



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN**  
**DE LA NATURALEZA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA MADERA**

---

**PREFERENCIA ALIMENTICIA DE LA TERMITA**  
**SUBTERRÁNEA *Reticulitermes flavipes* KOLLAR, EN DIEZ**  
**ESPECIES DE MADERA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**NELSON RENÉ TORRES PÉREZ**

Profesor. Guía: Sr. René Carmona Cerda. Ingeniero Forestal,  
M.Sc. en Ciencias Forestales

---

**Santiago, Chile**

**2009**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA MADERA**

**PREFERENCIA ALIMENTICIA DE LA TERMITA**  
**SUBTERRÁNEA *Reticulitermes flavipes* KOLLAR, EN DIEZ**  
**ESPECIES DE MADERA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**NELSON RENÉ TORRES PÉREZ**

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. René Carmona C. M. Sc.	<b>7,0</b>	.....
Prof. Consejera Srta. Amanda Huerta F.	<b>6,8</b>	.....
Prof. Consejero Sr. Alejandro Bozo G. Ph. D.	<b>6,5</b>	.....

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco con todo mi corazón a quienes apoyaron el desarrollo de este trabajo que es el fin de esta etapa en mi vida.

A mi profesor guía René Carmona, que no guardó conocimiento para entregármelo, su apoyo y motivación para finalizar de forma profesional el trabajo realizado, además de ser quién me impulsó a desarrollarme profesionalmente en el mundo de las termitas, de manera clara y objetiva, sin entregar falsas ideas ni falsos conocimientos a quien lo solicitara.

En especial agradecimientos a mis padres, María y Richard, que en todo momento me dieron las bases morales para llegar al fin de este camino, venciendo todos los obstáculos que se me presentaron, sin mirar para atrás y luchando cada día por lograr mi objetivo.

A mi hermano Francisco, quien cada día orgulloso de mis logros, me apoyó para llegar a obtener mi título, dejando de lado incluso su propio desarrollo profesional.

A mi Katherine, que llegó a mi vida en el momento que más lo esperaba y necesitaba, con quien espero seguir luchando cada día por ser mejores personas y profesionales y formar una familia sólida.

A la señora Sara quien facilitó su casa como centro de operaciones para mis ensayos en la comuna de Pedro Aguirre Cerda, gracias por su paciencia y voluntad.

A mis compañeros Rodrigo y Mauricio, con quienes tuvimos mil aventuras para poder conseguir las termitas necesarias para nuestros ensayos, un gran abrazo. A mis amigos Fernando, Karla, Evelyn y Francisco con quienes compartí los mejores años de mi vida, estudios, algunos carretes y sueños que estoy seguro que cumpliremos.

Finalmente a mis dos ángeles y a Dios que desde el cielo me han dado la fuerza y ayuda para luchar cada día.

Gracias a todos. Gracias a Dios.....

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Propiedades de las maderas: densidad y extraíbles.	2
Cuadro 2.	Especies ensayadas en laboratorio y terreno .	5
Cuadro 3.	Clasificación del daño de según grado de ataque.	9
Cuadro 4.	Tratamientos utilizados en ensayo de laboratorio.	10
Cuadro 5.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las distintas especies al final del ensayo de laboratorio.	12
Cuadro 6.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en laboratorio.	14
Cuadro 7.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las distintas especies al final de la microprueba de campo 1.	15
Cuadro 8.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en microprueba de campo 1.	17
Cuadro 9.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las Distinta especies al final del ensayo de microprueba de campo 2.	17
Cuadro 10.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en el ensayo de microprueba de campo 2.	19

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Castas de termitas.	3
Figura 2.	Probetas de especies utilizadas en ensayos de laboratorio y campo.	6
Figura 3.	Distribución de probetas en ensayo de laboratorio.	7
Figura 4.	Distribución de probetas en ensayo de campo.	8
Figura 5.	Ensayos de campo.	9
Figura 6.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4.	13
Figura 7.	Probetas de raulí (NA) con ataque de <i>R. flavipes</i> .	13
Figura 8.	Túneles de termita subterránea en terreno.	14
Figura 9.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 1.	16
Figura 10.	Probetas de canelo (DW) con grado de ataque 2 en microprueba de campo 1.	16
Figura 11.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.	18
Figura 12.	Probetas de raulí (NA) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.	19

## RESUMEN

Se determinó la preferencia alimenticia mostrada por la termita subterránea *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae), frente a diez especies de madera, mediante ensayos de laboratorio y de campo en la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Las especies ensayadas fueron ocho latifoliadas y dos coníferas, entre las que se incluyeron pino radiata y eucalipto, dos importantes especies introducidas en el país.

El tamaño de las probetas y procedimientos de manejo de las colonias de termitas, evaluación de grado de ataque, y otros aspectos se basaron en lo señalado en la Norma Chilena NCh 3060 (2007). En laboratorio se realizaron tres repeticiones con 10 probetas de cada una de las especies utilizadas, y en terreno se instalaron dos micropruebas de campo, en localidades distintas, con el uso de 100 probetas en cada sitio ensayado. Se consideró el empleo de maderas comerciales de amplio uso y de maderas con distintas propiedades físicas, anatómicas, químicas y de durabilidad natural. La evaluación de las probetas se hizo cuatro meses después de instalado el ensayo de laboratorio y tres a cinco meses en campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, existieron diferencias estadísticamente significativas en el ataque promedio experimentado por las distintas especies de maderas ensayadas. En laboratorio las especies de madera que presentaron la mayor preferencia alimenticia fueron: álamo, eucalipto, pino radiata y raulí. En tanto que en campo fueron álamo, seguida de canelo, pino radiata, eucalipto y raulí. En ambas situaciones algarrobo, ciprés de la cordillera, roble y tamarugo fueron las de menor preferencia por parte de la termita subterránea.

La variación mostrada en la preferencia por las distintas especies de madera se atribuyó principalmente a variaciones en la composición química de las especies de madera ensayadas, en específico por la cantidad y tipo de extraíbles presentes en cada una de ellas.

**Palabras claves:** preferencia alimenticia, termita subterránea, durabilidad natural, extraíbles.

## ABSTRACT

The food preference of the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae) over ten species of wood was determined through laboratory tests and field work in the Metropolitan Region of Santiago, Chile. The species tested were eight hardwoods and two softwood, which included pino radiata and eucalipto, which are two important species in the country.

The size of the specimens, the management of the colonies of termites, and the assessment of level of eating, were based on the Chilean standard NCh 3060. Three repetitions were conducted in the Laboratory with 10 specimens each species, and two micro tests were installed in field in different locations, using 100 specimens in each place. The use of commercial timber and wood with different physical, anatomical, and chemical properties and natural durability were considered. The evaluation of the was done four months after installation of the laboratory test and from three to five months in the field.

According to the results, there were statistically significant differences in the eating average experienced by different species of wood tested. In laboratory, the species of wood that had the highest dietary preferences were: àlamo, eucalipto, pino radiata and raulí; while in camp were aspen, followed by canelo, pino radiata, eucalipto and raulí. In both situations the lower preferences of the subterranean termite were algarrobo, ciprés de la cordillera, roble and tamarugo.

The variation shown in the preference for different species of wood is mainly attributed to variations in the chemical composition of the wood species tested, specifically because of the amount and type of removable material in each of them.

**Keywords:** food preference, subterranean termite, natural durability, removable.

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Propiedades de las maderas: densidad y extraíbles.	2
Cuadro 2.	Especies ensayadas en laboratorio y terreno .	5
Cuadro 3.	Clasificación del daño de según grado de ataque.	9
Cuadro 4.	Tratamientos utilizados en ensayo de laboratorio.	10
Cuadro 5.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las distintas especies al final del ensayo de laboratorio.	12
Cuadro 6.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en laboratorio.	14
Cuadro 7.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las distintas especies al final de la microprueba de campo 1.	15
Cuadro 8.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en microprueba de campo 1.	17
Cuadro 9.	Grado de ataque (1) de <i>R. flavipes</i> en las probetas de las Distinta especies al final del ensayo de microprueba de campo 2.	17
Cuadro 10.	Preferencia alimenticia de <i>R. flavipes</i> en el ensayo de microprueba de campo 2.	19

## INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Castas de termitas.	3
Figura 2.	Probetas de especies utilizadas en ensayos de laboratorio y campo.	6
Figura 3.	Distribución de probetas en ensayo de laboratorio.	7
Figura 4.	Distribución de probetas en ensayo de campo.	8
Figura 5.	Ensayos de campo.	9
Figura 6.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4.	13
Figura 7.	Probetas de raulí (NA) con ataque de <i>R. flavipes</i> .	13
Figura 8.	Túneles de termita subterránea en terreno.	14
Figura 9.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 1.	16
Figura 10.	Probetas de canelo (DW) con grado de ataque 2 en microprueba de campo 1.	16
Figura 11.	Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.	18
Figura 12.	Probetas de raulí (NA) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.	19

## 1. INTRODUCCIÓN

La madera es un material de origen biológico, que normalmente se utiliza para la construcción de viviendas, así como otros tipos de productos con diversos grados de elaboración, según sean las características físicas y mecánicas de cada especie (GAF, 2006). Sin embargo, en Chile su uso en construcción es más bien restringido por diversos factores, entre los que se encuentran los prejuicios sociales y el deterioro que experimenta la madera (INFOR, 2002). Los agentes de deterioro corresponden a agentes abióticos y bióticos (IDEC, 2000).

Los agentes abióticos abarcan desde factores meteorológicos (radiación solar, temperatura, humedad atmosférica) hasta mecánicos, químicos y fuego (Universidad de Sevilla, 2007).

Los agentes bióticos corresponden a hongos e insectos xilófagos. En Chile los insectos que mayor daño producen a la madera son las termitas y coleópteros xilófagos (Luppichini y Ripa, 2004).

El deterioro de la madera tiene relación con el concepto de durabilidad natural. Concepto definido por la NCh 789/1 of. 87 (INN, 1979) como la capacidad de la madera a resistir el ataque de los diversos agentes biológicos de destrucción, sin ningún tratamiento previo. Bobadilla *et al.* (2005), la definen como el conjunto de propiedades de la madera, propias de cada especie, que le confieren una determinada durabilidad en servicio, cuando son utilizadas sin ningún tratamiento preservante.

Los factores que influyen en las diferencias de durabilidad entre las especies son muchos. Los principales corresponden a las características anatómicas de la madera, como el tamaño de vasos y traqueidas; la presencia de extraíbles y la densidad. Ésta puede ser usada como criterio de durabilidad de las maderas. Las especies de mayor densidad tienen un deterioro más lento que aquéllas de menor densidad (Zakel y Morrel, 1992).

