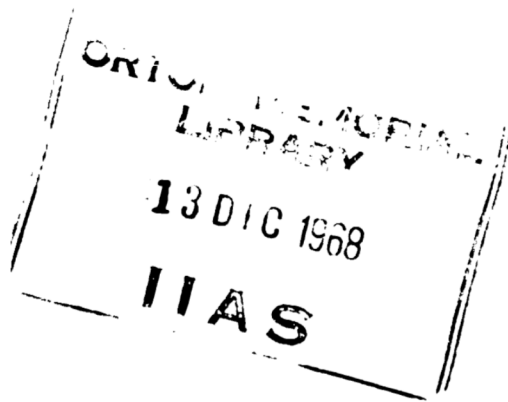


TRATAMIENTOS PRESERVADORES GUIAS PARA ONCE MADERAS  
DE COSTA RICA



Por

RAMON A. CAMARGO RAAD

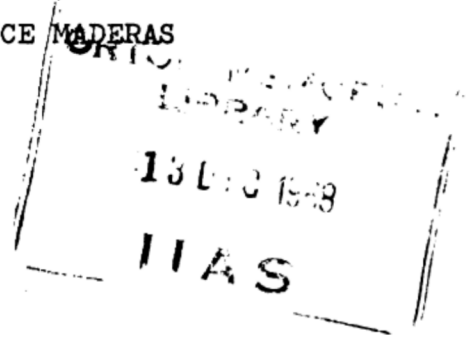
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Centro de Enseñanza e Investigación

Turrialba, Costa Rica

Noviembre, 1968

TRATAMIENTOS PRESERVADORES GUIAS PARA ONCE MADERAS  
DE COSTA RICA



Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados  
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:

Harry J. van der Slooten, M.S

Consejero

Ludwig Müller, Ph.D.

Comité

Herster Barres, Ph.D.

Comité

Kenton Miller, Ph.D.

Comité

Noviembre, 1968

A la memoria de mi padre

A mi madre •

A mi hermano

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Ing. H. J. van der Slooten, Consejero Principal, por su colaboración en la realización del presente trabajo; a los miembros de su Comité, Drs. Herster Barrés, Ludwig Müller y Kenton Miller, por sus sugerencias y críticas; al Dr. Harvey D. Erickson por las enseñanzas recibidas de él durante su estadía en Costa Rica; al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro de Enseñanza e Investigación, por el patrocinio de sus estudios en dicha Institución; a sus profesores, compañeros y amigos.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Magangué, Colombia, en 1940. Cursó sus estudios primarios en su ciudad natal y los universitarios en la Facultad de Agronomía e Instituto Forestal de la Universidad Nacional, seccional Medellín, donde obtuvo el título de Ingeniero Forestal en 1965. Ingresó al Departamento de Ciencias Forestales del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, en setiembre de 1966 y permaneció en éste hasta noviembre de 1968.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
CAPITULO I: INTRODUCCION .....	1
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA .....	3
A. Preservadores de Madera .....	3
B. Métodos de Tratamientos Preservadores .....	5
C. Condiciones Utilizadas en Algunos Procesos de Preservación .....	6
D. Durabilidad Natural de la Madera .....	8
E. Factores que Influyen en la Penetración y Absorción de Preservadores .....	8
F. Requerimientos de Preservadores para Diferen- tes Usos .....	12
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS .....	14
A. Equipo .....	14
B. Soluciones Preservadoras .....	15
C. Maderas Utilizadas .....	15
D. Tamaño de las Muestras .....	17
E. Cálculo de la Absorción .....	19
F. Determinación de los Preservadores .....	19
G. Diseño Experimental .....	20
H. Tratamientos Preliminares .....	20
I. Tratamientos Finales .....	24
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION .....	27
A. Metodología .....	27
1. Tratamientos preliminares .....	27
2. Tratamientos finales .....	29
B. Resultados .....	31
CAPITULO V: CONCLUSIONES .....	49
RESUMEN .....	53
SUMMARY .....	57
LITERATURA CITADA .....	62
ANEXO .....	67

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1.	Tipo de preservador recomendado para diversas condiciones de servicio y en diferentes aplicaciones con ejemplos de las retenciones que deberían emplearse (26) .....	13
2.	Resumen de los resultados de absorción y penetración obtenidos en las diferentes especies con los dos preservadores en los diversos tratamientos .....	35
3.	Prueba de "t" para comparar la absorción entre las muestras utilizadas en el tratamiento a Vacío H .....	37
4.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Alnus ferruginea</u> en los diferentes procesos .....	38
5.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Bursera simaruba</u> en los diferentes procesos .....	39
6.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Ficus werckleana</u> en los diferentes procesos .....	40
7.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Sapium sp.</u> en los diferentes procesos .....	41
8.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Virola koschnyi</u> en los diferentes procesos ..	42
9.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Pterocarpus officinalis</u> en los diferentes procesos .....	43
10.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Terminalia lucida</u> en los diferentes procesos .....	44
11.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Carapa sp.</u> en los diferentes procesos .....	45

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
12.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Quercus aaata</u> en los diferentes procesos .....	46
13.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Quercus costarricensis</u> en los diferentes procesos .....	47
14.	Absorciones y penetraciones obtenidas en <u>Quercus eugenifolia</u> en los diferentes procesos .....	48
15.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las diferentes especies en el tratamiento de célula llena A .....	68
16.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de célula llena B .....	69
17.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena C .....	70
18.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena D .....	71
19.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de baño caliente y frío E, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado .....	72
20.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de baño caliente y frío E, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados .....	73
21.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento a vacío F, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado .....	74
22.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento a vacío F, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados ...	75



<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
23.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las diferentes especies en el tratamiento de baño caliente y frío G .....	76
24.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las diferentes especies en el tratamiento a vacío H, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado .....	78
25.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las diferentes especies en el tratamiento a vacío H, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados ....	80
26.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de Rüping I .....	82
27.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de Rüping J .....	84
28.	Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas en las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena K .....	85
29.	Absorciones y penetraciones de OSMOSE K33 obtenidas en las especies del Grupo 1 en el tratamiento de célula llena L .....	86
30.	Absorciones y penetraciones de OSMOSE K33 obtenidas en las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena M .....	87

Figura no.

