

## CARACTERISTICAS DE PRESERVACION DE 30 MADERAS

Leticia Guevara Salmicov\*

---

### RESUMEN

En el Proyecto Estudios Básicos y Tecnológicos de Maderas, que ejecuta el Convenio IIAP-INIA se estudiaron las propiedades tecnológicas de 30 maderas provenientes de la zona de Colonia Angamos - Río Yavarí, Región Loreto.

Entre otros, se efectuaron ensayos de preservación por tres métodos: inmersión prolongada a temperatura ambiente con solución acuosa de sales CCB al 5%; baño caliente frío con solución oleosa de pentaclorofenol al 5% en petróleo; y en vacío presión con solución acuosa de sales CCA al 2,8% .

Se utilizaron probetas de 5 x 5 x 50 cm, libres de defectos y de signos de biodeterioro, cepilladas en caras y cantos, procedentes de cinco árboles distintos y diez repeticiones por árbol. Se utilizó la metodología descrita por Aróstegui et. al. (1970).

Los resultados obtenidos en absorción líquida y penetración indican que por inmersión prolongada cuatro maderas son fáciles de tratar y dos son moderadamente tratables; por baño caliente frío, catorce maderas son fáciles de tratar y siete son moderadamente tratables; por impregnación a presión, quince maderas son fáciles de tratar y seis son moderadamente tratables.

### 1. INTRODUCCION

La industria maderera nacional se caracteriza por la utilización selectiva de especies. De acuerdo con las estadísticas de la Dirección Regional Agraria de Ucayali y otras fuentes oficiales, alrededor del 94% del volumen rollizo se concentra en diez especies. No obstante, la heterogénea composición florística de los bosques amazónicos exige la necesidad de utilizar en forma integral el recurso forestal. Entre otras acciones, es indispensable efectuar estudios tecnológicos que permitan incorporar más especies a ser aprovechadas.

---

\* Especialista IIAP-Tecnología de Maderas

Una de las desventajas que presenta la madera para usos comunes es la escasa resistencia que opone al ataque de organismos de deterioro, especialmente en condiciones de trópico.

Para superar esta deficiencia se aplican tratamientos preservadores que incrementan la resistencia biológica, aumentan la vida útil y la permanencia del material en períodos compatibles con la inversión adicional y con las necesidades de servicio.

Existen numerosos productos y procesos de preservación, que varían ampliamente en eficiencia y costo. Aún cuando la madera es un material poroso, ofrece resistencia a la impregnación. Por tanto, hay que investigar las condiciones de tratamiento y el tipo preservador que permiten alcanzar resultados técnica y económicamente aceptables.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características de preservación de 30 maderas de los bosques de Colonia Angamos - Río Yavarí - Jenaro Herrera, Loreto.

Se ensayaron tres tratamientos: inmersión prolongada a temperatura ambiente con sales CCB; vacío-presión con sales CCA; y baño caliente frío con pentaclorofenol. Se utilizó la metodología establecida por Aróstegui et. al. (1970). Los resultados se interpretaron de acuerdo a las especificaciones de la Norma-ITINTEC 251.033.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

Según su naturaleza química, los preservadores se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los preservadores orgánicos u oleosolubles son particularmente tóxicos contra los hongos de la pudrición o contra insectos xilófagos; algunos actúan contra ambos. Son sumamente resistentes a la lixiviación aunque susceptibles de biodetoxificación. Pueden aplicarse por procesos a presión con aumento de temperatura, por inmersión y en baño caliente y frío.

Los inorgánicos o hidrosolubles son efectivos contra hongos de la pudrición y contra insectos; químicamente estables y permanentes, especialmente las multisales, según Hunt y Garrat (1962). Generalmente se aplican por procesos a presión. Según Toledo (1981) pueden aplicarse por inmersión prolongada en madera seca y por difusión de madera húmeda.

Uno de los procesos más sencillos es la inmersión prolongada a temperatura ambiente, con soluciones oleosas de preservadores orgánicos o soluciones acuosas de preservadores inorgánicos. Según sostienen Hunt y Garrat (1962), la absorción es muy rápida durante los 2-3 primeros días y continúa decreciendo conforme se prolonga la inmersión.

En períodos de inmersión suficientemente prolongados, la absorción y penetración pueden igualar a las obtenidas por métodos a presión, aunque en muchos casos no resulta práctico. En general, es aplicable a piezas de sección transversal pequeña y que no estarán sujetas a condiciones adversas.