Otro aspecto importante es que la durabilidad varía según sea albura o duramen. Esta diferencia está fundamentalmente explicada por ciertos cambios químicos producidos en la transformación de albura en duramen. Respecto de la durabilidad Lesnino *et al.* (2000) señalan que la alta concentración de extraíbles tiene una directa relación con la mayor durabilidad natural de las diferentes maderas. En la albura existe una mayor concentración de almidón e hidratos de carbono. Lo que hace más apetecible esta parte de la madera a los agentes biológicos que la atacan. En cambio, el duramen posee una serie de componentes fenólicos, terpenoides como los aceites esenciales, ácidos resínicos y saponinas; carbonatos y ácido silícico que lo hace menos preferido a estos agentes (Kollmann, 1959). Estos son antecedentes importantes de considerar en un estudio de preferencia alimentaria, desde un punto de vista físico-químico, la densidad, la cual está estrechamente asociada a la resistencia mecánica de la madera, la que determinará la facilidad con que un insecto (en éste caso), puede romper un trozo de madera con sus mandíbulas. Y desde un punto de vista químico, la incidencia que el porcentaje total y tipo de extraíbles presentes en la madera tienen sobre el insecto. Al respecto Carmona *et al.* (2008) y Salamovich (1968) señalan las siguientes propiedades de las maderas:

Cuadro 1. Propiedades de las maderas:  
densidad básica y extraíbles.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Básica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Extraíbles (%)</b>
Álamo (*)	0,419	s/i
Algarrobo (*)	0,790	32,76
Canelo	0,478	1,42
Ciprés de la Cordillera (*)	0,440	s/i
Eucalipto	0,623	9,40
Pino radiata	0,429	7,00
Quillay	0,560	17,0
Raulí	0,463	6,55
Roble (*)	0,624	6,1
Tamarugo	0,875	28,67

Fuente: Carmona, R.; Osorio, C. 2008.

(\*) Salamovich; s/i: sin información

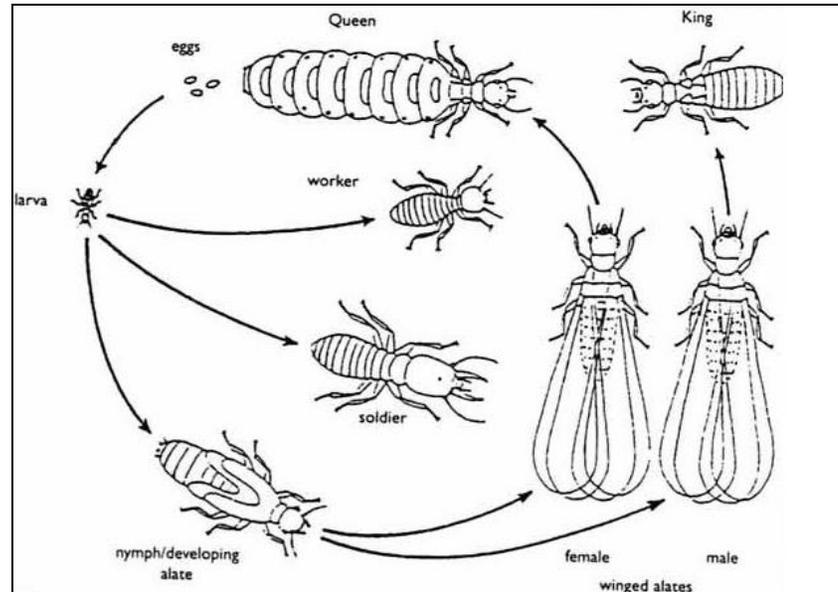
Dentro de los agentes biológicos que atacan las maderas están las termitas. Estos insectos han evolucionado por más de 100 millones de años conociéndose alrededor de 2.500 especies diferentes en el mundo. El número de termitas y especies tiende a un aumento a medida que se acercan al Ecuador, la distribución puede estar relacionada con las variaciones de temperatura y humedad de cada localidad (Pearce, 1997).

La termita *Reticulitermes flavipes* Kollar (Isoptera: Rhinotermitidae), perteneciente al grupo de las termitas subterráneas se caracteriza por poseer el nido en el suelo. Este insecto introducido al país hace algunas décadas es responsable de importantes daños a estructuras y productos de madera en viviendas de las regiones Metropolitana y de Valparaíso, constituyéndose en una importante plaga urbana (Tejer, 2004). Son insectos xilófagos que se alimentan de la celulosa presente en la madera y productos a base de madera, mediante la asociación simbiótica con protozoos o bacterias presentes en su intestino que desdoblan este polisacárido a productos digeribles por el insecto. Además poseen enzimas en las glándulas salivales, tales como, amilasa y chinitasa; que también participan en la degradación de la celulosa (Pearce, 1997).

Las termitas están estructuradas mediante castas claramente identificables (Figura 1); descritas por Camousseight (1998) como:

- Casta de obreros: Mantienen durante toda su vida el aspecto de las primeras fases de desarrollo juvenil del insecto. Se encargan de la alimentación y construcción de los nidos.
- Casta de soldados: Son individuos que alcanzan los primeros estadios de la fase de desarrollo juvenil, y se encargan de la protección del termitero.

- Casta reproductora: Se encargan de la reproducción en la colonia. Está compuesta por alados reproductivos que pueden producir reyes y reinas. También pueden tomar la labor reproductiva las termitas neoténicas, que corresponde a individuos asexuados que logran realizar la función anteriormente señalada.



Fuente: Pearce (1997).

Figura 1: Castas de termitas

Las termitas tienen un tamaño que varía entre los 3 y 10 mm (Imbert, 2000). Se alimentan mediante trofalaxia, que consiste en una mezcla de secreciones y líquidos que son intercambiados entre los individuos que componen la colonia. Estos insectos pueden traspasarse alimento parcialmente digerido desde la boca (alimento estomodeal) o desde el ano (alimento proctodeal) (Pearce, 1997).

Las termitas pueden clasificarse de acuerdo al contenido de humedad de la madera que atacan. Camousseight (1998) señala las siguientes familias presentes en Chile:

La familia Kalotermitidae presenta especies conocidas como termitas de madera seca, entre las que se encuentran: *Cryptotermes brevis* (Walker) distribuida en Arica, Iquique, Antofagasta y el Archipiélago de Juan Fernández. *Neotermes chilensis* (Blanchard) que abarca desde la Región de Valparaíso a la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y *Kalotermes gracilignathus* (Emerson) presente en el Archipiélago de Juan Fernández (Camousseight, 1998).

La familia Termopsidae presenta una especie endémica y característica de la zona sur del país, *Porotermes quadricollis* (Cambur), conocida como termita de madera húmeda (Camousseight, 1998).

La familia Rhinotermitidae presenta la termita subterránea *R. flavipes*, identificada de esta forma en el 2000 sobre la base de estudios moleculares realizados por el Doctor Nao Sun

en Estados Unidos. Esta especie norteamericana, oriunda de California, fue detectada en Chile, según los registros del SAG y del Museo Nacional de Historia Natural, en el año 1986, y se ha convertido en una plaga muy agresiva que ha provocado múltiples daños a las estructuras de las viviendas. Se ha adaptado rápidamente a distintos tipos de suelos y de climas, distribuyéndose actualmente entre la Región Metropolitana, Región de Valparaíso, y presumiblemente en la Región de O'Higgins (Morales, 2003).

La termita subterránea prefiere climas templados húmedos, por lo que de acuerdo con las condiciones de humedad y temperatura variará la distribución, densidad poblacional y actividad estacional del insecto. En Chile, la termita subterránea se desarrolla en suelos con contenidos de humedad que varía entre el 6 y 37,6% y rangos de temperatura entre -4 y 27° C esto para mediciones entre 10- 15 cm de profundidad del suelo (INTEC-CHILE-INFOR, 1997).

Estos antecedentes indican que probablemente el comportamiento alimenticio de la termita subterránea sea disímil entre las condiciones de laboratorio y campo para las diferentes especies de madera existentes. Este aspecto del comportamiento real del insecto en terreno, no ha sido establecido, así como tampoco la preferencia alimenticia de *R. flavipes*. Rojas (2005) señala que esta termita, en general, prefiere todas las especies de madera, sin ninguna diferencia estadísticamente significativa, sin embargo su estudio no incluyó observaciones realizadas en campo, donde la termita subterránea ha generado pérdidas entre 70 y 200 millones de dólares (Smith, 2000).

Para determinar la preferencia alimenticia de la termita subterránea, se realizaron dos ensayos: el primero en laboratorio, donde el manejo de las termitas se basó en lo señalado en la NCh 3060 (INN, 2007) en cuanto al manejo de las colonias. Para este ensayo se necesitó un total de 2.500 termitas, para cada una de las tres repeticiones realizadas. Se consideraron diez tratamientos los que correspondieron a diez especies de maderas. Posteriormente se realizó la evaluación del grado de ataque de acuerdo a lo señalado en la norma anteriormente señalada. Luego se realizó un ANDEVA, y en caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aplicó la prueba de DUNCAN.

El segundo ensayo correspondió a terreno, el que se basó en la instalación de dos micropruebas de campo en dos sitios diferentes de la Región Metropolitana. En un recipiente de plástico, se colocaron las probetas de los diez tratamientos con diez repeticiones. Al final del periodo de ensayo se retiraron las probetas, se limpiaron y se procedió a evaluar el grado de ataque, según la norma anteriormente indicada. Luego se realizó un ANDEVA, y en caso de ser rechazada la hipótesis nula, se aplicó la prueba de DUNCAN ambos realizados con el software Excel.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la preferencia alimenticia de *R. flavipes* sobre diez especies de madera, en condiciones de campo y laboratorio. Los objetivos específicos fueron analizar la preferencia del insecto sobre las distintas especies de madera utilizadas y comparar descriptivamente los resultados obtenidos en los ensayos de terreno con los de laboratorio.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales y equipos

#### 2.1.1 Termitas subterráneas

El material biológico, termitas, se obtuvo del termitero del Departamento de Ingeniería de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. Las termitas se mantuvieron en condiciones ambientales controladas, con temperaturas promedio de 24 a 26 ° C y humedad relativa de  $75 \pm 3\%$ . Los individuos utilizados se obtuvieron de trampas-cebos, construidas con tablillas de madera de pino y álamo que se usaron para su recolección. Cada termita fue retirada con pinceles humedecidos, sujetando cada insecto por el abdomen y con la precaución de no apretarlos en exceso, se colocaron en frascos de vidrio con agua destilada y arena fina de cuarzo en la proporción 1:4. Posteriormente se trasladaron a los recipientes de ensayo para las distintas experiencias o tratamientos.

