

Preservación de estantillos de *Eucalyptus urophylla* con sales CCA

Preservation of Eucalyptus urophylla posts with CCA salts

OSWALDO ERAZO,
OSVALDO ENCINAS
y YOLY MOLINA

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,
Laboratorio Nacional de Productos Forestales y Ambientales, Grupo en
Conservación de la Madera, Mérida, Venezuela,
correos electrónicos: erazooswaldo@ula.ve; oencinas@ula.ve; yoly@ula.ve

Recibido: 09-04-11 / Aceptado: 29-11-11

Resumen

Los estantillos de madera son ampliamente usados para la delimitación de fincas ganaderas. Estos se obtienen de árboles del bosque natural, sin embargo, debido a las fuertes condiciones ambientales a los que son expuestos y a la acción de los microorganismos e insectos que se encuentran en los ecosistemas tropicales son deteriorados en pocos años, por lo que, se requiere reemplazarlo, de este modo, aumenta el impacto ambiental sobre los bosques naturales. Una alternativa para la disminución de la extracción de madera para estantillos es la utilización de madera de plantaciones. Cuatro categorías diamétricas de postes de eucalipto (*Eucalyptus urophylla x grandis*): 8-10 cm, 10-12 cm, 12-14 cm y mayor a 14 cm de diámetro y longitud de 2 m en cada clase diamétrica provenientes de plantaciones de la empresa Desarrollo Forestales San Carlos (San Carlos, Estado Cojedes, Venezuela) fueron preservadas con sales CCA mediante el proceso vacío-presión. De cada categoría diamétrica se seleccionaron 60 piezas con contenido de humedad inferior al punto de saturación de la fibra. La clase diamétrica 10-12 cm presentó los valores más altos de absorción y retención del preservante en comparación a las categorías de mayor diámetro, las cuales al presentar menores proporciones de albura obtuvieron menores valores. Las piezas de menor diámetro no mostraron una diferenciación entre albura y duramen, por lo que presentaron variadas absorciones del preservante.

Palabras clave: eucalipto, albura, plantaciones, sales CCA.

Abstract

The wood fence posts are widely used for the delimitation of cattle ranches. These are derived from natural forest trees, however, due to strong environmental conditions that are exposed and the action of microorganisms and insects found in tropical ecosystems are degraded in a few years, so that replacement is required, thus increasing the environmental impact on natural forests. An alternative to the decline in timber extraction for fence posts is the use of plantation timber. Four diametric categories posts from eucalyptus (*Eucalyptus urophylla x grandis*): 8-10 cm, 10-12 cm, 12-14 cm and greater than 14 cm in diameter and 2 m length in each diameter class from the company's plantations "Desarrollos Forestales San Carlos" (San Carlos, Estado Cojedes, Venezuela) were preserved with CCA by vacuum-pressure process. From each diametric category were selected 60 pieces with moisture content below the fiber saturation point. 10-12 cm diameter class showed the highest values of absorption and retention of preservative in comparison to the categories of greatest diameter, which at present lower proportions of sapwood had lower values. The pieces of smaller diameter showed no difference between sapwood and heartwood, for which has several absorptions of preservative.

Key words: eucalyptus, sapwood, plantations, CCA salts.

1. Introducción

La madera es un material que puede ser utilizado para la elaboración de una gran cantidad de productos, debido esencialmente a las características física-mecánicas que esta presenta, la cual la hace una de las principales materia prima usada a nivel mundial, sin embargo, en ocasiones, su uso se limita cuando está expuesta a condiciones ambientales severas, especialmente en contacto con el suelo, las cuales producen en la madera un alto grado de deterioro, imposibilitándola para la cual fue desti-

nada, por lo tanto su vida útil se reduce vertiginosamente. En Venezuela uno de los principales usos de la madera en contacto con el suelo es como estantillos en fincas agropecuarias (Encinas y Mora, 2005).

La vida útil de la madera se incrementa a través de métodos de preservación con productos químicos que sean altamente eficientes contra microorganismos e insectos y que además pueda permanecer en la madera, es decir que no se lixivien tan fácilmente cuando la madera es expuesta en ambientes saturados de humedad. De los preser-

vantes hidrosolubles más efectivos contra el ataque de hongos de pudrición y termitas y de mayor utilización en ambientes húmedos están las sales CCA (Helsen y Van den Bulck, 1998; Ling y Wong, 2005; Wong *et al.*, 2005), las cuales son una mezcla de óxido de cobre, óxido crómico y pentóxido de arsénico.