Los procesos a presión tienen una serie de ventajas sobre los métodos sin presión, según JUNAC (1984). En la mayoría de los casos pueden obtenerse una absorción mayor y una penetración más profunda y uniforme. Además pueden regularse las condiciones de tratamiento a fin de lograr absorciones y penetraciones adecuadas a las exigencias del servicio. Mediante tratamientos especiales dentro del autoclave puede impregnarse la madera húmeda o simplemente esterilizarla, según Hunt y Garrat (1962).

Pueden aplicarse a infinidad de tipos de piezas, incluso aquellas que estarán expuestas a gran riesgo de deterioro, como postes, durmientes, torres de enfriamiento y pilotes marinos.

Un adecuado tratamiento de baño caliente frío es el mejor sustituto de la impregnación a presión. La mayor parte de la absorción sucede en el baño frío, aunque la temperatura y duración del baño caliente influyen determinantemente en el grado de expansión del aire ocluido en las cavidades celulares y en la evaporación de la humedad superficial de la pieza.

Además, al enfriar la madera, crea un vacío parcial que fuerza al preservador hacia adentro. Según los resultados obtenidos por Aróstegui (1968, 1969, 1970) y González (1967) en estudios efectuados en maderas tropicales, se comportaron bien al tratamiento por baño caliente, aunque mejores resultados se obtuvieron por vacío presión. Mejores resultados se obtienen si ambos baños se efectúan en recipientes distintos; el trasvase de la madera caliente al baño frío favorece una mayor absorción y una mayor y más uniforme penetración.

La absorción y penetración dependen de una serie de factores, siendo la estructura anatómica de la madera uno de los más relevantes. Según Hunt y

Garrat (1962) son los vasos los elementos esenciales en la conducción del preservador en la dirección de la fibra.

Su eficacia depende del diámetro, número y distribución, así como de estar libre de tilosis y obstrucciones. La penetración es mayor en maderas de poro difuso que en las de poro anular.

Las fibras y el parénquima no son factores importantes en la penetración inicial, aunque su permeabilidad relativa puede tener notable influencia en la extensión subsiguiente de los líquidos procedentes de los vasos. En general, la albura, suave y porosa, es mucho más fácilmente impregnable que el duramen, más denso y con inclusiones.

También influye decisivamente el contenido de humedad por encima del punto de saturación de la fibra. En efecto, el agua libre ocupa las cavidades celulares y no permite el ingreso de otro líquido.

Con excepción de los procesos por difusión y desplazamiento de la savia, la madera a preservar debe tener un contenido de humedad inferior al correspondiente al punto de saturación de la fibra. En general, se asume un valor aproximadamente igual al 30% para maderas latifoliadas.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Lugar**

Los ensayos se efectuaron en el laboratorio de tecnología de la madera de la Estación Experimental Pucallpa - INIA y en la planta de preservación de Comercial Industrial Maderera S.A. CIMSA, ambas ubicadas en Pucallpa, Ucayali. Fue llevado a cabo por el Proyecto Estudios Básicos y Tecnológicos de Maderas que ejecuta el Convenio IIAP-INIA.

#### **3.2 Maderas**

El cuadro 1 presenta la relación de maderas ensayadas.

#### **3.3 Materiales**

- Sales hidrosolubles cupro-cromo-arsenicales-CCA-C (ITINTEC 251.060) y cupro-cromo-bóricas (ITINTEC 251.035).

- Reactivos de coloración cromo azurol S (ITINTEC 251.026) y leuco base (ITINTEC 251.029).
- Pintura epóxica con base de aluminio.

### **3.4 Equipos**

- Balanza 1 g de aproximación
- Computadora PC.
- Detector de humedad con pines aislados
- Estufa con termostato regulable.
- Maquinaria de carpintería.
- Marcador de percusión.
- Tinajas de inmersión con sistema de calentamiento con capacidad para tratamiento de 26 probetas.

Planta de tratamiento por impregnación a vacío-presión compuesta por autoclave de 1.20 m de diámetro y 11 m de longitud, tanque de mezcla de 1900 l, tanque de almacenamiento de 11 000 l, bomba de vacío de 6 hp, bomba de presión de 5.5 hp, bomba de transporte de 7 hp, tablero de control con manómetro, manovacuómetro, graficador a plumilla y sistemas de arranque manual.

### **3.5 Métodos y procedimientos**

#### **Probetas de madera**

Se utilizó probetas de 5 x 5 x 50 cm, cepilladas en caras y cantos, con los extremos impermeabilizados con pintura epóxica con base de aluminio, rotuladas por estarcido, libres de defectos y de signos de ataque de hongos e insectos.

#### **Repeticiones**

Se ensayaron diez repeticiones por especie, por cada tratamiento, procedentes de cinco árboles distintos.

