

DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA DE TRICHOSPERMUN COLOMBIANUM (ALGODONCILLO)¹

Palabras Clave: *Trichospermum colombianum*, *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum trabeum*, *Trametes versicolor*; durabilidad natural, bloque- suelo, cementerio.

Key words: *Trichospermum colombianum*, *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum trabeum*, *Trametes versicolor*; natural durability, soil- block, field test.

Doriana Cárdenas Paba²,

César Polanco Tapia³

RESUMEN

Dentro del Estudio Tecnológico de la Madera de *Trichospermum colombianum* (algodoncillo), se determinó su durabilidad natural bajo dos métodos. Uno fue el ensayo acelerado en laboratorio (bloque – suelo) de la norma ICONTEC NTC 1127/94 con el que se determina el Índice de Durabilidad Natural de las maderas midiendo por gravimetría el cambio de peso debido al ataque fungoso en un lapso de 16 semanas. Los hongos xilófagos empleados fueron: *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum trabeum* y *Trametes versicolor* y para los cuales, la madera de algodoncillo es poco resistente al primero y moderadamente resistente a los dos últimos.

El otro ensayo denominado de “cementorios”, se realizó en el Municipio de Puerto Boyacá (Boyacá – Colombia). Se expusieron a condiciones de intemperie estacas de dimensiones 50 X 5 X 5cm, 20 X 2.5 X 2.5cm, 30 X 2,5 X 4 cm. y 10 X 2,5 X 2,5 cm, enterradas con separación el doble de su longitud. En un tiempo de observación de cinco meses se observó podredumbre blanca y parda en las estacas, el ataque de un insecto xilófago y se concluyó que las estacas fueron más susceptible conforme aumentaba su tamaño. La madera

de algodoncillo no tiene una duración mayor de un año en uso exterior, requiriendo un tratamiento protector.

ABSTRACT

Inside the technological study of the wood *Trichospermum colombianum* (algodoncillo), their natural durability was determined under two methods. One was the accelerate essay in laboratory (block - soil) of the ICONTEC (Colombian Technical Patterns Institute) Pattern NTC 1127/94 which determines the index of natural durability of the wood, measuring by gravimetric, the change of weight due to the fungous attack in a lapse of 16 weeks. The fungous xilofagous used were: *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum trabeum* y *Trametes versicolor*, and for those which, the algodoncillo's wood is low resistant to the first and moderately resistant at both last.

The other essay denominated “field test”, was carried out in the Municipality of Port Boyacá (Boyacá - Colombia). They were exposed to outdoor conditions, stakes of four different dimensions (50 X 5 X 5cm, 20 X 2.5 X 2.5cm, 30 X 2,5 X 4 cm y 10 X 2,5 X 2,5 cm), buried with separation double their longitude. At one time of observation of five months, white and brown rottenness was observed in the

1 Investigación del Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital, Francisco José de Caldas, cofinanciado por COLCIENCIAS dentro del Proyecto “Manejo Silvicultural de la especie *Trichospermum colombianum* (Algodoncillo)“.

2 Auxiliar de Investigación, Ingeniera Forestal, dorivalca@hotmail.com.

3 Investigador principal, profesor de Propiedades de la Madera e Industrias Forestales de la Universidad Distrital, Francisco José de Caldas. cpolanco@udistrital.edu.co, Laboratorio de Tecnología de Maderas Universidad Distrital, tel. 3376917. AA 23352 Bogotá- Colombia.

stakes, due to the attack of an xylophagous insect. It was concluded that the stakes were more susceptible as their size increased. The algodoncillo's wood does not have a duration bigger than one year in external use, requiring a protective treatment.

INTRODUCCIÓN

Trichospermum colombianum, especie de gran abundancia en los bosques secundarios del Magdalena Medio colombiano, representa un gran potencial en su recurso maderable, por ser heliófita, de rápido crecimiento y con posibilidades amplias para proyectar su uso maderable en el mercado nacional.

La madera presenta constitución anatómica heterogénea y por lo tanto debe ser estudiada particularmente en sus características propias en propiedades físicas, anatomía, secado, trabajabilidad y durabilidad natural, siendo esta última, la considerada en el presente artículo.

