

Comportamiento de Maderas de Tingo María (U. T. C. F.) al Tratamiento de Preservación a Presión ¹

Víctor R. González² y Jorge Bueno³

Resumen

La madera al estado natural, está expuesta al ataque de insectos, hongos y otras formas de deterioro que limitan su utilización. Mediante la preservación, la madera adquiere una durabilidad mayor.

Considerando importante la preservación de nuestras maderas, se han estudiado 19 especies forestales de Tingo María, aplicándoles tratamientos a presión con sales solubles en agua. Los resultados hallados indican que todas ellas tienen buenas características de penetración y retención a 8 Kg /centímetro cuadrado de presión.

Summary

Wood in its natural state, is exposed to the attack of insects, fungi and other forms of deterioration that limit its use. By means of preservation, the wood acquires longer durability. Considering the importance of the preservation of our woods, 19 species from Tingo Maria have been subjected to the treatment by the pressure-method, with water-soluble salts. The results indicate, that all of them have good characteristics of penetration and retention at a pressure of 8 Kg/square centimeter.

Introducción

El Perú posee un abundante recurso forestal, sin embargo hace un consumo de sus maderas en escala tan reducida que es necesario importar casi un 50 por ciento de maderas para satisfacer su mercado interno. Para conseguir el aprovechamiento integral de estos recursos forestales, es necesario, entre otros procedimientos técnicos, efectuar la preservación de la madera de las especies cuya durabilidad natural es reducida.

Actualmente existen diversos procedimientos para preservar la madera y posibilitar la incorporación de nuevas especies al mercado, con la consiguiente valorización de los bosques y con una mejor provisión de la demanda de este material.

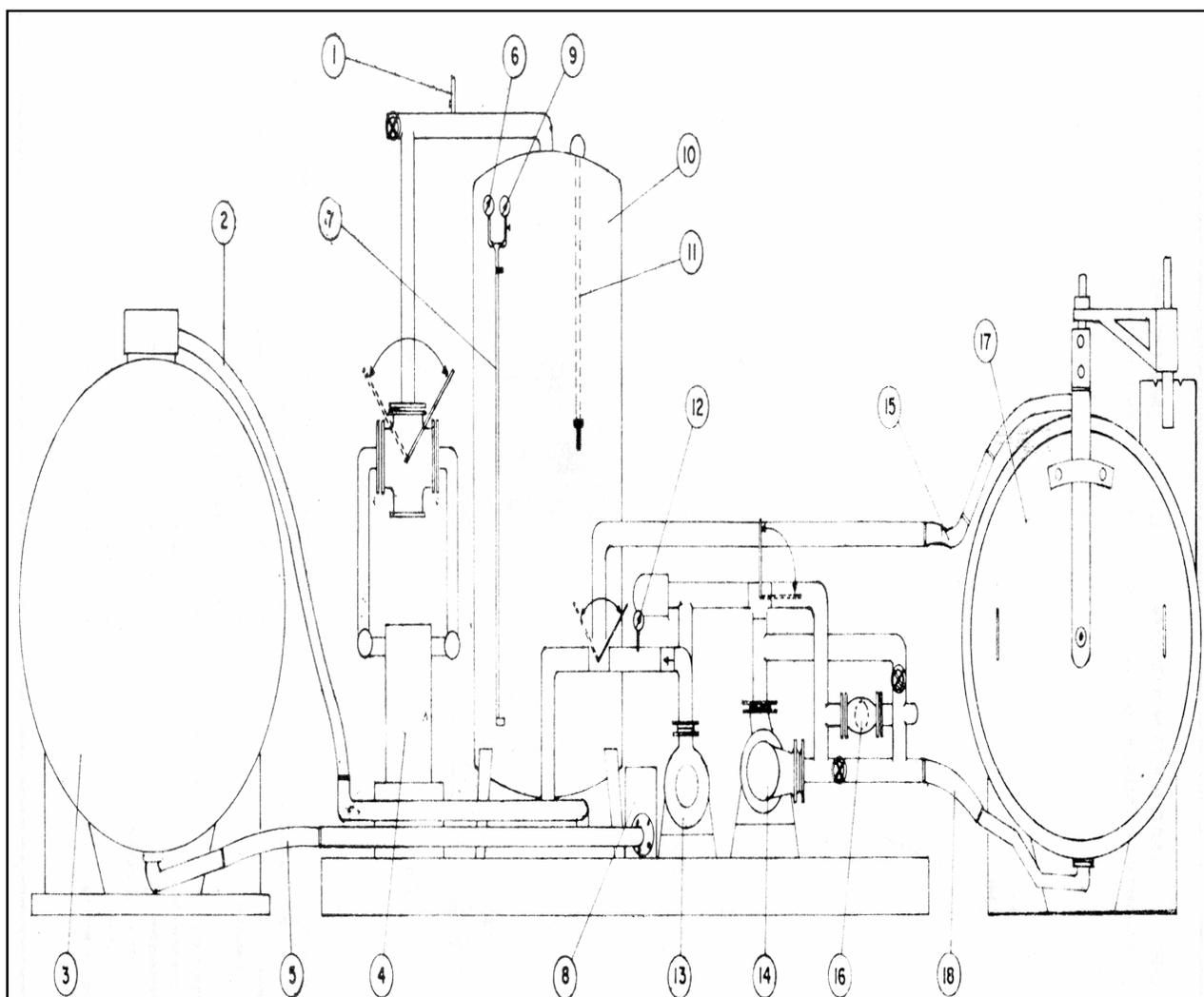
Antes de llevar a cabo un plan de preservación de la madera en escala nacional, será necesario obtener una información básica. En primer lugar, es preciso conocer las especies con probables fines comerciales que son altamente resistentes y las que tienen una durabilidad natural deficiente. En segundo término, hemos de saber qué especies con poca durabilidad pueden ser fácilmente tratadas y cuáles son difíciles de tratar y luego ensayar sus propiedades físico-mecánicas, para hacer una selección de aquellas que sean las más adecuadas mecánicamente para ciertos usos.

Con este propósito, a principios de 1966, se realizó el presente proyecto de investigación en La Molina, empleando la impregnación de la madera de 19 especies forestales de Tingo María por el método a presión con sales hidrosolubles.

¹ Presentado para su publicación en julio de 1967, financiado por el Instituto de Selva. U. A

² Profesor de Protección Forestal 11 (Preservación de la Madera) en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria.

³ Profesor de Productos Forestales en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria.



1._ Valvula de seguridad.

2._ Manguera de baja presión que conecta la bomba de circulación con la parte superior del tanque mezcla y al de reserva.

