*) y las pruebas de patogenicidad en *E. grandis* indican que el aislado obtenido es altamente agresivo, sin embargo esta especie, hasta la fecha, no ha sido reportada en eucaliptos en Uruguay y representa una seria amenaza a la producción. Estos resultados confirman la fuerte interacción entre las plantaciones exóticas y el monte nativo.

Estudios de este tipo deben ser continuados en el tiempo o repetidos cada cierto periodo para tener una correcta estimación del movimiento e impacto de estos patógenos sobre ambos grupos de hospederos. Es de esperar que esta interacción aumente con la expansión del área plantada y con la edad de las plantaciones. Una correcta prospección permitirá la detección temprana de potenciales amenazas para las plantaciones de eucalipto (como la mencionada para *L. pseudotheobromae*), y un monitoreo del posible efecto de los patógenos del eucalipto sobre el monte nativo.

INTRODUCCIÓN

El área plantada con *Eucalyptus* ha experimentado un aumento explosivo en los últimos 10 años, situación esta que plantea nuevos desafíos de diversa índole. En este nuevo escenario ha quedado evidenciado que las enfermedades juegan un rol preponderante. El *Eucalyptus* es una mirtácea nativa de la región de Australia y demás islas al noroeste de dicho país, que fue introducida en Uruguay, y probablemente varios de los patógenos causales de sus enfermedades hayan sido introducidos junto con el hospedero. Sin embargo, hay escasa información generada en el país respecto a cuáles patógenos de *Eucalyptus* podrían estar presentes en las especies nativas, principalmente aquellas pertenecientes a la familia Myrtaceae, lo cual podría representar una gran limitante para la sustentabilidad de la producción de *Eucalyptus* en Uruguay.

⁶ Departamento de Protección Vegetal, Universidad de la República, Ruta 3, km 363, Paysandú, Uruguay.
caperez@fagro.edu.uy

⁷ Department of Genetics, Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI), University of Pretoria, South Africa.

⁸ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) – Las Brujas y Tacuarembó -Uruguay

⁹ Department of Plant Pathology, University of Minnesota, 495 Borlaug Hall, 1991 Upper Buford Circle, MN 55108, USA.

Existen antecedentes de enfermedades que no habiendo sido reportadas en el lugar de origen del *Eucalyptus*, han causado problemas serios en aquellos lugares donde el eucalipto ha sido introducido. Estos “nuevos encuentros” entre patógenos nativos y hospederos introducidos han resultado en problemáticas significativas en la producción. Un claro ejemplo es la roya de la guajava o roya del eucalipto (*Puccinia psidii*) que fue reportada por primera vez en Brasil en 1884 infectando *Psidium guajava*, una especie nativa de Brasil (Winter 1884), y posteriormente en 1944 se comenzaron a ver infecciones en *Corymbia citriodora*, un eucalipto introducido a dicho país (Joffily 1944). En 1973 se observó la primer epifitía causada por este patógeno en plantaciones jóvenes de *E. grandis*, donde ocurrieron pérdidas en gran escala (Coutinho et al., 1998). Algo similar sucedió con *Chrysosporthe* (previamente nombrado como *Cryphonectria cubensis*), agente causal del cancro por *Cryphonectria*, que originalmente infectando árboles nativos de las familias Myrtaceae y Melastomataceae en Sudamérica y Sudáfrica, se “movió” hacia las plantaciones de *Eucalyptus*, volviéndose una enfermedad de gran importancia económica (Slippers et al., 2005; Wingfield, 2003).

Un caso similar fue encontrado en Uruguay, donde Pérez *et al* (2008c) encontraron a *Inocutis jamaicensis*, agente causal de severos canchros en *E. globulus*, infectando plantas nativas, y tras análisis moleculares concluyeron que *I. jamaicensis* podría haber “saltado” de hospederos nativos al *Eucalyptus*. De esta manera el gran impacto económico de *I. jamaicensis* en *E. globulus*, al igual que en los casos mencionados en el párrafo anterior, tienen su explicación basada en el hecho que estos patógenos no están presentes en el lugar de origen de *Eucalyptus* por lo cual no ha existido selección natural por resistencia, y al ocurrir un encuentro con un “nuevo” patógeno, el hospedero puede no tener capacidad de responder frente al mismo. De aquí la gran importancia que ha tomado en los últimos años el estudio de enfermedades emergentes como resultado de nuevos encuentros.

Además de la detección temprana de patógenos emergentes, el estudio de la población de patógenos presentes en el monte nativo permite, para el caso de los patógenos ya encontrados en *Eucalyptus*, conocer en profundidad la epidemiología de los mismos. El conocer los posibles hospederos de los distintos patógenos permite estimar qué componentes del sistema pueden aportar inóculo al mismo. En este caso, una especie nativa puede que no aporte grandes volúmenes de inóculo, debido principalmente a la baja densidad poblacional de las especies nativas (comparada con los montes de *Eucalyptus*), pero puede jugar un rol fundamental en preservar biotipos diversos de determinado patógeno debido a que cada individuo del monte nativo puede vivir decenas de años, y en él sobrevivir el patógeno en cuestión.

En este sentido, si se piensa en el desarrollo de programas de mejoramiento genético por resistencia a determinada enfermedad, la base para que dicha resistencia sea durable, es la evaluación de la misma frente a toda la población del patógeno, y para ello se debe incluir también aquellos biotipos que estén presentes en las nativas. De lo contrario, dicho biotipo sobreviviendo hasta ahora en las nativas puede encontrar en el material de *Eucalyptus* liberado, una excelente fuente de sustrato y comenzar a impactar en su producción.

En síntesis, se conoce la presencia de los patógenos presentes en *Eucalyptus*, se conoce el daño potencial que pueden causar, y por lo consiguiente se necesita más información acerca de la epidemiología de los mismos. Así, el presente trabajo de investigación está enfocado a dilucidar la hipótesis de que algunos de los patógenos más importantes que están afectando la producción de *Eucalyptus* en Uruguay se encuentran también presentes en las especies de árboles nativos. Para tal estudio se planteó una prospección y caracterización de los agentes patógenos antes mencionados, de modo de determinar su importancia epidemiológica y ser utilizados posteriormente en forma más eficiente en los programas de mejoramiento genético como medida de control.

OBJETIVOS

Objetivo Principal

- Lograr un mejor entendimiento de los patógenos que están actualmente afectando la producción de *Eucalyptus*, para generar alternativas de control eficientes.

Objetivos específicos

- Conocer la relación entre los patógenos presentes en las especies nativas y aquellos afectando la producción de *Eucalyptus*.
- Identificar la importancia de las especies nativas como posible fuentes de inóculo de las principales enfermedades que afectan a los *Eucalyptus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2005 al 2008, se realizó una prospección que incluyó 6 giras de muestreo que cubrieron la totalidad del área de influencia de las plantaciones forestales del país. Se tomaron muestras sintomáticas y asintomáticas de árboles mirtáceos nativos, principalmente ubicados en las inmediaciones a plantaciones de *Eucalyptus*. Paralelamente, se tomaron muestras de *Eucalyptus* con síntomas típicos de los principales patógenos en cuestión.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), Facultad de Agronomía, Paysandú, donde los microorganismos tanto endófitos como patógenos fueron aislados de las distintas muestras. Los microorganismos endófitos fueron aislados desde hojas, peciolas y ramas sanas sin indicios de lesiones o presencia de enfermedad, siguiendo el método descrito por Simeto et al. (2005). Los microorganismos patógenos fueron aislados desde lesiones. En el caso de manchas foliares los aislamientos fueron obtenidos siguiendo el método descrito por Crous (1998), mientras que en canchros los aislamientos fueron obtenidos siguiendo el método descrito por Phillips et al. (2005). Se generaron cultivos puros monospóricos o de punta de hifa.

Los distintos aislamientos fueron identificados en forma preliminar por morfología. Los aislamientos con caracteres morfológicos similares a los distintos grupos de patógenos de *Eucalyptus* fueron posteriormente sometidos a análisis molecular en el Laboratorio del Dr. Blanchette, Departamento de Patología Vegetal, Universidad de Minnesota, EUA. Para el análisis molecular, los distintos cultivos monospóricos fueron repicados en placas con Extracto de Malta Agar (EMA) e incubados por una semana, previo a la extracción del ADN genómico mediante el uso del kit de extracción Qiagen, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Posteriormente, mediante PCR (Polymerase Chain Reaction) se amplificó la región genómica del ITS (Internal Transcribed Spacer) del ADN ribosomal. Luego de la amplificación mediante el uso de los primers ITS1 y ITS4 (White et al., 1990) el producto de la amplificación fue observado en un gel de agarosa, purificado y preparado para secuenciamiento usando el kit de limpieza ExoSAP-IT, siguiendo las instrucciones del fabricante. El secuenciamiento fue realizado en un secuenciador automático ABI Prism 377 en la Universidad de Minnesota, EUA.

Las secuencias obtenidas fueron alineadas mediante el programa Discovery Studio Gene v1.5. Secuencias de patógenos de *Eucalyptus* disponibles en GenBank fueron utilizadas para determinar la ubicación filogenética de los aislamientos obtenidos en las Mirtáceas nativas. Los análisis filogenéticos fueron realizados utilizando el programa PAUP Version 4.0b10a (Swofford, 2002).

Para tener una aproximación a la importancia epidemiológica de los distintos microorganismos identificados, se realizaron pruebas de patogenicidad tanto de roya como de los aislamientos identificados como Botryosphaeriaceae. Las pruebas de patogenicidad fueron realizadas en INIA Las Brujas y en la EEMAC, donde se inocularon plantines de *Eucalyptus* y se evaluó la capacidad de los distintos aislamientos de desarrollar síntomas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestrearon un total de 200 árboles de 20 especies nativas (Cuadro 1) distribuidas en todo el país (Figura 1). A su vez, se obtuvieron muestras de 11 especies de *Eucalyptus* mayormente de plantaciones comerciales,

con alguna excepción de especies plantadas como ornamentales. De dichas muestras se obtuvieron un total de 1683 aislados, de ellos, 1083 aislados como endófitos y 600 aislados desde lesiones (cancros y manchas foliares). Paralelamente se colectaron 18 muestras de roya en hojas con pústulas, 15 de ellas en *Eucalyptus* y 3 en Mirtáceas.

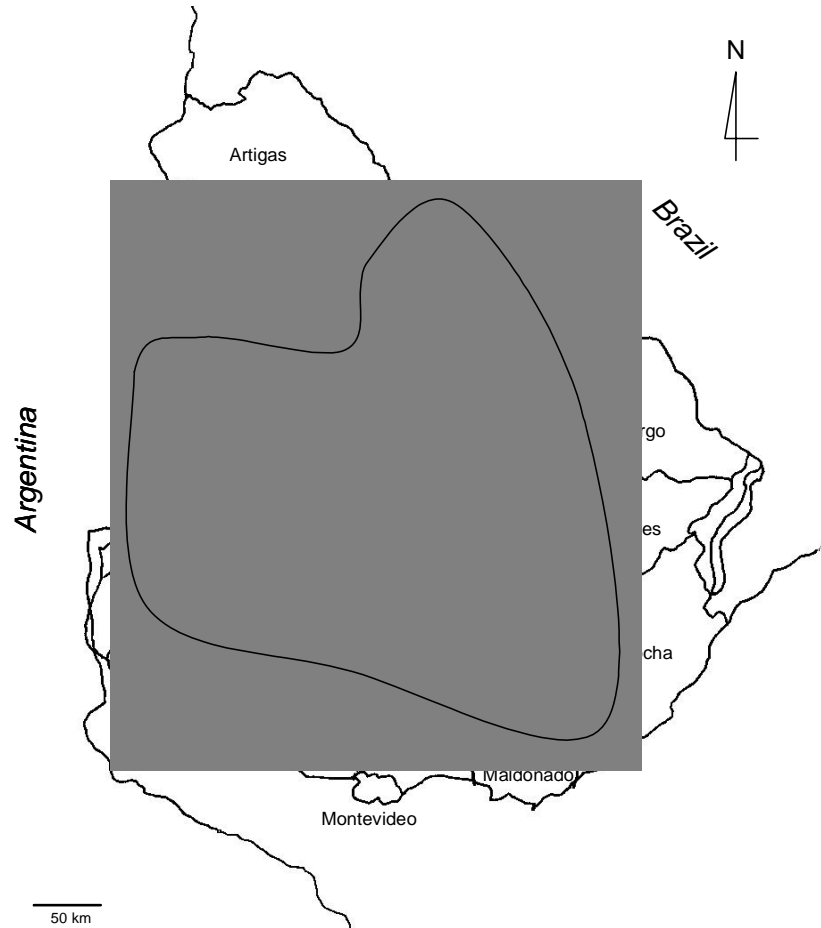


Figura 1: Mapa de Uruguay. La zona sombreada indica la zona incluida en los muestreos realizados durante los años 2005-2008.

Cuadro 1: Número de aislamientos obtenidos desde lesiones o como endófitos en *Eucalyptus* y Mirtáceas nativas.

Hospedero		Desde lesiones	Endófitos	Total
Nombre científico	Nombre común			
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		6	0	6
<i>E. cinerea</i>		15	7	22
<i>E. dunnii</i>		37	46	83
<i>E. ficifolia</i>		1	9	10
<i>E. globulus</i>		67	104	171
<i>E. grandis</i>		77	121	198
<i>E. maidenii</i>		14	9	23
<i>E. robusta</i>		17	0	17
<i>E. tereticornis</i>		37	25	63
<i>E. viminalis</i>		2	10	12
<i>Eucalyptus híbrido</i>		7	0	7
Sub-total		280	331	611
Nativas				
<i>Acca sellowiana</i>	Guayabo del país	25	15	40
<i>Agariota eucalyptides</i>		0	8	8
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Arrayán	49	143	192
<i>Calyptranthes concinna</i>		6	13	19
<i>Eugenia involucrata</i>		4	10	14
<i>Eug. remanda</i>		5	11	16
<i>Eug. uniflora</i>	Pitanga	42	79	121
<i>Eug. uruguayensis</i>	Guayabo blanco	18	36	54
<i>Gomidesia palustris</i>		6	16	22
<i>Hexachlamis edulis</i>	Ubajay	6	53	59
<i>Myrceugenia euosma</i>		13	13	26
<i>Myrce. glaucescens</i>	Murta	31	135	166
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Guayabo colorado	28	64	92
<i>Myrci. pungens</i>	Guaviyú	41	55	96
<i>Myrciaria tenella</i>	Arrayán fino	31	22	53
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	Palo de fierro	15	52	67
<i>Psidium pubifolium</i>		0	6	6
<i>P. incanum</i>		0	11	11
<i>P. lucidum</i>	Arazá rastrero	0	10	10
Sub-total		320	752	1072
Total		600	1083	1683

Patógenos del *Eucalyptus* encontrados en las mirtáceas nativas muestreadas

Roya del Eucalyptus

La roya del *Eucalyptus* (*Puccinia psidii*) fue encontrada esporulando en dos mirtáceas nativas: Palo de fierro (*Myrrhimum atropurpureum* var. *octandrum*) y Guaviyú (*Myrcianthes pungens*). Estas muestras fueron colectadas en el Departamento de Tacuarembó. La identificación de esta especie se basó en caracteres morfológicos y análisis moleculares mediante el secuenciamiento de las regiones: ITS del ADN ribosomal y subunidad mayor del ADN ribosomal (LSU, Large Sub Unit).

Posteriormente, esporas de dichas muestras fueron inoculadas en plantines de tres clones de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*, respectivamente, y las mismas fueron capaces de esporular en dichos hospederos, lo que indica que la misma población de *Puccinia psidii* presente en el país podría estar afectando ambos grupos de hospederos (*Eucalyptus* y mirtáceas nativas).

Pese al exhaustivo muestreo realizado, sólo tres ejemplares de mirtáceas nativas fueron encontrados infectados por este patógeno, lo que indica una muy baja incidencia en el monte nativo. Sin embargo, la presencia de esta roya en el árboles nativos indica que para conocer la estructura genética de la población de *P. psidii* en Uruguay, se deberían incluir muestreos en el monte nativo de modo de minimizar el riesgo de que los materiales de *Eucalyptus* plantados sean altamente susceptible a algún biotipo del patógeno presente en el monte nativo.

INIA está iniciando estudios que apuntan a caracterizar la estructura genética de la población de forma de conocer si es hay variación entre los individuos de la población, y así asistir a los programas de mejoramiento por resistencia. Otro estudio que deberá ser abordado en un futuro es la comparación genética de las poblaciones de *Puccinia psidii* presente en Uruguay, con las poblaciones presentes en Brasil, lo que permitirá tener una aproximación al origen del patógeno, que bien podría haber llegado de Brasil o ser nativo de Uruguay, siendo que se observó por primera vez en *Psidium brasiliensis* (Koch de Brotos et al., 1981) antes de ser observado en *Eucalyptus globulus* (Telechea et al., 2003).

Manchas foliares

Ocho especies de "*Mycosphaerella*" fueron encontradas asociadas a manchas foliares en las nativas (Cuadro 2). *Mycosphaerella aurantia*, *M. helmii*, *M. marksii*, *M. yunnanensis*, y *Pseudocercospora norchiensis* fueron encontradas en las nativas y son conocidos patógenos de *Eucalyptus*. Es importante remarcar que todas estas especies han sido reportadas en *Eucalyptus* en Uruguay (Pérez et al., 2009a), con excepción de *M. yunnanensis* que fue encontrada en Palo de fierro y en Arrayán, sin embargo no ha sido aún encontrada en *Eucalyptus*.

En Arrayán, se encontraron dos especies de *Mycosphaerella* no descrita en la bibliografía. Más investigación es necesaria con estas dos especies para lograr una correcta identificación, y posteriormente estimar su patogenicidad en *Eucalyptus*.

Cuadro 2: Patógenos asociados a manchas foliares encontradas sobre distintas mirtáceas nativas. En negritas se indican las especies conocidas como patógenas de *Eucalyptus*.

