

Seminario Técnico

**Manejo de
Enfermedades y Plagas
Forestales**

5073C0912 1/0

INIA Tacuarembó
27 / 09 / 2007

ACCIONES DESARROLLADAS POR INIA EN MANEJO SANITARIO FORESTAL: ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS

Gustavo Balmelli¹; Nora Altier²; Zohra Bennadji³; Fernando Resquin⁴; Isabel Trujillo⁵; Sofía Simeto⁶

I. INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento que ha tenido el área forestada en Uruguay, la cual en los últimos 15 años pasó de 100 mil a más de 700 mil hectáreas, inevitablemente producirá un aumento en la concentración de inóculo de diversas enfermedades y un aumento en la densidad poblacional de diferentes plagas.

Si bien se reconoce que los problemas sanitarios constituyen una de las mayores amenazas para el sector forestal, ya sea por las pérdidas productivas (en cantidad y calidad de madera), como por la eventual pérdida de mercados (barreras no arancelarias), aún no se ha realizado un adecuado relevamiento de las enfermedades y plagas presentes en el país. Tampoco se conoce la incidencia y severidad con que se presentan los problemas sanitarios más frecuentes, ni las pérdidas que provocan, tanto en la cantidad como en la calidad de la madera producida. En definitiva, aún no se ha cuantificado el impacto económico que las enfermedades y plagas le ocasionan al sector forestal y al país en su conjunto.

El INIA ha venido realizando acciones, tanto internas como externas, tendientes a generar información y a realizar aportes para el manejo sanitario forestal. Las acciones internas se pueden agrupar en dos etapas, una que va desde el inicio del Programa Forestal hasta el año 2002 y otra desde dicho año hasta el presente. Algunos de los resultados obtenidos en los proyectos de investigación desarrollados por INIA se describen en el punto II de este artículo. Si bien dichas acciones continúan, el INIA ha considerado que el status sanitario es un tema prioritario para la sustentabilidad productiva del sector, por lo que aprobó un proyecto de investigación en protección forestal. Los objetivos y los resultados esperados de dicho proyecto, se describen en el punto III. Finalmente, en el punto IV, se describen las acciones externas, es decir aquellas en las que INIA participa o apoya a otras instituciones.

II. ACCIONES INTERNAS

II.1. Primera etapa: desde el inicio del Programa Forestal hasta el año 2002

Desde su creación, en 1990, las principales líneas de investigación desarrolladas por el Programa Forestal del INIA han sido el Mejoramiento Genético en *Eucalyptus* y *Pinus*. En ambos casos los proyectos implementados tuvieron dos grandes objetivos: generar información local y producir material (semillas y clones) mejorados localmente.

La generación de información local es imprescindible para conocer el comportamiento productivo de diferentes especies y/o fuentes de semilla en distintos sitios. Dicho conocimiento, fundamental al momento de decidir sobre la especie a utilizar, no se puede

¹ Ing. Agr. (M.Sc.). Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó.

² Ing. Agr. (M.Sc., Ph.D.). Protección Vegetal. INIA Las Brujas.

³ Ing. Agr. (Ph.D.). Directora del Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó.

⁴ Ing. Agr. (M.Sc.). Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó.

⁵ Ing. Agr. Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó.

⁶ Lic. Biol. Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó.

obtener de la experiencia de otros países, sino que se debe generar localmente. En este sentido, el Programa Forestal ha instalado una red de ensayos de especies y fuentes de semilla en las principales zonas de prioridad forestal. La evaluación de estos ensayos ha permitido caracterizar el comportamiento productivo, es decir conocer la adaptación a nuestras condiciones ambientales y cuantificar el potencial de crecimiento, de varias especies y numerosas fuentes de semilla, tanto para *Eucalyptus* como para *Pinus*.

La información que INIA ha venido generando en este tema se ha presentado en diferentes Seminarios y/o Jornadas y se ha publicado en varios medios. Ejemplos de resultados de este tipo se presentan en las Figuras 1 y 2. En el primer caso se muestran gráficamente resultados de un ensayo de evaluación de especies de *Eucalyptus*, instalado en Tacuarembó en un sitio con alto riesgo de heladas y con exceso de humedad. En el segundo caso se presentan resultados obtenidos en ensayos de orígenes de *E. globulus* instalados en diferentes sitios.

Información complementaria sobre estos temas puede consultarse en la Serie Técnica N° 40, 68, 102, 103, 106, 114, 123, 149 y 159; en la Serie Actividades de Difusión N° 157, 189, 289, 303, 321, 389, 416, 431, 462 y 491; en la Serie Aftercare Forestal INIA-JICA N° 14 y en la Revista INIA N° 5 y 7.

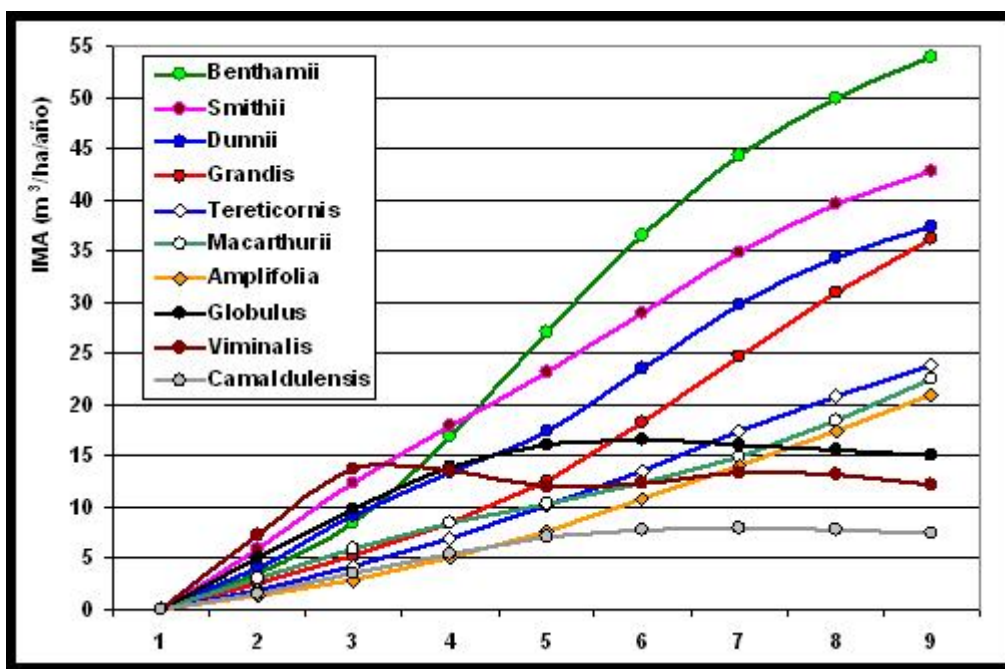


Figura 1. Evolución de la productividad (IMA en volumen total con corteza) para diferentes especies de *Eucalyptus*, en sitio bajo de Tacuarembó. Fuente: Serie Técnica N° 159.

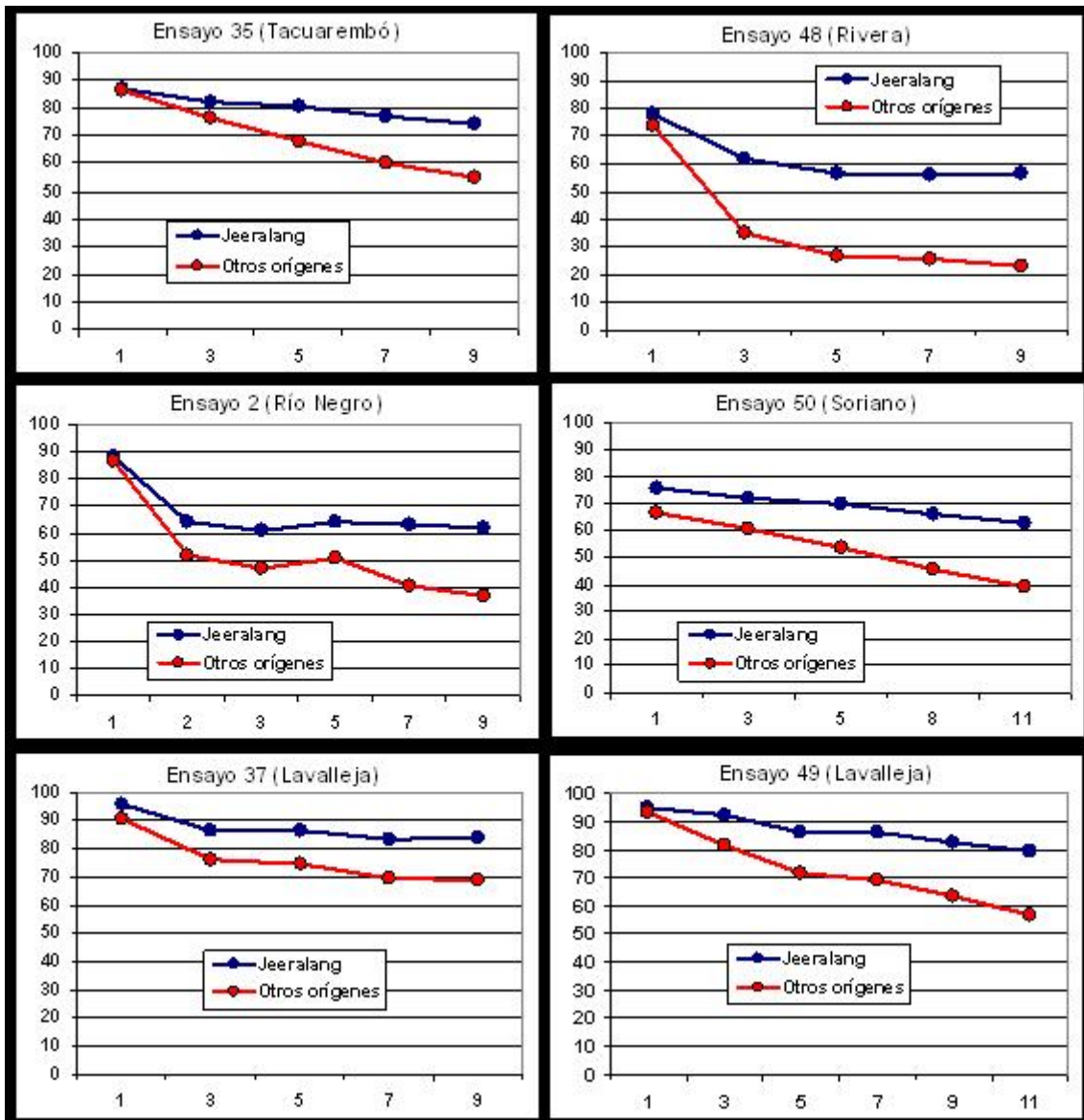


Figura 2. Evolución de la Sobrevivencia (%) del origen Jeeralang y del promedio de otros orígenes de *E. globulus*, en ensayos instalados en varios sitios. Fuente: Serie Técnica N° 143 y 149, Serie Actividades de Difusión N° 491 y 462 y datos sin publicar.

Para cumplir con el segundo objetivo de los proyectos de mejoramiento de especies de *Eucalyptus* y *Pinus*, es decir para producir semillas y clones mejorados localmente, se han implementado, para las principales especies, planes de mejora genética. La meta de dichos planes es proveer a viveristas y productores forestales con materiales locales, evitando la importación de semilla y la eventual introducción de enfermedades que aún no están presentes en el país.

Luego de varias etapas (formación de una amplia base genética, evaluación en diferentes sitios y selección de los mejores genotipos), se ha completado la primera generación de mejora para *E. grandis*, *E. globulus* y *E. maidenii* y se cuenta con planes en etapas intermedias para *E. dunnii* y *P. taeda*. En todos los casos, para la primera generación de mejora se ha definido como principal objetivo de selección el aumento de la productividad (volumen de madera por hectárea). La selección por una mayor producción implica tanto el aumento de la sobrevivencia como el aumento de la velocidad de crecimiento. De esta forma también se obtiene una mejora indirecta en la

sanidad, ya que al seleccionar por sobrevivencia se logra una mayor adaptación a factores ambientales extremos (tanto bióticos como abióticos) y al seleccionar por velocidad de crecimiento (y por lo tanto por vigor) se logra una menor predisposición al ataque de patógenos.

La descripción de los planes de mejora para las diferentes especies, la producción de semilla y clones mejorados y la evaluación del comportamiento productivo de dichos materiales se han presentado en varios Seminarios y/o Jornadas y han sido publicados en diferentes medios. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se presenta en forma esquemática el plan de mejora de *E. grandis* y en la Figura 4 se presentan resultados obtenidos en ensayos que evalúan el comportamiento de la semilla de *E. globulus* producida por INIA respecto al de otros lotes de semilla comercial.

Información complementaria sobre estos temas puede consultarse en la Serie Técnica N° 121, 123, 143, 146 y 159; en la Serie Actividades de Difusión N° 157, 189, 289, 303, 321, 416, 425, 462 y 491; en la Serie Aftercare Forestal INIA-JICA N° 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 12; en la Revista INIA N° 1, 2, 3, 4 y 8 y en la Revista Forestal N° 8, 9 y 24.

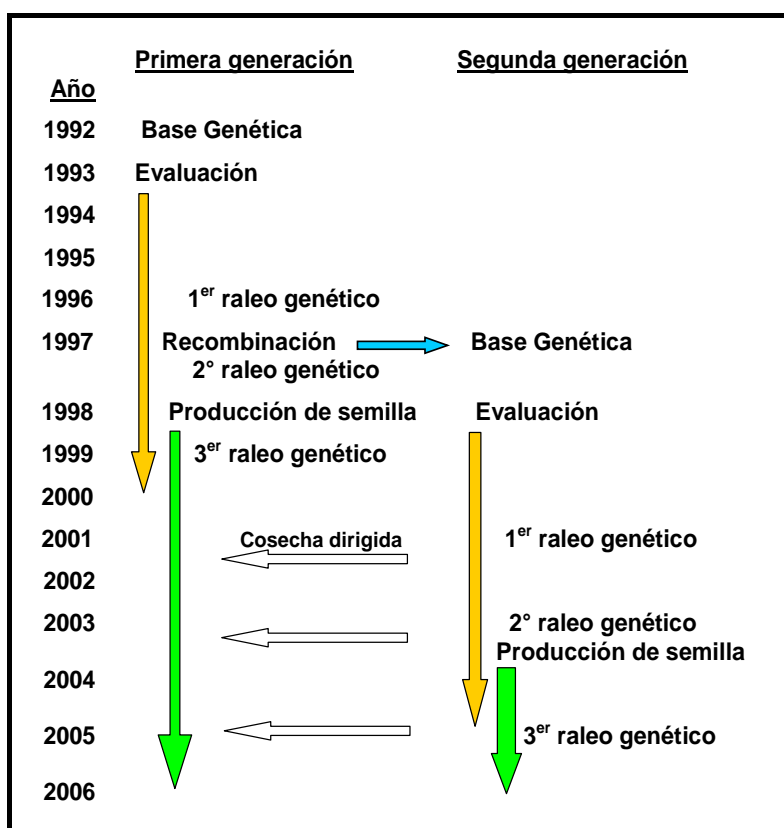


Figura 3. Esquema del Plan de Mejora Genética de *Eucalyptus grandis*. Fuente: Revista INIA N° 2 y Serie Técnica N° 159.

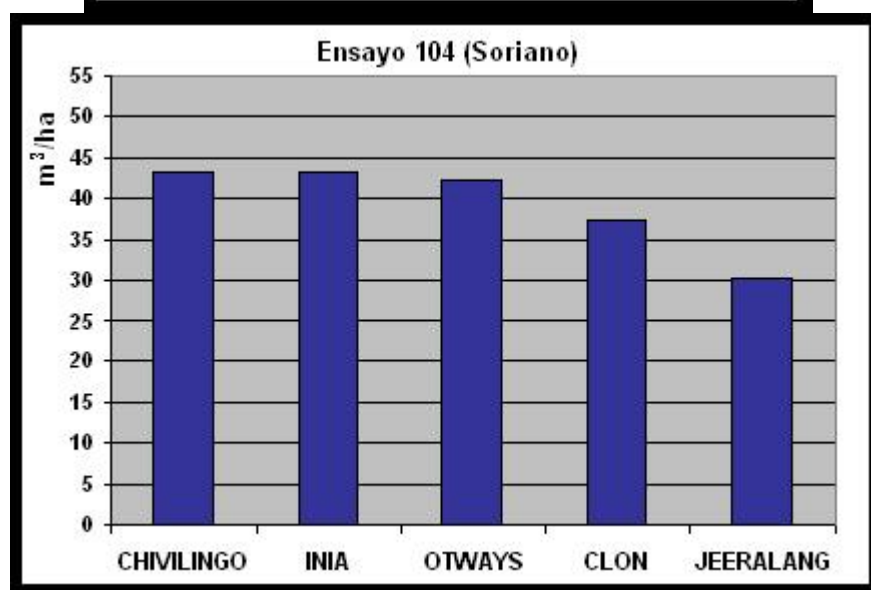
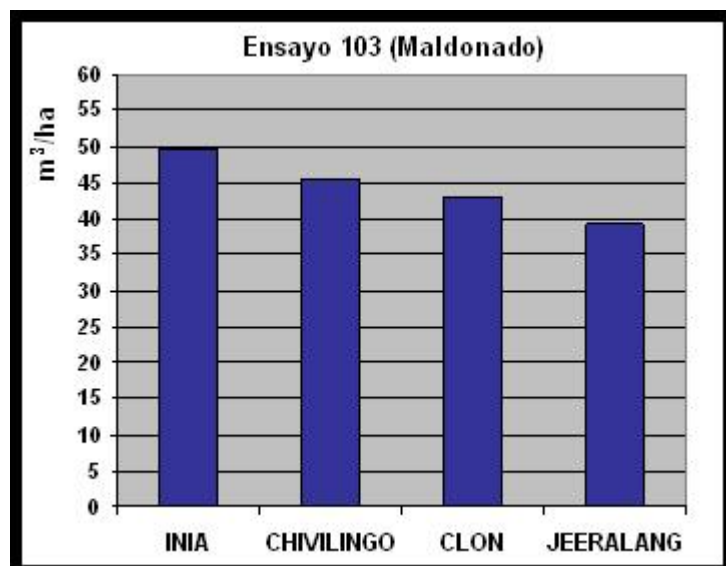


Figura 4. Comportamiento productivo (volumen total por hectárea al tercer año) de la semilla de *E. globulus* producida por INIA en ensayos instalados en dos sitios. Fuente: Serie Actividades de Difusión N° 462 y 491.

Las acciones que se describieron precedentemente continúan en forma paralela a las acciones desarrolladas en las etapas siguientes. A modo de ejemplo, los planes de mejora genética para *E. grandis* y *E. globulus* han avanzado, habiéndose completado en ambos casos la segunda generación de mejora.

II.2. Segunda etapa: desde 2003 hasta el presente

Si bien la estrategia de mejora genética descrita conduce a una mejora en la sanidad general, la misma no garantiza una mayor resistencia a plagas y enfermedades. Para lograr material genético con mayor resistencia debe incluirse la evaluación de susceptibilidad a las principales enfermedades y plagas como criterio de selección específico. Esta modificación en la estrategia de mejora se consideró imprescindible para *Eucalyptus globulus*, especie que además de problemas de adaptación ha demostrado importantes problemas sanitarios. Sin embargo, para que la selección por resistencia sea eficiente (es decir que efectivamente se logren ganancias genéticas con un costo

relativamente bajo) debe existir importante variación genética, la misma debe estar al menos bajo moderado control genético (heredabilidad) y la interacción genotipo-ambiente debe ser relativamente baja.

Para generar información local que permitiera cuantificar la variación genética en el comportamiento frente a las principales enfermedades y plagas (y por lo tanto conocer la factibilidad de realizar selección por resistencia), el Programa Forestal elaboró el proyecto "Desarrollo de una raza local de *Eucalyptus globulus* tolerante a las principales enfermedades y plagas". Dicho proyecto fue financiado por el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT-MEC) y ejecutado entre Abril de 2003 y Junio de 2004.

Los principales resultados obtenidos por este proyecto aportan a la generación de información local. Dichos resultados fueron publicados en la Serie Técnica N° 143, pero a modo de resumen se pueden mencionar los siguientes logros: a) se identificaron las principales enfermedades de *E. globulus* y se cuantificó su incidencia relativa en diferentes zonas forestales; b) se caracterizó la susceptibilidad de diferentes fuentes de semilla para cada enfermedad; c) se estimaron parámetros genéticos poblacionales (heredabilidad, correlaciones genéticas, interacción genotipo-ambiente) e individuales (valores de cría parentales) para susceptibilidad a las principales enfermedades. En las Figuras 5, 6 y 7 se presentan algunos ejemplos de estos resultados.

Por mayor información sobre estos temas se puede consultar la Serie Técnica N° 143, la Serie Actividades de Difusión N° 462 y 491, las actas del 1° y 2° Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus* y las actas del IX Congreso de Ingenieros Agrónomos del Uruguay.

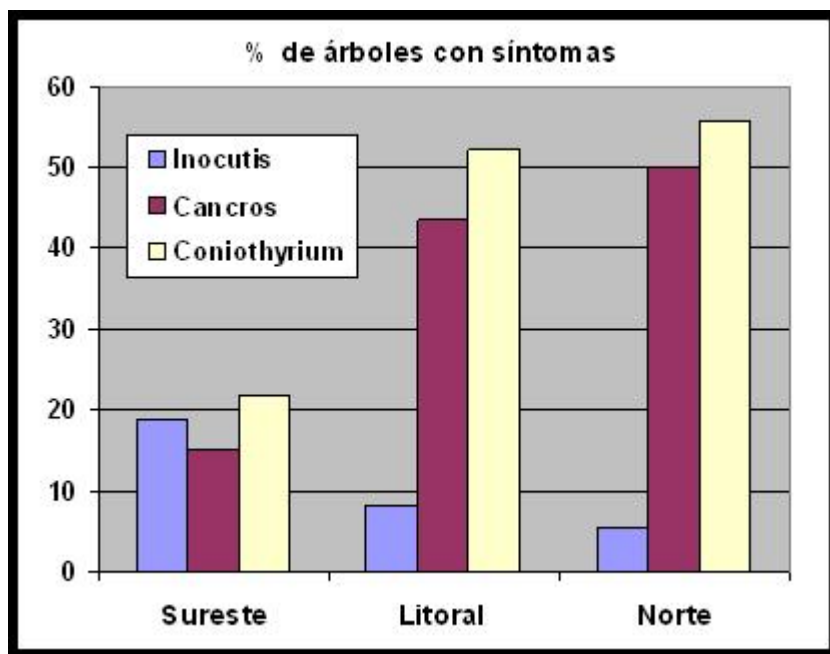


Figura 5. Incidencia promedio de enfermedades del fuste, a los 8 o 9 años, en ensayos de *E. globulus* instalados en diferentes zonas. Fuente: Presentación gráfica de datos publicados en Serie Técnica N° 143.