3._ Tanque de mezcla y de reserva.

4._ Compresor.

5._ Manguera de baja presión que conecta la bomba de circulación, con el fondo del tanque de mezcla.

6._ Manómetro.

7._ Nivel de vidrio.

8._ Bomba de circulación.

9._ Vacuómetro.

10._ Tanque de medida (vacío-presión)

11._ Valvula de interrupción del sistema eléctrico.

12._ Manómetro.

13._ Bomba de presión.

14._ Bomba de transporte.

15._ Manguera conectada al autoclave por la parte superior.

16._ Valvula reguladora de presión.

17._ Autoclave.

18._ Manguera de alta presión conectada al fondo del autoclave.

Materiales y métodos

El material de trabajo fue extraído del bosque aluvial (Fig. 1) de la Unidad Técnica de Capacitación Forestal (U.T.C.F.) que la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria La Molina, tiene en Aucayacu, a 60 kilómetros al norte de Tingo María y sobre la margen izquierda del río Huallaga. La impregnación se efectuó en junio de 1967, en la planta de tratamiento de la mencionada Facultad, empleándose sales Wolmanit CB como preservador.

Colección del material

Para efectuar la colección de muestras de madera, se procedió a seleccionar al azar los árboles en el bosque, con la ayuda de uno "matero" (conocedor práctico de las especies forestales de la zona).

Se marcaron 34 árboles cuya relación es la que figura en el Cuadro 1.

CUADRO N° 1

Relación de árboles marcados en Tingo María (U.T.C.F.) para el proyecto de investigación					
Arbol N°	Nombre Común	Género	Arbol N°	Nombre Común	Género
1	Sapote	<i>Matisia sp.</i>	18	Barbasco caspi	<i>Oxandra sp.</i>
2	Tulpay	<i>Clarisia sp.</i>	19	Cumala colorada	<i>Virola sp.</i>
3	Shimbillo	<i>Inga sp.</i>	20	Achiote caspi	<i>Ternstroemia sp.</i>
4	Yacuchapana	<i>Terminalia sp.</i>	21	Pashaco	<i>Albizia sp.</i>
5	Yacuchapana	<i>Terminalia sp.</i>	22	Paliperro	<i>Ternstroemia sp.</i>
6	Uvilla	<i>Pourouma sp.</i>	23	Requia	<i>Guarea sp.</i>
7	Pashaco	<i>Albizia sp.</i>	24*	Gutapercha	<i>Sapium sp.</i>
8	Palo Azufre	<i>Rheedia sp.</i>	25	Cumala	<i>Drypetes sp.</i>
9	Cumala	<i>Drypetes sp.</i>	26	Manchinga	<i>Brosimum sp.</i>
10	Chimico blanco	<i>Pourouma sp.</i>	27	Paugil ruro	<i>Oxandra sp.</i>
11	Achiote Caspi	<i>Bixa sp.</i>	28	Chimicua	<i>Pseudolmedia sp.</i>
12	Moena rosada	<i>Persea sp.</i>	29	Capirona	<i>Calycophyllum sp.</i>
13	Chimicua	<i>Pseudolmedia sp.</i>	30	Palo sangre	<i>Dialyanthera sp.</i>
14*	Gutapercha	<i>Sapium sp.</i>	31	Cumala colorada	<i>Myroxylon sp.</i>
15	Moena blanca	<i>Nectandra sp.</i>	32	Chimico colorado	<i>Pseudolmedia sp.</i>
16	Moena blanca	<i>Nectandra sp.</i>	33	Moena Amarilla	<i>Nectandra sp.</i>
17	Huayra caspi	<i>Sterculia sp.</i>	34	Estoraque	<i>Myroxylon sp.</i>
Los árboles fueron identificados por B. Kukachka del laboratorio de Productos Forestales de Madison					
* Sapium {14} y {24} son aparentemente especies diferentes.					

Preparación del material a impregnar

Descortezado

Para realizar el tratamiento a presión, es indispensable que la madera se encuentre totalmente desprovista de corteza, ya que su presencia interfiere la penetración del preservador, por ser ésta virtualmente impermeable a los líquidos, retrazando además el secado y favoreciendo la pudrición y albergue de insectos.

Marcación de las trozas

Cada uno de los árboles seleccionados, fue trozado con motosierra, a fin de obtener los siguientes tipos de trozas:

- a) Trozas de 1.80 m. para impregnación a presión
- b) Una troza de 1.80 m. para testigo
- c) Una troza de 2.50 m. para estudios de ensayos físico-mecánicos, la que se tomó a partir de los 2 m. del nivel del suelo.

La identificación de las trozas de los diferentes árboles fue hecha utilizando etiquetas metálicas en las que el primer número corresponde a la especie de acuerdo al cuadro N° 1; la letra que sigue se refiere al tipo de troza, usando W para trozas a impregnar, T para trozas testigo (sin tratamiento) y E para trozas a someter a ensayos físico-mecánicos. En las trozas para impregnación el número que va a continuación de la letra corresponde al número de la troza dentro del mismo árbol.

Secado y transporte

Para obtener un buen resultado en el tratamiento de impregnación a presión es necesario que el contenido de humedad en la madera sea lo más bajo posible y es recomendable que no pase de 30% al momento de efectuarlo.

Para llenar este objetivo se apilaron las trozas bajo un galpón construido al efecto, donde permanecieron hasta el momento de ser transportadas a Lima para el tratamiento. El porcentaje de humedad fue determinado con detector eléctrico, descartándose del tratamiento las trozas con más del 30 por ciento de humedad.

Volumen de las trozas y toma de datos

Se calculó el volumen de cada una de las trozas a tratar, por ser necesario para poder determinar la retención de la solución preservadora, es decir, la cantidad de ella que por efecto del tratamiento se introduce en la madera.

Los defectos que presentaron las trozas por efecto del secado, se clasificaron teniendo en cuenta las grietas radiales o tangenciales y las rajaduras longitudinales que afectaron en mayor o menor proporción el diámetro y largo, agrupando las maderas de acuerdo a la siguiente clasificación (1):

Clase I: Maderas de muy buen comportamiento- son maderas que no presentaron defectos luego del secado hasta el porcentaje de humedad alcanzado antes del tratamiento.

Clase II: Maderas de buen comportamiento - se notan pequeñas grietas tangenciales y/o radiales sin conexión con las rajaduras longitudinales, y éstas tienen un largo que no supera el 20% de la longitud de la troza y no son muy abundantes.