La “durabilidad natural de una madera, es la capacidad natural de ésta para resistir el ataque de hongos, insectos, desgaste mecánico, fuego o acción de agentes atmosféricos” (PADT-REFORT, 1983). En el presente estudio se trabajaron dos métodos para la determinación de la durabilidad natural del algodoncillo en los cuales se evaluó el deterioro de la madera por diversos agentes.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la durabilidad natural de la especie *Trichospermum colombianum* (Algodoncillo).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el índice de durabilidad natural de la madera de algodoncillo por el método de ensayo acelerado en laboratorio, según la metodología de la Norma Técnica Colombiana ICONTEC NTC 1127/94.

- Determinar la durabilidad natural de la madera bajo ensayo de campo o cementerio de estacas.
- Recomendar usos y tratamientos de la madera de *T. Colombianum* conforme los resultados obtenidos.

MATERIALES

Para el ensayo de laboratorio se emplearon: Probetas de *Trichospermum colombianum*, de 2 cm X 2cm X 1 cm., con la menor dimensión en la dirección del grano y probetas de *Spondias mombin*⁴ (hobo), de 0,5 cm X 3 cm X 4 cm con la menor dimensión en la dirección del grano se sometieron a los hongos xilófagos: *Pycnoporus sanguineus*, *Gloeophyllum trabeum* y *Trametes versicolor*.

El sustrato utilizado fue suelo franco con capacidad de retención de agua de 28,1 ml y pH de 5,725, en cajas de petri de 100 x 15 mm, 70 frascos de vidrio claro con capacidad de 400ml de boca ancha y tapa roscada (estufa para secado de probetas). El medio de cultivo fue una mezcla de agar, extracto de malta y pectona micológica. El cuarto de incubación se mantuvo con temperatura de 23°C ± 1°C y humedad relativa de 60% ± 4%.

Para el ensayo de cementerio se emplearon cuatro tamaños de estacas de madera de algodoncillo de 50 X 5 X 5cm, 20 X 2.5 X 2.5 cm, 30 X 2,5 X 4 cm y 10 X 2,5 X 2,5 cm. (60 por cada dimensión). Para las mediciones se utilizó una balanza de brazos sensibilidad al mg, xilohigrómetro GANN NT65, (elementos de identificación de estacas: placas de aluminio).

METODOLOGÍA

ENSAYO DE LABORATORIO

Este ensayo se basó en el “Método acelerado para evaluar la durabilidad natural de la madera a la pudrición. NTC 1127 de 1994”. Metodología

4 El ensayo se realizó con madera de hobo dada la poca durabilidad que presenta.

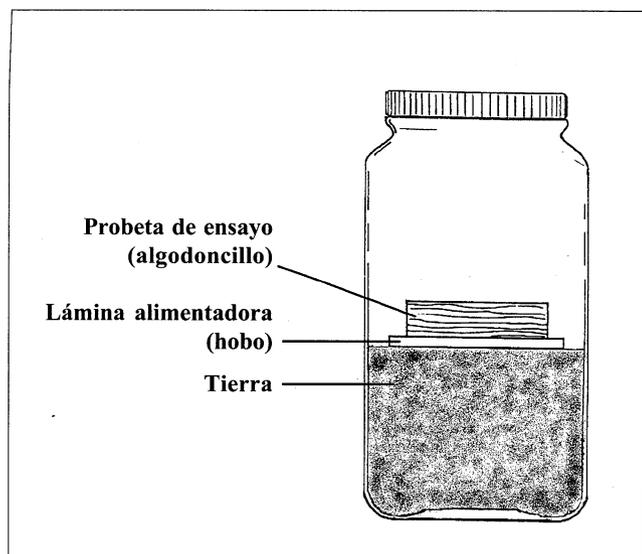


Figura 1. Esquema de incubación de las probetas en el ensayo de laboratorio. Tomado de Silverborg 1972. (7)

estandarizada por el ICONTEC y adaptada en Colombia a partir de la norma americana ASTM D 2017-63 ó de soil – block text. El principio consiste en una cámara de incubación o frasco con suelo, bloque alimentador y bloque de estudio, infectados por un hongo xilófago. (Figura 1).

