

Características de Penetrabilidad en 53 Especies Forestales de Yurimaguas

Raúl González Flores (¹)

Resumen

La preservación tiene por objeto aumentar la vida útil de la madera en servicio. Esta protección depende de una serie de factores, uno de los cuales es la penetrabilidad de los preservadores. Las sustancias sólidas o muy viscosas no pueden penetrar en la madera, pero esto depende de varios factores más complejos.

El presente trabajo trata de la penetrabilidad de la madera de 53 especies del bosque húmedo tropical de Yurimaguas, impregnados por el proceso Lowry, a célula vacía, con presión de 6 atmósferas, con sales hidrosolubles (K-33) de origen sueco.

De las 53 especies estudiadas, 24 demostraron ser fácilmente penetrables y 10 impenetrables en su duramen.

El grado de absorción varía de acuerdo con su porosidad, grado y tipo de penetración, en iguales condiciones de tratamiento. Las maderas que presentan absorciones altas o muy altas, son casi siempre las de fácil penetración y relativamente porosas.

Los resultados obtenidos permiten agrupar a las especies estudiadas en tres categorías de modo que los tratamientos preservadores se realicen con el menor exceso posible de sales.

Summary

The purpose of preservation is to increase the useful time of timber on service. Its protection depends on several factors, one of which is penetrability of the preservative. Solids or very viscous substances can not penetrate wood, however this depends on more complex relations. The present study is about penetrability of 53 wood species from the humid tropical forest of Yurimaguas, impregnating them according to Lowry's process i.e. in empty cell, at 6 atmosphere of pressure using hydrosoluble salts (K-53) of Swedish origin.

From, the 53 species studied, 24 have shown easy penetrability whereas in 10 of them their duramen was impenetrable.

The grade of absorption varies according to its porosity, degree and type of penetration under equal treatment conditions. Timbers showing high or very high absorption are almost always of easy penetration and relatively porous.

According to the results obtained the species under study can be separated in three different categories and by so doing the preservation treatments are accomplished with the least possible excess of salt.

¹ Profesor Asociado Programa Académico de Ciencias Forestales. Univ. Nacional Agraria.

Introducción

La madera es un material que presenta innumerables variaciones en su estructura anatómica, motivo por el cual difiere ampliamente en sus propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas. Es fácil de trabajar y por ello se le ha utilizado en todos los propósitos concebibles desde los tiempos más antiguos. Hoy después de una larga historia, la madera sigue ocupando un lugar de privilegio en la vida del hombre, a tal punto, que en el mundo todo se puede hacer de madera y en algunos casos es irremplazable.

Las notables propiedades de este material, especialmente la combinación de su resistencia con su poco peso, sus formas y tamaños tan diversos, unidos a la belleza de su diseño, hacen de la madera un elemento constructivo de primer orden. Sin embargo, toda pieza de madera que se encuentra prestando un determinado servicio, está expuesta a numerosas influencias, que pueden llegar a producir la destrucción completa de la misma y el reemplazo periódico de la madera deteriorada resulta antieconómico.

La preservación tiene por objeto aumentar la vida útil de la madera en uso, incidiendo favorablemente en la reducción de costos por unidad a través del tiempo.

Esta protección que brinda la preservación a la madera, depende de una serie de factores, uno de los cuales y quizá el más importante, es la penetrabilidad o facilidad con que un preservador penetra en la madera. La protección de las capas superficiales únicamente, no es eficaz, ya que se quiebran con facilidad, desgastan o se agrietan, mientras la madera está aún secándose (8).

Las materias sólidas o muy viscosas no pueden penetrar en la madera y contrariamente a la creencia común, los preservadores oleosolubles tienen mayor poder de penetración que los hidrosolubles, que por menos viscosos deberían penetrar más profundamente, pero esto depende de otros factores complementarios más complejos (2, 6).

Debido a que la penetración de los preservadores tiene marcada importancia en el éxito de todo proceso de tratamiento, el objetivo principal del presente trabajo es la determinación del grado de penetrabilidad de un grupo de madera extraídas del bosque húmedo tropical en Yurimaguas (10), clasificando las especies de acuerdo a las características de preservación que presenta cada una de ellas.

Como se ha proyectado el estudio de todas las especies forestales del Perú (3), se incluye en este trabajo un grupo de 53 especies, algunas de las cuales, por su calidad, no deben destinarse a tratamientos preservadores comunes.

A continuación damos el informe de resultados, obtenidos en el Laboratorio de Preservación de la Madera, del Departamento de Industrias Forestales, Universidad Nacional Agraria, "La Molina".

Materiales y Métodos

Probetas de Ensayo

Las probetas para el ensayo se obtuvieron de muestras de madera de 70 trozas, correspondientes a igual número de especies forestales, seleccionadas en Yurimaguas, en Octubre de 1969, como parte de un convenio entre el Proyecto de Desarrollo de las Cuencas de los ríos Huallaga Central, Chiriyacu y Nieva, PNUD/FAO N° 119 y el Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria.

El aserrado de trozas y la preparación de muestras, se llevó a cabo en la hacienda "San Ramón", en Yurimaguas, en donde se marcaron las piezas de madera cuidando de diferenciar albura y duramen en cada especie y luego se enviaron a Lima. Las muestras tenían entonces 105 cm. de largo, 5 cm. de espesor y entre 25 y 30 cm. de ancho. De ellas, se confeccionaron varios tipos de probetas, uno de los cuales se destinó para los estudios de preservación y sus características son las siguientes: 5 cm. por 5 cm. por 20 cm.; madera sana de albura y duramen.

