

## Penetración v Retención del Pentaclorofenol y Boliden Mediante Tratamiento sin Presión en Maderas de Tingo María (UTCF)<sup>1</sup>

Antonio Aróstegui<sup>2</sup>

### Resumen

La estructura y número de árboles por hectárea en los bosques de las Colinas de la U.T.C.F. Tingo María demuestran que es un bosque con una gran frecuencia de árboles con diámetros medianos (10) que pueden utilizarse para postes. Muchas especies que no se usan por su poca duración, mediante un tratamiento adecuado, podrían utilizarse en construcciones, postes y otros usos.

Los estudios que se presentan fueron hechos para determinar la penetración y retención de los productos preservadores Pentaclorofenol y Boliden empleando el método sin presión, por baño Caliente y Frío.

Los trabajos se efectuaron en la U.T.C.F. (Tingo María) con muestras recolectadas en bosques cercanos al campamento.

En base a las observaciones efectuadas durante el período de secado de las trozas, se clasificaron las especies según el comportamiento al secado y al estado sanitario.

Los resultados obtenidos indican una diferencia altamente significativa a favor del Pentaclorofenol en relación a la penetración y retención en Kilogramos por metro cúbico.

### Summary

*The structure and number of trees per hectare in the forest hills of the U.T.C.F., camp in Tingo María show that it is a forest with a great frequency of medium diameter trees (10) that can be used for post. Many species which are not used due to their short duration, could be utilized through adequate treatment for building, post and other uses.*

*The studies presented have been made to determine the penetration and retention of preservation products such as "Pentaclorofenol and Boliden" and not using pressure methods, but hot and cold bath.*

*The works were made at the U.T.C.F., camp in Tingo María with specimens recollected from forest near the camp.*

*By observations of the effects on logs during the drying period, the species were classified according to their behavior in drying and sanitary state.*

*The results obtained indicate highly significant difference in favor of Pentaclorofenol in relation to the penetration and retention in Kg/m<sup>3</sup> for cubic meter.*

<sup>1</sup> Presentado para su publicación el 1 de Abril de 1968. Financiado por el Instituto de Selva de la Universidad Agraria La Molina

<sup>2</sup> Profesor de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Agraria La Molina.

## Introducción

El reducido número de especies maderables que actualmente se utilizan en el Perú, se debe en parte a la falta de estudios sobre la preservación de nuestras maderas. Mediante tratamientos adecuados, muchas especies que no se usan por su poca durabilidad, podrían emplearse en construcciones, postes y en menor escala en cajonería, mueblería y otros.

El inventario de los bosques de las colinas de la U.T.C.F. (Tingo María) ha demostrado que es un bosque con una gran frecuencia de árboles con diámetros medianos (10) que muy bien se pueden utilizar para postes.

El presente estudio se programó en base al pedido de la Dirección de Industrias y Electricidad del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, para poder utilizar postes de madera en el Plan de Electrificación en el valle del Mantaro.

Los estudios que se presentan, fueron hechos para determinar la penetración y retención de los productos Pentaclorofenol y Boliden, empleando el método sin presión por baño Caliente y Frío.

Los trabajos se efectuaron en Tingo María, en el Campamento de la Unidad Técnica de Capacitación Técnica (U.T.C.F.), de la Universidad Agraria, Facultad de Ciencias Forestales, con muestras recolectadas en los bosques cercanos al Campamento (9). El presente estudio tuvo una duración de un año.

## Revisión de Literatura

Por regla general, en los bosques tropicales, hay un gran número de especies, pero muy pocas poseen una resistencia natural al ataque de hongos e insectos. Para una utilización integral de nuestros bosques debe aplicarse alguna forma de tratamiento preservador, aquellas maderas que no tienen esa resistencia natural, pero que sí poseen buenas propiedades para diferentes usos, en los que se requiere una larga vida en servicio (4).