Clase III: Maderas de comportamiento regular - hasta tres grietas tangenciales o radiales profundas, en conexión con las rajaduras longitudinales, las que no superan en largo al 50% de la longitud de la troza y son abundantes.

Clase IV: Maderas de mal comportamiento - más de tres grietas radiales o tangenciales profundas y en conexión con las longitudinales, las que superan en largo el 50% de la longitud de la troza y son muy abundantes. (Cuadro 2)

CUADRO N° 2

Clasificación de las especies por su comportamiento durante el secado natural

CLASE I (Muy buen comportamiento)	CLASE II (Buen comportamiento)	CLASE III (Comportamiento regular)	CLASE IV (Mal comportamiento)
{2} Tulpay {5} Yacuchapana {10} Chimico blanco {15} Moena blanca {16} Moena blanca {17} Huayra caspi {26} Manchinga {31} Cumala colorada {34} Estoraque	{6} Uvilla {8} Palo azufre {13} Chimicua {18} Barbasco caspi {21} Pashaco {22} Paliperro {27} Paugil ruro {28} Chimicua {29} Capirona {32} Chimico colorado	{1} Sapote {4} Yacuchapana {9} Cumala {14} Gutapercha {20} Achiote caspi {25} Cumala {30} Palo sangre {33} Moena Amarilla	{3} Shimbillo {7} Pashaco {11} Achiote caspi {12} Moena rosada {23} Requia {24} Gutapercha

La resistencia natural de la madera al ataque de insectos y hongos, durante el período de secado, se observó de acuerdo a la siguiente clasificación (5):

Clase I:..... Sin ataque

Clase II:..... Ataque ligero (hasta 25% de la troza)

Clase III: Ataque mediano (25 á 50% de la troza)

Clase IV:..... Ataque fuerte (50 á 75% de la troza)

Clase V: Ataque muy fuerte (más de 75% de la troza)

Esta clasificación está basada en la presencia de orificios o marcas de galerías superficiales, producidas por insectos que afectaron en mayor o menor grado la troza y referida albura. (Cuadro 3)

CUADRO N° 3

Clasificación de las especies por su resistencia natural al ataque de insectos

CLASE I (Sin ataque)	CLASE II (Ataque ligero)	CLASE III (Ataque mediano)	CLASE IV (Ataque fuerte)	CLASE V (Ataque muy fuerte)
{4} Yacuchapana {5} Yacuchapana {8} Palo azufre {13} Achiote caspi {23} Requia {26} Manchinga {27} Paugil ruro {28} Chimicua {31} Cumala colorada {33} Moena Amarilla	{2} Tulpay {8} Palo azufre {12} Moena rosada {14} Gutapercha {15} Moena blanca {22} Paliperro {24} Gutapercha {25} Cumala {29} Capirona {32} Chimico colorado	{6} Uvilla {7} Pashaco {10} Chimico blanco {11} Achiote caspi {16} Moena blanca {18} Barbasco caspi {34} Estoraque	{1} Sapote {3} Shimbillo {30} Palo sangre	{19} Cumala colorada

Los datos registrados en hongos se refieren únicamente a los que ocasionan la pudrición de la madera y no a su manchado. Las observaciones efectuadas indican que la resistencia de las especies consideradas en general es buena, habiéndose notado sólo signos de pudrición en algunas trozas aisladas.

Método de tratamiento

Se aplicó a la madera el tratamiento a presión a célula llena usando sales (Wolmanit CB) como preservador.

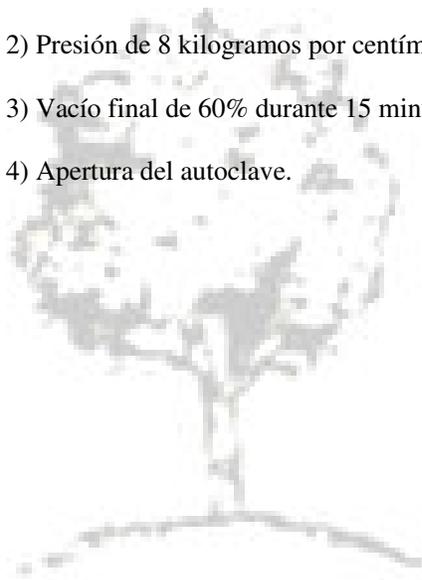
La concentración de las sales empleada en el presente trabajo fue del 5 % (8), por ser esta concentración la más apropiada para la impregnación de maderas que se expondrán a condiciones severas y en contacto con el suelo.

Las sales Wolman cuyos elementos activos son cobre, cromo y boro, son solubles en agua a temperatura ambiente, son muy estables en la madera una vez cumplido el período de estacionamiento previo a la puesta en uso, adquiriendo así características que la hacen muy resistente a las más enérgicas condiciones de lixiviación (8).

El tratamiento de la madera se realizó en la planta de preservación de la Facultad de Ciencias Forestales, la cual es Modelo "Boliden 12" (2,6) (Fig. 2 Y 3).

Las condiciones empleadas en el tratamiento a célula llena (Bethell) fueron las siguientes: (Fig.4).

- 1) Vacío inicial del 85% durante 40 minutos.
- 2) Presión de 8 kilogramos por centímetro cuadrado durante 2 horas.
- 3) Vacío final de 60% durante 15 minutos.
- 4) Apertura del autoclave.



Publisor

FIGURA N°2

PLANTA DE IMPREGNACION DE MADERA A PRESION
(CORTE PARALELO AL EJE DEL AUTOCLAVE)

