

RETENCION Y PENETRACION EN ESTACONES DE *EUCALYPTUS SALIGNA*, SOMETIDOS A TRATAMIENTO CON CuSO_4 Y SAL CCC, EN BAÑO CALIENTE Y FRIO Y VACIO-PRESION

OSCAR ESCOBAR C. *
OVIDIO SOLANO C. **

RESUMEN

Este trabajo describe y da los resultados obtenidos con el pretratamiento de estacones de *Eucalyptus saligna* a tres soluciones de CuSO_4 y su posterior tratamiento con sales CCA (OSMOSE K-33).

El sulfato de cobre se aplicó por el método de baño caliente y frío, seguido por el proceso de difusión durante una semana; para los anteriores tratamientos se usó madera verde o parcialmente seca al aire; las sales CCA se aplicaron a madera seca por el método de vacío-presión.

Una de las razones para llevar a cabo este refuerzo de las sales CCA, es haber encontrado postes de eucalipto severamente atacados por hongos, en especial con pudrición blanda.

Los estacones fueron tratados inicialmente con soluciones de sulfato de cobre a 1%, 2% y 3% de concentración; luego los estacones fueron tratados con una solución de sal CCA al 2.5% de concentración por vacío-presión.

Se usaron 40 estacones distribuidos en 4 grupos de 10: tres (3) grupos fueron usados para el tratamiento con las soluciones de CuSO_4 y solución de CCA; el grupo restante fue tratado con la sal CCA únicamente, el cual fue usado como grupo testigo para fines de comparación en los ensayos de campo (cementerios).

* Ingeniero Forestal, Ms. Tecnología de Maderas.

** Ingeniero Forestal, Universidad Nacional. Medellín.

1. INTRODUCCION

Los postes de **Eucalyptus saligna** utilizados en conducciones eléctricas en Colombia, han mostrado ataques severos de pudrición blanda, aún en aquellos postes tratados previamente con sales CCA por el sistema vacío-presión.

Por tal motivo la empresa OSMOSE WOOD PRESERVING CO. solicitó el Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional, Seccional de Medellín, la conducción de una investigación tendiente a reforzar la aplicación de las sales CCA por vacío-presión, con un pre-tratamiento de los postes utilizando CuSO_4 en tres concentraciones: 1%, 2% y 3% por el sistema baño caliente y frío y difusión por una semana.

Este procedimiento mixto ya ha sido ensayado en pequeña escala, con algunos buenos resultados.

Como objetivos de esta investigación se tienen entre otros:

1.1 Encontrar la concentración adecuada de CuSO_4 para usar como pretratamiento de los postes que se vayan a tratar con sales CCA por el método vacío-presión.

1.2 Determinar en el campo (cementeros) la efectividad del tratamiento contra la pudrición blanda, encontrada en postes tratados con sales CCA únicamente. Para este caso se estudiará el comportamiento de los estacones en parcelas de ensayo localizadas en: Chinchiná (Caldas), Santa Fe de Antioquia (Antioquia) y en el Valle de Aburrá (Medellín).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Madera

Para el presente trabajo se utilizaron 40 estacones de **Eucalyptus saligna** de 1.75 m. de longitud, los cuales fueron divididos en cuatro grupos de 10 estacones cada uno. Los diámetros de los estacones variaron entre 13-18 cms. (5-7 pulgadas).

El contenido de humedad fue superior a 30%.

Los estacones se marcaron consecutivamente del N° 1 al N° 40.

Del N° 1 al 10 correspondió al tratamiento con CuSO_4 , al 3%,

del N° 11 al 20 con CuSO_4 al 2% ; del N° 21 al 30 con CuSO_4 , al 1% y el del N° 31 al 40 sin tratamiento con CuSO_4 .