Se confirma por los muchos años de experiencia en los principales países que consumen madera, que la vida de servicio de la madera tratada será mayor que la misma sin tratar (3).

Según ensayos de tratamiento de Postes en el laboratorio de Productos Forestales de Madison (1), los registros desde 1908 presentan incrementos de vida de los postes tratados de tres a más de 14 veces.

Volkart (11), presenta un cuadro, sobre la gran susceptibilidad al ataque de hongos e insectos de nuestras especies tropicales, como Huimba, Ubos, Cumala, *etc.*

Dourojeanni (2), presenta una clasificación de maderas de acuerdo a la susceptibilidad al ataque de termitas en la que se incluye alrededor de 40 especies tropicales.

Ensayos de 47 especies de la Guayana Venezolana, para determinar las características de preservaciones, fueron hechos por Hunt y Conejos (4) todas las especies corresponden a nuestros bosques tropicales. Los resultados que han obtenido, indican que el método sin presión, baños calientes - fríos son convenientes con preservadores de tipo oleoso (pentaclorofenol).

Hunt (5) presenta una tabla sobre retenciones en la que se observa que el pentaclorofenol deberá emplearse según las condiciones de servicio. Por ejemplo, para usos de la madera en

contacto con el suelo y en interiores con temperaturas y humedad alta, la retención debe ser de 8 Kg/m<sup>3</sup>.

Las especies empleadas en el tratamiento corresponden a los bosques de la UTCF, Bosque Sub-Tropical muy húmedo.

El pentaclorofenol tiene muchas ventajas (8), tales como toxicidad, precio relativamente cómodo, no causa oxidación de metales; puede aplicarse por remojo en frío y baños calientes y fríos. Hunt (6), opina que un tratamiento adecuado de baño caliente y frío con preservadores oleosos (pentaclorofenol) es el sustituto de la impregnación a presión.

## Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo en la Unidad Técnica de Capacitación Forestal (UTCF), Aucayacu, Tingo María, Perú y tuvo una duración de un año (Febrero 1966-67).

*Muestras de Madera.* Se marcaron y cortaron en el bosque 31 especies (Cuadro N° 1). La identificación en base a la estructura anatómica de las muestras de madera estuvo a cargo del Dr. B. F. Kukachka, Jefe de la División de Investigación de Identificación y Calidad de la Madera, del Laboratorio de Madison, U.S.A.

De cada especie se seleccionó un árbol representativo en cuanto a la forma, tamaño y edad del cual se cortaron 4 trozas - muestras de 0.80 m. de longitud (9), de las cuales dos se emplearon para el tratamiento con Pentaclorofenol y las otras con Boliden.

Las trozas - muestras descortezadas y convenientemente marcadas con etiqueta de aluminio, fueron apiladas bajo galpón durante 9 meses para el secado.

El control se realizó quincenalmente con el detector eléctrico de humedad. En el momento del tratamiento, las trozas - muestras, tenían un promedio de 30% de contenido de humedad.

### CUADRO N° 1

Lista de las 31 especies que se marcaron y cortaron para los ensayos de tratamiento

N°	Nombre común	Nombre botánico	N°	Nombre común	Nombre botánico
1	Chimicua colorado	Virola sp.	20	Sapote	Matisia sp.
2	Palo azufre	Rheedia sp.	21	Sapote	Matisia sp.
3	Requia	Guarea sp.	22	Sapote	Matisia sp.
			23	Bolaina negra	Guazuma sp.
5	Barbasco caspi	Lonchocarpus sp.	24	Chimicua	Rheedia sp.
6	Moena blanca	Nectandra sp.	26	Quina-quina	Pourouma sp.
			27	Tortilla caspi	Casearia sp.
8	Chimicua	Matayba sp.	28	Sapote	Matisia sp.
10	Yaguar caspi	Simarouba sp.	29	Tulpay	Clarisia sp.
			30	Chimicua	Pseudolmedia sp.
12	Cumala negra	Dialyanthera sp.	31	Achote caspi	Bixa sp.
13	Estoraque	Drypetes sp.	33	Cumala blanca	Virola sp.
15	Moena	Nectandra sp.			
16	Sangre de grado	Drypetes sp.	35	Huayracaspi	Sterculia sp.
17	Moena	Beilschmiedia sp.			
18	Barbasco caspi	Lonchocarpus sp.	37	Leche caspi	Batacarpus sp.
19	Gualaja	Zanthoxylum sp.	38	Huayracaspi	Sterculia sp.
			39	Paliperro	Tabebuia sp.
			41	Yacushapana	Terminalia sp.