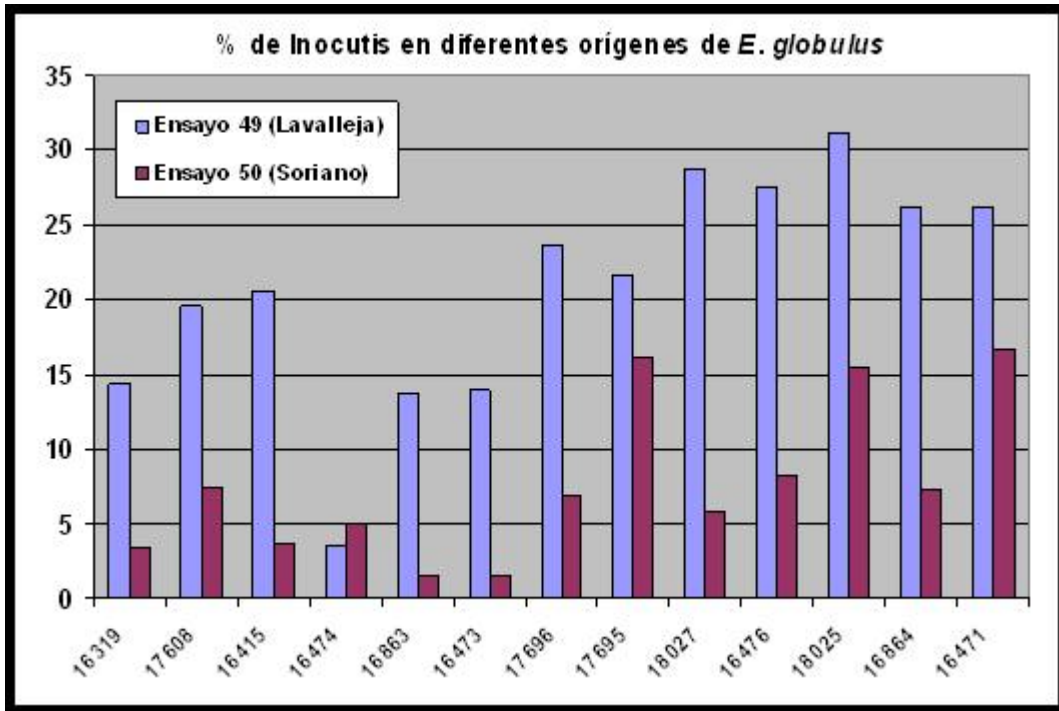


Figura 6. Diferencias de susceptibilidad de diferentes fuentes de semilla de *E. globulus* a la podredumbre blanca (*Inocutis jamaicensis*). Fuente: Presentación gráfica de datos publicados en Serie Técnica N° 143.

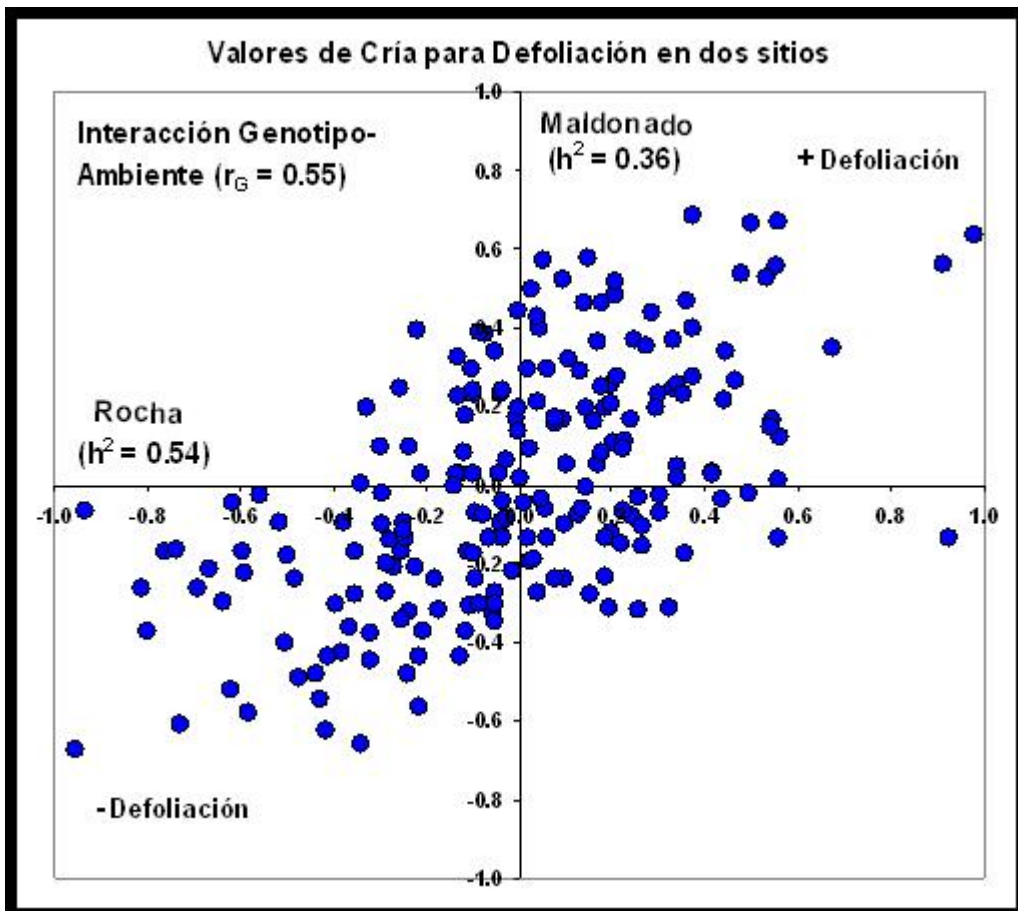


Figura 7. Valores de cría, heredabilidad en diferentes sitios e interacción genotipo-ambiente para Defoliación en *E. globulus* (evaluación a los 8 meses en pruebas de progenie instaladas en Rocha y Maldonado). Fuente: Serie Técnica N° 143 y datos sin publicar.

La continuidad de esta línea de investigación, mediante la re-evaluación de síntomas y el análisis de su relación con el comportamiento productivo, ha generado información que permite cuantificar los efectos provocados por enfermedades del fuste sobre: a) el crecimiento y la mortalidad; b) la capacidad de rebrote post cosecha; c) la calidad de la madera para la producción de celulosa. De igual forma, la re-evaluación de síntomas de enfermedades foliares ha permitido comenzar a cuantificar los efectos de las mismas sobre el crecimiento y la mortalidad posterior. Ejemplos de este tipo de resultados se presentan en las Figuras 8, 9, 10 y 11.

Información complementaria se puede consultar en la Serie Técnica N° 149 y 152, en la Serie Actividades de Difusión N° 462 y 491 y en la Revista Forestal N° 27; en las actas del IX Congreso de Ingenieros Agrónomos del Uruguay y en las actas del 2° Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus*.

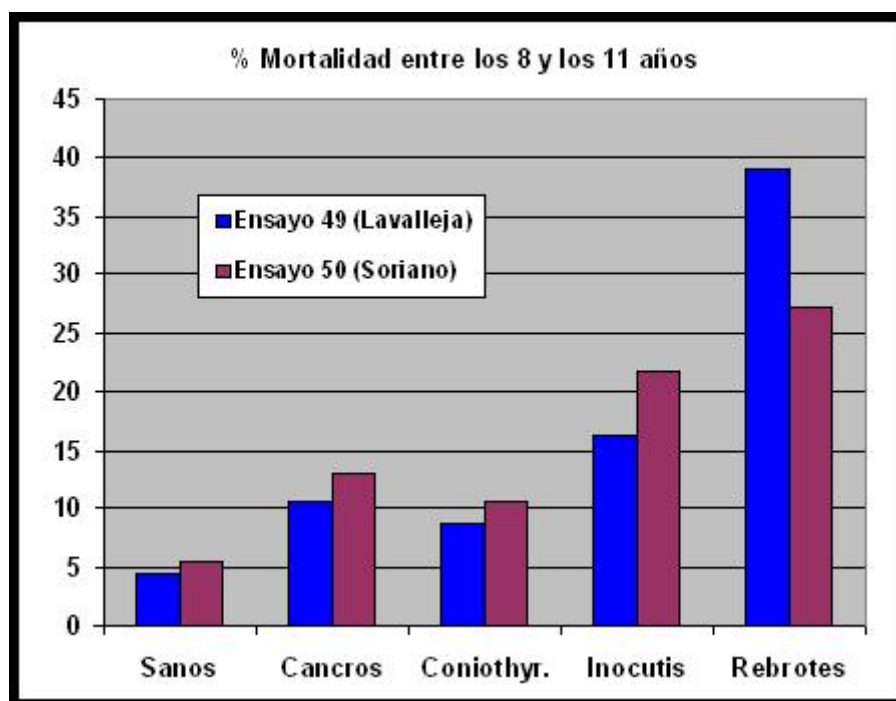


Figura 8. Mortalidad de *E. globulus*, entre los 8 y los 11 años, de árboles sanos y de árboles con diferentes síntomas. Fuente: Presentación gráfica de datos publicados en Serie Actividades de Difusión N° 462 y 491.

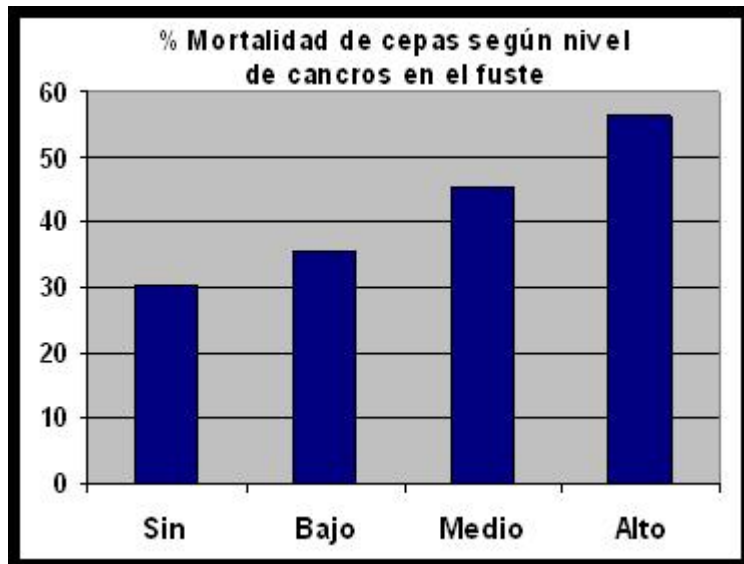


Figura 9. Efecto del nivel de canchros en el fuste de *E. globulus* sobre la mortalidad de cepas posterior a la cosecha (Ensayo 35, Lavalleja). Fuente: Revista Forestal N° 27.

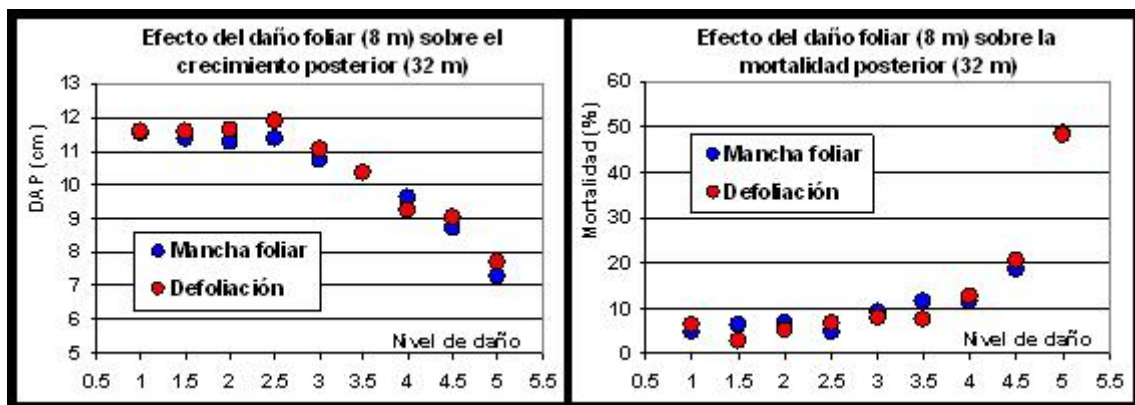


Figura 10. Cuantificación de los daños provocados por manchas foliares y defoliación en *E. globulus* (Ensayo 99, Rocha). Fuente: IX Congreso de Ingenieros Agrónomos del Uruguay.

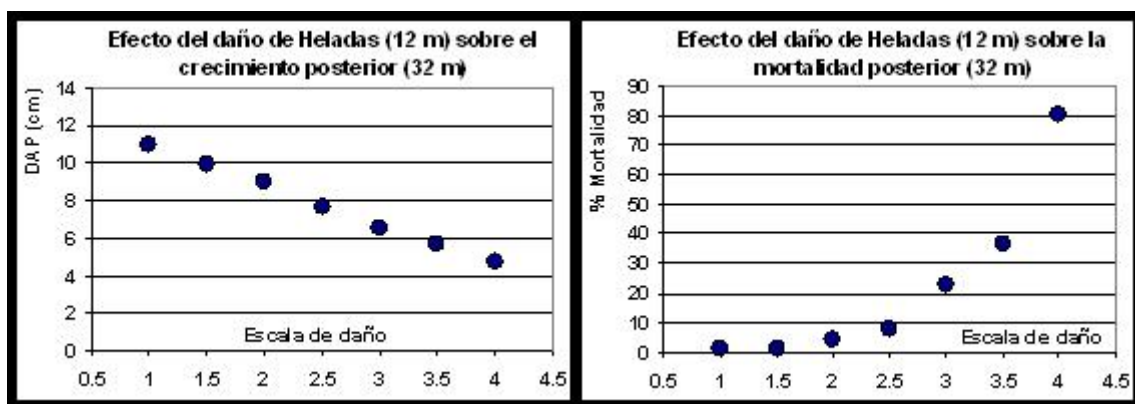


Figura 11. Cuantificación del daño de heladas en *E. globulus* (Ensayo 100, Maldonado). Fuente: Serie Actividades de Difusión 462.

Finalmente, y a modo de resumen, el análisis de la información generada hasta el momento en *E. globulus* ha permitido: a) conocer la factibilidad de utilizar la mejora genética para aumentar la resistencia a cada enfermedad; b) priorizar las características (productivas y sanitarias) a mejorar; c) rankear los genotipos según su valor genético para las características priorizadas y d) realizar el manejo genético de los Huertos Semilleros. Como ejemplo, en la Figura 12 se muestra un raleo genético del huerto de primera generación, en el cual se eliminaron las familias e individuos más susceptibles a las principales enfermedades del fuste. En forma análoga, en la Figura 13 se muestra un raleo genético del huerto de segunda generación, eliminando en este caso las familias e individuos más susceptibles a enfermedades foliares.



Figura 12. Depuración del Huerto Semillero de *E. globulus* de primera generación por resistencia a enfermedades del fuste (año 2004). Fuente: Serie Técnica N° 143.



Figura 13. Manejo genético del Huerto Semillero de *E. globulus* de segunda generación por resistencia a enfermedades foliares (año 2003). Fuente: Serie Técnica N° 143.

De esta forma se ha incorporado la resistencia a enfermedades como objetivo de selección en el Plan de Mejoramiento Genético de *E. globulus*, lo cual le ha permitido a INIA poner a disposición del sector forestal semilla producida localmente, seleccionada por productividad y sanidad.

Sin embargo, la evaluación de la resistencia/susceptibilidad a enfermedades realizada en condiciones naturales presenta varias dificultades, principalmente relacionadas a la imposibilidad de ejercer control, tanto sobre los patógenos como sobre las condiciones ambientales. En otras palabras, la única forma de asegurar una correcta evaluación del comportamiento sanitario es mediante la inoculación artificial de los patógenos que causan las enfermedades cuya resistencia se busca mejorar.

Por tal motivo, para avanzar en la selección por resistencia a enfermedades, en 2004 se presentó al PDT un nuevo proyecto titulado “Desarrollo de tests estándar de inoculación artificial para la caracterización sanitaria de germoplasma de *Eucalyptus globulus*”. En este proyecto, ejecutado entre 2005 y 2007, se buscó desarrollar la metodología de inoculación para tres grupos de patógenos de *Eucalyptus*: *Puccinia psidii*, *Mycosphaerella* spp. y Botryosphaeriaceae. La metodología utilizada y los resultados obtenidos en el proyecto se presentan en forma oral en este seminario y fueron publicados en la Revista INIA N° 9 y en la Serie Técnica N° 169 (Figura 14), por lo cual no se describirán en este artículo.

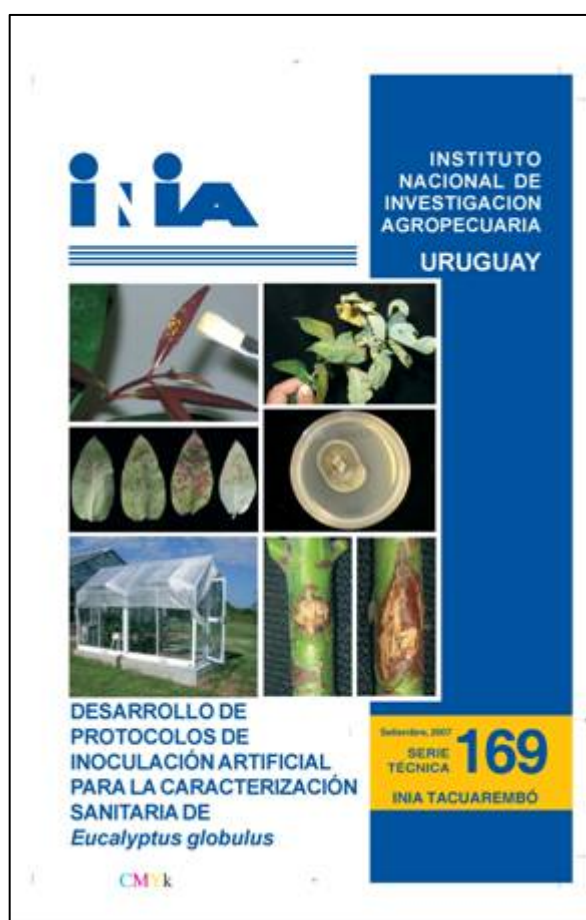


Figura 14. Tapa de la Serie Técnica N° 169.

III. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN PROTECCIÓN FORESTAL

Como se mencionó anteriormente, en los últimos años el INIA ha venido desarrollando diversas acciones en la temática sanitaria forestal. Sin embargo, dichas acciones se han concentrado en una especie (*Eucalyptus globulus*) y en una problemática (enfermedades). Para iniciar el estudio de enfermedades en otras especies forestales e iniciar el estudio de plagas, el Programa Forestal recientemente incorporó a sus líneas de investigación un proyecto específico en protección forestal.

En forma sucinta, la estrategia planteada en el proyecto para abordar el tema consta de tres etapas, una puntual, otra de corto plazo y la última de mediano y largo plazo. La primera etapa busca fortalecer las capacidades del Programa Forestal mediante la contratación en forma permanente de dos especialistas, un Fitopatólogo (que ya se incorporó a INIA) y un Entomólogo (actualmente se está procesando el concurso). La segunda etapa consiste en la implementación de un proyecto de un año de duración cuyo objetivo es priorizar y proponer proyectos de investigación de mediano y largo plazo. La ejecución de dichos proyectos corresponde a la última de las tres etapas mencionadas.

La segunda etapa, es decir el proyecto de un año de duración, se titula “**Desarrollo de propuestas de investigación tendientes a la solución de los principales problemas sanitarios de las plantaciones forestales**”. Tiene dos objetivos específicos, uno centrado en el estudio de enfermedades y el otro en el estudio de insectos-plaga. El proyecto pretende responder, para ambas problemáticas a nivel nacional, las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los problemas sanitarios existentes en las plantaciones forestales?
- ¿Cuáles son las especies más afectadas?
- ¿Cuáles son las zonas forestales con mayor incidencia y/o severidad?
- ¿Cuáles son los problemas que provocan mayores daños reales y cuáles los de mayor daño potencial?
- ¿Quiénes han trabajado en el estudio de cada problema? y ¿Qué resultados han obtenido?
- ¿Quiénes están trabajando en el estudio de cada problema y qué resultados esperan obtener?

En función de lo anterior:

- ¿Cuáles son los problemas a resolver y cuál es su importancia relativa?
- ¿Cómo se encara su estudio, es decir cuál será la estrategia a seguir y cuál es la metodología adecuada?
- ¿Con qué recursos se cuenta y qué recursos se necesitan?

Para dar respuesta a estas interrogantes se realizará un relevamiento en instituciones y empresas que trabajan en protección forestal buscando conocer su opinión sobre los problemas sanitarios existentes, las líneas de investigación en curso, los recursos disponibles (humanos, infraestructura, etc.).

La información recabada permitirá identificar y priorizar las enfermedades y plagas forestales para cada especie y/o cada región. El resultado esperado del proyecto es la redacción de propuestas de investigación de mediano y largo plazo tendientes a dar respuesta a los principales problemas identificados.

IV. ACCIONES EXTERNAS

Además de la ejecución de los proyectos de investigación mencionados, el INIA ha apoyado varios proyectos en temas de sanidad forestal, entre los cuales se destacan:

Proyecto BID-LIA N° 10. Estudio fitosanitario en *Eucalyptus globulus*: monitoreo de síntomas, incidencia de hongos, factores ambientales y biocontrol. Responsable: Lina Bettucci, Facultad de Ingeniería-Ciencias, UdelaR. Contraparte INIA: Zohra Bennadji.

Proyecto BID-LIA N° 52. Biología y tácticas para el control integrado de *Eurymerus eburiodes* y *Paramallocera hirta* en Uruguay. Responsable: Marta Bianchi, Facultad de Agronomía, UdelaR. Contraparte INIA: Zohra Bennadji.