2.2 Equipo

Se utilizó el siguiente equipo existente en el Laboratorio de Productos Forestales:

a. Tanque de material de $60 \times 60 \times 300$ cm., al cual se le adaptó un sistema de calefacción utilizando tubería de cobre para la conducción del vapor proveniente de la caldera.

b. Caldera de vapor de capacidad máxima de 150 lbs. y con una capacidad máxima de calentamiento de 518 lbs./hora.

c. Tubería de cobre utilizada como serpentín o unidad de calentamiento, resistente a la acción corrosiva del CuSO_4 .

d. Termómetro para el control de la temperatura de la solución del CuSO_4 hasta un máximo de 60°C .

e. Balanzas de precisión.

f. Densímetro.

g. Cubierta de polietileno.

h. Planta piloto para el tratamiento vacío-presión.

2.3 Métodos

Una vez numerados los estacones y separados en los cuatro grupos, se preparó la primera solución de CuSO_4 al 3%.

Se colocaron diez (10) estacones en el tanque con la solución, los cuales fueron previamente pesados, con el fin de determinar por diferencia de pesos, la cantidad de solución absorbida. Posteriormente la solución se calentó por medio del serpentín hasta una temperatura de 60°C .

La madera se dejó en la solución caliente por espacio de 24 horas; al cabo de este tiempo se suspendió el calentamiento y la madera permaneció por espacio de otras 24 horas a temperatura ambiente.

Al cabo de las 48 horas, se sacaron los estacones, se dejaron escurrir por un tiempo y se pesaron con el fin de determinar el peso final y así poder calcular la absorción de la solución de CuSO_4 por la madera.

Los estacones se apilaron en forma compacta y se cubrieron con polietileno durante una semana con el fin de inducir la difusión del cobre durante dicho período de tiempo.

Al final de la semana de difusión, se destaparon y se procedió a sacar la muestra respectiva de cada estación a 30 cm. del extremo, con el fin de determinar por medio del cromo-azurol, la penetración del cobre.

Para proceder al tratamiento con las sales CCA al 2.5%, los estacones fueron secados hasta un contenido de humedad de $\pm 20\%$. Para este proceso también se efectuaron pesadas antes y después del tratamiento con el fin de determinar la cantidad de sal absorbida.

Después de efectuado el tratamiento, se sacaron muestras de cada uno de los estacones para determinar la penetración de la sal por medio del reactivo cromo-azurol.

Para una determinación más precisa de las cantidades de cromo, cobre y arsénico, se cortaron muestras de cada uno de los 40 estacones, las cuales fueron enviadas a la ciudad de Buffalo, estado de New York, U.S.A.

El mismo procedimiento anteriormente descrito se siguió con los otros grupos de estacones o sea del N° 11 al 20 y del N° 21 al 30.

Para el grupo del N° 31 al 40, solamente se sometió al tratamiento vacío-presión con las sales CCA (OSMOSE K-33) al 2.5%. Estos estacones fueron los testigos en el proceso de los ensayos de campo en las parcelas experimentales mencionadas anteriormente.

3. RESULTADOS

En este capítulo sólo se presentan los resultados y análisis estadístico para los ensayos de baño caliente y frío y vacío-presión, con especial referencia a la penetración y la absorción de sales (ver tablas N° 1 y N° 2).

Los resultados de los ensayos de campo (cementeros) se incluirán en un informe posterior cuando se hagan las evaluaciones del caso.

Asimismo en la tabla N° 3 se presenta un resumen de la determinación de óxidos por el método de la American Wood Preservers AWP A7 y A2, el cual incluye un lavado de las muestras, seguido

del método de análisis volumétrico. Dicha determinación fue efectuada en la ciudad de Buffalo, en los Estados Unidos de Norteamérica.

Con relación a la penetración obtenida en los dos tratamientos, ésta fue parcial, formando un anillo de madera inmunizada en la parte de la albura. El espesor promedio del anillo en el tratamiento de baño caliente y frío fue de 2.15 cms. y de 2.5 cms. para los estacones con los dos tratamientos.

