

DURABILIDAD NATURAL Y ADQUIRIDA DE 27 MADERAS TROPICALES EN CONDICION DE CAMPO

Leticia Guevara Salnicov *

David LLuncor Mendoza **

RESUMEN

En el Proyecto “Estudios Básicos y Tecnológicos de Maderas” que ejecuta el Convenio INIA-IIAPP se ha determinado la durabilidad natural y adquirida por tratamiento preservador de dieciséis y trece maderas de Loreto, respectivamente, y la durabilidad natural de once de Ucayali. Las probetas de madera destinadas a ser ensayadas con preservador se las sometió a inmersión prolongada de temperatura ambiente en una solución acuosa al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas, luego se las instaló en dos parcelas “cementerio” ubicadas en el bosque de shiringa de la Estación Experimental Forestal Pucallpa - INIA, según procedimiento propuesto por JUNAC (1981). Las evaluaciones y calificación del estado sanitario de las probetas se efectuó de acuerdo a normas de la American Wood Preservers Association (1985). Se efectuó tres evaluaciones. En la última, trece maderas de Loreto están completamente destruidas y las tres restantes presentan pudrición incipiente. De las maderas de Ucayali, nueve están completamente destruidas y con pudrición avanzada. En las preservadas se observa mayor resistencia al deterioro biológico, que se evidencia en menor velocidad de deterioro. Por ello, es recomendable que, en usos en contacto con el suelo, se utilice madera preservada. Se debe efectuar ensayos para determinar la eficacia de productos y procesos.

INTRODUCCION

La durabilidad natural de la madera puede definirse como la resistencia que opone a todo tipo de deterioro. Para fines prácticos y considerando la preponderancia del deterioro biológico, la durabilidad natural se refiere a la resistencia que opone la madera al ataque de hongos e insectos xilófagos.

Los factores responsables de la durabilidad natural son numerosos. Algunos dependen de las características intrínsecas de la madera, otros se relacionan con las circunstancias de uso. La invasión de agentes de deterioro muestra una sucesión natural en función del contenido de humedad de la madera.

* Ing^o Forestal. Investigador IIAP

** M.Sc. Forestal. Investigador IIAP

Para la determinación de la durabilidad natural de la madera se propone dos métodos. En laboratorio, bajo condiciones reguladas de temperatura, humedad relativa y disponibilidad de aire, se expone la madera al ataque de cultivos puros de hongos xilófagos y colonias de insectos. Los resultados son referenciales de un posible comportamiento de la madera en servicio. Las pruebas definitivas se llevan a cabo en parcelas "cementerio", donde se expone la madera a las condiciones del medio y ataque múltiple de organismos xilófagos.

Considerando que la durabilidad natural es una característica tecnológica indispensable para definir usos de la madera especialmente aquellos en que las condiciones de destrucción biológica son máximas, se plantea en el presente estudio determinar el grado de durabilidad natural de 27 maderas y durabilidad adquirida por tratamiento preservador de 13 maderas.

REVISION DE LITERATURA

DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Así se denomina, según Cartwright (1960) y Gonzales (1974) a la resistencia que opone al ataque de agentes biológicos de deterioro, tales como hongos e insectos xilófagos, perforadores marinos, y agentes no biológicos de deterioro, tales como desgaste mecánico, intemperismo atmosférico y al peligro del fuego. Para fines prácticos, la durabilidad puede considerarse como la resistencia que opone la madera a la pudrición.

La durabilidad es una propiedad de la madera en extremo variable. Varía entre las diferentes especies leñosas, entre los diferentes árboles de una misma especie, y aun dentro de un mismo árbol. Los factores responsables de la durabilidad de la madera son numerosos y variables; algunos dependen de las características y condiciones de la madera misma, otros están relacionados con las circunstancias que concurren en su uso. La gran durabilidad del duramen con respecto a la albura se atribuye a la presencia de algunas condiciones físicas y químicas que suceden en la formación del duramen. En efecto, Kollman (1959) sostiene que el duramen se protege de hongos e insectos lignícolas mediante obstrucción mecánica de los vasos, taponamiento de las punteaduras e impregnación de las paredes celulares. Además se depositan en las células del duramen sustancias polifenólicas, básicamente derivados del ácido shiquímico, cinámico y cafeico, cuyas combinaciones con compuestos orgánicos determinan la gran variedad de preservadores de la madera, capaces de ejercer efectos tóxicos y/o repelentes contra organismos lignícolas.