1.	Diagrama que muestra la localización de las muestras en el rollizo .....	18
2.	Representación esquemática de la metodología empleada y distribución de las especies por tratamiento .....	23

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Los principales agentes de deterioro de la madera son: hongos, insectos, perforadores marinos y el fuego. La madera puede protegerse de estos agentes mediante el tratamiento con preservadores. La aplicación efectiva de éstos aumenta la vida de las estructuras de madera y por lo tanto evita la necesidad de las sustituciones frecuentes de los elementos hechos de este material, lo que hace que su costo final sea inferior al de la madera no tratada.

La preservación de la madera ha tenido un efecto muy importante en su uso, pues ha hecho utilizable gran número de especies que se consideraban inferiores debido a que cuando se colocaban en servicio, sufrían una deterioración rápida causada por el ataque de hongos e insectos.

Los bosques tropicales se encuentran frecuentemente compuestos de una variedad de especies de las cuales, para usos que requieren una alta duración, se aprovechan aquéllas más durables. Sin embargo, existen también maderas que poseen propiedades físicas y mecánicas aptas para su utilización, pero que no se usan debido a su corta vida de servicio. El tratamiento preservador de dichas especies permitiría una utilización más eficiente y más completa de los recursos forestales.

El Laboratorio de Maderas del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA), ha estudiado algunas de las maderas que se encuentran formando parte de los bosques tropicales de Costa Rica y ha propuesto para varias de ellas, usos en los cuales se

requiere el tratamiento con preservadores con el objeto de obtener de estas maderas una mayor duración en servicio.

Como de estas maderas no se tiene conocimiento como tratarlas, el presente trabajo está encaminado a determinar, en base de resultados experimentales, tratamientos que sirvan de guía para la preservación comercial de once de dichas maderas.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### A. Preservadores de Madera

Los preservadores de madera son sustancias químicas que aplicadas convenientemente a la madera la hacen resistente a los ataques de los agentes de deterioro (25). Algunas de estas sustancias son más efectivas que otras y algunas más adaptables a ciertos requerimientos de uso (48).

Los preservadores de madera son clasificados generalmente en tres grupos principales (17, 25, 45):

1. Las creosotas
2. Los preservadores hidrosolubles
3. Los preservadores orgánicos

La escogencia de un preservador y el método de aplicación, dependen de las condiciones en que se va a usar la madera tratada (17, 25).

1. Las creosotas tienen, por lo general, una gran resistencia al lavado, y son aconsejables para tratar madera que se va a usar en la intemperie. Sin embargo, pueden influir en el color de la madera, en su olor, pintabilidad y combustibilidad (48). Las creosotas suelen utilizarse diluidas en petróleo para disminuir el costo del producto (45).

Los resultados obtenidos en la utilización de creosota o mezclas de éstas con aceite, se encuentran en los trabajos de diferentes investigadores (9, 10, 12, 24, 34, 38).

2. Los preservadores hidrosolubles están constituidos por sales metálicas, solubles en agua (45). Generalmente son compuestos a base de Zn, Cr, Cu, As y F, o combinaciones. Este tipo de preservadores se emplea principalmente para el tratamiento de madera que no va a estar en contacto con el suelo y donde se requiere pintar la madera tratada (48). Dentro de este grupo de preservadores se encuentran los del tipo Cu-Cr-As, los cuales han demostrado tener cierta resistencia al lavado (16, 18, 23).

3. Los protectores orgánicos están compuestos de materias activas de fungicidas e insecticidas insolubles en agua, y para su utilización se disuelven en disolventes orgánicos. Las principales materias activas empleadas en su preparación son los fenoles clorados, los naftenatos metálicos de cobre y cinc, los naftenatos clorados y los bencenos clorados (45).

Dentro de estos protectores orgánicos el pentaclorofenol (PCP) es el que ha resultado más tóxico. Los ensayos de campo y de servicio han demostrado que la madera tratada con aceites de petróleo que contienen 5% de PCP, o naftenato de cobre con un 0.5% o más de cobre metálico, han tenido buena protección contra hongos y termites (48).

Las normas de la AWPA<sup>\*</sup> (2) indican las condiciones que deben reunir los diferentes preservadores y sus mezclas para que éstos presten un buen servicio.

---

\* American Wood Preserver's Association

## B. Métodos de Tratamientos Preservadores

La protección dada por un preservador depende en gran parte de la retención y penetración que se obtenga. Algunos procesos de preservación son simples y baratos, mientras que otros son complicados y requieren un equipo costoso (47).

El método más satisfactorio para determinar la efectividad de un tratamiento es poner la madera tratada bajo diferentes condiciones de servicio y esperar los resultados (6).

Los métodos de preservación son de dos tipos: a) procesos a presión, en los que la madera que se va a impregnar es puesta con el preservante en cilindros cerrados bajo la acción de presión hidráulica; y b) procesos sin presión, los cuales varían de acuerdo al procedimiento y equipo usado. Los procesos a presión generalmente dan un mejor control sobre la retención y penetración del preservador, a la vez que una mejor protección que los procesos sin presión (48).

Entre los métodos a presión están (17, 25, 31, 47, 48):

Célula llena (o Bethel)

Célula vacía (Lowry o Rüpíng)

Entre los métodos sin presión se encuentran (7, 8, 20, 21, 22, 47, 48, 49):

\ Baño caliente y frío	Aspersión
\ Inmersión en frío	Inmersión rápida
\ Difusión	Boucherie
Doble difusión	Vacío
Pincelado	

La evaluación de un tratamiento envuelve consideraciones sobre el preservador utilizado y las retenciones obtenidas en su aplicación.

