RESISTENCIA TERMITICA DE LA MADERA A *POROTERMES QUADRICOLLIS* (RAMBUR), TERMITA DE LA MADERA HUMEDA (ISOPTERA, TERMOPSIDAE).

WOOD RESISTENCE TO POROTERMES QUADRICOLLIS (RAMBUR), THE WET WOOD TERMITE (ISOPTERA, TERMOPSIDAE).

Jorge N. Artigas^{1,2} y Leonor Villán¹

¹Departamento de Zoología, Casilla 160 C. Universidad de Concepción. Concepción-Chile.

²E-mail: jartigas@udec.cl

RESUMEN

Se usó distintas técnicas – incluyendo las pruebas de Schmidt de virutas; de Wolcott modificada; de preferencia; Standard de arena, Cajas Skaife; y de inanición – para evaluar la resistencia termítica a *Porotermes quadricollis* (Rambur) de distintas maderas. Como resultado de los ensayos, las maderas se ordenaron según su resistencia termítica en tres. Baja: Pino (natural) *Pinus radiata* D. Don, Mañío *Podocarpus saligna* D. Don y Olivillo *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavon. Mediana: Alerce *Fitzroya cupressoides* (Molina), Pino Insigne aglomerado, Raulí *Nothophagus alpina* (Poepp. et Endl.) y Roble *Nothophagus obliqua* (Mirbel). Alta: Laurel *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pavon), Araucaria *Araucaria araucana* (Molina) y Lingue *Persea lingue* (Ruiz et Pavon). El Laurel demostró la mayor resistencia termítica. El Pino Insigne impregnado con Sales Boliden® (K33, 6 kg x m⁻³) demostró ser altamente tóxico para este termite. Los individuos que lo consumieron resistieron hasta 13 días, ligeramente más que los termites sometidos a la prueba de inanición; las excretas negras y el dermoesqueleto alterado, demostraron los efectos de la intoxicación. Se estimó que la capacidad de consumo de 50 termites de 0.8 - 10 mm, en 30 días es de: 0.247 g – 0.232 Pino insignie y Mañío; 2.206 g – 0.187 g Lingue, Coigue, Raulí, Alerce, Araucaria; 0.179 g - 0.077 g Laurel, Ulmo, Olivillo.

PALABRAS CLAVE: Chile, madera, *Porotermes quadricollis* (Rambur), resistencia termítica, termite.

ABSTRACT

Different techniques - Schmidt's test on wood shavings; Wolcott standard test with sand; Skaife box; test of preference; and starvation test - were used to measure wood resistance to the termite *Porotermes quadricollis* (Rambur). Species were arranged into three groups according to their termite resistance: Low: Monterrey pine (natural) (*Pinus radiata* D. Don), Mañío (*Podocarpus saligna* D. Don), and Olivillo *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavon. Middle: Alerce *Fitzroya cupressoides* (Molina), agglomerate Monterrey pine, Raulí *Nothophagus alpina* Poepp. et Endl., and Roble *Nothophagus obliqua* (Mirbel). High: Laurel *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pavon), Araucaria *Araucaria araucana* (Molina), and Lingue *Persea lingue* (Ruiz et Pavon). Among the untreated woods, Laurel showed the highest resistance to termite damage. Monterrey pine treated with Boliden® salts (K33, 6 kg x m⁻³) was highly toxic to termites. Individuals that fed on treated wood did not live significantly longer than termites from the starvation test. Black feces and damaged exoskeleton shows the effect of intoxication. According to the amount of wood consumed in 30 days by 50 termites, resistance to termites was: 0.247 g – 0.232 Pinus Monterrey and Mañío; 2.206 g - 0.187 g Lingue, Coigue, Raulí, Alerce, Araucaria; 0.179 g - 0.077 g Laurel, Ulmo and Olivillo.

KEYWORDS: Chile, *Porotermes quadricollis* (Ramb.), termite, termite resistance, wood.