AGENTES BIOLÓGICOS DE DETERIORO

A causa de su naturaleza orgánica, la madera, está expuesta a numerosos agentes de deterioro biológico. La frecuencia e intensidad de estos dependen de las condiciones en que se encuentre la madera. En todo caso, se establece una sucesión de agentes biológicos de deterioro en función del contenido de humedad. Esto es válido desde el árbol en pie hasta la madera en servicio.

HONGOS LIGNÍCOLAS

Los hongos lignícolas son los principales enemigos de la madera. Cartwright (1960) distingue particularmente a los hongos propiamente xilófagos, capaces de disolver enzimáticamente la pared de las células leñosas. Aunque la mayoría pertenecen a la clase Basidiomycetes, también pueden causar especies de la clase Ascomycetes, especialmente en maderas con alto contenido de humedad y/o escasa disponibilidad de oxígeno.

INSECTOS LIGNÍCOLAS

Existe una serie de insectos lignícolas que invaden la madera en busca de alimento o lugar de incubación. Económicamente importantes, tanto como por la frecuencia como por el grado de deterioro que ocasionan, son los termes. Son insectos sociales que constituyen colonias organizadas funcionalmente. Una vez invadida la madera, practican galerías internas, reduciendo la resistencia, hasta la total destrucción. Son frecuentes en zonas de clima cálido-húmedo. Se distinguen los termes subterráneos (*Rhinotermitidae*), no subterráneos o de madera húmeda (*Kalotermitidae*) y de madera seca (*Termitidae*).

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Con la finalidad de estudiar la resistencia de las maderas al ataque de organismos se efectúa ensayos de laboratorio y de campo con metodología normalizada.

En laboratorio se regula las condiciones a fin de favorecer al máximo el ataque (humedad, temperatura, sustrato y aire). Se mide el deterioro causado por agentes particularmente agresivos. Los procedimientos establecidos por la Asociación Americana de Preservadores de Madera-AWPA (1985) permiten llevar a cabo ensayos en periodos relativamente cortos. Se usan hongos xilófagos y especies

de termes que se desarrollan bien en condiciones de laboratorio y son importantes destructores de madera en servicio. Los resultados permiten discriminar maderas de acuerdo al grado de durabilidad natural. Aquellas que muestran resistencia al deterioro son ensayadas en campo.

Las pruebas de campo se las realiza en áreas seleccionadas por las características climáticas (temperatura y humedad relativa), presencia de hongos xilófagos y termes subterráneos, vegetación y tipo de suelo. El período de exposición es variable. Se exige, como mínimo, dos años. El máximo es indefinido, dependiendo del comportamiento de las maderas.

Los procedimientos normalizados recomiendan usar probetas de sección transversal pequeña, enterradas hasta la mitad de la longitud, y efectuar revisiones del estado sanitario con una periodicidad no mayor de un año. Los resultados permiten concluir sobre la durabilidad natural de la madera y, eventualmente, la toxicidad, resistencia a la lixiviación y permanencia de los preservadores en las maderas que han sido tratadas.

Las evaluaciones se analizan de acuerdo al sistema de clasificación propuesto por AWP (1985) como se indica en el cuadro 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR

Los ensayos se efectuaron en la Estación Experimental Forestal Pucallpa-IN IA.

MADERAS

Los cuadros 2 y 3 muestran la relación de maderas ensayadas procedentes de la zona del río Yavari-Colonia Angamos, Loreto y del Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Ucayali.

METODOLOGIA

Preparación de probetas

Se preparó probetas de 5 x 5 x 25 cm., secas al aire y cepilladas en caras y cantos. Las destinadas a ser ensayadas con preservador se las sumergió en una solución al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas a temperatura ambiente durante 14 días.

Instalación en el “cementerio”

Las probetas se las distribuyó al azar en tres parcelas. Una de éstas, de 2,5 x 2,5 m, conformada por probetas de maderas preservadas de Loreto, otra, de 2,5 x 2,5 m, con probetas de maderas sin preservar de Loreto; ambas instaladas en marzo de 1989, la última, de 1,5 x 2,0 m, con maderas sin preservar de Ucayali en setiembre de 1989.

Evaluación

Se realizó tres inspecciones en las tres parcelas. La primera en diciembre de 1990, la segunda en noviembre de 1991 y la tercera en octubre de 1992, 21, 32 y 43 meses de instaladas las probetas de madera de Loreto y a 16, 27, y 38 meses de instaladas las probetas de maderas de Ucayali.

RESULTADOS Y DISCUSION

Bajo las condiciones de la prueba, las posibilidades de deterioro fueron máximas. Las condiciones ambientales: clima húmedo y cálido, alta precipitación y las evidencias de ataque múltiple de hongos e insectos lignícolas actuando simultáneamente favorecen el deterioro biológico y la lixiviación y/o detoxificación.