*Preservadores*

En el tratamiento se emplearon el Pentaclorofenol en una solución al 5% en peso con Petróleo Diesel N° 2 (6) J (8) Y el Boliden en una solución al 1 % en agua.

**Tratamiento**

Las trozas - muestras fueron tratadas empleándose el método sin presión de Baño caliente y frío (6), cuando éstas alcanzaron un contenido de humedad del 30% en promedio. Para ello se utilizaron cilindros (54 galones), y hornos para el calentamiento de la solución con leña de capirona. Se controló la temperatura con termómetros de 120°C.

BAÑO	Pentaclorofenol		Boliden	
	Temperatura (°C)	Duración (horas)	Temperatura (°C)	Duración (horas)
Caliente	90 - 100	2	40 - 50	2
Frío	26 - 30	4	26 - 30	4

*Procedimiento*

Recolección y preparación de las trozas - muestras (9).

Secado al aire. Se controló el secado con el detector eléctrico de humedad, hasta un contenido de humedad promedio del 30%. El secado duró 9 meses, durante el cual el control se realizó quincenalmente.

Registros de datos antes del tratamiento. Antes del tratamiento se anotaron las características de las trozas - muestras (Forma N°20-IIF) tales como diámetro, mayor y menor, longitud, peso antes y después del tratamiento, y contenido de humedad, determinado con el detector eléctrico.

Se registraron los datos referentes al comportamiento al secado y estado sanitario según las siguientes escalas, que se preparó para clasificar las maderas.

COMPORTAMIENTO AL SECADO

Grietas y Rajaduras	
Radiales - Tangenciales	Comportamiento
I	Muy bueno
III	Bueno
II	Regular
IV	Malo

- Muy bueno: Sin grietas ni rajaduras.
- Bueno: Pocas grietas radiales, tangenciales y longitudinales.
- Regular: Rajaduras radiales, y tangenciales en conexión con las longitudinales que abarcan no más del 40% de la longitud total.
- Malo: Numerosas grietas y rajaduras radiales y tangenciales profundas en conexión con las longitudinales, que abarcan más del 50% de la longitud total.

## ESTADO SANITARIO

Hongos	Insectos	Ataque
A	I	Sin ataque : 0%
B	II	Regular : 25 - 50%
C	III	Fuerte : 50 - 75%
D	IV	Muy fuerte : + 75%

Los porcentajes indican el índice del estado de conservación (7) que nos permite determinar el grado relativo de conservación, ataque de hongos e insectos de las trozas - muestras al cabo de 9 meses de secado.

### Tratamiento

Las trozas fueron tratadas con el método sin presión, Baño caliente y frío. La distribución de los tratamientos se hizo al azar. Se utilizó un diseño estadístico completamente randomizado con dos tratamientos Pentaclorofenol y Boliden y con dos repeticiones para cada uno.

#### *Registros después del tratamiento*

Después del tratamiento las trazas se dividieron por la mitad en el sentido transversal y se observaron los diferentes tipos de penetración según la siguiente escala (7):

- *Penetración regular.*- Distribución en forma circular solamente en la albura.
- *Penetración irregular.*- Distribución en la albura de forma irregular.
- *Penetración parcial.*- Distribución en forma de manchas en ciertas partes de la albura.
- *Penetración total.*- Distribución total en la albura y duramen.