Hospedero		Patógeno
Nombre científico	Nombre común	
<i>Acca sellowiana</i>	Guayabo del país	<i>Passalora loranthi</i> <i>Pseudocercospora norchiensis</i>
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Arrayán	<i>Mycosphaerella aurantia</i> <i>Mycosphaerella yunnanensis</i> <i>Mycosphaerella</i> sp. 1 <i>Mycosphaerella</i> sp. 2 <i>Pseudocercospora norchiensis</i>
<i>Eugenia uruguayensis</i>	Guayabo blanco	<i>Mycosphaerella marksii</i>
<i>Hexachlamis edulis</i>	Ubajay	<i>Mycosphaerella aurantia</i>
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Murta	<i>Mycosphaerella aurantia</i> <i>Mycosphaerella heimii</i>
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Guayabo colorado	<i>Mycosphaerella aurantia</i>
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	Palo de fierro	<i>Mycosphaerella yunnanensis</i>

Mycosphaerella aurantia fue la especie predominante, encontrada en cuatro especies de mirtáceas nativas: Arrayán, Ubajay, Murta y Guayabo Colorado. Esta especie de *Mycosphaerella* ha sido encontrada infectando *E. globulus* y *E. dunnii* en Uruguay (Pérez et al., 2009a), y es considerada un patógeno primario en Australia (Maxwell et al. 2003). Su importancia económica en Uruguay no ha sido aún determinada.

Mycosphaerella heimii fue encontrada en este estudio asociada a manchas foliares en Murta. Esta especie ha sido reportada infectando especies de *Eucalyptus* en Australia, Brasil, Madagascar, Indonesia, Portugal, Tailandia y Venezuela (Crous et al., 2006, Crous et al., 2007, Hunter et al., 2006, Whyte et al., 2005). Esta especie es un patógeno primario que puede llegar a afectar hasta el 70% del follaje en árboles susceptibles (Whyte et al., 2005). En Uruguay ha sido reportada en *E. dunnii* (Pérez et al., 2009a).

En el presente estudio *Mycosphaerella marksii* se encontró infectando Guayabo Colorado. Esta especie es considerada un patógeno menor en *Eucalyptus*, generalmente coexistiendo en manchas foliares junto a otros patógenos (Park et al., 2000), sin embargo ha sido prevalente en las plantaciones de *Eucalyptus* en Uruguay (Balmelli et al., 2004; Crous et al. 2006), y podría estar jugando un rol importante en la ocurrencia de manchas foliares en las condiciones de Uruguay (Pérez et al., 2009a). Esta especie está presente en Australia, China, Etiopía, Indonesia, Portugal y Sudáfrica (Carnegie and Keane, 1994; Crous, 1998; Crous y Wingfield, 1996; Burgess et al., 2007; Gezahgne et al., 2006).

Como se mencionó arriba, *Mycosphaerella yunnanensis* fue encontrada asociada a manchas foliares en Palo de fierro y Arrayán. Pese a que en Uruguay no ha sido encontrada en *Eucalyptus*, se sospecha que esta especie no es nativa, debido a que ha sido recientemente descrita en China infectando *E. urophylla* (Burgess et al., 2007).

Pseudocercospora norchiensis fue encontrado asociado a manchas foliares en Guayabo del País y en Arrayán. Descripta recientemente en Italia causando manchas foliares en *Eucalyptus* (Crous et al. 2007b), ha sido también encontrada en Uruguay infectando *E. dunnii*, *E. globulus* y *E. grandis* (Pérez et al., 2009a)

Por último, *Passalora loranthei* es un patógeno asociado a manchas foliares en un variado rango de hospederos (Arzanlou et al., 2008), sin embargo hasta el momento no ha sido observada en *Eucalyptus*. En este estudio *P. loranthei* fue encontrado asociado a manchas foliares en Guayabo del País.

Quambalaria

Quambalaria eucalypti es un conocido patógeno del *Eucalyptus*. En 1993 fue reportado por primera vez en Sudáfrica causando lesiones en hojas y fustes de *E. grandis* (Wingfield et al., 1993). Ha sido considerado un patógeno menor hasta que en el 2005 fue encontrado causando un severo ataque en fustes de *E. nitens* de 1 año de edad en Sudáfrica (Roux et al., 2006). En Brasil las enfermedades causadas por *Q. eucalypti* son actualmente un serio problema en la propagación clonal de *Eucalyptus* spp. (Andrade et al., 2005). En Uruguay fue reportada por primera vez en 1999 infectando *E. globulus* (Bettucci et al., 1999), sin embargo hasta el momento no se han observado epifitias de esta enfermedad.

En el presente estudio, *Q. eucalypti* fue encontrado causando manchas foliares en Murta (*Myrceugenia glaucescens*) en el Departamento de Tacuarembó. Este es el primer reporte de *Q. eucalypti* infectando a un hospedero fuera del género *Eucalyptus*. La presencia de *Q. eucalypti* en Australia (Pegg et al., 2008) y su estrecha relación con el género *Eucalyptus* sugieren que este patógeno es nativo de Australia (Paap et al., 2008). Por consiguiente, los resultados aquí encontrados sugieren que *Q. eucalypti* es un patógeno introducido con el *Eucalyptus* que ha "saltado" de hospedero, desde el *Eucalyptus* hacia *Myrceugenia glaucescens*. Pese al exhaustivo muestreo realizado entre el 2005 y el 2008, no se observaron otros ejemplares enfermos, lo que indicaría que al menos hasta el momento, este patógeno no está causando problemas en el monte nativo, sin embargo, es necesario monitorear la evolución de este nuevo patosistema y su impacto en las mirtáceas nativas de Uruguay. Por más información ver Pérez et al. (2008b).

Cancros por Botryosphaeria

Los canchros por *Botryosphaeria* son una seria enfermedad del *Eucalyptus* históricamente asociada a *B. dothidea* (Old y Davison, 2000). Sin embargo recientemente, un diverso número de especies dentro de la familia Botryosphaeriaceae ha sido asociado a canchros en *Eucalyptus* spp. (Slippers et al., 2007).

Este grupo de hongos tiene también la habilidad de vivir como endófitos en diferentes hospederos, y su patogenicidad es casi exclusivamente observada cuando los árboles infectados están sujetos a condiciones de estrés (Slippers y Wingfield, 2007). En estas condiciones, estos hongos pueden volverse agresivos, resultando en severos canchros en el fuste, disminuyendo el volumen de madera producido, y la calidad de la misma.

Muy poco es sabido acerca de las especies de Botryosphaeriaceae que están infectando las mirtáceas nativas en Uruguay. Bettucci et al. (2004) encontraron *B. dothidea* infectando de forma endófito ejemplares de Murta (*Myrceugenia glaucescens*) en Uruguay.

Cuadro 3: Lista de especies Botryosphaeriaceae encontradas según hospedero.

Hospedero	Nombre común	Botryosphaeriaceae
<i>Acca sellowiana</i>	Guayabo del País	<i>Diplodia pseudoseriata</i>
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Arrayán	<i>Botryosphaeria dothidea</i> <i>D. pseudoseriata</i> <i>Neofusicoccum eucalyptorum</i> <i>N. parvum-N. ribis</i>
<i>Eugenia involucrata</i>		<i>D. pseudoseriata</i> <i>N. parvum-N. Ribis</i>
<i>Eugenia repanda</i>		<i>N. parvum-N. Ribis</i>
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	<i>D. pseudoseriata</i>
<i>Eugenia uruguayensis</i>	Guayabo blanco	<i>B. dothidea</i> <i>N. parvum-N. ribis</i>
<i>Hexachlamis edulis</i>	Ubajay	<i>D. pseudoseriata</i> <i>Spencermartinsia uruguayensis</i>
<i>Myrceugenia euosma</i>		<i>B. dothidea</i> <i>D. pseudoseriata</i>
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Murta	<i>B. dothidea</i> <i>N. eucalyptorum</i>
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Guayabo colorado	<i>D. pseudoseriata</i> <i>N. parvum-N. ribis</i>
<i>Myrcianthes pungens</i>	Guaviyú	<i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>
<i>Myrciaria tenella</i>		<i>D. pseudoseriata</i> <i>N. parvum-N. ribis</i>
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>octandrum</i>	Palo de fierro	<i>B. dothidea</i> <i>N. eucalyptorum</i> <i>N. parvum-N. ribis</i>
<i>Psidium pubifolium</i>		<i>N. parvum-N. ribis</i>

En el presente estudio se encontraron diferentes especies de Botryosphaeriaceas asociadas a canchros o infectando de forma endófito una variada diversidad de mirtáceas nativas (Cuadro 3). Las especies *Neofusicoccum parvum* y *N. ribis* son tratadas como un complejo, debido a que la distinción entre estas dos especies es imposible de realizar por morfología o por filogenia basada en los genes analizados en este estudio (Pavlic *et al.*, 2009). Actualmente en la EEMAC, se continúan los estudios con este complejo de modo de lograr una correcta identificación de los aislamientos agrupados en este complejo.

Diplodia pseudoseriata se encontró asociada a canchros en *Myrciaria tenella*, *L. pseudotheobromae* se aisló de canchros en el fuste de Guaviyú (*Myrcianthes pungens*), *N. eucalyptorum* estuvo asociado a canchros en Murta (*Myrceugenia glaucescens*), mientras que *N. parvum-N. ribis* estuvo asociada a canchros en Arrayán (*Blepharocalyx salicifolius*). El resto de los casos listados en el Cuadro 3 fueron aislados como endófitos.

Las especies *B. dothidea*, *N. eucalyptorum* y *N. parvum-N. ribis*, son conocidos patógenos del *Eucalyptus* previamente reportados en Uruguay (Alonso, 2004; Bettucci y Alonso, 1997; Pérez et al., 2008a), y su presencia en una gran diversidad de especies nativas podría indicar una fuerte interacción entre ambos grupos de hospederos, permitiendo el “flujo” de este patógeno entre las mirtáceas nativas y el *Eucalyptus*. Estos resultados se suman a los resultados encontrados por Bettucci et al. (2004), quienes encontraron *B. dothidea* infectando Murta.

Lasiodiplodia pseudotheobromae es una especie que junto con *L. parva* han sido confundidas con *L. theobromae*. La reciente dilucidación de esta especie hace que no haya mucha información al respecto (Alves et al., 2008). *Lasiodiplodia pseudotheobromae* se encontró asociada a un cancro encontrado en el fuste de Guaviyú (*Myrcianthes pungens*). Esta especie no ha sido reportada hasta el momento como patógena de *Eucalyptus*.

Diplodia pseudoseriata y *Spencermartinsia uruguayensis* son dos especies únicamente encontradas en las nativas, no encontradas aún en *Eucalyptus*. Mientras *S. uruguayensis* fue aislada sólo de Ubajay, *D. pseudoseriata* parece tener un amplio rango de hospederos y estar ampliamente distribuida en las mirtáceas nativas de Uruguay.

Para tener una estimación de la importancia epidemiológica de la presencia de estas Botryosphaeriaceas en las mirtáceas nativas sobre la producción de *Eucalyptus*, se realizaron pruebas de patogenicidad, inoculando aislados obtenidos de las nativas, en plantines de *Eucalyptus* de 4 meses de edad. Las inoculaciones se realizaron en el tallo de los plantines, y el tamaño de la lesión fue determinado 1 y 3 semanas post-inoculación.

Las pruebas de patogenicidad indican que los aislados de *N. eucalyptorum* (Figura 2) y *N. parvum-N. ribis* (Figura 3) obtenidos de las mirtáceas nativas son capaces de producir canchros cuando inoculados en *E. grandis*. Por otro lado, los aislados de *B. dothidea*, conocido patógeno de *Eucalyptus*, no fueron capaces de desarrollar lesiones significativamente distintas del control, lo que indica la baja patogenicidad de los aislados evaluados.

Un punto importante es que los aislados de *D. pseudoseriata* y *S. uruguayensis*, no causaron lesiones mayores que el control, lo que indica la reducida patogenicidad de los aislados evaluados. Ambas especies, únicamente encontradas en las mirtáceas nativas, sin haberse reportado su presencia en *Eucalyptus*, parecen no representar una amenaza para *E. grandis*. Por supuesto que esta afirmación debe ser confirmada en estudios futuros, con un mayor número de aislados.

El aislado de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* obtenido de Guaviyú fue el que mostró mayor agresividad, y por los resultados obtenidos en las inoculaciones, esta especie representa una seria amenaza a *E. grandis*. Esta especie no ha sido aún reportada en *Eucalyptus* en Uruguay ni en el mundo, pero es necesario continuar con estudios sobre esta especie que permitan tener una mejor estimación de su importancia en el monte nativo, y su potencial efecto sobre la producción de *Eucalyptus*. Por mayor información, ver Pérez et al. (2009b) y Pérez et al. (2010).

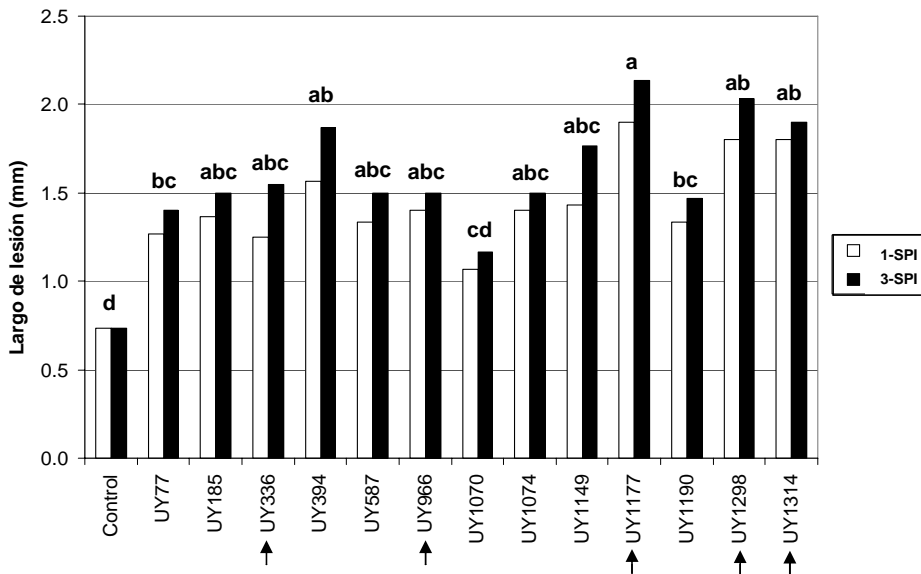


Figura 2: Largo de la lesión (promedio de 10 repeticiones) causado por aislados de *N. eucalyptorum*, medida a una semana post-inoculación en plantines de *E. grandis*. Las flechas indican los aislados de *N. eucalyptorum* obtenidos de mirtáceas nativas. Distintas letras indican diferencias significativas mediante la prueba de Mínima Diferencia Significativa ($P=0.05$).

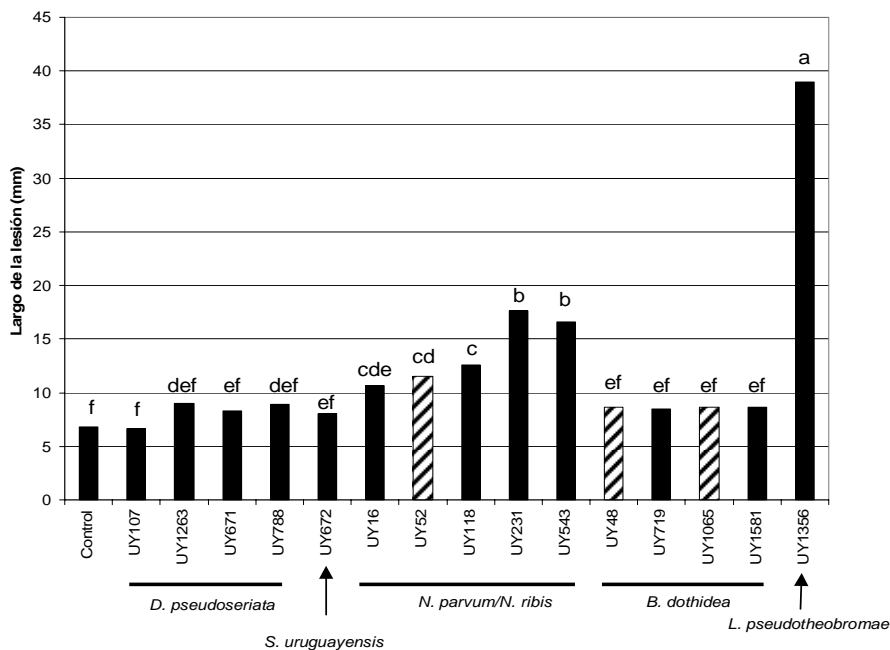


Figura 3: Largo de la lesión (promedio de 10 repeticiones) medida a una semana post-inoculación en plantines de *E. grandis*. Los aislados corresponden a aquellos obtenidos de distintas mirtáceas nativas con excepción de las barras rayadas que corresponden a aislados obtenidos de *Eucalyptus* e incluidos aquí como referencia. Distintas letras indican diferencias significativas mediante la prueba de Mínima Diferencia Significativa ($P=0.05$).

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados aquí presentados confirman la presencia de varios patógenos del *Eucalyptus* en las mirtáceas nativas. Esto evidencia una fuerte interacción biológica entre las mirtáceas nativas y las exóticas como el *Eucalyptus*.

Dada la información disponible en la bibliografía internacional, podría sugerirse que la roya está presente en las especies nativas (al igual que lo reportado para Brasil) y probablemente esté pasándose al *Eucalyptus* introducido. Para el caso de *Quambalaria eucalypti*, parece claro pensar en que el patógeno, altamente específico de *Eucalyptus*, ha sido introducido al Uruguay y ha encontrado en Murta un hospedero susceptible. Similar es el caso de *M. aurantia*, *M. heimii*, *M. marksii* y *P. norchiensis*, que han sido previamente reportadas en *Eucalyptus* en Uruguay y en otras partes del mundo, y su presencia en las nativas estaría sugiriendo que estos patógenos encontraron hospederos nativos susceptibles.

Llama la atención la presencia de *M. yunnanensis* en Arrayán y en Palo de fierro, ya que esta especie no ha sido reportada en *Eucalyptus* en Uruguay, pero dado que esta especie fue descrita previamente en China, es probable que esté presente en Australia (donde aún no ha sido encontrada) y haya sido introducida al Uruguay, donde pudo haber "saltado" a las mirtáceas nativas. Sin embargo, mayor información es necesaria para confirmar esta hipótesis, y el primer paso debería ser confirmar su presencia en el *Eucalyptus*.