De igual forma, la pequeña sección transversal (aunque no es la más pequeña sección transversal recomendada por las normas técnicas) favorece la velocidad de pudrición y ataque de termites, hasta alcanzar el grado O (cero) en períodos relativamente cortos.

El ensayo con probetas cepilladas, requisito establecido por las especificaciones de la Junta de Acuerdo de Cartagena (1981), es inadecuado. En probetas cepilladas se reduce el área superficial real, la cual influye en la absorción de agua, en el contacto efectivo entre la madera y el suelo y en la infección por esporas fungosas. Por otra parte, si el procedimiento normalizado supone condiciones similares a las de servicio para piezas en contacto directo con el suelo, con o sin tratamiento preservador, tales como postes, durmientes, bases, fundación y estacas, no se requiere cepillado.

De las dieciséis maderas de Loreto ensayadas sin tratamiento preservador, cumala blanca (duramen/albura y albura) y huira caspi (albura y duramen) fueron destruidas en 21 meses, moena sin olor (duramen), caupuri colorado (albura y duramen), tangarana (duramen), manchan caspi (duramen), papelillo caspi (albura), shiringa (duramen), shiringa masha (duramen), ana caspi (albura/duramen), balata sapatina (duramen) y pucuna caspi (albura/duramen) fueron destruidas en 32 meses, machimango colorado (duramen), y machimango blanco (albura/duramen), están con

síntomas de pudrición y/o termes, moena amarilla (albura/duramen) y quinilla colorada (duramen) muestran ligeros síntomas de pudrición.

De las once maderas de Ucayali ensayadas, todas las probetas fueron de duramen. La manchanga es destruida por pudrición en 16 meses; chimicua, aguano masha, pumaquiuro, yutubanco, yacushapana, mashonaste, tamamuri, shihuahuaco, y estoraque son destruidas por pudrición (4), termes (1) o ambos (5) en 28 meses, quedando el tahuari en estado avanzado de pudrición y ataque moderado de termes.

En la mayor parte de los casos no se ha advertido una diferencia sustancial en la resistencia de albura y duramen. También se ha observado que la frecuencia de la pudrición es superior en el ataque de termes. En la primera evaluación, de 24 probetas ensayadas, 18 fueron atacadas por pudrición, siete por termes y cuatro permanecen indemnes. En la segunda evaluación, de las siete probetas, todas estaban atacadas por pudrición y tres por termes, en la mayoría de los casos aislados, no se detectó pudrición exclusivamente causada por hongos *Basidiomycetes*. En todo caso, podrían haber estado simultáneamente con especies de *Ascomycetes*, los que, por su agresividad y tolerancia, pueden desarrollar bien aun en sustratos deficientes de aire por consecuencia de altos contenidos de humedad en la madera.

De las probetas ensayadas con tratamiento preservador, el deterioro biológico fue más lento pero se presentó en forma definida en la tercera evaluación. De las trece maderas, nueve fueron destruidos o estaban en avanzado estado de deterioro: tangarana, manchanga caspi, machimango colorado, balata sapotina, cumala blanca, shiringa masha, caupuri colorado, shiringa; albura de machimango blanco, de quinilla colorada y de pucuna caspi. Quedaron indemnes las probetas de moena sin olor, albura/duramen de quinilla colorada, de machimango blanco y duramen de pucuna caspi.

Si es cierto que para fines prácticos el incremento de vida útil como consecuencia del tratamiento preservador no es realmente relevante, lo que merece resaltar es que aún a bajas retenciones (26 % de la retención mínima establecida por ITINTEC para usos en contacto directo con el suelo, 9,6 kg/m³) y con agresivas condiciones ambientales, la preservación es una opción para el uso de estas maderas, asegurando períodos de vida útil compatibles con los costos adicionales por concepto de tratamiento.

CONCLUSIONES

- De las dieciséis maderas de Loreto y once de Ucayali ensayadas en áreas “cementerio”, dos de Loreto - moena amarilla y quinilla colorada - demuestran tener mayor durabilidad natural.
- La principal causa de destrucción es por pudrición mixta, causado por *Basidiomycetes* y *Ascomycetes*.
- La resistencia al deterioro biológico en trece maderas de Loreto preservadas por inmersión prolongada en una solución al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas a una retención promedio de 2,6 kg/m³ es mayor que en madera sin preservar.