INTRODUCCION

En trabajos anteriores (Ramírez & Lanfranco, 2001; Artigas & Villán, sin publicar) se estudiaron colonias del Termito de la Madera Húmeda *Porotermes quadricollis* (Rambur), donde se definió la composición de la colonia en tocones de pino insigne y su capacidad para destruirlos, permitiendo la replantación del predio sin necesidad de hacer manejo de desechos, expresamente destronque mecánico. En dichos trabajos se reconoció su composición y su biocenosis, del mismo modo que, mediante termiteros artificiales se logró seguir el desarrollo individual y de la colonia, así como las técnicas de construcción a partir de sustratos con celulosa. Artigas y García (datos sin publicar), determinaron la viabilidad de pequeños grupos de *P. quadricollis* en cajas Skaife (Martínez, 1963) con el objetivo de diseñar un método para determinar resistencia termítica en maderas. Estudios previos se han hecho (Ripa & Luppichini, 2004) en la zona norte de Chile, para combatir el Termito de la Madera Seca *Cryptotermes brevis* (Walker), que ocasiona serios daños en postes de luz y teléfono, cercos, construcciones y árboles con madera decadente. En la zona central de Chile, se han efectuado estudios en el Termito subterráneo *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Ripa & Luppichini, 2004; Morales, 2003; Camousseight, 1999). El presente trabajo es sobre *Porotermes quadricollis* (Rambur), el Termito de la madera húmeda, propio del centro sur y sur de Chile, que ataca casi exclusivamente madera seca (aunque existe información inédita de ataque a *Eucalyptus* spp. vivos; comunicación personal Dolly Lanfranco, 2006). El objetivo de este estudio es determinar la resistencia natural de maderas nativas y cultivadas frente al ataque de esta especie.

MATERIALES Y METODOS

Se probaron maderas nativas e introducidas usadas frecuentemente en construcción en Chile: Olivillo *Aextoxicum punctatum* (Ruiz et Pavon.); Araucaria *Araucaria araucana* (Molina.); Ulmo *Eucryphia cordifolia* Cavanillas; Alerce *Fitzroya cupressoides* (Molina); Laurel *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pavon); Coigüe *Nothofagus dombeyi* (Mirbel); Raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.); Lingue *Persea lingue* (Ruiz et Pavon); Mañío *Podocarpus saligna* D. Don; Pino insigne *Pinus radiata* D. Don. La resistencia de las mismas se evaluó usando las siguientes técnicas.

TÉCNICA SCHMIDT DE VIRUTAS (Martínez, 1963: 87-90). Se usaron virutas de madera, de diferentes especies, de aproximadamente 3 x 2 cm por 1 a 2 décimas de mm. Se dispusieron 0,1 – 0,2 g de las mismas humedecidas con agua destilada en cápsulas Petri de 10 cm de diámetro por 1 cm de alto. Sobre ellas se dispersaron 15 termitos de 0.8 – 1.0 cm de largo (no se incluyeron soldados). Se taparon y fueron puestas en estufa a 22° C por 30 días; la muestra se humedeció diariamente sin que escurriese el agua. En los controles diarios se retiraron los termitos muertos los que fueron contabilizados y considerados en el recuento de la supervivencia de ninfas. Se emplearon diez especies de maderas sin impregnar (tratamientos): Alerce, Araucaria, Coigüe, Laurel, Lingue, Mañío, Olivillo, Pino Insigne, Raulí y Ulmo, distribuidas en tres ensayos. Cada uno corresponde a una colonia obtenida en Concepción en diferente fecha: Colonia 1, octubre; colonia 2, noviembre; colonia 3, diciembre. Cada colonia tuvo 5 repeticiones.

Con el fin de determinar la sobrevivencia de los termitos en madera tratada, se sometió virutas de madera de Pino Insigne impregnada con sales Boliden K33 ® a la presión de ataque de 15 obreros (pseudergates) juveniles de 0,8 – 1,0 cm de largo por muestra, por 20 días. Las virutas se extrajeron del interior y del exterior de una viga de 5 x 3 pulgadas, tratada con una retención de 6 k de sal por m³ de madera. Estos tratamientos fueron denominados: Boliden Interior y Boliden Exterior respectivamente. Para cada uno se efectuaron tres réplicas (colonias) con 5 repeticiones. En el mismo ensayo se efectuó una prueba de inanición, donde los individuos fueron privados de alimento y agua. Con los datos de mortalidad diaria se realizaron curvas de “porcentajes promedio diarios” para las cinco repeticiones en cada colonia (Fig. 1).