Hongos empleados

Los hongos xilófagos empleados para el ensayo fueron solicitados por el Laboratorio de Maderas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas al United States Department of Agricultura USDA, (Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y fueron: *Picnoporus sanguineus*, que ataca celulosa y hemicelulosa resultando la madera con pudrición parda; *Gloeophyllum trabeum* que atacan lignina principalmente, aunque llega a causar daños a la celulosa y hemicelulosa; y, *Trametes versicolor*, el cual degrada la lignina.

Montaje

Los frascos, previamente lavados y esterilizados, se llenaron en orden con agua esterilizada (130% de la capacidad de retención) y suelo seco, identificado

como franco (arena 33.3%, limo 31.8% y arcilla 34.9%), presionando levemente; se taparon y roscaron levemente y fueron llevados a autoclave por 45 minutos. Las probetas alimentadoras de *Spondias mombin* (hobo) se secaron en estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas y también fueron puestas en autoclave.

En la cámara de flujo laminar se colocaron las láminas de alimentación y se inocularon 65 frascos, cortando aproximadamente 1cm^2 de los hongos de las cajas petri, (25 frascos con *T. versicolor*, 20 con *P. sanguineus* y 20 con *G. trabeum*). Cada pedacito se colocó sobre el suelo y en contacto con las láminas, luego los frascos se cerraron bien se llevaron al cuarto de incubación donde se dejaron durante dos semanas mientras el micelio las cubría. Quince frascos más, no se inocularon; estos se denominaron bloque testigo o de corrección del ensayo.

Pasadas dos semanas se cortaron las probetas de algodoncillo, se manejaron como las de hobo y se colocaron en los frascos que tenían inoculados los hongos. Dado que la madera de algodoncillo presenta una transición imperceptible entre el duramen y la albura, las probetas se tomaron al azar en todas las muestras de madera obtenidas para el ensayo. Las probetas de algodoncillo se colocaron sobre las de hobo. Se cerraron bien los frascos y se llevaron nuevamente al cuarto de incubación. Los frascos se identificaron adecuadamente con número, tratamiento, fecha de montaje y responsable.

Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue completamente al azar, con tres tratamientos (hongos xilófagos) y 12 repeticiones por tratamiento. Cada frasco se consideró como una unidad experimental, para un total de 36 unidades experimentales que conforman el bloque de ensayo. (Figura 2).

Adicionalmente, se montaron dos bloques no incluidos dentro del diseño experimental; un bloque testigo o denominado en la norma “de corrección”, compuesto por 12 unidades experimentales no sometidas a

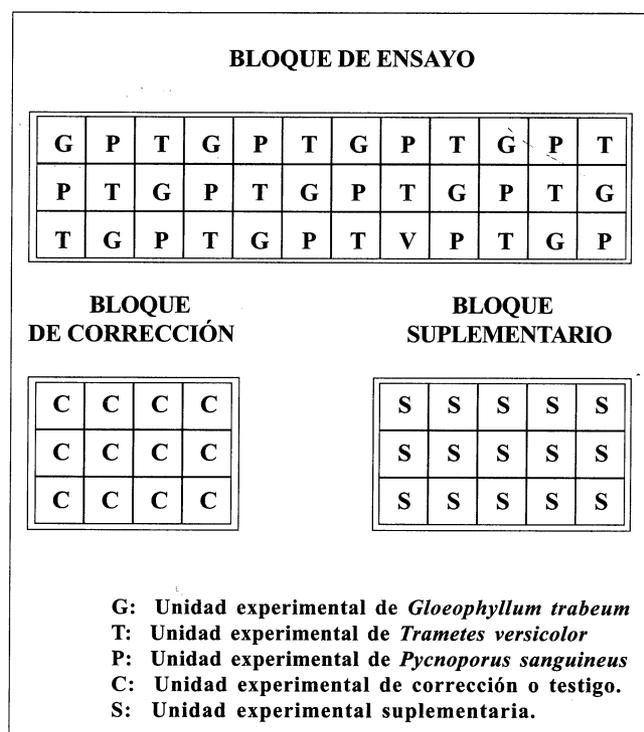


Figura 2. Distribución de los bloques en el ensayo de laboratorio.

putridión, manejadas y expuestas como las del bloque de ensayo pero no inoculadas y; un bloque suplementario con 15 unidades experimentales sometidas a pudrición como las del ensayo y utilizadas para reemplazar unidades contaminadas de los bloques de ensayo.