Durante la preparación de probetas, en el Laboratorio de Procesamiento de la Madera, se eliminaron 17 especies por diversos motivos, quedando para la investigación un total de 53 especies.

Las probetas se secaron en el horno experimental de secado, hasta alcanzar un contenido de humedad de $12\% \pm 1$, luego se estacionaron en el patio de secado durante 90 días con el objeto de que tomaran agua del medio hasta su equilibrio higroscópico, el cual es de $14\% \pm 1$ en la zona de La Molina (2).

Método de Impregnación

Las probetas se impregnaron por el proceso Lowry (4), denominado también como célula vacía, en la planta de preservación a presión Boliden-12 (5), que tiene el Departamento de Industrias Forestales en el campus de la Universidad.

La inyección se realizó a 6 kilos de presión por centímetro cuadrado durante 60 minutos, utilizando sal K-53 de Boliden como preservador. El proceso está indicado para cualquier planta de tratamiento a presión, pues no requiere bomba de vacío, ni equipo adicional y al no elevar tanto la presión del aire inicialmente, se consigue, en las mismas condiciones, mejores penetraciones y retenciones que con el sistema Rüping (8, 9). Las condiciones del tratamiento se dan en la Figura N°1.

Para determinar el grado de absorción, las probetas se pesaron con exactitud de 0.1 gr. (1), antes y después del tratamiento. La diferencia de estos pesos, expresada en gramos da el grado de absorción de las probetas y mediante un corte longitudinal, en la parte media de cada probeta, se determinó el grado y tipo de penetración, lo cual se llevó a cabo con la mayor facilidad debido a que el preservador utilizado tiñó las maderas muy claramente.

Clasificación de Especies

Para la clasificación de especies, de acuerdo a sus características de preservación se adoptaron las siguientes escalas:

Grado de Absorción (5)

Muy alta (MA)	: más de 20 Kg. de sal por m ³
Alta (A)	: de 19.9 a 14 Kg. de sal por m ³
Buena (B)	: de 13.9 a 8 Kg. de sal por m ³
Moderada (M)	: de 7.9 a 4 Kg. de sal por m ³
Escasa (E)	: menos de 4 Kg. de sal por m ³

Los resultados de absorción se indican en el Cuadro N° 1, en donde sólo se dan los pesos antes y después del tratamiento en madera de duramen.

Grado de Penetración. (8)

Fácilmente penetrable (FP) : más del 70% de la superficie

Moderadamente penetrable (MP): del 60 al 40% de la superficie
 Poco penetrables (PP) : del 40 al 20% de la superficie
 Difícilmente Penetrable (DP) : del 20 al 10% de la superficie
 Maderas Impenetrables (IP) : La superficie de la madera no se tiñe

La escala adoptada para la clasificación por grado de penetración se ilustra en la Figura N° 2, el rayado indica el límite máximo de penetración del preservador. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 1.

Tipo de Penetración (5, 7)

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

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

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

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

Parcial vascular (Pv) : Penetración de tipo básicamente longitudinal.

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

La escala del tipo de penetración se ilustra en la Figura N° 3 y los resultados se dan en el Cuadro N° 1.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2, se registra la información correspondiente a los valores tomados en cuenta para la Clasificación de especies en base a sus características de Penetrabilidad durante el tratamiento a célula vacía (Lowry). En el Cuadro N9 1, los valores del Peso específico son aquellos que resultaron del promedio de seis determinaciones en cada especie, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso seco en horno}}{\text{Volumen C.H.20\%}}$$

Los valores de absorción se calcularon por diferencia de pesadas entre los pesos antes (Pi) y después (P2) del tratamiento: Absorción (gr) = P2 -Pi. Luego con este valor se calcularon las absorciones líquida y sólida empleando las siguientes fórmulas:

$$\text{Absorción líquida} = \frac{P2 - P1}{V} \text{ l/m}^3$$

$$\text{Absorción sólida} = \frac{C(P2 - P1)}{100 V} \text{ Kg/m}^3$$

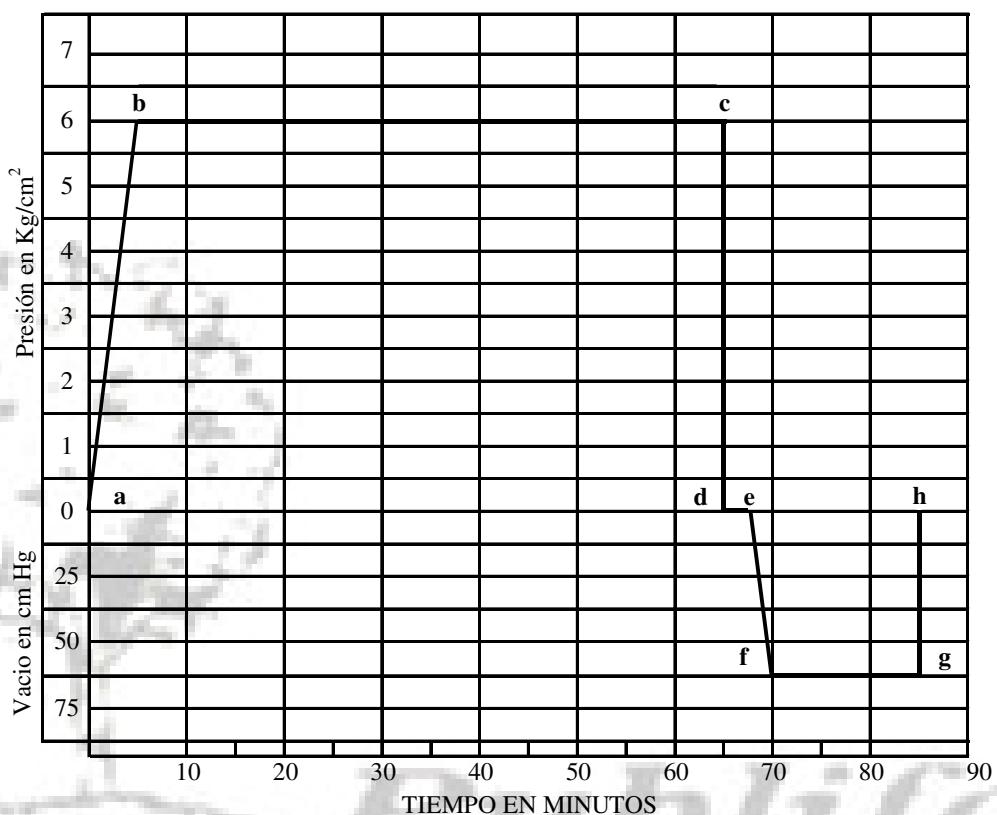
donde:

V = Volumen de las probetas.

C = Concentración del preservador (5%).

El examen crítico del Cuadro 1, nos muestra una aparente relación entre el peso específico y la absorción 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:

DIAGRAMA DE INYECCION LOWRY



a-b = Elevación de presión a 6 kilos por centímetro cuadrado

b-c = Presión de trabajo durante 60 minutos

c-e = compensación de presión

e-h vacio final - apertura de la puerta del autoclave

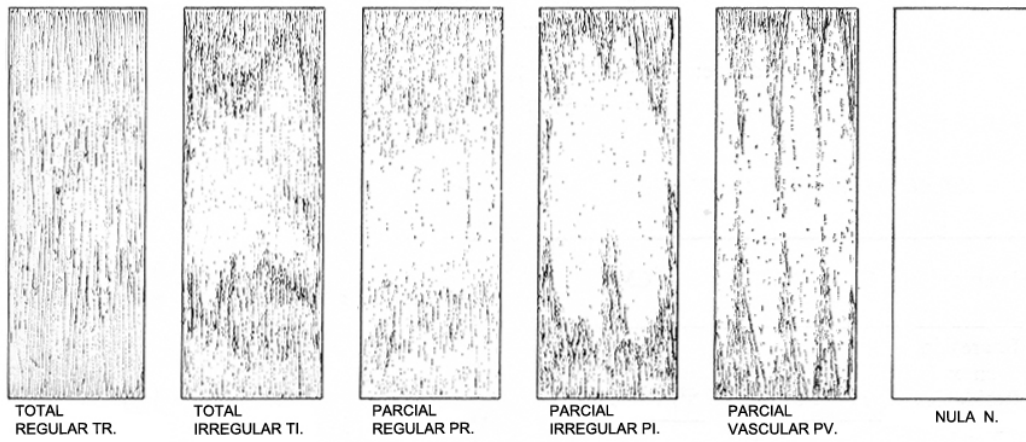


FIGURA N° 3

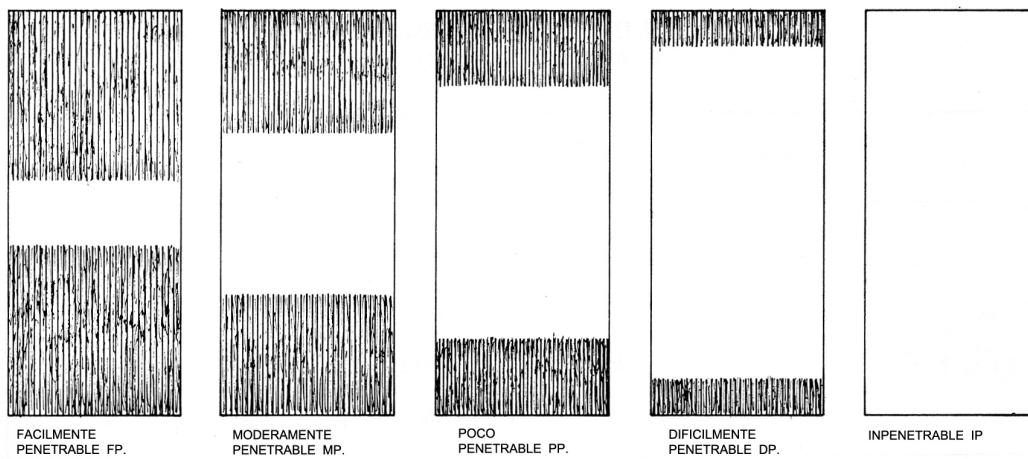


Figura N° 2

CUADRO N° 1- CARACTERISTICAS DE PRESERVACION A PRESION POR CELULA VACIA (LOWRY)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	N° de Muestra	Peso específico (Ps/Vv)	Contenido de humedad (%)	Volumen (cm3)	Peso antes del tratam. (gr)	Peso despues del tratam. (gr)	Absorción (gr)	ABSORCION			PENETRACION						
									ALBURA		DURAMEN		ALBURA		DURAMEN			
									Liqui. (1/m3)	Sal (Kg/m3)	Grado de	Liqui. (1/m3)	Sal (Kg/m3)	Grado de	Tipo de	Grado de	Tipo de	Grado de
Parinarium parile	Parinari	1	0.65	15	500	332	530	198	468	23.4	MA	396	19.8	A	Tr	FP	Tr	FP
Rheedia floribunda	Palo azufre	2	0.74	15	500	338	399	11	250	12.5	B	22	1.1	E	Pr	MP	N	IP
Sapium marmieri	Caucho masha	4	0.32	14	500	185	403	218	656	32.8	MA	436	21.8	MA	Tr	FP	Tr	FP
Hevea microphylla	Shiringa	6	0.58	15	500	319	593	274	630	31.5	MA	548	27.4	MA	Tr	FP	Tr	FP
Sickingia williamsii	Puce quiro	7	0.61	15	500	344	541	197	464	23.2	MA	394	19.7	A	Tr	FP	Pr	FP
Chlorophora tintorea	Isullija	8	0.55	13	500	280	397	117	372	18.6	A	234	11.7	B	Tr	FP	Pr	FP
Ormosia coccinea	Huayruro	9	0.67	15	500	238	331	93	448	22.4	MA	186	9.3	B	Ti	FP	Pr	MP
Palicourea sp.	Panguana	10	0.57	15	500	335	610	275	584	29.2	MA	550	27.5	MA	Pi	FP	Pi	FP
Sterculia sp.	Huangena caspi	11	0.62	15	500	347	585	238	572	28.6	MA	476	23.8	MA	Tr	FP	Pr	MP
Diploptosis martusii	Chonta quiro	12	0.82	15	500	407	412	5	246	12.3	B	10	0.5	E	Pi	PP	N	IP
Diploptosis sp.	Chonta quiro blanco	12A	0.84	15	500	466	505	39	258	12.9	B	78	3.9	E	Pr	MP	N	DP
Trichilla japurensis	Ucho mullaca	13	0.36	15	500	196	308	112	494	24.7	MA	224	11.2	B	Pi	FP	PV	PP
Symphonia globulifera	Ouille huiqui	14	0.36	15	500	359	585	226	504	25.2	MA	452	22.6	MA	Tr	FP	Tr	FP
Iryanthera paraensis	Pucuna caspi	15	0.84	15	500	473	525	52	302	15.1	A	104	5.2	M	Pr	MP	N	DP
Cosmibuena grandiflora	Aceru caspi	16	0.82	15	500	497	650	153	416	20.8	MA	306	15.3	A	Tr	FP	Pr	FP
Erythrina sp.	Ana caspi	17	0.70	15	500	373	385	12	140	7	M	24	1.2	E	Tr	FP	N	IP
Jacaranda Copaia	Ishtapi	18	0.31	13	500	172	506	334	700	35	MA	668	33.4	MA	Tr	FP	Ti	FP
Vitex pseudolea	Palo perro	19	0.83	14	500	462	628	166	406	20.3	MA	332	16.6	A	Tr	FP	Pr	MP
Clarisia racemosa	Mashoraste	20	0.51	15	500	331	410	79	254	12.7	B	158	7.9	M	Pr	MP	Pr	MP
Ouratea sp.	Loromicuna	22	0.38	14	500	314	619	305	662	33.1	MA	610	30.5	MA	Tr	FP	Tr	FP
Hymenaea oblongifolia	Yuto banco	24	0.72	15	500	343	482	139	312	15.6	A	278	13.9	B	Tr	FP	Pr	MP
Cordia sp.	Opechona	27	0.44	15	500	245	398	153	310	15.5	A	306	15.3	A	Pv	MP	Pv	PP
Ogcodela tamamuri	Tamamuri	28	0.7	15	500	345	473	128	472	23.6	MA	256	12.8	B	Ti	FP	Pr	FP
Zantboxylum juniperium	Hualaja	29	0.45	15	500	251	444	193	586	29.3	MA	386	19.3	A	Pr	FP	Pr	FP
Pterocarpus ulei	Yahuar caspi	31	0.57	15	500	335	547	212	498	24.9	MA	424	21.2	MA	Pr	FP	Pr	FP
Croton matourensis	Yurac ciprana	33	0.35	14	500	174	482	308	664	33.2	MA	616	30.8	MA	Tr	FP	Ti	FP
Inga sp.	Puca shimbillo	34	0.73	15	500	358	390	32	156	7.8	M	64	3.2	E	Pr	MP	N	DP
Simarouba amara	Marupá	35	0.29	13	500	169	462	293	702	35.1	MA	586	29.3	MA	Ti	FP	Ti	FP
Obligianthes discolor	Yana huasca	37	0.34	15	500	274	492	218	580	29	MA	436	21.8	MA	Pr	FP	Pi	MP

