

## DURABILIDAD INDUCIDA DE MADERA DE *Acacia mangium* (Willd) Y *Fraxinus americana* (L.) CON TERMITAS DE LA MADERA SECA *Cryptotermes brevis* (Walker)

Induced durability of *Acacia mangium* (Willd) and *Fraxinus americana* (L.) wood with drywood termites *Cryptotermes brevis* (Walker)

Quintero María<sup>1</sup>, Molina Yoly<sup>1</sup>, Peña Norqui<sup>1</sup> y Durán Mariano<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Productos Forestales (LABONAC), Departamento de Bosques, Escuela de Ingeniería Forestal. E-mail: mquinterovalero@gmail.com, ORCID: 0009-0009-4576-2504; yolymolina1992@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8734-7405; norquipena@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5914-9719; mjdurann4@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7929-0773.

Fecha de inicio: 03/2025

Fecha de finalización: 05/2025

### RESUMEN

Las termitas de la madera seca *Cryptotermes brevis* es una de las especies que tiene una amplia distribución en el mundo, sus daños suelen ser comunes en distintos tipos de construcciones generalmente en maderas estructurales como muebles, postes, puertas, vigas, entre otros. Para este estudio el objetivo fue evaluar la durabilidad inducida de las maderas *Acacia mangium* y *Fraxinus americana* en contacto con termitas de madera seca *Cryptotermes brevis*, mediante la aplicación de ácido acético en dos concentraciones, una al 10% (1,7N) y otra al 5% (0,85N), llevando a cabo la evaluación por un lapso de tiempo de 45 días, detallando que la mortalidad de las dos especies evaluadas fue similar de media a baja.

**Palabras clave:** Termitas, mortalidad, concentraciones, madera, probetas.

## ABSTRACT

The drywood termite *Cryptotermes brevis* is one of the most widely distributed species worldwide, and its damage is common in various types of construction, particularly in structural timbers such as furniture, posts, doors, and beams. This study aimed to evaluate the durability of *Acacia mangium* and *Fraxinus americana* woods in contact with the drywood termite *Cryptotermes brevis* by applying acetic acid at two concentrations: 10% (1.7N) and 5% (0.85N). The evaluation was conducted over a period of 45 days, and the mortality rate of both species was similar, ranging from medium to low.

**Key words:** Termites, mortality, concentrations, wood, test specimens.

## INTRODUCCIÓN

La madera es vulnerable a ataques de organismos en especial insectos tales como las termitas, las cuales ocasionan daños irreversibles en las estructuras de la madera. *Cryptotermes brevis* es una termita de la familia Kalotermitidae que se alimenta de madera seca y otras celulosas. Las termitas de madera seca son pequeños insectos que se alimentan de madera seca y muerta, como la que se utiliza en la construcción de edificios, muebles y otros objetos (Blanco,2025).

A nivel mundial aproximadamente 28 especies de termitas se consideran invasoras y se ha extendido más allá de sus áreas de distribución nativas, a menudo con importantes consecuencias económicas (Buczowski y Bertelsmeier, 2017) entre estas especies se encuentra la termita de madera seca *Cryptotermes brevis*.

En Venezuela se han reportado 58 especies distribuidas en tres familias Termitidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae (ISSA, 2000). Las termitas *Cryptotermes brevis* pertenecen a la familia Kalotermitidae, este tipo de termitas

suele alimentarse de madera seca con bajos contenidos de humedad y que no se encuentran cerca del suelo. Estos insectos presentan una gran distribución a nivel nacional y pueden estar presentes en estructuras de madera como puertas, vigas, pisos, tallas de madera, marcos de puertas y ventanas entre otros espacios.

La madera es un recurso muy utilizado para diversos usos tanto a nivel de protección, conservación, así como de aprovechamiento forestal, es por ello que en esta investigación se tomaron en consideración dos especies de madera siendo *Acacia mangium* un árbol o arbusto perenne de un solo tallo que crece hasta 25-35 m de altura, entre sus principales usos se puede destacar un alto contenido de proteína cruda pero una baja digestibilidad de la materia seca in vitro. Con un poder calorífico de 4 800-4 900 kcal/kg, así mismo proporciona carbón de buena calidad y es adecuado para la fabricación de briquetas de carbón y carbón artificial, es afectada por algunas plagas y enfermedades, pero los problemas que usualmente causan no se consideran aún de importancia económica.