Esta interacción entre nativas y exóticas se observó también con las Botryosphaeriaceas, donde *B. dothidea*, *N. eucalyptorum*, y *N. parvum-N. ribis*, fueron encontradas infectando varias especies de nativas. Para el caso de *N. eucalyptorum*, parece claro que pudo haber saltado del *Eucalyptus* a las nativas dado que nunca antes esta especie había sido reportada en hospederos distintos al *Eucalyptus* (Pérez et al., 2009b), en cambio *B. dothidea* y *N. parvum-N. ribis* son patógenos que presentan un amplio rango de hospederos y el flujo o movimiento de estos patógenos no es fácil de determinar.

Resulta interesante el caso de *L. pseudotheobromae*, y mayor investigación es necesaria con este patógeno dada la agresividad que presentó en las pruebas de patogenicidad. Futuros estudios deberían enfocarse a detectar su presencia en *Eucalyptus*, y a generar mayor información respecto a la biología y estructura poblacional de este patógeno, de modo de prevenir o minimizar su impacto sobre la producción de *Eucalyptus*.

Sin lugar a dudas que estudios de este tipo deberían ser mantenidos en el tiempo, o repetidos sistemáticamente, de modo de tener un mejor conocimiento de un patosistema que evidentemente no se restringe al *Eucalyptus*. La sustentabilidad sanitaria de la producción de *Eucalyptus* se basa en la detección temprana y prevención de las problemáticas sanitarias, y este tipo de estudios tienen ese enfoque. La detección de patógenos agresivos, podría aportar insumos a los programas de mejoramiento genético de modo de fortalecer los métodos de selección por resistencia a enfermedades, mediante pruebas de patogenicidad con los aislados considerados más problemáticos.

No menos importante es el monitoreo de la sanidad del monte nativo de modo de lograr un mejor equilibrio entre las plantaciones comerciales y el hábitat natural que las rodea, y de esa forma evitar eventos que perturben a los corredores biológicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Forestal Oriental, Rivermol, Stora Enso y Weyerhaeuser por apoyar el presente trabajo y colaborar en el financiamiento del mismo. También gracias a Andrés Berrutti, Ana Terzaghi, Gustavo Balmelli y Darío Fros por ayudarnos a llevar adelante este trabajo.

REFERENCIAS

- Alonso, R. 2004. Estudio de *Botryosphaeria* spp. en *Eucalyptus globulus* en Uruguay: endofitismo o patogenicidad? Tesis de Maestría en Biología. PEDECIBA. Uruguay. pp. 52.
- Alves, A., Crous, P.W., Correia, A., Phillips, A.J.L. 2008. Morphological and molecular data reveal cryptic speciation in *Lasiodiplodia theobromae*. Fungal Diversity 28:1-13.
- Andrade, G.C., Alfenas, A.C., Mafia, R.G., Maffia, L.A., Gonçalves, R.C. 2005. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. Fitopatologia Brasileira 30:504-509.
- Balmelli, G., Marroni, V., Altier, N., García, R. 2004. Potencial del mejoramiento genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. INIA. Serie Técnica 143.
- Bettucci, L., Alonso, R. 1997. A comparative study of fungal populations in healthy and symptomatic twigs of *Eucalyptus grandis* in Uruguay. Mycological Research 101:1060-1064.
- Bettucci, L., Alonso, R., Tiscornia, S. 1999. Endophytic mycobiota of healthy twigs and the assemblage of species associated with twig lesions of *Eucalyptus globulus* and *E. grandis* in Uruguay. Mycological Research 103:468-472.
- Bettucci, L., Simeto, S., Alonso, R. and Lupo, S. 2004. Endophytic fungi of twigs and leaves of three native species of Myrtaceae in Uruguay. Sydowia 56:8-23.
- Burgess, T.I., Barber, P.A., Sufaati, S., Xu, D., Hardy, G.E. StJ., Dell, B. 2007. *Mycosphaerella* spp. on *Eucalyptus* in Asia; new species, new hosts and new records. Fungal Diversity 24:135-157.
- Carnegie, A.J.; Keane, P.J.; Ades, P.K.; Smith, I.W. 1994. Variation in susceptibility of *Eucalyptus globulus* provenances to *Mycosphaerella* leaf disease. Can. J. For. Res. 24:1751-1757.
- Coutinho, T.A., Wingfield, M.J., Alfenas, A.C., Crous, P.W. 1998. *Eucalyptus* rust: a disease with the potential for serious international implications. Plant Dis 82:819-825.
- Crous, P. 1998. *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs associated with leaf spot diseases of *Eucalyptus*. The Mycological Society of America. Mycological Memoir N°21. St. Paul, Minnesota. APS Press.
- Crous, P.W., Summerell, B.A., Carnegie, A.J., Mohammed, C., Himaman, W., Groenewald, J.Z. 2007. Follicolous *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs on *Corymbia* and *Eucalyptus*. Fungal Divers. 26:143-185.
- Crous, P.W., Wingfield, M.J. 1996. Species of *Mycosphaerella* and their anamorphs associated with leaf blotch diseases of *Eucalyptus* in South Africa. Mycologia 88:441-458.
- Crous, P.W., Wingfield, M.J., Mansilla, J.P., Alfenas, A.C., Groenewald, J.Z. 2006. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. II. Stud. Mycol. 55:99-131.
- Gezahgne, A., Roux, J., Hunter, G.C., Wingfield, M.J. 2006. *Mycosphaerella* species associated with leaf disease of *Eucalyptus globulus* in Ethiopia. Forest Pathol. 36:253-263.
- Hunter, G.C., Wingfield, B.D., Crous, P.W., Wingfield, M.J. 2006. Multi-gene phylogeny for *Mycosphaerella* species occurring on *Eucalyptus* leaves. Stud. Mycol. 55:147-161.
- Joffily, J. 1944. Ferrugem do eucalipto. Bragantia 4:475-487.
- Koch de Brotos, L., Boasso, O., Riccio de Machado, C., Gandolfo Antunez, C. 1981. Enfermedades de las plantas, hongos superiores y saprófitas en Uruguay. Montevideo, Uruguay: Departamento de Comunicaciones, Dirección de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura y Pesca.

- Maxwell, A., Dell, B., Neumeister-Kemp, H., Hardy, G.E.StJ. 2003. *Mycosphaerella* species associated with *Eucalyptus* in south-western Australia: new species, new records and a key. *Mycol. Res.* 107:351-359.
- Old, K., Davison, E. 2000. Canker diseases of eucalypts. In: Keane, P., Kile, G., Podger, F. and Brown, B. (eds). *Diseases and Pathogens of Eucalypts*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 247-257.
- Paap, T., Burgess, T.I., McComb, J.A., Shearer, B.L., Hardy, G.E.StJ. 2008. *Quambalaria* species, including *Q. coyrecup* sp. nov., implicated in canker and shoot blight diseases causing decline of *Corymbia* species in the southwest of Western Australia. *Mycological Research* 112:57-69.
- Park, R.F., Keane, P.J., Wingfield, M.J., Crous, P.W. 2000. Fungal diseases of eucalypt foliage. In: *Diseases of pathogens of eucalypts*. Ed. by Keane, P.J., Kile, G.A., Podger, F.D., Brown, B.N. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing. pp. 153-240.
- Pavlic, D., Slippers, B., Coutinho, T., Wingfield, M. 2009. Multiple gene genealogies and phenotypic data reveal cryptic species of the Botryosphaeriaceae: A case study on the *Neofusicoccum parvum*/*N. ribis* complex. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51:259-268.
- Pegg, G.S., O'Dwyer, C., Carnegie, A.J., Burgess, T.I., Wingfield, M.J., Drenth, A. 2008. *Quambalaria* species associated with plantation and native eucalypts in Australia. *Plant Pathology* 58:642-654.
- Pérez, C.A., Altier, N., Simeto, S., Wingfield, M. J., Slippers, B., Blanchette, R. A. 2008a. Botryosphaeriaceae from *Eucalyptus* and native Myrtaceae in Uruguay. *Agrociencia* 12 (2):19-30.
- Pérez, C.A., de Beer, Z.W., Altier, N.A., Wingfield, M.J., Blanchette, R.A. 2008b. Discovery of the eucalypt pathogen *Quambalaria eucalypti* infecting a non-*Eucalyptus* host in Uruguay. *Australasian Plant Pathology* 37:600-604.
- Pérez, G., Lupo, S., Bettucci, L. 2008c. Polymorphisms of the ITS region of *Inocutis jamaicensis* associated with *Eucalyptus globulus*, *Vitis vinifera* and native plants in Uruguay. *Sydowia* 60:267-275.
- Pérez, C., Wingfield, M.J., Altier, N.A., Blanchette, R.A. 2009a. *Mycosphaerellaceae* associated with *Eucalyptus* leaf diseases and stem cankers in Uruguay. *Forest Pathology* 39:349-360.
- Pérez, C., Wingfield, M.J., Slippers, B., Altier, N.A., Blanchette, R.A. 2009b. *Neofusicoccum eucalyptorum*, a *Eucalyptus* pathogen, on native Myrtaceae in Uruguay. *Plant Pathology* 58:964-970.
- Pérez, C., Wingfield, M.J., Slippers, B., Altier, N.A., Blanchette, R.A. 2010. Endophytic and canker-associated Botryosphaeriaceae occurring on non-native *Eucalyptus* and native Myrtaceae trees in Uruguay. *Fungal Diversity*. En imprenta
- Phillips, A., Alves, A., Correia, A., Luque, J. 2005. Two new species of *Botryosphaeria* with brown, 1-septate ascospores and *Dothiorella* anamorphs. *Mycologia* 97:513-529.
- Roux, J., Mthlana, Z.L., de Beer, Z.W., Eisenberg, B., Wingfield, M.J. 2006. *Quambalaria* leaf and shoot blight on *Eucalyptus nitens* in South Africa. *Australasian Plant Pathology* 35:427-433.
- Simeto, S., Alonso, R., Tiscornia, S., Bettucci, L. 2005. Fungal community of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus maidenii* stems in Uruguay. *Sydowia* 57:246-258.
- Slippers, B., Pavlic, D., Maleme, H., Wingfield, M.J. 2007. A diverse assemblage of Botryosphaeriaceae infect *Eucalyptus* in introduced and native environments. In: *Proceedings of IUFRO Conference 22-26 October, 2007*. Durban, South Africa.
- Slippers, B., Stenlid, J., Wingfield, M.J. 2005. Emerging pathogens: fungal host jumps following anthropogenic introduction. *Trends Ecol Evol* 20:420-421
- Slippers, B., Wingfield, M.J. 2007. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews* 21:90-106.

- Swofford, D.L. 2002. PAUP*: phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods). Version 4.0b10a. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Telechea, N., Rolfo, M., Coutinho, T.A., Wingfield, M.J. 2003. Puccinia psidii on Eucalyptus globulus in Uruguay. Plant Pathology 52: 427.
- White, T.J., Bruns, S., Lee, S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal genes for phylogenetics. In: PCR protocols: A guide to methods and applications. Academic Press, San Diego. pp. 315-322
- Whyte, G., Burgess, T.I., Barber, P.A., Hardy, G.E.St.J. 2005. First record of Mycosphaerella heimii in Australia. Austral. Plant Pathol. 34:605-606.
- Wingfield, M. 2003. Increasing threat of disease to exotic plantation forests in the Southern Hemisphere: lessons from Cryphonectria canker. Australasian Plant Pathology 32:133-139.
- Wingfield, M.J., Crous, P.W., Swart, W.J. 1993. Sporothrix eucalypti (sp. nov.), a shoot and leaf pathogen of Eucalyptus in South Africa. Mycopathologia 123: 159-164.
- Winter G (1884) Repertorium. Rabenhorstii fungi europaei et extraeuraopaei. Cent. XXXI et XXXII. Hedwigia 23:164-172

PATOGENICIDAD DE CONIOTHYRIUM (*Kirramyces gauchensis*) EN *Eucalyptus grandis*

S. Ramos¹⁰ y A. del C. Ridao¹¹

INTRODUCCIÓN

El cancro por Coniothyrium o picado del tronco es una enfermedad que afecta el fuste de varias especies de *Eucalyptus*. El agente causal es el Coelomycete *Kirramyces gauchensis* Andjic, Cortinas & Wingfield (Syn. *Colletogloeopsis gauchensis*; *Readeriella gauchensis*; Syn. propuesto por Crous *et al.* (2009): *Teratosphaeria gauchensis*). Se lo describió por primera vez en 1991 en Sudáfrica (Wingfield *et al.*, 1997). Posteriormente fue hallado en otras regiones de África y en plantaciones del sudeste asiático, México, Argentina, Uruguay, Hawai y China (van Zyl *et al.*, 2002; Roux *et al.*, 2002; Gezaghne *et al.*, 2003 y 2005; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca ROU y FAO, 2006; Cortinas *et al.*, 2004 y 2006).

Los síntomas iniciales son lesiones necróticas sobre la corteza verde, que con el tiempo evolucionan a pequeños canchros (1-2 cm de diámetro). Las lesiones profundas llegan al cámbium y provocan la formación de bolsas de kino, lo que desvaloriza la madera. En casos severos hay deformación del fuste, brotación epicórmica y hasta muerte del árbol (Old *et al.*, 2003).

En Argentina, se describió el hongo por primera vez en 2004 (Marraro Acuña y Garrán, 2004), asociado a lesiones en troncos de *Eucalyptus grandis* y *E. dunnii* en la región de Concordia, Entre Ríos. También ha sido mencionada su presencia en plantaciones clonales de *E. grandis* del noreste de la provincia de Corrientes (Agostini *et al.*, 2005).

En el marco de una tesis de maestría se está caracterizando (Ramos y Ridao, 2009) y realizando pruebas de patogenicidad (Ramos, avance de tesis M. Sc. 2009) de *K. gauchensis* que son esenciales para determinar el carácter patógeno del agente causal de la enfermedad.

Dada la importancia en cuanto a daños y extensión del cancro en el área de cultivo de eucalipto en Argentina, es esencial contar con información biológica del hongo para avanzar en la implementación de medidas de control. Este trabajo tiene como objetivo presentar análisis de características morfológicas, de crecimiento y patogenicidad de *K. gauchensis* del Noreste Argentino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con ramas de *E. grandis* con síntomas característicos de la enfermedad, de lotes forestales de tres grandes regiones del Noreste Argentino (NEA): noreste de Entre Ríos, suroeste de Corrientes y noreste de Corrientes-sur de Misiones. Se tomaron muestras en 3, 7 y 4 lotes forestales respectivamente. Se utilizó este material para el estudio de las dimensiones de los conidios y paralelamente se obtuvo una colección de aislamientos monospóricos del hongo que fueron usados en los ensayos de crecimiento y patogenicidad.

Dimensión de conidios: En cada lote se tomaron dos muestras (3-5 árboles c/u). Las ramas se pusieron en cámara húmeda a 26 +/- 2°C para incentivar la formación de picnidios. Se midió el largo y ancho de 30 conidios/picnidio (2 picnidios/muestra). Se fotografió y midió las picnidiosporas con un microscopio Olympus BX61 con un programa de análisis de imágenes (Image-Pro AMS 6.1).

¹⁰ Estación Experimental Agropecuaria Concordia, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CC N° 34 (E3200AQK), Concordia, Entre Ríos, Argentina. Correo-e: sramos@correo.inta.gov.ar

¹¹ Patología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. UIB. CC 276 (B7620BKL) Balcarce, Buenos Aires, Argentina

Ensayo de crecimiento: discos de APD 2% con colonias creciendo activamente fueron repicadas a cajas de Petri con APD acidificado (ácido láctico al 50%): La incubación se realizó a 27 °C en oscuridad durante 68 días. Las colonias se midieron semanalmente en cuatro direcciones. Se utilizaron 22 aislamientos, con 2-3 repeticiones.

Ensayo de patogenicidad: el ensayo fue llevado a cabo en un invernáculo de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concordia en abril de 2009. Se inocularon 200 plantines del clon F, susceptible en condiciones naturales, de entre 6 y 9 meses de edad con 9 aislamientos de *K. gauchensis*.

Los plantines se ubicaron en el invernáculo en cuatro bloques, en cada uno se inocularon 5 plantines por aislamiento y 5 fueron mantenidos como controles.

El inóculo consistió de una porción (1cm de diámetro) de medio de cultivo APDY (van Zyl *et al*, 2002) con micelio del hongo de dos semanas de crecimiento. El inóculo fue colocado sobre el cámbium expuesto del tallo, herido con un sacabocados de 6 mm de diámetro al que se retiró la corteza. Luego se lo envolvió con film de PVC para evitar la desecación y contaminación. En el tratamiento control el inóculo consistió del trozo de medio de cultivo solo.

Todos los datos fueron analizados utilizando InfoStat (InfoStat 2009).

RESULTADOS

Morfología y dimensiones de los conidios: los conidios son de color castaño, unicelulares, sin septos, de forma elipsoidal, con la parte apical subobtusada y la basal subtruncada. El análisis de los valores de largo (L) y ancho (A) reveló un cociente L/A, de 1,92 en promedio.

En cuanto a las dimensiones, en la Tabla 1 se muestran los valores promedio e intervalos de confianza para L y A:

Tabla 1. Largo y ancho de conidios de *Kirramyces gauchensis*: media (μm), intervalos de confianza y valores máximo y mínimo (μm).

	Media (μm)	Intervalo de confianza (95 %)	Mínimo (μm)	Máximo (μm)
Largo	5,8	5,75 - 5,85	4,25	7,99
Ancho	3,05	3,02 - 3,08	2,07	4,47

N = 799 mediciones

En general los valores promedio de L y A se encuentran dentro del rango publicado para esos dos caracteres (L = (4–) 5–6 (–7.5) x A = (2–) 2.5 (–3) μm) por Cortinas *et al.* (2006).

Se realizó un ANOVA de L y A bajo un diseño anidado, en el que intervienen las variables de clasificación: región, lugar y picnidio, en sentido jerárquico descendente. El modelo define que los efectos fijos de las regiones y de los lugares, tanto para L como para A, no son significativos y que la variación es significativa para picnidio. Esto indica que, para el carácter evaluado, en un mismo lote pueden haber picnidios que muestren diferentes valores de L y A. El efecto de región y de lote (lugar) es despreciable o nulo.