Proyecto FPTA N° 106. Efecto de los factores edáficos, climáticos y biológicos en la adaptación sitio-especie forestal. Responsable: Luis Sayagués, Facultad de Agronomía, UdelaR. Contraparte INIA: Gustavo Balmelli.

Proyecto FPTA N° 154. Bases para un plan de vigilancia fitosanitaria nacional en plantaciones forestales en el Uruguay. Institución ejecutora: Sociedad de Productores Forestales. Contraparte INIA: Zohra Bennadji y Nora Altier.

Tesis de doctorado de Carlos Pérez (EEMAC, Facultad de Agronomía, UdelaR), en el Dept. of Plant Pathology, University of Minnesota: "Estudio de la relación entre patógenos de *Eucalyptus* y patógenos de Mirtáceas nativas en Uruguay". Orientadores: Robert Blanchette (University of Minnesota, E.U.A.), Michael Wingfield (University of Pretoria, Sudáfrica) y Nora Altier (INIA, Uruguay).

Proyecto FPTA N° 221/2006. Caracterización de las poblaciones de *Botryosphaeria* y *Mycosphaerella* presentes en plantaciones de *Eucalyptus* en Uruguay, tendiente a minimizar el impacto económico de dichos patógenos sobre la producción forestal". Responsable: Carlos Pérez (EEMAC, Facultad de Agronomía, UdelaR). Equipo de investigación: Robert Blanchette (University of Minnesota, E.U.A.), Michael Wingfield (University of Pretoria, Sudáfrica), Lina Bettucci (Facultad de Ingeniería-Ciencias, UdelaR), Nora Altier (INIA).

A su vez, el INIA integra, junto a la Dirección General Forestal, la Dirección General de Servicios Agrícolas, la Sociedad de Productores Forestales y la Universidad de la República, el "Comité Ejecutivo de Coordinación en materia de plagas y enfermedades que afectan las plantaciones forestales". Este Comité se constituyó por Resolución Ministerial (MGAP) del 9 de agosto de 2001, con el cometido principal de definir e implementar las estrategias a seguir en el tema de referencia. Entre las actividades realizadas en el marco de coordinación del Comité, se destaca la ejecución del Proyecto TCP/URU/3002 FAO "Apoyo a la defensa y protección de las plantaciones forestales en el Uruguay".

V. CONSIDERACIONES FINALES

La conjunción de acciones internas y externas en el área de la protección sanitaria forestal ha permitido generar conocimiento científico-técnico y ha contribuido en la definición de estrategias para el manejo de enfermedades y plagas que plantean un riesgo real o potencial para la producción del sector.

Dada la dispersión geográfica, la diversidad de especies, de problemas sanitarios y de disciplinas involucradas, se considera que la temática sanitaria muy difícilmente pueda

ser encarada por una sola institución o empresa. Por tal motivo, INIA promoverá la articulación y coordinación de esfuerzos del sector público y del sector privado, tanto en el ámbito nacional (UdelaR Facultad de Agronomía, de Ingeniería-Ciencias y de Química, MGAP Dirección General Forestal y Dirección General de Servicios Agrícolas y empresas forestales) como internacional (Universidades e Institutos de Investigación de Brasil, Chile, Estados Unidos, Sudáfrica y Nueva Zelanda). El desarrollo de acuerdos de trabajo y alianzas estratégicas será imprescindible para avanzar en el conocimiento y en la solución de los problemas sanitarios existentes en el sector forestal.

VI. PUBLICACIONES INIA Y ARTÍCULOS DE INTERÉS

Serie Técnica (ST)

ST 40. Daño de heladas en *Eucalyptus*. 32p. Balmelli, G. 1993.

ST 68. Ensayos de orígenes de *Eucalyptus globulus*. 13p. Balmelli, G. 1995.

ST 102. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. Alternativas forestales para sombra y abrigo en basalto. pp. 357-367. Balmelli, G y Resquin, F. 1998.

ST 103. Evaluación de orígenes de *Eucalyptus globulus* al séptimo año. 15p. Balmelli, G y Resquin, G. 1999.

ST 106. Evaluación de especies y orígenes de *Eucalyptus* al quinto año. 20p. Resquin, F y Balmelli, G. 1999.

ST 114. Evaluación de especies de *Eucalyptus* al quinto año. 23p. Balmelli, G y Resquin, F. 2000.

ST 121. Estimación y uso de parámetros genéticos en *Eucalyptus grandis*. 10p. Balmelli, G. 2001.

ST 123. Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera. 2001.

a) Area Forestal del INIA. Situación de la Investigación para la Región de Areniscas de Tacuarembó y Rivera. pp. 39-48. Bennadji, Z.

b) Evaluación de especies y orígenes del género *Eucalyptus*. pp. 51-65. Balmelli, G y Resquin, F.

c) Evaluación de fuentes de semilla de las principales especies de *Eucalyptus*. pp. 67-87. Balmelli, G; Resquin, F. y Trujillo, I.

d) Producción de semilla mejorada de *Eucalyptus grandis*. pp. 89-96. Balmelli, G.

e) Evaluación de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* al quinto año. pp. 97-101. Methol, R. y Resquin, F.

ST 143. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. 44p. Balmelli, G.; Marroni, V.; Altier, N. y García, R. 2004.

ST 146. Desarrollo de una Raza Local de *Pinus taeda*: avances en investigación. 50p. Cattaneo, M. y Methol, R. 2004.

ST 149. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en Zonas Litoral y Norte. 15p. Balmelli, G. y Resquin, F. 2005.

ST 152. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. 84p. Resquin, F.; De Mello, J; Fariña, I.; Mieres, J. y Assandri, L. 2005.

ST 159. Seminario Técnico 30 años de Investigación en Suelos de Areniscas. 2006.

a) Productividad de diferentes especies de *Eucalyptus* sobre Areniscas de Tacuarembó-Rivera. pp. 305-312. Balmelli, G. y Resquin, F.

b) Dos generaciones de mejora en *Eucalyptus grandis*. pp. 313-316. Balmelli, G.

c) Comportamiento productivo de la semilla de *Eucalyptus grandis* de primera generación. pp. 317-320. Balmelli, G. y Resquin, F.

d) Manejo genético del Huerto Semillero de segunda generación de *Eucalyptus grandis*. pp. 321-328. Balmelli, G.

ST 169. Desarrollo de protocolos de inoculación artificial para la caracterización sanitaria de *Eucalyptus globulus*. 25p. Simeto, S.; Balmelli, G.; Altier, N.; Dini, B. y Bennadji, Z. 2007.

Serie Actividades de Difusión (SAD)

SAD 157. Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Logros y Perspectivas. 1998.

a) Logros y perspectivas del proyecto INIA-JICA de Mejoramiento Genético de especies forestales del género *Eucalyptus*. pp. 20-26. Bennadji, Z.

b) Evaluación de árboles plus de *Eucalyptus grandis*. pp. 27-41. Hasegawa, Y. y Trujillo, I.

c) Evaluación de recursos genéticos externos en el género *Eucalyptus*. pp. 42-60. Kubota, G. y Resquin, F.

d) Huertos Semilleros. pp. 61-71. Balmelli, G.

e) Propagación vegetativa de especies de *Eucalyptus*. pp. 72-78. Bennadji, Z.; Uetsuki, Y. y Dalera, O.

SAD 189. Avances en Mejoramiento Genético y Manejo de Especies de *Eucalyptus*. 1999.

a) Evaluación de diferentes orígenes de *E. globulus* al séptimo año. pp. 1-11. Resquin, F.

b) Evaluación de especies y orígenes de *Eucalyptus* al quinto año. pp. 12-30. Resquin, F.

c) Plan de Mejoramiento Genético de *E. grandis*: estrategia; parámetros genéticos y producción de semilla. pp. 31- 45. Balmelli, G.

d) Selección de árboles plus de *E. globulus* y resultados preliminares a los 3 años de edad. pp. 46-47.

e) Técnicas de clonación en *E. grandis*. pp. 48-50. Trujillo, I.

SAD 289. Mejoramiento Genético, Silvicultura y Sanidad de *Eucalyptus globulus* en la región Sureste. 1) Avances en Mejoramiento Genético de *Eucalyptus globulus* en el Programa Nacional Forestal del INIA. 2002.

a) Comportamiento relativo de *E. globulus* en Zona 2. pp. 1-5. Balmelli, G.

b) Estrategia de Mejoramiento Genético en *E. globulus*. pp. 6-13. Balmelli, G.

c) Evaluación de fuentes de semilla de *E. globulus* en Zona 2. pp. 14-25. Balmelli, G.

d) Evaluación de orígenes de *E. globulus* para la producción de celulosa. pp. 26-36. Resquin, F.

SAD 303. Visita a ensayos de Silvicultura y Mejoramiento de Pinos y Eucaliptos. 2002. Evaluación de fuentes de semilla comercial de *Eucalyptus grandis*. pp. 6-9. Balmelli, G.

SAD 321. Avances en Investigación y Transferencia de Tecnología en Zona de Prioridad Forestal 8. 2003.

a) Acciones del Area Forestal del INIA en Zona de Prioridad Forestal 8. pp. 3-4. Bennadji, Z.

b) Mejoramiento genético de *Eucalyptus* y *Pinus*: resultados en Zona 8.

b1) Estrategia y principales resultados para *E. grandis*. pp. 5-12. Balmelli, G.

b2) Evaluación de la semilla comercial de *E. grandis* de INIA. pp. 13-16. Balmelli, G.

b3) Clonación y Mejoramiento Genético. Avances en *E. grandis*. pp. 17-20. Trujillo, I.

b4) Evaluación de varias fuentes de semilla de *E. dunnii*. pp. 21-24. Resquin, F.

SAD 389. Mejoramiento genético, calidad de la madera y tendencias de mercado de *Pinus taeda*. 2004. Resultados de ensayos de especies y fuentes de semilla de *Pinus*. pp. 1-21. Resquin, F.

SAD 416. Visita a ensayos de Silvicultura y Mejoramiento de Pinos y Eucaliptos. 2005. Evaluación de fuentes de semilla comercial de *Eucalyptus grandis*. pp. 4-8. Balmelli, G. y Resquin, F.

SAD 425. Avances en Propagación Vegetativa para el Género *Eucalyptus*. 2005. Propagación Vegetativa de *Eucalyptus grandis*. pp. 1-10. Trujillo, I.

SAD 462. Día de Campo Forestal en la Región Sureste. 2006.

a) Evaluación sanitaria, productiva y de propiedades de la madera de diferentes orígenes de *Eucalyptus globulus* a los 11 años. pp. 1-9. Balmelli, G.; Resquin, F.; Altier, N y Marroni, V.

b) Evaluación de fuentes de semilla de *Eucalyptus maidenii*. pp. 11-16. Resquin, F.

c) Efecto de los daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus* sobre el crecimiento posterior. pp. 17-25. Balmelli, G.; Altier, N y Marroni, V.

d) Importancia de la fuente de semilla en *Eucalyptus globulus*. Evaluación económica en una plantación comercial con semilla de Chile y Australia. pp. 29-31. Balmelli, G. y Fernández, P.

e) Comportamiento relativo de la semilla de *Eucalyptus globulus* producida por INIA. pp. 33-36. Balmelli, G.

SAD 491. Día de Campo Forestal: Mejoramiento Genético y Manejo de Especies de *Eucalyptus*. 2007.

a) Comportamiento de la semilla de *Eucalyptus globulus* producida por INIA. pp. 1-4. Balmelli, G. y Bennadji, Z.

b) Productividad de varias fuentes de semilla de *Eucalyptus maidenii* al noveno año. Pp. 5-11. Resquin, F. y Bennadji, Z.

c) Sanidad, productividad y propiedades pulperas de orígenes de *Eucalyptus globulus* a los once años. pp. 13-23. Balmelli, G.; Resquin, F.; Bennadji, Z.; Altier, N y Marroni, V.

Serie Aftercare Forestal INIA-JICA (SAF)

SAF 4. Estimación de parámetros genéticos en la segunda generación de *Eucalyptus grandis* y su utilización para el manejo de la Población Multipropósito. 11p. Balmelli, G. y Kubota, M. 2002.

SAF 5. Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento y productividad en *Eucalyptus globulus ssp. globulus* en Uruguay. 13p. Balmelli, G.; Resquin, F. y Trujillo, I. 2002.

SAF 7. Certificación de semilla mejorada de especies forestales en el Uruguay: caso de *Eucalyptus grandis*. 8p. Bennadji, Z.; Sanguinetti, G. y Cardozo, R. 2002.

SAF 8. Evaluación temprana de fuentes de semilla comercial de *Eucalyptus grandis*. 6p. Balmelli, G. y Methol, R. 2002.

SAF 9. Propagación vegetativa de especies del género *Eucalyptus*. 37p. Bennadji, Z.; Trujillo, I.; de Mello, J. y Maruyama, T. 2002.

SAF 10. Macropropagación de *Eucalyptus grandis*. 13p. de Mello, J.; Tabuchi, K.; Bennadji, Z. y Maruyama, T. 2002.

SAF 11. Micropropagación de *Eucalyptus grandis*. 13p. Trujillo, I.; Lemos, J.; Bennadji, Z. y Maruyama, T. 2002.

SAF 12. Estado actual de los Bancos Clonales de *Eucalyptus grandis* del Programa Nacional Forestal del INIA. 9p. Bennadji, Z.; Trujillo, I. y de Mello, J. 2002.

SAF 14. Evaluación del crecimiento de especies de *Eucalyptus* en diferentes zonas de prioridad forestal. 20p. Balmelli, G. y Resquin, F. 2002.

Revista INIA (RI)

RI 1. Elección y uso de semillas forestales de calidad: un proceso factible en Uruguay. pp.23- 25. Bennadji, Z. 2004.

RI 2. Semilla mejorada de *Eucalyptus grandis* en el Programa Nacional Forestal del INIA. pp. 30-32. Balmelli, G. 2005.

RI 3. *Eucalyptus globulus*: Importancia de la elección de la fuente de semilla. pp. 26-29. Resquin, F. y Balmelli, G. 2005.

RI 4. Micropropagación de genotipos selectos de *Eucalyptus grandis*. Una herramienta para el mejoramiento genético de la especie. pp. 26-28. Trujillo, I. 2005.

RI 5. Comportamiento de especies de *Eucalyptus* para sombra y abrigo en suelos sobre basalto. pp. 25-27. Balmelli, G. y Resquin, F. 2005.

RI 7. Eucaliptos colorados: una alternativa para la diversificación productiva. pp. 35-37. Balmelli, G. y Resquin, F. 2006.

RI 8. Conservación de recursos genéticos forestales. pp. 28-30. Trujillo, I. 2006.

RI 9. Roya del eucalipto. pp. 29-30. Simeto, S., Balmelli, G. y Altier, N. 2006.

Otras publicaciones

Revista Forestal N° 8. Daño de heladas en *Eucalyptus*. Consideraciones generales. pp. 17-18. Balmelli, G. 1998.

Revista Forestal N° 9. Daño de heladas en *Eucalyptus*. 2ª parte: Cómo reducir riesgos. pp. 17-19. Balmelli, G. 1998.

1° Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus*. Montevideo. 2003.
Control genético de la susceptibilidad de *Eucalyptus globulus* a diferentes enfermedades. 14p. Balmelli, G.; Marroni, V.; Altier, N. y García, R.

Revista Forestal N° 24. Primera evaluación de la semilla mejorada de *Eucalyptus globulus* del Programa Nacional Forestal del INIA. pp. 4-7. Balmelli, G. 2004.

Revista Forestal N° 27. Efecto de enfermedades del fuste en *Eucalyptus globulus*. pp. 9-14. Balmelli, G. y Resquin, F. 2005.

IX Congreso de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. Montevideo. 2005.
Efecto de enfermedades foliares en *Eucalyptus globulus* al tercer año de crecimiento. 16p. Balmelli, G.

2º Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus*. Pontevedra, España. 2006.

a) Daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus*. I. Efecto fenotípico sobre el comportamiento productivo posterior. Balmelli, G.; Altier, N y Marroni, V.

b) Daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus*. II. Control genético y correlaciones genéticas con parámetros productivos. Balmelli, G.; Altier, N y Marroni, V.

RESISTÊNCIA GENÉTICA DE *EUCALYPTUS* SPP. A ENFERMIDADES COM ÊNFASE À FERRUGEM, CAUSADA POR *PUCCINIA PSIDII* Acelino Couto Alfenas & Lúcio Mauro da Silva Guimarães. ¹Departamento de Fitopatologia/Bioagro, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa, MG. e-mail: aalfenas@ufv.br

Monitoramento de enfermidades, programa de melhoramento genético e clonagem para a obtenção de materiais elites resistentes

Para um controle eficaz das enfermidades que incidem na eucaliptocultura, é fundamental efetuar um monitoramento sistemático das enfermidades em viveiro e campo, incluindo plantios comerciais, testes clonais e de progênies (Figura 1). Isso permite, detectar possíveis enfermidades endêmicas ou epidêmicas ainda não observadas previamente e implementar antecipadamente medidas de controle a fim de evitar perdas de grande impacto econômico na cultura. Identificadas as principais enfermidades e avaliado o impacto econômico que estas podem causar, deve-se incluir a característica resistência genética no programa de melhoramento, além das características silviculturais e industriais. Para isso é essencial o desenvolvimento de métodos de inoculação eficientes e avaliação precisa do fenótipo, em condições controladas. Deve-se, portanto, otimizar os protocolos de inoculação e conhecer as condições ótimas para o desenvolvimento da enfermidade como a biologia do patógeno e os estádios fenológicos do hospedeiro, mais suscetíveis à infecção, para embasar a escolha dos componentes de resistência.

Apesar dos riscos inerentes dos plantios homogêneos, a clonagem é uma ferramenta valiosa para a multiplicação comercial de materiais superiores resistentes a enfermidades. Neste contexto, é fundamental a geração constante de novos clones contendo diferentes combinações gênicas, obtidas principalmente a partir de cruzamentos entre espécies contrastantes para diferentes características silviculturais e tecnológicas de interesse comercial, incluindo resistência a enfermidades (Alfenas et al., 2004).

Como os programas de melhoramento genético de espécies florestais arbóreas são de médio e longo prazo, é fundamental dispor de matrizes resistentes. Assim, para a formação da população base é recomendável a seleção dos genitores resistentes, antes

da implantação dos pomares de hibridação. Essa estratégia de avaliação e seleção de genótipos superiores e resistentes às principais enfermidades é, atualmente, a mais recomendada, porém não elimina, a avaliação dos clones selecionados e indicados para o plantio comercial. A avaliação deve ser realizada após a seleção dos clones mais promissores, antes da implantação, dos Testes Clonais Ampliados (Figura 1 e 2).

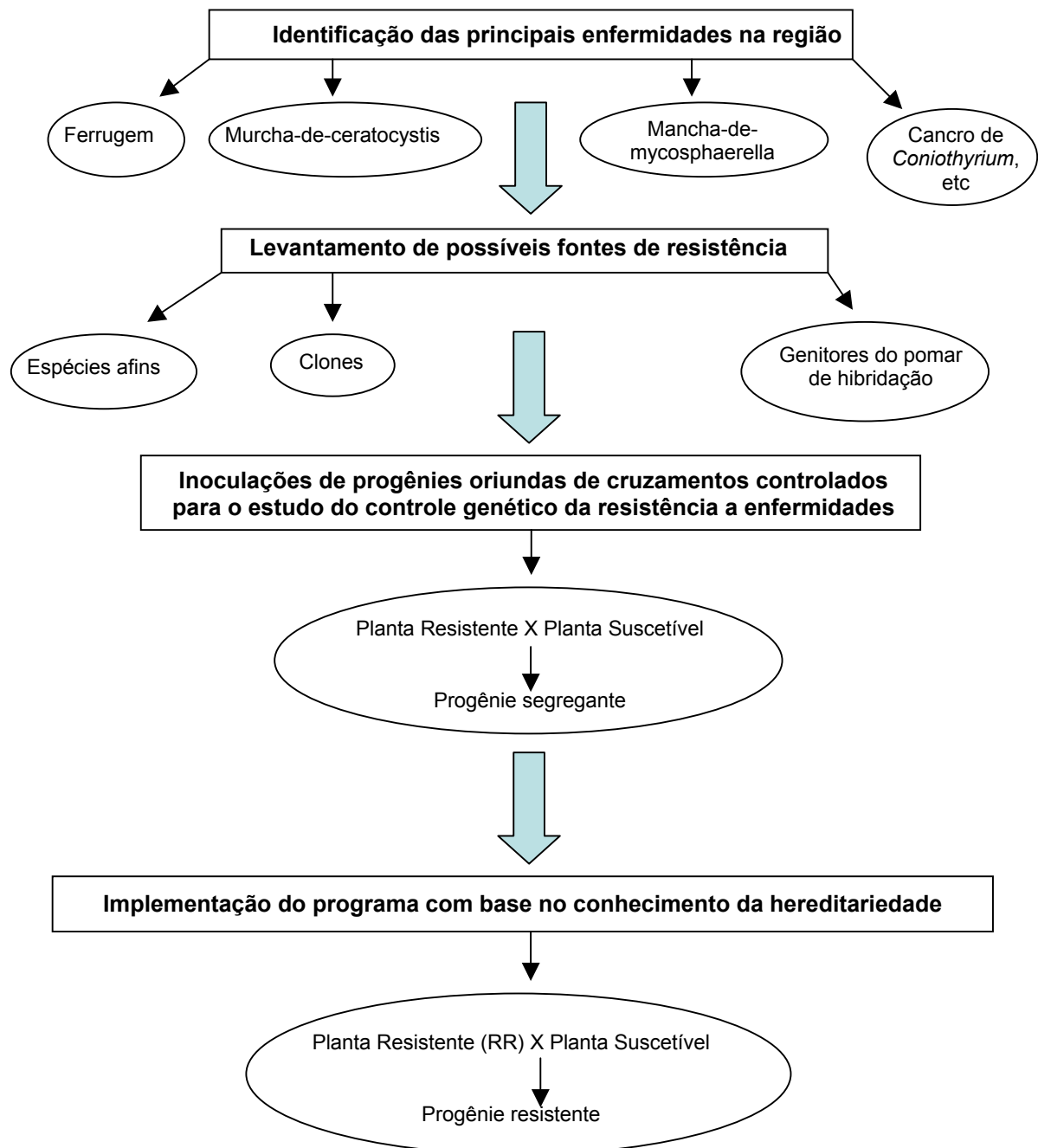


Figura 1. Fluxograma com as etapas do programa de melhoramento destinado à obtenção de materiais genéticos resistentes a enfermidades.

