

# RESPUESTA ANTE LA EXPOSICION A LA INTEMPERIE DE LA MADERA DE TRES ESPECIES EN MISIONES, ARGENTINA

OUTDOORS EXPOSURE RESPONSE OF THREE WOOD SPECIES FROM MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 22/12/2015 // Fecha de aceptación: 24/08/2016

Elisa Bobadilla  
Elizabeth Weber  
Ricardo Callaba  
Teresa Suirezs  
Ricardo Barth  
Yamila Pereyra  
Obdulio Pereyra

Docentes. Investigadores. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina.  
elisa@facfor.unam.edu.ar;  
eweber@facfor.unam.edu.ar

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la durabilidad natural de la madera de tres especies implantadas en la provincia de Misiones: *Pinus taeda* L. Marion, *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) y *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, expuestas a campo abierto en un cementerio de estacas. Se utilizaron muestras de madera aserrada de las industrias locales, para la preparación de las probetas, se siguieron las especificaciones de la Norma EN 252. El control del estado sanitario de las mismas se realizó con inspecciones cada 6 meses durante 2 años. Concluyendo las cuatro inspecciones que: el *Pinus taeda* L. Marion en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 73 % de las probetas. *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 77 % de las probetas. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en las mismas condiciones tiene un grado promedio de ataque severo, con una pérdida del 73 % de las probetas. Analizadas las probetas atacadas se determinó que los organismos presentes en las tres especies fueron termitas, hongos del genero *Trichoderma* y la manifestación de podredumbre blanda.

**Palabras clave:**

Durabilidad natural, cementerio de estacas, hongos, termitas

## SUMMARY

The aim of this study was to determine the natural durability of wood of three implanted species in the province of Misiones: *Pinus taeda* L. Marion, *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (hybrid) and *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, exposed to the open field in a stakes cemetery. Wood samples from local industries were used for the preparation of the samples; specifications of the Norm EN 252 were followed. The control of the health status of them was done with inspections every 6 months for 2 years. After four inspections, it was concluded that: *Pinus taeda* L. Marion in contact with the ground in the open field presented an average degree of severe attack, with a loss of 73 % of the specimens. *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* presented an average degree of severe attack, with a loss of 77 % of the samples. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden under the same conditions had an average degree of severe attack, with a loss of 73 % of the samples. When attacked samples were analyzed, it was determined that the organisms present in all three species were termites, fungi of the genus *Trichoderma* and the manifestation of soft rot.

**Key Words:** Natural durability; stake cemetery, fungi, termites.

## INTRODUCCIÓN

El uso de las maderas a la intemperie en diversas construcciones es muy común en la región Noreste del país, se tiene conocimiento que a pesar del paso del tiempo, muchas de las maderas utilizadas con ese fin, conservan sus propiedades físicas y estéticas, evidenciando una resistencia natural al ataque de hongos xilófagos y otros agentes biológicos.

A la fecha no existen estudios a campo publicados para las especies en estudio, en esta zona del país, por lo cual es difícil saber su durabilidad natural en condiciones de uso. Los estudios realizados en la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM son a nivel de laboratorio para las especies mencionadas. Los resultados para el *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* frente a la acción de hongos xilófagos *Laetiporus sulfureus* y *Pycnoporus* resulto de grado perecederas y no resistente respectivamente. En el caso *Pinus taeda* para los dos hongos resulto de grado perecederas (BOBADILLA *et al.*, 2012).

En la madera del Eucalipto, frente a la acción de las especies de hongos *Gloeophyllum sp.* y *Pleurotus sajor-caju* utilizados en este estudio se lo clasifico como no resistente (SUIREZS *et al.*, 2010).

En la provincia de Misiones según el Inventario Forestal Provincial 2009-2010 la superficie de *Eucalyptus* spp es de 25.157 ha y de 302.382 ha de *Pinus* spp (SIFIP 2010). Ante la demanda creciente de madera de bosque nativo por parte de las industrias, es necesario incursionar en otras especies para su utilización como madera durable sin la necesidad de usar productos preservantes. Es por ello que se considera de importancia el estudio de la durabilidad natural de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L. Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido), que actualmente están siendo utilizadas en las construcciones locales. CUFFRÉ *et al.* (2010), realizaron un estudio de la durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* en Argentina que involucra estudios de campo en 6 sitios del país con diferentes condiciones climáticas: dos se ubicaron en la provincia de Santa Fe y los restantes en las de Entre Ríos, Buenos Aires, Córdoba y Mendoza. Utilizaron la norma EN 350-1 la cual hace referencia a una especie testigo y al año de su instalación el deterioro producido por el ataque de hongos xilófagos permite inferir que la durabilidad natural de la especie se ubicará entre las clases de durabilidad 3 (medianamente durable) y 4 (poco durable). El resultado del deterioro biológico da valores de grado de ataque entre 0,1 a 2,7.