#### 2.1.2 Probetas de madera

Se usaron 10 especies de madera (Cuadro 2):

Cuadro 2. Especies ensayadas en laboratorio y terreno.

CONÍFERAS	LATIFOLIADAS
<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don)	<i>Prosopis tamarugo</i> (Phil.)
<i>Pinus radiata</i> (D. Don)	<i>Prosopis chilensis</i> (Mol.)
	<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.)
	<i>Eucalyptus globulus</i> (Labill)
	<i>Quillaja saponaria</i> (Mol.)
	<i>Drimys winteri</i> (J.R. et G)
	<i>Nothofagus alpina</i> (Poepp. et Endl)
	<i>Populus sp</i>

Para los ensayos se utilizaron probetas de duramen de las especies mencionadas con anterioridad (Figura 2) de las siguientes dimensiones:

- Espesor: 15 mm
- Ancho: 25 mm
- Longitud: 50 mm



Figura 2. Probetas de especies utilizadas en ensayos de laboratorio y campo.

La madera utilizada no se conservó en agua y no tuvo tratamiento químico previo, libre de defectos como nudos, corteza y problemas de biodeterioro.

## 2.2 Métodos

La parte experimental del estudio se dividió en dos: laboratorio y campo.

### 2.2.1 Ensayo de laboratorio

El ensayo de laboratorio se instaló en el termitero del Departamento de Ingeniería de la Madera de la Universidad de Chile, abarcando el período comprendido desde marzo a junio de 2008, completando 12 semanas de duración. Se prepararon colonias según las indicaciones de la NCh 3060 (INN, 2007) en cuanto a la constitución del sustrato y proporción de castas, modificando el tamaño y forma del recipiente. Se realizaron tres repeticiones para cada uno de los diez tratamientos, por lo cual se empleó una cantidad total de 7.500 termitas. Estas se alimentaron con madera de inducción, utilizada para homogeneizar las condiciones alimenticias de las termitas, durante un periodo de cuatro días.

Cada repetición se realizó en recipientes de plástico de sección rectangular, con volumen aproximado de 4.000 cm<sup>3</sup> cada uno, al que se agregaron 1.600 cm<sup>3</sup> de arena de cuarzo. En el centro del recipiente se enterraron 5 g de madera de inducción para la mantención de las termitas hasta el momento de instalar las probetas de ensayo (cuatro días), una vez verificada la correcta instalación y actividad de la colonia. Posteriormente, se colocaron diez trozos de tubos de PVC de las siguientes dimensiones: diámetro 20 mm y longitud 20 mm, equidistantes a 10 cm del centro del recipiente. Estos tubos se enterraron 10 mm, de modo que sirvieran de soporte para las probetas utilizadas.

Semanalmente se controló el peso de los ensayos para mantener el contenido de humedad adecuado para el óptimo desempeño de la colonia. La distribución de las probetas se puede apreciar en la Figura 3.

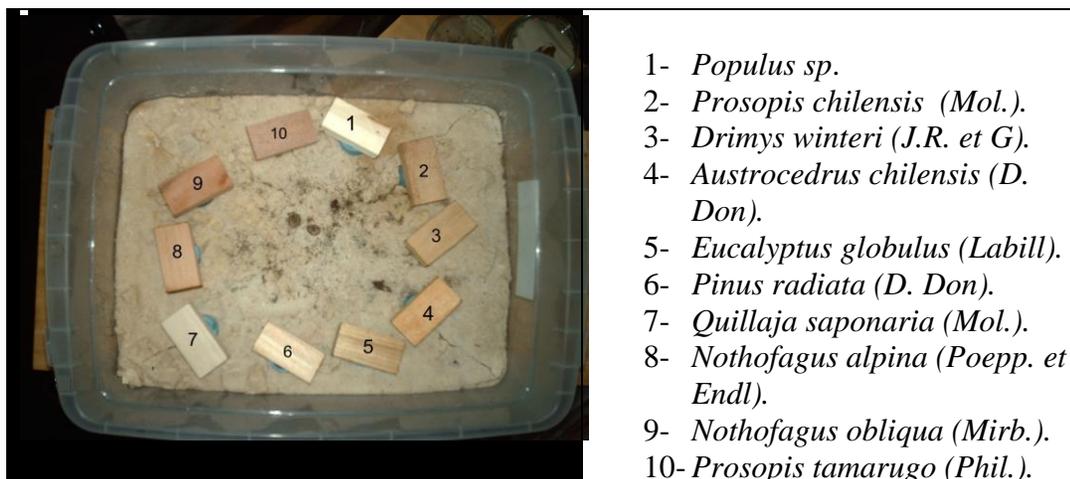


Figura 3. Distribución de probetas en ensayo de laboratorio.

### 2.2.2 Ensayo de campo

El ensayo de campo se basó en la instalación de dos micropruebas en dos sitios de la Región Metropolitana donde se tenía certeza de la presencia de una colonia activa de la termita subterránea.

- Microprueba de campo 1: Ubicado en la Comuna de Santiago, en la calle Franklin entre las avenidas Santa Rosa y Vicuña Mackenna (abarcó desde abril hasta junio de 2008).
- Microprueba de campo 2: Ubicado en la Comuna de Pedro Aguirre Cerda en la calle Félix Mendelssohn (abarcó desde mayo hasta septiembre de 2008).

Una vez instaladas, se evaluó el grado de ataque obtenido en cada probeta de madera, de acuerdo a lo señalado en la NCh 3060.

Cada microprueba consistió en un soporte de aluminio, que sostuvo un recipiente de plástico a 5 cm desde el suelo, en él las probetas se distribuyeron, según diseño de cuadrado latino. En ninguna de las micropruebas se repitieron bloques de la misma especie en cada columna y fila (Figura 4).

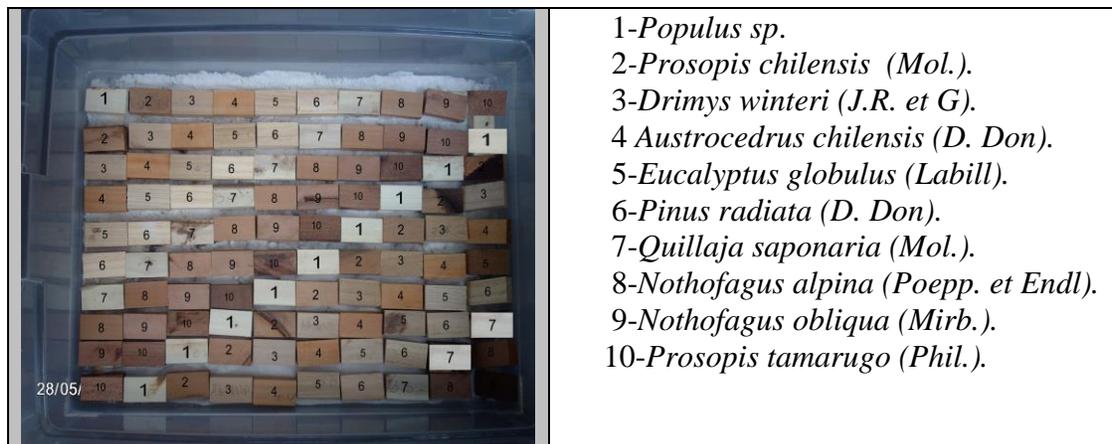


Figura 4. Distribución de probetas en ensayos de campo.

En el interior del recipiente de plástico (Figura 5) se depositó una capa de arena de 5 cm de espesor, sobre la que se instalaron las probetas. En cada extremo del soporte de aluminio se colocó un trozo de álamo de 3 mm de espesor x 15 mm de ancho x 50 mm de longitud, cada uno sirviendo de medio de acceso de las termitas desde el suelo hacia las probetas contenidas en el recipiente.

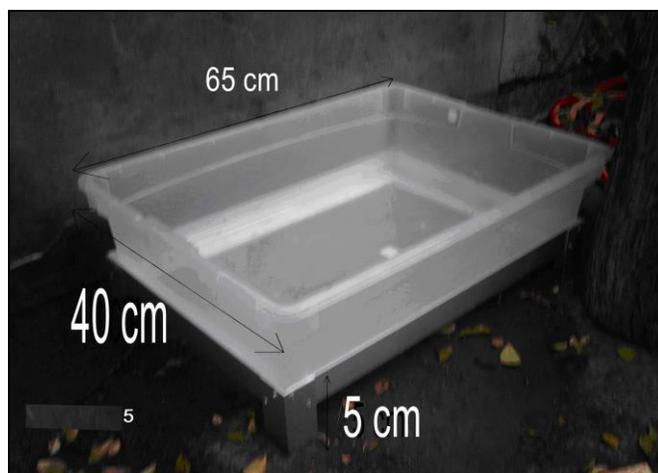


Figura 5. Ensayos de campo.

### 2.2.3 Evaluación del grado de ataque y preferencia

Las probetas se retiraron, tanto en laboratorio como campo, separando cuidadosamente las partículas de suelo u otro elemento adherido a éstas. Luego se procedió a analizar cada probeta visualmente valorando el ataque, según localización, extensión y profundidad del daño, de acuerdo a lo establecido en la NCh 3060 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación del daño según grado de ataque.

GRADO DE ATAQUE	DESCRIPCIÓN
0	Ningún ataque.
1	<b>Tentativa de ataque:</b> I-erosión superficial, II- ataque hasta 0,5 mm de profundidad o combinación de I y II
2	<b>Ataque ligero:</b> I- erosión de 1 mm de profundidad limitada en extensión a 1/10 de la superficie de la probeta, II-perforación única de profundidad menor a 3 mm o combinación de I y II
3	<b>Ataque medio:</b> I- erosión menor que 1 mm sobre una extensión mayor que 1/10 de la superficie de las probeta, II- erosión de 1 mm a 3 mm sobre una extensión menor que 1/10 de la superficie de la probeta, III- perforaciones puntuales que no se extiendan formando cavernas y de profundidad mayor que 3mm o combinación de I, II y III.
4	<b>Ataque fuerte:</b> I- erosión de 1mm a 3 mm de profundidad sobre una extensión mayor a 1/10 de la superficie de la probeta, II-perforación profunda mayor a 3 mm que se extienda formando cavernas dentro de la probeta, pudiendo generar un estado de destrucción muy avanzado o combinación de I, II y III..

Fuente: INN (2007).

El método de análisis estadístico de la información de los ensayos correspondió a un ANDEVA de diseño completamente al azar (DCA I) con tratamientos fijos, tanto para el ensayo de laboratorio como los de campo.

En laboratorio, se evaluaron diez tratamientos (Cuadro 4), los que correspondieron a las especies utilizadas, con tres repeticiones cada uno.