Shimizu (41), al comparar las penetraciones obtenidas por diversos tratamientos, encontró que la mejor la obtuvo cuando utilizó el método de Bethel; en el de Lowry la penetración fue casi tan buena como la anterior, pero la absorción fue la mitad; los menores valores de absorción y penetración los obtuvo con el método de Rüping. Wang (50) informó, en base a los resultados de los diferentes tratamientos que empleó (célula llena, baño caliente y frío, pincelado, inmersión por tres minutos e inmersión por 24 horas), que los mejores resultados de absorción y penetración se obtuvieron en el siguiente orden de tratamientos: célula llena, baño caliente y frío, inmersión por 24 horas. Los resultados obtenidos por Ortiz (35) mostraron que las mejores absorciones y penetraciones las alcanzó con el proceso a célula llena, el cual fue superior al baño caliente y frío y éste a su vez mejor que el de Lowry y de Rüping. Chundoff (13) informó que la absorción de la madera colocada en posición vertical fue mayor que la de la colocada horizontalmente; los postes tratados por doble difusión con completa inmersión, fueron más durables que los tratados por difusión por el extremo. Englerth (15) opinó que los postes tratados por inmersión en 10% de PCP por 48 horas, pueden aumentar de 3 a 10 años sus servicios.

### C. Condiciones Utilizadas en Algunos Procesos de Preservación

#### 1. Tratamientos a presión

En los tratamientos a presión las condiciones más comúnmente empleadas son (2, 25, 31, 48):

a) Vacío inicial no menor de 550 milímetros de mercurio, el cual debe aplicarse por un tiempo no inferior a los 30 minutos.

b) Presiones entre 7 y 15 kilogramos por centímetro cuadrado, dependiendo de la especie y de la facilidad con que la madera toma el tratamiento. Sin embargo, las presiones más usuales que se utilizan en el método de célula llena y en el de Lowry son de 10.5 a 12.5 kilogramos por centímetro cuadrado. Las presiones aplicadas en el método de Rüping son en el orden de 10.5 a 14.0 kilogramos por centímetro cuadrado y éstas varían de acuerdo a la presión inicial de aire, la cual está comprendida entre 2 y 7 kilogramos por centímetro cuadrado y depende de la retención que se desea y de la resistencia de la madera.

c) La temperatura del preservador no debe ser mayor de 95°C y no menor de 85°C. Las temperaturas altas son más efectivas que las bajas cuando se tratan maderas resistentes a la impregnación.

## 2. Baño caliente y frío

En el baño caliente y frío las condiciones normalmente utilizadas son (5):

a) La temperatura del baño caliente debe estar comprendida entre 95°C y 100°C. La temperatura del baño frío usualmente recomendada es de 37°C.

b) El tiempo de duración de ambos baños es regulado de acuerdo a la facilidad con que la madera acepta el tratamiento.

## 3. Proceso a vacío

El proceso a vacío es una adaptación del baño caliente y frío. En éste, el vacío cumple la función del baño caliente. Con este



proceso se pueden obtener buenas penetraciones en maderas permeables (47).

#### D. Durabilidad Natural de la Madera

La durabilidad de la madera, o sea su resistencia natural a la pudrición, es una propiedad bastante variable. Los factores implicados en las diferencias de durabilidad son numerosos y diversos; algunos de ellos están en relación con las condiciones propias de la madera; otros, con las circunstancias que se presentan en su uso.

El duramen es generalmente más durable que la albura (25). Esta diferencia se atribuye fundamentalmente a cambios químicos que se producen durante la transformación de la albura en duramen. En algunas maderas durables se ha determinado que esta durabilidad se debe a la presencia en el duramen de ciertos compuestos químicos, los cuales retrasan o evitan el desarrollo de las hifas de los hongos que causan la pudrición de la madera (39, 51).

En Tectona grandis (teca) la durabilidad aumentó con la edad (1) y la parte más rica en extractivos totales fue la más durable (33). También se encontró que la durabilidad natural de la Teca disminuyó cuando se hicieron extracciones de los componentes solubles del duramen (36).

#### E. Factores que Influyen en la Penetración y Absorción de Preservadores

##### 1. Anatomía

La resistencia variable que ofrecen a la impregnación las diferentes maderas es uno de los problemas más complejos en relación con el

tratamiento preservador. Esta diferencia puede presentarse hasta en trozos de madera de la misma especie. las causas de las variaciones existentes en la penetración de las diferentes clases de maderas no son del todo claras; sin embargo, parece que tales variaciones están asociadas a diferencias anatómicas entre las maderas (25).

La estructura de las maderas latifoliadas es heterogénea y tiene formas celulares de mayor complejidad que las de las coníferas. Dentro de las formas celulares que componen la estructura de las latifoliadas que han sido estudiadas en relación a la penetración de preservadores, se encuentran:

a. Vasos. En las latifoliadas son los elementos de conducción; tienen perforaciones relativamente grandes, lo cual facilita la circulación longitudinal de los líquidos. Por su estructura tubular sirven de paso natural para la conducción de los preservadores en la dirección de la fibra, y su eficacia depende de que se encuentren libres de materias extrañas y de tálides.

Los vasos son considerados como los factores anatómicos más importantes en la penetración inicial de preservadores en la madera de las latifoliadas (25, 40, 42, 44).

b. Fibras. Las fibras son después de los vasos, los factores más importantes en la penetración inicial de los preservadores; su permeabilidad tiene notable influencia en la impregnación de las maderas cuyos vasos se encuentran ocluidos con tálides (19, 40, 42).

c. Radios. No hay pruebas de que los radios faciliten la penetración de los preservadores en las latifoliadas; en efecto, se afirma (42) que en ciertas maderas oponen resistencia a la impregnación.

d. Parénquima leñoso. Las células de parénquima leñoso no contribuyen a la penetración de los líquidos en la madera (25).

e. Albura y duramen. En general la albura se impregna con mayor facilidad que el duramen, aunque se han notado excepciones (31).