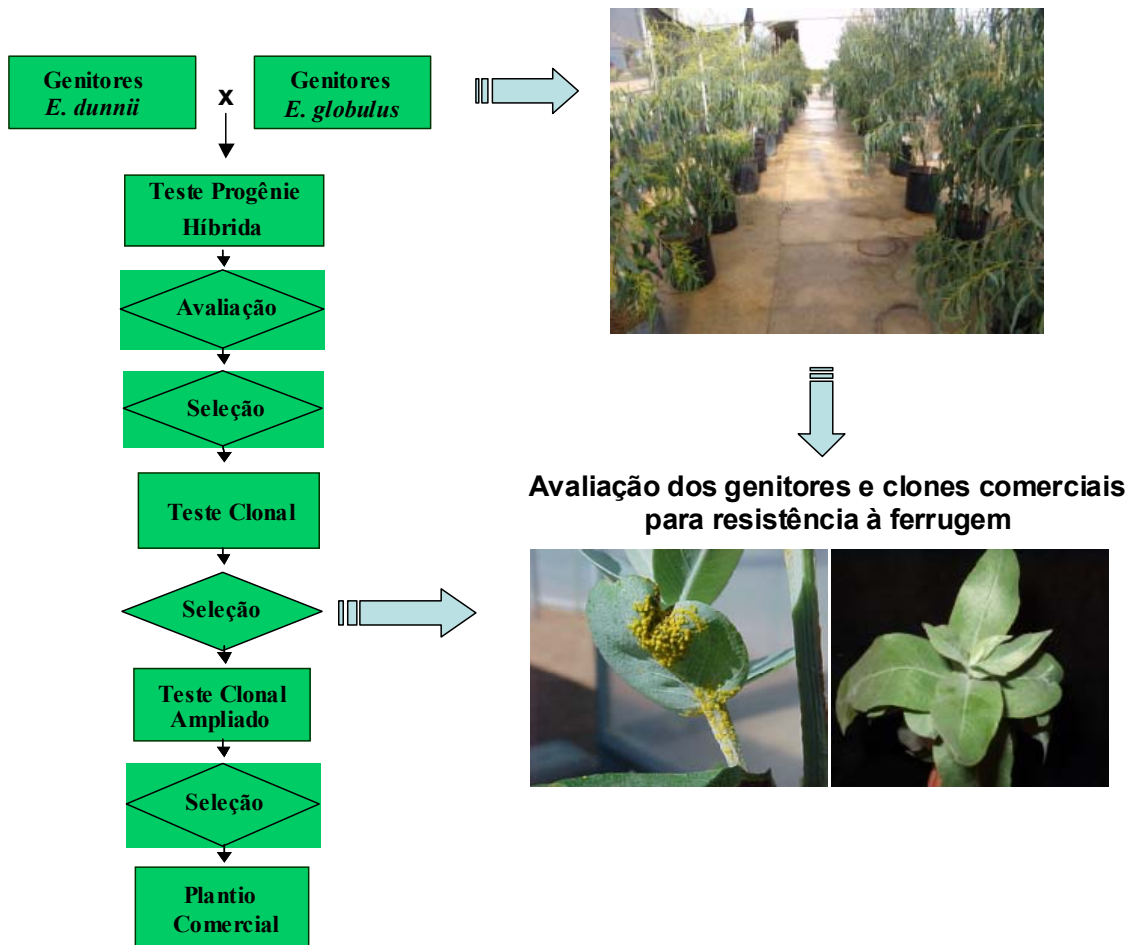


Figura 2. Exemplo das etapas de um programa de melhoramento genético baseado no cruzamento interespecífico entre *Eucalyptus dunnii* x *E. globulus* e a seleção de genitores e clones comerciais resistentes à ferrugem.

A inclusão de outras características para a seleção de genitores e clones híbridos, certamente irá provocar um estreitamento da base genética nas populações de melhoramento. Assim, a ampliação da base genética dos materiais resistentes a enfermidades pode ser feita por meio da permuta de pólen e, ou sementes entre empresas ou instituições que tenham programas de melhoramento semelhantes, quanto à resistência à ferrugem.

Tendo em vista os problemas de adaptabilidade (alta suscetibilidade à geada e à seca) do *E. globulus*, como espécie pura, em várias regiões do Uruguai, acredito que o desenvolvimento de híbridos inter-específicos constitui a alternativa mais viável para o sucesso da eucaliptocultura uruguaia com vistas à produção de madeira para celulose. Além de *E. globulus*, outras espécies como *E. benthamii*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E.*

maidenii, *E. nitens*, *E. saligna* e *E. viminalis* não podem ser negligenciadas. No caso de *E. saligna* ou *E. grandis*, pode-se empregar as progênies F₁ híbridas locais (de polinização aberta) para se ganhar em tempo e adaptabilidade para cruzamentos e retrocruzamentos com *E. globulus* a fim de melhorar a qualidade da madeira para celulose. Os híbridos devem ser obtidos mediante uma série de cruzamentos e retrocruzamentos para recuperar ou manter as características das plantas para qualidade de fibra, resistência a geadas e a doenças fúngicas. Estima-se que os materiais mais promissores devem conter em torno de 50 - 87,5% de genes de *E. globulus*. Avaliações das características da madeira para celulose, resistência a geada e a outras doenças bióticas devem ser feitas em cada geração de cruzamentos. Materiais elites devem ser clonados para plantio imediato. A formação de pomar “in door” em vasos e o uso de paclobutazol para induzir o florescimento precoce, como recém-começado na em algumas empresas uruguaias, é uma alternativa viável para a produção de híbridos interespecíficos. O uso de marcadores moleculares poderá auxiliar na obtenção de materiais com maior proporção de genes de uma espécie de interesse.

A seleção de plantas geneticamente superiores (resistentes a doenças, à geada, à deficiência hídrica, etc.) e sua multiplicação clonal (estaquia ou miniestaquia), aliada aos tratados culturais mais adequados, traz ganhos consideráveis, que podem chegar a mais de 100%. No Brasil, o controle de doenças, como cancro, ferrugem e manchas foliares do eucalipto, é feito mediante seleção e clonagem de genótipos resistentes superiores. Indubitavelmente, a clonagem de genótipos superiores de *E. globulus* e de seus híbridos é a estratégia mais indicada para o sucesso da eucaliptocultura no Uruguai. A técnica de miniestaquia (Alfenas et al 2004), sob condições controladas é a mais indicada. Naturalmente, o enraizamento de estacas em climas frios (subtropical e temperado) exige uma infra-estrutura mais sofisticada que em climas tropicais.

Além da seleção de genótipos resistentes, é essencial conhecer a base genética da resistência e a variabilidade na população do patógeno a fim de orientar os programas de melhoramento genético (transferibilidade da resistência) e prever a estabilidade da resistência. O mapeamento de regiões genômicas (QTL's) e, ou, a identificação de marcadores moleculares ligados a genes que conferem resistência poderá auxiliar a seleção precoce de materiais promissores e o entendimento dos mecanismos de resistência.

***Eucalyptus-Puccinia psidii* como sistema modelo**

Puccinia psidii é um patógeno biotrófico que infecta várias espécies da família Myrtaceae e Heteropixidaceae (Alfenas et al., 2004; Coutinho et al., 1998). A preferência do patógeno em colonizar tecidos jovens está associada às etapas de pré-penetração, sendo que em folhas completamente expandidas a germinação de urediniosporos e a formação de apressório são muito baixas e não há penetração. A resistência à penetração pode estar associada ao aumento da espessura e alteração da composição da cutícula que ocorre durante o desenvolvimento foliar (Xavier et al., 2001). Além da variação ontogenética para resistência, existe variabilidade inter e intra-específica. A existência de genótipos resistentes pertencentes a diversas espécies de *Eucalyptus* torna a resistência genética a melhor alternativa de controle da enfermidade. Uma das formas de resistência à ferrugem é determinada por um gene dominante de efeito principal denominado *Ppr-1* mapeado em uma progênie de irmãos germanos de *E. grandis* e que se encontra intimamente ligado ao marcador RAPD AT9₉₁₇ (Figura 3) (Junghans et al., 2003). Entretanto, em função das limitações inerentes à técnica de RAPD, o uso da informação de ligação do gene ao marcador molecular tem ficado restrito ao ‘pedigree’ utilizado para o mapeamento, limitando o compartilhamento inter-experimental de dados e a possibilidade de validação do gene, aspecto fundamental para seleção assistida por marcadores. Atualmente, encontra-se em andamento na UFV o mapeamento de um grande número de marcadores microssatélites altamente transferíveis e polimórficos, localizado próximo a *Ppr1* em uma progênie interespecífica, com a finalidade de usar um par de microssatélites ligados ao gene (Alves et al., 2007). Espera-se que o uso desses marcadores torne eficiente a seleção de plantas, contendo *Ppr1*, de outras procedências, progênies e espécies de *Eucalyptus*, o que permitiria a introgressão e seleção assistida. Além do mapeamento genético utilizando-se microssatélites, o mapeamento físico e a clonagem posicional de *Ppr-1* estão em andamento no Laboratório de Genômica (Sérgio H. Brommonschenkel, DFP/UFV). A clonagem desse gene permitirá a sua transferência para genótipos suscetíveis via transformação genética e o seqüenciamento do gene e das regiões adjacentes permitirá o desenvolvimento de marcadores robustos para seleção assistida, assim como estudos da variação alélica de *Ppr-1* por genotipagem de SNPs e também a busca de novas fontes de resistência distintas de *Ppr-1*.

A resistência pós-penetração à ferrugem está associada ao desencadeamento da resposta de hipersensibilidade, uma vez que, em materiais resistentes, visualiza-se a necrose das células localizadas no sítio de penetração do patógeno (Xavier et al., 2001). Postula-se que *Ppr-1*, a exemplo do que ocorre com outros genes de resistência, codifique para uma proteína que reconheça direta ou indiretamente o patógeno desencadeando o processo de defesa. Além da proteína que ativa o mecanismo de defesa, proteínas envolvidas na transdução de sinais e proteínas que atuam diretamente sobre o patógeno (resposta de defesa propriamente dita) também são fundamentais para a resistência. A importância do produto de outros genes de efeito menor (“minor genes”) na resistência é evidente pela variação na extensão da colonização do patógeno em plantas que expressam *Ppr-1*.

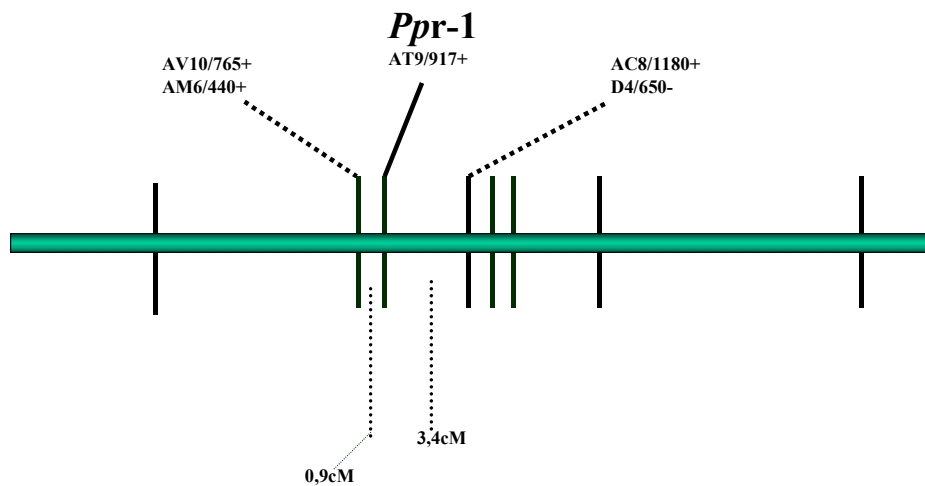


Figura 3. Mapa de ligação contendo o gene *Ppr-1* e quatro marcadores em acoplamento (Junghans et al. 2003).

Referência Bibliográfica

- Alfenas, A.C., Zauza, E.A.V., Mafia, R.G., Assis, T.F. Clonagem e enfermidades do eucalipto. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. 2004. 442p.
- Alves, A. A.; Alfenas, A. C.; Lau, D.; Guimaraes, L. M. S.; Brommonschenkel, S. H.; Cruz, C. D.; Grattapaglia, D. Genetic mapping of a major effect QTL for rust (*Puccinia psidii*) resistance in an interspecific cross of *Eucalyptus* spp. In: 53º Congresso Brasileiro de Genética, 2007, Águas de Lindóia. Anais do 53º Congresso Brasileiro de Genética, 2007.
- Coutinho, T.A., Wingfield, M.J., Alfenas, A.C., Crous, P.W. *Eucalyptus* rust: a disease with the potential for serious international implications. Plant Dis 82:819–925, 1998.
- Junghans, D.T., Alfenas, A.C., Brommonschenkel, S.H., Oda, S. Mello, E.J.; Grattapaglia, D. Resistance to rust (*Puccinia psidii* Winter) in *Eucalyptus*: mode of inheritance and mapping of a major effect locus with RAPD markers. Theoretical applied genetics, 108:175-180, 2003.
- Xavier, A.A., Alfenas, A.C., Matsuoka, K., Graça, R.N. Variabilidade fisiológica de isolados de *Puccinia psidii* em diferentes hospedeiros. Fitopatol Bras 26:443 (Suplemento), 2001.

Patógenos de *Eucalyptus* presentes en Mirtáceas nativas

Pérez, C. A.^{1,2}; Altier, N.³; Simeto, S.³; Wingfield, M. J.⁴; Blanchette, R. A.¹

¹Department of Plant Pathology, University of Minnesota, 495 Borlaug Hall, 1991 Upper Buford Circle, MN 55108, USA.

²Departamento de Protección Vegetal, Universidad de la República, Ruta 3, km 363, Paysandú, Uruguay.

³Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ruta 48, km 10, Canelones, Uruguay.

⁴Department of Genetics, Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI), University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Correo electrónico: caperez@fagro.edu.uy

Resumen

El explosivo incremento en el área plantada con *Eucalyptus* plantea nuevos desafíos entre los cuales las enfermedades juegan un rol preponderante. El *Eucalyptus* es una especie introducida en Uruguay, y probablemente varios de los patógenos causales de dichas enfermedades han sido también introducidos. Sin embargo, no hay 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 nativas del país.

Los resultados preliminares confirman la presencia de varios grupos de patógenos del *Eucalyptus* actualmente infectando diferentes especies de árboles nativos del grupo Myrtaceae. Estos resultados reafirman la importancia y necesidad de generación de mayor conocimiento respecto a los distintos patógenos que afectan al *Eucalyptus*. Una correcta identificación y caracterización genética de las poblaciones de patógenos son pilares fundamentales en la generación de genotipos de *Eucalyptus* con resistencia durable a los principales patógenos.

Introducción

El explosivo incremento en el área plantada con *Eucalyptus* plantea nuevos desafíos entre los cuales las enfermedades juegan un rol preponderante. El *Eucalyptus* es una especie introducida en Uruguay, y probablemente varios de los patógenos causales de dichas enfermedades han sido también introducidos. Sin embargo, como resultado de recientes muestreos, se han encontrado fuertes evidencias de que varios patógenos importantes del *Eucalyptus*, están también presentes en especies de árboles nativos en Uruguay. Especies de árboles pertenecientes a las Mirtáceas son muy probablemente fuentes potenciales de inóculo que podrían estar amenazando la producción de *Eucalyptus*. Sin embargo, no hay información generada en el país respecto a cuáles patógenos de *Eucalyptus* podrían estar presentes en estas especies nativas, lo cual es una gran limitante para la sustentabilidad de la producción de *Eucalyptus* en Uruguay.

Algunos de los patógenos más importantes o patógenos potenciales de *Eucalyptus* en Uruguay son *Ceratocystis fimbriata* (Barnes *et al.*, 2003), *Coniothyrium zuluense*, *Botryosphaeria dothidea*, *Cylindrocladium* spp., *Mycosphaerella* spp. y *Puccinia psidii* (Balmelli *et al.*, 2004). La mayoría de estos patógenos han sido muy poco estudiados en Uruguay, y poco se conoce acerca de su distribución o biología poblacional. Todos ellos han sido previamente encontrados en el país, a pesar de que la identificación a nivel de especie no ha sido completa en todos los casos. Hay evidencias de que algunos de los patógenos que afectan al *Eucalyptus* podrían ser nativos de Sudamérica (Bettucci *et al.*, 2004; Rodas *et al.*, 2005; Seixas *et al.*, 2004; Winter, 1884; Wingfield *et al.*, 2001), y esto significa que hay muy probablemente una gran fuente de diversidad genética de dichos patógenos presente en los árboles nativos. Esto podría representar una amenaza a largo plazo, por lo cual existe una necesidad urgente de relevar los patógenos presentes en dichos hospederos.

El antecedente nacional más relevante en relación a este tema es un trabajo realizado por Bettucci *et al.* (2004), quienes estudiaron la relación de hongos endófitos presentes en nativas con aquellos presentes

en *Eucalyptus* spp., y encontraron a *Botryosphaeria dothidea* presente como endófito en *Myrceugenia glaucescens* (especie Mirtácea nativa de Uruguay), e identificaron que dichos aislamientos fueron similares a los aislados de *Eucalyptus* spp.

En síntesis, se conoce la presencia de los patógenos antes mencionados 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.

En caso de que la hipótesis sea rechazada, se podría asumir que existen altas posibilidades de que dichos patógenos hayan sido también introducidos. En cambio, si la hipótesis es confirmada para alguno de los patógenos, se deberán realizar estudios filogenéticos y análisis de flujo de genes para determinar si dichos patógenos están pasando de las nativas a los *Eucalyptus* o viceversa. Posteriormente, deberán ser estudiadas las consecuencias de tener poblaciones nativas de importantes patógenos.

La información obtenida en el presente estudio podrá ser aplicada tanto por las empresas forestales como por las instituciones nacionales de investigación, como insumo fundamental para sus programas de mejoramiento. Dicha información será de utilidad para asistir a las empresas en la selección de genotipos apropiados para ser plantados en futuras rotaciones e incluso para un mejor entendimiento del riesgo de ocurrencia de epidemias y la durabilidad de la resistencia a las enfermedades de los materiales actualmente plantados.

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

Se han realizado cuatro giras que han cubierto 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, pecíolos 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 han muestreado 15 especies de Mirtáceas y 7 especies de *Eucalyptus*. De dichas muestras se obtuvieron un total de 1247 aislamientos, 935 aislados como endófitos y 312 aislados desde lesiones (cancros y manchas foliares) (Cuadro 1). Paralelamente se han recolectado 5 muestras de roya en hojas con pústulas, tres de ellas en *Eucalyptus* y dos en Mirtáceas.

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

Hospedero	Desde lesiones	Endófitos	Total
<i>Eucalyptus</i> spp.	157	245	401
Mirtáceas	155	690	846
Total	312	935	1247

Presencia de patógenos del *Eucalyptus* en Mirtáceas nativas

Roya del Eucalyptus

La roya del *Eucalyptus* (*Puccinia psidii*) fue encontrada esporulando en dos Mirtáceas nativas, *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum* y *Myrcianthes pungens* (Figura 1). La identificación de esta especie se basó en caracteres morfológicos (Figura 2) 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 *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*, 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).

Futuros estudios apuntarán a caracterizar la estructura genética de la población de forma de conocer si es una misma población que está afectando ambos grupos de hospederos. La comparación genética de las poblaciones de *Puccinia psidii* presente en Uruguay, con las poblaciones presentes en Brasil permitirán 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).

Por otro lado, conociendo la variabilidad genética se podrá estimar la eficiencia y durabilidad de la resistencia de los genotipos de *Eucalyptus* actualmente plantados y aquellos que estén por ser liberados de los programas de mejoramiento.



Figura 1: Pústulas con urediniosporas de *Puccinia psidii* en *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum*, A) en ramas y pecíolos, y B) en hojas y pecíolos.

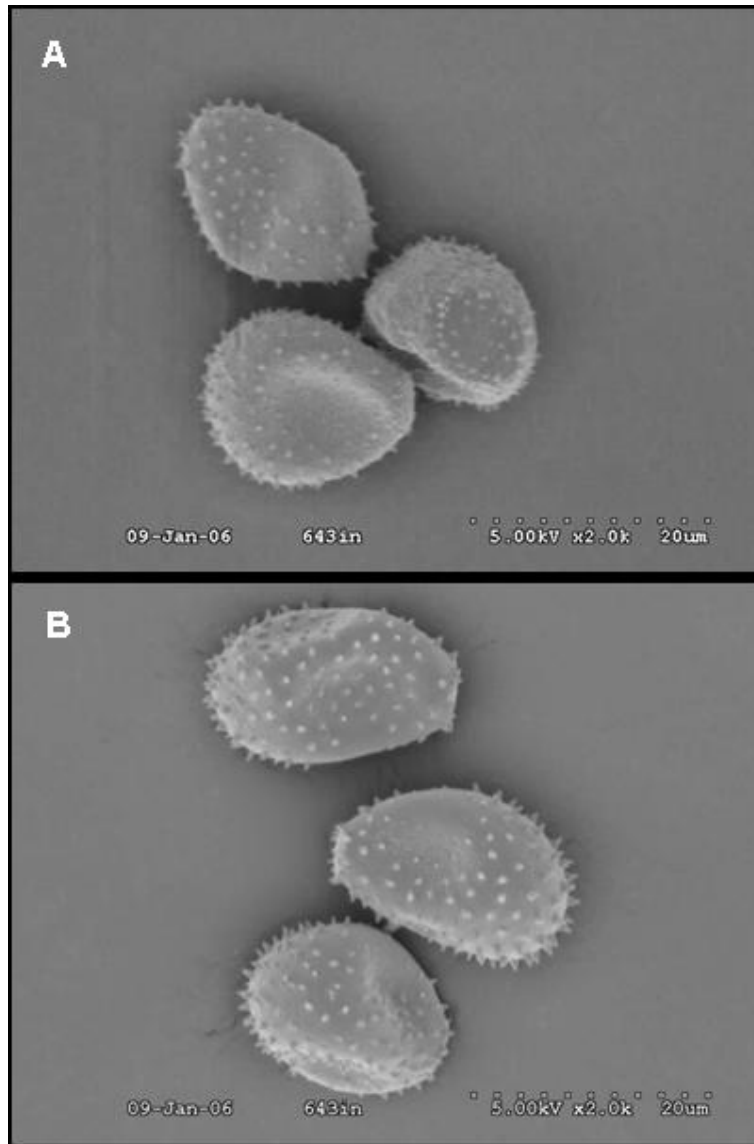


Figura 2: Urediniosporas de *Puccinia psidii* obtenidas de pústulas sobre A) *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum* y B) *Myrcianthes pungens*. Fotografía obtenida con microscópico de barrido electrónico.