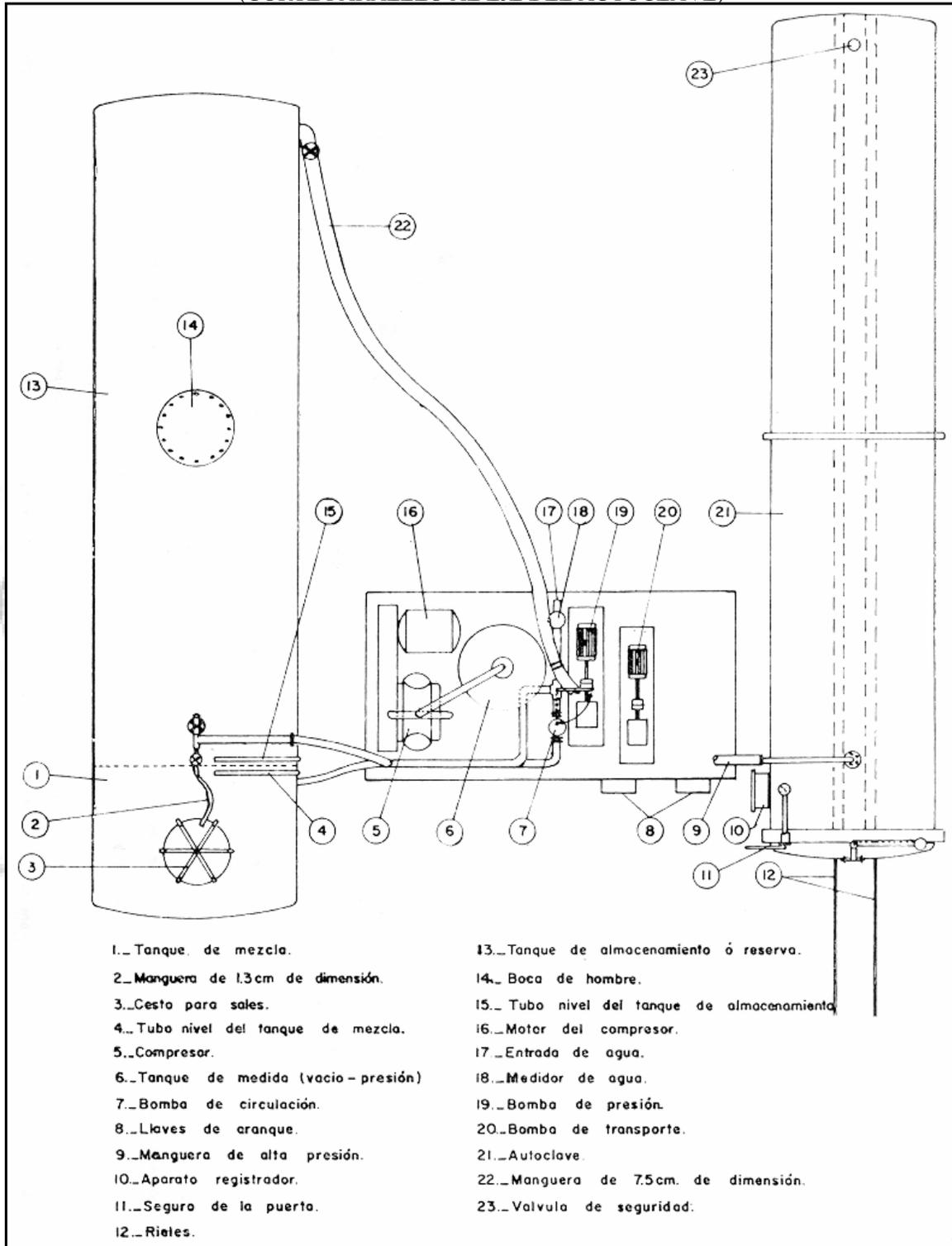
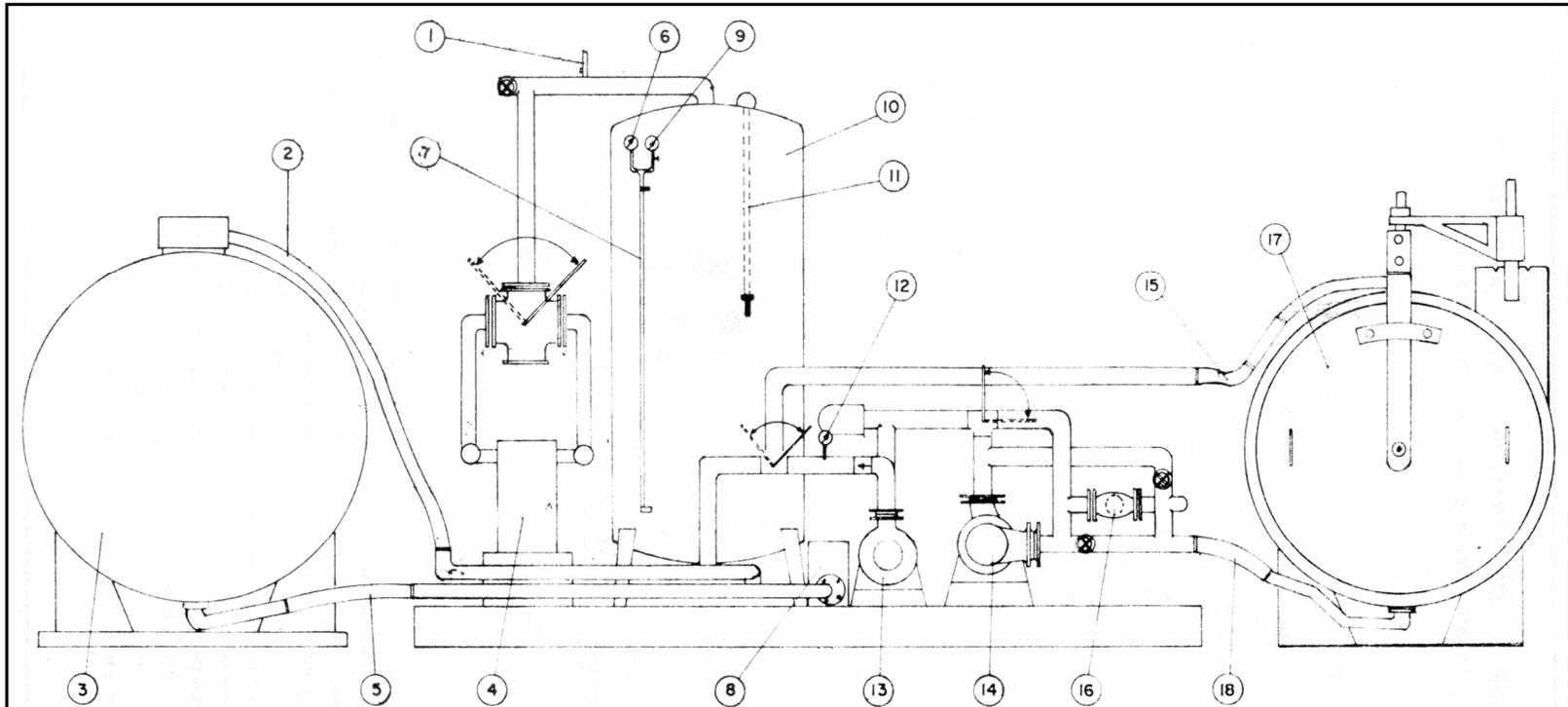


FIGURA N°3

PLANTA DE IMPREGNACION DE MADERA A PRESIÓN
(CORTE NORMAL AL EJE DEL AUTOCLAVE)



1._ Valvula de seguridad.