La hipótesis nula probada fue:

Ho: Los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas, en la preferencia alimenticia promedio de las maderas utilizadas ante el ataque de la termita subterránea. En caso de existir diferencias estadísticamente significativas, se aplicó un análisis estadístico de comparación múltiple de medias DUNCAN, para evaluar qué diferencias entre las medias era discernible

Cuadro 4. Tratamientos utilizados en ensayo de laboratorio.

TRATAMIENTOS	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
PS	<i>Populus sp</i>	Álamo
PC	<i>Prosopis chilensis</i> (Mol.)	Algarrobo
DW	<i>Drimys winteri</i> (J.R. et G)	Canelo
AC	<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don)	Ciprés de la cordillera
EG	<i>Eucalyptus globulus</i> (Labill)	Eucalipto
PR	<i>Pinus radiata</i> (D. Don)	Pino insigne
QS	<i>Quillaja saponaria</i> (Mol.)	Quillay
NA	<i>Nothofagus alpina</i> (Poepp. et Endl)	Raulí
NO	<i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.)	Roble
PT	<i>Prosopis tamarugo</i> (Phil.)	Tamarugo

En el ensayo de campo con diez tratamientos y diez repeticiones la hipótesis nula probada fue:

Ho: Los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas, en la preferencia alimenticia promedio de las maderas utilizadas ante el ataque de la termita subterránea. En caso de existir diferencias estadísticamente significativas, se aplicó un análisis estadístico de comparación múltiple de medias DUNCAN, para evaluar qué diferencias entre las medias era discernible.

Cada microprueba fue analizada estadísticamente de forma independiente, debido a que cada una presenta condiciones ambientales y niveles de actividades de las colonias particulares. Posteriormente se realizó una comparación descriptiva entre los resultados obtenidos en laboratorio y campo, de acuerdo al nivel de daño de las probetas de cada especie utilizada, permitiendo obtener conclusiones respecto del comportamiento alimenticio de la termita subterránea en las distintas situaciones.

La preferencia alimenticia en *R. flavipes*, tanto en el ensayo de laboratorio como de campo, fue establecida de acuerdo a los resultados del análisis estadístico de DUNCAN, el que permitió determinar los distintos niveles de preferencia para cada ensayo realizado.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Ensayo de Laboratorio

Durante el periodo de duración del ensayo se pudo apreciar que en las primeras seis semanas, las termitas desarrollaron el trabajo de construcción de galerías al interior de cada recipiente, el que se extendió por toda la superficie visible.

Posteriormente, las termitas comenzaron su ascenso a la superficie para atacar las probetas de las diez especies utilizadas, esparciéndose inicialmente sobre las superficies de las maderas de álamo y raulí.

En el Cuadro 5, se muestran los resultados del grado de ataque obtenidos en el ensayo de laboratorio en los diez tratamientos evaluados.

Cuadro 5. Grado de ataque (1) de *R. flavipes* en las probetas de las distintas especies al final del ensayo de laboratorio.

REPETICIÓN	PS	PC	DW	AC	EG	PR	QS	NA	NO	PT
R - 1	4	1	2	2	4	4	1	4	1	1
R - 2	4	1	2	1	3	3	1	2	1	1
R - 3	4	2	3	1	3	4	1	4	1	1
PROM	4	1,3	2,3	1,3	3,3	3,7	1	3,3	1	1

(1) 0: Ningún ataque, 1: Tentativa de ataque, 2: Ataque ligero, 3: Ataque medio, 4. Ataque fuerte.

Según los resultados del Cuadro 5, se pueden apreciar en forma general tres grupos según el grado promedio de ataque:

1. Primero, con valores promedio del nivel 1 de ataque, el que incluye a las especies algarrobo, ciprés de la cordillera, roble, quillay y tamarugo.
2. Segundo, con valor de 2,3 para canelo.
3. Tercer grupo con valores entre 3 y 4 con la presencia de álamo (Figura 6), eucalipto, pino y raulí.

El análisis de varianza de los diez tratamientos y tres repeticiones, con un nivel de significación del 5%, rechazó la hipótesis nula  $H_0$ : “La resistencia media para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas ante el ataque de *R. flavipes*”. Por lo tanto, se aceptó que al menos uno de los tratamientos ensayados, presentó una resistencia media estadísticamente diferente de los otros tratamientos (Apéndice 1).

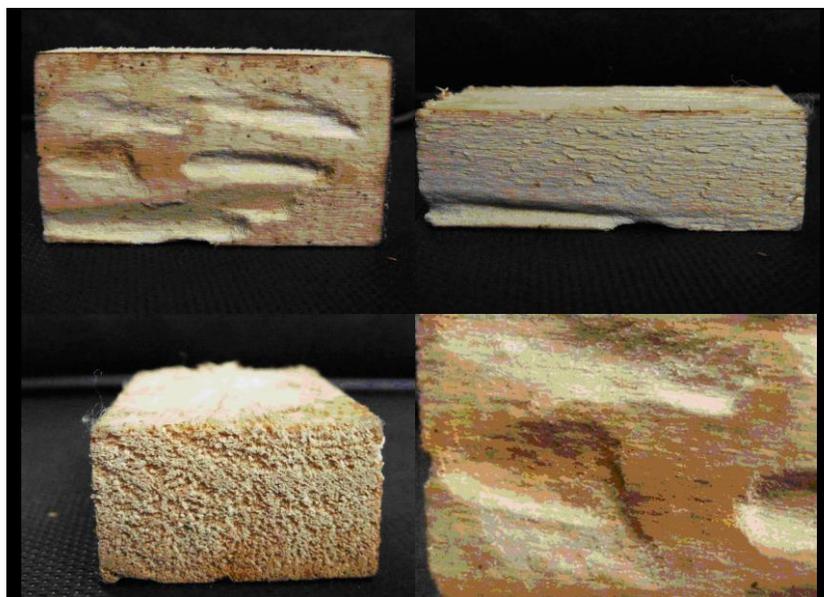


Figura 6. Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4.

La prueba de DUNCAN estableció los siguientes resultados:

- Los tratamientos correspondientes a probetas NA (Figura 7), PS, EG y PR fueron diferentes estadísticamente de los otros seis tratamientos (DW, PC, AC, QS, NO y PT), ya que las probetas de las especies señaladas presentaron grados de ataque 3, con presencia de ataque superficial sobre más de 1/10 de la superficie expuesta o grado de ataque 4 a causa de la presencia de perforaciones penetrantes superiores a 3 mm (Apéndice 2).



Figura 7. Probetas de raulí (NA) con ataque de *R. flavipes*.

- El mismo análisis estadístico señala que el tratamiento DW, es estadísticamente diferente de los otros tratamientos antes señalados.
- Finalmente los tratamientos correspondientes a PC, QS, AC, NO y PT, fueron semejantes entre sí pero diferentes al resto.

Según esto en el Cuadro 6 se entregan los resultados de la preferencia alimenticia de *R. flavipes* para el ensayo de laboratorio.

Cuadro 6. Preferencia alimenticia de *R. flavipes* en laboratorio.

PREFERENCIA	TRATAMIENTO	ESPECIE
1	PS, EG, PR, NA	álamo, eucalipto, pino radiata, raulí
2	DW	canelo
3	QS, AC, PC, NO, PT	quillay, ciprés, algarrobo, roble, tamarugo

### 3.2 Microprueba de campo 1 (Santiago)

Aproximadamente un mes después de la instalación del ensayo comenzó el ataque de las termitas a las probetas ensayadas. Las observaciones realizadas durante el ensayo señalan que el ataque de las termitas se inicio por la parte central del recipiente, a pesar de que su ingreso fue desde los extremos. A partir de ese momento se pudo observar la construcción de los túneles, los que se ubicaban entre los espacios disponibles entre las filas y columnas de las probetas (Figura 8).



Figura 8. Túneles de termita subterránea en terreno.

En el Cuadro 7, se aprecia el grado de ataque de los diez tratamientos ensayados de acuerdo a lo señalado en la NCh 3060.

Cuadro 7. Grado de ataque (1) de *R. flavipes* en las probetas de las distintas especies al final de la microprueba de campo 1.

<b>GRADO DE ATAQUE</b>										
<b>REPETICIÓN</b>	<b>TRATAMIENTO</b>									
	<b>PS</b>	<b>PC</b>	<b>DW</b>	<b>AC</b>	<b>EG</b>	<b>PR</b>	<b>QS</b>	<b>NA</b>	<b>NO</b>	<b>PT</b>
<b>R - 1</b>	3	1	2	0	3	1	0	1	1	0
<b>R - 2</b>	3	0	2	0	2	2	0	1	1	0
<b>R - 3</b>	2	0	2	1	2	2	1	3	1	0
<b>R - 4</b>	3	0	3	1	3	3	0	3	1	0
<b>R - 5</b>	2	0	2	1	3	3	2	2	1	1
<b>R - 6</b>	3	1	3	1	3	2	0	2	0	0
<b>R - 7</b>	3	1	3	0	2	2	0	4	0	0
<b>R - 8</b>	4	0	2	0	2	3	0	2	0	0
<b>R - 9</b>	4	0	2	0	2	2	1	2	0	0
<b>R - 10</b>	4	0	2	0	2	3	0	3	1	0
<b>PROM</b>	<b>3,1</b>	<b>0,3</b>	<b>2,3</b>	<b>0,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>

(1) 0: Ningún ataque, 1: Tentativa de ataque, 2: Ataque ligero, 3: Ataque medio, 4. Ataque fuerte.

De acuerdo a los resultados del Cuadro 7 se observó también en forma general la presencia de tres grupos según el grado promedio de ataque:

1. Primero, con valores entre 0,1 y 0,6, en las que están presentes las especies algarrobo, ciprés de la cordillera, quillay, roble y tamarugo.
2. Segundo grupo presentó valores dentro del nivel 2 de ataque con presencia de canelo, eucalipto común, pino radiata y raulí.
3. Tercer grupo estuvo compuesto por álamo con un promedio de ataque 3,1.

El análisis de varianza de los diez tratamientos y diez repeticiones, con un nivel de significación del 5%, rechazó la hipótesis nula  $H_0$ : “La resistencia media para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas ante el ataque de *R. flavipes*”. Por lo tanto, se aceptó que al menos uno de los tratamientos ensayados, presentó una resistencia media estadísticamente diferente de los otros tratamientos (Apéndice 3).

- La prueba de DUNCAN señaló que el tratamiento PS presentó diferencias estadísticamente significativas al resto de los tratamientos, esto porque las probetas pertenecientes a éste, presentaron grados de ataque 3 y 4, con más de 1/10 de sus superficies expuestas atacadas o presentando galerías que atravesaban las probetas (Figura 9) (Apéndice 4).