TÉCNICA DE WALCOTT MODIFICADA (Martínez, 1963:87-90). Esta técnica permite experimentar con termitos sin hábitos subterráneos, cuya acción se puede observar a través del fondo de la cápsula, sin perturbar a los insectos, especialmente cuando éstos cementan la probeta al fondo de la cápsula. Se dispone un bloque de madera (probeta) de 4 cm de largo por 2 cm de ancho y 1 cm de espesor, directamente sobre el fondo de una cápsula Petri y se mantiene humedecido con agua destilada evitando que el agua escurra o se estanque. En cada cápsula Petri se introdujeron 17 termitos de 0.8 – 1.0 cm de largo por 30 días. Los ensayos se mantuvieron a 22 ° C en oscuridad

TÉCNICA STANDARD DE ARENA. El nombre de esta técnica es propuesta en este trabajo, específicamente para ser usada con este termite, el cual no hace galerías subterráneas y necesita alta humedad. Los termites quedan capacitados para armar termiteros con sólo disponer de los materiales necesarios. A la vez quedan protegidos del ataque de hormigas y otros depredadores. Se utilizaron frascos Hertzog de 50 cc con un tercio del volumen lleno de arena húmeda esterilizada. En esta arena se introdujo hundida 1.5 cm una probeta de madera de 4 x 2 x 1 cm. En cada frasco se pusieron 50 ninfas de 0.8 –

1.0 mm de largo. Se mantuvieron a temperatura ambiente por 15 días. Los frascos se taparon con polietileno y elástico para evitar la entrada de depredadores y pérdida de humedad (100%).

PRUEBA DE PREFERENCIA. En una caja de plástico de 30 x 20 x 10 cm se colocó una capa de arena esterilizada de 1 cm de profundidad, humedecida con agua destilada. Las cubetas Skaife son trozos de maderas de 8 x 2.5 x 1.5 cm con un canal de 1.5 cm de ancho por 7.5 mm de radio, en una cara ancha el que alcanza sólo un extremo (Fig. 2).

FIGURA 1. Técnica de Schmidt. Curvas de supervivencia de *P. quadricollis* en pino insigne impregnado con sales Boliden®. Madera usada: parte exterior de un trozo impregnado.

FIGURE 1. Schmidt technique. Survival curves of *P. quadricollis* on wood shavings from the external face of a treated (Boliden Salts®) pino insigne post.

FIGURA 2. A) Cubeta Skaife de Pino Insigne antes y después de ser expuesta a la acción de *P. quadricollis*. B) Cubeta Skaife de Olivillo antes y después de ser expuesta a la acción de *P. quadricollis*.

FIGURE 2. A) Skaife cube of Pino Insigne before and after being exposed to *P. quadricollis*. B) Skaife cube of Olivillo before and after being exposed to *P. quadricollis*.

Las cubetas Skaife se construyeron de 10 maderas diferentes, sin impregnar, las que se dispusieron al azar, boca abajo, sobre la arena, sin cubrirlas. MADERAS USADAS: las mismas empleadas en las pruebas anteriores, con la excepción de que Ulmo fue cambiado por Pino Insigne aglomerado. Se hace una apreciación visual del daño según escala Bampton & Sen-Sarma (Tabla I). Sobre ellas se dispersó una población de aproximadamente 2.200 termitas que incluyó ninfas, pseudergates (obreros), pre-alados y soldados. Se mantuvo la

observación por 60 días. El experimento se mantuvo por 3 meses.

MEDICIONES Y CONTROLES. Los resultados de las pruebas descritas se expresaron en tres tipos de datos: 1) mortalidad diaria, expresada en porcentaje de sobrevivencia; 2) consumo de madera en gramos de peso seco por número de termitas -ambos valores expresan la preferencia por algunas maderas, el que es inverso a la resistencia termítica- y 3) daño según la escala de Bampton & Sen-Sarma (Ortiz, 1964: 18) (Tabla I).

TABLA I. Escala de Bampton & Sen-Sarma de apreciación visual del daño efectuado por termitas.

TABLE I. Bampton & Sen-Sarma scale for the visual assessment of termite damage.

(-) A	No hay señales de ataque o este es apenas perceptible.
(+) B ₁	Ataque muy leve con ligeras rasmilladuras de exploración. No hay inicio de formación de grietas.
(++) B ₂	Ataque leve o ligeramente acentuado con rasmilladuras profundas. Síntomas acentuados de perforaciones.
(+++) C	Ataque acentuado. Áreas afectadas con perforaciones profundas.
(++++) D	Ataque severo. Perforaciones profundas situadas en diferentes áreas

TABLA II. Resultado en insectos vivos (15 individuos por 30 días, 5 repeticiones) utilizando la técnica de Schmith en maderas no tratadas.