Cuadro 1

CLASIFICACIÓN DE MADERAS DE ACUERDO AL ESTADO SANITARIO

Grado	Condición de las probetas	
	Pudrición	Termes
10	Libre	Libre
9	Incipiente	Indicios
7	Media	Ataque medio
4	Avanzada	Ataque fuerte
0	Falla	Fractura

Cuadro 2MADERAS DE LA ZONA DEL RÍO YAVARÍ - COLONIA ANGAMOS,
IQUITOS

Nombre común	Nombre científico	Familia
Ana caspi	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth	CAESALPINACEAE
Balata sapotina	<i>Chrisophvllum ucuquirana</i> -blanca (Aubreville & Ppennington)	SAPOTACEAE
Cumala blanca	<i>Osteophoeum platyspermum</i> A.DC.Warb	MYRISTICACEAE
Caupuri colorado	<i>Virola pavonis</i> (A.D.C.) A.C.Smith	MYRISTICACEAE
Huira caspi	<i>Tapirira quianensis</i> Auhlet. Smith	ANACARDIACEAE
Machimango blanco	<i>Lecythis peruviana</i> L.O.Williams	LECYTHIDACEAE
Machimango colorado	<i>Escheweileira timbuchensi</i> .s Knuth	LECYTHIDACEAE
Manchari caspi	<i>Vantanea parviflora</i> Larn.	HUMIRACEAE
Moena amarilla LAURACEAE	<i>Aniba puchury-minor</i> (Martius) Mez.	
Moena sin olor	<i>Ruizteranis Trichantera</i> (Spruce ex Warm)	VOCHISIACEAE
Papelillo caspi	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	LECYTHIDACEAE
Pucuna caspi	<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	MYRISTICACEAE
Quinilla colorada	<i>Puteria caimito</i> Ruiz & Pavon	SAPOTACEAE
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aublec	EUPHORBIACEAE
Shiringa masha	<i>Micranda spruceana</i> (Bail)R.E. Smith	EUPHORBIACEAE
Tangarana	<i>Sclerolobium melinonei</i> Harás	CAESALPINACEAE

Cuadro 3

MADERAS DEL BOSQUE NACIONAL ALEXANDER VON HUMBOLDT,
UCAYALI

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguano masha	<i>Paramachaerium ormosiodes</i>	FABACEAE
Chimicua	<i>Perebea aff mollis</i> (P & F) Rusby	MORACEAE
Estoraque	<i>Miroxylum blasamun</i>	PAPILIONACEAE
Machinga	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. Spp boliviarensi	MORACEAE
Machimango	<i>Schweilera ovalifolia</i> (APDC) Ndz.	LECYTHIDACEAE
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	MORACEAE
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	APOCYNACEAE
Shihuahuaco	<i>Dipterix adorata</i> (Aubl.) Wild	PAPILONACEAE
Tahuarí	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich	BIGNONEACEAE
Yacushapana	<i>Terminalia amazónica</i> (JF Gemí) Excell	COMBRETACEAE
Yutubanco	<i>Drypetes amazonicus</i> Sterr. Spp. peruviana	

Cuadro 4

DURABILIDAD NATURAL DE 16 MADERAS DE LORETO

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación					
		1ra eval	2da eval	3ra eval			
		P	T	P	T	T	T
Ana caspi	Albura/duramen; completamente sana	9	10	7	0	nd	nd
Balata sapotina	Duramen; presencia de nudos	9	10	nd	nd	nd	nd
Cumala blanca	Duramen/albura; completamente sana	0	0	nd	nd	nd	nd
Cumala blanca	Duramen; presencia de nudos y mancha azul	0	0	nd	nd	nd	nd
Caupuri colorado	Albura; presencia de mancha azul	0	0	nd	nd	nd	nd
Caupuri colorado	Duramen; completamente sana	7	10	nd	nd	nd	nd
Huira caspi	Albura; presencia de fisuras	0	0	nd	nd	nd	nd
Huira caspi	Duramen; presencia de nudos y fisuras	0	0	nd	nd	nd	nd
Machimango blanco	Duramen; completamente sana	10	10	9	10	7	10
Machimango colorado	Duramen; presencia de nudos	9	10	9	4	0	4
Manchari caspi	Duramen; completamente sana	9	10	nd	nd	nd	nd
Moena amarilla	Albura/duramen; presencia de rajaduras	10	10	10	10	9	10
Moena sin olor	Duramen; presencia de médula	7	10	0	10	nd	nd
Papelillo caspi	Albura; nudos, fisuras, perforaciones de lyctus	7	10	nd	nd	nd	nd
Pucuna caspi	Albura/duramen; presencia de nudos y	9	10	4	10	4	4
Pucuna caspi	Albura/duramen; completamente sana	10	10	nd	nd	nd	nd
Quinilla colorada	Duramen; presencia de rajaduras	10	10	9	10	9	10
Shiringa	Duramen; presencia de mancha azul y corteza	10	10	nd	nd	nd	nd
Shiringa masha	Duramen; completamente sana	10	10	nd	nd	nd	nd
Tangarana	Duramen; completamente sana	7	4	nd	nd	nd	nd
Tangarana	Duramen; completamente sana	4	10	nd	nd	nd	nd