Ensayo de crecimiento: el crecimiento medio diario (CMD) de las colonias a 27 °C mostró valores en aumento hasta la tercer semana, luego de la cual comenzó a descender (Figura 1).

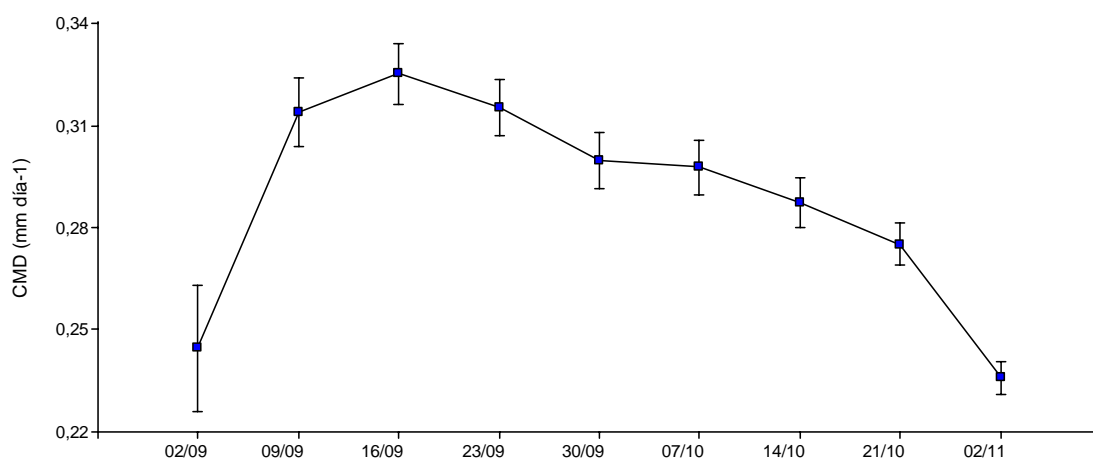


Figura 1. Crecimiento medio diario (CMD) en mm día⁻¹, de colonias de *K. gauchensis* a 27 °C, a 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 y 68 días de incubación.

Los aislamientos mostraron diferencias significativas de crecimiento con los márgenes de las colonias irregulares. Además todos presentaron una coloración ámbar del medio de cultivo debido a la difusión de algún tipo de pigmento (Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2. Diámetro, en mm, alcanzado por 22 aislamientos de *K. gauchensis* a los 68 días de incubación a 27 °C

Aislamiento	Crecimiento (mm)
CII32	21,26 a
AI23*	26,62 ab
CII12	27,38 abc
BIII23*	27,50 abc
BIII33	27,92 abc
BII21	28,76 bc
AII33	29 bcd
BIII22	29,42 bcd
AI14	30,26 bcde
BIII13	30,34 bcde
CIII13	31,16 bcde
AI13	31,34 bcde
CIII11*	32,38 bcdef
CIII32	32,66 bcdef
BII31	33 bcdef
AII12*	34,58 cdef
BI23*	35,42 def
AIII24	36,27 ef
BII12*	37 ef
AIII21	38,34 f
CI12*	38,42 f
BI34	39,42 f

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD $p \leq 0,05$)

* Aislamientos usados en la prueba de patogenicidad.

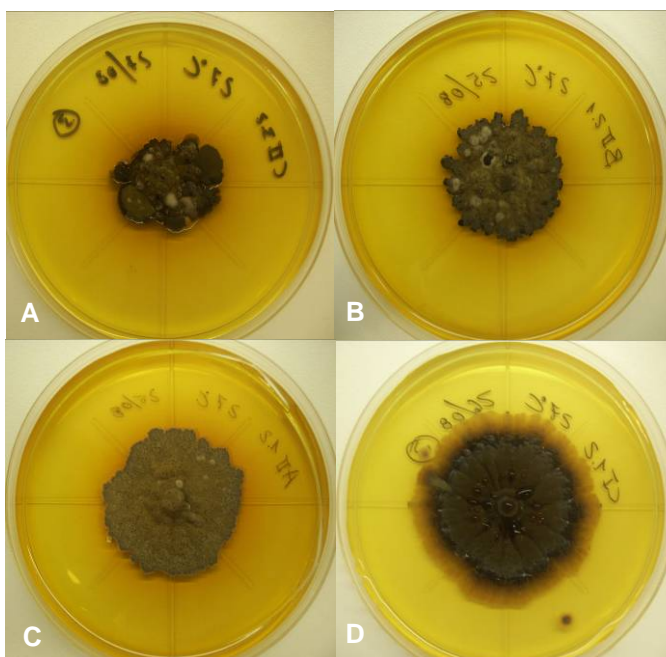


Figura 2. Colonias de *K. gauchensis* en APD 2% con crecimiento diferente a 27 °C. A) CII32; B) BII21; C) AII12 y D) CI12

Ensayo de patogenicidad: el ensayo de patogenicidad fue evaluado 85 días pos-inoculación, se midió largo y ancho de la lesión, y se calculó el área de la misma. Se realizó un ANOVA y un test de comparación de medias (Duncan, nivel de significación 5%).

El área de las lesiones producidas por los aislamientos fue significativamente superior al del tratamiento testigo T. Hubo diferencias significativas entre los aislamientos: BI23 y BII12 respecto a AI23 y AIII32, y del aislamiento CIII11 respecto a AI23. No se detectaron diferencias significativas entre los demás aislamientos (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 3. Área de la lesión producida en mm² en tallos de *E. grandis*, clon F, según tratamiento, 85 días después de inoculación

Tratamiento	Área de lesión (mm ²)
AI23	126,0 b
AII12	137,0 bcd
AIII32	131,3 bc
BI23	146,7 d
BII12	147,5 d
BIII23	134,5 bcd
CI12	134,8 bcd
CII21	136,9 bcd
CIII11	141,6 cd
T	80,3 a

Letras distintas indican diferencias significativas test de Duncan $p \leq 0,05$

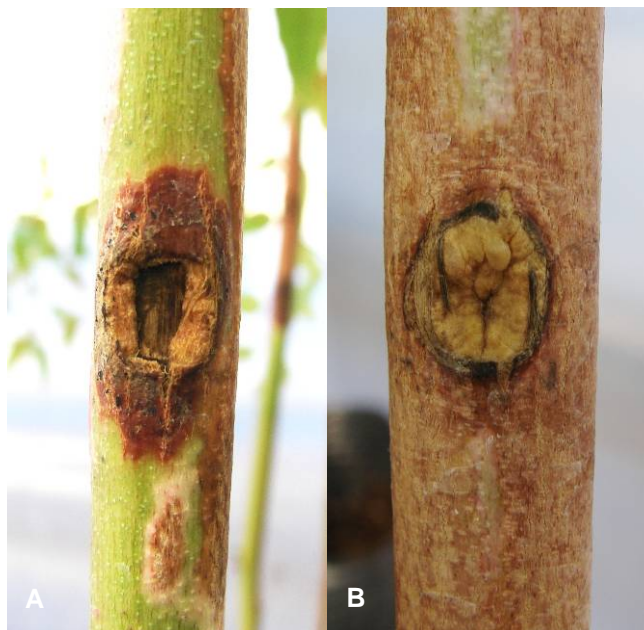


Fig. 3. (A) Cancro producido en tallo de *E. grandis* inoculado artificialmente con el aislamiento BI23 *K. gauchensis* y (B) tratamiento control, inoculado con APDY solo.

La presencia de picnidios se observó en 64% de las plantas inoculadas artificialmente y el hongo fue efectivamente reaislado (Figura 4).

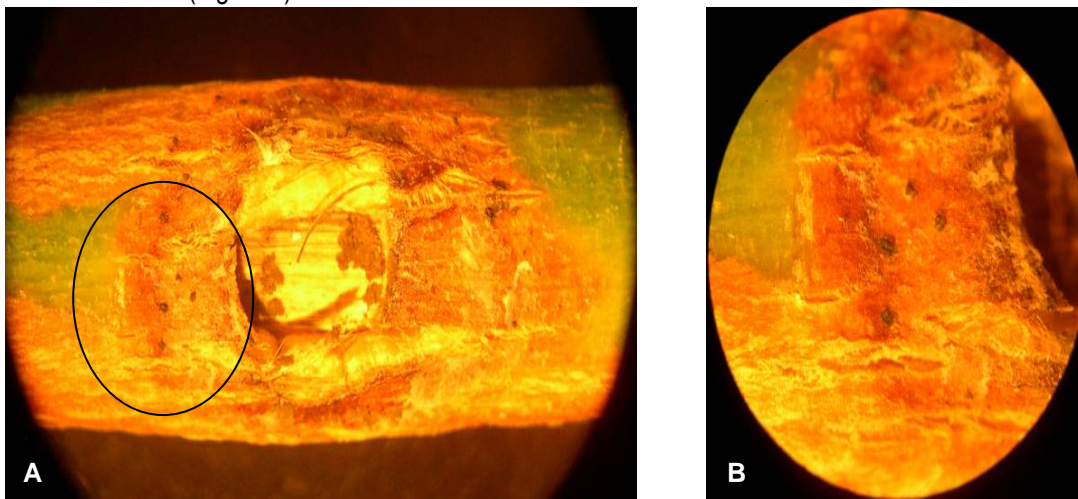


Fig. 4. Picnidios de *Kirramyces gauchensis* en tallo inoculado de *Eucalyptus grandis*, clon F (A), detalle de los picnidios sobre la corteza necrosada (B)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las características morfológicas estudiadas a partir de ramas de eucaliptos con canchros, mostraron concordancia con las publicadas en trabajos anteriores causadas por *K. gauchensis*.

Si bien existe variación en las dimensiones de conidios para las regiones contempladas en el estudio (Ramos y Ridao, 2009), el análisis más profundo revela la existencia de variación a nivel de picnidio.

En cuanto al crecimiento, se destaca que es muy lento comparado con el de otros hongos patógenos, se ha sugerido que esto puede deberse al hábito biotrófico del *K. gauchensis* (van Zyl *et al*, 2002). Sin embargo el lento crecimiento, no parece ser un obstáculo, dada la formación de picnidios y la gran cantidad de conidios que se dispersan, pues se halla ampliamente distribuido en toda la región.

La prueba de patogenicidad mostró que todos los aislamientos resultaron patógenos, aunque con diferencias entre ellos. Todos desarrollaron un halo de tejido necrótico alrededor de la herida de inoculación y además hubo un mayor grado de cicatrización en los controles inoculados solo con medio de cultivo. También es importante resaltar la formación de picnidios en más de la mitad de los plantines inoculados. Sin embargo el comportamiento en la naturaleza puede ser muy distinto. Se cree (Old *et al.*, 2003) que *K. gauchensis* penetra directamente y, si así fuera, la herida provocada puede facilitar el desarrollo de los síntomas. Este hecho dificultaría la evaluación de germoplasma a través de esta técnica al anular una barrera que puede ser importante en la fase de penetración del hongo.

Las diferencias observadas en las características evaluadas, indicaría variabilidad en la población del hongo en Argentina.

Bibliografía

Agostini J. P.; Stehr A.; Eskiviski E. y Toloza R. 2005. Diagnóstico de problemas fitosanitarios detectados en plantaciones forestales de pino, eucaliptos y araucaria de Misiones y norte de Corrientes. Actas IX Jornadas Técnicas de Protección Forestal INTA-FCF-MEYRNRYT, El Dorado, Misiones. Pág. 33-38.

Cortinas M.N.; Burgess T.; Dell B.; Xu D.; Crous P. W.; Wingfield B. D. and Wingfield M. J. 2006. First record of *Colletogloeopsis zuluense* comb. nov., causing a stem canker of *Eucalyptus* in China. Mycol. Res. 110: 229-236.

Cortinas, M. N.; Kosch N.; Thain J.; Wingfield B. D. and Wingfield M. J. 2004. First record of Eucalyptus stem canker pathogen, *Coniothyrium zuluense* from Hawai. Australasian Plant Pathology, 33, 309-312.

Crous P.W.; Groenewald J.Z.; Summerell B.A.; Wingfield B.D.; Wingfield M.J. 2009. Co-occurring species of *Teratosphaeria* on *Eucalyptus*. Persoonia 22: 38-48.

Gezahgne A.; Roux J.; Thu P. Q. and Wingfield M. J. 2003. Coniothyrium stem canker of Eucalyptus, new to Argentina and Vietnam. South African Journal Science 99: 587-588.

Gezahgne A.; Cortinas, M. N.; Wingfield M. J. and Roux J. 2005. Characterization of the Coniothyrium stem canker pathogen on *Eucalyptus camaldulensis* in Ethiopia. Australasian Plant Pathology, 34, 85-90.

InfoStat (2009). InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Marraro Acuña F. y Garrán S. M. 2004. Detección de *Kirramyces epicoccoides*, *Puccinia psidii* y *Coniothyrium zuluense*. Agentes causales de enfermedades en *Eucalyptus* spp. En la zona de Concordia, Entre Ríos, Argentina. RIA 33 (3): 135-148.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca ROU; FAO 2006. Plagas y Enfermedades de eucaliptos y pinos en el Uruguay. Manual de campo.
- Old K. M.; Wingfield M. J. and Yuan Z. Q. 2003. A Manual of Diseases of Eucalypts in South-East Asia. Center for International Forestry Research (CIFOR). Págs. 50-54.
- Ramos, avance de tesis M. Sc. 2009. Morfología, crecimiento vegetativo y patogenicidad de *Kirramyces gauchensis* aislado de *Eucalyptus* [en línea]: www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPV2009/Avances_PGPV/RAMOSSergio.doc
- Ramos S y Ridao A. del C. 2009. Dimensiones de conidios y color de colonias de *Kirramyces gauchensis*, patógeno de *Eucalyptus* en el noreste argentino. Resúmenes XV Congreso Latinoamericano y XVIII Congreso Chileno de Fitopatología. Pág. 271.
- Roux J.; Wingfield M. J. and Cibrián D. 2002 First report of coniothyrium canker of *Eucalyptus* in Mexico. Plant Pathology 51: 382.
- Wingfield M. J.; Crous P. W. and Coutinho T. A. 1997. A serious canker disease of *Eucalyptus* in South Africa caused by new species of *Coniothyrium*. Mycopathologia 136: 139-145.
- van Zyl L. M., Coutinho T. A. and Wingfield M. J. 2002. Morphological, cultural and pathogenic characteristics of *Coniothyrium zuluense* isolates from different plantation regions in South Africa. Mycopathologia 155: 149–153.

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON P Y B Y DE LA REFERTILIZACIÓN
CON N SOBRE EL NIVEL DE DAÑO PROVOCADO
POR *Teratosphaeria nubilosa* EN *Eucalyptus globulus***

G. Balmelli¹²; S. Simeto¹²; C. Perdomo¹³; J. Zamalvide¹³ y M. Ferrando¹³

Introducción

Desde el año 2007 en las plantaciones de *Eucalyptus globulus* de nuestro país se han registrado importantes daños provocados por *Teratosphaeria nubilosa* (Pérez *et. al.*, 2009a y Pérez *et. al.*, 2009b). Este patógeno provoca manchas foliares y defoliación, principalmente en las plantaciones de primer y segundo año que aún mantienen el follaje juvenil. La enfermedad se ha dispersado ampliamente y afecta en mayor o menor medida a todas las fuentes de semilla y clones de *E. globulus* utilizados comercialmente. En el marco del proyecto FO06 de INIA se está generando información que permite cuantificar la incidencia y severidad de los daños provocados por la enfermedad, pero hasta el momento se no se han identificado alternativas para su control (Balmelli *et. al.*, 2009).

La fertilización es una medida de manejo comúnmente utilizada para asegurar una buena implantación y lograr un buen crecimiento inicial de la plantación. Si bien la refertilización no es aplicada tan frecuentemente, en ocasiones se utiliza para recuperar plantaciones que por diferentes motivos han presentado un pobre crecimiento inicial. En base a ensayos instalados por la Facultad de Agronomía en predios de empresas forestales, el presente trabajo analiza el efecto de la fertilización con fósforo y con boro sobre el nivel de daño provocado por *T. nubilosa* en *Eucalyptus globulus* y el efecto de la refertilización con nitrógeno sobre la recuperación de un rodal afectado por dicha enfermedad.

Materiales y métodos

En plantaciones de *E. globulus*, se instalaron en setiembre de 2008, dos ensayos de fertilización a la plantación, uno con fósforo y otro con boro, en un establecimiento del Grupo Forestal en el departamento de Florida y un ensayo de refertilización al año con nitrógeno en un establecimiento de EUFORES en el departamento de Rocha. En todos los casos la plantación se realizó sobre campos nuevos. La descripción de los ensayos y de los tratamientos en los cuales se realizó la evaluación de daño de enfermedades foliares se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de los ensayos y de los tratamientos de fertilización y refertilización evaluados.

	Fósforo	Boro	Nitrógeno
Fecha plantación	Setiembre 2008	Setiembre 2008	Setiembre 2007
Instalación del ensayo (edad de la plantación)	Setiembre 2008 (implantación)	Setiembre 2008 (implantación)	Setiembre 2008 (1 año)
Tratamientos evaluados	a) Testigo (sin P) b) 55g Supertriple/planta c) 110g Supertriple/planta	a) Testigo (sin B) b) 4kg de B/hectárea	a) Testigo (sin N) b) 30 kg de N/ha c) 60 kg de N/ha d) 90 kg de N/ha
Tipo de aplicación	Enterrado al costado de la planta.	Ulexita molida en la faja, al voleo y enterrado.	Nitrato de amonio, al voleo.
Diseño experimental	BCA con 3 repeticiones	BCA con 4 repeticiones	BCA con 3 repeticiones
Tamaño de parcela	18 árboles (2 filas de 9)	18 árboles (2 filas de 9)	24 árboles (4 filas de 6)

¹² Programa de Producción Forestal - INIA Tacuarembó.

¹³ Departamento de Fertilidad de Suelos - Facultad de Agronomía.

En Junio de 2009, es decir a los 9 meses de instalados los ensayos, se realizó la evaluación del nivel de daño foliar provocado por *T. nubilosa*.