Periodo de exposición

Pasadas 10 semanas de incubación se extrajeron seis probetas por tratamiento del bloque suplementario. A las probetas de algodoncillo, se les retiró la parte descompuesta, se secaron, se pesaron y se determinó el cambio de peso mediante la ecuación 1:

$$M = \frac{(M1 - M2)}{M1} \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde, *M*: Pérdida de masa de la probeta en %.
M1: Masa inicial de la probeta seca en gramos, antes de montar el ensayo.

M2: Masa final de la probeta seca en gramos, finalizado el periodo de exposición.

El porcentaje de pérdida de peso promedio de las seis probetas fue de 18.3%, indicando, según la norma, que el tiempo de exposición debe ser de 16 semanas y no de 10. Es decir, que si la pérdida de peso hubiera sido de más de 60%, se habría desmontado en ese momento para evaluar los resultados.

Desmote del ensayo

Para el resto de bloques se esperaron las 16 semanas indicadas por la norma. Todas las probetas del bloque de ensayo se limpiaron cuidadosamente y se les retiró la pudrición, con ayuda de bisturí, sin llegar a cortar partes sanas; se secaron por 24 horas en estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se obtuvieron los datos y se empleó la ecuación 1 para su análisis.

Índices de Durabilidad Natural

Teniendo los resultados promedio de los datos de pérdida de masa, se clasificó la madera con el Índice de Durabilidad Natural correspondiente, dependiendo de los rangos de la norma ICONTEC.

Tabla 1. Índices de Durabilidad Natural

PERDIDA PROMEDIO DE MASA (%)	DURABILIDAD NATURAL
0 – 10	Altamente resistente
11 – 24	Resistente
25 – 44	Moderadamente resistente
45 ó más	Poco resistente

Fuente: Norma ICONTEC NTC 1127/94. (12)

El bloque de corrección o testigo se evaluó calculando el porcentaje de pérdida de masa para cada una mediante la ecuación 1. El cambio de peso promedio en porcentaje de las probetas de corrección fue de 5,082%. Los cambios de peso obtenidos para los tratamientos fueron corregidos sustrayendo el dato del promedio de peso del bloque de corrección a

los datos en porcentaje obtenidos por cada unidad experimental.

ENSAYO DE CEMENTERIO

Ubicación

El sitio escogido para la instalación del cementerio está ubicado en la finca "Las Malvinas" del municipio de Puerto Boyacá, vereda de Puerto Pinzón, que corresponde a la formación Bosque Húmedo-Tropical. El área utilizable fue de 225m², con características de buen drenaje, desprovisto de vegetación arbustiva y arbórea y cercado con alambre de púas para evitar el ramoneo del ganado.

Preparación de estacas

A partir de 20 troncos de árboles obtenidos al azar dentro de la regeneración natural se extrajeron trozas de la parte central y externa de los troncos. Los árboles se encontraban sanos en su fuste y presentaban diámetros mínimo de 20 cm, aproximadamente. Las trozas extraídas de campo se llevaron a Bogotá para ser aserradas en estacas de cuatro clases de tamaño: Clase I, 50 X 5 X 5 cm; clase II, 30 x 2,5 x 4 cm; clase III, 20 x 2,5 x 2,5 cm y clase IV, 10 x 2,5 x 2,5 cm.

Una vez dimensionadas, se determinaron el peso y el contenido de humedad a 10 estacas por clase, se secaron en estufa por 24 horas a 103°C ± 2°C y una vez estuvieron secas, se determinaron nuevamente estas variables. Estas estacas al igual que las otras se llevaron a campo.

Instalación de cementerios

Las estacas se enterraron a una profundidad de 10cm, exceptuando las de 10 cm de longitud que se enterraron 5 cm. La separación entre estacas fue del doble de su dimensión longitudinal. Se identificaron con números y se localizaron en un mapa.

Observaciones

Se efectuaron mensualmente, a partir del primer mes de instalación; durante cinco meses se evaluaron las variables presencia de pudrición, presencia de orificios causados por insectos xilófagos y observaciones generales como cromógenos, mohos, tipo de pudrición, grietas u otros defectos.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

ENSAYO DE LABORATORIO

Estos valores se promediaron y se clasificaron en la **Tabla 1**, siendo *Trichospermum colombianum* resistente al hongo *Gloeophyllum trabeum* (14.927%) y moderadamente resistente a los hongos *Pycnoporus sanguineus* (42.838%) y *Trametes versicolor* (33.336%). De acuerdo con el promedio resultante de los tres hongos se clasifica a *T. Colombianum* como moderadamente resistente (30,367%).