#### *Cálculo de la retención y penetración*

La retención del preservador se calculó en base a los pesos de las trazas - muestras de antes y después del tratamiento. La diferencia de estos pesos referidos al metro cúbico de madera, nos indica los Kilos de solución retenidos. (Cuadro NQ 5). La penetración se determinó por medición (mm.) en la sección transversal de la troza, siguiendo la dirección de los radios. Para evitar la influencia de la penetración longitudinal, la medición se hizo en la sección transversal de la parte central de la troza - muestra. La penetración radial se presenta en el Cuadro N° 5 en % con respecto al radio de la troza.

#### *Análisis estadístico*

Existen muchos factores que influyen en la penetración y retención del producto preservador. Entre otros, además de la especie y del preservador que están en estudio, podemos mencionar el contenido de humedad, ataque de hongos e insectos, grietas y rajaduras producidas durante el secado.

Para evitar la influencia de estos factores, se eliminaron las especies que están fuera del rango de 20% - 30% de contenido de humedad. Asimismo no se tomaron en cuenta en el análisis estadístico las especies de mal comportamiento al secado y con ataque fuerte de hongos e insectos. En resumen de las 31 especies ensayadas, se eliminaron 17 especies. El análisis estadístico se hizo con datos de las 14 especies restantes (Cuadro N° 5).

**Resultados**

En los Cuadros Nos. 2 y 3 se presentan los resultados sobre la clasificación de las maderas según el comportamiento al secado al aire y según el estado sanitario correspondiente al ataque de hongos e insectos.

En el Cuadro N° 4, se muestra la clasificación de las maderas según el tipo de penetración para ambos tratamientos.

Los resultados obtenidos en cuanto a la retención (Kg/m3) y penetración en base al porcentaje del radio de la sección transversal de la troza, se encuentran en el Cuadro N° 5. Según los análisis de variancia (Cuadros Nos. 6 y 8) el Pentaclorofenol es superior al Boliden en lo que respecta a la retención y penetración.

Los promedios y los límites de confianza de ambos tratamientos se presentan en los Cuadros Nos. 7 y 9.

**CUADRO N° 2**

Clasificación de las maderas según el comportamiento al secado al aire

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
(9) Gualaja	(3) Requia	(1) Chamicua colorada	(23) Bolaina negra
(28) Sapote	(5) Barbasco caspi	(2) Palo azufre	(16) Sangre de grado
(35) Huayracaspi	(6) Moena blanca	(10) Yaguar csapi	
(37) Leche caspi		(13) Estoraque	
(39) Paliperro	(8) Chamicua	(17) Moena	
	(12) Cumala negra	(18) Barbasco caspi	
	(15) Moena	(21) Sapote	
	(26) Quina-quina	(22) Sapote	
	(30) Chamicua	(24) Chamicua	
	(31) Achote caspi	(27) Tortilla caspi	
	(33) Cumala blanca	(29) Tulpay	
	(38) Huayracaspi	(41) Yacushapana	
		(20) Sapote	

**CUADRO N° 3**

Clasificación de las maderas según el estado sanitario

Sin ataque	Ataque mediano	Ataque fuerte
(3) Requia	(1) Chamicua colorada	(2) Palo azufre
(6) Moena blanca	(10) Yaguar caspi	
(8) Chamicua		(5) Barbasco caspi
(13) Estoraque	(12) Cumala negra	
(17) Moena	(15) Moena	(18) Barbasco caspi
(24) Chamicua	(16) Sangre de grado	(19) Gualaja
(27) Tortilla caspi	(17) Moena	(22) Sapote
(30) Chamicua	(28) Sapote	
(39) Paliperro	(23) Bolaina negra	(37) Leche caspi
	(26) Quiina-quina	(38) Huayra caspi
	(29) Tulpay	(20) Sapote
	(31) Achote caspi	
	(33) Cumala blanca	
	(35) Huayra caspi	
	(41) Yacushapana	