En los ensayos de fertilización con P y con B se estimó, en cada árbol de la parcela y mediante una escala de 0 a 100, la incidencia y severidad de manchas foliares (necrosis) y la defoliación. Con dicha información se estimó el daño total provocado por la enfermedad mediante el siguiente índice de daño (ID) adaptado de Stone *et. al.* (2003):

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

En el ensayo de refertilización al año con N se estimó, mediante una escala de 0 a 100, la defoliación en la mitad inferior y en la mitad superior de cada árbol. A su vez se midió, mediante regla telescópica, el largo de la copa que ya presentaba follaje adulto y la altura total del árbol.

Para todas las variables medidas se realizaron análisis de varianza, a nivel de media de parcelas, mediante el Proc GLM del SAS (1989).

Resultados

1) Ensayo de fertilización con fósforo a la implantación

Al momento de la evaluación sanitaria la edad de los árboles era de 9 meses y la altura promedio era de 2.8 metros (Figura 1). En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio para cada tratamiento de las variables de daño evaluadas y del índice de daño total.



Figura 1. Vista general del ensayo de fertilización con P (junio de 2009).

Cuadro 2. Incidencia y severidad de manchas foliares, defoliación e índice de daño, para los tratamientos de fertilización con P.

P	Incidencia (%)	Severidad (%)	Defoliación (%)	ID (%)
0	37.1	28.2	17.7	26.3
55	38.8	29.1	17.5	26.9
110	35.2	27.0	16.9	24.9

El nivel de daño foliar que presentaban los árboles que no fueron fertilizados con P a la implantación es similar al de los árboles que fueron fertilizados, tanto con 55 como con 110 gramos de Supertriple. Para

ninguna de las variables analizadas se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere que la fertilización con P al momento de la instalación del monte no es una medida que permita reducir el riesgo de daño por *T. nubilosa*.

2) Ensayo de fertilización con boro a la implantación

Este ensayo está instalado en el mismo sitio que el de fósforo y al momento de la evaluación tenía similar crecimiento (la altura promedio era de 3 metros) y similar estado sanitario. En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio para cada tratamiento de las variables de daño evaluadas y del índice de daño total.

Cuadro 3. Incidencia y severidad de manchas foliares, defoliación e índice de daño, para los tratamientos de fertilización con B.

B	Incidencia (%)	Severidad (%)	Defoliación (%)	ID (%)
Sin B	39.7	27.6	17.2	26.4
Con B	37.7	26.9	15.7	24.3

El nivel de daño foliar que presentaban los árboles que no recibieron B a la implantación es similar al de los árboles que sí lo recibieron, no encontrándose diferencias significativas entre ambos tratamientos para ninguna de las variables analizadas.

Si bien no debería esperarse un efecto directo de la fertilización con fósforo o con boro sobre la incidencia o sobre la severidad de las manchas foliares, sí podría esperarse una mejorara del vigor e indirectamente una reducción del nivel de daño. La ausencia de respuesta podría deberse a que el contenido natural de estos nutrientes en el suelo fuese suficiente como para cubrir las necesidades de los árboles durante los primeros meses.

3) Ensayo de refertilización con nitrógeno al año de edad

Al momento de la evaluación sanitaria el ensayo tenía una edad de 21 meses y habían transcurrido 9 meses desde la instalación del mismo (Figura 2). En el Cuadro 4 se presentan los valores promedio de defoliación, crecimiento y volumen de copa, para los diferentes tratamientos.



Figura 2. Vista del ensayo de refertilización con N (junio de 2009).

Cuadro 4. Defoliación, en la mitad inferior y superior del árbol, altura total y largo de copa con follaje adulto, para los tratamientos de refertilización con N.

Dosis N	Defoliación Base (%)	Defoliación Copa (%)	Altura total (m)	Largo copa con F. adulto (m)
0	96	59	5.5	1.1
30	94	51	5.7	1.4
60	95	61	5.9	1.4
90	96	60	6.0	1.4

El nivel de daño foliar, medido a través de la defoliación, que presentaban los árboles que fueron fertilizados con N fue similar (no se encontraron diferencias significativas) al de los árboles sin fertilización. Estos resultados no son inesperados, ya que cuando se instaló el ensayo los árboles ya presentaban un importante nivel de daño por manchas foliares, lo cual evolucionó hacia una importante defoliación.

Resulta llamativa sin embargo la escasa respuesta obtenida a la refertilización, tanto en el crecimiento como en la recuperación del follaje. Si bien la altura media del tratamiento testigo parecería algo menor que la de los tratamientos fertilizados, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Lo mismo sucede con la longitud de la copa que presenta follaje adulto. Lo anterior sugiere que esta medida (la refertilización con N cuando los árboles ya presenta daños foliares importantes) no contribuye a una rápida recuperación de los árboles. Cabe considerar sin embargo, que estos resultados provienen de un ensayo que forma parte de una red de ensayos instalados en diferentes sitios y que es frecuente que la respuesta observada a la refertilización con N en un sitio no sea estadísticamente significativa, pero sí lo sea al agrupar varios sitios (Perdomo, *et. al.*, 2007).

Consideraciones finales

Los resultados presentados en este trabajo sugieren que la fertilización, tanto con P como con B, al momento de instalar una plantaciones de *E. globulus* no es una medida de manejo que asegure una reducción del riesgo de daños por enfermedades foliares.

A su vez, para plantaciones que han sufrido daños foliares importantes, los resultados obtenidos no permiten demostrar que la refertilización con N sea una medida que permita una rápida recuperación del follaje o del crecimiento.

A pesar de lo anterior, existen experiencias de refertilización realizadas por empresas, tanto con urea como con fertilizantes foliares, con resultados promisorios. Lamentablemente dichos resultados no se pueden cuantificar debido a que hasta el momento no se han instalado ensayos, por lo que esta línea de investigación debería profundizarse.

Agradecimientos

A las empresas Grupo Forestal y Tierras Calmas (ex EUFORES) por su apoyo en la instalación y mantenimiento de los ensayos.

Referencias bibliográficas

- Balmelli, G.; Simeto, S.; Martínez, G.; Torres, D.; Pérez, C.; Fros, D. y Bentancur, O. 2009. Incidencia y severidad de enfermedades y plagas en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* en las regiones Sureste y Litoral Oeste de Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 567. INIA. pp. 51-65.
- Perdomo, C.H.; Durán, J. y Llovet, P. 2007. Soil and plant indexes for predicting eucalypt response to nitrogen in Uruguay. *Soil Science Society of America Journal* 71: 1708-1718.
- Pérez, G.; Hunter, G.; Slippers, B.; Pérez, C.; Wingfield, B.; y Wingfield, M.J. 2009a. *Teratosphaeria (Mycosphaerella) nubilosa*, the causal agent of Mycosphaerella leaf disease (MLD), recently introduced into Uruguay. *European Journal of Plant Pathology* 125: 109-118.
- Pérez, C.; Wingfield, M.J.; Altier, N. y Blanchette, R. 2009b. Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae associated with Eucalyptus leaf diseases and stem cankers in Uruguay. *Forest Pathology* 39: 349-360.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT guide for personal computers, 6th edition. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Stone, C.; Matsuki, M. & Carnegie, A. 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.

RELEVAMIENTO SANITARIO DE OTOÑO EN PLANTACIONES JÓVENES DE *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus dunnii* EN EL SURESTE Y EN EL LITORAL OESTE

G. Balmelli¹⁴; S. Simeto¹⁴; G. Martínez¹⁴; D. Torres¹⁴; P. González¹⁴; D. Fros¹⁵; O. Bentancur¹⁵; C. Pérez¹⁵

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2008 el Programa Forestal del INIA incorpora un nuevo proyecto de investigación denominado "Biología y epidemiología de las plagas y enfermedades prioritarias para el sector forestal". En este marco, y en colaboración con la Facultad de Agronomía, comienza a ejecutarse el proyecto "Cuantificación de la importancia de las plagas y enfermedades foliares que afectan plantaciones jóvenes de *Eucalyptus*".

El proyecto está orientado a generar información que permita identificar los principales problemas sanitarios, conocer cuál es su distribución geográfica y cómo evolucionan en el tiempo, cuantificar el nivel de daño causado por cada problema y estudiar su posible relación con factores ambientales y/o genéticos.

La primera campaña de relevamiento sanitario se realizó en la primavera de 2008 en plantaciones de *E. globulus*, de aproximadamente un año de edad, en las regiones Sureste y Litoral Oeste¹⁶. En otoño de 2009 se realizó el segundo relevamiento sanitario, en plantaciones de entre 5 y 7 meses de edad. En la región Sureste se relevaron plantaciones de *E. globulus*, mientras que en el Litoral se relevaron plantaciones de *E. globulus* y *E. dunnii*. Se presentan en este trabajo los resultados obtenidos en este último relevamiento.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Área de estudio

La ubicación de las plantaciones relevadas se presenta en la Figura 1. En la región Sureste se inspeccionaron 21 plantaciones de *E. globulus*, en los departamentos de Rocha, Maldonado, Lavalleja, Canelones y Florida, en cada una de las cuales se evaluaron 4 transectas. Las 84 transectas relevadas representan una superficie efectiva de 6640 hectáreas, cubriendo una amplia gama de situaciones productivas: 10 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 (7 procedencias diferentes) y plantaciones clonales (4 clones diferentes).

En la región Litoral Oeste se relevaron 10 plantaciones, en los departamentos de Paysandú, Río Negro y Soriano. Se relevó un total de 26 transectas: 9 en *E. globulus*, 15 en *E. dunnii*, 1 en *E. grandis* y 1 en un híbrido de *E. grandis* x *E. globulus*.

¹⁴ Programa de Producción Forestal - INIA-Tacuarembó.

¹⁵ Departamento Protección Vegetal, EEMAC, Facultad de Agronomía.

¹⁶ La información generada en el primer relevamiento puede consultarse en la SAD No. 567 de INIA

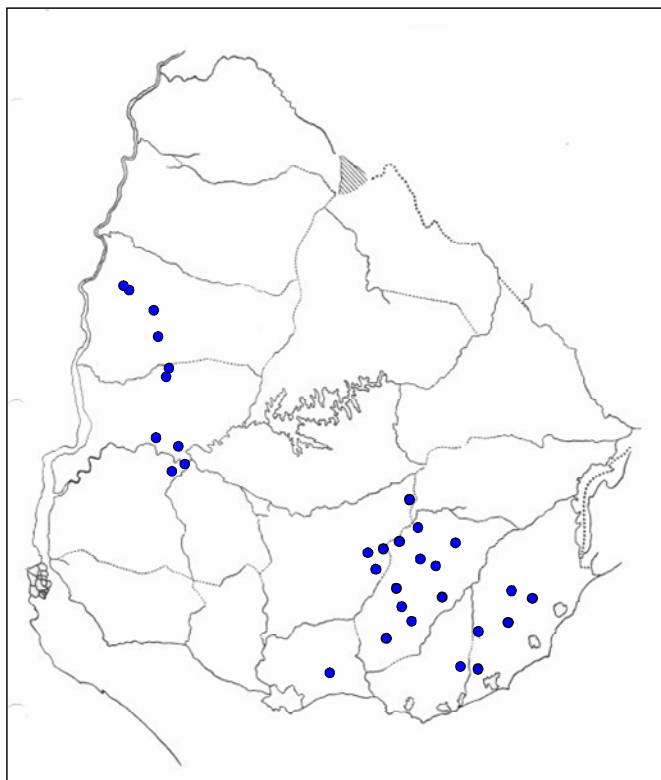


Figura 1. Ubicación de las plantaciones relevadas en otoño 2009.

II.2. 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 asociados a manchas foliares se realizó mediante morfología de cultivos y marcadores moleculares (Glen *et al.*, 2007; Maxwell *et al.* 2005).

Se colectaron hojas de 5 árboles por transecta para análisis nutricional. De cada árbol se colectaron varias hojas nuevas completamente desarrolladas, conformándose una muestra compuesta de cada transecta. En dichas muestras se analizó el contenido foliar de Nitrógeno, Fósforo y Boro.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1. Región Sureste.

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

Se encontraron síntomas de enfermedades foliares (manchas necróticas y defoliación), causadas principalmente por especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria*, aunque hasta el momento de los diferentes aislamientos realizados solo se ha identificado *Teratosphaeria nubilosa*. La dispersión geográfica de las manchas foliares es muy amplia ya que se encontraron en todas las plantaciones y en todas las transectas (100% de prevalencia). También se encontraron pústulas de roya (*Puccinia psidii*) en 15 de las 21 plantaciones y en 48 de las 84 transectas (57% de prevalencia).

En el caso de insectos se registró la presencia del psílido fitófago *Ctenarytaina eucalypti* y defoliación causada por *Gonipterus* spp. El primero de estos insectos se registró en todas las plantaciones y transectas (100% de prevalencia), con una incidencia (% de ápices afectados) del 88.4%. También se registró la presencia de *Thaumastocoris peregrinus* en 21 de las 84 transectas muestreadas (25% de prevalencia). En una de éstas transectas se encontró conjuntamente el psílido de los eucaliptos, *Glycaspis brimblecombei*. En contraposición, se encontró *Gonipterus* spp. solamente en 5 de las 84 transectas relevadas (6% de prevalencia), con un muy bajo nivel de daño (el % de incidencia promedio es menor al 1%).

¿Cuál fue el nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades y plagas y cuál fue su importancia relativa?

El nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades y plagas al momento de la evaluación (es decir entre los 5 y 7 meses de edad) fue moderado: en promedio, para las 84 transectas, el Índice de Daño Foliar (IDF) fue 11.9%. En otras palabras, las plantaciones evaluadas habían perdido, en promedio, el 12% de su área foliar fotosintéticamente activa.

Los daños producidos por enfermedades (necrosis + defoliación) representaron prácticamente el 100% del IDF. El daño más importante fue el de necrosis, que representó el 85% del daño foliar total.

El nivel de daño relativamente bajo ocasionado por enfermedades hasta el momento de la evaluación podría ser explicado por la baja ocurrencia de precipitaciones en el verano y otoño 2009. Las condiciones ideales para que se produzca la infección de *T. nubilosa* son entre 5 y 7 días de follaje mojado y temperaturas de entre 15 y 20°C (Park *et al.*, 2000). Sin embargo, es evidente que puede producirse infección aún con condiciones mucho menos favorables.

¿Hay diferencias entre plantaciones y entre transectas de una misma plantación en el nivel de daño foliar?

El nivel de daño foliar en las diferentes plantaciones fue relativamente variable, con un IDE mínimo de 2.1% y un máximo de 39.7%. Las diferencias entre plantaciones podrían estar explicadas por variaciones en las condiciones climáticas y/o por diferencias en la presión de inóculo. Hasta el momento no se cuenta con información que permita caracterizar dichos factores, pero de acuerdo a la Figura 2, donde se presenta el valor del IDE en las diferentes plantaciones evaluadas, no parece existir un patrón geográfico que explique las diferencias observadas en los niveles de daño.

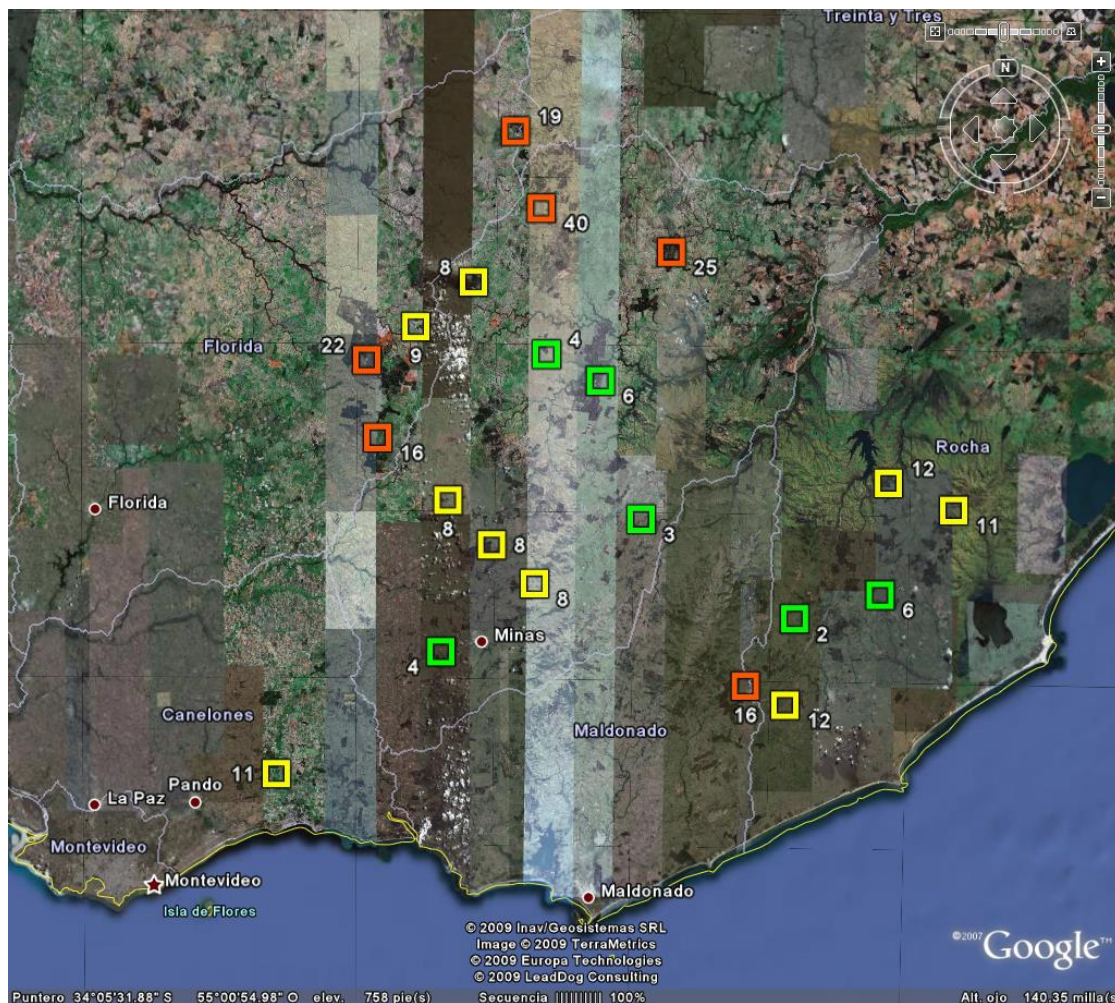


Figura 2. Índice de daño de enfermedades (IDE) en diferentes plantaciones del Sureste (valores promedio de las 4 transectas evaluadas en cada sitio).