4. DISCUSION

4.1 Se observó lo siguiente con relación a la penetración del CuSO_4 y de la sal CCA (K-33):

TABLA N° 1

ANALISIS ESTADISTICO DEL PROCESO BAÑO CALIENTE Y FRIO
CON CuSO_4

	n	\bar{X}	ΣX	ΣX^2	σn	$\sigma n-1$	CV%
			Concentración 1%				
Penetración	10	1.97	19.70	41.63	0.5311	0.5598	28.42
Absorción líquida	10	186.21	1862.09	364767.65	42.456	44.752	24.03
Absorción sólida	10	1.863	18.630	36.503	0.424	0.477	23.97
			Concentración 2%				
Penetración	10	2.29	22.90	56.115	0.606	0.639	27.9
Absorción líquida	10	178.89	1788.88	344246.31	49.231	51.894	29.00
Absorción sólida	10	3.58	35.77	137.651	0.985	1.038	29.03
			Concentración 3%				
Penetración	10	2.18	21.8	50.40	0.536	0.565	25.93
Absorción líquida	10	119.36	1193.61	146512.95	20.105	21.193	17.76
Absorción sólida	10	3.58	35.80	131.81	0.604	0.637	17.79

TABLA N° 2

ANALISIS ESTADISTICO DEL TRATAMIENTO A VACIO-PRESION
CON SALES CCA AL 2,5% Y PRETRATAMIENTO CON
 CuSO_4 AL 1%

Penetración	10	2.5	25.0	68.50	0.775	0.816	32.66
Absorción líquida	10	208.56	2085.59	490889.17	74.78	78.83	37.80
Absorción sólida	10	5.21	52.13	306.75	1.87	1.97	37.82

TABLA N° 2 (Continuación)
 CON SALES CCA AL 2,5% Y PRETRATAMIENTO CON
 CuSO₄ AL 2%

Penetración	10	2.80	280	83.68	0.727	0.766	27.36
Absorción líquida	10	296.60	2965.98	924968.57	67.279	70.918	23.91
Absorción sólida	10	7.45	74.48	583.77	1.704	1.796	24.12

CON SALES CCA AL 2,5% Y PRETRATAMIENTO CON
 CuSO₄ AL 3%

Penetración	10	2.5	25.3	66.59	0.508	0.536	21.17
Absorción líquida	10	237.72	2377.16	618591.49	73.145	77.102	32.43
Absorción sólida	10	5.94	59.43	386.649	1.829	1.928	32.44

TESTIGO, SALES CCA AL 2,5% SIN
 PRE-TRATAMIENTO CON CuSO₄

Penetración		2.2	22	56.2	0.90	0.949	43.0
Absorción líquida		294.56	2945.55	1118419.0	158.36	166.93	56.67
Absorción sólida		7.37	73.65	699.11	3.96	4.17	56.65

TABLA N° 3

DETERMINACION DE OXIDOS Y PENETRACION PARA LOS
 ESTACONES TRATADOS, SEGUN EL METODO AWPA - A7 Y A2

Muestras N°	Tratamiento	Penetración Promedio Promedio Promedio				Total lbs/pie ³
		promedio mm	CrO ₃ lbs/pie ³	CuO lbs/pie ³	As ₂ O ₅ lbs/pie ³	
N° 1 al	CuSO ₄ 3%					
N° 10	CCA—C 2.5%	21.6	0.54	0.36	0.43	1.32
N° 11 al	CuSO ₄ 2%					
N° 20	CCA—C 2.5%	24.1	0.61	0.45	0.45	1.51
N° 21 al	CuSO ₄ 1%					
N° 30	CCA—C 2.5%	27.5	0.47	0.31	0.37	1.15
N° 31 al	CCA—C 2.5%					
N° 40	NO CuSO ₄	21.3	0.61	0.27	0.43	1.32

4.2. La penetración del CuSO₄ se efectuó durante el proceso de baño caliente y frío.

4.3 Durante la semana de difusión a la cual fue sometida la madera, no se presentó un aumento notorio de la penetración del CuSO₄. De lo anterior, bien podría decirse que no sería justificable el tiempo adicional para inducir la penetración del sulfato de cobre.