En cuanto a observaciones cualitativas, los cambios de color fueron evidentes en las probetas una vez concluido el estudio. Así mismo las pudriciones fueron características dependiendo si era blanca o parda. Las probetas afectadas con *Pycnoporus sanguineus* manifestaron su pudrición parda, por lo tanto la coloración marrón de éstas. Las partes no afectadas también tomaron este color. Por su parte, las probetas infectadas con *Gloeophyllum trabeum* y *Trametes versicolor*, ambos de pudrición blanca, mostraron similitudes en la forma de pudrición. Estas mostraron secciones longitudinales desprendidas en pequeñas astillas, consistencia blanda, además de leves diferencias de coloración entre ambos hongos. No hubo diferenciación evidente de cómo fue la afectación en las dimensiones de la madera radial, transversal o, a lo largo del grano; esta fue muy variable y los hongos actuaron indistintamente.

Tabla 2. ANAVA

	GL	SC	CM	F**	F(0,95)	F(0,99)
FC		33198,2				
TRATAMIENTOS	2	4832,2	2416,09	22,55	3,30	5,30
ERROR	33	3535,0	107,12			
TOTAL	35	8367,2				

Análisis de varianza

Con base en los resultados obtenidos en el ANAVA, se observa que el valor calculado de Fischer es mayor que el valor Fisher de la Tabla 2 con 95% y 99% de probabilidad, indicando que entre medias de tratamiento sí hay diferencias significativas.

ENSAYO DE CEMENTERIO

Conforme las observaciones de campo, se presentó diversidad en cuanto a tipos de agentes que afectaron los diferentes tamaños de estacas. Todos los agentes bióticos actúan de manera conjunta en el deterioro de la madera. Las perforaciones de insectos y la pudrición aparecen cuando ya ha habido ataque cromógeno y gracias a la influencia de agentes climáticos, se propició la colonización por bacterias. El ataque, entonces, comenzó con agentes abióticos, siguió con hongos de tipo cromógeno, y luego aparecieron hongos macroscópicos; presentando estos últimos la característica de que pueden ser retirados fácilmente de la superficie de la madera.

La pudrición parda en seco se manifiesta, además de la coloración, como pequeños bloques que se desprenden fácilmente; en húmedo, tiene textura arcillosa o fácilmente deleznable. Este tipo de pudrición fue la más frecuente y también se presentó en estacas que en el primer mes tuvieron rajaduras o médula incluida. La pudrición blanca, por su parte, se evidenció en la línea de tierra, con un

aspecto fibroso anotándose que en un principio la producción no era evidente hasta que empieza a desfibrarse. La pudrición producida por los hongos difícilmente hace perder volumen a la madera en la primera manifestación de ataque.

Las estacas se dimensionaron en cuatro clases (Clase I, 50 X 5 X 5 cm; clase II, 30 x 2,5 x 4 cm; clase III, 20 x 2,5 x 2,5 cm y clase IV, 10 x 2,5 x 2,5 cm.) y así mismo se analizaron. Los cambios de color en todas las estacas fueron evidentes desde el primer mes mostrando coloraciones grises; y, al final del ensayo, pardas. Pero las estacas de clase IV (10*2.5*2.5 cm), tal vez por el hecho de que tuvieron más contacto con el suelo, presentaron coloración parda. Estas últimas tuvieron menos contacto con los rayos ultravioleta y el viento, generándose otro tipo de microclima diferente a los que se hubieran podido generar en las otras clases de mayor tamaño.

En los cinco meses de observación, la madera no presentó ataque de termites, sin embargo, lo anterior no significa que no pueda ser atacada después por ellas. En los siguientes acápite se hace referencia al porcentaje de estacas por clase, que estuvieron afectadas.

Comportamiento del ataque por insectos

En la **Figura 3** se muestra el ataque de las estacas por insectos. Se presentó solo un tipo de perforación limpia con el mismo tipo de galería, lo que permitió comparar en los cinco meses las cinco clases de tamaño.