A su vez, en general se observan diferencias entre las transectas de una misma plantación en el nivel de daño foliar (Cuadro 1). La distancia existente entre las transectas de una plantación (en general menores a 1000 metros) sugiere que las diferencias en el nivel de daño 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.

La mayoría de las transectas difieren entre sí en 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 podría determinar el nivel de daño de la plantación. Sin embargo, la interacción de numerosos factores hace que sea muy difícil identificar aquellos de mayor importancia o efecto sobre el estado sanitario de una plantación. Para avanzar en este sentido será necesario esperar hasta

el final del proyecto para realizar un análisis multivariado que integre la información generada en los diferentes relevamientos.

Cuadro 1. Valores mínimos, medios y máximos de IDE a nivel de transecta para las diferentes plantaciones evaluadas.

Sitio	Departamento	IDE Min.	IDE Medio	IDE Max.
57	ROCHA	1.2	2.1	3.0
41	LAVALLEJA	1.4	3.1	4.7
40	LAVALLEJA	3.2	3.6	4.3
52	LAVALLEJA	2.0	3.9	6.3
68	ROCHA	2.6	5.7	7.0
74	LAVALLEJA	2.9	6.1	9.7
49	LAVALLEJA	5.5	7.7	9.6
47	LAVALLEJA	4.6	7.9	9.3
59	LAVALLEJA	6.5	7.9	9.5
48	LAVALLEJA	7.4	8.4	10.2
63	FLORIDA	7.2	8.7	11.6
51	CANELONES	3.8	10.6	24.6
72	ROCHA	6.8	11.1	16.6
71	ROCHA	4.2	12.0	23.6
66	ROCHA	4.7	12.4	18.9
38	FLORIDA	9.2	15.9	24.0
70	MALDONADO	4.4	15.9	27.2
62	FLORIDA	7.5	19.1	28.7
73	FLORIDA	8.3	21.8	35.9
58	LAVALLEJA	6.5	24.8	58.0
61	LAVALLEJA	25.1	39.7	63.1

¿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. La posición topográfica se agrupó en zonas bajas, laderas medias y zonas altas. Los suelos fueron agrupados por profundidad (según el grupo CONEAT), en superficiales (grupos 2.11a y 2.11b), medios (grupo 2.12) y profundos (2.13; 2.14; 2.21; 4.2 y 5.3) y en base a la observación *in situ* de la textura en pedregosos, gravillosos y arenoso-francos. Los valores medios de daño foliar (IDE) para cada estrato se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para transectas en diferente tipo de suelo, posición topográfica y distancia a fuentes de inóculo (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada estrato).

Grupos CONEAT	IDE	Textura (por apreciación visual)	IDE
Profundos (14)	15.5 a	Graviloso (26)	12.9 a
Superficiales (35)	12.9 a	Arenoso-franco (35)	11.7 a
Medios (34)	9.6 a	Pedregoso (22)	11.4 a

Posición Topográfica	IDE	Distancia a fuente de inóculo	IDE
Bajo (16)	14.4 a	Replantación (19)	15.4 a
Alto (34)	13.1 a	Hasta 500 m (25)	11.7 a
Medio (33)	9.7 a	Más de 500 m (39)	10.5 a

Nota: grupos con igual letra no difieren estadísticamente entre sí (LSD $p < 0,05$)

Para el índice de daño de enfermedades no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre suelos de diferente textura ni entre suelos de diferente profundidad. Sin embargo se observa una tendencia a un menor nivel de daño en suelos de profundidad media.

Los valores de daño en las plantaciones ubicadas en laderas medias son levemente inferiores a los de plantaciones en otras posiciones topográficas. También se observa un nivel de daño algo mayor en replantaciones que en plantaciones sobre campo nuevo. Sin embargo dichas diferencias en el nivel de daño no son estadísticamente significativas para ninguno de estos factores de sitio.

Esta información sugiere que las características del sitio no tienen un efecto marcado sobre el nivel de daño foliar. En otras palabras, parecería que la elección del tipo de suelo o la posición topográfica, así como el hecho de evitar forestar cerca de plantaciones anteriores no son alternativas que permitan reducir el riesgo de daño de enfermedades.

¿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, y luego se comparó el IDE promedio de cada grupo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para diferentes densidades de plantación y diferente intensidad silvícola (los valores entre paréntesis representan el número de transectas en cada estrato).

Densidad de Plantación	IDE
Alta, más de 1400 árb/ha (23)	15.0 a
Baja, menor a 1200 arb/ha (19)	13.2 a
Media, entre 1200 y 1400 (41)	9.7 a

Silvicultura (visual)	IDE
Intensidad Baja (15)	17.5 a
Intensidad Media (41)	12.5 a
Intensidad Alta (27)	8.1 b

Nota: grupos con igual letra no difieren estadísticamente entre sí (LSD $p < 0,05$)

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el índice de daño en plantaciones con diferente densidad de plantación, pero sí para plantaciones con diferente intensidad silvícola (según apreciación visual del control de malezas, homogeneidad del cultivo, etc.).

La intensidad de la silvicultura presentó una relación inversa con el nivel de daño, ya que a medida que aumenta la intensidad silvícola disminuye el IDE. El daño en las plantaciones con una silvicultura intensa fue menos de la mitad del daño que presentaban las plantaciones con baja intensidad silvícola.

Lo anterior sin embargo no parece confirmarse al estudiar la relación entre la velocidad de crecimiento inicial (altura) y el nivel de daño (IDE) de cada transecta. El coeficiente de correlación entre la altura media y el IDE fue de 0.08, lo que sugiere que prácticamente no existe relación entre la velocidad de crecimiento inicial y el nivel de daño de enfermedades.

¿Existen diferencias nutricionales que expliquen las diferencias entre transectas en el nivel de daño de enfermedades?

El estado nutricional de una plantación depende de las características del sitio (principalmente del tipo de suelo) y de la preparación del mismo (principalmente del tipo de laboreo y de la fertilización realizada). En la Figura 3 se presenta gráficamente la relación existente entre diferentes nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Boro) con el nivel de daño foliar provocado por enfermedades (IDE).

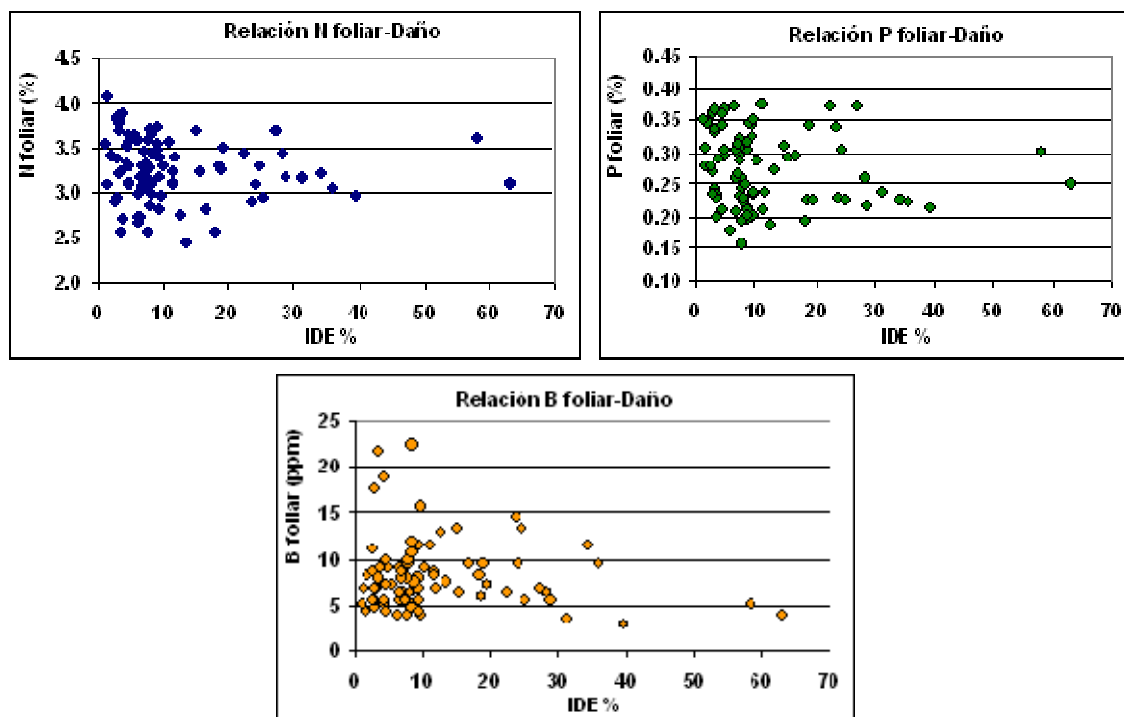


Figura 3. Relación entre el contenido foliar de N, P y B y el nivel de daño de enfermedades (IDE).

Los coeficientes de correlación entre el contenido foliar de N, P y B y el nivel de daño foliar (IDE) fueron muy bajos, -0.11, -0.13 y -0.13, respectivamente. Si bien la relación siempre es negativa, lo que indicaría que a mayor contenido de nutrientes menor es el nivel de daño foliar, los coeficientes de correlación indican en realidad que el nivel de daño foliar es prácticamente independiente del estado nutricional del árbol.

De acuerdo a Snowdon (2000), comienzan a aparecer síntomas de deficiencia de N con concentraciones foliares menores a 0.7%; deficiencias de P con concentraciones menores a 0.05% y síntomas de deficiencia en B con concentraciones menores a 8 ppm. Todas las transectas tienen más de 2% de N y más de 0.16% de P, por lo que no deberían existir deficiencias debido a estos dos macronutrientes. Sin embargo hay muchas transectas con valores menores de 8 ppm de B, por lo que si bien hasta el momento no se observa una relación entre el nivel de daño y el contenido de B, habría que ver como evolucionaron los daños en la evaluación de primavera 2009.

¿El nivel de daño por enfermedades depende del tipo de plantación (clonal o seminal)?

El nivel de daño provocado por enfermedades foliares en las transectas sobre plantaciones clonales y seminales se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para plantaciones clonales y seminales (los valores entre paréntesis representan el número de transectas de cada tipo de plantación).

Tipo de plantación	IDE
Seminal (69)	12.4 a
Clonal (14)	9.9 a

Nota: grupos con igual letra no difieren estadísticamente entre sí (LSD $p < 0,05$)

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el nivel de daño entre plantaciones seminales o clonales. Si bien en general los clones comienzan a cambiar el follaje durante el primer año, lo cual debido a la menor susceptibilidad del follaje adulto genera una reducción en el nivel de manchas foliares, al momento de la evaluación (Marzo-Abril) las plantaciones tenían entre 5 y 7 meses, por lo cual las plantaciones clonales aún tenían el 100% de follaje juvenil.

¿Existen diferencias entre fuentes de semilla y entre clones en susceptibilidad a enfermedades foliares que explique las diferencias en el nivel de daño entre transectas?

Para conocer el posible efecto del genotipo sobre el nivel de daño de enfermedades se compararon por un lado las diferentes fuentes de semilla y por otro los diferentes clones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para diferentes materiales genéticos (los valores entre paréntesis representan el número de transectas con cada material).

Fuente semilla	IDE	Clon	IDE
Chumulco (8)	25.1 a	Anselmo (3)	20.7 a
VRD (4)	22.2 abc	Candón (2)	8.0 a
INIA (4)	15.9 abc	Tinto (2)	7.7 a
Madalya (2)	15.0 ab	Odiel (4)	2.1 a
Salus (4)	10.6 abc	Batman (1)	16.6 a
Jeeralang (43)	9.5 b	Roxina (1)	13.4 a
Cowwarr (4)	5.7 c	Rivera (1)	6.8 a

Nota: grupos con igual letra no difieren estadísticamente entre sí (LSD $p < 0,05$)

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre fuentes de semilla en el nivel de daño de enfermedades (IDE), lo que indica la existencia de diferencias genéticas en cuanto a la susceptibilidad a manchas foliares. Sin embargo la diferencia en el nivel de daño foliar observada entre los clones no fue estadísticamente significativa.

Los valores de daño presentados por las diferentes fuentes de semilla sugieren que el origen Jeeralang (principal fuente de semilla utilizada comercialmente en la actualidad) tiene un buen comportamiento relativo en cuanto al nivel de daño de enfermedades.

Sin embargo hay que tener en cuenta que estos resultados no provienen de ensayos de evaluación genética, donde los diferentes materiales se comparan en igualdad de condiciones. A su vez, excepto en el caso de Jeeralang, la información para la mayoría de los materiales proviene de pocas transectas, por lo cual los valores de daño observados podrían estar afectados (enmascarados) por la interacción con otros factores de sitio y/o silviculturales.

A modo de ejemplo, en uno de las plantaciones se relevó una transecta en *E. maidenii*, que tenía un nivel de daño (IDE) de 8.3%, valor similar al promedio de todas las transectas sobre Jeeralang (9.5%). Sin embargo, al comparar el nivel de daño de una transecta con Jeeralang de la misma plantación (por lo tanto con iguales condiciones ambientales y similar manejo), se constata que la misma tenía un índice de daño bastante superior (35.9%), lo que sugeriría una menor susceptibilidad de *E. maidenii*.

En definitiva estos resultados deberían tomarse simplemente como un indicador de la existencia de variabilidad genética y no para sacar conclusiones sobre el comportamiento sanitario relativo de los diferentes materiales, para lo cual sería necesario establecer ensayos de comportamiento.

III.2. Región Litoral Oeste.

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

A diferencia de lo observado en la región Sureste, en el Litoral-Oeste se encontró una mayor diversidad de problemas sanitarios afectando el follaje de las distintas especies de *Eucalyptus*. Si bien en esta región, al igual que en el Sureste, predominaron los síntomas de manchas foliares causadas por hongos, también se observaron manchas foliares y muerte descendente de ápices laterales y apicales (tizón apical) asociados a infecciones bacterianas. En esta región no se encontraron infecciones de roya.

Las manchas foliares mostraron predominancia de aquellas causadas por especies dentro de las familias *Mycosphaerellaceas* y *Teratosphaeriaceas*. Si bien aún se continúa con la identificación de las especies presentes, *T. nubilosa* es la predominante hasta el momento en *E. globulus*, y ha sido encontrada con niveles de infección de considerable importancia en *E. dunnii*. Por otro lado, en *E. dunnii* también se ha encontrado *Kirramyces epicoccoides* infectando las hojas del estrato inferior del árbol. Hay evidencias de que otras especies patógenicas están presentes (Pérez *et al.*, 2009a), pero aún no se han finalizado los estudios de identificación.

Por otro lado, las manchas foliares causadas por bacterias fueron observadas únicamente en *E. grandis*, con niveles de defoliación del estrato inferior del árbol de 8.7% y un Índice de Daño por esta enfermedad del 5%. El tizón apical o muerte descendente asociado a bacterias, fue observado en plantaciones de *E. dunnii*, principalmente en la zona norte de la región muestreada. Cabe aclarar que, con excepción de la plantación de *E. grandis* donde se encontró mancha foliar asociada a bacteriosis, la información presentada corresponde a defoliación y necrosis causadas por hongos, con predominancia de la sintomatología causada por *T. nubilosa* pero con presencia también de otros síntomas diversos.

Al igual que para la región Sureste, la distribución geográfica de las manchas foliares fue generalizada, con una prevalencia del 100% (Cuadro 6), encontrada en los 26 sitios muestreados. El IDE promedio de la región fue 6% con un IDE mínimo y máximo de 0.1% y 51%, respectivamente. Esto indica un menor daño que el observado en los muestreos realizados en la primavera 2008 cuando se visitaron plantaciones del 2007. Cabe aclarar que en dicho muestreo sólo se había incluido *E. globulus* en el muestreo, por lo que parte de la disminución del IDF en el 2009 se debe a las condiciones ambientales menos favorables para la enfermedad, pero además a la inclusión de una gran proporción de transectas de especies de *Eucalyptus* que generalmente muestran mejor comportamiento que el *E. globulus* frente a las distintas problemáticas sanitarias.

Para el caso de los insectos, en el 100% de las plantaciones muestreadas se observaron defoliaciones por larvas o adultos de *Gonipterus* spp., sin embargo las mismas fueron, en promedio, de muy baja importancia, con un IDI promedio de 0.3%, con un mínimo y máximo de 0 y 2.8%, respectivamente. Por otro lado, *Ctenarytaina eucalypti* también estuvo presente en todas las plantaciones, con una incidencia promedio (% de ápices afectados) de 36% con un mínimo de 6% y un máximo de 89% de ápices laterales con presencia de al menos un estadio del insecto.

También se detectó la presencia de *Thaumastocoris* con una prevalencia del 50% (presente en 13 transectas de las 26 muestreadas).

Llama la atención la importante presencia de *Gonipterus* y *Thaumastocoris* en plantaciones tan jóvenes como las muestreadas, lo cual podría estar relacionado al tamaño de la población de ambas plagas observadas recientemente. Es de esperar que con altas poblaciones, la presencia de las mismas sea más generalizada.

Cuadro 6. Presencia de las distintas problemáticas sanitarias en cada transecta. Plantaciones 2008 muestreadas en el otoño 2009.

Transecta	Departam.	Especie	Mancha foliar	Tizón apical **	<i>Gonipterus</i> spp.	<i>C. eucalypti</i>	<i>T. peregrinus</i>
1	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
2	Soriano	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	X
3	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
4	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	X
5	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
6	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
7	Soriano	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	
8	Soriano	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
9	Paysandú	<i>E. globulus</i>	X		X	X	
10	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X	X	X	X	X
11	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X	X	X	X	X
12	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	X
13	Río Negro	<i>E. globulus</i>	X		X	X	X
14	Río Negro	<i>E. globulus</i>	X		X	X	X
15	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	X
16	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	X
17	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X	X	X	X	X
18	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	X
19	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X	X	X	X	X
20	Paysandú	<i>E. dunnii</i>	X	X	X	X	
Transecta	Departam.	Especie	Mancha foliar	Tizón apical **	<i>Gonipterus</i> spp.	<i>C. eucalypti</i>	<i>T. peregrinus</i>
21	Río Negro	<i>E. grandis</i>	X*		X	X	
22	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	
23	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	
24	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	
25	Río Negro	<i>E. grandis</i> x <i>E. globulus</i>	X		X	X	X
26	Río Negro	<i>E. dunnii</i>	X		X	X	

Nota: X indica presencia de la plaga o enfermedad

(*) único caso de mancha foliar predominantemente asociada a bacteria.