Se plantea como objetivo determinar la durabilidad natural de la madera de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L.

Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) expuestas a campo abierto, ante la acción de agentes biológicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de madera aserrada de las industrias locales de las especies *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus taeda* L. Marion y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido).

Para la preparación de las probetas se siguieron las especificaciones de la Norma EN 252, que es la recomendada por la EN251 para efectuar el ensayo de campo. Se utilizaron 30 probetas por especie, de 2,5 cm x 5 cm x 50 cm (figura1). Luego se identificaron cada una de las probetas con un número para la especie y otro para la probeta. (foto1).



**Figura 1: esquema de probetas**  
**Picture 1: Sample diagram**



**Foto 1: chapa de identificación**  
**Photo 1: identification tag**

El terreno utilizado se encuentra en la ciudad de Eldorado, km 8, Misiones, Argentina, las dimensiones utilizadas fue de 8 x 10m. Se limpio el terreno, se delimito la parcela y las divisorias (foto2).

El suelo ha sido analizado por el Laboratorio de suelos de la Cátedra de Edafología, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Dando los siguientes resultados: ph en agua: relación Suelo Agua= 1:2,5 Materia orgánica: Método Walkey-Black (MO); Fósforo: Método Bray II (P); Calcio, Magnesio, Potasio: Método Cloruro de Sodio (Ca, Mg, K).(tabla 1).

Para la instalación de las probetas en el terreno se delimitó una cuadrícula, se hicieron los pozos para la instalación de las probetas en el terreno (foto 3).

Las probetas se instalaron en forma vertical, formando cuadrículas con un distanciamiento de 0,50 cm x 0,50 cm, utilizando un diseño en bloques completamente aleatorizados con 15 repeticiones y colocadas a una profundidad de 25cm, presionando el suelo en la región de contacto.

Para el control del estado sanitario de las probetas se realizaron inspecciones cada 6 meses, tomando todos los detalles correspondientes en una planilla confeccionada al efecto. El examen comienza con un ligero golpe sobre una de las caras de 5cm con la probeta aun enterrada en el suelo, para ver si su resistencia se ha reducido tanto que se rompa. Si no se rompe se retira y se le quita la tierra adherida para examinar todas las caras y detectar si hay o no presencia de síntomas de cambio en la madera, por

ejemplo color, forma, presencia de formaciones fúngicas y otras. Luego se reinstala con cuidado en su lugar de origen. En este caso no se usó una especie de referencia como establece la Norma EN 252. El ensayo fue instalado en diciembre de 2011, y se realizaron cuatro inspecciones.

Para las inspecciones se utilizó la clasificación de ataque por microorganismos de la norma EN252, la cual clasifica en cinco grados de ataque:

Clasificación	Grado
Sin ataque	0
Ataque ligero	1
Ataque moderado	2
Ataque severo	3
Ruptura	4



Foto 2: Etapas de preparación del terreno  
Photo 2: Land preparation stages

Tabla 1: Análisis del suelo del ensayo  
Table 1: Test soil analysis

		pH	MO	P	CA	MG	K
Laboratorio	Campo		%	ppm	meq/100g de suelo		
1114	forestal	4,5	3,9	0,93	1,71	0,42	0,11



Foto 3: Instalación de las probetas del terreno  
Photo 3: Settlement of the samples in the land

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras extracciones de probetas infectadas fueron enviadas a la estación experimental INTA Montecarlo, Misiones, con el propósito de identificar los agentes atacantes. Macroscópicamente en las maderas de las tres especies no se observó deterioro de la madera en la zona sin pudrición aparente, pero si en las zonas que se encontraban bajo tierra. Se observó pudrición en distintas escalas y micelio de hongo.

Las observaciones microscópicas en lupa con 20X mostraron la presencia de restos de ácaros y cuerpos fructíferos de hongos de coloración negra brillante (picnidios) foto 4; siendo la proporción de estos en relación directa con el grado de pudrición antes indicado.



**Foto 4: Vista del picnidio a microscopio. Se pueden observar las esporas del hongo.**

**Photo 4: View of Pycnidium under microscope. You can observe the fungus spores**

La evaluación de los picnidios afectados no permitió determinar el género del hongo presente en estas maderas. Las esporas observadas en microscopio para los distintos montajes efectuados desde las probetas de la zona de pudrición fueron idénticos por lo tanto se consideró de que los tres tipos de madera y/o tratamientos fueron afectados por el mismo hongo.

El material de otra inspección se envió al FACENA -UNNE, Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, el cual presentaba pudrición y un estado avanzado de deterioro, presumiblemente por termitas. En coincidencia con la evaluación del INTA, se identificó que se trataba de un solo tipo de hongo imperfecto, como lo es el género *Trichoderma*.