Courtois (14) encontró, al tratar Picea abies, que la penetración tangencial fue mayor en la albura exterior y decreció hacia el duramen. Lonhwang y Schedl (30) informaron, que al tratar duramen de Larix sp. a una presión de 15 atmósferas con una solución acuosa de NaF, ésta fue absorbida en su mayor parte por la madera temprana. En estudios de permeabilidad (29) de albura, albura incluida y duramen de Pseudotsua menziesii, se encontró que la retención en la albura fue mayor que en el duramen y albura incluida.

## 2. Densidad

Algunos investigadores han encontrado que no hay correlación entre penetrabilidad y densidad (29, 31, 32). Sin embargo, la densidad sí tiene influencia en la cantidad de preservador que la madera puede absorber. Courtois (14) encontró en Picea sp., que la absorción media de creosota disminuyó con un aumento en la densidad.

## 3. Contenido de humedad de la madera

Los resultados obtenidos por varios investigadores indicaron que el contenido de humedad de la madera tiene influencia en la penetración y absorción de líquidos. Behr (4) informó, que en Fagus grandifolia la penetración fue mejor a un contenido de humedad del 10% a 20% que a 30%. Blew y Roth (11) dijeron que en muestras de duramen de Sequoia sempervirens tratadas con creosota por el método de Lowry,

y con contenidos de humedad variables, la penetración y la retención fueron mejores en las de menor contenido de humedad. Courtois (14) encontró, en Picea sp., que la penetración radial fue de 34. veces más profunda en la madera que tenía un contenido de humedad del 12% que en aquella cuyo contenido de humedad era del 25%.

#### 4. Clase de preservador

El preservador utilizado tiene efecto sobre la facilidad con que se impregna la madera. En iguales condiciones de tratamiento, suelen obtenerse mejores absorciones y penetraciones con sales en disolución acuosa que con aceites (31).

#### 5. Viscosidad y temperatura del preservador

La viscosidad de un preservador depende de la temperatura. A medida que ésta aumenta, la viscosidad disminuye y en consecuencia los preservadores penetra más fácilmente la madera (31). Estudios hechos (3, 31, 43) han demostrado que un aumento en la temperatura del preservador mejora la penetración y la absorción si los demás factores permanecen constantes.

Las temperaturas elevadas combinadas con presiones altas, pueden deformar las maderas difíciles de penetrar. MacLean (26) señaló que esto puede evitarse mediante la reducción de la presión.

#### 6. Presión

Hunt (25) estableció, en base de los experimentos de algunos investigadores, que un aumento en la presión es más efectivo a temperaturas altas que a bajas. MacLean (31) dijo que en la impregnación de maderas difíciles de penetrar deben utilizarse períodos largos de presión

y ésta debe ser moderada.

7. Dimensión de la madera

MacLean (31) informó que la relación de área superficial a volumen, tiene influencia en la penetración de preservadores en la madera. Así, dado un mismo volumen, aquella madera que tenga la menor relación de área superficial a volumen tendrá una mayor penetración cuando a dicha madera se aplica igual cantidad de preservador.

8. Efecto de hongos y bacterias

Tranina (46) puso muestras de Picea sp. bajo la acción de hongos manchadores en presencia de estimuladores bacteriales, y encontró, al impregnar la madera, que la absorción fue seis veces mayor en estas muestras que en los controles. En Pseudotsuga menziesii se encontró que el aumento en permeabilidad, ocasionado por el almacenamiento de las trozas en charcos, estaba asociado con la acción de ciertas bacterias (12).

F. Requerimientos de Preservadores para Diferentes Usos

El Cuadro Nº 1, tomado de Hunt (26), indica las cantidades de preservadores necesarias para la protección de la madera, cuando es puesta en diferentes condiciones de servicio.

Cuadro I. Tipo de preservador recomendado para diversas condiciones de servicio y en diferentes aplicaciones con ejemplos de las retenciones que deberían emplearse.

1	2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
	A			B			C			D			E																																
Aplicaciones	En contacto con agua de mar			En contacto con el suelo			Usos exteriores sin contacto con el suelo			Usos interiores en condiciones fuertes			Usos interiores en condiciones normales																																
	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC	Tipo - PO	Rej. - C	Tipo - PSP	Rej. - PCP	Tipo - PSA	Rej. - ACC									
Pilotes	320	N.R.	N.R.	N.R.	8.0	12.0	200	8.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Barcos	320	N.R.	N.R.	N.R.	-	-	-	130	6.4	8.0	130	6.4	8.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	12.0	12.0	N.R.	4.8	5.6	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6							
Construcciones navales	320	N.R.	N.R.	N.R.	-	-	-	130	6.4	8.0	130	6.4	8.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	12.0	12.0	N.R.	4.8	5.6	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6							
Durmientes	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Postes para electricidad	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Postes para teléfono	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Postes para cercas	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Maderas de construcción, usos exteriores	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	130	6.4	8.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	12.0	12.0	N.R.	4.8	5.6	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6				
Maderas de construcción, usos interiores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Pisos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Implementos agrícolas	-	-	-	-	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	130	6.4	8.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	12.0	12.0	N.R.	4.8	5.6	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	
Laminados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Contrachapado	400	N.R.	N.R.	N.R.	-	-	-	130	6.4	8.0	130	6.4	8.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	200	8.0	12.0	12.0	12.0	N.R.	4.8	5.6	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	N.R.	4.8	5.6	

Notas:

Columnas 2, 5, 8, 11, 14. - PO - Preservadores oleosos

Columnas 3, 6, 9, 12, 15. - PSP - Preservadores en solventes de petróleo

Columnas 4, 7, 10, 13, 16. - PSA - Preservadores solubles en agua

Columnas 3, 4, 8, 11, 14 - NR - No recomendado

C - Por ejemplo creosota, retenciones de creosota líquida en Kg/m<sup>3</sup>

PCC - Por ej. pentaclorofenol, retenciones de pentaclorofenol sólido en Kg/m<sup>3</sup>

ACC - Por ej. arseniatos de cobre y cromo, retenciones de sales secas en Kg/m<sup>3</sup>

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y METODOS

##### A. Equipo

Para el presente trabajo se utilizó la Planta de Preservación del Laboratorio de Maderas del IICA, el cual se encuentra localizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica.