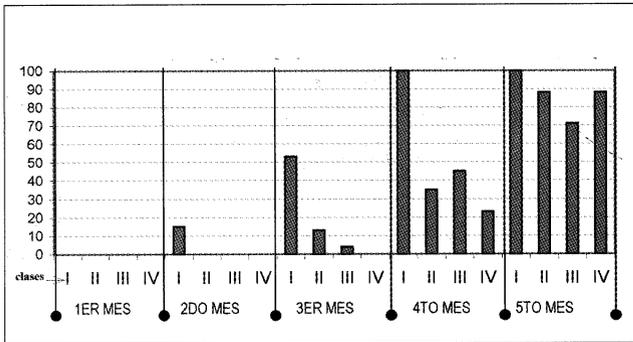


Figura 3. Porcentaje de estacas atacadas por insectos según la clase

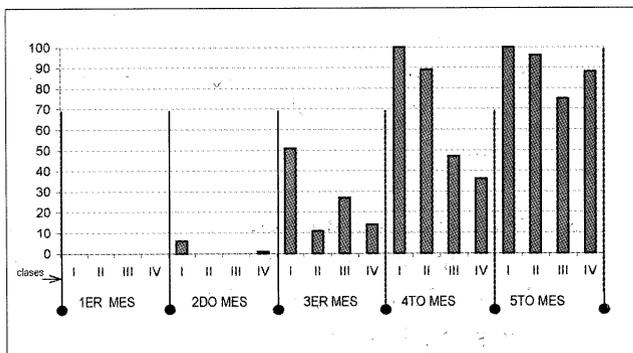


Figura 4. Porcentaje de estacas con pudrición

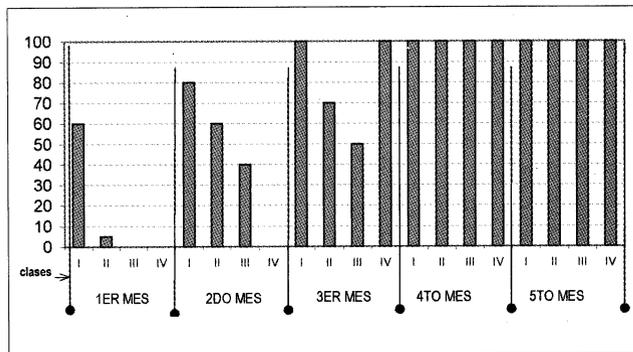


Figura 5. Porcentaje de estacas atacadas por cromógenos.

Los insectos aparecieron a partir del segundo mes, pero sólo en las estacas clase I y, progresivamente a través de los siguientes tres meses, se vieron afectados los demás tamaños en forma progresiva. En el tercer mes se triplicó el número de estacas afectadas en la clase I, el daño fue incipiente en las clases II y III. En el cuarto mes se vio completamente afectada la clase I y un crecimiento de casi ocho veces la infestación en la clase III. En este mes aparecieron por primera vez los insectos afectando entre un 20 y 30 % de las

estacas clase IV. En el quinto mes se afectaron todas las estacas en más de un 70 % y la afectación de la clase IV fue significativa pues paso de un 20% a un 90%. La tendencia de crecimiento del ataque fue similar en todas las clases salvo en clase IV, que al iniciar el mismo, su crecimiento de afectación fue significativo.

Pudrición

La pudrición de algodoncillo se evidencia principalmente en línea de tierra, por lo que la rotura de estacas ocurrió precisamente allí. Aparece pudrición de estacas a partir del segundo mes, sólo en estacas clase I, con menos del 6 % incrementándose al tercer mes hasta un 50 %. En las otras clases aparece la pudrición en el tercer mes pero no en forma progresiva o en cantidad como pasó en el ataque por insectos. Para el cuarto mes sólo la clase I presentó en un 100% de las estacas pudrición. (**Figura 4**)

El cambio en proporción del tercer al cuarto mes en la clase II fue de aproximadamente un 80 %, mientras que las clases III y IV no tuvieron cambios significativos de pudrición. Al final, todas las estacas presentaron pudrición en menor o mayor grado.