**CUADRO N° 4**

Clasificación de las maderas según la penetración

Penetración irregular	Penetración parcial
(1) Chemicua colorada	(2) Palo azufre
(3) Requia	(5) Barbasco caspi
	(6) Moena blanca
(12) Estoraque	
(13) Estoraque	(8) Chemicua
(16) Sangre de grado	(10) Yaguarcaspi
(17) Moena	(15) Moena
(18) Barbasco caspi	(19) Gualaja
(21) Sapote	(22) Sapote
(23) Bolaina negra	(29) Tulpay
(24) Chemicua	(37) Leche caspi
(26) Quina - quina	(39) Paliperro
(28) Sapote	
(30) Chemicua	(20) Sapote
(33) Cumala blanca	(27) Tortilla caspi
	(41) Yacushapana
(35) Huayracaspi	
(38) Huayracaspi	
(31) Achote caspi	

**CUADRO N° 5**

Retención y penetración del Pentaclorofenol y del Boliden

Arbol N°	% Humedad antes tratamiento	Retención ( Kg/m3)		Retención (% del radio)	
		Pentaclorofenol	Boliden	Pentaclorofenol	Boliden
1	26	123.3	49.3	36	
6	28	64.5	21.7	6	6
8	27	41.6	23.6	21	8
10	25	192.6	26.8	55	5
12	29	125.7	16.2	18	
13	31	107	57.9	43	9
15	29	72.7	38.9	18	
17	27	85.4	33.2	22	4
19	33	56.5	26.5	6	6
22	35	68.6	45.5	23	8
23	31	101.6	68.7	15	17
26	35	36.8	36.9	17	8
30	27	81.3	43.8	20	
39	30	87	7.1		
PROMEDIO		88.94	35.46	21.1	3.9

**Discusión**

En base a los resultados obtenidos sobre el comportamiento de las maderas al secado (Cuadro N° 2) Y de acuerdo a la clasificación de las maderas según el estado sanitario (Cuadro N° 3) se ha reducido el número de especies estudiadas de 31 a 14, eliminándose 17 especies que presentaban rajaduras, ataque de hongos e insectos, maderas con un contenido de humedad superior a 30% e inferior a 20%, factores que influyen en la penetración y retención del producto preservador. Los análisis estadísticos se efectuaron en base a los datos de 14 especies (Cuadro N° 5).

En el plan de explotación de maderas debe considerarse que las maderas susceptibles al ataque de hongos e insectos (Cuadro N° 3) deben ser tratadas en el mismo bosque, inmediatamente después del tumbado y trazado, mediante pulverizaciones de una solución de BHC y Supernoxtane.

Comparando los resultados obtenidos, sobre la retención en Kg/ m3 (Cuadro N° 5) entre ambos tratamientos (Pentaclorofenol y Boliden) indican una diferencia altamente significativa a favor del Pentaclorofenol en las condiciones del experimento como puede observarse en el análisis de variancia (Cuadro N° 6).

En lo que respecta a la penetración, (Cuadro N° 5) el Pentaclorofenol es superior al Boliden.

La alta variabilidad, se debe a varios factores que influyen en la retención y penetración, que no se pudieron controlar, como por ejemplo la temperatura de la solución para el tratamiento, asimismo debido a la gran variación del contenido de humedad, y diferentes comportamientos al secado y estado sanitario que varían según las especies.

La retención en Kg/m3 de solución en el Pentaclorofenol alcanza a 88.94 +/- 9.54, en cambio el Boliden, 35.46 +/- 9.54. Asimismo el Pentaclorofenol es superior en penetración de (17.8% a 24.6%) en comparación al Boliden que alcanza de 2.5 a 5.7%.