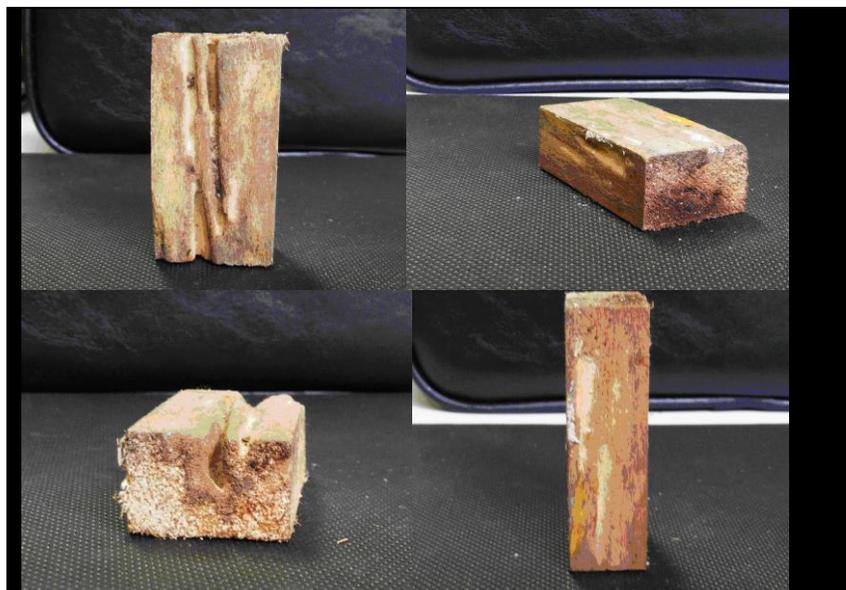


Figura 9. Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 1.

- Los tratamientos DW (Figura 10), EG, PR, y NA no presentaron diferencias entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos ensayados, evidenciando niveles de ataque ligero, esto con ataque superficial (menos de 1 mm) y limitado en extensión a 1/10 de la superficie expuesta como máximo, o una perforación única de profundidad inferior a 3 mm.



Figura 10. Probetas de canelo (DW) con grado de ataque 2 en microprueba de campo1.

- Finalmente se obtuvo que los tratamientos PC, AC, QS, NO y PT no presentaron diferencias estadísticas entre ellos, esto porque sólo se evidenciaron tentativas o ningún grado de ataque.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la preferencia alimenticia de *R. flavipes* en la microprueba de campo 1 se puede apreciar en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Preferencia alimenticia de *R. flavipes* en microprueba de campo 1.

PREFERENCIA	TRATAMIENTO	ESPECIE
1	PS	álamo
2	DW, EG, PR, NA	canelo, eucalipto
		pino radiata, raulí
3	PC, AC, QS, NO, PT	algarrobo, ciprés de la cordillera, quillay,
		roble, tamarugo

### 3.3 Microprueba de campo 2 (P.A.C.)

Aproximadamente dos meses después de la instalación del ensayo comenzó el ataque de las termitas a las probetas. Las observaciones realizadas durante el ensayo fueron similares a la microprueba 1, vale decir, el ataque de las termitas comenzó por la parte central del recipiente, a pesar de que su ingreso fue desde los extremos. A partir de ese momento se pudo observar la construcción de los túneles, los que se ubicaban entre los espacios disponibles entre las filas y columnas de las probetas.

En el Cuadro 9, se aprecia el grado de ataque de los diez tratamientos ensayados al final del ensayo de acuerdo a lo señalado en la NCh 3060.

Cuadro 9. Grado de ataque (1) *R. flavipes* en las probetas de las distintas especies al final del ensayo de microprueba de campo 2.

GRADO DE ATAQUE										
REPETICIÓN	TRATAMIENTO									
	PS	PC	DW	AC	EG	PR	QS	NA	NO	PT
<b>R - 1</b>	4	0	1	0	1	1	0	4	0	0
<b>R - 2</b>	2	0	1	0	2	2	0	1	0	0
<b>R - 3</b>	4	0	1	0	2	0	0	2	0	0
<b>R - 4</b>	2	0	2	0	3	1	0	1	0	0
<b>R - 5</b>	3	0	1	0	3	1	0	1	0	0
<b>R - 6</b>	3	0	2	0	1	2	0	2	0	0
<b>R - 7</b>	3	0	2	0	3	3	0	2	0	0
<b>R - 8</b>	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<b>R - 9</b>	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<b>R - 10</b>	4	0	0	0	3	1	0	4	0	0
<b>PROM</b>	<b>2,9</b>	<b>0</b>	<b>1,1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

(1) 0: Ningún ataque, 1: Tentativa de ataque, 2: Ataque ligero, 3: Ataque medio, 4. Ataque fuerte.

Según los resultados del Cuadro 9, se observó en forma general la presencia de tres grupos de acuerdo al grado promedio de ataque:

1. Primer grupo presentó valores entre 0 y 0,1 en la que se incluyeron las especies algarrobo, ciprés de la cordillera, quillay, roble y tamarugo.
2. Segundo grupo con valores dentro del nivel 1 de ataque con presencia de canelo, pino radiata y raulí.
3. Tercer grupo de las especies álamo y eucalipto, con valores dentro del nivel 2 de ataque.

El análisis de varianza de los diez tratamientos y diez repeticiones, con un nivel de significación del 5%, rechazó la hipótesis nula  $H_0$ : “La resistencia media para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas ante el ataque de *R. flavipes*”. Por lo tanto, se aceptó que al menos uno de los tratamientos ensayados, presentó una resistencia media estadísticamente diferente de los otros tratamientos (Apéndice 5).

- La prueba de DUNCAN señaló que el tratamiento PS presenta diferencias estadísticamente significativas con el resto de los tratamientos, esto porque las probetas pertenecientes a este, presentaron grados de ataque 3 y 4 (Figura 11), con más de 1/10 de sus superficies expuestas atacadas o presentando galerías que atravesaban las probetas (Apéndice 5).

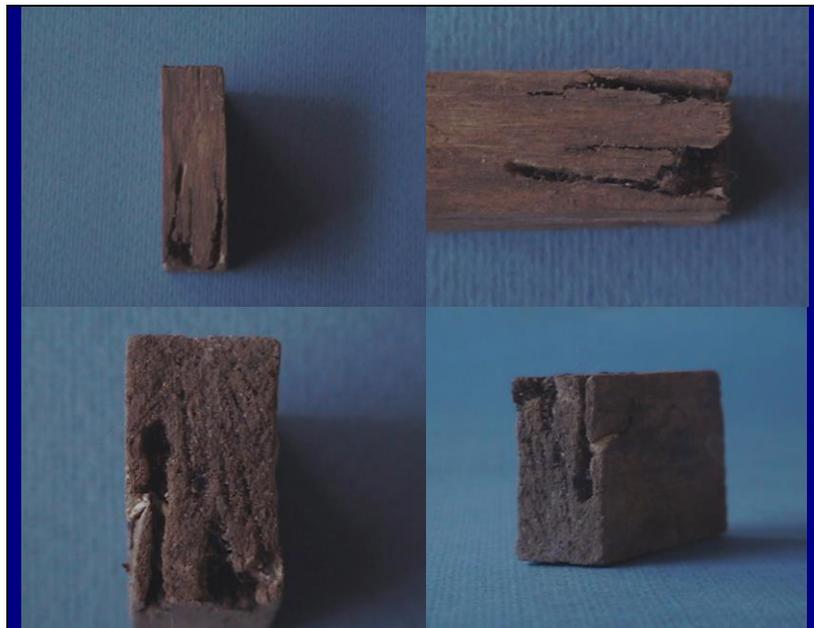


Figura 11. Probetas de álamo (PS) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.

- Los tratamientos correspondientes a NA (Figura 12) y EG, no presentaron diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los otros tratamientos ensayados, evidenciando niveles de ataque ligero, esto con ataque superficial (menos de 1 mm) y limitado en extensión a 1/10 de la superficie expuesta como máximo, o una perforación única de profundidad inferior a 3 mm, tal como se ve en las probetas de la figura anterior.



Figura 12. Probetas de raulí (NA) con grado de ataque 4 en microprueba de campo 2.

- Los tratamientos PR y DW, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Sin embargo son diferentes de los otros tratamientos ensayados
- Por último, los tratamientos PA, AC, QS, NO y PT no presentaron diferencias estadísticas entre ellos. Estos presentaron sólo tentativas o ningún grado de ataque.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, la preferencia alimenticia de *R. flavipes* en la microprueba de campo 2 se puede apreciar en el cuadro 10.

Cuadro 10. Preferencia alimenticia de *R. flavipes* en el ensayo de microprueba de campo 2.

PREFERENCIA	TRATAMIENTO	ESPECIE
1	PS	álamo
2	EG, NA	Eucalipto , raulí
3	PR, DW	pino radiata, canelo
4	AC, PT, PC, QS, NO	ciprés de la cordillera, tamarugo, algarrobo, quillay, roble

La existencia de cuatro grupos de preferencia, se debió a las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre las especies ensayadas, de acuerdo a lo determinado por el test de Duncan.

### 3.4 Discusión

Comparando los resultados del ensayo de laboratorio con los de campo, de acuerdo a la información estadística, se confirma a las maderas de las especies: algarrobo, tamarugo, ciprés de la cordillera, quillay y roble, son clasificadas como última alternativa alimenticia de *R. flavipes* ante la disponibilidad de las diez especies ensayadas. También coincide como resultado, que canelo ocupa una preferencia de nivel medio en ambas condiciones.

En laboratorio, álamo es primera preferencia junto con otras latifoliadas como raulí y eucalipto, y con pino radiata que es una conífera. En ambos ensayos de campo, la principal fuente de alimento es álamo cuyas probetas presentan valor 4, de acuerdo a la norma utilizada, en seis de las veinte muestras ensayadas.

En el caso de pino, raulí y eucalipto, se distribuyen en el nivel medio de preferencia en la microprueba de campo 1, con una variación en la microprueba 2, que para el caso de pino radiata estadísticamente ocupa nivel 3 de preferencia.

Las diferencias en los niveles de preferencia, podrían ser atribuidas a características físicas, anatómicas o químicas. De la información disponible para las especies ensayadas se tiene que en general, desde el punto de vista anatómico, la diferencia de diámetro entre vasos de latifoliadas (50 a 120  $\mu$ ) y traqueidas (15 a 40  $\mu$ ), no se relaciona con los niveles de ataque presentados en las especies de madera ensayadas. En las últimas, se encuentra pino radiata que presenta en promedio un grado de ataque 3,67 en laboratorio y 2,98 en terreno. En cambio ciprés de la cordillera no presenta grado alguno de ataque en terreno y, sólo 1,33 en laboratorio.