TABLE II. Remaining live insects (15 specimens, 30 days, 5 replicates), using Schmidt's technique in untreated woods.

	Colonia 1						Colonia 2						Colonia 3						Total vivos
	Repeticiones			Total			Repeticiones			Total			Repeticiones			Total			Tratamientos
Alerce	12	12	12	8	13	57	11	10	10	7	8	46	0	0	5	3	2	10	113
Araucaria	14	8	5	8	1	36	3	8	3	7	7	28	13	8	8	0	0	29	93
Coigue	9	15	10	10	10	54	5	12	12	9	13	51	11	9	11	11	0	42	147
Laurel	1	1	1	3	0	6	0	1	3	0	2	6	0	3	3	3	0	9	21
Lingue	13	13	11	15	1	53	4	2	12	5	1	24	3	2	0	13	4	22	99
Mañío	13	14	15	13	15	70	13	8	7	11	11	50	6	9	10	7	9	41	161
Olivillo	10	12	11	10	13	56	12	5	10	15	13	55	12	13	7	2	2	36	147
Pino insignie	6	0	2	3	2	13	8	9	10	6	6	39	9	12	12	7	11	51	103
Raúlí	13	15	15	15	14	72	8	13	12	14	13	60	10	12	8	0	11	41	173
Ulmo	0	0	7	0	2	9	15	10	5	9	9	48	0	8	5	9	12	34	91
Total bloques	426						407						315						1.148

RESULTADOS

TÉCNICA DE SCHMIDT Virutas de madera sin tratar (Tablas II y III). No hay diferencia significativa entre las tres colonias empleadas (2 y 18 grados de libertad, $F = 1,63$, menor que F corresponde a un nivel de significancia de 5%). Sin embargo existen diferencias significativas entre maderas (tratamientos; 9 y 18 grados de libertad, $F = 3,32$, mayor que F corresponde a un nivel de significancia de 5%). Raulí y Mañío son las maderas con menor resistencia termítica, mientras que laurel y ulmo son las de mayor resistencia termítica (Tabla IV).

Virutas de maderas impregnadas. En esta prueba se observa que la mortalidad se inicia a los 8 días y termina a los 13-19 días. Se concluye que en las pruebas de Boliden Exterior (curva A) e Interior (curva B), los termites se alimentaron de la madera y murieron por intoxicación, pues dispusieron de agua. En la prueba de inanición (curva C) no contaron con estos recursos (Fig. 3). Los síntomas de muerte por intoxicación observados fueron: fecas negras y dermoesqueleto oscuro, seco y rugoso.

TABLA III. Análisis de varianza para técnica de Schmidt de maderas no tratadas.

TABLE III. Variance analysis for Schmidt's technique for untreated woods.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrado	F=P.C./Err.Exp.
Colonias (Block)	2	134,45	67,23	1,63
Maderas tratamientos	9	1230,72	136,75	3,32
Error exp.	18	740,62	41,15	
Error muestr.	120	1290,4	10,75	
TOTAL	149	3396		

TABLA IV. Supervivencia (%) luego de 30 días (17 ejemplares) y gramos de madera consumida por los termites según tipo de madera.

TABLE IV. Survival (%) after 30 days (17 specimens) and grams of wood consumed by termites sorted by wood type.

% sobrevivencia		Consumo de madera	
17 indiv. en 30 días		En gramos: 17 ind./ 30 días	
Laurel	18%	Laurel	0.074 g
Coigue	60%	Ulmo	0.152 g
Rauli	66%	Olivillo	0.179 g
Ulmo	72%	Lingue	0.187 g
Lingue	72%	Coigue	0.193 g
Alerce	72%	Rauli	0.196 g
Araucaria	78%	Alerce	0.204 g
Olivillo	84%	Araucaria	0.206 g
Manio	90%	Pino insignie	0.232 g
Pino insignie	90%	Manio	0.247 g