(**) tizón apical o muerte descendente causada por una bacteriosis

¿Cuál fue el nivel de daño foliar ocasionado por enfermedades y plagas y cuál fue su importancia relativa?

En esta región, el IDF promedio fue de 7%, o sea, en promedio las plantaciones muestreadas habían perdido el 7% de su área fotosintéticamente activa, algo menor que lo observado en la región Sureste. El IDF máximo observado fue 53% mientras que el mínimo fue muy cercano a 0%, con sólo trazas de tejido afectado.

En esta región los daños foliares producidos por las enfermedades causadas por infecciones de *Mycosphaerellaceas* y *Teratosphaeriaceas* representaron el 95% del daño total, mientras que el 5% restante correspondió a defoliaciones por *Gonipterus*. A su vez, dentro del daño foliar causado por las enfermedades, el 59% estuvo explicado por la caída de hojas (defoliación), y el 41% del daño restante dado por la necrosis del tejido foliar.

Al igual que para la región Sureste, se encontró una gran variación entre transectas, con una marcada diferencia entre las especies de *Eucalyptus* incluidas en el muestreo (Figura 4). Esta variación observada aún entre transectas de una misma especie es el resultado de la interacción compleja entre el patógeno (diferentes especies del patógeno pueden estar predominando en diferentes transectas), el hospedero (diversidad del material genético dentro de cada especie que puede presentar resistencia genética diferencial), y el ambiente (diversidad en tipo de suelo, fecha de plantación, posición topográfica, etc).

Los resultados indican que en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus* (menores a 1 año) el daño foliar es causado principalmente por enfermedades foliares (comparar escala entre Figuras 4 y 5). Sin embargo a pesar de los bajos niveles de defoliación causada por *Gonipterus* (promedio de la región de 0.3%), la defoliación por esta plaga también mostró diferencias entre las transectas (Figura 5).

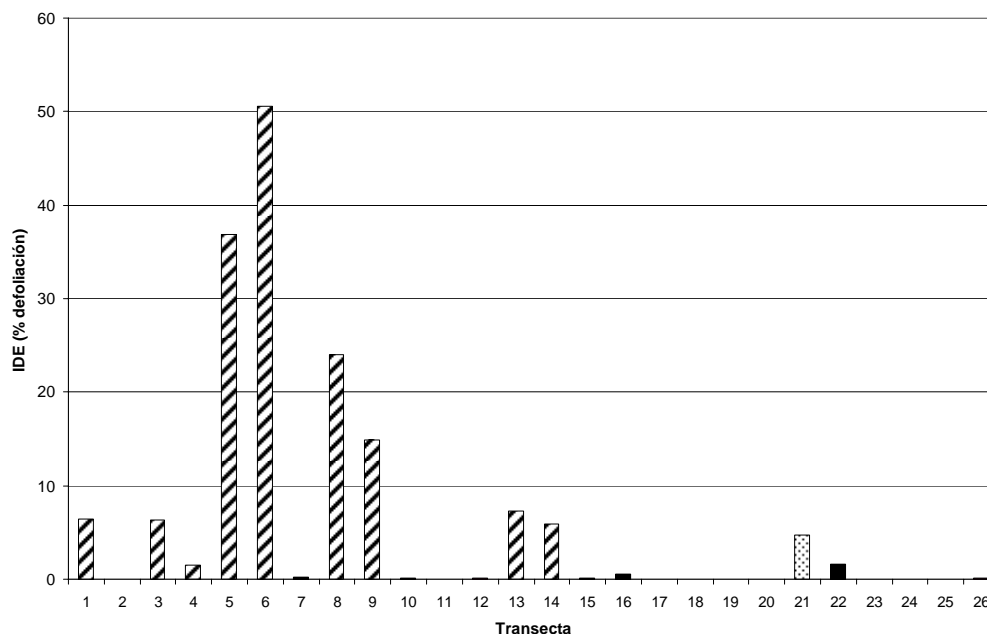


Figura 4: Promedio de daño por enfermedades (IDE) para cada transecta. Las barras inclinadas corresponden a plantaciones de *E. globulus*, las barras punteadas a *E. grandis* (transecta 21), las barras verticales a *E. grandis* x *E. globulus* (transecta 25), y las barras rellenas a *E. dunnii*.

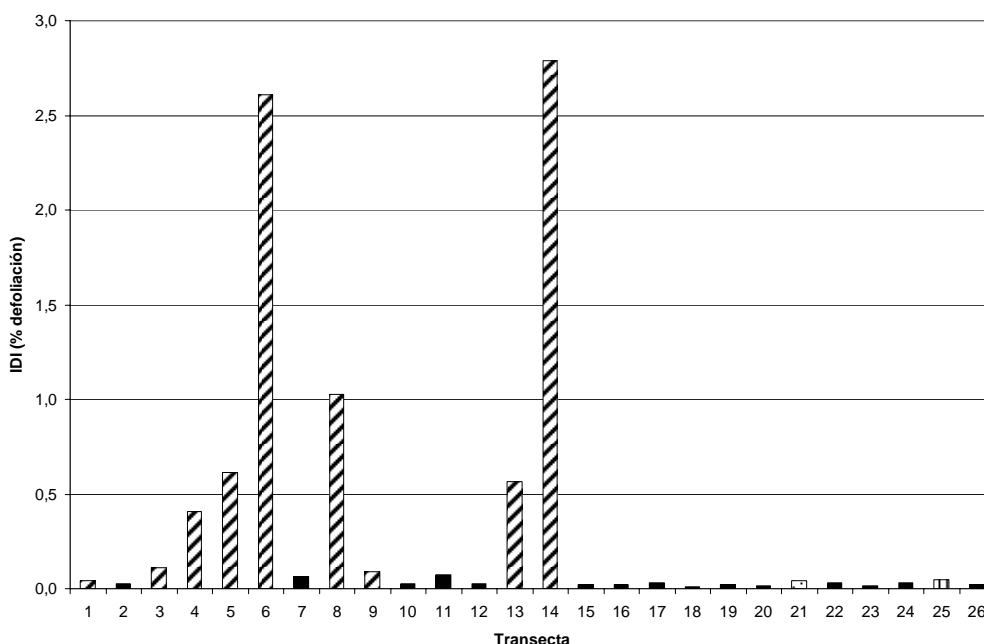


Figura 5: Índice de daño causado por *Gonipterus* en cada transecta. Las barras inclinadas corresponden a plantaciones de *E. globulus*, las barras punteadas a *E. grandis* (transecta 21), las barras verticales a *E. grandis* x *E. globulus* (transecta 25), y las barras rellenas a *E. dunnii*.

El daño foliar observado en el muestreo de otoño, tanto para el caso de las manchas foliares como para el causado por *Gonipterus*, fue claramente mayor en *E. globulus* que en el resto de las especies, principalmente mayores que *E. dunnii* que es la especie que presenta mayor número de situaciones muestreadas. Sin embargo, *E. grandis* y el híbrido *E. grandis* x *E. globulus* sólo están representados por una transecta y los resultados deben ser tomados como muy preliminares y no concluyentes.

Si bien en la Figura 4 se observan marcadas diferencias aún entre transectas de una misma especie, se realizaron promedios de defoliación por especie para tener una mejor aproximación al daño causado por las manchas foliares en cada una de ellas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de defoliación (follaje caído) como consecuencia de las manchas foliares en la mitad superior e inferior del árbol. Valores promedio de todas las transectas (n) de cada especie.

Especie	n	Estrato Superior	Estrato Inferior
<i>E. dunnii</i>	15	0.0	0.0
<i>E. globulus</i>	9	8.3 (45.5)*	13.7 (45)*
<i>E. grandis</i>	1	0.0	8.7
<i>E. grandis x globulus</i>	1	0.0	0.0

(*) valores entre paréntesis indican el valor promedio de la transecta que presentó el máximo valor de la especie.

Las especies *E. dunnii* y el híbrido *E. grandis* x *globulus* no presentaron caída de hoja como consecuencia de las manchas foliares, mientras que *E. globulus* presentó valores importantes de follaje caído en ambos estratos con un máximo de 45% en la transecta más afectada. En el caso de *E. grandis*, se observó caída de hoja en el estrato inferior, y si bien en esta transecta había infecciones de manchas foliares causadas por hongos, más del 85% de las manchas estaban asociadas a bacteriosis, por lo que se puede inferir que quién causó dicha defoliación fue probablemente la bacteriosis.

Como se mencionó anteriormente, el índice de daño foliar está compuesto por el follaje caído y por el porcentaje de tejido necrosado en las hojas remanentes en el árbol. En definitiva este último componente es el que se determina en base a incidencia (% de hojas que presentan al menos una mancha) y severidad (% del área foliar que está necrosado en aquellas hojas enfermas).

Al analizar el porcentaje de tejido necrosado y compararlo entre especies, nuevamente *E. globulus* muestra los mayores promedios y con niveles máximos de incidencia que en el estrato inferior llegaron al 89% (esto es, el 89% de las hojas remanentes presentaba al menos una mancha), y niveles de severidad del 37% (esto significa que en promedio, esas hojas enfermas presentaban un 37% del área necrosada por manchas foliares) (Cuadro 8).

Un punto a remarcar es la presencia de manchas foliares en *E. dunnii*, considerado de buen comportamiento sanitario respecto a *E. globulus*, pero sin embargo en algunas transectas se observaron valores promedio de incidencia de 67.5% y severidad del 2.3%. *Teratosphaeria nubilosa* fue confirmada en manchas de *E. dunnii* y es probable que un gran porcentaje de las manchas correspondan a dicha especie. Esto genera cierta preocupación sobre la evolución de la sanidad de esta especie si aumenta su importancia relativa en el área nacional plantada con *Eucalyptus*. Si no se tiene en cuenta el comportamiento de los materiales a plantar, potencialmente se podría favorecer el aumento relativo de la población de especies patógenas causantes de manchas foliares hacia aquellas más agresivas a *E. dunnii*, y agravar el impacto de las manchas foliares sobre dicha especie.

En el caso de *E. grandis* se observó alta incidencia principalmente en el estrato inferior, mientras que la transecta del clon híbrido de *E. grandis* x *E. globulus* mostró los menores niveles de incidencia y severidad en ambos estratos, con manchas circulares, marrón claro, similares a las causadas por *T. nubilosa* en *E. globulus*.

Cuadro 8. Incidencia (% de hojas con síntoma) y severidad (% de tejido necrosado en cada hoja enferma), de manchas foliares según especie y estrato del árbol. Valores promedio de todas las transectas (n) de cada especie.

Especie	n	Estrato Superior		Estrato Inferior	
		Incidencia	Severidad	Incidencia	Severidad
<i>E. dunnii</i>	15	5.5 (49.5)	0.4 (2.6)	11.3 (67.5)	0.8 (2.3)
<i>E. globulus</i>	9	22.4 (36.5)	9.3 (16)	63.6 (89)	18.6 (37)
<i>E. grandis</i> (**)	1	1.2	1.0	23.0	2.4
<i>E. grandis</i> x <i>E. globulus</i>	1	0.2	0.3	1.9	0.9

(*) valores entre paréntesis indican el valor promedio de la transecta que presentó el máximo valor de la especie.

(**) la mancha foliar predominante en la transecta de *E. grandis* fue asociada a bacteria y no a hongos como se observó en el resto de las especies.

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

Debido a las diferencias observadas entre especies, este análisis se realiza sólo para *E. globulus* por un lado y *E. dunnii* por otro, buscando comparar transectas que difieran en una única variable, de modo de cuantificar el impacto de la misma sin interferencia de otros factores.

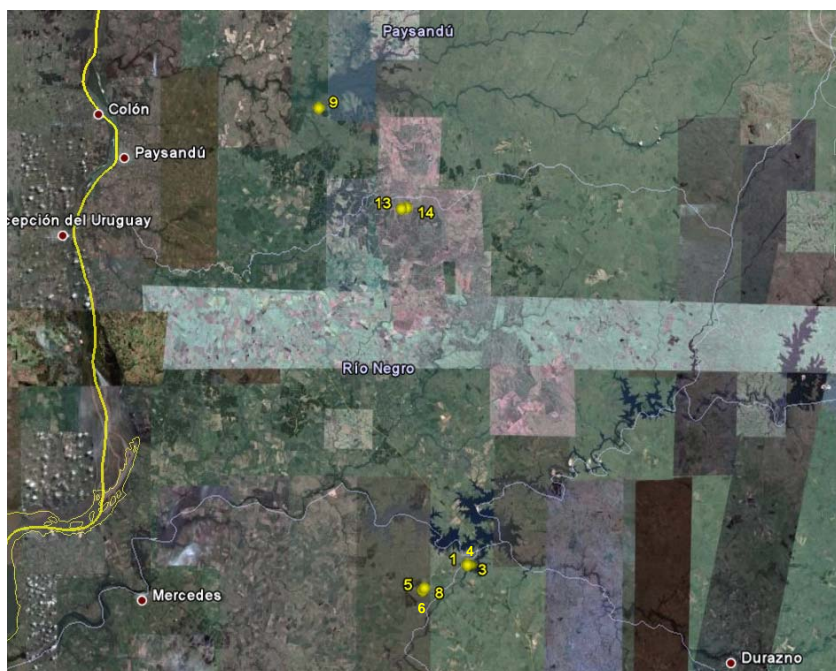


Figura 6. Ubicación geográfica de las transectas de *E. globulus*. Los números corresponden al número de transecta.

Para el caso de *E. globulus*, las plantaciones muestreadas (Figura 6) mostraron niveles de IDE altamente variables (Figura 7). Dicha variación podría estar asociada al grupo de suelo, ya que por ejemplo todas las transectas muestreadas sobre el grupo de suelo 9.5 mostraron mayores niveles de defoliación. Un punto no menor es que todas estas transectas se encuentran en el mismo campo y localizadas muy cercanas unas de otras (Figura 8). Por consiguiente, para confirmar que el grupo de suelo determina los mayores niveles de manchas se debería contar con alguna transecta en suelos 9.5 en otra plantación o zona.

Por el contrario, la cercanía entre las transectas 5, 6 y 8 permite comparar tres materiales genéticos de *E. globulus* en un mismo “ambiente”, con igualdad de suelos, fecha de plantación, etc. Al diferir únicamente en la genética del material, podría decirse que si bien el material genético de mejor comportamiento tiene altos niveles de IDE (material “D”), el mismo mostró la mitad del daño foliar que el observado para el material “C”, siendo ambos materiales de origen clonal (Figura 8). Esto remarca la existencia de materiales de comportamiento diferencial, y el impacto que la selección del material seminal o clonal tiene sobre la sanidad de la plantación. El clon “C” perdió la mitad de su área foliar fotosintéticamente activa, mientras el clon “D” aún tiene un 75% remanente.

El IDE en las distintas transectas de *E. globulus* (Figura 9), se compone distinto según la transecta. El porcentaje de hojas manchadas (incidencia) fue elevado (43% promedio general), y poco variable entre transectas. Por el contrario el porcentaje de hojas faltantes (defoliación) y el porcentaje de tejido necrosado (severidad de manchas) fue altamente variable entre transectas, principalmente la defoliación, y fueron estos componentes los que marcaron las diferencias en el IDE arriba analizado.

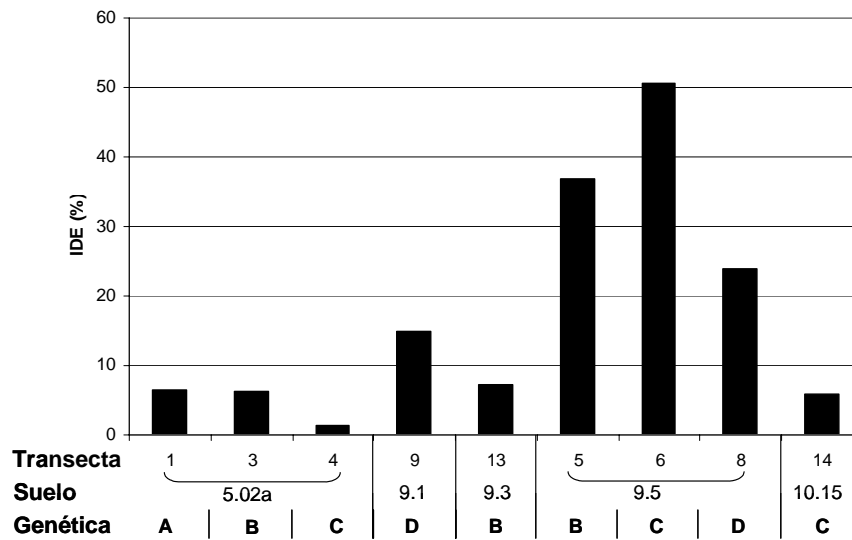


Figura 7. Promedio de daño por enfermedades (IDE) para cada transecta de *E. globulus*. Material genético codificado, misma letra significa igual material (A es seminal, mientras que B, C y D son clonales).

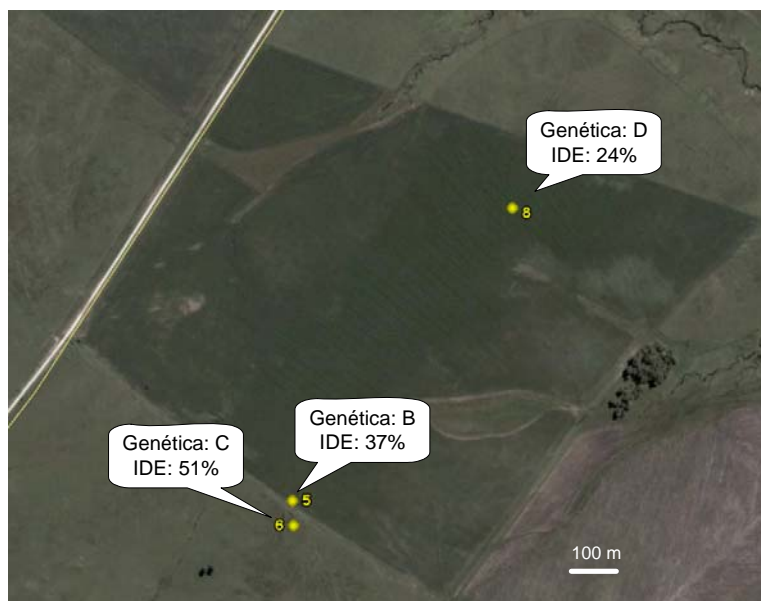


Figura 8. Ubicación de transectas de *E. globulus* sobre suelos del grupo 9.5. Se indica material genético e IDE para cada transecta.