Respecto de la densidad, que es otra propiedad que podría influir en la resistencia de las maderas al ataque de la termita subterránea, así como la facilidad de penetración de ellas a través de las probetas, no muestra relación con el grado de ataque y los niveles de preferencia obtenidos de los ensayos realizados.

En relación con lo anterior, se tiene que algarrobo y tamarugo son especies con altas densidades, cuyos valores oscilan alrededor de 0,790  $\text{g/cm}^3$  y 0,875  $\text{g/cm}^3$  respectivamente (Carmona *et al*, 2008), y no presentan mayor nivel de ataque, siendo clasificadas como las de menor preferencia alimenticia en laboratorio y campo. A esto hay que agregar que alrededor de un 40% de peso seco de tamarugo y 30% de algarrobo corresponde a extraíbles (Cuevas *et al*, 1981). Sin embargo eucalipto que presenta diferente nivel de preferencia alimenticia, con densidad de 0,623  $\text{g/cm}^3$ , posee contenido de extraíbles del orden de 5,1% (Mansilla *et al*, 1991), una cantidad menor en relación con otras especies de densidad similar. Otro ejemplo, se aprecia con ciprés de la cordillera, que presenta densidad de 0,440  $\text{g/cm}^3$ , baja en comparación a especies de alta densidad como algarrobo y tamarugo. La característica de esta especie es que posee extraíbles de carácter insecticida, que podrían hacerla menos apetecible a estos insectos. De acuerdo a la información disponible, contiene tropoleno, compuesto que es responsable de la durabilidad natural de las cupresáceas ante la biodegradación. En específico el compuesto encontrado para ciprés de la cordillera es  $\alpha$ - Thuyapliceno, también disponible en otras

cupresáceas como la Thuja, altamente resistente al ataque de insectos (Haluk y Roussel, 1999). En cambio pino con densidad similar a ciprés, se señala en la NCh 789/1 of. 87 como madera no durable, con menos de 5 años de vida útil. Mansilla *et al* (1991) indica que posee alrededor de un 1,8% de extractivos en la madera. Estos antecedentes de diferencias en cantidad y tipo de extraíbles, podría ser la explicación para la variación del comportamiento alimenticio de la termita subterránea ante las especies ensayadas. Scheffrahn (1992), citado por Reyes (1995), señala que la existencia de preferencia alimenticia por parte de las termitas subterráneas, se atribuye a la presencia en la madera de extractivos tóxicos o repelentes a estos insectos.

Para álamo, que presenta la mayor preferencia alimenticia de todas las especies tanto en los ensayos de campo como laboratorio, junto con pino radiata y raulí, variando de primera a preferencia media, son especies que presentan valores de densidad con rango  $0,419 \text{ g/cm}^3$  a  $0,463 \text{ g/cm}^3$  (Mansilla *et al*, 1991), valores bajos en comparación a las especies como tamarugo y algarrobo, pero similar a ciprés de la cordillera. Estas diferencias de preferencia con las especies de bajos grados de ataque, además de la propiedad anteriormente señalada, pueden ser explicadas por la baja cantidad de extraíbles presentes. El mismo autor señala que duramen de raulí presenta alrededor de un 5,5% de extraíbles, bajo porcentaje que puede atribuir el alto grado de ataque experimentado en los casos ensayados.

Las especies de madera de quillay, roble y canelo difieren en los grados de ataque experimentados y niveles de preferencia obtenidos de los resultados estadísticos. Quillay presenta densidad de  $0,560 \text{ g/cm}^3$  y roble  $0,624 \text{ g/cm}^3$  ambas especies de baja preferencia alimenticia, mientras que canelo de media preferencia presenta densidad de  $0,478 \text{ g/cm}^3$ . Los extraíbles presentes en quillay son de características biocidas, pertenecientes al grupo de los terpenos que se encuentran en los extraíbles de la madera. Esta especie posee alrededor de un 3,0 a 9,3% de saponinas triterpénicas, las que han sido señaladas con propiedades insecticidas (Carmona *et al*, 2008). Para roble, Mansilla *et al* (1991) y Salamovich (1968) indican un contenido de extraíbles del orden del 6,1 a 10%. También posee alrededor de un 3% de taninos (Poblete y Zárate, 1986), conocidos por sus propiedades insecticidas. Canelo tiene baja densidad y un contenido de extraíbles de 1,27 a 1,42%, valor bajo en comparación a otras latifoliadas, haciéndola susceptible al ataque de insectos xilófagos (Corvalán, 1987).

Los resultados obtenidos en este estudio, difieren de los obtenidos por Rojas (2005), quién determinó que la termita subterránea presenta preferencia de nivel medio por especies como eucalipto y roble, mientras que nivel bajo lo ocupan pino y raulí. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la variación de densidad en las probetas utilizadas. Otro aspecto es que la condición alimenticia y el tamaño de la colonia, influyen en el nivel de actividad de las termitas, encontrándose mayores o menores niveles de ataque según el estado antes señalado (Pearce, 1997). En otro estudio, Reyes (1995), señala que para una manifestación adecuada de la preferencia alimenticia, las condiciones de supervivencia de las termitas y tiempo de duración de las pruebas deben ser las adecuadas. Además en campo la preferencia alimenticia es probablemente determinada por la condición nutricional de cada colonia, tamaño y textura del material celulósico (Forschler *et al*, 2002). Esto puede explicar las diferencias de los resultados obtenidos entre ambos estudios.

En cambio sí hay concordancia con respecto a la baja resistencia de álamo frente al ataque de insectos cuando es usada la madera sin tratamiento (Chile Export, 1999; Hall, 2004).

Forschler *et al* (2002), señala que especies ricas en elementos químicos protectores como algunos ciprés, son menos seleccionadas por la termita subterránea, lo que es concordante con lo obtenido en este estudio con especies como ciprés de la cordillera y quillay con un 17% de extraíbles (Carmona *et al*, 2008).

Reyes (1995), determinaron que *Pinus patula* y *Pinus pseudostrobus*, son poco resistentes al ataque de termitas subterráneas *Heterotermes sp.*, resultado similar al obtenido en este estudio con otra pinacea como Pino radiata.

Sobre la base de la información obtenida es necesario proteger las maderas por la baja vida útil que presentan ante el ataque de la termita subterránea. Sin embargo ante la creciente conciencia ambiental de los productos utilizados para preservar la madera, los resultados obtenidos con especies como quillay y ciprés de la cordillera abren un camino de investigación que permite determinar: cantidad, componente y modo de acción de los extractivos responsable de la resistencia, de modo de obtener productos ambientalmente aptos para usarse en los tratamientos de preservación.

#### 4. CONCLUSIONES

- En condiciones de laboratorio la preferencia alimenticia de *R. flavipes*, se inclinó por las siguientes especies: álamo, eucalipto común, pino radiata y raulí, cuyas probetas presentaron niveles de ataque medio y alto.
- En las micropruebas de campo, la principal preferencia de *R. flavipes* correspondió a álamo.
- Roble, quillay, tamarugo, algarrobo y ciprés de la cordillera presentaron la menor preferencia por parte de la termita subterránea en todos los ensayos realizados.
- Descriptivamente existen diferencias estadísticas en los resultados de laboratorio y campo, principalmente en las mayores preferencias alimenticias, lo que genera diferentes grupos de clasificación entre ambas experiencias.
- Especies de alta densidad como algarrobo, tamarugo y roble, así como de extraíbles con características insecticidas como ciprés de la cordillera y quillay, presentaron baja preferencia alimenticia por parte de la termita subterránea en las micropruebas de campo.
- Maderas como álamo, pino, raulí, canelo y eucalipto común, fueron vulnerables al ataque de la termita subterránea en condiciones de campo.
- Las diferencias de preferencias existentes, aparentemente estarían relacionadas mayormente con la variación de cantidad y tipo de extraíbles que con la densidad de las maderas de las especies ensayadas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Bobadilla, E.; Pereyra, O.; Silva, F. 2005. Durabilidad natural de la madera de dos especies aptas para la industria de la construcción. Curitiva. 10 p.

Carmona, R.; Osorio, C. 2008. Resistance of Chilean commercial wood to the *Bankia martensi* ATTACK.

Camousseight, A. 1998. Las termitas y su presencia en Chile. Santiago, Chile. CONAF (Corporación Nacional Forestal). Nota Técnica (37). 8p.

Chile Export. 1999. Álamo. Chile [en línea]  
< <http://www.chilexport.com/maderas/alamo1.html> > [consulta: 28 julio 2008].

Corvalán, P. 1987. El canelo: Una alternativa de Desarrollo para la Décima Región. Ministerio de Agricultura. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. 78 p.

Cuevas, E.; Donoso, J.; Rosende, R. ; Ulloa, I. 1981. Composición química de las maderas y cortezas de tamarugo (*Prosopis chilensis* Phil.) y algarrobo (*Prosopis alba* Gris.) de la Pampa del Tamarugal. Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*. 1984. F.A.O. pp. 373-379.

Forschler, B.; Suiter, D. 2002. La biología de termitas subterráneas del este de los Estados Unidos. Universidad de Georgia. E.E.U.U. Documento digital.  
<<http://pubyrs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1209-SP.pdf> > [consulta: 10 julio 2008].

GAF. 2006. Bosque y más. Y el impulso al uso de la madera [en línea]. Chile  
<<http://www.gaf.cl/bymas/index.php?entry=entry060508-104607>> [consulta: 10 enero 2008].

Haluk, J.; Roussel, C. 1999. Caractérisation et origine des troylones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées. Application potentielle en préservation du bois. Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur le Matériau Bois (LERMAB). Université Henri Poincaré Nancy, France. Ann. For. Sci. 57 (2000). pp. 819-829.

Hall, M. 2004. Maderas del sur de Chile. Árboles, aplicaciones y procesos. Editorial Universitaria. Chile. Documento digital.  
<<http://books.google.cl/books?id=vQfeFA6kDVoC&printsec=frontcover>> [consulta: 13 marzo 2008].

IDEA.2000. Patología de la madera. [en línea]  
<<http://red.fau.ucv.ve:8080/static/madera/files/patologia%20de%20la%20madera.pdf> >  
[consulta: 6 enero 2008].

Imbert, R. 2000. Veterinaria al día. TECNO VET [en línea]: Año 6 N°1, marzo 2000. <[http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D11499%2526ISID%253D462,00.html](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11499%2526ISID%253D462,00.html)> [consulta: 30 junio 2008].

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1979. Norma Chilena oficial. Maderas. Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural. NCh 789/1 of. 87. Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 2007. NCh 3060. Preservantes de la madera: Determinación de la eficacia contra termitas subterráneas. Método de laboratorio. Santiago.