CUADRO N° 1 (Continuación) - CARACTERISTICAS DE PRESERVACION A PRESION POR CELULA VACIA (LOWRY)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	N° de Muestra	Peso específico(Ps/Vv)	Contenido de humedad (%)	Volumen(cm3)	Peso antes del tratam. (gr)	Peso despues del tratam. (gr)	Absorción (gr)	ABSORCION						PENETRACION		
									ALBURA			DURAMEN			ALBURA		DUR
									Liqui. (1/m3)	Sal (Kg/m3)	Grado de	Liqui. (1/m3)	Sal (Kg/m3)	Grado de	Tipo de	Grado de	Tipo de
Brosimum paraense	Palo sangre	38	0.75	15	500	428	431	3	226	11.3	B	6	0.3	E	Ti	MP	N
Brosimum uleanum	Palo sangre	38A	0.83	15	500	412	505	93	368	18.4	A	186	9.3	B	Tr	FP	Pr
Perebea chimicua	Chimicua blanca	39A	0.74	15	500	371	503	132	370	18.5	A	264	13.2	B	Tr	FP	Pi
Caryocar coccinesum	Almendra	41	0.83	15	500	354	368	14	176	8.8	B	28	1.4	E	Pr	FP	N
Courna macrocarpa	Leche caspi	42	0.45	14	500	294	509	215	520	26	MA	430	21.5	MA	Ti	FP	Pr
Trophis racemosa	Urpay manchinga	43	0.71	14	500	351	503	152	462	13.1	MA	304	15.2	A	Tr	FP	Pr
Spondias mombin	Uvos	44	0.42	15	500	160	380	220	644	32.2	MA	440	22	MA	Tr	FP	Pr
Lonchocarpus sp.	Ochabaja	45	0.78	15	500	389	573	184	380	19	A	368	18.4	A	Tr	FP	Pr
Myroxylon balsamum	Estoraque	46	0.83	13	500	440	456	16	172	8.6	B	32	1.6	E	P	MP	N
Terminalia oblonga	Yacushapana	47	0.71	15	500	405	533	128	460	23	MA	256	12.8	B	Tr	FP	Pr
Matisia bicolor	Sapote	48	0.41	14	500	235	481	246	616	30.8	MA	492	24.6	MA	Tr	FP	Tr
Aspidosperma vargessi	Quillo bordón	52	0.61	14	500	394	547	153	384	19.2	A	306	15.3	A	Pr	MP	Tr
Trichilla sp.	Cedro mullaca	53	0.47	14	500	267	277	10	252	12.6	B	20	1	E	N	IP	Ti
Tabebuia pentaphylla	Tahuarí	54	0.8	14	500	556	598	42	226	11.3	B	84	4.2	M	N	DP	Pi
Manilkara bidentata	Quinilla colorada	55	0.79	15	500	521	527	6	182	9.1	B	12	0.6	E	N	IP	Pr
Calycophyllum spruceanum	Capirona	65	0.65	15	500	347	460	113	348	17.4	A	226	11.3	B	Pi	MP	Pr
Ficus autheimintica	Ojé	66	0.3	13	500	129	430	30.1	724	36.2	MA	602	30.1	MA	Tr	FP	Tr
Couropita peruviana	Aya huma	67	0.42	15	500	232	484	252	576	28.8	MA	504	25.2	MA	Pr	MP	Tr
Guarea trichiloides	Requia	68	0.62	15	500	366	406	40	326	16.3	A	80	4	M	N	IP	Tr
Guarea sp.	Requia blanca	68A	0.46	15	500	237	355	118	384	18.2	A	236	11.8	B	Po	PP	Ti
Carpotroche parvifolia	Cacha huayo	69	0.62	15	500	334	564	230	464	23.2	MA	460	23	MA	Tr	FP	Tr
Parahancornia amapa	Naranja podrida	73	0.53	13	500	329	544	215	536	26.8	MA	430	21.5	MA	Tr	FP	Tr
Sterculia tesmaní	Sapoena	75	0.41	14	500	177	501	324	712	35.6	MA	648	32.4	MA	Pr	FP	Tr
Banara guianensis	Raya caspi	80	0.47	14	500	206	496	290	634	31.7	MA	580	29	MA	Pr	FP	Tr