Manchas foliares

Nueve aislamientos de *Mycosphaerella* fueron encontrados causando manchas foliares en *Mirtáceas* nativas (Figura 3). El análisis filogenético muestra una estrecha relación entre estos aislamientos y las especies de *Mycosphaerella* que han sido reportadas como afectando *Eucalyptus* en el mundo. En la Figura 4 se presenta el árbol filogenético obtenido del alineamiento de 75 secuencias de *Mycosphaerella* spp. (incluyen las nueve de nuestro estudio y 66 secuencias obtenidas de GenBank), y 2 secuencias de dos especies fuera del grupo de modo de enraizar el árbol (Cuadro 2).

El aislamiento UY322 se agrupó con la especie *M. heimii*. Los aislamientos UY483, UY523 y UY657 se agruparon con *M. aurantia*, mientras que el aislamiento UY839 se encuentra muy relacionado a *M. aurantia* pero no se agrupa con esta especie, lo que indicaría que puede tratarse de una nueva especie no descrita aún.

El aislamiento UY454 se agrupó con *M. marksii*, mientras que UY355 y UY930 se agruparon juntos y forman un nuevo grupo relacionado a *M. marksii*. Por último, UY497 es una especie relacionada al género *Mycosphaerella* pero no se agrupó con ninguna de las especies para las cuales se tiene secuencias disponibles, por lo que se requiere mayor investigación de modo de lograr una correcta identificación.

Estos resultados indican que al menos tres especies de *Mycosphaerella* que afectan al *Eucalyptus* están actualmente presentes en las *Mirtáceas* nativas en Uruguay. Estudios futuros deberían tratar de cuantificar la importancia epidemiológica de estos hallazgos y conocer la estructura genética de la población de dichas especies, principalmente conocer la variabilidad genética y su correlación con la agresividad de los distintos genotipos sobre las distintas especies de *Eucalyptus*.



Figura 3: Hojas de *Blepharocalyx salicifolius* con mancha foliar de donde fue aislado UY494. Se pueden observar los pseudotecios (puntos negros) ubicados sobre la región necrótica de la lesión. El análisis filogenético indica que es una especie relacionada a *Mycosphaerella* pero que no agrupó con ninguna de las especies descritas en la bibliografía internacional.

Cuadro 2: Lista de secuencias de *Mycosphaerella* usadas en este estudio incluyendo los nueve aislamientos obtenidos de Mirtáceas nativas y 66 secuencias obtenidas de GenBank.

Código de identificación o nº de accesión	Especie de <i>Mycosphaerella</i>	Hospedero	Referencia
UY322	<i>M. heimii</i>	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Pérez et al., 2007
UY355	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Pérez et al., 2007
UY454	<i>M. marksii</i>	<i>Eugenia uruguayensis</i>	Pérez et al., 2007
UY483	<i>M. aurantia</i>	<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Pérez et al., 2007
UY497	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Pérez et al., 2007
UY523	<i>M. aurantia</i>	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Pérez et al., 2007
UY657	<i>M. aurantia</i>	<i>Hexachlamis edulis</i>	Pérez et al., 2007
UY839	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Pérez et al., 2007
UY930	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Pérez et al., 2007
AY150331	<i>M. aurantia</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY150675	<i>M. ambiphylla</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509747	<i>M. cryptica</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509754	<i>M. cryptica</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509755	<i>M. gregaria</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509756	<i>M. gregaria</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509759	<i>M. lateralis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509760	<i>M. lateralis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509768	<i>M. mexicana</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509771	<i>M. mexicana</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509779	<i>M. parva</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY509782	<i>M. parva</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Maxwell et al., 2005
AY725524	<i>M. ambiphylla</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous et al., 2004
AY725530	<i>M. ambiphylla</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2004
AY725531	<i>M. aurantia</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2004
AY725548	<i>M. juvenis</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	Crous et al., 2004
AY725549	<i>M. juvenis</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	Crous et al., 2004
AY725550	<i>M. lateralis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2004
AY725551	<i>M. lateralis</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	Crous et al., 2004
AY725552	<i>M. lateralis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2004
AY725554	<i>M. marksii</i>	<i>Eucalyptus botryoides</i>	Crous et al., 2004
AY725557	<i>M. marksii</i>	<i>Eucalyptus botryoides</i>	Crous et al., 2004
DQ302948	<i>M. communis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2006
DQ302949	<i>M. communis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2006
DQ302952	<i>M. endophytica</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous et al., 2006
DQ302954	<i>M. eucalyptorum</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous et al., 2006
DQ302955	<i>M. flexuosa</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous et al., 2006

DQ302959	<i>M. gamsii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302963	<i>M. heimii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302965	<i>M. heimii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302967	<i>M. heimii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302976	<i>M. madeirae</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302977	<i>M. marksii</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302978	<i>M. marksii</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302980	<i>M. marksii</i>	<i>Eucalyptus deglupha</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302985	<i>M. molleriana</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302989	<i>M. molleriana</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302991	<i>M. molleriana</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302993	<i>M. nubilosa</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ302999	<i>M. nubilosa</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303006	<i>M. perpendicularis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303007	<i>M. pluritubularis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303008	<i>M. pseudoafricana</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303009	<i>M. pseudocryptica</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303011	<i>M. pseudosuberosa</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303012	<i>M. quasicercoispora</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303014	<i>M. scytalidii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303015	<i>M. scytalidii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303017	<i>M. secundaria</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303018	<i>M. secundaria</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303021	<i>Stenella pseudoparkii</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303026	<i>Stenella xenoparkii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303042	<i>M. stramenti</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303043	<i>M. stramenticola</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303044	<i>M. suberosa</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303045	<i>M. suberosa</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303048	<i>M. sumatrensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303051	<i>M. suttonii</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303052	<i>M. suttonii</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303055	<i>M. suttonii</i>	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303056	<i>M. verrucosiafricana</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303059	<i>M. vespa</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303064	<i>M. walkeri</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303067	<i>Colletogloeopsis zuluensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303068	<i>Colletogloeopsis zuluensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006
DQ303069	<i>Colletogloeopsis zuluensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Crous <i>et al.</i> , 2006

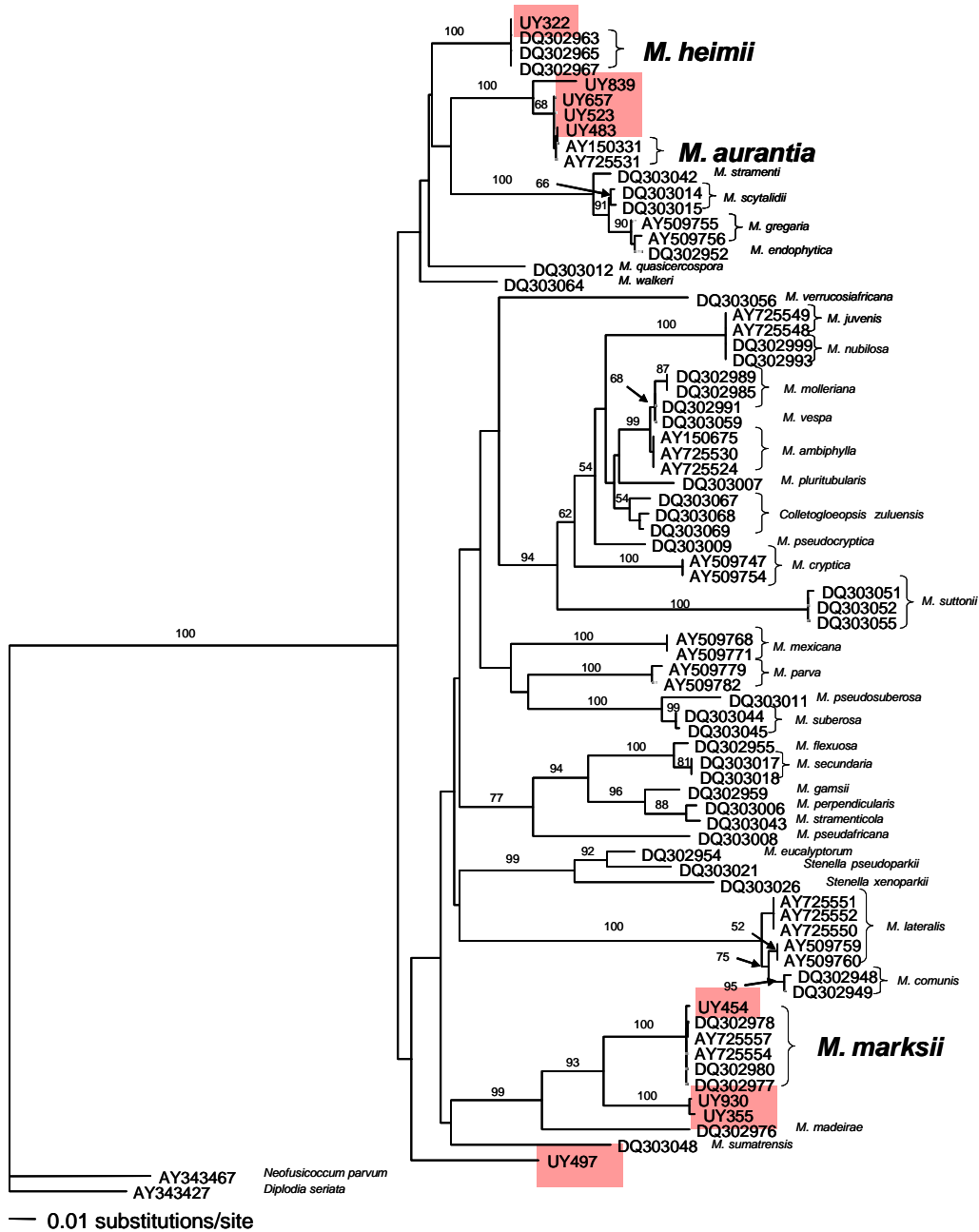


Figure 4: Árbol filogenético mostrando la relación entre los aislamientos de *Mycosphaerella* obtenidos de muestras de *Mirtáceas* nativas (marcadas con recuadro rosado) y las especies de *Mycosphaerella* reportadas en *Eucalyptus* por la bibliografía internacional. El árbol fue construido en base a las secuencias de ITS del AND ribosomal, usando el método de análisis "Neighbor-joining" con el modelo de sustitución "Kimura 2-parameter". Los valores de Bootstrap mayores a 50 obtenidos en base a 1000 repeticiones son mostrados en los nudos del árbol. El árbol fue enraizado usando *N. parvum* y *D. seriata*. De un total de 601 caracteres, 338 fueron constantes, 26 caracteres variables fueron no-informativos para el análisis por parsimonia, y 237 fueron informativos.

Botryosphaeriaceae

Diferentes especies dentro de la familia Botryosphaeriaceae han sido reportadas en *Eucalyptus* spp. por la literatura internacional. *Botryosphaeria dothidea* se ha encontrado asociada a canchros y muerte del árbol en *Eucalyptus* (Barnard *et al.*, 1987; Old and Davison, 2000; Smith *et al.*, 1994; Yuan and Mohammed, 1999), a pesar de que con los avances en las técnicas de identificación hoy se podría sospechar que dichos reportes se refieren a diferentes especies de Botryosphaeriaceae.

Este grupo de hongos tiene también la habilidad de vivir como endófitos en diferentes hospederos. Sin embargo, es bien conocido que ciertos hongos endófitos pueden volverse patogénicos bajo determinadas condiciones de estrés (Old *et al.*, 1990; Pusey, 1989; Wene and Schoeneweiss, 1980), por lo que en el presente trabajo no sólo se analizaron muestras con síntomas, sino que también fueron analizadas muestras asintomáticas con el objetivo de conocer tanto la población patogénica como la endófito.

Muy poco es sabido acerca de las especies de Botryosphaeriaceae que están infectando *Eucalyptus* o las Mirtáceas nativas en Uruguay. *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum eucalyptorum* y *N. ribis* han sido encontradas en *Eucalyptus globulus* y *E. grandis* (Alonso, 2004; Bettucci and Alonso, 1997), mientras que *Myrceogenia glaucescens* es la única especie nativa donde *B. dothidea* ha sido encontrada como endófito (Bettucci *et al.*, 2004).

En el presente estudio hemos encontrado diferentes aislamientos pertenecientes al grupo Botryosphaeriaceae aislados como endófitos y también asociados a canchros en Mirtáceas nativas (Figura 5). Resultados preliminares indican que *Botryosphaeria dothidea* fue aislado de *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia uruguayensis*, *Myrceogenia glaucescens* y *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum*. Caracteres morfológicos y análisis moleculares confirmaron esta información. Dada la importancia de *B. dothidea* en *Eucalyptus*, actualmente se están realizando pruebas de patogenicidad para determinar la capacidad patogénica de estos aislamientos en *E. globulus* y *E. grandis*, y realizar una estimación preliminar de la importancia epidemiológica de estos resultados.

Aislamientos obtenidos de *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia uruguayensis* y *Eugenia repanda* mostraron caracteres morfológicos similares al complejo *Neofusicoccum ribis/N. parvum*. Análisis moleculares basados en la región ITS también agrupan estos aislamientos a dicho complejo. Actualmente se están realizando estudios moleculares analizando otras regiones genómicas de modo de lograr una correcta identificación de los mismos, dado que caracteres morfológicos y análisis de sólo un locus es insuficiente para distinguir entre estas dos especies (Slippers *et al.*, 2004a).

Ambas especies han sido reportadas por la bibliografía internacional en un amplio rango de huéspedes (Barber *et al.*, 2005; Burgess *et al.*, 2005; Gure *et al.*, 2005; Mohali *et al.*, 2007; Pavlic *et al.*, 2007; Slippers *et al.*, 2004b). Slippers *et al.* (2004b) encontraron que *N. parvum* fue la especie de Botryosphaeriaceae predominante en árboles de *Eucalyptus* enfermos en Sudáfrica. Por otro lado, *N. ribis* estuvo asociada a muerte de *Eucalyptus radiata* en Australia (Shearer *et al.*, 1987), aún cuando puede haber alguna duda respecto a la identificación de especies en ese momento. Pavlic *et al.* (2007) concluyó que *N. ribis* fue la especie de Botryosphaeriaceae más patogénica en los clones de *Eucalyptus* incluidos en el estudio. Estos reportes refuerzan la necesidad de identificar correctamente estos aislamientos y determinar su patogenicidad en *Eucalyptus*.

Varios aislamientos obtenidos de *Acca sellowiana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia uniflora*, *Hexachlamis edulis*, *Myrcianthes cisplatensis* y *Myrciaria tenella* presentaron caracteres morfológicos similares a *Diplodia seriata* (teleomorfo "*Botryosphaeria obtusa*"); sin embargo, análisis moleculares basados en la región ITS indican que podrían ser una nueva especie relacionada pero distinta a *D. seriata*. Estos aislamientos están siendo estudiados con mayor profundidad de modo de lograr una correcta identificación de los mismos.

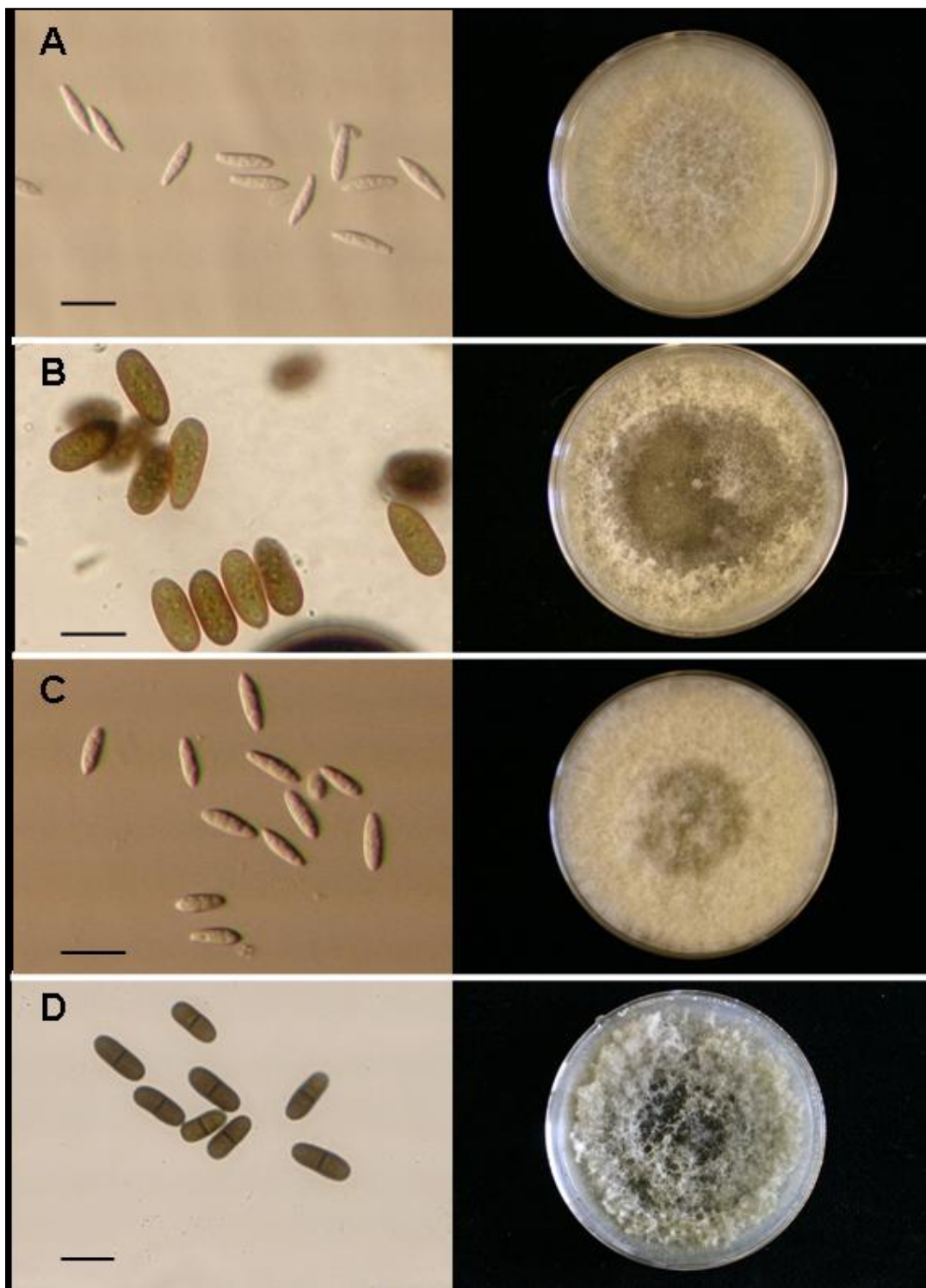


Figura 5: Conidios y morfología de colonias de A) *Botryosphaeria dothidea*, B) *Diplodia seriata*, C) *Neofusicoccum ribis*/*N. parvum*, y D) *Dothiorella iberica*. La barra indica 20 µm.

Por último, un aislamiento obtenido de *Hexachlamis edulis* presentó caracteres morfológicos similares a *Dothiorella iberica*. Análisis moleculares del ITS agruparon a este aislamiento con *Dothiorella iberica*, confirmando así la identificación morfológica. Hasta el momento, y basado en la revisión que se ha realizado en el tema, *Diplodia seriata* y *Dothiorella iberica* no han sido encontradas en *Eucalyptus*, sin

embargo, la presencia de estos aislamientos en las *Mirtáceas* nativas podrían indicar una amenaza potencial para las especies de *Eucalyptus* que han sido introducidas y ampliamente plantadas en Uruguay.

Consideraciones finales

Los resultados preliminares confirman la presencia de algunos patógenos del *Eucalyptus* en las *Mirtáceas* nativas. Actualmente se continúa con los muestreos, con la identificación de los distintos microorganismos, y con las pruebas de patogenicidad. Dada la gran cobertura del área afectada a la forestación que ha sido muestreada, la ejecución de muestreos en distintos momentos del año, y la obtención de un significativo número de muestras que incluyen un gran porcentaje de las especies *Mirtáceas* presentes en Uruguay, se espera al final del proyecto poder contar con una clara caracterización de las especies de patógenos involucradas en ambos grupos de hospederos, y un acercamiento a su contribución epidemiológica para las plantaciones de *Eucalyptus*. Paralelamente, el presente trabajo de investigación ha permitido construir una colección de hongos que podrán ser utilizados en el futuro, ya sea con fines científicos y/o tecnológicos asistiendo a los programas de mejoramiento. Por último, y no menos importante, se está construyendo una base de datos con las enfermedades encontradas en las *Mirtáceas* nativas que sin duda resultará un aporte de importancia para la conservación de la biodiversidad, y/o para manejar especies nativas que en un futuro podrían tener un uso económico.