INTEC-CHILE-INFOR. 1997. Un nuevo desafío al uso intensivo de la madera: La termita subterránea. Estudio de su impacto y prevención. Proyecto FDI- CORFO 96C1-FP24.

INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 2002. Resumen del proyecto [en línea]. Santiago, Chile.  
<[http://www.infor.cl/madera\\_fuego/p%C3%A1ginas%20principales/resumen%20del%20proyecto.htm](http://www.infor.cl/madera_fuego/p%C3%A1ginas%20principales/resumen%20del%20proyecto.htm)> [consulta: 5 enero 2008].

Kollmann, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Madrid Instituto Forestal de Investigación y Experiencias y Servicios de la Madera.

Lesnino, G; Schumacher, P.; Wegener, G. ;Windeisen, E. 2000. Investigation of the correlation between extractives content and natural durability in 20 cultivated larch trees [en línea]. Volumen 60. pp. 373-374. octubre 2002. Germany.  
<<http://www.springerlink.com/content/prdfjlhucryvab6j/>> [consulta:15 octubre 2008).

Luppichini, P.; Ripa, R.2004. Termitas y otros insectos xilofagos en Chile: Especies, biología y manejo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro experimental de entomología La Cruz, folleto. pp 12-104.

Mansilla, H. ; García, R.; Tapia, J.; Durán, H. ; Urzúa, S. 1991 Chemical characterization of Chilean hardwoods. Wood Sci. Technol. 25: pp.145-149. Talca, Chile.

Morales, J. 2003. Control de termitas subterráneas: Prevención es clave, nadie esta libre. Chile Noviembre 2003. Revista BIT. 72: pp. 48-52. Nov. 2003.

PEARCE, M.J. 1997. Termites: Biology and Pest Management. Cab International. Wallingford, UK. 1997. 180 p.

Poblete, H.; Zárate, M. 1986. Influencia de los extraíbles sobre las propiedades de la madera y su utilización como materia prima. Publicación docente n°20. Valdivia, Chile.

Reyes, R. 1995. Resistencia natural de trece maderas mexicanas al ataque de termitas subterráneas. Revista madera y bosques 1 (1): 39-47.

Rojas, N. 2005. Termita subterránea: Identificación y preferencias alimentarias. Memoria para optar al título de Ingeniero en Industrias de la Madera. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 58 p.

Salamovich, S. 1968. Análisis químico de maderas Chilenas. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad de Chile, Facultad de Química y Farmacia. 9p.

Scheffrahn, R. 1992. Allelochemical resistance of wood to termites. En Reyes, R. 1995. Resistencia natural de trece maderas mexicanas al ataque de termitas subterráneas. Revista madera y bosques 1 (1). México. pp. 39-47.

Smith, J. 2000. Termitas subterráneas combatibles al momento de construir. *BIT* (19): 29-31.

Tejer, B. 2004. Estudio del efecto de las ondas mecánicas en *Reticulitermes hesperus* Banks en madera de pinus radiata (D. Don). Memoria para optar al título de Ingeniero de la Madera. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 72 p.

Universidad de Sevilla, 2007. Complementos de estructuras. Estructuras de madera [en línea]. Sevilla, España. <<http://www1.us.es/pautadatos/publico/personal/pdi/533/15319/CE-Madera-1.pdf>> [consulta: 13 enero 2008].

Zakel, R.; Morrell, J. 1992. Wood microbiology. Decay and its prevention. Academic Press Inc. 476 p.

## **APÉNDICES**

## APÉNDICE 1

### Análisis de varianza de laboratorio

TABLA DE DATOS

	PS	PC	DW	AC	EG	PR	QS	NA	NO	PT	
Observaciones (En grados de ataque)	4	1	2	2	4	4	1	4	1	1	
	4	1	2	1	3	3	1	2	1	1	
	4	2	3	1	3	4	1	4	1	1	
<b>Totales</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>67</b>
<b>n° Observa</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>30</b>
<b>Medias</b>	<b>4</b>	<b>1,33</b>	<b>2,33</b>	<b>1,33</b>	<b>3,33</b>	<b>3,67</b>	<b>1</b>	<b>3,33</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

### Análisis de varianza

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	n-1	SCTr	CMTr=SCTr/n-1	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F=CMTr/CME
Error	N-r	SCE	CME=SCE/N-r	$\sigma^2$	
Total	N-1	SCT	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	9	41,366	4,596	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F= 15,321
Error	20	6	0,3	$\sigma^2$	
Total	29	47,366	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

$$SCT = (4^2+4^2+4^2+\dots+1^2)-(12+4+7+\dots+3)^2/30 = 47,366$$

$$SCTr = (12^2+4^2+7^2+\dots+3^2)-(12+4+7+\dots+3)^2/30 = 41,366$$

$$SCE = SCT-SCTr = 47,366-41,366 = 6$$

$$CMTr= SCTr/n-1= 41,366/9 = 4,596$$

$$CME = SCE/N-r = 6/20 = 0,396$$

$$F_{\text{observado}} = CMTr/CME = 15,321$$

$$F_{n-1;N-r;1-\alpha} = 2,392$$

$$F_{\text{observado}} > F_{9; 27; 0,05}$$

Del análisis estadístico de los datos observados se concluye con probabilidad de error no superior al 5% que la hipótesis  $H_0$ , “La resistencia media para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas ante el ataque de *Reticulitermes flavipes* . No es compatible con los hechos observados”.

## APÉNDICE 2

### Análisis de Duncan laboratorio

A causa de que el ANDEVA rechazó la hipótesis nula es de interés investigar cuales medias presentan diferencias significativas.

		PT	NO	QS	AC	PC	DW	NA	EG	PR	PS
		1	1	1	1,333	1,333	2,333	3,333	3,333	3,667	4
PS	4	3	3	3	2,667	2,667	1,667	0,667	0,667	0,333	
PR	3,667	2,667	2,667	2,667	2,333	2,333	1,333	0,333	0,333		
EG	3,333	2,333	2,333	2,333	2	2	1	0			
NA	3,333	2,333	2,333	2,333	2	2	1				
DW	2,333	1,333	1,333	1,333	1	1					
PC	1,333	0,333	0,333	0,333	0						
AC	1,333	0,333	0,333	0,333							
QS	1	0	0								
NO	1	0									
PT	1										

Se tiene para los valores:

$$\alpha = 0,05$$

$$CME = 0,3$$

r= Medida de amplitud en tabla de DUNCAN

k= Número de tratamientos

$$S_{y_j} = (CME/n)^{1/2}$$

$$S_{y_j} = (0,3/3)^{1/2} = 0,316$$

Mediante el uso de los valores de la tabla de DUNCAN se tiene:

	Valor tabla	r,005 x (XX x S)
<b>r0,05(2,20)</b>	2,95	0,932
<b>r0,05(3,20)</b>	3,097	0,979
<b>r0,05(4,20)</b>	3,190	1,008
<b>r0,05(5,20)</b>	3,225	1,019
<b>r0,05(6,20)</b>	3,303	1,044
<b>r0,05(7,20)</b>	3,339	1,055
<b>r0,05(8,20)</b>	3,368	1,065
<b>r0,05(9,20)</b>	3,391	1,072
<b>r0,05(10,20)</b>	3,409	1,078

Datos de comparación de DUNCAN

		PT	NO	QS	AC	PC	DW	NA	EG	PR	PS
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,333</b>	<b>1,333</b>	<b>2,333</b>	<b>3,333</b>	<b>3,333</b>	<b>3,667</b>	<b>4</b>
PS	<b>4</b>	1,078	1,072	1,065	1,055	1,044	1,019	1,008	0,979	0,932	
PR	<b>3,667</b>	1,072	1,065	1,055	1,044	1,019	1,008	0,979	0,932		
EG	<b>3,333</b>	1,065	1,055	1,044	1,019	1,008	0,979	0,932			
NA	<b>3,333</b>	1,055	1,044	1,019	1,008	0,979	0,932				
DW	<b>2,333</b>	1,044	1,019	1,008	0,979	0,932					
PC	<b>1,333</b>	1,019	1,008	0,979	0,932						
AC	<b>1,333</b>	1,008	0,979	0,932							
QS	<b>1</b>	0,979	0,932								
NO	<b>1</b>	0,932									
PT	<b>1</b>										

Resultado

		PT	NO	AC	PC	QS	DW	NA	EG	PR	PS
		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,333</b>	<b>1,333</b>	<b>2,333</b>	<b>3,333</b>	<b>3,333</b>	<b>3,667</b>	<b>4</b>
PS	<b>4</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	
PR	<b>3,667</b>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO		
EG	<b>3,333</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO			
NA	<b>3,333</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO				
DW	<b>2,333</b>	SI	SI	SI	NO	NO					
PC	<b>1,333</b>	NO	NO	NO	NO						
AC	<b>1,333</b>	NO	NO	NO							
QS	<b>1</b>	NO	NO								
NO	<b>1</b>	NO									
PT	<b>1</b>										

NO = No existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

SI= Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

### APÉNDICE 3

#### Análisis de varianza microprueba de campo 1

TABLA DE DATOS

	PS	PC	DW	AC	EG	PR	QS	NA	NO	PT	
Observaciones (En grados de ataque)	3	1	2	0	3	1	0	1	1	0	
	3	0	2	0	2	2	0	1	1	0	
	2	0	2	1	2	2	1	3	1	0	
	3	0	3	1	3	3	0	3	1	0	
	2	0	2	1	3	3	2	2	1	1	
	3	1	3	1	3	2	0	2	0	0	
	3	1	3	0	2	2	0	4	0	0	
	4	0	2	0	2	3	0	2	0	0	
	4	0	2	0	2	2	1	2	0	0	
	4	0	2	0	2	3	0	3	1	0	
<b>Totales</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>142</b>
<b>n° Observa</b>	<b>10</b>	<b>100</b>									
<b>Medias</b>	<b>3,1</b>	<b>0,3</b>	<b>2,3</b>	<b>0,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,4</b>	<b>2,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	

#### Análisis de varianza

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	n-1	SCTr	CMTR=SCTR/n-1	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F=CMTr/CME
Error	N-r	SCE	CME=SCE/N-r	$\sigma^2$	
Total	N-1	SCT	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	9	118,56	13,2	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F= 35,077
Error	90	33,8	0,38	$\sigma^2$	
Total	99	152,36	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

$$SCT = (3^2+3^2+3^2+\dots+0^2)-(31+3+23+\dots+1)^2/100 = 152,36$$

$$SCTr = (31^2+3^2+23^2+\dots+1^2)-(31+3+23+\dots+1)^2/100 = 118,56$$

$$SCE = SCT-SCTr = 152,36-118,56 = 33,8$$

$$CMTr = SCTr/n-1 = 118,56/9 = 13,2$$

$$CME = SCE/N-r = 33,8/90 = 0,38$$

$$F_{\text{observado}} = CMTr/CME = 35,077$$

$$F_{n-1;N-r;1-\alpha} = 1,986$$

$$F_{\text{observado}} > F_{9; 90; 0,05}$$

Del análisis estadístico de los datos observados se concluye con probabilidad de error no superior al 5% que la hipótesis  $H_0$ , el nivel de ataque para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas. No es compatible con los hechos observados.