### **Acondicionamiento**

Las probetas fueron acondicionadas al aire libre bajo techo hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 20% medido con un detector de pines aislados en el centro geométrico de una cara y a una profundidad de 2.5cm<sup>(\*)</sup>.

### **Tratamiento por inmersión prolongada**

Se utilizó una solución de sales CCB al 5%. El período de inmersión fue de 14 días. Se determinó el aumento de peso diariamente durante la primera semana y en forma interdiaria durante la segunda semana.

### **Tratamiento por impregnación a vacío-presión**

Se utilizó una solución de sales CCA al 2.8%. El período de vacío fue de 30 minutos a 550 mm Hg; se inundó el autoclave manteniéndose el vacío.

Finalmente se aplicó presión a 5.6 – 7.0 kg/cm<sup>2</sup> hasta rechazo virtual. Se terminó el proceso con un vacío final de limpieza por 10 minutos a 250 mm Hg. Se determinó el peso final de las probetas.

### **Tratamiento por baño caliente frío**

Se utilizó una solución de pentaclorofenol al 5% en petróleo diésel 2. El baño caliente fue de 4 horas a 70°C., dejándose enfriar hasta completar 24 horas. Se determinó el peso final de las probetas.

---

\* Con el detector de pines aislados se puede determinar el contenido de humedad de tablas de diferente longitud, a una distancia no menor de 30 cm del extremo y a una profundidad de 1/5 del espesor, teniéndose, en principio, el contenido de humedad promedio. En el centro geométrico y a una profundidad igual a la mitad del espesor de la probeta se encuentra el contenido de humedad máximo.

### **Determinación de la penetración**

La penetración se determinó de acuerdo a las especificaciones de la norma ITINTEC 251.026, mediante reacciones colorimétricas con los reactivos cromo azurool S en solución de acetato de sodio para la identificación del cromo (sales CCA) y leuco base para la identificación del pentaclorofenol.

### **Interpretación de resultados**

Los resultados se interpretaron de acuerdo a las especificaciones de la norma ITINTEC 251.033.

### **Calificación de la absorción**

Se calificó de acuerdo a la siguiente escala:

- Absorción alta (AA). Más de 200 kg/m<sup>3</sup>;
- Absorción buena (AB). De 150 a 200 kg/ m<sup>3</sup>;
- Absorción mala (AM). De 100 a 149 kg/ m<sup>3</sup>;
- Absorción nula (AN). Menos de 100 kg/ m<sup>3</sup>.

### **Calificación de la penetración**

Se calificó de acuerdo con la siguiente escala:

- Total regular (TR) : Cuando toda la sección transversal está penetrada en concentración uniforme.
- Parcial regular (PR) : Cuando en la zona penetrada existen lagunas pequeñas con secciones de mayor concentración.

- Parcial irregular (PI) : Cuando la sección penetrada es periférica y no sigue un patrón fijo.
- Vascular (PV) : Cuando la penetración sigue los elementos de conducción.
- Nula (PN) : Cuando no hay penetración o es insignificante.

### **Evaluación de los resultados**

De acuerdo a la calificación por absorción y penetración, las maderas se clasificaron como sigue:

- Fácil de tratar (FT). Maderas con absorción alta y penetración total en albura y duramen.
- Moderadamente tratable (MT). Maderas con absorción buena y penetración parcial regular en albura y duramen.
- Difícil de tratar (DT). Maderas con absorción mala y penetración parcial irregular en albura y duramen.
- Imposible de tratar (IT). Maderas con absorción nula y penetración vascular o nula en albura y duramen.