Los resultados de la prueba de Dunnett (Zar 1996), usando la muestra de pino insigne como tratamiento control, indican que algunas maderas tienen más resistencia térmica que otras. prueba de Dunnett: p-q. Grados de libertad del error = 18

$$d' = t \text{ (Dunnett)} s d$$

$$s d = \frac{\sqrt{2} \times 42.15}{\sqrt{15}} = \frac{\sqrt{82.3}}{\sqrt{15}} = \sqrt{5.49} = 2.34$$

$$d' 0.95 = 2.62 \times 2.34 = 6.13$$

$$d' 0.99 = 3.42 \times 2.34 = 8.00$$

TÉCNICA DE WOLCOTT MODIFICADA. Maderas sin impregnar. El promedio de consumo de madera en gramos y los porcentajes de supervivencia se muestran en la Tabla IV. No se observa la misma ordenación en ambas escalas. Esto se relaciona con la diferente textura de las maderas y la capacidad de los termites para desgarrarla y consumirla. La existencia de aserrín en las muestras, indica que no todo el material removido es consumido. En el gráfico de la Fig. 4 se expresa el promedio de supervivencia en las diferentes maderas testeadas según la técnica de Wolcott modificada.

Figura 3. Comparación de porcentajes promedio de mortalidad de *P. quadricollis* en probetas Skaife de pino insigne impregnadas con sales Boliden® y prueba de inanición. A) Boliden exterior, B) Boliden interior y C) prueba de inanición.

Figure 3. Comparison of mortality average percentages of *P. quadricollis* in probetas Skaife of pino insigne treated with Boliden® salts: A) exterior, B) interior, and C) starvation test.

FIGURA 4. Técnica de Wolcott modificada. Porcentaje promedio de supervivencia de *P. quadricollis* en diferentes maderas: (Al) alerce, (Co) coigue, (La) laurel, (Li) lingue, (Ma) Mañío, (Ol) Olivillo, (Pi) Pino Insigne, (Ra) Raulí, (Ul) Ulmo.

FIGURE 4. Modified Wolcott technique. Average percent survival rate of *P. quadricollis* in different woods: Al) alerce, (Co) coigue, (La) laurel, (Li) lingue, (Ma) Mañío, (Ol) Olivillo, (Pi) Pino Insigne, (Ra) Raulí, (Ul) Ulmo.

Las maderas se ordenaron en tres niveles según su resistencia térmica, evaluada por la pérdida de peso. Grupo I resistencia térmica alta (menos de 0.10 g por muestra): pino Insigne impregnado con sales Boliden y laurel. Grupo II resistencia térmica mediana (de 0.11 a 0.20 g por muestra): Ulmo, Olivillo, Lingue, Coigüe y Raulí. Grupo III resistencia térmica baja (más de 0.20 g por muestra): Alerce, Araucaria, Pino Insigne sin impregnar y Mañío. La mayor resistencia térmica de las maderas sin impregnar la tuvo el Laurel.

Madera impregnada y prueba de inanición. Se utilizaron bloques de madera obtenidos de exterior e interior de una viga de 3 x 5" de pino insignie impregnada con Sales Boliden K33. Los resultados se indican en la Figura 5, como Boliden Exterior en Curva A y Boliden Interior en Curva B: al igual que los porcentajes de sobrevivencia en la curva de la prueba de inanición en Curva C. Se emplearon 17 individuos por bloque por 30 días.

Las curvas A, B y C de la Figura V presentan muy poca diferencia en los primeros 3 días. Posteriormente

las 3 curvas se separan y alcanzan 0 % de sobrevivencia entre los 10 y 13 días. Las curvas A y C son prácticamente idénticas (10 a 11 días), la curva B (Boliden interior) se extiende hasta los 13 días. Se concluye que las sales Boliden son muy tóxicas para esta especie de termita y que el exterior de la madera pierde algo de toxicidad. El consumo de madera no fue superior a 0.044 g por 17 termitas en 15 días, por lo que el pino insignie califica A(-) en la escala de Bampton & Sen-Sarma.

TÉCNICA STANDARD CON ARENA EN MADERAS SIN IMPREGNAR. El gráfico en la Figura VI indica los resultados en porcentaje de sobrevivencia. Las maderas que presentaron el mayor consumo (Fig. VII), fueron: 0.240 g, Raulí, Olivillo y Araucaria; 0.160 g Pino Insigne, Coigüe, Ulmo, Mañío y Alerce; 0.105 g Lingue 0.051 g Laurel. Este mismo ensayo entregó % de sobrevivencia (Fig. VI): Para Pino Insigne 70 %, Alerce, Mañío, Coigüe, Raulí, Ulmo, Araucaria 55 %, Olivillo y Lingue 44 % y, Laurel 16 %. De acuerdo con la escala de Bampton & Sen-Sarma (ver test de referencia), las maderas estudiadas quedaron clasificadas como sigue luego de esta prueba.