Esta planta está equipada con:

- . Cilindro de preservación con una capacidad de 320 litros; puede soportar presiones y temperaturas hasta de  $14 \text{ kg/cm}^2$  y  $115^{\circ}\text{C}$ .
- . Bomba de presión que puede suministrar presiones variables, hasta un máximo de  $14 \text{ kg/cm}^2$ .
- . Compresor de aire capaz de producir hasta  $7 \text{ kg/cm}^2$ .
- . Bomba de vacío que puede producir un vacío hasta de 608 milímetros de Hg.
- . Dos tanques de almacenamiento de líquido para tratamientos con sales.
- . Tanque de almacenamiento de líquido para tratamientos con soluciones oleosas.
- . Caldera para el calentamiento del preservador.
- . Manómetros, termómetros.

### B. Soluciones Preservadoras

Como soluciones preservadoras se utilizaron un aceite diesel liviano, cuyas densidades a las temperaturas de 22°C y 50°C fueron 0.843 gr/cm<sup>3</sup> y 0.825 gr/cm<sup>3</sup> y sus viscosidades a dichas temperaturas fueron de 6.153 cp. y 3.028 cp., y una sal conocida en el mercado como Osmosek 33 cuya composición es la siguiente:

As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	34.0%
CuO	14.5%
Acido crómico	26.5%
Agua	<u>25.0%</u>
	100.0%
Arsénico metálico total	22.5%
Arsénico metálico soluble en agua	22.15%

Esta sal se utilizó en una concentración del 4.3% debido a la poca cantidad existente. Sin embargo, esta concentración se encuentra entre las normalmente usadas (25, 45).

### C. Maderas Utilizadas

A continuación se mencionan las especies de madera utilizadas; además se incluyen los valores de densidad y algunas de las características anatómicas y generales de dichas maderas las cuales fueron determinadas por el Laboratorio de Madera del IICA en los rollizos de donde procedían las muestras que se utilizaron en el estudio.



Alnus ferruginea (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.41; vasos libres de tílides; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: postes para cerca y madera de construcción.

Bursera simaruba (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.32; vasos libres de tílides; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: madera para construcción en interiores.

Carapa sp. (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.42; depósitos de goma en los vasos; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: postes para cerca y madera de construcción.

Ficus werklena (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.31; vasos con abundantes tílides; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: postes para cercas.

Pterocarpus officinalis (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.28; vasos con sustancias en su interior; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: postes para cercas.

Quercus aaata (27): Densidad 0.64-0.75; vasos con tílides abundantes; usos en los cuales se recomienda tratamiento: traviesas para ferrocarril, madera para minas, postes para cercas, madera para construcción pesada.

Quercus costarricensis (27): Densidad 0.59-0.63; vasos con abundantes tílides; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: madera para construcción pesada, para minas, postes para cercas.

Quercus eugenifolia (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.67; vasos con abundantes tílides; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: madera para construcción pesada, para minas, postes para cercas.

---

\* Densidad promedia.

Sapium sp. (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.44; vasos con depósitos; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: madera para construcción en interiores.

Terminalia lucida (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.65; vasos libres de depósitos; usos recomendados en los cuales necesita tratamiento: madera de construcción, traviesas, madera para puentes.

Virola koschnyi (27): Densidad<sup>\*</sup> 0.42; vasos libres de depósitos; usos en los cuales necesita tratamiento: madera para construcción liviana.

#### D. Tamaño de las Muestras

De las maderas anteriormente citadas y para los diferentes tratamientos, se utilizaron muestras cuyas dimensiones en la sección transversal era de 5 x 5 cm y sus longitudes variaban de 20 cm a 48.5 cm; estas muestras se encontraban secas al aire (22% - 25% de contenido de humedad).

Cada muestra se encontraba identificada con el número del rollizo de donde procedía y la posición que dicha muestra ocupaba dentro de la sección transversal del rollizo (Figura 1).

Debido al tamaño tan reducido de las muestra, se optó por taparles los extremos para evitar la penetración longitudinal. Esto se hizo utilizando dos tipos de resinas: una a base de urea-formaldehido y una fenol-resorcinol-formaldehido. En la primera de estas resinas se notaron rajadas, en la capa aplicada a los extremos, a causa de la temperatura del aceite, lo cual fue razón para cambiarla por la fenol-resorcinol-formaldehido.

<sup>\*</sup> Densidad promedia.