4.4 Durante el proceso de vacío-presión, la penetración del preservativo en el grupo de estacones pre-tratados, fue en promedio de 2.7 cms., determinado por medio del cromo-azurol (método colorimétrico).

4.5 En los grupos pre-tratados con CuSO_4 , la penetración del cobre aumentó en aproximadamente 0.5 cm. en promedio, según la coloración obtenida por medio del cromo-azurol.

4.6 Un análisis de la cantidad de CuO presente en todos los estacones, obtenido por el método AWPA A7 y A2, según la prueba múltiple de promedios de DUNCAN, dio como resultado lo siguiente:

Prueba múltiple de promedios de DUNCAN

A(0%)n = 10 0.270	B(1%)n = 9 0.305	D(3%)n = 10 0.357	C(2%)n = 7 0.451
----------------------	---------------------	----------------------	---------------------

A = estacones sin tratamiento con CuSO_4 (0%) de concentración

B = estacones con tratamientos de CuSO_4 al 1% de concentración

C = estacones con tratamiento de CuSO_4 al 2% de concentración

D = estacones con tratamiento de CuSO_4 al 3% de concentración

5. CONCLUSIONES

5.1 De la prueba de DUNCAN se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos 0% y 1%, como tampoco entre el 1% y 3%.

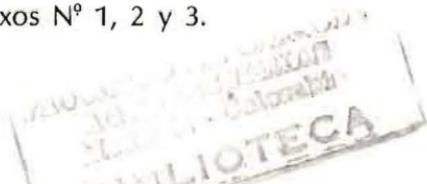
Pero sí se observa que hay diferencia entre el 2% y los demás tratamientos, al presentar un mayor valor en la prueba, lo cual nos dice que cerca de esta concentración está el punto óptimo.

Por lo tanto se plantea la necesidad de efectuar tratamientos con concentraciones entre 1.5-3% para conseguir el óptimo.

De las tres concentraciones ensayadas, se podría por lo tanto, recomendar la del 2%.

5.2 La absorción del Cu se presenta en el proceso de baño caliente y frío; por lo tanto no sería aconsejable el tiempo adicional de una semana para difusión.

5.3 Como era de esperarse, se presentó una diferencia en general en cuanto a la cantidad de cobre absorbido entre los estacones que fueron pre-tratados con sulfato y los que no lo fueron. Esto se puede observar en los Anexos N° 1, 2 y 3.



ANEXO N° 1

ENSAYO DE INMUNIZACION EN BAÑO CALIENTE Y FRIO

SULFATO DE COBRE AL 1%

<i>Probeta N°</i>	<i>Peso inicial Kg.</i>	<i>Peso final Kg.</i>	<i>Volumen m³</i>	<i>Retención líquida Kg/m³</i>	<i>Retención sólida Kg/m³</i>	<i>Penetración cm.</i>
21	19.9	29.1	0.0374	245.99	2.46	1.9
22	15.5	21.5	0.0274	218.98	2.19	2.5
23	22.6	31.8	0.0380	242.11	2.42	1.5
24	28.6	35.8	0.0427	168.62	1.69	2.5
25	13.5	16.6	0.0232	133.62	1.34	0.7
26	32.7	42.5	0.0455	215.38	2.15	2.3
27	21.9	27.6	0.0293	194.54	1.95	2.0
28	33.4	40.7	0.0411	177.62	1.78	2.0
29	30.4	36.4	0.0407	147.42	1.47	2.5
30	26.5	30.8	0.0365	117.81	1.18	1.8

SULFATO DE COBRE AL 2%

11	16	21.4	0.0347	155.62	3.11	2.5
12	32.6	40.5	0.0571	138.35	2.77	2.5
13	22.3	30.2	0.0421	187.65	3.75	2.8
14	23.9	30.2	0.0403	156.33	3.13	2.0
15	21.0	28.3	0.0403	181.14	3.62	2.7
16	15.9	17.6	0.0237	71.75	1.43	0.7
17	17.3	24.6	0.0340	214.71	4.29	2.3
18	27.7	38.6	0.0464	234.91	4.70	3.1
19	16.4	22.3	0.0299	197.32	3.95	2.2
20	12.0	17.6	0.0223	251.12	5.02	2.1