Agradecimientos

Agradecemos a Colonvade, Forestal Oriental, Rivermol y Stora Enso 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.
- 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.
- Barber, P., Burgess, T., Hardy, G., Slippers, B., Keane, P. and Wingfield, M. 2005. *Botryosphaeria* species from *Eucalyptus* in Australia are pleoanamorphic, producing *Dichomera* synanamorphs in culture. Mycological Research 109:1347-1363.
- Barnard, E., Geary, T., English, J. and Gilly, S. 1987. Basal cankers and coppice failure of *Eucalyptus grandis* in Florida. Plant Disease 71:358-361.
- Barnes, I., Roux, J., Wingfield, B.D., O'Neill, M., Wingfield, M.J. 2003. *Ceratocystis fimbriata* infecting *Eucalyptus grandis* in Uruguay. Australasian Plant Pathology 32:361-366.
- 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., Simeto, S., Alonso, R., Lupo, S. 2004. Endophytic fungi of twigs and leaves of three native species of Myrtaceae in Uruguay. Sydowia 56:8-23.
- Burgess, T., Barber, P., Hardy, G. 2005. *Botryosphaeria* spp. associated with eucalypts in Western Australia, including the description of *Fusicoccum macroclavatum* sp. nov. Australasian Plant Pathology 34:557-567.
- 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., Groenewald, J., Mansilla, J., Hunter, G., Wingfield, M. 2004. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. *Studies in Mycology* 50:195-214.
- Crous, P., Wingfield, M., Mansilla, J., Alfenas, A., Groenewald, J. 2006. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. II. *Studies in Mycology* 55:99-131.
- Gure, A., Slippers, B., Stenlid, J. 2005. Seed-borne *Botryosphaeria* spp. from native *Prunus* and *Podocarpus* trees in Ethiopia, with a description of the anamorph *Diplodia rosulata* sp. nov. *Mycological Research* 109:1005-1014.
- 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., Jackson, S., Bell, D., Hardy, G. 2005. PCR-identification of *Mycosphaerella* species associated with leaf diseases of *Eucalyptus*. *Mycological Research* 109:992-1004.
- Mohali, S., Slippers, B., Wingfield, M. 2007. Identification of Botryosphaeriaceae from *Eucalyptus*, *Acacia*, and *Pinus* in Venezuela. *Fungal Diversity* 25:103-125.
- Old, K., Davison, E. 2000. Canker diseases of eucalypts. In: Keane, P., Kile, G., Podger, F., Brown, B. (eds). *Diseases and Pathogens of Eucalypts*. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 247-257.
- Old, K., Gibbs, R., Craig, I., Myers, B., Yuan, Z. 1990. Effect of drought and defoliation on the susceptibility of eucalypts to cankers caused by *Endothia gyrosa* and *Botryosphaeria ribis*. *Australian Journal of Botany* 38:571-581.
- Pavlic, D., Slippers, B., Coutinho, T., Wingfield, M. 2007. Botryosphaeriaceae occurring on native *Syzygium cordatum* in South Africa and their potential threat to *Eucalyptus*. *Plant Pathology* 56:624-636.
- Pérez, C. A., Altier, N., Simeto, S., Wingfield, M. J., Blanchette, R. A. 2007. *Eucalyptus* pathogens from native Myrtaceae trees in Uruguay. *Phytopathology* 97:S540
- 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.
- Pusey, P. 1993. Role of *Botryosphaeria* species in peach tree gummosis on the basis of differential isolation from outer and inner bark. *Plant Disease* 77:170-174.
- Rodas, C., Gryzenhout, M., Myburg, H., Wingfield, B., Wingfield, M. 2005. Discovery of the *Eucalyptus* canker pathogen *Chrysosporthe cubensis* on native *Miconia* (Melastomataceae) in Colombia. *Plant Pathology* 54:460-470.
- Seixas, C., Barreto, R., Alfenas, A., Ferreira F. 2004. *Cryphonectria cubensis* on an indigenous host in Brazil: a possible origin for eucalyptus canker disease? *Mycologist* 18:39-45.
- Shearer, B., Tippet, J. and Bartle, J. 1987. *Botryosphaeria ribis* infection associated with death of *Eucalyptus radiata* in species selection trials. *Plant Disease* 71:140-145.
- 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., Crous, P., Denman, S., Coutinho, T., Wingfield, B., Wingfield, M. 2004a. Combined multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several species previously identified as *Botryosphaeria dothidea*. *Mycologia* 96:83-101.
- Slippers, B., Fourie, G., Crous, P., Coutinho, T., Wingfield, B., Carnegie, A., Wingfield, M. 2004b. Speciation and distribution of *Botryosphaeria* spp. on native and introduced *Eucalyptus* trees in Australia and South Africa. *Studies in Mycology* 50:343-358.
- Smith, H., Kemp, G., Wingfield, M. 1994. Canker and die-back of *Eucalyptus* in South Africa caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Pathology* 43:1031-1034.
- 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.

Wene, E., Schoeneweiss, D. 1980. Localized freezing predisposition to *Botryosphaeria dothidea* in differentially frozen woody stems. *Canadian Journal of Botany* 58:1455-1458.

Wingfield, M., Rodas, C., Myburg, H., Venter, M., Wright, J., Wingfield, B. 2001. *Cryphonectria* canker on *Tibouchina* in Colombia. *Forest Pathology* 31:297-306.

Winter, G. 1884. Repertorium. Rabenhorstii fungi europaei et extraeuraopaei. Cent. XXXI et XXXII. *Hedwigia* 23:164-172.

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

Yuan, Z., Mohammed, C. 1999. Pathogenicity of fungi associated with stem cankers of *Eucalyptus* in Tasmania, Australia. *Plant Disease* 83:1063-1069.

Breve presentación de las actividades realizadas a la fecha sobre problemas fitosanitarios y control biológico en plantaciones de *Eucalyptus* por el Laboratorio de Micología, Facultad de Ciencias-Facultad de Ingeniería

Lina Bettucci

Se han desarrollado un conjunto de investigaciones sobre distintos aspectos relacionados con problemas fitosanitarios del país entre 1966-1973 (primera etapa, Facultad de Agronomía) y a partir de 1986 a la fecha (segunda etapa facultad de Ciencias). Entre esos períodos se hicieron estudios sobre colonización de madera y decoloración de licores de la industria papelera en el extranjero (UAM-X, México; Laboratoire de Cryptogamie, Paris XI-Orsay; Laboratoire de Microbiologie et Botanique, Université de Nancy I, Muséum National de Histoire Naturelle, Paris)

En el primer período se trabajó sobre el estudio de cultivo y anatomía de carpóforos de hongos xilófagos y la descripción del organismo causal de la banda roja (*Dothistroma pini*) y de la mancha castaña (*Hypoderma desmazierii*) en plantas de *Pinus* y en la colonización de madera enterrada de *Eucalyptus* y de *Pinus*.

En el segundo período se inició la selección de cepas de la podredumbre blanca para ser utilizadas en el bioblanqueo de pasta de celulosa y la capacidad de alguna de ellas de producir enzimas lignolíticas. Luego se efectuó un conjunto de trabajos sobre la biodiversidad de los hongos endófitos y de las comunidades asociados a lesiones de ramas pequeñas de *Eucalyptus globulus*, *E. grandis* y Myrtaceas nativas, estas últimas como reservorio de potenciales patógenos.

También fue objeto de nuestra atención la identificación, estudio fisiológico, poblacional y de biocontrol del hongo (*Inocutis jamaicensis*) que provoca podredumbre de troncos en pie, fundamentalmente de *E. globulus*, como así también se realizaron estudios sobre las características de la invasión de la madera.

Es de destacar la caracterización de la presencia de hymenomycetes colonizadores de troncos y residuos de madera de *Eucalyptus*.

Se realizaron al mismo tiempo que estos trabajos mas de 60 asesorías sobre problemas fitosanitarios. Los resultados de muchas de ellas fueron expuestos en eventos sobre sanidad forestal.

Un problema que observamos recientemente es tanto el efecto de las heladas y de la infección por *Mycosphaerella* en el litoral oeste

La selección de cepas para biocontrol se inició casi simultáneamente con la selección de cepas de hongos de la podredumbre blanca efectuándose la evaluación de la efectividad de *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens* para el control de hongos de la podredumbre blanca y castaña. Posteriormente, se evaluó la potencial efectividad, para controlar a *Cylindrocladium* presente en vivero de *Eucalyptus*, con extractos crudos autoclavados de bacterias y ellas mismas vivas aisladas como endofitos de ramitas de cítricos.

También se fue objeto de nuestra inquietud resolver el problema propuesto sobre el control de insectos. Fue así que iniciamos la selección y evaluación de cepas entomopatógenas para control de *Phoracantha*, *Gonypterus* y *Acromyrmex* spp.

Publicaciones sobre los temas referidos

Bettucci, L. & Guerrero, R. 1971 Estudio de cultivo de hongos xilófagos del Uruguay. Boletín de la Facultad de Agronomía (Uruguay) 118:1-40

Bettucci, L. Rodriguez, D. 1980. Sucesiones de microorganismos que colonizan y deterioran maderas enterradas (*Abies religiosa*) Desierto de los Leones, México. Reportes de Investigación UAM, N° 2

Bettucci, L., Varsavsky & E. Rodriguez, D. 1975 Observaciones preliminares sobre la mortalidad de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en los bosques patagónicos. Boletín de la Fundación Bariloche N° 19.

-Bettucci L. & Pérez C. 1983. Estudio preliminar de la actividad lignolítica en los licores residuales del proceso al monosulfito de amonio del bagazo de caña. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 23: 151-156.

-Bettucci L. 1984. Etude de la colonisation des éprouvettes d'*Abies religiosa* enterrés das un sol volcanique. *Cryptogamie- Mycologie*, 3: 274-268.

-Bettucci L. 1985. Communauté fongique du bois incubé dans trois sols volcaniques sous conditions de laboratoire. *Cryptogamie Mycologie*, 4: 43-64.

-Bettucci L. 1985. Activité colonisatrice des Basidiomycetes sur bois enterrés dans trois sols volcaniques, sous conditions de laboratoire. *Cryptogamie Mycologie*, 4: 249-264.

-Bettucci L. 1985. Estructura de las comunidades fúngicas de maderas enterradas en tres suelos derivados de cenizas volcánicas. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 27: 341-350.

-Bettucci L. 1987. Variation saisonnière de l'activité colonisatrice des Basidiomycetès sur bois enterrés dans trois sols volcaniques. *Cryptogamie-Mycologie*, 8:79-89.

-Bettucci L., Lupo S. & Silva S. 1988. Control growth of Basidiomycetes by *Gliocladium* and *Trichoderma* spp. *Cryptogamie-Mycologie*, 9:157-165.

-Bettucci L. & Silva S. 1992. Interspecific interactions between wood-rotting fungi from old standing trees. *Cryptogamie-Mycologie*, 13: 11-19.

-Bettucci L., & Saravay M. 1993. Endophytic fungi of *Eucalyptus globulus*: a preliminary study. *Mycological Research* 97: 679-682.

-Bettucci L.. & Alonso R. 1997. A comparative study of fungal populations in healthy and syptomatic twigs of *Eucalyptus grandis* in Uruguay. *Mycological Research* 101(9) :1060-1064

-Bettucci L., Alonso R. & Fernández L. M. 1997. A comparative study of fungal populations in healthy and syptomatic twigs and seedlings of *Eucalyptus globulus* in Uruguay. *Sydowia* 49(2) :109-117

-Breccia J. D., Bettucci L., Piaggio M. & Siñeris F. 1997. Degradation of sugarcane bagasse by several white-rot fungi. *Acta biotechnologica* 17. 177-184.

-Bettucci L., Speranza M., Piaggio M., Siñeris F. & J. B. Breccia. 1998. Degradation of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus grandis* by several white rot fungi isolated in South America. *Material und Organismen* 32 : 227-233.

-Bettucci L., Alonso R. & Tiscornia S. 1999. Endophytic mycobiota of healthy twigs and the assemblage of species associated with twig lesions of *E. globulus* and *E. grandis* in the central west region of Uruguay. *Mycological Research* 103 : 468-472.

- Lupo, S., Tiscornia, S., Bettucci, L. 2001. Endophytic fungi from flowers, capsules and seeds of *Eucalyptus globulus* *Revista Iberoamericana de Micología* 18: 33-36.

- Martínez, S. Lupo, S. & Bettucci, L. 2001 *Inonotus splitbergeri* (Mont.) Ryv. a stem pathogen of *Eucalyptus globulus* in Uruguay. *Revista Brasileira de Fitopatología* 27 : 420 (Nota)
- Lupo, S., Dupont, J. & Bettucci, L. 2002. Ecophysiology and saprophytic ability of *Trichoderma* spp. *Cryptogamie-Mycologie* 23:71-80
- Martínez, S. Lupo, S. & Bettucci, L. 2002 *Inonotus splitbergeri* (Mont.) Ryv. a stem pathogen of *Eucalyptus globulus* in Uruguay. *Revista Brasileira de Fitopatología* 27 : 420 (Nota)
- Bettucci, L., Simeto, S., Alonso, R. & Lupo, S. 2004. S. Endophytic fungi of twigs and leaves from three wild species of Myrtaceae. *Sydowia* : 56: 8-23.-
- Alonso, R. Lupo, S. & Bettucci, L. 2005. Pathogenicity evaluation of *Cytospora eucalypticola* isolated from *Eucalyptus* cankers in Uruguay. *Fitopatologia Brasileira* 30: 289-291
- Simeto, S, Alonso, S., Tiscornia, S. & Bettucci, L. 2005 Fungal community of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus maidenii* stems in Uruguay *Sydowia* 57: 246-258.
- Martinez, S. & Nakasone, K. K. 2005. The genus *Phanerochaete* (Corticaceae, Basidiomycotina) sensu lato in Uruguay. *Sydowia* 57: 94-101.
- Martinez, S. 2005. *Inocutis jamaicensis*, the causal agent of the eucalypt stem rot in Uruguay. *Mycotaxon* 91: 165-171.
- Martinez, S. 2006. The genera *Inocutis* and *Inonotus* (*Hymenochaetales*) in Uruguay. *Mycotaxon* 96: 1-8.
- Kunieda de Alonso, S., Gomes da Silva, a. Megumi Kasuya, M. K., Barros, F., Pereira Cavallazzi, J.R., Bettucci, L., Lupo, S. & Alfenas, A. 2007. Isolamento e seleção de fungos causadores da podridão-branca da madeira em florestas de *Eucalyptus* spp. com potencial de degradação de cepas e raízes. *Arvore* 31: 145-155.
- Martinez, S. 2007. New records, new hosts and geographical distribution of *Inocutis jamaicensis* (*Hymenochaetales*). *Forest Pathology* (en revisión, MS900).
- Lupo, S; Pérez, A.; Martinez, S.; Simeto, S.; Rivas, F.; Bettucci, L. 2007. Colonization of *Eucalyptus globulus* standing trees by *Inocutis jamaicensis*. *Forest Pathology* (enviado para su evaluación)).
- Alonso, R., Tiscornia, S. & Bettucci, L. 2007. Fungi associated to bark lesions of *Eucalyptus globulus* stems in uruguayan plantations *Arvore* (enviado para su evaluación)).
- Pérez, A., Lupo, S. & Bettucci, L. 2007. Population structure of *Inocutis jamaicensis* associated to *Eucalyptus globulus*, *Vitis vinifera* and native plants in Uruguay. *Mycological Research* (enviado para su evaluación).

Presentaciones en Eventos científicos Internacionales

- Bettucci L. & Saravay M. Early colonizing endophytic wood-rotting Basidiomycetes of shoots and seedlings of *Eucalyptus globulus*. Mycological Society. Chester College. Chester, U.K. 27-30/VIII/1991:
:
- Bettucci, L. Speranza M. & Piaggio M. Screening of white-rotting fungi for biopulping. 2nd Brazilian Symposium on the chemistry of lignins and other wood components Sao Pablo, 2-4/IX/1991
.
- Rebuffat S., Massias M., Auvin-Guette C., Bodo B., Roquebert M-F., Correa A. & Bettucci L. Sequence and conformation of harzianins HC 15, residue membrane-active peptide from *Trichoderma harzianum*. 22nd European Peptide Symposium. Interlaken, Switzerland. 13-19/IX/1992. In: *Proceedings of 22nd European Peptide Symposium*. Interlaken, Switzerland. pag: 156-158.
- Speranza M. & Bettucci L. Biobleaching of *Eucalyptus* spp. kraft pulp by selected endophytic Basidiomycetes fungi. 13 th Congress of European Mycologist. 21-25/09/1999. Alcalá de Henares. España

-Speranza, M. Gutierrez, A., del Río, J.C. Martínez, A.T., Bettucci, L. & M.J. Martínez. Biodegradation of pitch problematic compounds and lignin in *Eucalyptus globulus* wood by fungi isolated from Uruguay. Finland Hall, Hesinski 4-8/O6 2001

-Speranza, M., Bettucci, L., Martínez, A.T. & Martínez, M.J..Eucalypt pulp bleaching with the fungus *Panus tigrinus*: Characterization of a laccase involved in the process. Proceedings of 8th International European Workshop on Lignocellulosics and pulp. Riga, Latvia. agosto 2004

-Speranza, M., Bettucci L., Martínez, A.T. & Martínez, M.J..
Eucalypt pulp bleaching with the fungus *Panus tigrinus*: Characterization of a laccase involved in the process. Proceeding of the 8th International European Workshop on Lignocellulosics and pulp. pag 1-4. Riga, Latvia agosto 2004.

-Speranza, A M , Bettucci, L., Martínez, A.T. & Martínez, M.J. 2005. Degradation pattern of *Eucalyptus globulus* decayed wood by *Inocutis jamaicensis*: chemical and low temperature SEM characterization. Conference on Biotechnology for pulp and paper manufacture: From Tailor-made biocatalysts to mill application. Baiona, Spain26-29 April 2005. pag. 99-100 .

II Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Pontevedra. October, 16-20, 2006
Sánchez, A., Lupo, S., Piccini, J. & Bettucci, L.Control biológico de *Phoracantha recurva* por *Beauveria bassiana* II Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Pontevedra. October, 16-20, 2006

-Tiscornia, S.; Alonso, R.; Pan, D. & Bettucci, L.Control biológico de *Cylindrocladium* y *Botrytis* provenientes de viveros de *Eucalyptus globulus* en Uruguay II Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Pontevedra. October, 16-20, 2006

-Lupo, S., Sánchez, A. & Bettucci, L. Control biológico de *Gonipterus* sp. con hongos entomopatógenos II Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Pontevedra. October, 16-20, 2006

-Speranza, A M , Bettucci, L., Lupo, S., Martínez, S., Romero, J., Cadahía, E., Martínez, A.T. & Martínez, M.J. *Inocutis jamaicensis* a canker fungus of *Eucalyptus globulus* in Uruguay: biological and chemical characterization of natural and induced decay in standing trees. II Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Pontevedra. October, 16-20, 2006

Presentaciones en Eventos científicos nacionales y regionales

-Bettucci, L. Estudio de la anatomía de carpóforos de hongos xilófagos del Uruguay. VI Congrseo Mexicano de Botánica. Jalapa, agosto 1975.

-Bettucci, L. Sucesión de microorganismos que colonizan y deterioran maderas enterradas en suelos de Uruguay, agosto 1975.

-Bettucci L. & Alonso R. Comunidades de hongos endofitos de *Eucalyptus globulus*: ¿Descomposición asegurada o patogenicidad?. Reunión del grupo de trabajo permanente en Sanidad Silvoagícola. Montevideo, 10-14/5/1993.

-Speranza M., Ferraz A. & Bettucci L. Atividade de hongos seleccionados en *Eucalyptus grandis*. Reunión del grupo de trabajo permanente en Sanidad Silvoagícola. Montevideo, 10-14/5/1993.

-Speranza M., Bettucci L. & Stenlid J. Efecto sobre el volumen y el tamaño de poro de *Eucalyptus grandis* producido por cepas fúngicas Reunión del grupo de trabajo permanente en Sanidad Silvoagícola. Montevideo, 10-14/5/1993.

-Fernández L. & Bettucci L. Optimización de la actividad lignolítica de *Phanerochaete crassa* y *Ganoderma lucidum* en maderas de *Eucalyptus* spp. Reunión del grupo de trabajo permanente en Sanidad Silvoagícola. Montevideo, 10-14/5/1993

-Bettucci L., Piaggio M., Brescia J. & Siñeriz F. Actividad de hongos lignolíticos sobre *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis* y bagazo de caña de azúcar. XLV Congreso Nacional de Botánica, Sociedad de Botánica de Brasil, 23-29/1/1994

-Bettucci L. Algunas consideraciones generales sobre la estrategia de los hongos de la podredumbre en el Uruguay. XLV Congreso Nacional de Botánica, Sociedad de Botánica de Brasil, 23-29/1/1994

-Saravay M., Correa A. & Bettucci L. Estudio de una población de *Laetiporus sulphureus*. XLV Congreso Nacional de Botánica, Sociedad de Botánica de Brasil, 23-29/1/1994

-Speranza M. & Bettucci L. Scanning electron microscopy of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus globulus* wood degraded by *Punctularia atropurpurascens*. The Fourth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components Alternative Pulping and Bleaching Processes-Environmental Impact and Utilization of Wood By-Products. Pernambuco. Brazil. 28-30/11-1/12, 1995.

-Speranza M., Bettucci L. & Durán N. Delignification of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus globulus* in vitro by *Panus tigrinus*. The Fourth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components Alternative Pulping and Bleaching Processes-Environmental Impact and Utilization of Wood By-Products. Pernambuco. Brazil. 28-30/11-1/12, 1995.

-Speranza M., Ferraz A., Durán N. & Bettucci L. *Eucalyptus grandis* wood decayed by white rot fungi The Fourth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components Alternative Pulping and Bleaching Processes-Environmental Impact and Utilization of Wood By-Products. Pernambuco. Brazil. 28-30/11-1/12, 1995.

-Speranza M., Bettucci L. & Stenlid J. *Eucalyptus grandis* wood: Changes in pore size and cell wall volume after different fungal treatments The Fourth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components Alternative Pulping and Bleaching Processes-Environmental Impact and Utilization of Wood By-Products. Pernambuco. Brazil. 28-30/11-1/12, 1995.

-Espósito E., Speranza M., Siñeriz F. & Bettucci L. Treatment of lignocellulosic materials with wood-rotting fungi The Fourth Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and Other Wood Components Alternative Pulping and Bleaching Processes-Environmental Impact and Utilization of Wood By-Products. Pernambuco. Brazil. 28-30/11-1/12, 1995.

Bettucci L. Conferencia sobre: Un problema fitosanitario en *Eucalyptus* en Uruguay: Endofitismo o Patogenicidad. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 12-17 de octubre de 1997. Montevideo, Uruguay.

-Telechea N., Rolfo M. & Bettucci L. Comparación entre comunidades endófitas de plántulas de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus* provenientes de viveros diferentes. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 12-17 de octubre de 1997. Montevideo, Uruguay.

-Bettucci L., Alonso R., Tiscornia S. & Fernández L. Comparación de la micobiota endófitica y asociada con lesiones en ramas de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*.

-Lupo, S., Tiscornia, S., Bettucci, L. Evolución espacio temporal de hongos endófitos de *Eucalyptus globulus*. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 12-17 de octubre de 1997. Montevideo, Uruguay.

-Tiscornia, S., Lupo, S., Alonso, C. & Bettucci, L. Hongos endófitos de flor, fruto y semilla de *E. globulus*: relación saprofítica o patogénica. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 12-17 de octubre de 1997. Montevideo, Uruguay.

-Speranza M., Ruel K., Joselau J. P., Bettucci L. & Durán N. Uso potencial de hongos seleccionados de la podredumbre blanca en la degradación de residuos forestales de *Eucalyptus grandis* en Uruguay. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 12-17 de octubre de 1997. Montevideo, Uruguay.