La influencia de la albura en el proceso de preservación puede determinar si una madera es tratada con las exigencias que establecen las normas internacionales de protección de la madera, es decir, que posea una absorción y retención adecuada para poder ser utilizada en contacto con el suelo, ya que piezas de madera con una alta formación de duramen tendrán menor absorción del preservante, debido a la presencia de extractivos, además, el volumen de albura presente en estas piezas es menor, en comparación con aquellas piezas de menor diámetro que contienen mayor volumen de albura que de duramen. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la albura de madera de eucalipto sobre la absorción retención y penetración de sales CCA.

En Venezuela, son pocas las empresas que preservan maderas en forma industrial, a pesar de que la demanda para los productos de madera preservados está aumentando constantemente. Entre estas compañías, Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA), situado en el estado Cojedes produce estantillos para alambrado hechos con madera de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *grandis*) proveniente de plantaciones, estos son preservados con sales de arseniato de cobre cromatado (CCA) para prolongar su vida útil de servicio.

2. Materiales y métodos

2.1 Manejo de la materia prima

Se seleccionaron 60 piezas al azar de cada pila de madera ubicada en el patio de almacenamiento, tomando el diámetro en forma de cruz en los extremos de la pieza y aplicando la fórmula de Smalian se obtuvo el volumen de cada una de las piezas. En las piezas donde era distinguible a simple vista el duramen, se calculó su volumen y por diferencia se obtuvo el volumen de albura. Para la determinación de la humedad de las piezas de eucalipto se utilizó un medidor digital de contenido de hu-

medad. Las piezas de cada categoría diamétrica se sometieron al proceso de preservación conocido como célula llena o Bethell en un autoclave perteneciente a DEFORSA, en el cual se aplicó un tiempo de vacío inicial de 30 minutos, seguidamente una presión de 12 kg/cm² por una hora y un vacío final de 15 minutos. La concentración de las sales CCA fue de 1,7 %.

2.2 Determinación de la absorción, retención y penetración.

Para la determinación de la absorción se pesaron las 60 piezas de cada categoría diamétrica antes de ser preservadas, luego que las piezas de maderas fueron preservadas se volvieron a tomar sus pesos, por diferencia de pesos y la relación entre el volumen se obtuvo la absorción para cada pieza de madera y para toda la carga, y con la concentración de la solución se determinó la retención (Junac, 1988). De las categorías diamétricas evaluadas se extrajeron tres discos, dos a los extremos (20 cm desde el tope de la pieza) y un disco del centro de la pieza, cada disco con dos (2) cm de espesor, luego para conocer la penetración se utilizó cromoazurol, un producto químico que tiñe a la madera de azul, color característico de la presencia de cobre en la madera tratada.

2.3 Observaciones microscópicas

En las piezas de la categoría de menor diámetro donde no se diferenció claramente el duramen se realizaron cortes finos a las secciones de madera y se colorearon con safranina, esto con el objeto de efectuar las observaciones en el microscopio óptico para la determinación de la porción de albura correspondiente a la pieza de madera, además observar la presencia del preservante en la madera temprana y tardía.

3. Resultados y discusión

3.1 Absorción y retención de los estantillos de eucalipto

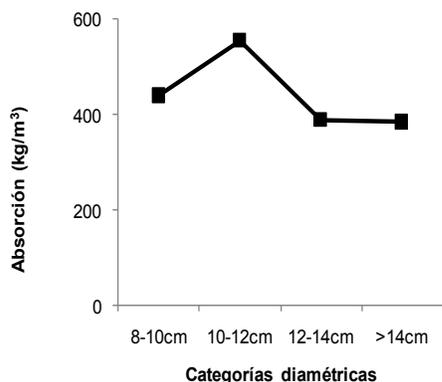
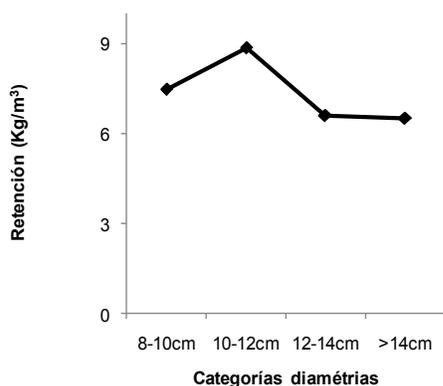
Los resultados de las pruebas de absorción y retención realizadas a las distintas categorías diamétricas se exponen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valores obtenidos de retención y absorción.