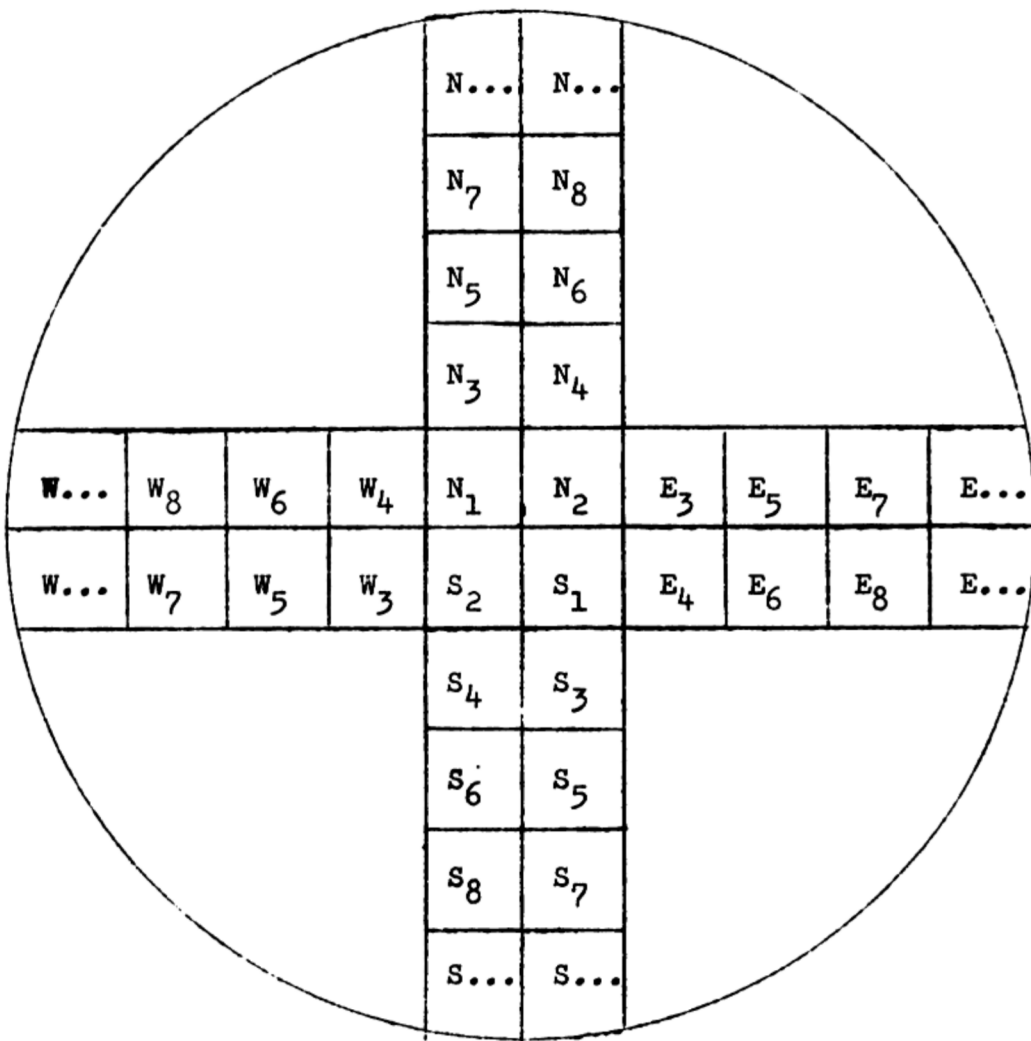


FIGURA 1. Diagrama que muestra la localización de las muestras en el rollizo.

E. Cálculo de la Absorción

La absorción de aceite se calculó con la fórmula  $A = P_2 - P_1 / V$ , y la de OSMOSE K33 con la siguiente:  $A = C(P_2 - P_1) / V$  (45).

A = absorción del preservador en  $\text{kg/m}^3$

$P_2$  = peso de la muestra después del tratamiento. Este peso comprende el peso de la muestra más el peso del preservador

$P_1$  = peso de la muestra antes del tratamiento

V = volumen de la muestra

C = concentración de la solución

F. Determinación de los Preservadores

La determinación del aceite en las muestras se hizo por observación directa o mediante la utilización de Sudan III (28). Este colorante al aplicarse a la madera impregnada daba un color rojo intenso a las partes donde había aceite. La sal se determinó mediante el uso de una solución compuesta de 0.5 gr. de Cromo Azurol S y 5 gr. de Acetato de Sodio, los cuales se disolvieron en 100 milímetros de agua (45). Al aplicar esta solución a la madera (seca) tratada con Osmose K33, se producía un color azul el cual mostraba las partes donde esta sal había penetrado.

La medición de la profundidad de penetración del aceite se hizo en las partes expuestas de las muestras cuando éstas se rajaron longitudinalmente; la de la sal se hizo en la sección transversal; la profundidad se midió con una escala graduada en milímetros.

### G. Diseño Experimental

En este trabajo no se pudo usar diseño experimental debido a que las muestras existentes para cada madera eran escasas. La posibilidad de conseguir más muestras era remota a causa del número de especies en estudio y a la dificultad y costo que representaba el corte, extracción y transporte de más árboles por especie. Se cree que la metodología empleada fue apropiada para los fines que se perseguían en este trabajo.

### H. Tratamientos Preliminares

Se denominaron así a aquellos tratamientos en donde se usaron, en forma general, una muestra por especie y se hicieron con el objeto de tener una visión previa del comportamiento de las maderas en las diferentes condiciones. La forma como se procedió en estos tratamientos fue la siguiente: se hizo un tratamiento inicial A para todas las maderas, y en base a los resultados obtenidos éstas se dividieron en dos grupos: 1) absorción mayor de  $300 \text{ Kg/m}^3$  y 2) absorción menor de  $300 \text{ Kg/m}^3$ .

A las maderas del grupo 1 se les hicieron los tratamientos B, E y F, cuyas condiciones fueron menos acentuadas que las del tratamiento inicial A; a las maderas del grupo 2 se les hicieron los tratamientos C y D, cuyas condiciones fueron más fuertes que las utilizadas en el tratamiento A (Figura 2).

Las condiciones utilizadas en los diferentes tratamientos fueron:

Tratamiento A. Proceso a célula llena (25).

Vacío inicial de 456 mm de Hg durante 30 minutos.

Presión del líquido de 8 Kg/cm<sup>2</sup> durante 3 horas.

Vacío final de 456 mm de Hg durante 15 minutos.

Temperatura del aceite 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: todas.

Tratamiento B. Proceso a célula llena.

Vacío inicial de 456 mm de Hg durante 30 minutos.

Presión del líquido de 1 Kg/cm<sup>2</sup> durante 1 hora.

Vacío final de 456 mm de Hg durante 30 minutos.

Temperatura del aceite 50°C ± 0.2°C

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba,

F. werckleana, P. officinalis, T. lucida, V.

koschnyi y Sapium sp.

Tratamiento C. Proceso a célula llena sin vacío final.

Vacío inicial de 608 mm de Hg durante 30 minutos.

Presión del líquido de 13 Kg/cm<sup>2</sup> durante 5 horas.

Temperatura del aceite 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: Q. aaata, Q. costarricensis,

Q. eugenifolia.

Tratamiento D. Proceso a célula llena.