**Cuadro N° 1. Relación de maderas ensayadas**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Aguano cumala	<i>Virola albidiflora</i> Ducke	MIRISTICACEAE
Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Vogel) Marcbride	CAESALPINACEAE
Balata sapotina	<i>Chrysophyllum ucuquirana</i> Branca (Aubreville & Pennington)	SAPOTACEAE
Capinurí	<i>Maquira coriacea</i> (Karsten) C.C. Berg	MORACEAE
Carahuasca	<i>Guatteria hyposericea</i> Diels	ANNONACEAE
Caucho masha	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke.	MORACEAE
Cumala caupuri	<i>Virola pavonis</i> (A.DC.) A.C. Smith	MIRISTICACEAE
Favorito	<i>Osteophloeum patyspermun</i> (A.DC.) Warb.	MIRISTICACEAE
Goma pashaco	<i>Parkia igneiflora</i> Ducke	FABACEAE
Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i> subsp. <i>Spectabilis</i> (C. Mart. ex A.DC.) Fentry	BIGNONIACEAE
Huira caspi	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet.	ANACARDIACEAE
Loro shungo	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	MORACEAE
Manchari caspi	<i>Vantanea parviflora</i> Lamarck	HUMIRIACEAE
Machimango blanco	<i>Eschweilera coriacea</i> (A.DC.) S. Mori	LECYTHIDACEAE
Machimango color.	<i>Eschweilera parviflora</i> C. Martius ex A.DC.	LECYTHIDACEAE
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Martius). Mez	LAURACEAE
Moena sin olor	<i>Ruizterania trichantera</i> (Warning) Marcano-Berti	VOCHISIACEAE
Papelillo	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	LECYTHIDACEAE
Parinari	<i>Licania micrantha</i> Miguel	CRISOBALANACEAE
Pashaco curtidor	<i>Parkia multifuga</i> Bentham	MIMOSACEAE
Pucuna caspi	<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	MIRISTICACEAE
Punga	<i>Pseudobombax munguba</i> C. Martius & Zuccarini Dugand	BOMBACACEAE
Quillobordón	<i>Aspidosperma marcgravianum</i>	APOCYNACEAE
Quinilla caimitillo	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pavon) Raldkofer	SAPOTACEAE
Rifari	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	MELASTOMATAACEAE
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aublet	EUPHORBIACEAE
Shiringarana	<i>Micranda spruceana</i> (Baill) R. Schultes	EUPHORBIACEAE
Tangarana	<i>Tachigali melinonii</i> (Warms) Zarucchi & Herendeen	FABACEAE
Yacushapana	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.) Richl.	COMBRETACEAE
Yesca caspi	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	VOCHYSUACEAE

**Cuadro N° 2. Tratabilidad de 30 maderas**

Nombre Común	Calificación por Tratabilidad		
	Inmersión Prolongada	Baño Caliente Frío	Vacío Presión
Aguano cumala	IT	FT	FT
Ana caspi	IT	MT	FT
Balata sapotina	IT	DT	DT
Capinuri	IT	FT	FT
Carahuasca	DT	FT	FT
Caucho masha	FT	FT	FT
Cumala caupuri	IT	FT	FT
Favorito	FT	FT	FT
Goma pashaco	IT	FT	FT
Huamanzamana	FT	FT	FT
Huira caspi	IT	MT	MT
Loro shungo	MT	FT	FT
Manchari caspi	IT	DT	DT
Machimango blanco	IT	DT	DT
Machimango colorado	IT	DT	DT
Moena amarilla	IT	MT	MT
Moena sin olor	IT	MT	MT
Papelillo	IT	FT	FT
Parinari	IT	MT	MT
Pashaco curtidor	DT	FT	FT
Pucuna caspi	IT	MT	MT
Punga	FT	FT	FT
Quillobordon	IT	MT	MT
Quinilla caimitillo	IT	IT	IT
Rifari	IT	FT	FT
Shiringa	MT	FT	FT
Shiringarana	IT	DT	DT
Tangarana	IT	DT	DT
Yacushapana	IT	DT	DT
Yesca caspi	IT	DT	DT

FT, facil de tratar.  
DT, difcil de tratar

MT, moderadamente tratable.  
IT, imposible de tratar.

#### 4. DISCUSION DE RESULTADOS

El comportamiento de maderas sometidas a tratamiento preservador por inmersión prolongada en soluciones acuosas de sales CCB al 5% ha sido deficiente. Sólo en seis maderas (caucho masha, favorito, huamanzamana y punga son fáciles de tratar; loro shungo y shiringa son moderadamente tratables) se obtiene una absorción líquida y penetración técnicamente adecuada, que permita proteger la madera del ataque de los numerosos agentes de deterioro biológico. Sin embargo, con excepción de la madera de punga, se han obtenido penetraciones parciales regulares, asociadas al sistema vascular, lo que indica que en determinados tipos de escuadría los resultados pueden ser desfavorables.

A consecuencia de la inmersión prolongada se observó la formación de un abundante precipitado castaño rojizo, evidencia de la precipitación del cromo reducido, insoluble en agua y sin capacidad de fijación de sí mismo y del cobre en la madera. Es probable que la reducción del cromo hexavalente se deba a la disolución de azúcares de la madera durante la inmersión prolongada, que tienden a incrementar el pH de la solución de tratamiento. En todo caso, puede regularse la acidez de la solución de tratamiento por adición de un ácido fuerte o de una sal ácida, tal como el sulfato ácido de potasio.