CUADRO N° 2 CLASIFICACION DE ESPECIES POR CARACTERISTICAS DE PENETRABILIDAD

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	N° de muestras	GRADO DE ABSORCIÓN					GRADO DE PENETRACIÓN					TIPO DE PENETRACIÓN														
			Muy alta más de 20 kg/m³		Alta de 19.9 a 14		Buena de 13.9 a 8	Moderado de 7.9 a 4		Escaso menos de 4	Fácilmente penetrables		Moderadamente penetrables	Poco penetrable	Difícilmente penetrables		Maderas impenetrables	Total regular		Total irregular	Parcial regular		Parcial irregular	Parcial vascular		Nula	
			A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A
Parinari	Parinari	01	X		X					X	X						X	X									
Rheedia floribunda	Palo azufre	02				X				X		X				X				X							X
Sapium marmieri	Caucho masha	04	X	X						X	X						X	X									
Hevea michophylla	Shiringa	06	X	X						X	X						X	X									
Sickingia williamsii	Pucaquiro	07	X		X					X	X						X				X						
Chlorophora tintorea	Isullija	08		X		X				X	X						X				X						
Ormosia coccinea	Huayruro	09	X				X			X		X		X				X			X						
Palicourea sp.	Panguana	10	X	X						X	X												X	X			
Sterculia sp.	Huangana caspi	11	X	X						X	X	X					X				X	X					
Diploptropis martiusii	Chontaquiro	12			X			x				X				X					X						X
Diploptropis sp.	Chontaquiro blanco	12A			X			x				X									X						
Trichilia japurensis	Ucho mullaca	13	X							X				X							X			X			
Symphonia globulifera	Quillo huinqui	14	X	X						X	X						X	X									
Iryanthera paraensis	Pucuna caspi	15		X			X			X			X	X							X						X
Cosmibuena grandiflora	Aceru caspi	16	X		X					X	X										X						
Erythrina sp.	Ana caspi	17				X		X		X					X	X											X
Jacaranda copaia	Ishtapi	10	X	X						X	X					X		X									
Vitex pseudolea	Palo perro	19	X		X					X		X				X					X						
Clarisia racemosa	Mashonaste	20			X		X			X	X										X	X					
Ourtatea sp.	Loromicuna	22	X	X						X	X						X	X									
Hymanea oblongifolia	Yutobanco	24		X		X				X		X					X				X						
Cordia sp.	Opechona	27		X	X							X	X											X	X		
Ogcodeia tamamuri	Tamamuri	28	X			X				X	X										X						
Zanthoxylum juniperium	Hualaja	29	X		X					X	X										X	X					
Pterocarpus ulei	Yahuar caspi	31	X	X						X	X										X	X					
Croton matourensis	Yurac ciprana	33	X	X						X	X						X		X								
Inga sp.	Puca shimbillo	34					X	X		X		X									X						X
Simarouba amara	Marupá	35	X	X						X	X								X	X							
Obliganthes discolor	Yana huasca	37	X	X						X		X									X		X				

CUADRO N° 2 CLASIFICACION DE ESPECIES POR CARACTERISTICAS DE PENETRABILIDAD

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	N° de muestras	GRADO DE ABSORCIÓN					GRADO DE PENETRACIÓN					TIPO DE PENETRACIÓN						
			Muy alta más de 20 kg/m³		Alta de 19.9 a 14	Buena de 13.9 a 8	Moderado de 7.9 a 4	Escaso menos de 4	Fácilmente penetrables	Moderadamente penetrables	Poco penetrable	Difícilmente penetrables	Maderas impenetrables	Total regular	Total irregular	Parcial regular	Parcial irregular	Parcial vascular	Nula
			A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A
Brosimum paraense	Palo sangre	38			X			X		X			X		X				X
Brosimum uleanum	Palo sangre blanco	38A		X		X			X		X			X			X		
Perebes chimicua	Chimicua blanca	39A		X		X			X		X			X				X	
Caryocar coccineum	Almendra	41			X			X	X				X			X			X
Couma macrocarpa	Leche caspi	42	X	X					X		X				X		X		
Trophis racemosa	Urpay manchinga	43	X		X				X	X				X			X		
Spondias mombin	Uvos	44	X	X					X	X				X			X		
Lonchocarpus sp.	Ochabaja	45		X	X				X	X				X			X		
Myroxylon balsamum	Estoraque	46			X			X		X			X				X		X
Terminalla oblonga	Yacushapana	47	X			X			X		X			X			X		
Matisia bicolor	Sapote	48	X	X					X	X				X	X				
Aspidosperma vargessi	Quillobordon	52		X	X				X		X			X			X		
Trichilia sp.	Cedro mullaca	53			X			X	X				X		X				X
Tabebuia pentaphylla	Tahuarí	54			X		X			X		X					X		X
Manilkara bidentata	Quinilla colorada	55			X			X		X			X			X			X
Calycophyllum spruceanum	Capirona	65		X		X			X		X					X		X	
Ficus authelmintica	Ojé	66	X	X					X	X				X	X				
Couropita peruviana	Aya huma	67	X	X					X		X			X			X		
Guarea trichiloides	Requia	68		X			X		X				X	X					X
Guarea sp	Requia blanca	68A		X		X			X		X			X			X		
Carpotroche parvifolia	Cacha huayo	69	X	X					X	X				X	X				
Parahancornia amapa	Naranja podrida	73	X	X					X	X				X	X				
Sterculia tesmani	Sapoena	75	X	X					X	X				X			X		
Banara guianensis	Raya caspi	80	X	X					X	X				X			X		

ESTUDIO DE LA REGRESION ENTRE EL PESO ESPECIFICO DE LAS ESPECIES Y LA ABSORCION DE SAL PRESERVADORA EXPRESADA EN KILOS POR METROS CUBICO

$Y = a + bx$ Estimado de la línea de regresión

ANALISIS DE REGRESION
(Matrices Diagonales)

	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5
	-1	(x)	(y)	Verificación	G.L.
Línea 1 (1)	53	31.28	827.70	911.98	
Línea 2 ()		20.057	425.027	466.365	
Línea 3 ()			18,066.370	19,319.097	N = 53
Línea 4 (x)		1.597	— 63.472	— 61.875	
Línea 5 (y)			5140.195	5076.723	N - 1 = 52
Línea 6 (b)			2616.803		
				2616.804	N - 2 = 51