Cuadro 5

DURABILIDAD NATURAL DE DIEZ MADERAS DE UCAYALI

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación					
		1ra eval	2da eval	3ra eval	1ra eval	2da eval	3ra eval
		P	T	P	T	P	T
Aguano masha	Completamente sana	10	10	0	10	nd	nd
Chimicua	Perforación de lyctus	9	10	nd	nd	nd	nd
Estoraque	Presencia de nudos	10	10	nd	nd	nd	nd
Manchinga	Completamente sana	0	10	nd	nd	nd	nd
Mashonaste	Perforación de lyctus	10	7	0	7	nd	nd
Pumaquiro	Completamente sana	10	10	0	10	nd	nd
Shihuahuaco	Grietas leves, rajaduras	7	7	nd	nd	nd	nd
Tahuari	Perforación de lyctus	10	10	7	4(*)	7	4(**)
Yutubanco	Perforación de insectos	9	10	nd	nd	nd	nd
Yacushapana	Completamente sana	10	10	10	0	0	0

Cuadro 6

DURABILIDAD ADQUIRIDA POR TRATAMIENTO PRESERVADOR DE TRECE MADERAS DE LORETO

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación							
		1ra eval		2da eval		3ra eval			
		P	T	P	T	P	T	T	T
Balata sapotina	Albura; completamente sana	9	10	9	7	9	7		
Balata sapotina	Duramen; completamente sana	10	10	4	10	0	10		
Caupuri colorado	Albura; perforación de lyctus	10	10	4	10	0	10		
Caupuri colorado	Duramen; presencia de rajaduras	10	0	nd	nd	nd	nd		
Cumala blanca	Duramen; presencia de nudos	10	10	10	7	10	0		
Cumala blanca	Albura; perforación de lyctus	10	10	10	10	nd	nd		
Huira caspi	Albura; presencia de rajaduras	10	0	nd	nd	nd	nd		
Huira caspi	Duramen; presencia de nudos	10	4	0	0				
Machimango blanco	Albura; presencia de nudos	10	10	10	0	nd	nd		
Machimango blanco	Albura/duramen completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Machimango colorado	Albura; inclusión de gomas	10	10	9	10	9	10		
Machimango colorado	Duramen inclusión de gomas	10	10	9	10	9	10		
Manchari caspi	Duramen; presencia de rajaduras	10	10	9	10	9	10		
Manchari caspi	Albura; completamente sana	10	10	9	10	9	10		
Moena sin olor	Duramen; rajaduras	10	10	10	10	10	10		
Moena sin olor	Albura; completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Pucuna caspi	Duramen; arista faltante	10	10	10	10	10	10		
Pucuna caspi	Albura; presencia de grietas, ataque moderado de lyctus	10	10	7	10	7	10		
Quinilla colorada	Albura; duramen; completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Quinilla colorada	Albura; presencia de grietas	10	10	10	10	7	10		
Shiringa	Albura; perforación de lyctus	10	10	9	4	nd	nd		
Shiringa	Duramen; perforación de lyctus	9	10	9	4	nd	nd		
Chiringa masha	Albura; presencia de grietas leves	10	4	0	0	0	0		
Chiringa masha	Duramen; completamente sana	10	10	4	10	0	10		
Tangarana	Duramen; completamente sana	10	10	10	4	10	4		
Tangarana	Albura; completamente sana	9	10	4	9	nd	nd		

* Pudrición

** Termes

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN WOOD PRESERVER'S ASSOCIATION. 1985. *Standard M-7. Standard method for evaluation wood preserver's with plakes.*
- CARTWRIGHT, D.R. 1960. "Decay of timber and its preventio. Chemical Publishing. Brookling, N.Y.
- GONZALES, V.R. 1974. *Preservación de la Madera.* Convenio UNALM-MEN. Lima. 72 pp.
- HUNT, G.M. y GARRAT, G.A. 1962. *Preservación de la madera* Salvat Editores. Barcelona.
- PADT-REFORT. 1981. *Estudio integral de la madera para construcción* (segunda fase). Normas y métodos para ensayos tecnológicos. Junta del Acuerdo de Cartagen. Lima.