**CUADRO N° 6**

ANALISIS DE VARIANCIA (RETENCION)

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Tratamientos	1	40,028.7	40,028.7	31.7084	**
Error	54	68,170.1	1,262.4		
TOTAL	55	108,198.8			

CV = 57.12%

**CUADRO N° 7**

PROMEDIOS DE RETENCION Y LIMITES DE CONFIANZA

Preservadores (Tratamientos)	Valor Medio Kg/m3	LIMITE DE CONFIANZA Kg/m3			
		0.05		0.01	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
Pentaclorofenol	88.94	98.48	79.4	101.66	76.22
Boliden	35.46	45	25.92	48.18	22.74

**CUADRO N° 8****ANALISIS DE VARIANCIA (PENETRACION)**

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Tratamientos	1	1,772.85	1,722.85	23.5814	**
Error	26	1,954.68	75.18		
Total	27	3,727.53			

CV = 44.66%

**CUADRO N° 9****PROMEDIOS DE PENETRACION Y LIMITES DE CONFIANZA**

Preservador	Valor Medio % del radio	LIMITE DE CONFIANZA (%del radio)			
		0.05		0.01	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
Pentaclorofenol	21.1	24.6	17.8	25.9	16.7
Boliden	3.9	5.7	2.5	6.4	2.1

**Conclusiones**

1. Existe una diferencia altamente significativa a favor del Pentaclorofenol en comparación con el Boliden en relación a la penetración (% del radio) y la retención, alcanzando en el Pentaclorofenol 88.94 +/- 9.54 y en el Boliden 35.46 +/- 9.54 Kg. de solución por m<sup>3</sup> de madera.
2. Las especies ensayadas y analizadas (Cuadro N° 5) se comportan muy bien al tratamiento sin presión con baños calientes y fríos. La penetración en el Pentaclorofenol alcanza entre 17.8% Y 24.6% Y en el Boliden entre 2.5% y 5.7% del radio de la sección transversal de la troza.

**Agradecimientos**

El autor expresa su agradecimiento a los Ings. Bueno y González F. por su colaboración en el presente trabajo. Asimismo a los Ings. Sato y González P. por la participación en el análisis estadístico.

**Bibliografía Citada**

1. BLEW, J.O. y KULP, J.W. 1959. Service records on treated and untreated fence posts. Madison. Forest Products Laboratory. Report NQ 2005.
2. DOUROJEANNI, M. 1965. Contribución al conocimiento de algunos insectos de importancia forestal en el Perú. Tesis Ing Agrónomo. La Molina, Universidad Agraria, 190 p.
3. GROENOT BROESE VAN, RISCHEM y BERGEN, VAN DE. 1952. Wood preservation during the last 50 years. Loiden Holland.
4. HUNT, I.S. y SOBRINO, J.C. 1963. Características de preservación de 47 especies de Guayanas, Mérida, Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. 50 p.

5. 1964. La protección de la madera contra el ataque de insectos y hongos en Venezuela. Boletín (Venezuela) NI; 14:43- 81.
6. HUNT, G.M. y GARRATT, G.A. 1962. Preservación de la madera. Barcelona, Salvat. 486 p.
7. MARTINEZ, J.B. 1952. Conservación de maderas en sus aspectos teóricos, industrial y económico. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. v. 1
8. MONSANTO CHEMICAL COMPANY. 1958. Monsanto penta pentachlorophenol technical. Sto Louis, Missouri. Technical Bulletin NI; SC-3. 16 p.
9. MONTENEGRO, E. *et al.* 1966. Informe preliminar sobre el estudio de extracción y preservación de postes en la U. T,C.F. La Molina, Perú, Instituto de Investigaciones Forestales, 7 p.
10. 1966. Inventario exploratorio de los bosques de las colinas de la U.T.C.F. Aucayacu. La Molina, Perú, Instituto de Investigaciones Forestales, 12 p.
11. VOLKA~T, C. 1965. Recopilación de datos sobre propiedades y usos de maderas del bosque tropical de la Costa Atlántica de Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 15 (1) : 43- 57. También en: Dasonomia Interamericana NI; 1:43-57. 1965.