2._ Manguera de baja presión que conecta la bomba de circulación con la parte superior del tanque mezcla y al de reserva.

3._ Tanque de mezcla y de reserva.

4._ Compresor.

5._ Manguera de baja presión que conecta la bomba de circulación con el fondo del tanque de mezcla.

6._ Manómetro.

7._ Nivel de vidrio.

8._ Bomba de circulación.

9._ Vacuómetro.

10._ Tanque de medida (vacío - presión)

11._ Valvula de interrupción del sistema eléctrico.

12._ Manómetro.

13._ Bomba de presión.

14._ Bomba de transporte.

15._ Manguera conectada al autoclave por la parte superior.

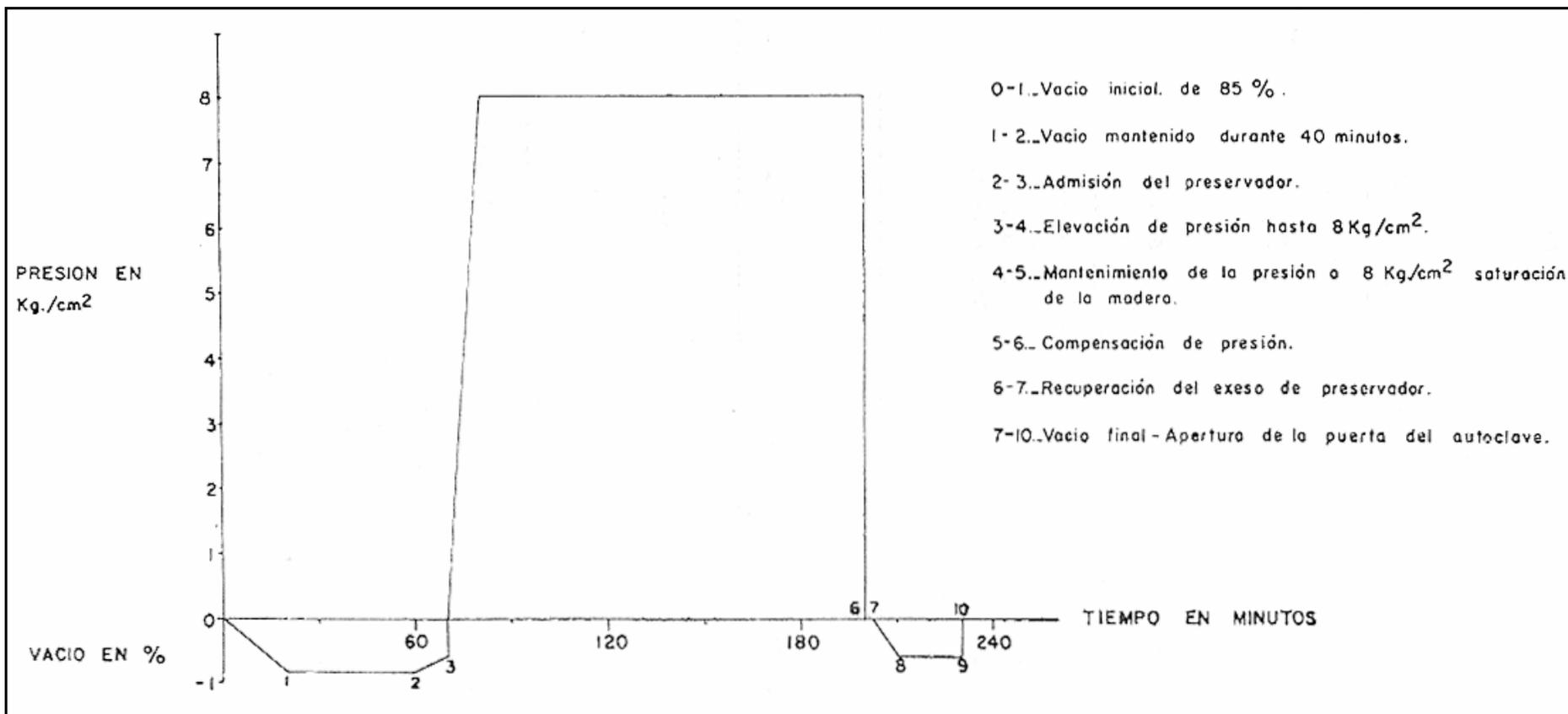
16._ Valvula reguladora de presión.

17._ Autoclave.

18._ Manguera de alta presión conectada al fondo del autoclave.

FIGURA N° 4

IMPREGNACION POR EL PROCEDIMIENTO DE CELULA LLENA (BETHELL)



Determinación de retención y penetración

La retención del preservador en la madera tratada se determinó pesando las trozas antes y después del tratamiento; la diferencia de pesos dió directamente los kilos de sal retenidos por ellas (7). Este dato fue referido a un metro cúbico, con el fin de poder obtener una retención o absorción promedio para cada especie. (Anexo 1).

ANEXO 1

Resumen de la clasificación de especies por sus características de Retención, Penetración y Tipo de Penetración

ESPECIE	RETENCION							PENETRACION					TIPO DE PENETRACION				
	Muy alta Más de 30 kg de sal/m ³	Alta 25 á 29,99 kg de sal/m ³	Buena 20 á 24,9 kg de sal/m ³	Media 15 á 19,9 kg de sal/m ³	Baja Menos de 15 kg de sal/m ³	Fácilmente Penetrables Más del 70% del radio totalmente	Penetrables 40 á 60 % del radio	Poco Penetrables 20 á 40% del radio	Difícilmente Penetrables Hasta el 20% del radio	Impenetrables	Total regular	Total irregular	Parcial regular	Parcial irregular	Nula		
2 Tulpay	—	—	—	X	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
4 Yacuchapana	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
5 Yacuchapana	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
6 Uvilla	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
10 Chimico blanco	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
13 Chemicua	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
16 Moena blanca	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
17 Huayra caspi	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
18 Barbasco caspi	—	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	—	X	—	—		
20 Achioté caspi	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
22 Paliperro	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
26 Manchinga	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
27 Paugil ruro	—	—	—	X	—	X	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
28 Chemicua	—	—	—	X	—	X	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
29 Capirona	—	—	—	X	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
31 Cumala colorada	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
32 Chimico colorado	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
33 Moena amarilla	—	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—	—		
34 Estoraque	—	—	—	—	X	X	—	—	—	—	—	—	X	—	—		

La penetración radial, que es de principal interés, se determinó seccionando dos trazas de cada árbol en su parte media, para evitar la influencia de la penetración longitudinal. Esta operación se hizo midiendo en milímetros, la profundidad que alcanzó el preservador en la sección y no revisó inconvenientes por cuanto la solución tiñó de verde las zonas de la madera a las que penetró. En el resto de las trozas, la penetración fue medida con auxilio de un barreno Pressler con el que se extrajeron muestras en la parte media de las trozas.