SULFATO DE COBRE AL 3%

1	24.2	29.0	0.0372	129.03	3.87	1.8
2	19.0	22.6	0.0287	125.44	3.76	1.7
3	19.7	22.4	0.0311	86.82	2.60	2.5
4	22.8	27.8	0.0390	128.21	3.85	2.2
5	23.2	26.8	0.0354	101.69	3.05	2.8
5	27.0	33.0	0.0423	141.84	4.26	2.8
7	33.7	40.1	0.0480	133.33	4.00	2.5
8	18.8	24.6	0.0388	149.48	4.48	2.0
9	20.6	23.5	0.0285	101.75	3.05	1.0
10	26.0	30.1	0.0427	96.02	2.88	2.5

ANEXO N° 2

TRATAMIENTO VACIO PRESION

SAL CCA AL 2.5% Y CuSO_4 , AL 1%

<i>Probeta</i>	<i>Peso inicial</i>	<i>Peso final</i>	<i>Volumen</i>	<i>Retención líquida</i>	<i>Retención sólida</i>	<i>CH</i>
<i>N°</i>	<i>Kg.</i>	<i>Kg.</i>	<i>m³</i>	<i>Kg/m³</i>	<i>Kg/m³</i>	<i>%</i>
21	17.2	24.9	0.0323	238.39	5.96	17.8
22	11.4	17.5	0.0229	266.38	6.66	16
23	19.5	32.6	0.0350	374.29	9.36	16.5
24	24.1	34.5	0.0385	270.13	6.75	18.0
25	10.9	14.2	0.0193	170.98	4.27	19.0
26	27.4	35.0	0.0394	192.89	4.82	18.5
27	17.5	21.8	0.0268	160.45	4.01	17.2
28	25.0	30.7	0.0346	164.74	4.12	16.6
29	22.7	27.2	0.0342	131.58	3.29	15.8
30	19.3	22.9	0.0311	115.76	2.89	18.7

SAL CCA AL 2.5% Y CuSO_4 AL 2%

11	12.5	23.9	0.0310	367.74	9.19	15.8
12	24.5	40.0	0.0460	336.96	8.42	14.7
13	19.8	31.0	0.0380	294.74	7.37	17.0
14	19.4	31.3	0.0360	330.56	8.26	18.0
15	17.8	28.9	0.0350	317.14	7.93	18.6
16	12.8	15.8	0.0200	150.00	3.75	19.5
17	15.6	26.2	0.0300	353.33	8.83	17.0
18	22.4	33.4	0.0390	282.05	7.05	16.8
19	14.5	23.3	0.0260	338.46	8.80	16.5
20	10.5	14.4	0.0200	195.00	4.88	18.5

SAL CCA AL 2.5% Y CuSO_4 , AL 3%

1	17.9	28.5	0.0310	341.94	8.55	17
2	15.2	21.4	0.0250	248.00	6.20	18
3	13.2	21.4	0.0270	303.70	7.59	16.8
4	17.6	24.8	0.0340	211.76	5.29	18
5	14.4	20.9	0.0310	209.68	5.24	20
6	22.2	32.4	0.0390	261.54	6.54	19.5
7	25.6	37.0	0.0360	316.67	7.92	16.0
8	15.3	19.9	0.0330	139.39	3.48	21.0
9	15.7	18.0	0.0240	95.83	2.90	22.0
10	20	29.2	0.0370	248.65	6.22	17.2

ANEXO N° 2 (Continuación)