FIGURA 5. Técnica de Wolcott modificada. Porcentaje de mortalidad de *P. quadricollis* en madera impregnada con Sales Boliden®: A) Boliden interior, B) Boliden exterior, C) prueba de inanición.

FIGURE 5. Modified Wolcotts technique. Percent mortality of *P. quadricollis* in wood treated with Boliden Salts®: A) interior wood, B) exterior wood, and C) starvation test.

FIGURA 6. Promedio de sobrevivencia en diferentes maderas, según prueba Standard con arena: (La) Laurel, (Li) Lingue, (Ol) Olivillo, (Ra) Raulí, (Co) Coigue, (Ma) Mañío, (Al) Alerce, (Pi) Pino Insigne.

FIGURE 6. Average survival in different woods resulting from the Standard test with sand: (La) Laurel, (Li) Lingue, (Ol) Olivillo, (Ra) Raulí, (Co) Coigue, (Ma) Mañío, (Al) Alerce, (Pi) Pino Insigne.

Figura 7. Consumo de cincuenta individuos por 30 días de *P. quadricollis* en 10 maderas sin impregnar en prueba Standard con arena: (Al) Alerce, (Co) Coigue, (La) Laurel, (Li) Lingue, (Ma) Mañío, (Ol) Olivillo, (Pi) Pino Insigne, (Ra) Raulí, (Ul) Ulmo.

Figure 7. Results of the wood consumption of 50 individuals of *P. quadricollis* during a 30 day period in ten different untreated species of woods using standard sand test: (Al) Alerce, (Co) Coigue, (La) Laurel, (Li) Lingue, (Ma) Mañío, (Ol) Olivillo, (Pi) Pino Insigne. (Ra) Raulí, (Ul) Ulmo.

PRUEBA DE PREFERENCIA. Se obtuvieron los siguientes resultados: -: A Lingue, Araucaria; +: B2 Pino aglomerado, Raulí, Roble; +++: C Mañío; ++++: D Olivillo, Pino insigne. Según esta prueba las maderas más susceptibles al ataque de este termite son Pino Insigne, Olivillo y Mañío; en un grado intermedio

están Roble y Raulí; las menos afectadas son Laurel, Araucaria y Lingue. Estos datos concuerdan en líneas generales con los de las otras pruebas usadas. Al final, las cajas Skaife presentaban el aspecto mostrado en la Fig. 8.

Figura 8. Fase final de una colonia artificial de *P. quadricollis* establecida en cubetas Skaife de diferentes maderas depositadas sobre arena estéril. Flecha superior y A): material aglutinante. Flecha B): orificio de penetración.

Figure 8. Final phase of a *P. quadricollis* colony established in Skaife cubes of different woods over sterile sand. Superior and A) arrows: agglutinant material. B) arrow: penetration hole.

DISCUSION

Las técnicas para probar resistencia térmica más adecuadas entre las probadas, son las de Schmidt y de Wolcott. Los métodos con arena presentan dificultades en el recuento diario de los individuos. En los ensayos, se obtuvieron ordenaciones diferentes de las maderas usadas respecto de su resistencia térmica. Esto se debería a que las diferentes condiciones en que estuvo la madera durante el ensayo, habrían modificado su textura, palatabilidad y valor alimenticio. De acuerdo al promedio de las distintas pruebas, se ordenaron las maderas en tres grupos de resistencia térmica: Bajo: Pino, Mañío y Olivillo; Mediano: Alerce, Pino

Insigne aglomerado, Raulí y Roble; Alta: Laurel, Araucaria y Lingue. En la mayoría de los ensayos, el Laurel demostró tener la mayor resistencia térmica.

Ensayos efectuados con madera de Pino Insigne impregnado con Sales Boliden K33® demostraron que dicha sal es tóxica para esta especie de termite. Se comprueba que la consumen, pues resisten entre 10-13 días, ligeramente más que los termitas sometidos a pruebas de inanición, que soportan sólo 10-11 días. Las excretas negras y el dermoesqueleto con visibles alteraciones demuestran la intoxicación.