La penetración radial observada en las secciones transversales, aparte de la medición en milímetros, fue seleccionada por el tipo, según la siguiente clasificación (4): (Cuadros 5 y 6).

Tr - *Total regular*: Toda la sección presenta penetración uniforme, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Ti - *Total irregular*: Toda la sección es penetrada, pero se observan zonas de distinta concentración.

Pr - *Parcial regular*: La penetración tiene lugar en la zona periférica, quedando el centro sin tratamiento.

Pi - *Parcial irregular*: Como en el caso anterior, pero la penetración no adopta forma definida.

Pv - *Parcial vascular*: Penetración de tipo básicamente longitudinal.

N - *Nula*: No se observa penetración alguna, o si la hay no es significativa.

Los datos de retención y penetración hallados en cada una de las trozas se encuentran en el cuadro 4.

CUADRO N° 4

Resultados del Tratamiento a Presión (célula llena) en Maderas de Tingo María (U.T.C.F.)

Arbol N°	Troza N°	Volumen (m ³)	Porcentaje de humedad	Peso de las Trozas (kg.)		RETENCIÓN				Penetración (mm)	% de penetración en función del radio
				Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Kg. por troza	Kg. por m ³	Promedios			
								Kg. de sal por m ³	Kg. de solución por m ³		
2	2	0.11814	26.2	87.200	129.400	42.200	357.20	15.499	308.98	145.0	100.0
	3	0.11993	28.5	81.600	119.000	37.400	311.84			146.0	100.0
	5	0.11710	24.5	80.400	110.600	30.200	257.89			143.5	100.0
4	1	0.11646	22.0	73.000	121.000	48.000	412.15	21.461	429.23	143.5	100.0
	3	0.09453	24.0	59.800	100.000	40.200	425.26			120.0	94.1
	4	0.06840	20.0	45.800	76.600	30.800	450.29			110.0	100.0
5	3	0.04453	22.0	31.800	52.600	20.800	467.10	22.000	440.05	88.5	100.0
	5	0.03618	22.5	27.000	43.400	16.400	453.28			80.0	100.0
	6	0.03402	22.0	24.000	37.600	13.600	399.76			77.5	100.0
6	1	0.11250	26.5	65.000	106.600	41.600	369.77	25.214	504.29	120.0	85.1
	4	0.05760	27.8	34.000	66.600	32.600	565.97			95.0	94.0
	5	0.05094	26.5	31.000	60.400	29.400	577.14			75.0	79.0
10	1	0.06966	23.5	35.200	76.200	41.000	588.57	29.778	595.56	111.0	100.0
	2	0.04869	20.2	22.600	53.000	30.400	624.49			92.5	100.0
	3	0.04428	22.0	20.600	46.600	25.400	573.62			88.5	100.0
13	1	0.08136	28.0	67.800	101.200	33.400	410.52	20.831	416.63	120.0	100.0
	3	0.04842	30.0	36.200	57.600	21.400	441.96			92.5	100.0
	4	0.03724	22.0	23.200	38.000	14.800	397.42			82.5	100.0
16	1	0.07938	25.2	43.400	89.000	45.600	574.45	27.279	545.59	118.5	100.0
	5	0.04950	24.0	26.600	53.800	27.200	549.49			93.5	100.0
	6	0.04680	24.0	24.400	48.400	24.000	512.82			91.0	100.0

CUADRO N° 4 (a)

Resultados del Tratamiento a Presión (célula llena) en Maderas de Tingo María (U.T.C.F.)

Arbol N°	Troza N°	Volumen (m ³)	Porcentaje de humedad	Peso de las Trozas (kg.)		RETENCIÓN				Penetración (mm)	% de penetración en función del radio
				Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Kg. por troza	Kg. por m ³	Promedios			
								Kg. de sal por m ³	Kg. de solución por m ³		
17	1	0.05490	30.0	28.100	68.000	39.900	726.77	33.881	677.62	93.0	94.4
	2	0.03258	28.0	16.800	37.000	20.200	620.01			76.0	100.0
	3	0.03294	27.0	17.200	39.800	22.600	686.09			76.0	100.0
18	1	0.06159	26.0	65.000	89.600	24.600	399.41	24.393	487.86	50.0	47.6
	2	0.04842	22.0	44.200	63.000	18.800	388.26			42.0	45.4
	3	0.04320	21.2	37.200	66.400	29.200	675.92			65.0	74.3
20	1	0.05841	22.2	18.000	60.000	42.000	719.05	34.909	698.19	102.5	100.0
	5	0.02859	17.7	9.600	29.600	20.000	699.54			71.0	100.0
	6	0.02574	21.8	9.000	26.400	17.400	675.99			65.0	96.2
22	1	0.05728	26.5	34.200	64.800	30.600	534.21	28.205	564.10	101.0	100.0
	2	0.03942	22.5	20.800	43.000	22.200	563.16			83.5	100.0
	3	0.02891	21.2	25.800	33.000	17.200	594.94			71.0	100.0
26	1	0.07812	28.0	64.000	96.200	32.200	412.18	21.086	421.73	100.0	85.1
	3	0.04428	24.8	34.000	52.200	18.200	411.02			85.0	96.0
	5	0.03439	24.2	25.800	41.000	15.200	441.99			70.0	90.3
27	1	0.06966	22.0	65.400	89.600	24.200	347.40	18.176	363.53	111.0	100.0
	4	0.04680	21.5	39.600	56.200	16.600	354.70			79.1	86.9
	5	0.03964	20.9	37.000	52.400	15.400	388.49			79.3	97.9

CUADRO N° 4 (b)

Resultados del Tratamiento a Presión (célula llena) en Maderas de Tingo María (U.T.C.F.)