	Categorías diamétricas (cm)							
	8-10		10-12		12-14		>14	
	Abs. kg/m ³	Ret. kg/m ³	Abs. kg/m ³	Ret. kg/m ³	Abs. kg/m ³	Ret. kg/m ³	Abs. kg/m ³	Ret. kg/m ³
Prom.	439,77	7,48	554,44	8,87	388,08	6,60	383,77	6,52
Des Est	107,39	1,83	89,29	1,43	55,56	0,94	55,22	0,94
C. V.	24,42	24,42	16,10	16,10	14,32	14,32	14,39	114,39

En relación a la retención, los valores promedios obtenidos para cada una de las categorías diamétricas muestran una clara disminución a medida que se incrementa el diámetro de las piezas, no obstante, las piezas con diámetro de 10-12 cm obtuvieron el máximo valor (8,87 kg/m³), incluso por encima de la categoría 8-10 cm de diámetro (7,48 kg/m³). De igual forma, sucedió con la absorción (554,44 kg/m³ y 439,77 kg/m³, respectivamente).

Como se observa en las figuras 1 y 2, se hace evidente la disminución de la absorción y retención

**Figura 1.** Absorción promedio obtenida en las diferentes categorías diamétricas.**Figura 2.** Retención promedio obtenida en las diferentes categorías diamétricas.

a medida que las piezas poseen mayores diámetros, sin embargo, al observar los resultados en el cuadro 1, las piezas de 8-10 cm de diámetro presentan menores valores que la categoría de 10-12 cm de diámetro. Se presume que una de las principales causas de que esto haya ocurrido se debe a que en las piezas de 8-10 cm no existe una formación definida entre albura y duramen.

3.2 Porcentaje de albura de las categorías diamétricas

El porcentaje de albura por secciones diamétricas es superior en las piezas de 8-10 cm (75,64 %) en comparación a las piezas mayores a 14 cm (56,94 %) (Cuadro 2). En estos porcentajes se reflejan que las piezas de mayores dimensiones poseen menor cantidad de albura, esto se explica por el hecho de que a mayor diámetro mayor será la proporción del duramen.

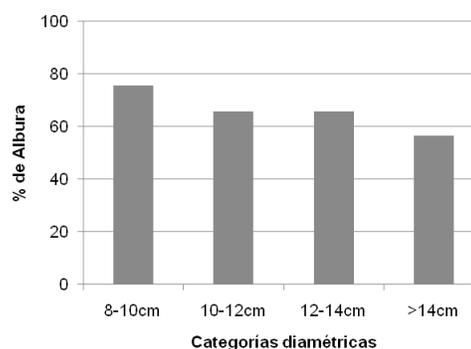
Cuadro 2. Porcentaje de albura por categorías diamétricas.

Categoría diamétrica	% de Albura	Dif.
8-10 cm	75,76	**
10-12 cm	65,96	ns
12-14 cm	66,00	ns
>14 cm	56,94	**

** : Diferencia significativa

ns : no presenta diferencia significativa

Los valores porcentuales de albura de las distintas clases diamétricas se pueden observar mejor en la figura 3, destacándose que el menor porcentaje de albura se encontró en la categoría de mayor diámetro. El análisis estadístico indica que la proporción de albura y duramen presente en las secciones de

**Figura 3.** Porcentaje de albura de las categorías diamétricas.

10-12 y 12-14 cm de diámetro no muestra una diferencia significativa entre ellas, pero son altamente significativas en relación con las categorías de 8-10 cm y mayores a 14 cm (Cuadro 2).

3.3 Penetración de las sales CCA en la madera de eucalipto

Para la categoría diamétrica de 8-10 cm, la penetración de las sales CCA fue en su mayoría parcial irregular, tanto para duramen como para la albura, sin embargo en pocas piezas no hubo una penetración de la solución preservante en el duramen, posiblemente se debe a que el duramen se formó completamente. Caso contrario sucedió con el resto de las piezas, como no hay una clara formación del duramen, las piezas presentan una distribución irregular del preservante en toda su sección.

En la figura 4 se observan las zonas claramente coloreadas de azul formando anillos concéntricos o forma aleatoria sin definición de áreas que sigan un patrón constante. Cabe señalar que esto solo se presentó en esta categoría diamétrica. Las observaciones microscópicas permitieron confirmar esta apreciación.

En la categoría 10-12 cm, la penetración de las sales CCA en la albura fue de total regular (Figura 5) a total irregular. Sin embargo, la penetración del líquido en el duramen puede calificarse de parcial irregular y parcial vascular. Aún en esta categoría, las piezas cuyo diámetro es ligeramente superior a 10 cm no presentan una clara formación entre albura y duramen, no obstante, en la mayoría de las piezas existe la formación del duramen, de este modo, la penetración de la solución preservante se



Figura 4. Distribución del preservante. Secciones central (izquierda) y extremo (derecha) de una pieza de 8-10 cm de diámetro.

presentó totalmente en la albura como se evidencia en la figura 5, en la cual al aplicarle el producto químico revelador del cromo produjo una coloración azul. Esto demuestra que esta porción de la madera puede ser fácilmente preservada como lo señalan los estudios realizados por Matsunaga *et al.* (2004) y Bergman (2000), que además, encontraron en las células del parénquima longitudinal de la albura la mayor concentración de cobre.