Por el método de baño caliente-frío se han obtenido buenos resultados, aún en maderas de densidad alta. Catorce maderas (aguano cumala, capinuri, carahuasca, cuacho masha, cumala caupuri, favorito, goma pashaco, huamanzamana, loro shungo, papelillo, pashaco curtidor, punga, rifari y shiringa) son fáciles de tratar. Siete maderas (ana caspi, huirra caspi, moena amarilla, moena sin olor, parinari, pucuna caspi y quillobordón) son moderadamente tratables. En comparación con el tratamiento anterior es relevante el efecto que produce en la madera el periodo de calentamiento, que dilata los poros, efecto especialmente útil en maderas de textura fina.

También permite la eliminación del aire contenido en las cavidades celulares, para posteriormente en el baño frío suceda la absorción de la solución de tratamiento forzada por el vacío parcial hacia el interior de la probeta. Es probable, además, que en aquellas maderas en que no se obtuvieron buenos resultados, puedan variarse las condiciones de tratamiento, básicamente la temperatura del baño caliente y la duración de ambos baños y, de ser posible, la disponibilidad de baños en tinajas separadas para mejorar el efecto del vacío parcial del baño caliente, aumentando la absorción y la penetración. Asimismo, puede

mejorarse la absorción regulando la viscosidad de los solventes, mediante la adición de un solventes con poder de humectación.

En el ensayo por vacío presión también se han obtenido buenos resultados. Dieciseis maderas de densidad media a baja son fáciles de tratar (todo el grupo anterior y ana caspi). Así mismo seis son moderadamente tratables (huira caspi, moena amarilla, moena sin olor, parinari, pucuna caspi y quillobordón). Al igual que en el baño caliente frío, en este proceso se evidencian los efectos del vacío y de la presión relativamente alta.

El vacío desaloja el aire de las cavidades celulares y prepara al tejido leñoso para compensar el déficit de presión con la impregnación. Cabe indicar que en once maderas se han obtenido absorciones líquidas muy altas y penetraciones totales (capinuri, carahuasca, caucho masha, cumala blanca, cumala caupuri, favorito, huamanzamana, loro shungo, pashaco, punga y shiringa), lo que indica la necesidad de reducir la intensidad o duración de los procesos de vacío y presión para no exceder los costos de tratamiento.

En tres maderas (tangarana, quillobordón y yacushapana) se ha obtenido absorciones altas y penetraciones parciales regulares, resultados que pueden mejorar con un acondicionamiento previo, tal como la práctica de incisiones o un aumento en la intensidad y duración de los procesos de vacío y presión.

También se ha observado la formación de un precipitado verde, probablemente cromo reducido que arrastra al cobre, aunque se forma en pequeña proporción, puede reducirse por acidificación de la solución de tratamiento.

Como quiera que los ensayos se han efectuado en probetas semejantes en lo que se refiere a dimensiones, contenido de humedad, defectos, estado fitosanitario, etc., los resultados entre maderas indican que se deben a las diferencias en la estructura anatómica.

## 5. CONCLUSIONES

1. Mediante el método de inmersión prolongada en solución acuosa de sales CCB al 5%, cuatro maderas son fáciles de tratar, dos son moderadamente tratables, dos son difíciles de tratar y veintidós son imposibles de tratar.
2. Con el método de baño caliente frío con solución de pentaclorofenol al 5%, 14 maderas son fáciles de tratar, siete son moderadamente tratables, seis son difíciles de tratar y tres son imposibles de tratar.
3. Por impregnación a vacío presión con sales CCA al 2,8 %, quince maderas son fáciles de tratar, seis son moderadamente tratables, siete son difíciles de tratar y tres son imposibles de tratar.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AROSTEGUI V., A. 1968. Penetración y retención de pentaclorofenol y boliden mediante tratamiento sin presión en maderas de Tingo María. En: *Revista Forestal del Perú* Vol 2(1): pp. 23 - 24
- 1969. *Estudio integral de la madera para la construcción*. Lima. DGFF/UNALM. 166 p.
- AROSTEGUI et al. 1970. *Estudio tecnológico de maderas del Perú*. Vol II. *Métodos y especificaciones para ensayos tecnológicos con maderas*. Lima. UNA/MINA. 104 p.
- GONZALES F, R. 1967 Comportamiento de maderas de Tingo María al tratamiento preservador a presión. En: *Revista Forestal del Perú*. Vol 1 (2): pp. 48-64.
- 1970. *Preservación de la madera*. Lima. UNA/MEM. 107 p.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA 1984. *Manual del grupo andino para la preservación de maderas*. Lima. JUNAC. 121 p.
- HUNT, G. y GARRAT, A. 1966. *Preservación de la madera*. Barcelona. Salvat Editores. 486 p.
- TOLEDO, E. 1981. *Estudio de la preservación de la madera en el Perú*. Lima. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. 55 p.