Como resultado de las cuatro inspecciones realizadas, el estado sanitario observado para las distintas especies se presenta en las siguientes tablas (tabla 2, 3 y 4).

*Pinus taeda* L. Marion mostró un estado bueno, en la primera inspección, encontrándose micelio de hongo en alguna de las probetas en menor o mayor grado según se consigna en la tabla 2. En la segunda inspección solo en una probeta de esta especie se

observó el ataque de termitas, siendo el ataque de hongos el motivo de ruptura de 5 probetas, luego se perdieron 6 probetas más y finalmente 11.

En la tabla 2 se puede observar que para la 1° inspección la madera en promedio tiene grado de ataque ligero y para las dos siguientes inspecciones, pasa a un grado de ataque severo en promedio y finalmente se observa un elevado porcentaje elevado de deterioro.

Al comparar estos valores con los obtenidos en laboratorio (Bobadilla *et al*, 2012), en el cual para los hongos estudiados dieron percederas según la clasificación de Findlay, en *Pinus taeda* y se corresponde al obtenido en este trabajo, cercano al grado de ataque severo según norma EN252.

*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido), ya en la primera inspección se tuvieron que retirar varias probetas (10) del terreno debido al deterioro producido por hongos e insectos, en la segunda 7, en la tercera inspección 6 ejemplares y en la última no hubo cambios con respecto a la última. En esta especie la presencia de termitas fue encontrada solo en el primer año de observación, en 3 y 5 probetas respectivamente. Las observaciones se resumen en la tabla 3.

En la tabla 3 se puede observar que para los 6 primeros meses la madera en promedio tiene grado de ataque moderado y al año pasa a un grado de ataque severo y aumentando la pérdida de probetas al 60 %. En la tercera inspección se observa un ataque promedio moderado de las probetas remanentes en el ensayo. En esta inspección se perdieron 6 probetas manteniéndose al finalizar el segundo año en el mismo número de sobrevivencia. Comparando los resultados obtenidos por (SUIREZS *et al*, 2010), se corrobora que la madera de esta especie es percedera.

Para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, el mayor porcentaje de pérdidas se presentó al año y medio, con mayor presencia de termitas que en las otras especies.

No hubo cambios en los últimos seis meses en cuanto a sobrevivencia pero si en el ataque severo de los hongos, manifestándose en las maderas podredumbre blanda (tabla 4)



**Tabla2: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Pinus taeda* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.**

**Table 2: Results of four inspections of *Pinus taeda* wood according to the EN252 classification for microorganisms attack.**

<i>Pinus taeda</i>	1° inspección	2° inspección	3° Inspección	4° Inspección
<b>Grado promedio</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>Ataque ligero</b>	<b>Ataque severo</b>	<b>Ataque severo</b>	<b>Ruptura</b>
Sin ataque	37 %	0 %	0 %	0 %
Ataque ligero	13 %	17 %	0 %	0 %
Ataque moderado	17 %	30 %	16 %	10 %
Ataque severo	33 %	37 %	60 %	30 %
Ruptura	0 %	17 %	24 %	60 %

**Tabla 3: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.**

**Table 3: Results of four inspections of *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis* wood according to the EN 252 classification for microorganisms attack.**

<i>Pinus hibrido</i>	1° inspección	2° inspección	3° inspección	4° inspección
<b>Grado promedio</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2 - 3</b>
	<b>Ataque moderado</b>	<b>Ataque severo</b>	<b>Ataque moderado</b>	<b>Ataque moderado y severo</b>
Sin ataque	7 %	5 %	7 %	12,5 %
Ataque ligero	50 %	29 %	29 %	37,5 %
Ataque moderado	0 %	14 %	21 %	37,5 %
Ataque severo	10 %	14 %	0 %	12,5 %
Ruptura	33 %	38 %	43 %	0,0%

**Tabla 4: Resultados de las 4 inspecciones de madera de *Eucalyptus grandis* según la clasificación EN252 al ataque de microorganismos.**

**Table 4: Results of four inspections of *Eucalyptus grandis* wood according to the EN 252 classification for microorganisms attack**

<i>Eucalyptus</i>	1° inspección	2° inspección	3° inspección	4° inspección
<b>Grado promedio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
	<b>Ataque ligero</b>	<b>Ataque moderado</b>	<b>Ataque severo</b>	<b>Ataque severo</b>
Sin ataque	43 %	7 %	0 %	0 %
Ataque ligero	30 %	32 %	4 %	13 %
Ataque moderado	13 %	4 %	0 %	0 %
Ataque severo	7 %	43 %	29 %	88 %
Ruptura	7 %	14 %	67 %	0 %

En la tabla 4 se puede observar que para los 6 primeros meses la madera en promedio tiene grado de ataque ligero y para el año tiene un grado de ataque moderado. De las probetas remanentes el grado de ataque avanza a severo.