La pudrición más frecuente fue la blanca en las primeras tres clases y en todos los meses. En la clase IV, la pudrición predominante fue la blanca y transcurrido el tiempo, la parda fue desplazando la blanca, hasta mostrar que todas las estacas tuvieron al final pudrición parda. La pudrición blanca fue más frecuente pero la parda, más agresiva.

Cromógenos

Los cromógenos fueron el único agente biótico que se manifestó a partir del primer mes. En la clase I, con mucha agresividad, y progresivamente en clases II y III. En la clase IV aparecen totalmente al cuarto mes, es decir, no hubo una secuencia de aparición. Los cromógenos se mantuvieron en todas las clases y estacas desde el cuarto mes y hasta que se concluyen las observaciones (**Figura 5**).

Susceptibilidad por tamaño

La susceptibilidad de ataque por agentes ascendió a medida que aumentaron los tamaños.

10 X 2,5 X 2,5 cm	↓	menor susceptibilidad
20 X 2.5 X 2.5cm		
30 X 2,5 X 4 cm		
50 X 5 X 5cm		mayor susceptibilidad

Esto es importante si se tiene en cuenta que al iniciar el ensayo se pensó en que las cuatro clases presentarían resultados similares, inclusive, que las estacas de menores dimensiones eran mucho más susceptibles al ataque de patógenos, por el hecho de estar más en contacto con el suelo y representar menor resistencia mecánica.

Las áreas de las estacas en contacto con la intemperie (sin tener en cuenta la parte enterrada) se muestran en la siguiente **Figura 6**:

En la **Tabla 3** se observa la participación del área de contacto de cada clase de estaca por encima de la línea de tierra, dentro del total. Esto con el fin de demostrar porqué son más susceptibles las estacas de la clase I (50X5X5 cm) a los ataques biológicos, a pesar de su mayor resistencia mecánica. Lo anterior se sustenta en el supuesto de que los ataques se distribuyen normalmente y de forma aleatoria sobre la superficie de la madera de *T. Colombianum*.

Al generar 100 números aleatorios en el programa EXCEL para incluirlos en el rango de la **Tabla 3** se

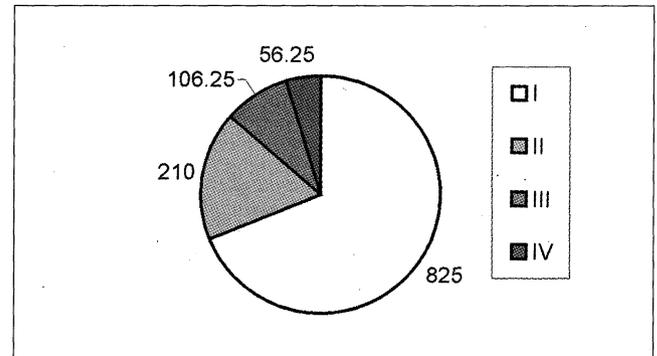


Figura 6. Área de contacto de las estacas con el exterior por clase (cm²)

obtiene la frecuencia de los números obtenidos por rango, como si cada número correspondiera a un ataque biológico en la madera de *T. Colombianum* observado. Se comprueba entonces la mayor susceptibilidad en las estacas de la clase I (5*5*50 cm) y la menor de la clase IV (2.5*2.5*10 cm).

CONCLUSIONES

- Según el índice de Durabilidad Natural, la madera de *Trichospermum colombianum* es moderadamente resistente al ataque de hongos xilófagos. En cementerio la durabilidad natural del algodoncillo es moderada en las partes expuestas de la estaca y poca en línea de tierra. Es decir, es moderadamente resistente a los agentes de tipo biótico y abiótico.
- Las diferentes dimensiones de las estacas dan una idea de que las pruebas de campo se deben extrapolar de manera cuidadosa a la madera en

Tabla 3. Frecuencias de ataque biológico simulado por números aleatorios (100), según el área de contacto por clase.

Clase	Área de Contacto (cm ²)	Frec. Rel. (%)	Frec. Acumulada	Rango	Frecuencia de Números (%)
I	825	68,9	68,9	1-68,9	66
II	210	17,5	86,4	69-86,4	17
III	106,25	8,9	95,3	86,5-95,3	11
IV	56,25	4,7	100,0	95,4-100	6

Fuente: Estudio

uso, ya que las condiciones son diferentes en ambos ambientes.