-Alonso R., Tiscornia S. & Bettucci L. *Cytospora chrysosperma* y *Fusicoccum eucalypti* en tejidos sanos y con lesiones de troncos de *Eucalyptus globulus* en Uruguay
III Congreso Latinoamericano de Micología. 31/08-03/09/1999, Caracas, Venezuela.

- Martínez, S., Lupo, S & Bettucci, L. *Inonotus splitbergeri* (mont.) ryv. un patógeno de troncos de *Eucalyptus globulus* en Uruguay IV Congreso Latinoamericano de Micología, 13-17 de mayo 2002 Xalapa, Veracruz, México

- Lupo, S. , Dupont, J., Alonso, R. & Bettucci, L. Caracterización de aislamientos de *Botryosphaeria* spp. asociadas a tejidos sanos y lesionados de *Eucalyptus globulus*. Evaluación de la capacidad patogénica.. IV Congreso Latinoamericano de Micología, 13-17 de mayo 2002 Xalapa, Veracruz, México

- Alonso, R., Lupo, S., Dupont, J. & Bettucci, L. Evaluación de la capacidad patogénica de cepas de *Cytospora* aisladas de *Eucalyptus*. IV Congreso Latinoamericano de Micología, 13-17 de mayo 2002 Xalapa, Veracruz, México.

-Volpe, D., Varela, H., Sposito, A. Bardier, A., Bola, S. Bettucci, L. Lupo, S. Alonso, R. Resumen del trabajo sobre Control Biológico de plagas y enfermedades. Aplicación en *Eucalyptus* en pie. EUREKA. agosto EUREKA.2002.

-Bettucci, L. Participación en la Mesa Redonda sobre : Biotecnología y calidad Ambiental Problemas Fitosanitarios en la Producción. Alternativas de Control. Disertación sobre "Evaluación y diagnóstico de problemas fitosanitarios en plantaciones de *Eucalyptus*". Tercer Congreso Latinoamericano de Biotecnología. Biolatina 2002. Montevideo, 5-6 de setiembre 2002

-Rivas, F., Bettucci, L., Martínez, M.J., Roger, R & Speranza, M. Selección y Aplicación de Lacasa Fúngica para el Blanqueo Biológico de Pulpa Kraft Tercer Congreso Latinoamericano de Biotecnología. Biolatina 2002. Montevideo, 5-6 de setiembre 2002

-Speranza, M., Bettucci, L., Ferraz, A., Gutiérrez, A., del Río, J.C., Romero, J., Martínez, A.T.& Martínez M.J. Biopulping and biodepitching of eucalyptus wood: fungi from the nature to the mill. Tercer Congreso Latinoamericano de Biotecnología. Biolatina 2002. Montevideo, 5-6 de setiembre 2002

-Speranza, M., Bettucci, L., Ferraz, A., Gutiérrez, A., del Río, J.C., Romero, J., Martínez, A.T.& Martínez M.J. Biopulping and biodepitching of eucalyptus wood: fungi from the nature to the mill

-Rivas, F, Speranza, Martinez, M., J. Roger, R. & Bettucci, L . "Fungal Laccases: Selection and Applications in Pulp Bleaching. Tercer Congreso Latinoamericano de Biotecnología. Biolatina 2002. Montevideo, 5-6 de setiembre 2002

-Martínez, S., Pérez, A., Rivas, F., Lupo, S. & Bettucci, L. Polimorfismo de los fragmentos de restricción de la región ITS1 y ITS2 del ADN ribosomal nuclear de Basidiomycetes presentes en troncos de *Eucalyptus globulus*. VI Encuentro Nacional de Microbiólogos. Montevideo, 26-27 de setiembre, 2003-11-11

-Simeto, S., Alonso, R., Lupo, S. & Bettucci, L. Hongos endófitos de ramas y hojas de Myrtaceas nativas en Uruguay VI Encuentro Nacional de Microbiólogos. Montevideo, 26-27 de setiembre, 2003-11-11

-Bettucci, L. 2003. Conferencia sobre: Problemas fitosanitarios en *Eucalyptus globulus* en Uruguay. Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Montevideo, 30-31 de octubre de 2003

-Speranza, M., Bettucci, L., Gutiérrez, A., del Río, J. C., Romero, J. & Martínez, M. J. Control biológico del pitch en *Eucalyptus globulus* con basidiomicetes de la podredumbre blanca aislados en Uruguay. Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Montevideo, 30-31 de octubre de 2003

-Speranza, M., Bettucci, L., Martínez, A.T., & Martínez, M. J. Microquimimorfología de la madera de *E. globulus*: Caracterización de la degradación producida por los hongos de la podredumbre blanca. Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Montevideo, 30-31 de octubre de 2003.

-Pérez, A., Martínez, S., Lupo, S. & Bettucci, L. Identificación temprana de *Inocutis jamaicensis* en madera infectada de *Eucalyptus globulus* Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Montevideo, 30-31 de octubre de 2003

-Speranza, M. & Bettucci, L. Evaluación de la actividad descomponedora de basidiomicetes endófitos y saprófitos en madera de *Eucalyptus globulus*. Simposio Iberoamericano del *Eucalyptus globulus*. Montevideo, 30-31 de octubre de 2003

-Alonso, R., Simeto, S., Tiscornia, S. & Bettucci. Hongos endófitos en troncos de árboles en pie de *Eucalyptus* spp. V Congreso Latinoamericano de Micología. 1-5 de agosto de 2005. Brasilia

-S. Lupo, A. Pérez, & L. Bettucci 2005. Variación intraespecífica en la región ITS del rDNA de aislamientos de *Inocutis jamaicensis* en Uruguay. V Congreso Latinoamericano de Micología. 1-5 de agosto de 2005. Brasilia

-Sanchez, A. Lupo, S. Bianchi, M. & Bettucci, L. Control biológico de *Phoracantha recurva* por *Beauveria bassiana* V Congreso Latinoamericano de Micología. 1-5 de agosto de 2005. Brasilia

-Tiscornia, S., Pan, D., Lupo, S. & Bettucci, L. Selección de antagonistas para el control de hongos fitopatógenos. V Congreso Latinoamericano de Micología. 1-5 de agosto de 2005. Brasilia

-Perez, A., Lupo, S. & Bettucci, L. Variación en la población de *Inocutis jamaicensis* en Uruguay. VII Encuentro Nacional de Microbiólogos. 6-7 de octubre de 2005

-Giamberini, P., Perez, A., Lupo, S. & Bettucci, L. Evaluación de cepas fúngicas como posibles agentes de biocontrol de homigas cortadoras. VII Encuentro Nacional de Microbiólogos. 6-7 de octubre de 2005

-Lupo, S., Perez, A. & Bettucci, L. "Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. como agentes de control biológico: producción de propágulos a mediana escala". V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, 23-25 de noviembre del 2005 Montevideo, Uruguay

-Lupo, S., Sánchez, A., Pérez, A., Giamberini, P. & Bettucci, L. Control biológico de hongos e insectos que afectan la producción forestal. V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, 23-25 de noviembre del 2005 Montevideo, Uruguay

-Bettucci, L. Relacionamiento con el Sector Forestal en Problemas Fitosanitarios Jornadas Oscar Maggiolo, Universidad de la República, 30 de noviembre, 2005

-Lupo, S., Giamberini, P., Sánchez, A. Pérez, A. & Bettucci, L. "Control Biológico de insectos plaga de interés forestal: Hormigas cortadoras y Gorgojo del *Eucalyptus*. Primer taller Uruguayo sobre Producción de Agentes Microbianos de Control Biológico. INIA – La Estanzuela 21-22 de Marzo, 2006

Orientación y coorientación de trabajos de tesis de maestría y doctorado

-Mario Piaggio. Orientación de la tesina de Maestría: Delignificación de la madera de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*. Efecto del tamaño de la partícula, temperatura y tiempo de tratamiento (defensa: 5/1992) PEDECIBA

-Marisabel Saravay. Orientación de la tesina de Maestría: Selección de especies antagonistas de *Laetiporus sulphureus* en plantaciones de *Eucalyptus* spp. (defensa Tesina 5/92) PEDECIBA

-Susana Gazzano. Orientación de la tesina de Maestría: Relevamiento y discusión de la taxonomía de algunos Aphyllophorales efusos no poroides (Basidiomycetes, Fungi) (defensa, 12/1992). Coorientadora Rosa Guerrero (UNRGDS, Brasil). PEDECIBA

-Mariela Speranza. Codirección de la tesis de doctorado: Hongos de la podredumbre blanca: deslignificación y control biológico del pitch en *Eucalyptus globulus* (defensa, 2003) PEDECIBA

-Raquel Alonso. Orientación de tesis de maestría: Estudio de *Botryosphaeria* spp. en *Eucalyptus globulus* en Uruguay: ¿endofitismo o patogenicidad? (defensa, 2004). PEDECIBA

-Alicia Sánchez. Orientación de la tesina de Maestría: Selección y caracterización de cepas fúngicas para el biocontrol de *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae) bajo condiciones de laboratorio". PEDECIBA. 2006 (defensa, 2006). PEDECIBA

-Alejandro Pérez. Orientación de tesis de maestría sobre "Variación intraspecífica de *Inocutis jamaicensis* proveniente de *Eucalyptus globulus*, *Vitis vinifera* y especies nativas". PEDECIBA. 2006.

-Federico Rivas. Orientación de estudios de Maestría sobre "Producción de enzimas lignolíticas por *Inocutis jamaicensis*"(en curso) PEDECIBA

-Giamberini, Paolo. Maestría en Biotecnología: "Control Biológico de hormigas cortadoras" (en curso).

-Soraia Girardi. Codirección de tesis de maestría sobre "Actividade colonizadora de Basidiomycetes xilofagos na presença da flora fúngica do solo, *in vitro*" y miembro de tribunal de tesis, Universidad Federal de Rio Grande Do Sul. Coorientadora Rosa Guerrero, UFRGDS, Brasil (defensa de tesis, 1989).

Pasantes de grado

-Nicholas Gordon Firing. "Estudio poblacional de *Laetiporus sulphureus* (Basidiomycete). 1997

-Cecilia Alonso, "Comunidades de hongos endófitos en flores y frutos de *Eucalyptus globulus*. 1997

-Sofía Simeto. "Hongos endofitos de troncos de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii* en pie".2004.

-Jens Widehammar. Pasante para desarrollar tesis a fin de obtener el título en Ingeniería Biotecnológica en la Universidad de Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo. 2005

Hongos de la podredumbre en *Eucalyptus*: especies que producen podredumbre en madera estacionada y en árboles en pie.

Sebastián Martínez.

Laboratorio de Micología, Facultad de Ciencias.

Los hongos de importancia en la podredumbre de madera pertenecen fundamentalmente a dos grupos taxonómicamente diferentes Xylariaceae (Ascomycota), grupo más pequeño y de menor importancia, y a los Hymenomyces (Basidiomycota) sobre el cual se profundiza en el presente trabajo. Los Hymenomyces son el grupo más conspicuo de hongos que posee unas 20.000 especies conocidas en el mundo, representado por organismos como las setas, hongos en repisa, hongos gelatinosos y otros. Diversas estrategias nutricionales se conocen en este grupo siendo los saprofitos los más abundantes, y entre ellos los pudridores de madera los de mayor importancia en la descomposición y conversión de residuos vegetales complejos, como celulosa y lignina. De allí la importancia que tienen en el ciclo carbono.

Existen tres tipos principales de podredumbre de la madera: a) podredumbre castaña, producida solo por los Hymenomyces en la cual la celulosa y la hemicelulosa son degradadas mientras que la lignina permanece casi sin modificar, b) podredumbre blanca, producida por Hymenomyces y Xylariaceae, en la cual la madera aparece blanqueada al descomponerse la lignina, así como parcialmente celulosa y hemicelulosa y c) podredumbre blanda, por la consistencia que toma la madera al ser descompuesta por especies de ambos grupos de hongos. En este tipo de podredumbre la pared es descompuesta solo en proximidad de la hifa y celulosa, hemicelulosa y lignina son descompuestas parcialmente.

Los hongos de la podredumbre aparecen en todo tipo de materiales vegetales, desde pequeñas ramas hasta árboles en pie. Aquellos presentes en residuos muertos cumplen una importante función en la descomposición y reciclaje de materiales de la madera. Asimismo, al ser importantes pudridores de madera, ocasionan perjuicios económicos al descomponer o bajar la calidad de madera cosechada y estacionada para aserrío o pulpa de celulosa. Las especies que afectan árboles en pie pueden ser sólo saprofitas o poseer escasa o importante capacidad patogénica, y se agrupan de acuerdo a la parte del árbol que invaden: pudridores de raíces, de base de árboles y de fuste. Ninguna especie con capacidad patogénica, como *Armillaria* spp. y *Heterobasidion* spp., ha sido encontrada hasta el momento en Uruguay en eucaliptos. Sin embargo, más de 120 especies de Hymenomyces descomponedores de madera de *Eucalyptus* spp. han sido reportados para el país, desde aquéllos que descomponen ramas muertas hasta los capaces de invadir fustes de árboles vivos.

Observaciones efectuadas en madera estibada en playas de acopio (Figura 1) han mostrado que la cobertura de las fructificaciones sobre los troncos tiende a aumentar con el tiempo por lo que se puede suponer que también aumenta la podredumbre, si las condiciones ambientales y/o de acopio se mantienen, mientras que algunas especies (*Coprinus* sp.) indican una alta humedad de la madera. La mayor parte de las especies pudridoras de madera producen

podredumbre blanca y sólo unas pocas especies, tales como *Antrodia ramentacea* y *Coniophora arida*, son especies productoras de podredumbre castaña (degradadoras de celulosa fundamentalmente). Las especies predominantes son cosmopolitas, frecuentemente encontradas en el Uruguay, sobre troncos y ramas de distinta entidad de *Eucalyptus* spp. y como endófitos de *E. globulus*. Las podredumbres parecen ser superficiales, hecho que indica que la colonización fue principalmente posterior a la cosecha. Sin embargo, las podredumbres presentes en forma de manchas en los extremos de los troncos pudieron haberse originado durante el almacenamiento por colonización reciente en relación al almacenamiento y aquellas en forma de columna observada en los extremos de los troncos y que se extiende longitudinalmente, en varios casos, pudo haber tenido su origen en los árboles en pie si se tiene en cuenta el tamaño de las columnas fundamentalmente. Los troncos en los que se han observado columnas más grandes corresponden a los de diámetro más pequeño. En los de mayor diámetro la distribución vertical está más restringida. El hongo asociado con este tipo de podredumbre es *Phlebia chrysocreas*. En los troncos estacionados en diferentes lugares, por ejemplo Fray Bentos y Montevideo, se observa una diferencia importante en la composición de las especies. Las especies más frecuentes en Fray Bentos, tales como *Bjerkandera adusta*, *Schizopora radula* y *Laxitextum bicolor* tienen estrategias de colonización distinta a *Cylindrobasidium torrendii*, dominante en Montevideo. Las fructificaciones de *B. adusta* son relativamente voluminosas, en relación con *C. torrendii*. Para ello el micelio vegetativo debe colonizar y degradar una cantidad de madera que genere la energía y biomasa acorde con la talla de la fructificación. *B. adusta* es una especie colonizadora temprana y muy activa como descomponedora. Las fructificaciones *S. radula* tienen una biomasa reducida pero son resistentes a la desecación y las de *L. bicolor*, si bien no son perennes se pueden reactivar bajo condiciones de humedad.

Características de las fructificaciones, como cobertura y frecuencia, y grado de degradación de la madera sugieren que los troncos han estado cierto tiempo en la plantación y en consecuencia la actividad degradadora ha sido mayor. Puede suponerse que la diferencia entre sitios puede deberse a las diferencias en el estado de contaminación fúngica de las partidas o a condiciones de acopio diferentes.

Dentro de los hongos descomponedores de madera existen algunas especies con la capacidad de penetrar y desarrollarse en el interior del fuste de árboles vivos. Estos, poseen la capacidad de ingresar a los tejidos internos a través de heridas provocadas en la corteza de árboles vivos (principalmente rajaduras por heladas, quebraduras de ramas, heridas por insectos, etc.). La especie con esta estrategia más común y de mayor importancia económica en eucaliptos en el país es *Inocutis jamaicensis* (Murrill) Gottlieb, J. E. Wright & Montalvo (Figura 2).

I. jamaicensis fue detectada por primera vez en montes de *Eucalyptus globulus* en el año 1997 en Uruguay, pero se conoce su existencia desde principios del siglo pasado. Es una especie Neotropical, distribuyéndose desde la Patagonia hasta el sur de los Estados Unidos. Actualmente se conoce que está presente en al menos 37 especies de plantas arbóreas o arborescentes pertenecientes a 21 familias. Sin embargo, su importancia económica se limita a la podredumbre

de fustes de *Eucalyptus* spp., principalmente *E. globulus* y en menor medida *E. maidenii* y *E. grandis*, en Uruguay y a la podredumbre de *Vitis vinifera* L. asociado a la “esca” en Uruguay y “hoja de malvón” en Argentina.

El síntoma principal observado en eucaliptos es una lesión en la que provoca una rajadura axial de la corteza, generalmente con abundante exudación de quino, que provoca un achatamiento del tronco en la zona afectada por el crecimiento de los bordes (Figura 3). Este síntoma está asociado a una podredumbre blanca de la madera debajo de la corteza. Ocasionalmente la deformación del tronco asociado a la podredumbre y ablandamiento de la madera provoca una disminución de la resistencia frente a vientos que provocan el quiebre y caída del fuste, incluso de árboles de buen diámetro. En casos extremos, se observa un cancro con xilema expuesto por desprendimiento de la corteza.

Debido a la podredumbre asociada existen dos causas principales de pérdida de madera: (a) pérdida directa de volumen de madera, no apta para aserrío o chipeo, debido a que la columna de podredumbre se extiende de 0.5 – 1.0 m alrededor del síntoma, (b) pérdida de árboles por quiebre y caída. Esta podredumbre parece no afectar el crecimiento del árbol.

Actualmente, *I. jamaicensis* ha sido encontrado, con una incidencia de 3.5 – 23% de árboles afectados en todas las zonas de importancia forestal. Los mayores porcentajes de incidencia se registran en la zona sur-este del país, existiendo asimismo diferencia en la velocidad de desarrollo de la podredumbre y del porcentaje de incidencia según variedad de semilla plantada.

En ensayos de inoculación experimental a campo en tres orígenes de *E. globulus* (semilla Jeeralang y Geeveston, y clon 334-1-AR) con una cepa de *I. jamaicensis* MVHC11379, el 56% en clon, 50% en Geevestone y 25 % en Jeeralang de los árboles inoculados, se formó una columna de podredumbre por el crecimiento del hongo, solo en el duramen. La corteza y madera de los árboles inoculados fue caracterizada química y anatómicamente lo que determinó que *I. jamaicensis* produce una podredumbre blanca de la madera con degradación selectiva y simultánea. En los árboles inoculados se encontraron zonas de reacción de la madera con producción de polifenol. Solo en el clon 334-1-AR la madera podrida estaba delimitada por una zona de reacción con acumulación de cationes. Las características del hospedero y la habilidad de *I. jamaicensis* de penetrar las barreras de la madera, determinan parcialmente las diferencias en susceptibilidad de los diferentes orígenes.

En estudios *in vitro* sobre fisiología de *I. jamaicensis* se determinó que esta especie no crece a 5° C y 37° C, independientemente del pH y potencial hídrico, teniendo el máximo de crecimiento radial a 25° C y potencial 0 sin diferencias entre pH 4 y 7.

Este trabajo fue realizado en colaboración con el equipo del Laboratorio de Micología



Figura 1: Troncos estibados de *Eucalyptus* sanos y con podredumbre blanca en bordes.



Figura 2: Fructificaciones de *I. jamaicensis* en base de árbol afectado.



Figura 3: Síntoma típico de achatamiento en tronco de *Eucalyptus* sp.

Presentación del Proyecto:

“Monitoreo fitosanitario en plantaciones de *Pinus* spp: patógenos latentes y asociados a lesiones” PDT 77/09

Raquel Alonso

Las plantaciones de especies de *Pinus* y *Eucalyptus* constituyen un recurso renovable que está siendo intensamente explotado en el Uruguay. En este contexto los problemas fitosanitarios constituyen un riesgo potencial y real. El laboratorio de Micología ha realizado estudios fitosanitarios en *Eucalyptus* spp. en distintas zonas del país efectuando un monitoreo intensivo. Se considera de importancia iniciar un relevamiento fitosanitario de plantaciones de especies del género *Pinus* en las áreas del país donde haya sido más intensamente plantado, en particular las zonas centro y centro-norte. El análisis de la micobiota endofítica de las acículas puede permitir poner en evidencia la presencia de especies que se encuentren en forma críptica y bajo cualquier condición no sean capaces de producir síntomas en las plantas hospedantes. En tanto, otras especies endofitas pueden colonizar tejidos muertos o senescentes permaneciendo asociados como si fueran los organismos causales de las mismas. Finalmente, algunos endofitos son patógenos latentes que pueden producir enfermedad bajo cualquier condición. En maderas estacionadas bajo determinadas condiciones, ha sido frecuente encontrar especies ubicuitas como *Trichodema harzianum*, *Cladosporium cladosporioides* o *Phoma* sp. asociadas a la mancha azul de especies de *Pinus*. Otro problema significativo está relacionado con las infestaciones del insecto *Sirex noctilio* que inocula a *Amylosterum areolatum*, un hongo de la podredumbre blanca con el que ha coevolucionado de manera eficiente.

Por ello, para evaluar el impacto económico de daños es muy importante dilucidar el tipo de relación hospedante-endofito. El monitoreo periódico de las plantaciones para evaluar el estado sanitario puede permitir la aplicación de medidas de control adecuadas.

Debido a los escasos antecedentes que existen en el país sobre los hongos endofitos y asociados a lesiones de especies de *Pinus* se plantea realizar este trabajo. Los objetivos de este proyecto son:

- 1) Monitorear las plantaciones de *Pinus taeda* y *Pinus elliotti* a fin de evaluar y caracterizar los síntomas presentes en acículas y ramas y de identificar la micobiota asociada a dichos síntomas.
- 2) Conocer y cuantificar la composición de la micobiota endofítica de acículas y ramas sanas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*

3) Monitorear la presencia de *Amylosteruem aereolatum* y el daño que provocan en troncos

Para el cumplimiento de dichos objetivos se realizarán salidas de campo donde se recorrerán plantaciones de distintas edades, se delimitarán parcelas y se describirán los síntomas presentes, se tomarán muestras en número representativo de la incidencia de los síntomas en la plantación. Dichas muestras serán analizadas en el Laboratorio de Micología de la Facultad de Ingeniería. El aislamiento de los hongos se realizará mediante el cultivo de los tejidos sintomáticos con un previo lavado superficial. Para el aislamiento de los hongos endófitos se realizará esterilización superficial de los tejidos. Los hongos serán identificados mediante los métodos micológicos habituales a través de sus caracteres micromorfológicos, en caso que sea necesario se utilizarán herramientas moleculares para su identificación.