*Fraxinus americana* es un árbol de gran porte por lo general alcanza una altura de 30 a 40 metros, con una copa anchamente columnar, tiene una corteza juvenil gris y lisa, cuando madura se agrieta formando pequeñas crestas. La madera de esta especie es de buena calidad, duradera y resistente, se utiliza para fabricar muebles, revestimientos y mangos de herramientas. Fuera de su área nativa es muy utilizado en el arbolado urbano por su frondosa copa y rápido crecimiento. (Arach y Morosini, 2020). La madera de fresno es utilizada para fabricación de bates, arcos, mangos de herramientas, instrumentos musicales entre otros.

Ambas especies suelen ser susceptible al ataque de varios insectos defoliadores, chinches, escarabajos, las termitas subterráneas y de madera seca que forman galerías en el corazón de los árboles jóvenes (Orwa et al., 2009); existiendo especial predominio de la especie *Cryptotermes brevis*.

*Cryptotermes brevis* es un insecto pequeño, de cuerpo alargado, color claro,

de hasta 5 mm de largo. Las alas miden hasta 8 mm de largo cada una, viven en madera seca, no tienen hábitos subterráneos. Los adultos alados son de color claro con la cabeza color castaño y con ocelos (ojos simples). Sus alas son iridiscentes cuerpo blando y color claro. Los soldados son escasos, de color crema pálido de 4 a 6 mm de largo, con la cabeza achatada y oscura y mandíbulas relativamente pequeñas. Es una termita que anida directamente sobre madera seca de carpinterías y mobiliario.

Forma colonias independientes con no más de 300 individuos. Son muy voraces y tienen mucho éxito para invadir las maderas. La madera atacada presenta en su interior grandes cavidades o cámaras unidas entre sí por túneles. Algunas de estas cavidades o galerías presentan gran cantidad de deyecciones o granulado (Ripa y Luppichini, 2004).

Para evitar y controlar daños en las especies de madera seleccionada en esta investigación, se consideró la utilización de ácido acético, que es un compuesto orgánico que puede hallarse como ion acetato o etanoato [C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>], tiene un peso molecular de 60,05g/mol, con apariencia transparente con fuerte olor y sabor ácido, entre las propiedades que presenta es corrosivo e inflamable además de ser una sustancia higroscópica; se obtiene mediante la carbonilación del metanol, oxidación del etileno y la fermentación oxidativa (Ondarse, 2024). Siendo un compuesto para la preservación de maderas, que a su vez es amigable con el ambiente y que actualmente está siendo implementado en algunos países de Latino América para el control especies invasivas.

En Venezuela existe poca información sobre el control de *Cryptotermes brevis*, bajo el uso de este compuesto; sin embargo, países como Colombia, Chile, Brasil, Costa Rica, México entre otros, manejan información sobre el control de la especie, bajo la utilización de productos naturales tales como aceite de resino, taninos, extractos de pimientos, aceites esenciales entre otros los cuales han aportado rendimientos a lo que a preservación se refiere.

Es por ello que el objetivo de esta investigación es evaluar la durabilidad inducida de las maderas *Acacia mangium* y *Fraxinus americana* en contacto con termitas de madera seca *Cryptotermes brevis* mediante la aplicación de ácido acético en dos concentraciones, una al 10% (1,7 N) y otra al 5% (0,85N), llevando a cabo una evaluación por un lapso de tiempo de 45 días.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Preparación de probetas**

Las probetas de maderas de *A. mangium* y *F. americana*, fueron preparadas y dimensionadas en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes Mérida - Venezuela en las áreas de carpintería, secado y preservación de la madera, se obtuvieron probetas con dimensiones de 2,3 cm x 0,6 cm de largo en la sección transversal y 7 cm en la sección paralela al grano, libres de defectos y se codificaron. Para el caso de la *A. mangium* se tomaron probetas que presentan una combinación de albura y duramen.

### **Titulación del ácido acético**

Se tomo una alícuota de ácido acético y fue diluida con agua destilada en un matraz, posteriormente se agregaron unas gotas de fenolftaleína al ácido acético; llevando a cabo la titulación de la mezcla al ser agregada la solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida, observándose un cambio en el color de la concentración hasta establecerse una coloración rosa pálida en este punto se desarrolló el final de la titulación, para finalmente proceder a realizar el cálculo de la concentración utilizando la estequiometría de la reacción y del volumen de NaOH consumido quedando una relación 1:1.