Arbol N°	Troza N°	Volumen (m ³)	Porcentaje de humedad	Peso de las Trozas (kg.)		RETENCIÓN				Penetración (mm)	% de penetración en función del radio
				Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Kg. por troza	Kg. por m ³	Promedios			
								Kg. de sal por m ³	Kg. de solución por m ³		
28	2	0.04477	25.2	36.000	52.000	16.000	357.38	16.917	338.35	85.0	96.0
	3	0.03942	25.5	31.200	45.000	13.800	350.08			80.0	96.0
	5	0.03186	24.5	25.600	35.400	9.800	307.59			75.0	100.0
29	1	0.11646	24.5	92.800	125.000	32.200	276.49	15.166	303.33	140.0	97.5
	3	0.08622	24.5	70.800	98.200	27.400	317.79			123.5	100.0
	5	0.07855	24.5	71.600	96.400	24.800	315.72			117.5	100.0
31	2	0.07656	21.1	37.200	87.200	50.000	653.08	32.532	650.65	116.0	100.0
	4	0.06319	21.5	30.200	72.400	42.200	667.82			106.0	100.0
	5	0.03708	22.2	19.200	42.600	23.400	631.07			81.0	100.0
32	1	0.05973	28.0	40.400	67.000	26.600	445.33	23.271	465.43	102.5	100.0
	2	0.05760	22.0	41.200	67.600	26.400	458.33			101.0	100.0
	3	0.04344	26.2	31.000	52.400	21.400	492.63			87.5	100.0
33	2	0.06697	23.0	33.000	70.400	37.400	558.46	26.319	526.39	108.5	100.0
	3	0.06534	24.2	31.000	63.200	32.200	492.81			107.5	100.0
	5	0.04622	23.8	23.400	47.800	24.400	527.91			90.0	100.0
34	2	0.08326	24.8	67.600	85.200	17.600	211.38	12.312	246.25	45.0	37.5
	5	0.06878	22.0	56.400	74.000	17.600	255.88			50.0	45.5
	6	0.06262	22.1	54.200	71.200	17.000	271.48			55.0	52.4

CUADRO N° 5

Resultados Promedio de Retención, Penetración, Tipo de Penetración y Peso Específico en 19 Especies Forestales de Tingo María (U.T.C.F.)					
Arbol N°	Nombre	Retención (Kg. de sal por m ³)	% de penetración en función del radio	Peso Específico	Tipo de Penetración
2	Tulpay (Clarisia sp.)	15.449	100.0	0.58	Tr
4	Yacuchapana (Terminalia sp.)	21.461	98.0	0.66	Tr
5	Yacuchapana (Terminalia sp.)	22.000	100.0	0.63	Tr
6	Uvilla (Pourouma sp.)	25.214	86.0	0.53	Tr
10	Chimico blanco (Pourouma sp.)	29.778	100.0	0.46	Tr
13	Chimicua (Pseudolmedia sp.)	20.831	100.0	0.70	Tr
16	Moena blanca (Nectandra sp.)	27.279	100.0	0.44	Tr
17	Huayra caspi (Sterculia sp.)	33.881	98.0	0.45	Tr
18	Barbasco caspi (Oxandra sp.)	24.393	54.9	0.84	Pr
20	Achiote caspi (Bixa sp.)	34.909	98.7	0.34	Tr
22	Paliperro (Ternstroemia sp.)	28.205	100.0	0.48	Tr
26	Manchinga (Brosimun sp.)	21.086	90.4	0.72	Ti
27	Paugil ruro (Oxandra sp.)	18.176	94.9	0.81	Ti
28	Chimicua (Pseudolmedia sp.)	16.917	97.3	0.70	Ti
29	Capirona (Calycophillum sp.)	15.166	99.0	0.68	Tr
31	Cumala colorada (Myroxylon sp.)	32.532	99.0	0.73	Tr
32	Chimico colorado (Rheedia sp.)	23.271	100.0	0.64	Tr
33	Moena Amarilla (Nectandra sp.)	26.319	100.0	0.46	Tr
34	Estoraque (Myroxylon sp.)	12.312	45.0	0.75	Pr

Resultados

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se indican en los cuadros 2, 3,4 Y 5.

En los cuadros 2 y 3 se consideran 34 especies cuya relación figura en el cuadro 1, clasificándolas según su comportamiento durante el secado natural y su resistencia natural al ataque de insectos.

Los Cuadro 4 y 5 expresan el resultado obtenido en el tratamiento de preservación a presión en 19 especies, habiéndose eliminado las otras 15 por su mal comportamiento al secado natural, ataque de insectos y algunas por su alto contenido de humedad.

La observación de estos cuadros, nos muestra una aparente relación entre el peso específico y la retención de sal preservadora en las especies tratadas. Para comprobar si existe o no esta relación se hizo el estudio estadístico que se presenta a continuación:

Estudio de la regresión entre el peso específico de las especies y la retención de sal preservadora expresada en Kg / metro cúbico

$$\Lambda = a + bx \quad \text{Estimado de la línea de regresión.}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{x^2}} = \frac{-10.417}{0.3605} = -28.9$$

donde $a = 41.27$
 $b = -28.9$

$\Lambda = 41.27 - 28.9x$

ANALISIS DE LA VARIANCIA

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.
Promedio	1	10620.03	
Regresión	1	301.01	
Desviación	17	456.42	26.848
TOTAL	19	11377.46	