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xy}^2} = \frac{-63.471}{1.597} = -39.76$$

$$827.70 = 53a + \{(-39.76)(31.28)\}$$

$$y = 39.08 - 39.76x$$

donde: a=39.08

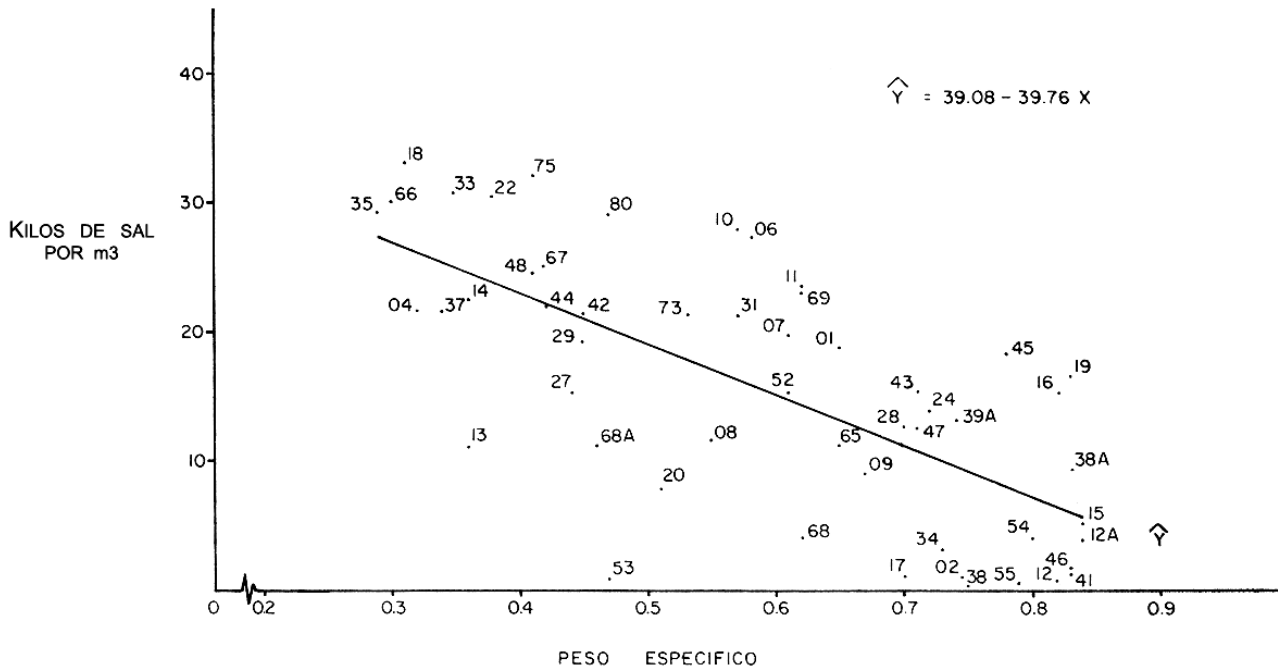
b=-39.76

ANALISIS DE LA VARIANCA

Fuente	GL	SC	CM
Regresión en	1	2523.392	2523.392
x Residuales	51	2616.803	$S^2_{yx} = 51.31$
Total	52	5140.195	

$$\text{Variancia de } a = \frac{S^2_{yx}}{N} = \frac{51.31}{53} = 0.968$$

$$\text{Variancia de } b = \frac{S^2_{yx}}{x(x-7)} = \frac{51.31}{1.597} = 32.14$$



Discusión

Habiendo sido el objetivo del trabajo únicamente el de investigar los principales índices que nos permitan clasificar a las especies por sus características de penetrabilidad, se planteó la conveniencia de trabajar con probetas uniformes en cuanto a forma, volumen y contenido de humedad, procedentes de una misma zona, Yurimaguas.

Los resultados obtenidos, nos muestran una vez más, que la diferencia estructural de la madera influye notablemente en el comportamiento diferencial de las especies, cuando se las somete a un tratamiento determinado, por lo que, lo más conveniente es variar los métodos de preservación de acuerdo a los diferentes grupos de especies.

En la inyección efectuada, la retención mínima de sal en madera de duramen, corresponde a un grupo de diez especies, las que absorben tan escasa cantidad de sal, que resultan imposibles o muy difíciles de impregnar por el proceso Lowry, a 6 atmósferas de presión. Sin embargo, la albura de todas ellas se comporta bien y las cantidades de sal retenidas resultan suficientes como para ofrecerles una buena preservación contra los hongos e insectos típicos de la madera, aún en las condiciones más severas de exposición, especialmente si se tiene en cuenta que para el cobre (5, 6), fungicida y fungistático de la sal K-33, se indican 7 kilos por metro cúbico como retención que asegure los mejores resultados. Asimismo, la cantidad de Arsénico incorporada a la madera sobrepasa el nivel requerido para evitar cualquier tipo de ataque biológico.

La penetración de sal en 43 especies de madera es ampliamente segura y garantiza una protección total, por cuanto la profundidad a que penetró el preservador está en relación directa con la durabilidad de las especies en condiciones de trabajo. Sin embargo, se da el caso de que en Chontaquiرو [12] no hay penetración buena y sí tiene 12.3 kilos de sal retenidos en madera de albura. Pero este hecho no debe llamar la atención, ya que suele presentarse en algunos casos (6).

