

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
 Dificilmente 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:

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

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

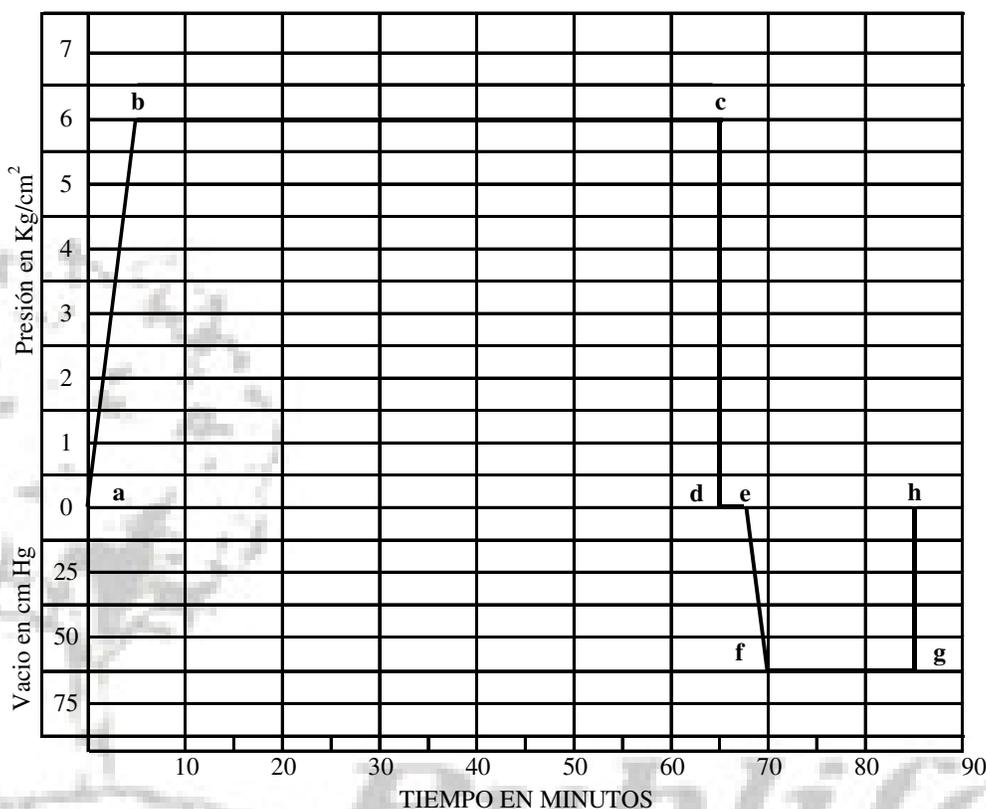
donde:

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

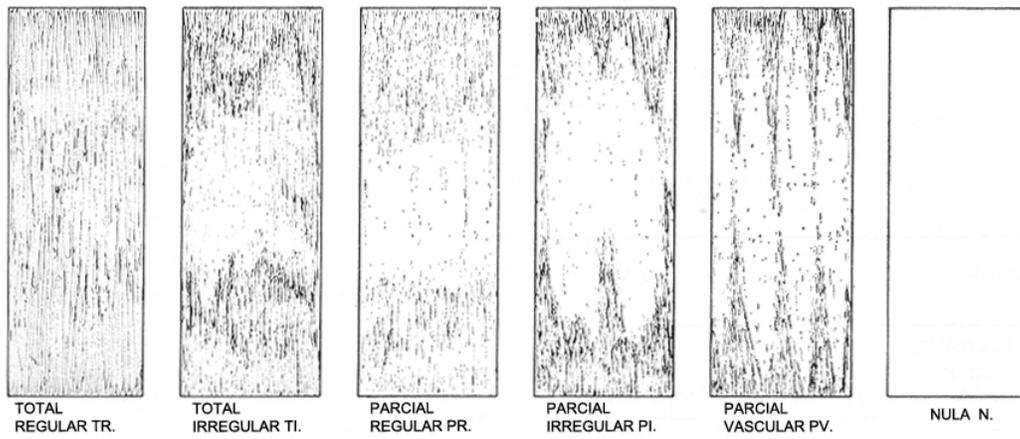


FIGURA N° 3

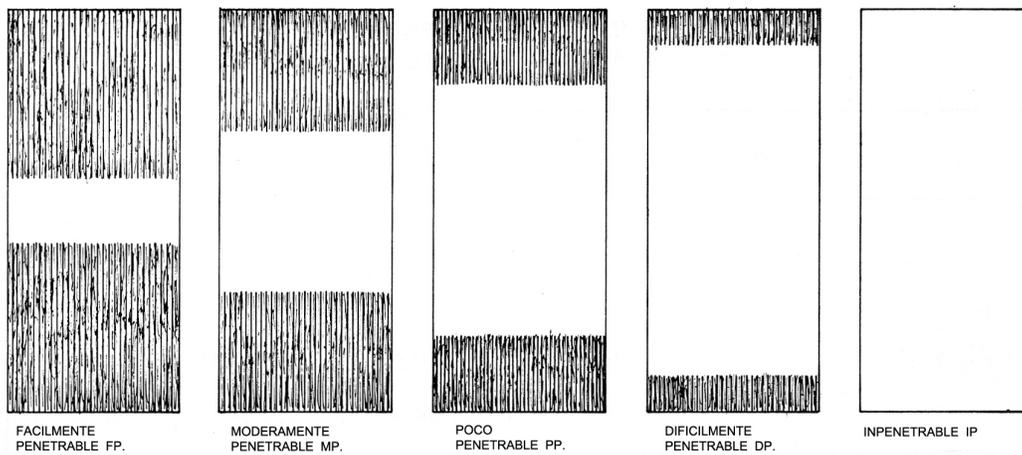


Figura N° 2

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 | | DURAMEN |
| | | | | | | | | | 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 |
| Parinarium parile | 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 | | | | 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 | | | 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 | 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 |
| 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

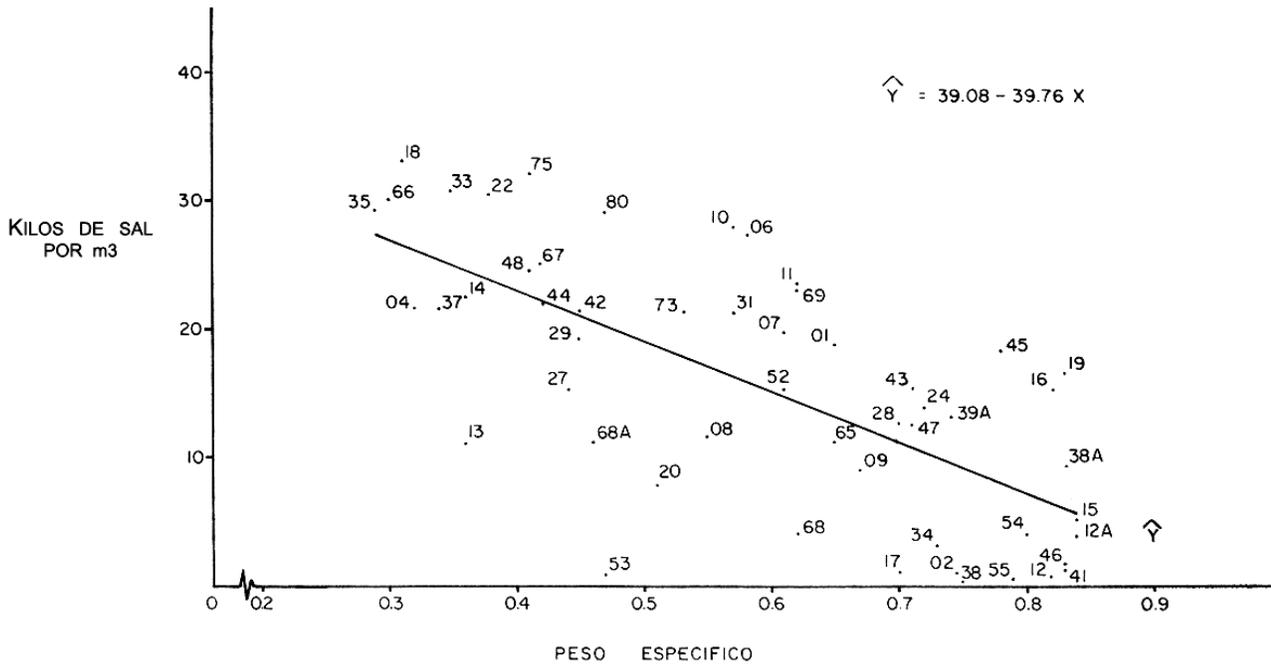
b=-39.76

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).