## APÉNDICE 4

### Análisis de Duncan microprueba de campo 1

A causa de que el ANDEVA rechazó la hipótesis nula es de interés investigar cuales medias presentan diferencias significativas.

		PT	PC	QS	AC	NO	NA	PR	DW	EG	PS
		0,1	0,3	0,4	0,4	0,6	2,3	2,3	2,3	2,4	3,1
PS	3,1	3	2,8	2,7	2,7	2,5	0,8	0,8	0,8	0,7	
EG	2,4	2,3	2,1	2	2	1,8	0,1	0,1	0,1		
DW	2,3	2,2	2	1,9	1,9	1,7	0	0			
PR	2,3	2,2	2	1,9	1,9	1,7	0				
NA	2,3	2,2	2	1,9	1,9	1,7					
NO	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2						
AC	0,4	0,3	0,1	0							
QS	0,4	0,3	0,1								
PC	0,3	0,2									
PT	0,1										

Se tiene para los valores:

$$\alpha = 0,05$$

$$CME = 0,38$$

r= Medida de amplitud en tabla de DUNCAN

k= Número de tratamientos

$$S_{yj} = (CME/n)^{1/2}$$

$$S_{yj} = (0,38/10) = 0,194$$

Mediante el uso de los valores de la tabla de DUNCAN se tiene:

	Valor tabla	r,005 x (XX x S)
r0,05(2,90)	2,77	0,537
r0,05(3,90)	2,93	0,566
r0,05(4,90)	3,02	0,585
r0,05(5,90)	3,09	0,599
r0,05(6,90)	3,15	0,610
r0,05(7,90)	3,19	0,618
r0,05(8,90)	3,23	0,626
r0,05(9,90)	3,26	0,632
r0,05(10,90)	3,29	0,638

Datos de comparación de DUNCAN

		<b>PT</b>	<b>PC</b>	<b>QS</b>	<b>AC</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>	<b>PR</b>	<b>DW</b>	<b>EG</b>	<b>PS</b>
		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>3,1</b>
<b>PS</b>	<b>3,1</b>	0.638	0.632	0.626	0.618	0.610	0.599	0.585	0.566	0.537	
<b>EG</b>	<b>2,4</b>	0.632	0.626	0.618	0.610	0.599	0.585	0.566	0.537		
<b>DW</b>	<b>2,3</b>	0.626	0.618	0.610	0.599	0.585	0.566	0.537			
<b>PR</b>	<b>2,3</b>	0.618	0.610	0.599	0.585	0.566	0.537				
<b>NA</b>	<b>2,3</b>	0.610	0.599	0.585	0.566	0.537					
<b>NO</b>	<b>0,6</b>	0.599	0.585	0.566	0.537						
<b>AC</b>	<b>0,4</b>	0.585	0.566	0.537							
<b>QS</b>	<b>0,4</b>	0.566	0.537								
<b>PC</b>	<b>0,3</b>	0.537									
<b>PT</b>	<b>0,1</b>										

Resultado

		<b>PT</b>	<b>PC</b>	<b>QS</b>	<b>AC</b>	<b>NO</b>	<b>NA</b>	<b>PR</b>	<b>DW</b>	<b>EG</b>	<b>PS</b>
		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>3,1</b>
<b>PS</b>	<b>3,1</b>	SI									
<b>EG</b>	<b>2,4</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO		
<b>DW</b>	<b>2,3</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO			
<b>PR</b>	<b>2,3</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO				
<b>NA</b>	<b>2,3</b>	SI	SI	SI	SI	SI					
<b>NO</b>	<b>0,6</b>	NO	NO	NO	NO						
<b>AC</b>	<b>0,4</b>	NO	NO	NO							
<b>QS</b>	<b>0,4</b>	NO	NO								
<b>PC</b>	<b>0,3</b>	NO									
<b>PT</b>	<b>0,1</b>										

NO = No existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

SI= Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

## APÉNDICE 5

### Análisis de varianza de microprueba de campo 2

TABLA DE DATOS

	PS	PC	DW	AC	EG	PR	QS	NA	NO	PT	
Observaciones (En grados de ataque)	4	0	1	0	1	1	0	4	0	0	
	2	0	1	0	2	2	0	1	0	0	
	4	0	1	0	2	0	0	2	0	0	
	2	0	2	0	3	1	0	1	0	0	
	3	0	1	0	3	1	0	1	0	0	
	3	0	2	0	1	2	0	2	0	0	
	3	0	2	0	3	3	0	2	0	0	
	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	
	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
	4	0	0	0	0	3	1	0	4	0	0
<b>Totales</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93</b>
<b>n° Observa</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>Medias</b>	<b>2,9</b>	<b>0</b>	<b>1,1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

### Análisis de varianza

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	n-1	SCTr	CMTR=SCTR/n-1	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F=CMTr/CME
Error	N-r	SCE	CME=SCE/N-r	$\sigma^2$	
Total	N-1	SCT	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

Fuente de variación	gl.	SC	CM	E(CM)	Razón F
Tratamientos	9	102,81	11,4	$\sigma^2 + (1/n-1)\sum n_j \zeta_j^2$	F= 25,89
Error	90	39,7	0,44	$\sigma^2$	
Total	99	142,51	$F_{n-1;N-r;1-\alpha}$		

$$SCT = (4^2+2^2+4^2+\dots+0^2)-(29+0+11+\dots+0)^2/100 = 142,51$$

$$SCTr = (29^2+0^2+11^2+\dots+0^2)-(29+0+11+\dots+0)^2/100 = 102,81$$

$$SCE = SCT-SCTr = 142,51-102,81 = 39,7$$

$$CMTr = SCTr/n-1 = 102,81/9 = 11,4$$

$$CME = SCE/N-r = 39,7/90 = 0,44$$

$$F_{\text{observado}} = CMTr/CME = 25,89$$

$$F_{n-1;N-r;1-\alpha} = 1,986$$

$$F_{\text{observado}} > F_{9; 90; 0,05}$$

Del análisis estadístico de los datos observados se concluye con probabilidad de error no superior al 5% que la hipótesis  $H_0$ , el nivel de ataque para las diferentes especies de madera, no presentan diferencias estadísticamente significativas. No es compatible con los hechos observados.

## APÉNDICE 6

### Análisis de Duncan microprueba de campo 2

A causa de que el ANDEVA rechazó la hipótesis nula es de interés investigar cuales medias presentan diferencias significativas.

		PT	NO	AC	PC	QS	DW	PR	NA	EG	PS
		0	0	0	0	0,1	1,1	1,3	1,9	2	2,9
PS	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	1,8	1,6	1	0,9	
EG	2	2	2	2	2	1,9	0,9	0,7	0,1		
DW	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	0,8	0,6			
PR	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	0,2				
NA	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1					
NO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1						
AC	0	0	0	0							
QS	0	0	0								
PC	0	0									
PT	0										

Se tiene para los valores:

$$\alpha = 0,05$$

$$CME = 0,44$$

r= Medida de amplitud en tabla de DUNCAN

k= Número de tratamientos

$$S_{yj} = (CME/n)^{1/2}$$

$$S_{yj} = (0,38/10) = 0,21$$

Mediante el uso de los valores de la tabla de DUNCAN se tiene:

	Valor tabla	r,005 x (XX x S)
r0,05(2,90)	2,77	0,582
r0,05(3,90)	2,93	0,613
r0,05(4,90)	3,02	0,634
r0,05(5,90)	3,09	0,649
r0,05(6,90)	3,15	0,662
r0,05(7,90)	3,19	0,670
r0,05(8,90)	3,23	0,678
r0,05(9,90)	3,26	0,685
r0,05(10,90)	3,29	0,691

Datos de comparación de DUNCAN

		PT	NO	AC	PC	QS	DW	PR	NA	EG	PS
		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2</b>	<b>2,9</b>
<b>PS</b>	<b>2,9</b>	0,691	0,685	0,678	0,670	0,662	0,649	0,634	0,613	0,582	
<b>EG</b>	<b>2</b>	0,685	0,678	0,670	0,662	0,649	0,634	0,613	0,582		
<b>NA</b>	<b>1,9</b>	0,678	0,670	0,662	0,649	0,634	0,613	0,582			
<b>PR</b>	<b>1,3</b>	0,670	0,662	0,649	0,634	0,613	0,582				
<b>DW</b>	<b>1,1</b>	0,662	0,649	0,634	0,613	0,582					
<b>QS</b>	<b>0,1</b>	0,649	0,634	0,613	0,582						
<b>PC</b>	<b>0</b>	0,634	0,613	0,582							
<b>AC</b>	<b>0</b>	0,613	0,582								
<b>NO</b>	<b>0</b>	0,582									
<b>PT</b>	<b>0</b>										

Resultado

		PT	PC	QS	AC	NO	NA	PR	DW	EG	PS
		<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>3,1</b>
<b>PS</b>	<b>3,1</b>	SI									
<b>EG</b>	<b>2,4</b>	SI	NO								
<b>DW</b>	<b>2,3</b>	SI									
<b>PR</b>	<b>2,3</b>	SI	SI	SI	SI	SI	NO				
<b>NA</b>	<b>2,3</b>	SI	SI	SI	SI	SI					
<b>NO</b>	<b>0,6</b>	NO	NO	NO	NO						
<b>AC</b>	<b>0,4</b>	NO	NO	NO							
<b>QS</b>	<b>0,4</b>	NO	NO								
<b>PC</b>	<b>0,3</b>	NO									
<b>PT</b>	<b>0,1</b>										

NO = No existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

SI= Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Materiales y equipos .....	5
2.1.1 Termitas subterráneas.....	5
2.1.2 Probetas de madera .....	5
2.2 Métodos.....	7
2.2.1 Ensayo de laboratorio.....	7
2.2.2 Ensayo de campo.....	8
2.2.3 Evaluación del grado de ataque y preferencia.....	9
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Ensayo de Laboratorio .....	12
3.2 Microprueba de campo 1 (Santiago).....	14
3.3 Microprueba de campo 2 (P.A.C.) .....	17
3.4 Discusión.....	21
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>28</b>