Vacío inicial de 608 mm de Hg durante 30 minutos.

Presión del líquido de 12.8 Kg/cm<sup>2</sup> durante 8 horas.

Vacío final de 608 mm de Hg durante 30 minutos

Temperatura del aceite 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: Q. aaata, Q. costarricensis,

Q. eugenifolia, Carapa sp.

Las muestras se sacaron del cilindro de tratamiento a las 3 - 6 - 8 horas, con el objeto de observar el progreso de la absorción.

Tratamiento E. Baño caliente y frío.

Tiempo en el baño caliente: 3 horas.

Temperatura del baño caliente:  $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .

Tiempo en el baño frío: 5 horas.

Temperatura del baño frío:  $22^{\circ}\text{C}$ .

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba, F. werckleana, P. officinalis, Sapium sp., T. lucida y V. koschnyi.

De cada una de las anteriores especies se utilizaron dos muestras; una tenía un extremo tapado y la otra ambos extremos tapados.

Tratamiento F. Proceso a vacío.

Vacío de 608 mm de Hg durante 45 minutos.

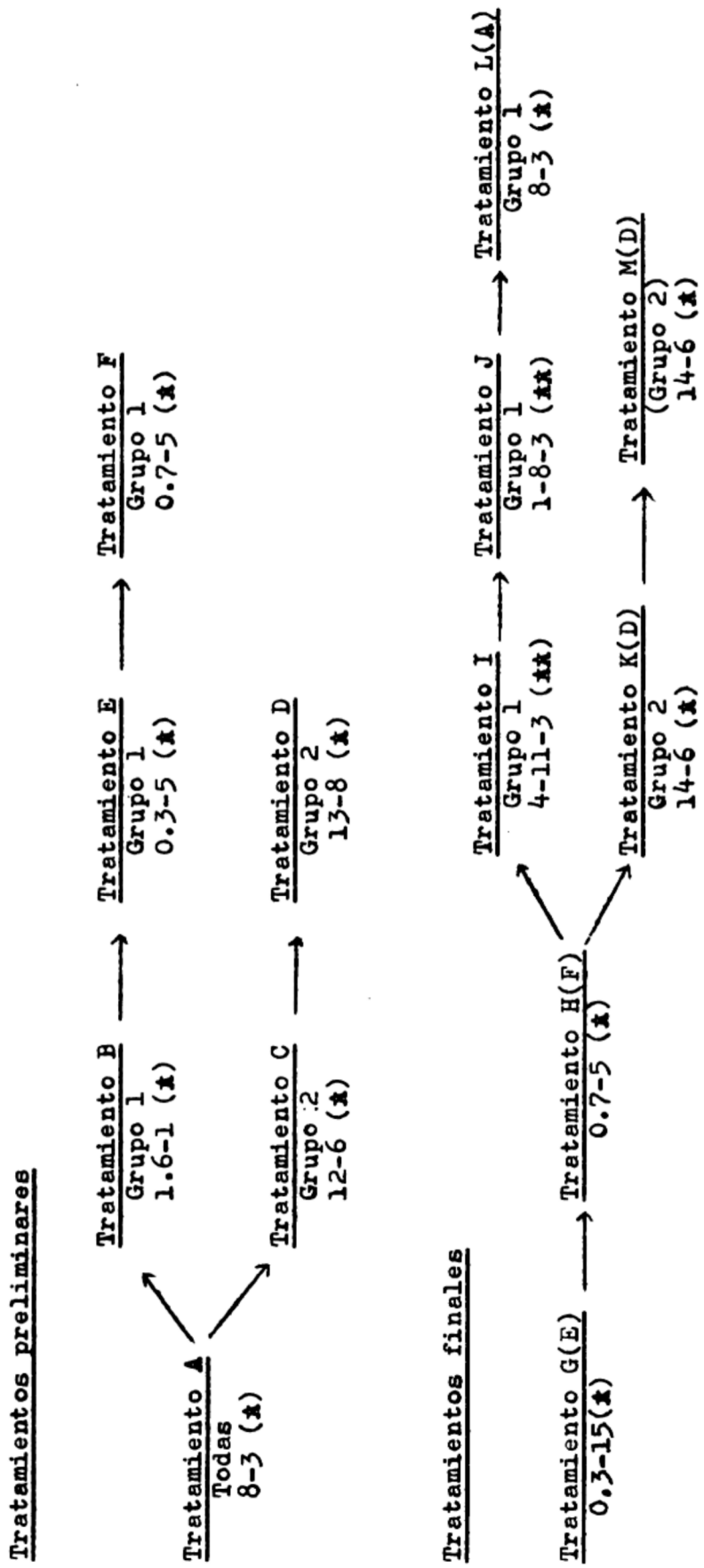
Después del vacío las muestras se dejaron en el aceite caliente durante 5 horas.

Temperatura del aceite  $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba, F. werckleana, P. officinalis, T. lucida, Sapium sp., V. koschnyi.

De cada una de las anteriores especies se utilizaron dos muestras, una tenía un extremo tapado y la otra tenía ambos extremos tapados.

FIGURA 26 Representación esquemática de la metodología empleada y distribución de las especies por tratamiento.



Especies

- Grupo 1
- A. ferruginea
- B. simaruba
- F. werkleana
- P. officinalis
- T. lucida
- Sapium sp.
- V. koschnyi
- Grupo 2
- Quercus y Carapa sp.