donde S.C. de la regresión = $\frac{(S_{xy})^2}{S_{x^2}}$

$$\text{S.C. de la regresión} = S_{y^2} - \frac{(S_{xy})^2}{S_{x^2}}$$

Estimado de la variancia de b = s_b^2

Discusión

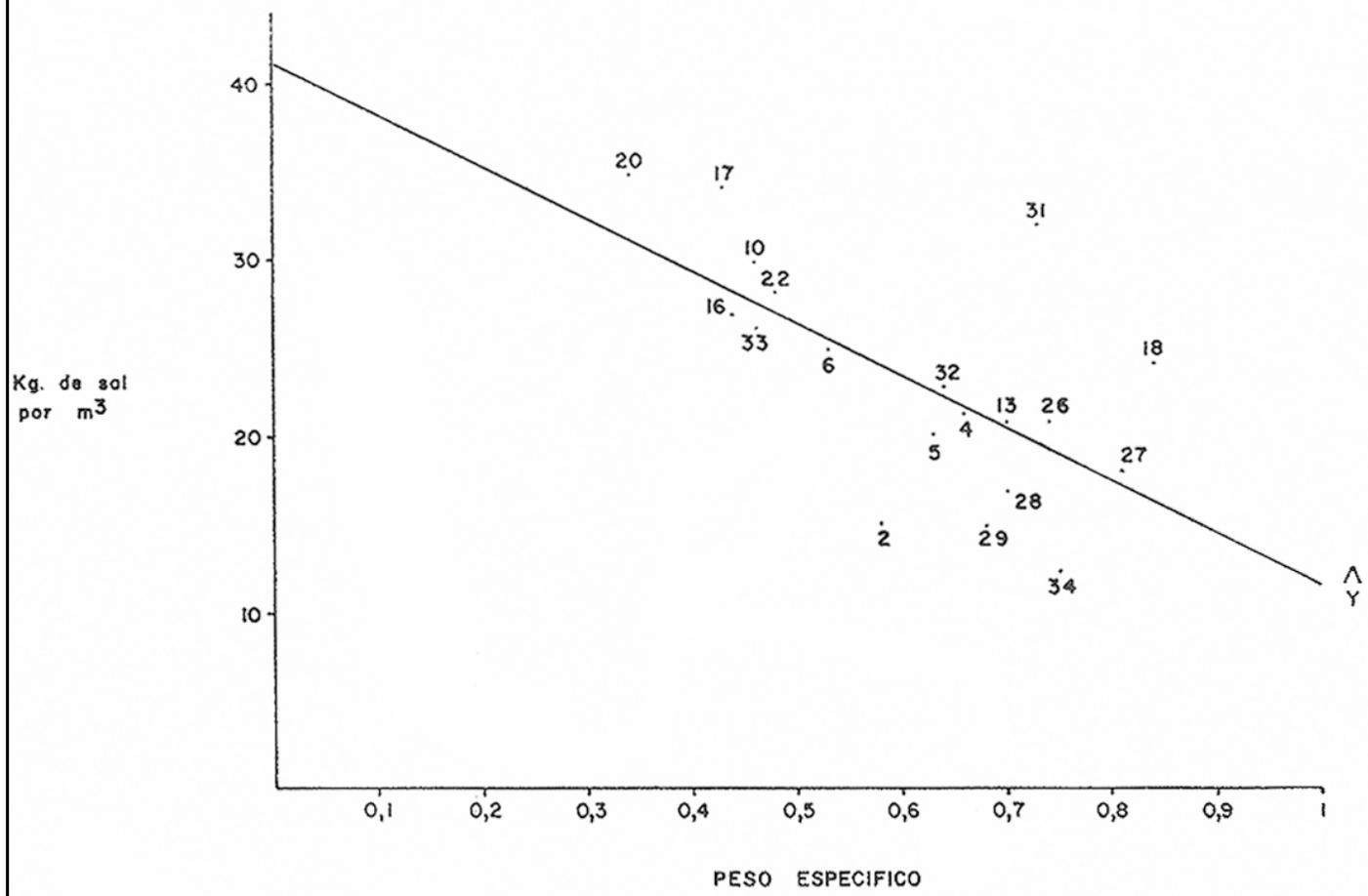
En el tratamiento efectuado, la retención mínima obtenida, corresponde al Estoraque, con 12,312 kilogramos de sal por metro cúbico, Para el preservador Wolmanit CB, esta cantidad de sal retenida, es suficiente para ofrecer una buena preservación contra insectos y hongos aún en las condiciones más severas de ataque, especialmente si se tiene en cuenta que para el cobre (3), fungicida y fungistático de la sal Wolmanit CB, en forma de sulfato, se indican 7 kilos por metro cúbico como retención para asegurar los resultados buscados. Así mismo, la cantidad de boro incorporado alcanza el nivel requerido para evitar el ataque de insectos, especialmente del género *Lyctus*. productores de la "carcoma", contra los cuales resulta eficaz.

La penetración en todas las especies consideradas en el tratamiento es muy buena y garantiza su protección, por cuanto la profundidad a que penetra el preservador es de fundamental importancia para este fin, ya que se dan casos de madera con alta absorción, pero en las que la penetración es insuficiente. (3)

De acuerdo a lo anterior, el período de presión, en el proceso de impregnación, debe concluir al alcanzar la absorción recomendada para cada preservador, por cuanto la inyección de éste en la madera, luego de sobrepasar el límite recomendado, representa un gasto adicional sin reportar ningún beneficio (3). El mismo resultado se obtiene regulando la concentración de 1-1 solución e impregnando hasta rechazo virtual.

Se ha encontrado que en forma general existe una regresión lineal entre el peso específico y la retención. Las especies, Cumala colorada [31] y el Tulpay [2] se apartan de la línea de regresión, lo cual se puede atribuir al porcentaje de humedad. En el caso de la primera la retención de sal fue más alta de lo esperado y se observa que las muestras en estudio contenían un porcentaje bajo de humedad. Por el contrario en el caso del Tulpay, la retención fue baja y en cambio el porcentaje de humedad fue bastante alto.

REGRESION LINEAL ENTRE PESO ESPECIFICO Y RETENCION DE
SAL PRESERVADORA EN Kg/m³



Conclusiones

- 1 .-Los resultados del trabajo indican que a presión de 8 kilos por centímetro cuadrado, la madera de las 19 especies estudiadas, tienen una retención neta superior a 240 kilogramos de solución por metro cúbico y que la penetración, expresada como porcentaje del radio, supera el 85 por ciento en 17 de ellas, siendo de más de 43 en "barbasco caspi" y "estoraque",
- 2 .-Los resultados obtenidos indican que la retención del preservador está inversamente relacionada al peso específico de la madera, ya que existe una regresión lineal entre estas dos características.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento al Dr. B. Kukachka del Laboratorio de Productos Forestales de Madison, por la identificación de los árboles; al Dr. Tosé Giles, Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales, por su ayuda en el estudio estadístico del trabajo; al Instituto de Selva de la Universidad Agraria, por su aporte económico, y a todas las personas que en una u otra forma contribuyeron al mejor desenvolvimiento de esta investigación.

Bibliografía

- 1 . BUENO, J. 1966. Impregnación de especies forestales nativas; primer informe. Lima. Instituto de Investigaciones Forestales. 16 p. (mimeografiado) .
2. BUSHELEY, H. R. 1946 - Modern equipment for the Bulton process. USA., Proc. Am. Wood Preserves Assoc. 42 p.
3. HUNT, G. M. Y GARRAT, G. A. 1962. Preservación de la madera. Madrid, Salvat. 486 p.
4. HUNT, I. S. y SOBRINO, J. C. 1963. Características de preservación de 47 especies de Guayana. Mérida, Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. 50 p.
- 5 . MAR TINEZ, B. J. Conservación de la madera en su aspecto técnico, industrial y económico. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 550 p.
6. —1960. Estado actual de la industria española de impregnación de maderas. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 83 p.
7. TINTO, T. C. 1949. Determinación del grado de penetrabilidad en maderas argentinas. Argentina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Publicación Técnica N° 12. 19 p.
8. WOLMAN, K. H. 1963. 60 años de protección de la madera Sinzhim (Alemania), s.e. 143 p.