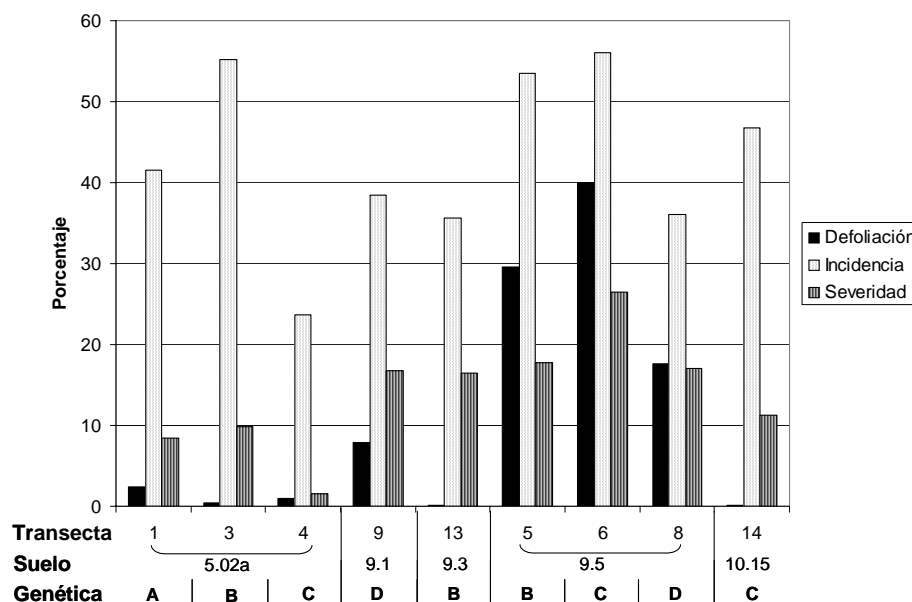


Figura 9. Defoliación (% de hojas faltantes), incidencia (% de hojas manchadas) y severidad (% de la hoja con manchas) promedio en transectas de *E. globulus*. Material genético codificado, misma letra significa igual material (A es seminal, mientras que B, C y D son clonales).

Al comparar la incidencia de manchas foliares observadas sobre las transectas realizadas en *E. dunnii*, se observa también una gran variación entre las mismas (Figura 10). La escasa cantidad de transectas realizadas y la gran diversidad de variables no permiten visualizar medidas de manejo que claramente afecten a la sanidad. Por ejemplo, como se presenta en la Figura 10, hay varios grupos de suelo que sólo tienen una transecta, y algunos materiales genéticos no tienen transectas en todos los suelos, esto limita la capacidad de análisis.

Sin embargo surgen algunos indicadores claros. Hubo situaciones en que la incidencia de manchas foliares fue elevada como se observa en la transecta 22, con niveles de incidencia cercanos al 60% en todo el árbol, lo que indica que el 60% de las hojas del árbol estaban con al menos una mancha. Esto es llamativo para el caso de *E. dunnii*, y abre una gran interrogante respecto al potencial daño que puede comenzar a observarse en esta especie. Esta transecta se encuentra en un campo nuevo (1ª rotación), plantación de primavera del 2008, y con una altura promedio al momento del muestreo (6 meses de plantada) de 2.3 m.

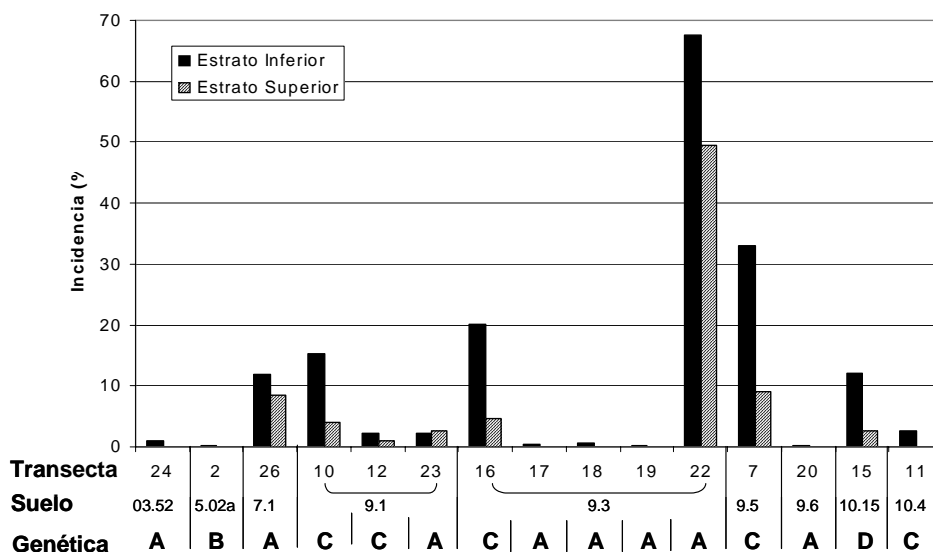


Figura 10: Incidencia de manchas foliares en *E. dunnii*. Valores promedio de cada transecta según estrato del árbol. Material genético codificado, misma letra significa igual material.

Al analizar la Figura 11 se puede concluir que los mayores niveles de incidencia observados en la transecta 22 podrían estar asociados al grupo de suelo, sin embargo las transectas 17, 18 y 19 son la misma genética de *E. dunnii*, ubicadas sobre el mismo grupo de suelos (9.3), en establecimientos de la zona de Quebracho en Paysandú, donde mostraron niveles de incidencia muy bajos (Figura 10). De esta forma se puede concluir que el grupo de suelo por sí sólo no está condicionando los niveles de incidencia de manchas, muy probablemente el mayor nivel de incidencia observado en la transecta 22 obedezca a una mayor concentración de inóculo de *T. nubilosa* presente en ese establecimiento, ya que a 300 m de allí se observó una plantación de *E. grandis* del 2007 con niveles de infección también elevados. Mayor información es necesaria para arribar a un diagnóstico conclusivo sobre la situación observada en esta transecta, pero debido a que *T. nubilosa* es un patógeno primario, capaz de causar problemas aún en árboles libre de estrés, es altamente probable que en dicho sitio la presión de inóculo presente sea la fuerza motriz del patosistema.

Con la información obtenida hasta el momento, podría concluirse que respecto a las enfermedades, y específicamente a las manchas foliares causadas por hongos, no se ha detectado ninguna medida de manejo que impacte fuertemente sobre la sanidad de la plantación, más allá de la selección de la especie (*E. globulus* más susceptible que *E. dunnii*) y la selección del material clonal o seminal a plantar.

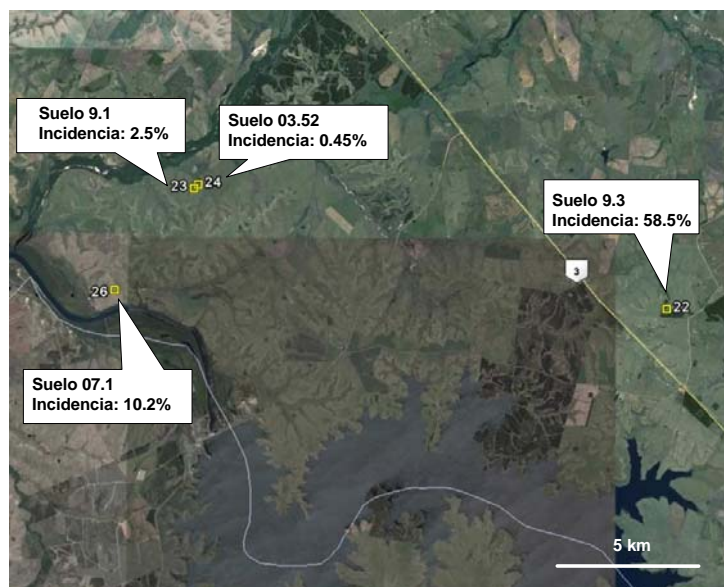


Figura 11: Ubicación geográfica de transectas de *E. dunnii* en la zona de ruta 3 y el río Negro (Dpto. Río Negro). El grupo de suelo y la incidencia son indicados para cada sitio. Los valores de incidencia corresponden al promedio de la transecta para todo el árbol (promedio de ambos estratos).

III.3. Similitudes y diferencias entre los relevamientos de primavera y otoño

Las plantaciones evaluadas en primavera 2008 no son las mismas que las evaluadas en otoño 2009. Las primeras eran plantaciones 2007 (en general de un año al momento de la evaluación), mientras que las segundas eran plantaciones 2008 (de aproximadamente 6 meses), por lo cual los resultados de ambas evaluaciones no son comparadas caso a caso, sino en forma conjunta.

Los problemas sanitarios encontrados en ambos relevamientos fueron los mismos, es decir: enfermedades foliares, causadas principalmente por especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* y por *Puccinia psidii*; e insectos fitófagos (*Ctenarytaina eucalypti*) y defoliadores (*Gonipterus* spp). Tanto en primavera como en otoño las enfermedades fueron el principal problema sanitario, con una participación muy baja de los insectos como agentes de daño foliar.

En ambos relevamientos el principal problema sanitario fue *T. nubilosa*, patógeno que provoca manchas foliares y defoliación, principalmente en las plantaciones de primer y segundo año que aún mantienen el follaje juvenil. Este patógeno viene provocando, desde el año 2007, importantes daños en las plantaciones de *E. globulus* de nuestro país (Pérez *et al.*, 2009a y Pérez *et al.*, 2009b).

En general el estado sanitario en la primavera pasada era bastante peor que el de este otoño, con un índice de daño foliar para el promedio de las transectas de ambas regiones de 36.2% y 10.7%, respectivamente. El tipo de daño provocado por las enfermedades fue sin embargo diferente, para el promedio de ambas regiones en primavera la defoliación representó el 70% del daño total, mientras que en otoño solo representó el 25% del mismo.

Estos resultados son similares a los reportados por Stone *et al.* (2003) para *T. nubilosa*, quienes describen el ciclo de la enfermedad en plantaciones nuevas como: un primer período de infección leve en primavera-verano (donde los síntomas son generalmente manchas pequeñas) y un segundo período de infección más severa en invierno-primavera (donde aumenta el tamaño de las manchas y se produce la caída prematura de

hojas). Si bien en ambos casos la severidad de la enfermedad depende de las condiciones ambientales, las diferencias en la presión de inóculo presente en cada caso (en el primer período hay poco inóculo ya que el mismo proviene de fuera de la plantación, mientras que en el segundo período hay una alta presión de inóculo local, proveniente de las hojas manchadas previamente) hacen que el invierno y la primavera sean los períodos en que es más probable que se registren los mayores daños.

En cuanto al efecto de factores de sitio y/o manejo sobre el nivel de daño, los resultados fueron similares para las evaluaciones de primavera y otoño. La posición topográfica parece tener poco efecto sobre el nivel de daño por enfermedades, pero en ambas evaluaciones las transectas ubicadas en posiciones intermedias presentan en promedio un nivel de daño algo menor que las que se ubican en zonas bajas y altas.

Lo anterior parecería no estar relacionado al tipo de suelo, al menos no está claro su efecto, ya que el nivel de daño, tanto de los grupos de suelos CONEAT más frecuentes como de los suelos agrupados por textura, fue muy similar, tanto en la evaluación de primavera como en la de otoño.

La distancia a una posible fuente de inóculo tampoco tuvo un efecto importante sobre el nivel de daño por enfermedades, pero en ambas evaluaciones las transectas que no tenían cerca otras plantaciones de eucalipto presentaron un nivel de daño algo inferior a las que sí las tenían o a las que eran replantaciones.

El efecto del tipo de plantación sobre el nivel de daño foliar varió en ambos relevamientos. En primavera el nivel de daño de las plantaciones clonales fue inferior al de las plantaciones seminales, mientras que en otoño el nivel de daño de ambos tipos de plantaciones fue similar. Esto puede explicarse por el hecho de que en la evaluación de primavera las plantaciones clonales ya tenían parte del follaje adulto (en mayor o menor proporción según el clon), por lo que el nivel de daño, principalmente por defoliación, era inferior al de las plantaciones de semilla. En cambio en otoño las plantaciones clonales tenían solo 6 meses, y aún no habían comenzado a cambiar el follaje, por lo que el nivel de daño era muy similar al de las plantaciones de semilla.

Respecto a la fuente de semilla en *E. globulus*, en ambas evaluaciones las plantaciones más afectadas fueron las realizadas con Chumulco (huerto semillero chileno) y VRD (huerto semillero australiano), mientras que las menos afectadas fueron las realizadas con Cowwarr (también de huerto semillero australiano).

Los resultados para las plantaciones clonales son más erráticos, los clones menos afectados en una evaluación no son los mismos que los menos afectados en la otra. Probablemente esto se relacione con la velocidad con que los diferentes clones cambian el follaje y con la edad de las plantaciones al momento de ambas evaluaciones, pero el hecho es que hasta el momento no es clara la susceptibilidad relativa de los diferentes clones.

Si bien los niveles de defoliación no son estrictamente comparables entre las regiones debido a posibles diferencias entre evaluadores, es probable que el menor daño causado por las enfermedades que se observó en el Litoral Oeste pudiera estar asociado a la participación de otras especies de *Eucalyptus* en el muestreo. En el sureste el 100% de los sitios muestreados correspondieron a *E. globulus*, mientras que en el Litoral sólo el 35% pertenecieron a *E. globulus* (el 58% a *E. dunni*).

IV. CONSIDERACIONES FINALES

La información generada en este proyecto no deja lugar a dudas sobre la gran dispersión que presentan las enfermedades foliares que afectan a las plantaciones jóvenes de eucaliptos, sugiriendo por lo tanto que la elección del sitio de plantación no es una alternativa efectiva para reducir el riesgo de daño por enfermedades.

Los resultados obtenidos demuestran que *E. globulus* presenta una mayor susceptibilidad a enfermedades foliares que especies como *E. grandis* y *E. dunnii*. En este sentido, la sustitución de *E. globulus* por alguna de estas especies parece ser la medida más sencilla y efectiva para reducir el riesgo de daño por enfermedades.

Si el cambio de especie no fuese una opción, debería considerarse la posibilidad de plantar clones, ya que las plantas clonadas comienzan a cambiar su follaje más precozmente que las plantas de semilla, lo cual debido a la menor susceptibilidad a enfermedades que presenta el follaje adulto resulta en un menor nivel de daño foliar. La elección del material genético (fuente de semilla o clon) es otra herramienta que podría utilizarse para reducir el riesgo de daño por enfermedades. Sin embargo se requiere más información para conocer la susceptibilidad relativa de los diferentes genotipos.

La continuidad de este proyecto permitirá una mejor comprensión de la dinámica de las enfermedades y plagas en plantaciones jóvenes de eucaliptos, y contar con un monitoreo semestral de la emergencia de nuevas problemáticas como lo sucedido con el tizón apical observado en plantaciones de *E. dunnii* y *E. grandis* en el Litoral Oeste.

Por último, este trabajo busca generar una base de datos que permitan realizar un análisis multivariado de forma de identificar componentes principales que estén explicando la gran variabilidad en el daño foliar observado entre las distintas transectas. El análisis conjunto buscará identificar medidas de manejo, si las hubiera, que expliquen dichas variaciones y que eventualmente puedan ser utilizados para reducir los niveles de daño.

V. AGRADECIMIENTOS

A las empresas y productores forestales Grupo Forestal, Redalco, Cambium, Forestal Atlántico Sur, Eufores, RMK, Intercontinental Timber, Forestal Oriental, Los Eucalyptus, Cecil Selby, Álvaro Perdomo y Von Metzen, por permitir el ingreso a sus plantaciones para realizar el relevamiento sanitario. A la Sociedad de Productores Forestales por colaborar en el financiamiento del proyecto durante el año 2009. Al Laboratorio de Micología de Facultad de Ciencias-Ingeniería por el apoyo en el proceso de identificación de patógenos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balmelli, G.; Simeto, S.; Martínez, G.; Torres, D.; Pérez, C.; Fros, D. y Bentancur, O. 2009. Incidencia y severidad de enfermedades y plagas en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* en las regiones Sureste y Litoral Oeste de Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 567. INIA. pp. 51-65.
- 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.
- Snowdon, P. 2000. Nutritional Disorders and other Abiotic Stresses of Eucalypts. In: Diseases and pathogens of Eucalypts. CSIRO. pp. 385-410.

- 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. pp. 153-239.
- Pérez, C.; Wingfield, M.J.; Altier, N. y Blanchette, R. 2009a. *Mycosphaerellaceae* and *Teratosphaeriaceae* associated with *Eucalyptus* leaf diseases and stem cankers in Uruguay. *Forest Pathology* 39: 349-360.
- Pérez, G.; Hunter, G.C.; Slippers, B.; Pérez, C.; Wingfield, B.D.; Wingfield, M.J. 2009b. *Teratosphaeria (Mycosphaerella) nubilosa*, the causal agent of *Mycosphaerella* Leaf Disease (MLD), recently introduced into Uruguay. *European Journal of Plant Pathology*. 125: 109-118.
- 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>.



INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino al Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2 902 0550
Tel: 598 574 8000
Tel: 598 2 367 7641
Tel: 598 73 35156
Tel: 598 63 22407
Tel: 598 45 22023

Fax: 598 2 902 3633
Fax: 598 574 0012
Fax: 598 2 367 7609
Fax: 598 73 29624
Fax: 598 63 23969
Fax: 598 45 25701

iniadn@dn.inia.org.uy
inialc@lc.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.org.uy