### **Método de preservación de probetas con ácido acético**

El ácido acético fue colocado en 4 vasos precipitados de 1000 mL (Figura1),

posteriormente las probetas fueron sometidas a inmersión por un lapso de tiempo de 72 horas, siendo extraídas y a su vez pesadas para determinar la absorción y retención del producto. Las piezas extraídas se dejaron a temperatura ambiente durante un lapso de tiempo de 72 horas para que se fijara el preservante.



**Figura 1.** Evaluación de la madera. El ácido acético contenido en 4 vasos precipitados y preservado de probetas con ácido.

### **Evaluación de la madera**

El ácido acético contenido en 4 vasos precipitados y preservado de probetas con ácido acético durante 72 horas. Tratada ante el ataque de termitas de madera seca *Cryptotermes brevis*.

Las termitas fueron colectadas de piezas de madera y puertas atacadas por este insecto, para llevar a cabo el ensayo se siguió la metodología del Instituto de Pesquisas Tecnológicas del Estado de São Paulo (1980), en el cual se establece que se debe colocar en una cápsula de Petri dos probetas de cada especie a evaluar, adhiriéndose a estas unos cilindros de vidrio color ámbar, los mismos son fijados a la probeta aplicando parafina, cada recipiente presenta 40 termitas (38 obreras y 2 soldados) (Figura 2), posteriormente las probetas se llevaron a un cuarto oscuro durante un período de 45 días.

Las termitas obreras se distinguen por ser pequeñas, con una coloración blanca a crema en toda su totalidad, son ciegas y se encargan de la limpieza del

termitero y los soldados se distinguen por presentar una coloración más oscura, presentan una protuberancia en la cabeza siendo esta más grande que la de las obreras, posee mandíbulas muy robustas, además de tener glándulas secretoras de sustancias tóxicas.

Por otro lado, existen las termitas reinas o aladas que se establecen en los termiteros y, en periodos de reproducción, suelen volar hacia nuevos termiteros con la finalidad de aumentar la colonia.



**Figura 2.** Fijación de probetas en la cápsula de Petri e introducción de 38 termitas obreras y 2 soldados en los cilindros color ámbar.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño factorial de 2 x 3, dos especies por tres tratamientos, tratándose 24 probetas con ácido acético al 5% y 10% y 12 probetas testigos sin tratamiento. Las concentraciones del 5 y 10% se establecen de acuerdo al lumbral de eficiencia de cada producto donde se especifica que se debe trabajar con una concentración baja y una más alta que la especificada en el producto, además de tomar como referencia estudios realizados anteriormente por (Munizaga 2007); donde se utilizan concentraciones del 5% y 10% de ácido acético. El procesamiento de los datos fue realizado mediante el programa estadístico SPSS (Statistical Problems and Solution Solver), así mismo el análisis de varianza (ANOVA) se aplicó con la finalidad de obtener diferencias estadísticamente significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mortalidad de *Cryptotermes brevis* en las maderas

Con el fin de evaluar el efecto de las termitas en la madera de las especies *A. mangium* y *F. americana* se hizo un diseño experimental con dos especies (acacia y fresno) combinadas con tres tratamientos (testigo, ácido acético al 5% y ácido acético al 10 %). Y su efecto en la mortalidad de las termitas.

El experimento fue evaluado aplicando un Análisis de la Varianza de una vía (One way ANOVA) para probar la hipótesis nula de igualdad de medias de la mortalidad de las termitas al comparar las combinaciones de las dos especies (Acacia y Fresno) y de tres tratamientos (Testigo, ácido acético al 5 % y ácido acético al 10 %). La hipótesis alternativa evalúa si hay efecto del tratamiento (ácido acético) en la mortalidad de las termitas. En la Tabla 1, se muestran las medias y desviaciones típicas para una de las 6 combinaciones:

**Tabla 1.** Estadísticas descriptivas ensayo mortalidad.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica
Acacia, Test.	5	9,40	2,074
Acacia, AcAcet5%	5	24,60	4,615
Acacia, AcAcet10%	5	24,40	5,320
Fresno, Test.	5	10,20	2,387
Fresno, AcAcet5%	5	23,20	2,490
Fresno, AcAcet10%	5	24,20	2,280