- La madera de algodoncillo tiene una vida de uso exterior no mayor a un año, es susceptible al ataque de insectos con larva y termites y de hongos xilófagos siempre y cuando las condiciones de uso propicien humedad, temperatura y oxígeno indispensable para el desarrollo de estos; además es una madera propensa a pudriciones en zonas de uniones.

RECOMENDACIONES

- No utilizar *T. colombianum* en uso exterior debido a su gran susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, mucho menos si es en contacto con la tierra.
 - Inmunizar e impermeabilizar la madera para humedades altas, ya sea que la madera tenga uso interno o externo.
 - Si la madera tiene pocas probabilidades de contacto con el agua o humedad es suficiente con una simple impermeabilización. Si se va a utilizar bajo techo, en lugares con bajas o nulas posibilidades de contacto con humedad o en sitios con humedad relativa baja, es suficiente secar la madera hasta su contenido de humedad en equilibrio.
 - Dado que el “veteado” que producen los hongos cromógenos puede resultar atractivo a la vista, las pruebas pueden incluir probetas afectadas incipientemente con éstos.
 - Se deben evaluar las piezas de madera en determinadas partes, por ejemplo, unir probetas y exponerlas a las condiciones de intemperie, y evaluar los daños en uniones, detallando los tipos de agentes en los diferentes planos y dimensiones anatómicas.
- Se propone que la evaluación de la Durabilidad Natural no se haga exclusivamente por la pérdida de peso, sino que adicionalmente, se utilice un índice de susceptibilidad de ataque el cual debe construirse a partir de la simulación mostrada en el presente trabajo.
 - Cómo el Índice de Durabilidad Natural de la madera de algodoncillo es moderadamente durable, se puede comparar con el de otras maderas de índice similar, haciéndola una especie potencial para diversos usos industriales. Ver **Anexo A**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COPETE, INDALECIO; VALENCIA, FERNANDO. 1975. Durabilidad Natural de 20 Especies Maderables Comerciales en Medellín. Tesis en Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Medellín.

ICONTEC. NTC 1127. 1994. Método Acelerado para Evaluar la Durabilidad Natural de la Madera a la Pudrición. Bogotá.

MENA, JESÚS ANTONIO. 1991. Determinación de la Durabilidad Natural en 15 Maderas Colombianas. Tesis en Ingeniería Forestal. Universidad Distrital. Bogotá.

OTÁLORA, JORGE. 1970. Susceptibilidad al ataque fungoso de 5 maderas colombianas y su control. Tesis en Ingeniería Forestal. Universidad Distrital. Bogotá.

PADT-REFORT. 1983. Secado y Preservación de 105 maderas del Grupo Andino. JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena). Perú.

REVISTA “TROPICAL WOODS”. 1947. The Decay Resistance of Certain Central American and Ecuadorian Woods. Theodore C. Sheffer and Catherine G. Duncan. Forest Service United States Department of Agriculture USDA. N° 92 Dec.

SILVERBORG, SAVEL. 1972. Durabilidad Relativa de la Parte Central, Media y Externa del Tronco de 32 Maderas de los Llanos Occidentales. Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida Venezuela.

UNE-EN 335-1: 1993. "Durabilidad de la madera y de sus materiales derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico". Parte 1: Generalidades (versión oficial EN 335-1:1992).

ANEXO A. Maderas con Índice de Durabilidad Natural Moderadamente Resistentes

<i>N.CIENTÍFICO</i>	N.COMÚN	ESTUDIO
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	USDA. 1947(6)
<i>Brosimum utile</i>	Sande	Copete. 1975. (1)
<i>Carapa guianensis</i>	Tángare	USDA. 1947(6)
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Silverborg.1975(7)
<i>Erisma uncinatum</i>	Flor morado	Silverborg.1975(7)
<i>Eschweilera sp</i>	Tete congo	Otálora 1970 (4)
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Copete. 1975. (1)
<i>Goupia glabra</i>		Silverborg.1975(7)
<i>Pithecellobium saman</i>		Silverborg.1975(7)
<i>Sacoglottis procera</i>	Tete blanco	Otálora 1970 (4)
<i>Tabebuia rosea</i>	Flor morado	Silverborg.1975(7)
<i>Vismia sp.</i>	Sangre de gallina	USDA. 1947(6)