Se calculará la frecuencia de colonización para cada especie fúngica, se realizarán las curvas de acumulación y de distribución de las principales especies presentes. En el caso de *Amylostereum* se realizarán aislamientos de diferentes trozas afectadas tomadas en diferentes sitios. Se realizará un estudio poblacional a fin de determinar si todos los aislamientos pertenecen a la misma población.

Control biológico de insectos plaga

Sandra Lupo. Laboratorio de Micología, Facultad de Ciencias-Facultad de Ingeniería

Las plantaciones de *Eucalyptus* son afectadas por diversas plagas, entre ellas especies de *Phoracantha* spp. y *Gonipterus* spp. Estas especies fueron introducidas en Uruguay y potencialmente pueden constituir una plaga como ocurre en otras regiones donde las plantaciones se están sometidas periódicamente a condiciones de estrés. Por otra parte, varias especies de hormigas cortadoras, que son plagas importantes para la agricultura, también constituyen un problema en las plantaciones forestales en el momento de su instalación. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* son hongos entomopatógenos que infectan en condiciones naturales, enzoóticamente o provocando epizootias en varias plagas. Estos hongos han sido utilizados para controlar insectos perjudiciales en diversas plantaciones forestales. La búsqueda de hongos entomopatógenos económicamente viables exige la realización de estudios de laboratorio y de campo para identificar las cepas más virulentas, estimar la mínima cantidad de inóculo y de tiempo para causar micosis y matar al organismo blanco, así como su comportamiento frente a diferentes condiciones ambientales.

Con el propósito de utilizar enemigos naturales para efectuar el control biológico de estos insectos se aislaron cepas de *B. bassiana* a partir de insectos muertos naturalmente en el campo en diferentes localidades del país; se obtuvo un aislamiento de *M. anisopliae* de suelo. Con la finalidad de seleccionar una de las cepas de *B. bassiana* se evaluaron algunas características ecofisiológicas de las mismas. Se seleccionó una cepa de *B. bassiana* y una de *M. anisopliae* para determinar la patogenicidad sobre *Ph. recurva*, *Gonipterus* sp. bajo condiciones de laboratorio y dos especies de *Acromyrmex* bajo condiciones de laboratorio y campo.

Evaluación de la patogenicidad de B. bassiana sobre Phoracantha recurva.

Para evaluar la patogenicidad sobre *Phoracantha recurva* los insectos, mantenidos en cámaras de cría se inocularon por inmersión en suspensiones de propágulos a distintas concentraciones. Se determinó el tiempo letal medio (LT₅₀) y la concentración letal media.

La mortalidad de *P. recurva* aumentó a partir del día 6 a partir de la inoculación con *B. bassiana* a la concentración más alta (10⁷) alcanzando el 98 % a los 10 días. A la concentración más baja (10⁴) alcanzó el 75 % al día 13. La concentración letal media fue de 5.7×10^{-5} ($\alpha=0.05$) conidios ml⁻¹ y el tiempo letal medio de 10.5 ± 0.25 ($\alpha=0.05$) días. Luego de la inoculación los insectos disminuyeron la motilidad y finalmente se produjo la muerte. A las dosis más altas se interrumpió la oviposición.

Los resultados obtenidos en este trabajo constituyen el primer aporte de control biológico de *Phoracantha* utilizando hongos entomopatógenos.

Evaluación de la patogenicidad de Metarhizium y Beauveria sobre Gonipterus sp.

Se evaluó la patogenicidad sobre adultos de *Gonipterus* sp. en condiciones de laboratorio y sobre larvas en condiciones de campo. La dosis letal media se obtuvo a

partir de las mortalidades de adultos de *Gonipterus* sp. a los que se les aplicó una concentración de esporas conocida. Cada insecto fue inoculado con distintas dosis de *M. anisopliae* y de *B. bassiana*. Se inocularon 15 individuos por concentración y se hicieron 2 réplicas. El tiempo considerado para el cálculo de la dosis letal media fue de 15 días. Los insectos se mantuvieron en cámaras de cría. Se realizaron observaciones diarias para extraer los individuos muertos.

Se comprobó la virulencia de *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre individuos adultos bajo condiciones de laboratorio. En general, más de la mitad de los insectos estudiados murieron en el entorno de los 10 días y hubo un incremento de la mortalidad después de 6 días de inoculados. A la dosis más alta (10^8 conidios/ml) el 50 % de los individuos murieron a los 6 días. Se destaca una muy baja mortalidad de individuos infectados con *B. bassiana* en las dosis inferiores a 10^7 conidios/ml mientras que en el caso de *M. anisopliae* con todas las dosis se obtiene más de un 40 % de mortalidad.

Para evaluar el efecto de una suspensión mezcla de *Metarhizium* y *Beauveria* sobre larvas en condiciones de campo, se trataron 30 árboles con una alta densidad de larvas en diferentes estadios. Se aplicó una suspensión de 10^9 conidios/ml de cada uno de los hongos, en una proporción 1:1. A los 8 días, luego de la aplicación, se recogieron todos los individuos muertos.

Se obtuvo un 40 % de larvas muertas infectadas por los hongos entomopatógenos. Este porcentaje corresponde a la mortalidad neta. La mayoría de las larvas presentaron infección con *B. bassiana* y solo un bajo porcentaje presentó infección con *Metarhizium* solamente o con los dos hongos. Del total de larvas restantes algunas murieron por causas desconocidas, otras sobrevivieron llegando incluso a pupar en las cajas de Petri. Este hecho evidencia un escape a la infección posiblemente debido a que muchas de las larvas a las que se les aplicó la suspensión estaban próximas a mudar. Las condiciones climáticas durante el ensayo quizás también influyeron en el porcentaje de infección, pues el inóculo fue lavado por la lluvia e incluso el viento desprendió muchas larvas que no pudieron ser evaluadas.

El hecho de que se haya obtenido un resultado promisorio en cuanto a la mortalidad larval en condiciones naturales implica una ventaja en cuanto a que se minimizaría el efecto que estos agentes de control microbiano pudieran tener sobre *A. nitens*. En consecuencia resultaría conveniente la utilización de los entomopatógenos en los momentos de alta densidad larval.

Evaluación de la patogenicidad de B. bassiana y M. anisopliae sobre Acromyrmex spp.

Este estudio se inició calculándose la dosis letal media, bajo condiciones de laboratorio, para hormigas pertenecientes a *A. heyeri* y *A. lundii* a las que se les había aplicado una concentración de esporas conocida. Se inocularon 6 individuos por concentración y se hicieron 10 réplicas. Los insectos se mantuvieron en cámaras de cría. Los testigos consistieron en hormigas sin tratar mantenidas en las mismas condiciones. Se realizaron observaciones diarias para extraer los individuos muertos.

El cálculo de la dosis letal media indicó que las dos especies de hormigas son más sensibles a la cepa de *Beauveria* utilizada que a la de *Metarhizium*. Por otra parte *A.*

lundii fue más sensible a *Beauveria* que *A. heyeri* e inversamente *A. heyeri* es mucho más sensible a *Metarhizium* que *A. lundii*. *A. heyeri* infectada con *B. bassiana* alcanza el 100% de mortalidad a los 5 días a la dosis más alta en cambio con *M. anisopliae* aún a los 20 días no se llega al 100 de mortalidad. En tanto *A. lundii* infectada con *B. bassiana* alcanza el 100% de mortalidad a los 14 días a la dosis más alta en cambio con *M. anisopliae* aún a los 9 días se llega al 100 de mortalidad.

Para la evaluación a campo de *A. lundii* se seleccionaron 30 hormigueros, 10 se trataron con el inóculo de cada especie de entomopatógeno y 10 se dejaron como testigo, sin tratar. Se utilizó una formulación seca y la aplicación se efectuó por insuflación usándose 30 gramos del producto (10^8 propágulos viables) por hormiguero. La actividad de los hormigueros se determinó mediante el conteo del flujo de individuos en dirección a la entrada del hormiguero en todos los caminos durante 5 min. Las evaluaciones se hicieron semanalmente durante 4 semanas. Se realizaron 3 reinoculaciones con una semana de intervalo.

En el caso de *A. hispidus* y *A. heyeri* se utilizó una formulación líquida (agua con Triton X100 al 0.05%) y se realizaron tratamientos con distintas dosis. Se trataron 13 hormigueros situados en Santo Domingo. Las aplicaciones se hicieron por aspersión directamente sobre el hormiguero tratando de alcanzar la honguera, las larvas y pupas, para lo cual se lo desestructuró mecánicamente. Se dejaron hormigueros como testigo a los cuales se les realizó el mismo tratamiento de desestructuración sin aplicar el entomopatógeno.

A partir de la evaluación de distintas estrategias de aplicación a campo se pudo observar que las dos cepas de hongos utilizadas son capaces de controlar las tres especies de hormigas. En algunos casos se obtuvo una reducción total de la colonia y en otros casos se logró sólo reducir su tamaño. Las distintas especies de hormigas requieren distinta estrategia de aplicación del entomopatógeno, fundamentalmente debido a la arquitectura del hormiguero y localización de la honguera, que determina la accesibilidad del inóculo a todos los individuos.

En virtud de los resultados obtenidos se puede utilizar la insuflación con una formulación seca a base de *Metarhizium* para *A. lundii* ajustando la dosis en relación al tamaño de los hormigueros. En el caso de *A. heyeri* y *A. hispidus* la formulación líquida fue la adecuada pero para estandarizar la estrategia de aplicación es necesario ajustar la frecuencia de aplicación y la cantidad de inóculo. Para que la aplicación sea efectiva es necesario utilizar una elevada cantidad de inóculo y métodos que aseguren su llegada al mayor número de individuos. En colonias muy grandes es necesario realizar varias aplicaciones a fin de asegurarse el contacto del inóculo en el mayor número de individuos, de esta forma es más difícil que la colonia se reorganice.

Este trabajo fue realizado en colaboración con el equipo del Laboratorio de Micología

**Reseña de Trabajos de Investigación en Entomología Forestal en la
Facultad de Agronomía.
Marta Bianchi**

Línea de investigación: “Estudio de los insectos plaga del género *Pinus* en Uruguay”.

Proyecto: “Biología y control de *Rhyacionia buoliana* Den. Y Schiff. (Lepidoptera : Tortricidae” . Minas (Depto. Lavalleja). 1988- 1993

Objetivos:

- Estudio de la dinámica poblacional y enemigos naturales de *Rhyacionia buoliana* Den. & Schiff. (Lep : Tortricidae).
- Susceptibilidad de las siguientes especie de pino: *P.taeda*, *P. elliotii* y *P.radiata* al ataque de dicho lepidóptero.

En el marco de este proyecto se realizo el siguiente trabajo:

“Contribución a la técnica de cría de *Rhyacionia buoliana* Den. Y Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) en condiciones de laboratorio”. Sánchez A., 2000. Trabajo Final.

Objetivos:

- Poner a punto un método de cría masiva.
- Seleccionar la mejor dieta artificial
- Obtener información de aspectos biológicos que permitan posteriormente estudio de control biológico por medio de *Trichogramma*.

Proyecto: “Evaluación y control de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) en plantaciones de *Pinus* sp. Paysandú (Piedras Coloradas) 1986-1993. Convenio Facultad de Agronomía- Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias.

Objetivos:

- Estudiar aspectos de la biología de *S. noctilio*.
- Evaluar daños.
- Evaluar enemigos naturales.
- Implementación de medidas preventivas y de control.

1987. Introducción de *Beddingia siricidicola* Bedding (Nematodo: Neotylenchidae).

Informes presentados:

Bianchi M. Informes anuales 1986-1993 “Evaluación y control de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) en plantaciones de *Pinus* sp. Facultad de Agronomía- Caja de Jubilaciones y Pensiones Bancarias” 1986-1993.

Bianchi M, 1987 Antecedentes e introducción de *Deladenus siricidicola* Bedding (Nematodo: Neotylenchidae) en el Uruguay.

Proyecto: “Detección y evaluación de los insectos plaga en plantaciones de UTE” Convenio de Cooperación Técnica y Científica de la Universidad de la República – UTE”. San Gregorio de Polanco y Rincón del Bonete (Tacuarembó – Durazno) Palmar (Soriano y Río Negro) y Cuñapirú (Rivera). Agosto 1994- abril 1996.

Objetivos:

- Detectar y evaluar la presencia de insectos plaga, tanto a nivel poblacional como en la magnitud del daño.
- Observación de la biología de los insectos plaga.
- Detección de enemigos naturales.
- Recomendar medidas preventivas y de control

Dada la importancia del ataque de *Sirex noctilio* en plantaciones de *Pinus spp.* se realizó una prospección especial (detección y evaluación de *Sirex noctilio*) y se determinó porcentaje de parasitismo de *I. leucospoides* y de *B. siricidicola* para los distintos sitios.

Por otra parte, en el marco de este proyecto se llevó a cabo el siguiente trabajo:

“Detección y evaluación de la población de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) y sus enemigos naturales en rodales de pinos, en San Gregorio de Polanco (Tacuarembó)” Trabajo Final González E.; Nosei, G. 1997.

Objetivos:

- Conocer la dinámica poblacional de los estados adultos de *Sirex noctilio* e *Ibalia leucospoides*
- Determinar el porcentaje de parasitismo de *I. leucospoides*.
- Determinar el porcentaje de infección de *B. siricidicola*

Informe Final :

Bianchi M. ; Minasian , H., 1996. Detección y evaluación de los insectos plaga en plantaciones de UTE . Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. 99p.

Línea de investigación: Cerambícidos que se encuentran atacando *Eucalyptus sp.* Biología de laboratorio y de campo. Estudio de los enemigos naturales.

Proyecto: “Biología y Control del Insecto Taladrador del Eucalipto *Phoracantha semipunctata* Fabr. en el Uruguay”. 1997 2000. Facultad de Agronomía MGAP-Banco Mundial-Componente Forestal. Bianchi, M.; Cabris, J.; Escudero, R.; Sánchez, A.; Burgueño, J; Munka, C.

Objetivos:

- Características biológicas de *P.semipunctata*
- Medidas de control

Para conocer el ciclo biológico se cumplió con las siguientes actividades.

1. **Prospección preliminar de áreas y selección de sitios** para instalar los ensayos de características biológicas y medidas de control.
2. **Cría en laboratorio sobre medios naturales y artificiales:**
3. **Instalación de los ensayos de campo.**
 - 3.1. Ensayos de biología en el bosque.
 - 3.1.1. Biología.
 - 3.1.2. Ciclo estacional
 - 3.2. Ensayos medidas de control.
 - 3.2.1. Registro de enemigos naturales.
 - 3.2.2. Duración del árbol trampa.
 - 3.2.3. Ensayos de control silvicultural.

Informes presentados

Bianchi, M.; Cabris, J.; Escudero, R.; Sánchez, A.; Burgueño, J; Munka, C., 1997; 1998^a, 1998b; 1999; 2000 y Resumen. Biología y Control del Insecto Taladrador del Eucalipto *Phoracantha semipunctata* Fabr. en el Uruguay. Informe. Montevideo, Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Proyecto UR 3131 Banco Mundial. Componente Forestal.

Proyecto: Biología y control de *Phoracantha recurva* Newman y *Phoracantha semipunctata* Fabr. en el Uruguay”. Segunda etapa: enemigos naturales de *Phoracantha* sp.. 2001 a la fecha. R. Bedding, (CSIRO Australia), M. Bianchi, R. Escudero y A. Sánchez.

Objetivos:

- Evaluación d enemigos naturales.
- Observaciones de aspectos de las biología el nematodo que causa esterilidad en hembras y machos de ambas especies de *Phoracantha* e identificar dicho nematodo.

En el marco de este proyecto se realizó el siguiente trabajo:

“Selección y caracterización de cepas fúngicas para el biocontrol de *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae) bajo condiciones de laboratorio”. Tesis de Maestría. PEDECIBA. Sánchez A. 2006.

Proyecto “Biología y tácticas para el control integrado de *Eurymerus eburioides* A. Serville (Col: Cerambycidae) y de *Paramallocera hirta* Kirby (Col: Cerambycidae) en Uruguay”. Facultad de Agronomía - INIA LIA 052. 2002 – 2005. M. Bianchi, R. Escudero, E. Morelli y A. Sánchez.

Objetivos:

- Conocer el ciclo de vida de *E eburioides* y *P. hirta* criados sobre dieta natural en condiciones controladas a 25°C de temperatura y fotoperíodo de 12 h de luz.

- Diferenciar estados inmaduros de *E. eburioides* y de *P. hirta* a través de caracteres taxonómicos.
- Diferenciar el ataque en el campo ocasionado por ambas especies mediante características de las posturas, galerías larvales y cámaras pupales.
- Conocer el ciclo estacional de ambas especies para nuestro país.
- Identificar las especies de *Eucalyptus* más frecuente y extensamente plantadas que son susceptibles al ataque de *E eburioides* y *P. hirta*.
- Seleccionar el mejor tipo y forma de instalación de árbol trampa como una de las tácticas de control integrado.

Informes presentados:

- M. Bianchi, R. Escudero, E. Morelli y A. Sánchez., 2002 a y b ;2003 a y b; 2004 a y b. Biología y tácticas para el control integrado de *Eurymerus eburioides* A. Serville (Col: Cerambycidae) y de *Paramallocera hirta* Kirby (Col: Cerambycidae) en Uruguay. Informe Montevideo, Uruguay. INIA LIA 052.

DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS

Publicaciones

- Bianchi, M. , Sánchez, A., 1998. *Phoracantha recurva* Newman y *Phoracantha semipunctata* (Fabricius). In: C. Bentancourt, I. Scatoni. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. Pp.68.
- Morelli, E. Bianchi, M , Sánchez, A. 2002. The immature stages of *Phoracantha recurva* Newman, 1842 and *Phoracantha semipunctata* Fabricius, 1775 (Coleoptera : Cerambycidae) and a key to larvae of these species). Brazilian Journal of Biology. 62(4B): 853-860.
- Monné, M.; Bianchi, M.; Sánchez A, Escudero R. 2002. Cerambícidos (Coleoptera) que atacan *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis* en Uruguay. Agrociencia. 6(1): 63-68.
- Bianchi, M. 2004. Hallazgo de un nematodo parásito de *Phoracantha recurva* Newman, 1842 y *Phoracantha semipunctata* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Cerambycidae) en el Uruguay. Agrociencia. VIII(1): 85-88.
- Morelli, E.; Sánchez, A. Bianchi, M. 2005. The immature stage of *Eurymerus eburioides* Audinet-Serville,1833 (COLEOPTERA-CERAMBYCIDAE: Ectenessini). Brazilian Journal of Biology. 65 (1): 97-100.
- Morelli, E.; Sánchez,A. Bianchi, M. 2006. The immature stage of *Paramallocera hirta* Kirby,1818 (COLEOPTERA-CERAMBYCIDAE: Elaphidionini). Brazilian Journal of Biology. 66(1A): 117-120.
- Bianchi, M. , Sánchez, A.,. 2007. Biología de *Phoracantha recurva* Newman y *Phoracantha semipunctata* Fabricius (Coleoptera: Cerambycidae) en laboratorio

sobre dieta natural: *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. Bol. San. Veg. Plagas, 33: 71 – 78,.

- Morelli, E.; Bianchi, M. Descripción de la larva y biología de *Compsoceridius gounellei* Bruch, 1908 (Coleoptera: Cerambycidae: Compsocerini). 2007 Enviado para su publicación a la Revista Elytros.

Presentaciones en Congresos y Jornadas

- Bianchi M. 1990. Antecedentes del control de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) en el Uruguay. Congreso de la Asociación de Ingenieros Agrónomos.
- Bianchi M. 1992. “Situación de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae) y otros insectos plaga en Uruguay” Conferencia Regional da Avespa da Madeira *Sirex noctilio* na America do Sul. Sessao de relatórios dos países da America Latina. Florianópolis, Brasil. 23 – 27 noviembre 1992: 65 – 71.
- Bianchi M., 1998. Reseña de las principales plagas detectadas en los bosques implantados en Uruguay. IUFRO Regional Workshop on Pest and Diseases of Forest Plantations. Bkok Thailand. 5-11 junio 1998.V. 3. T. 35: 1 – 12..
- Bianchi, M. 2000. Aspects of the biology and control of *Phoracantha recurva* Newman, 1842 y *Phoracantha semipunctata* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Cerambycidae) in Uruguay. In: International Congress of Entomology (21°, 2000, Foz do Iguassu, Paraná).
- Bianchi, M.; Morelli, E.; Sánchez, A. 2000. The morphology in the immature stage of *Phoracantha recurva* (Coleoptera: Cerambycidae) and a key to larvae of the species of *Phoracantha* in Uruguay. In: International Congress of Entomology (21°, 2000, Foz do Iguassu, Paraná). Resúmenes. p. 940.
- Bianchi, M.; Morelli, E.; Sánchez A. 2001. Nuevos caracteres para la identificación de estados preimaginales de *Phoracantha recurva* Newman, 1842 y *Phoracantha semipunctata* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Cerambycidae). In: Jornadas de Zoología del Uruguay.(6°, 2001, Montevideo) Resúmenes. p. 25.
- Sánchez A, Bianchi, M; Morelli, E. 2001. Estados inmaduros de *Eurymerus eburioides* Audinet-Serville, 1833 (Coleoptera: Cerambycidae)”. In: Jornadas de Zoología del Uruguay.(6°, 2001, Montevideo) Resúmenes. p. 62.
- Bianchi, M.; Morelli, E.; Sánchez, A. 2003. Estados preimaginales de *Paramallocera hirta* Kirby (Coleoptera: Cerambycidae). In: Jornadas de Zoología del Uruguay.(7°, 2001, Montevideo) Resúmenes. p. 38.
- Bianchi, M., Sánchez, A. 2004. Biología de *Phoracantha recurva* Newman, 1840 y *Phoracantha semipunctata* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Cerambycidae) en condiciones de laboratorio. In Congreso Brasileiro de Entomologia (20°, 2004, Gramado. Resúmenes. p. 451.