CUFFRÉ *et al.* (2010) en la clasificación de ataque de agentes microbiológicos utiliza la norma EN252 y obtiene valores de 0,1 a 2,7, coincidente con los valores obtenidos.

Al igual que si extrapolamos a los datos de laboratorio (SUIREZS *et al.*, 2010).en lo cual para los hongos estudiados dieron según la clasificación de Findlay, la madera resultado ser no resistente.

Estadísticamente se realizó un análisis de tabla de contingencia de n para variables que no se distribuyen normalmente para test de independencia y se plantearon las hipótesis siguientes:

Ho: La intensidad de ataque por microorganismos del suelo es independiente de la especie.

H1: La intensidad de ataque por microorganismos del suelo depende de la especie

Para el análisis de cada una de las especies da como resultado que se rechaza la Ho, con un nivel de  $p = 0,00019$  y se concluye que el grado de ataque del hongo depende de la especie sobre la cual se desarrolla.

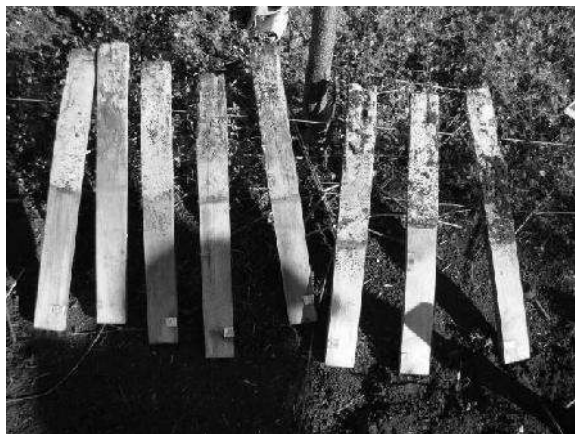
En las fotos 5, 6, 7 y 8 se muestran el estado de algunas de las probetas extraídas.



**Foto 5: Micelio del hongo**  
**Photo 5: Mycelium of the fungi.**



**Foto 6: Cuerpo fructífero del hongo**  
**Photo 6: Fructiferous body of the fungi**



**Foto 7: Probetas retiradas**  
**Photo 7: Isolated samples**



**Foto 8: Ataque de termitas**  
**Photo 8: Termite attack**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir de la evaluación de los dos años de inspecciones de las tres especies estudiadas que:

*Pinus taeda* L. Marion en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado de ataque severo en promedio después de un año y medio, con una pérdida del 37 % de las probetas.

*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (híbrido) en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo después de un año, y seis meses después el ataque fue moderado sobre las probetas remanentes, con una pérdida total del 77 % de las probetas.

*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contacto con el suelo a la intemperie tiene un grado promedio de ataque severo después de un año y medio, con una pérdida del 73 % de las probetas.

Se determinó que los organismos presentes en las tres especies fueron termites, hongos del género *Trichoderma* y en las probetas se observó la presencia de podredumbre blanda.

El ataque de los microorganismos es dependiente de la especie, en cada especie los microorganismos actúan de manera diferente.

SISTEMA DE INFORMACIÓN FORESTO-INDUSTRIAL PROVINCIAL – SIFIP/Ministerio del Agro y la Producción/ Inventario Forestal (<http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/inventario.htm>); 2010/ Diciembre de 2010

SUIREZS T. M.; Bobadilla E A; Weber E.M; Arguelles T.; Stehr A.M; Almada C.; Morel M. Durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (Eucalipto) frente a la acción de dos especies de hongos xilofagos. 2do Congreso Iberoamericano de Protección de la Madera., Mar del Plata.(sin publicar). Diciembre.de 2010

## BIBLIOGRAFÍA

BOBADILLA E. A.; Suirezs T. M. Stehr A. M.; Pereyra O.; Arguelles T.; Weber E. M.; Martínez S.; Vera L.; Almada C.; Morel M. Grado de durabilidad natural y adquirida de la madera de *Pinus taeda* (pino taeda) y *Pinus elliottii* x *Pinuscaribea* var. *Hondurensis* (pino híbrido) ANTE la acción de hongos xilofagos. 15as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, 6 al 10 de junio de 2012. ACTAS CD ISSN 16685385. Eldorado, 6 al 10 de junio de 2012.

CUFFRÉ A.G.; Calvo, F.C.; Genovese, F.V.; Dorado, M.L.; Piter, J.C.. Caracterización de la durabilidad natural de la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina para su utilización en construcciones. Cinpar 2010. VI Congreso Internacional sobre Patología y recuperación de estructuras. Córdoba. Argentina. Junio 2012

EN 252.UNE 56-425-91 Norma española de la Norma europea EN252 "Ensayo a campo para determinar la eficacia relativa de un protector de madera en contacto con el suelo". Junio 1989.