Las categorías diamétrica de 12-14 cm y >14 cm, al poseer una clara diferenciación entre albura y duramen, solo la albura recibió la solución preservante, presentando en la mayoría de las piezas penetración total regular, esto corrobora que la albura de eucalipto es fácil de preservar (Encinas, 2005).



Figura 5. Penetración del preservante en el centro de una pieza de 10-12 cm de diámetro.

3.4 Observación microscópica de las muestras para la determinación de albura y duramen

Las piezas observadas en el microscopio óptico presentaron las siguientes características: en la porción que se asume como duramen no existe una clara diferenciación, la presencia de tílides en los vasos no siguen un patrón definido, es decir muchos de los vasos no contienen tílides (Figura 6), esto evidencia que no hay una formación completa entre la albura y el duramen. También se observó en la parte más externa de la pieza, es decir en la albura, presencia de tílides, lo que demostró que aún no se ha producido la formación del duramen. La presencia de tílides en los vasos impide que el preservante siga las vías normales que utilizan los líquidos en la madera para su desplazamiento.

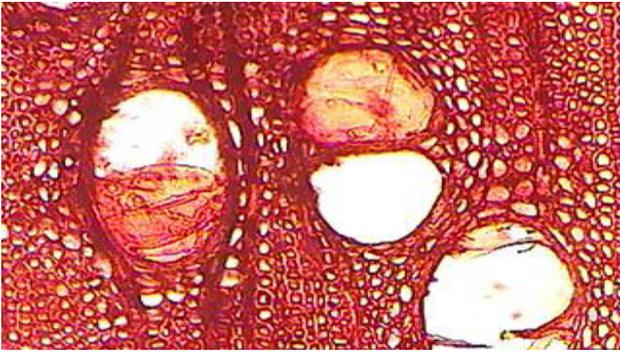


Figura 6. Presencia de tílides.

4. Conclusiones

Los valores de retención y absorción obtenidos para cada una de las categorías diamétricas muestran que al incrementar el diámetro de las piezas estos valores disminuyen. En el caso de las piezas de 8-10 cm de diámetro los resultados encontrados fueron inferiores a los hallados en la categoría de 10-12 cm, no obstante, las dos primeras clases diamétricas obtuvieron los valores más altos que las categorías superiores. La disminución de la absorción y retención en las piezas de 12-14 cm y >14 cm se debe principalmente a la baja proporción de albura presente en la madera. Lo contrario sucede con aquellas piezas de menores dimensiones que están constituidas por grandes porciones de albura (piezas de 8-10 cm, 76 %). Indudablemente, la albura juega un papel importante en la preservación de la madera, ya que al encontrarse alrededor del duramen y ser fácilmente impregnada de líquidos preservante le confiere cierto grado de protección y durabilidad a la madera, en especial cuando la especie utilizada está en contacto con el suelo (Hedley *et al.*, 2000), puesto que en esta condición es propensa al ataque de microorganismos e insectos que la degradan en su totalidad.

5. Referencias bibliográficas

- BERGMAN, Ö. 2000. Performance of treated and untreated sawn fence posts of Scots pine and Norway spruce. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP 00-30247.*
- ENCINAS, O. 2005. Preservación de bambú y madera de plantaciones mediante desplazamiento de savia forzado. *Revista Forestal Venezolana* 49(2): 153-162.

ENCINAS, O. y N. MORA. 2005. Venezuelan net of test fields for the study of the effectiveness of treatments of non commercial timbers from natural tropical forests. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP05-20318.*

HEDLEY, M., D. PAGE y B. PATTERSON. 2000. Long term performance of CCA preservatives in ground contact. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP 00-30223.*

HELSEN, L. y E.VAN DEN BULCK, 1998. The microdistribution of copper, chromium and arsenic in CCA treated wood and its pyrolysis residue using energy dispersive x-ray analysis in scanning electron microscopy. *Holzforschung* 52(6): 617-614.

JUNAC. 1988. *Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas.* Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú. 193 p.

LING, W.C. y A.H.H. WONG. 2005. Tropical in-ground durability of structural sarawak hardwoods impregnated to high retention with CCA-salts, CCA-oxide and FCAP after 20 years exposure. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP05-30384.*

MATSUNAGA, H., J. MATSUMURA y K. ODA. 2004. Anatomical characteristics to the distribution of water-borne copper wood preservatives in wood. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP 04-40277.*

WONG, A.H.H., Y.S. KIM, A.P. SINGH y W.C. LING. 2005. Natural durability of tropical species with emphasis on Malaysian hardwoods-Variations and Prospects. *The International Research Group on Wood Preservation. Document IRG/WP 05-10568.*