Los resultados obtenidos en las estadísticas descriptivas se refleja que la especie *A. mangium* preservada con concentraciones de ácido acético al 5% y 10% presentan medias con valores altos correspondientes a las medias 24,60 y 24,40 respectivamente, a diferencia de *A. mangium* testigo que arroja un valor bajo de 9,40 a comparación de los dos tratamientos antes señalados, esto ocurre debido a que las muestras testigos no presentan ningún tratamiento; así mismo la especie *F. americana* preservada con concentraciones de ácido acético al 5%

y 10% presentan también valores altos de 23,20 y 24,20 respectivamente, a diferencia de *F. americana* testigo que arrojó un valor de 10,20.

Con el fin de cumplir con la validez del supuesto igualdad de varianzas se aplicó el test de Levene en el cual se confirma que las varianzas entre las diferentes combinaciones son iguales, ya que la  $\text{Sig}=0,362 > \alpha=0,05$ , presentándose los resultados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Prueba de homogeneidad de varianzas. Ensayo mortalidad.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,150	5	24	0,362

Luego de realizar la prueba de homogeneidad se llevó a cabo el Análisis de la varianza (ANOVA) expresando los resultados en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis de la varianza (ANOVA).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1370,667	5	274,133	23,166	0,000
Intra-grupos	284,000	24	11,833		
Total	1654,667	29			

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Tabla 3 la significancia del análisis de la varianza (ANOVA) de un factor fue  $\text{Sig. } 0,000^{***} < \alpha=0,05$  por lo cual se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las medias de la mortalidad entre las seis combinaciones (especie x tratamiento). Indicando que por lo menos una media de las combinaciones es diferente.

Es por ello que al rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias entre las 6 combinaciones (especie x tratamiento), el siguiente paso es realizar el análisis a posteriori, en este análisis se aplicó el test de DUNCAN; con este test se formaron dos grupos con medias de mortalidad diferente estadísticamente en valores.

Ahora bien; se debe acotar que cuando se trabaja con insectos para inferir

que hubo una alta mortalidad y alta efectividad del preservante, los resultados obtenidos deben encontrarse entre un 50% a 95% de mortalidad, de lo contrario la mortalidad será de media a baja, tal y como se muestra el tes referido a las especies *A. mangium* y *F. americana* en concentración de ácido acético al 5% y 10%, donde la mortalidad media a baja y los resultados más bajos se presentaron en las probetas testigo donde no se aplicó tratamiento de preservación. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

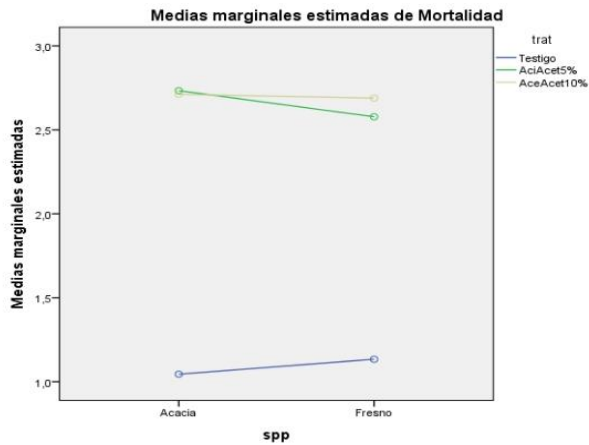
**Tabla 4.** Resultados de análisis aplicando el test de DUNCAN.

Combinación.	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Acacia, Test.	5	9,40	
Fresno, Test.	5	10,20	
Fresno, AcAcet5%	5		23,20
Fresno, AcAcet10%	5		24,20
Acacia, AcAcet10%	5		24,40
Acacia, AcAcet5%	5		24,60

Los efectos del ácido acético en la incidencia de la mortalidad de las termitas esta expresado que en ambas combinaciones se produce una mortalidad de media a baja, para un periodo de 45 días; en un ensayo realizado en Chile se determinó que para el 10% de concentración se obtuvo una mortalidad de 51,85% y para una concentración del 5% la mortalidad fue inferior al 17% durante un lapso de tiempo de 15 días de evaluación (Munizaga 2007). Es importante destacar que en este estudio trabajaron con termitas subterráneas *Reticulitermes flavipes*, lo que refleja que el ácido acético puede aplicarse como preservante de madera.