De acuerdo a lo antes dicho, el período de presión durante el tratamiento, debe concluir al alcanzar la absorción recomendada para cada preservador, por cuanto sobrepasar este límite representa un gasto adicional sin reportar ningún beneficio (6).

En el análisis de regresión efectuado, se ha encontrado una correlación negativa entre el peso específico de las especies y la cantidad de sal preservadora que absorbieron. Las especies Ucho mullaca [13] y Cedro mullaca [53] se apartan de la línea de regresión, lo cual se puede atribuir a la cantidad de poros obturados por tilidosis que se encontraron, al hacer cortes en dichas maderas. Por esta razón, el factor peso específico suele presentar algunas desviaciones muy importantes, con respecto a la mencionada correlación.

Conclusiones

1. Los resultados del trabajo indican, que a la presión de 6 kilos por centímetro cuadrado, la madera de albura de las 53 especies estudiadas absorben mayor cantidad de sal preservadora que sus correspondientes durámenes. Este hecho resulta muy importante, por cuanto ello permite la utilización de esa parte de la madera en piezas redondas (postes).
2. El tratamiento en la albura de las 53 especies del ensayo demostró que el grado de preservación que se obtuvo es muy bueno y que por el anillo protector que presentaba cada probeta no es posible que se produzca ataque de hongos u insectos xilófagos.
3. El duramen de: Palo azufre [02], Chontaquiro [12], Palo sangre [38], Almendra [41], Estoraque [46], Cedro mullaca [53], Quinilla colorada [55] y Requia [68], es imposible de penetrar con el tratamiento preservador empleado en el ensayo. El duramen de: Pucuna caspi [15] y Ana caspi [17] resulta muy difícil de penetrar. Por lo tanto, todas estas especies sólo justificarían su tratamiento a presión de 10 atmósferas.
4. Los resultados obtenidos indican que entre el peso específico y la absorción de sal preservadora hay una correlación inversa, ya que existe una regresión lineal entre estas dos características.
5. En las maderas de latifoliadas hay casos de tilidosis, gomas, o depósitos de otras sustancias que intervienen negativamente en la absorción y penetración de los preservadores, debido a que los vasos o poros de la madera están completamente obturados, tal es el caso de las especies Ucho mullaca [13] y Cedro mullaca [53].

RECOMENDACIONES

Si bien, todavía hacen falta nuevas experiencias en laboratorio y ensayos de carácter industrial, puede asumirse que las especies estudiadas se deberán impregnar, en piezas comerciales, mediante los siguientes procesos:

Bethell (célula llena): Isullija 08, Huayruro 09, Ucho mullaca 13, Yuto banco 24, Tamamuri 28, Capirona 65 y Requia blanca 68A.

Luwry (cédula vacía): Mashonaste 20, Palo sangre blanco 38A, Chemicua blanca 39A, Yacushapana 47, Tahuarí 54 y Requia 68.

Rüping (célula vacía): Parinari [01], Caucho masha [04], Shiringa [06], Puca quiro [07], Panguana [10], Huangana caspi [11], *Quillo* huiqui [14], Acero caspi [16], Ishtapi [18], Palo perro [19], Loro micuna [22], Opechona [27], Hualaja [29], Yahuar caspi [31], Yurac: ciprana [33], Marupá [35], Yana huasca [37], Leche

caspi [42], Urpay manchinga [43], Uvos [44], Ochabaja [45], Sapote [48], *Quillo* bordón [52], Ojé [66], Aya huma [67], Cacha huayo [69], Naranja podrida [73], Sapoeña [75] y Raya caspi [80].

Bibliografía

- 1.-ANONIMO. 1964. American Wood - Preserver's Association. Manual of Recommended Practice. (Hojas sueltas que aparecen periódicamente). Estados Unidos de Norteamérica.
- 2.-BARGHOORN, A.W. 1969. Consideraciones generales y básicas referentes al Secado de la Madera en el Perú. Misión Técnica Alemana. 26 p. (Mimeografiado).
- 3.-GONZALEZ, V.R. 1969. Preservación de Maderas del Perú. Proyecto de Investigación FIP-1-1969, Universidad Nacional Agraria. 19 p.
- 4.- ----- 1969. La impregnación de maderas vinculada al Poste Largo. Universidad Nacional Agraria. 15 p. Boletín N° 15.
- 5.- ----- y BUENO, J. 1967. Comportamiento de maderas de Tingo María (U.T.C. F.) al Tratamiento de Preservación a Presión. Revista Forestal del Perú 1 (2):48-64.
- 6.-HUNT, G.M. y GARRAT, G.A. 1962. Preservación de la Madera. Barcelona, Salvat. 486 p.
- 7.-HUNT, Y.S. y SOBRINO, J.C. 1963. Características de Preservación de 47 especies de Guayana. Mérida, Venezuela, Min. de Agric. y Cría. 50 p.
- 8.-TINTO, J. C. 1949. Determinación del grado de Penetrabilidad en Maderas Argentinas. Buenos Aires, Argentina. Min. de Agric. y Ganad. Publicación Técnica N° 12. 19 P.
- 9.-TORRES, J. 1966. Conservación de maderas en su aspecto práctico. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid. 101 p.
- 10.-TOSI, J.A. 1960. Zonas de vida naturales en el Perú. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. 271 p. (Boletín Técnico NQ 5, IICA).