SAL CCA AL 2.5%

31	12.4	16.9	0.0210	214.29	5.38	17.5
32	13.0	17.5	0.0240	187.50	4.69	17.6
33	16.4	19.4	0.0260	115.38	2.88	14.5
34	19.7	32.5	0.0350	365.71	9.14	15.0
35	23.1	46.1	0.0490	469.39	11.73	15.0
36	18.9	37.4	0.0280	660.71	16.52	16.0
37	22.8	30.7	0.0380	207.89	5.20	16.5
38	26.4	36.4	0.0350	285.71	7.14	15.8
39	11.9	18.4	0.0460	141.30	3.54	20.1
40	27.0	39.8	0.0430	297.67	7.44	18.0

Muestra	Tratamiento 3% CuSO ₄ + 2.5% CCA—C	Penetración en mm.	Retención en libras por pie cúbico de óxidos por el método AWP A7 y A2			
			CrO ₃	CuO	As ₂ O ₅	Total
1		24	0.51	0.42	0.34	1.27
2		16	0.52	0.34	0.38	1.24
3		23	0.67	0.40	0.54	1.61
4		23	0.56	0.33	0.38	1.27
5		35	0.60	0.31	0.50	1.41
6		30	0.42	0.24	0.36	1.02
7		19	0.62	0.46	0.48	1.56
8		16	0.51	0.36	0.44	1.31
9		14	0.41	0.32	0.36	1.09
10		16	0.53	0.39	0.50	1.42
	Promedio	21.6	0.54	0.36	0.43	1.32
	2% CuSO ₄ + 2.5% CCA—C					
11		22	0.93	0.69	0.70	2.32
12		25	—	—	—	—
13		22	—	—	—	—
14		28	0.46	0.30	0.37	1.13
15		28	0.72	0.50	0.51	1.73
16		17	0.47	0.40	0.32	1.19
17		21	0.61	0.47	0.42	1.50
18		29	0.62	0.48	0.48	1.58

Muestra	Tratamiento	Penetración en mm.	Retención en libras por pie cúbico de óxidos por el método AWPA A7 y A2	CrO ₃	CuO	As ₂ O ₅	Total
19		25	0.47	0.32	0.32	1.11	
20		24	—	—	—	—	
	Promedio	24.1	0.61	0.45	0.45	1.51	
	1% CuSO ₄ + 2.5 CCA—C						
21		33	0.42	0.26	0.30	0.98	
22		37	0.59	0.34	0.51	1.44	
23		43	0.55	0.32	0.46	1.33	
24		23	0.57	0.36	0.46	1.39	
25		19	—	—	—	—	
26		24	0.46	0.34	0.32	1.12	
27		19	0.41	0.28	0.31	1.00	
28		30	0.41	0.30	0.31	1.02	
29		28	0.43	0.28	0.33	1.04	
30		19	0.41	0.27	0.34	1.02	
	Promedio	27.5	0.47	0.31	0.37	1.15	

ANEXO N° 3 (Continuación)

Muestra	Tratamiento	Penetración en m.m.	Retención en libras por pie cúbico de óxidos por el método AWPA A7 y A2	CrO ₃	CuO	As ₂ O ₅	Total
31		20		0.59	0.24	0.44	1.27
32		11		0.48	0.21	0.35	1.04
33		12		0.52	0.26	0.34	1.12
34		26		0.61	0.29	0.46	1.36
35		47		0.71	0.30	0.59	1.60
36		22		0.75	0.34	0.53	1.62
37		18		0.51	0.21	0.33	1.05
38		16		0.77	0.34	0.54	1.65
39		19		0.78	0.35	0.52	1.65
40		22		0.40	0.16	0.28	0.84
		21.3		0.61	0.27	0.43	1.32
		Promedio					

BIBLIOGRAFIA

- HUNT, G.M. y G.A. GARRAT. Wood Preservation. Mc Graw-Hill Book Company. New York, Toronto, London, Sydney. 1967.
- KOLLMANN, F.F. y W. A. Cote, Jr. Principles of Wood Science and Technology. Volumen I, Solid Wood. Springer - Verlag. New York Inc. 1968.
- MANCINI, S. Curso de diseño experimental. Centro de Publicaciones. Universidad Nacional, Medellín, 1981.