En esta evaluación del experimento realizado se determinó que la aplicación del ácido acético al 5% y 10% para *A. mangium* y *F. americana*, se obtuvo valores de mortalidad entre 24,60% y 23,20% respectivamente en un lapso de tiempo de 45 días. En la Figura 3, se observa el comportamiento de la incidencia en la

mortalidad en las combinaciones (especie x concentración) para el estudio realizado con las especies *A. mangium* y *F. americana*.



**Figura 3.** Crecimiento de la mortalidad en las combinaciones (especie x concentración).

La Figura 3, muestra que los valores más bajos de mortalidad se presentan con el tratamiento testigo donde no se aplicó el ácido acético como preservante, posteriormente la mortalidad fue de media a baja tanto para la especie *A. mangium* y *F. americana* cuando se aplicó el ácido acético al 5 % y 10 % donde la tasa más alta de mortalidad se produjo al aplicar el ácido acético al 5% a la especie *A. mangium*.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Resultados obtenidos con la aplicación de ácido acético como preservante, en la especie *A. mangium* en concentraciones del 5% y 10%, generó como resultado una tasa de mortalidad de media a baja con valores de 24,40 % y 24,60% y para las muestras testigos sin ninguna preservación se obtuvo una tasa baja de mortalidad de un 9,40%. Por otra parte, para la especie *F. americana*

en concentraciones del 5% y 10%, dio como resultado una tasa de mortalidad entre media a baja con valores de 23,20% y 24,20% y finalmente para las muestras testigos sin ninguna preservación la tasa de mortalidad fue baja de 10,20%.

De acuerdo a los resultados reflejados en el experimento se puede señalar que la preservación con compuestos orgánicos amigables con el ambiente puede contribuir al control de las termitas de madera seca durante un cierto tiempo siendo menos tóxicos para el ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arach, A y Morosini, F. (2020). **Fraxinus americana (Fresno Blanco)**. Cátedra de Arbolado Urbano TUEV-CRUSMA-uncoma .PR° Patagonia Asociación Civil. Disponible en: <https://www.arbolesurbanos.com.ar/>.
- Arcila, A. (2008). **Conociendo a las termitas**. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Bogotá, Colombia. 117-127 pp. <http://hdl.handle/20.500.12324/1706>.
- Buczowski, G y Bertelsmeier, C. (2017). **Termitas invasoras en un clima cambiante: Una perspectiva global**. *Ecología y Evolución* 7(3): 974-984. <https://doi.org/10.1002/ece3.2674>.
- Blanco, G. (2025). **Vida y Comportamiento de la termita de madera seca**. Entomología. <https://entomologia.website/termitas/vida-y-comórtamiento-de-la-termita-de-madera-seca/>.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (1980). **Métodos de ensaio e análise em preservação de madeira: ensaio acelerado de laboratório da resistência natural ou de madeira preservada ao ataque de térmitas do gênero *Cryptotermes* (Fam. Kalotermitidae)**. São Paulo. 1p. (Publicação IPT, 1157).
- Issa, S. (2000). **A Checklist of the Termites from Venezuela (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae)**. *The Florida Entomologist* 83(3): 379.
- Munizaga, M., J. (2007). **Estudio de alimentación y de sustancias tóxicas potenciales para *reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae)**. [Tesis de grado, Universidad de Chile]. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101882/Munizaga\\_m.pdf?sequence=4](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101882/Munizaga_m.pdf?sequence=4).
- Ondarse, D. (2024). **Ácido acético**. Enciclopedia Humanidades. Recuperado el 04

de marzo de 2025 de <https://humanidades.com/acido-acetico/>.

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R y Simons, A. (2009). **Base de datos Agroforestería: una guía de selección y referencia de árboles, versión 4.0.** Centro Mundial de Agroforestería, Kenia. [https://www.wordagroforestry.org/output/agroforestree database](https://www.wordagroforestry.org/output/agroforestree_database), consultado el 25/02/2025.

Ripa, S., R y Luppichini, B., P. (2004). **Como reconocer las termitas.** *Tierra Adentro, Vol. N° 59*, 44-48. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6131>.