Al comparar las tres técnicas usadas, las maderas quedan ordenadas en orden decreciente según su resistencia térmica como se indica en Tabla V y al

comparar las técnicas de Walcott y Standard, las maderas se ordenan en la columna según su orden decreciente en el consumo de madera (Tabla VI). Parte de las diferencias en los resultados de ambas técnicas se debe a que las maderas adquieren diferente textura según el tratamiento que se les da en cada uno de los métodos.

Conocer el comportamiento de este termita en las maderas más frecuentemente usadas en construcción en la zona sur de Chile, permite seleccionarlas en función, entre otros parámetros, de la vida útil que

se espera de la madera. No se conoce hasta el momento un medio para atacar esta especie de termita luego que ha penetrado en la madera. De los resultados de este trabajo se desprende que el uso de impregnantes, en este caso Sales Boliden® (en algunos lugares prohibidas), otorga a la madera, especialmente al Pino Insigne una insuperable protección por largo tiempo. Observaciones efectuadas por los autores han comprobado que esta madera está en perfecto estado luego de 80 años en contacto con el suelo, incluso enterrada.

Tabla V. Orden de las maderas, de mayor a menor, según supervivencia de termitas de acuerdo con tres técnicas para medir resistencia termítica.

Tabla V. Ranking of woods, from higher to low, according to termite survival using three techniques that measure resistance to termite damage.

Schmidt	Wolcott	Standard
Laurel	Laurel	Laurel
Lingue	Coigue	Lingue
Araucaria	Rauli	Olivillo
Alerce	Ulmo	Ulmo
Pino insig.	Alerce	Araucaria
Ulmo	Lingue	Coigue
Coigue	Araucaria	Rauli
Olivillo	Olivillo	Manio
Manio	Pino insigne	Alerce
Rauli	Manio	Pino insigne

Tabla VI. Orden de las maderas, de mayor a menor, según gramos consumidos por las termitas. Métodos Wolcott y Standard.

Tabla VI. Ranking of woods, from higher to low, according to the grams consumed by termites. Wolcott and Standard methods.

Wolcott°	Standard
Laurel	Laurel
Coigue	Lingue
Rauli	Alerce
Ulmo	Manio
Alerce	Ulmo
Lingue	Coigue
Araucaria	Pino insigne
Olivillo	Araucaria
Pino insigne	Olivillo
Manio	Rauli

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción por su apoyo financiero a la impresión de este trabajo. A Dolly Lanfranco y un revisor anónimo por las sugerencias realizadas en una versión anterior de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BAMPTON, S. & P.K. SEN-SARMA 1963. Studies on the natural resistance of timber to termites attack. III Results of accelerated laboratory test of 9 species of indian woods against the mediterranean dry wood termite (yellow necked wood termite) *Kaloterms flavicollis* Fabr. *Holzforchung und Holzverwertung* 15:3-5.
- CAMOUSSEIGHT, A. 1999. Los termites y su presencia en Chile. Santiago, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal) Nota Técnica (37), Chile. 8pp.
- KRECEK, J. 2004. Especies de termitas de importancia económica en Chile. En: Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo (Eds. Ripa R. & P. Luppichini), pp. 69-72. Colección de libros INIA 11. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura, Chile.
- MARTINEZ, JB. 1963. Investigaciones sobre termiticidas y maderas resistentes a los termitos. *Instituto Forestal de Investigación Experimental* 81:1-7.
- ORTIZ, M. 1963. La Madera y sus derivados frente al ataque de termites. *El Maderero* 10:11-14.
- RAMÍREZ, J.C. & D. LANFRANCO, 2001. Descripción de la biología, daño y control de termitas: especies existentes en Chile. *Bosque* 22(2):77-84.
- Ripa R. & P. Luppichini, 2004. Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo. Colección de libros INIA N° 11, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura, Chile. 145 pp.
- WLCOTT, G.N. 1946. A list of woods arranged according to their resistance to the attack of the "Polilla", the Dry-wood termite of the West Indies (*Cryptotermes brevis* Walker). *Caribbean Forester*, 7(4): 329-334.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*, 3ª ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. 662 pp.

Recibido: 06.12.07

Aceptado: 15.03.09