Tratamiento G(E) = Tratamiento G con condiciones similares al E  
 Tratamiento M(A) = Tratamiento M con condiciones similares al A  
 Tratamiento H(F) = Tratamiento H con condiciones similares al F  
 Tratamiento K(D) = Tratamiento K con condiciones similares al D  
 Tratamiento L(J) = Tratamiento L con condiciones similares al J

\* El número inicial indica la presión y el final el período de presión  
 \*\* Presión inicial de aire, presión de líquido, período de presión



## I. Tratamientos Finales

Se han denominado así aquellos tratamientos en los cuales se utilizaron más de una muestra por especie. Se procedió de la siguiente manera: se hizo un tratamiento de baño caliente y frío G y uno a vacío H para todas las especies; las condiciones utilizadas en éstos fueron similares a las empleadas en los tratamientos preliminares E y F. En base a los resultados de absorción y penetración obtenidos en estos tratamientos y teniendo como referencia los resultados de los tratamientos preliminares se optó por hacer un proceso de Rüping a aquellas maderas que en los tratamientos preliminares se habían clasificado en el Grupo 1, y un proceso a célula llena K, con condiciones similares a las empleadas en el tratamiento C, para aquellas maderas que habían sido clasificadas en el Grupo 2.

Para el tratamiento de las maderas con OSMOSE K33 se utilizaron procesos a célula llena. Para las maderas clasificadas en el Grupo 1 se emplearon condiciones similares a las usadas en el tratamiento A; a las maderas del Grupo 2 se trataron con condiciones similares a las utilizadas en el tratamiento L (Figura 2).

Las condiciones empleadas en estos tratamientos fueron las siguientes:

### Tratamiento G. Baño caliente y frío.

Tiempo en el baño caliente: 3 horas.

Temperatura del baño caliente  $50^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$

Tiempo en el baño frío: 15 horas

Temperatura del baño frío:  $22^{\circ}\text{C}$

Especies utilizadas: todas.

Tratamiento H. Proceso a vacío.

Vacío de 608 mm de Hg durante 45 minutos.

Después del vacío las muestras se dejaron en el aceite caliente durante 5 horas.

Especies utilizadas: todas.

Se utilizaron muestras de dos tipos, unas con un extremo tapado y otra con ambos extremos tapados, puesto que se quería saber si había un aumento en la absorción de este último tipo de muestras.

Tratamiento I. Proceso a célula vacía.

Presión inicial de aire: 4 Kg/cm<sup>2</sup> durante 30 minutos.

Presión del líquido de 11 Kg/cm<sup>2</sup> durante 3 horas.

Vacío final de 608 mm de Hg durante 30 minutos.

Temperatura del aceite: 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba,

F. werckleana, P. officinalis, Sapium sp., T.

lucida y V. koschnyi (Grupo 1).

Tratamiento J. Proceso a célula vacía.

Presión inicial de aire de 1 Kg/cm<sup>2</sup> durante 30 minutos.

Presión del líquido de 8 Kg/cm<sup>2</sup> durante 3 horas

Vacío final de 608 mm de Hg durante 15 minutos.

Temperatura del aceite: 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba,

P. officinalis, Sapium sp., T. lucida, F. werck-

leana y V. koschnyi (Grupo 1).

Tratamiento K. Proceso a célula llena.

Vacío inicial de 608 mm de Hg durante 45 minutos.  
Presión del líquido de 13 Kg/cm<sup>2</sup> a 14 Kg/cm<sup>2</sup> durante 6 horas.

Vacío final de 608 mm de Hg durante 15 minutos.  
Temperatura del aceite: 50°C ± 0.2°C.

Especies utilizadas: Q. aaata, Q. costarricensis,  
Q. eugenifolia, Carapa sp. (Grupo 2).

Tratamiento L. Proceso a célula llena.

Vacío inicial de 608 mm de Hg durante 30 minutos.  
Presión del líquido de 8 Kg/cm<sup>2</sup> durante 3 horas.

Vacío final de 608 mm de Hg durante 15 minutos.  
Preservador: OSMOSE K33 - 4.3% concentración.

Especies utilizadas: A. ferruginea, B. simaruba,  
F. werckleana, Sapium sp., P. officinalis, T. lucida,  
V. koschnyi (Grupo 1).

Tratamiento M. Tratamiento a célula llena con OSMOSE K33.

Vacío inicial de 608 mm de Hg durante 30 minutos.  
Presión del líquido de 13 Kg/cm<sup>2</sup> a 13.2 Kg/cm<sup>2</sup> durante 6 horas.

Vacío final de 608 mm de Hg durante 30 minutos.

Especies utilizadas: Q. aaata, Q. costarricensis,  
Q. eugenifolia, Carapa sp. (Grupo 2).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### A. Metodología

Como a las especies en estudio no se sabía cómo tratarlas, se hizo inicialmente un tratamiento a célula llena A, cuyas condiciones de presión y tiempo fueron moderados:  $8 \text{ Kg/cm}^2$  y 3 horas. Mediante este tratamiento se separaron las especies en dos grupos. El Grupo 1 comprendió aquellas maderas que tuvieron una absorción de  $300 \text{ Kg/m}^3$ , mientras que en el Grupo 2 estaban las que lograron un valor de absorción inferior al establecido.

##### 1. Tratamientos preliminares

a. Grupo 1. En este grupo quedaron incluidas las siguientes especies: A. ferruginea, B. simaruba, F. werckleana, Sapium sp., V. koschnyi, T. lucida y P. officinalis, especies a las cuales se les hizo un segundo tratamiento a célula llena B, en el cual se utilizó una presión y tiempo inferiores al del tratamiento A:  $1 \text{ Kg/cm}^2$  y 1 hora. En este tratamiento todas las especies, a excepción de T. lucida y P. officinalis, tuvieron una absorción superior a los  $200 \text{ Kg/m}^3$ ; este tipo de tratamiento no es usado comercialmente pero se hizo como guía para tener conocimiento si a dichas especies se les podía tratar por medio del baño caliente y frío que fue el siguiente tratamiento. En tal tratamiento todas las especies del Grupo 1, a excepción de P. officinalis y T. lucida, tuvieron una absorción superior a los  $125 \text{ Kg/m}^3$ ;

la diferencia en temperatura entre el baño caliente y el frío fue de  $28^{\circ}\text{C}$ , la cual es inferior a la recomendada (1); una mayor diferencia en temperatura hubiera causado una mayor expansión del aire y por lo tanto la absorción y penetración hubieran sido mayores. Para la afirmación de esta suposición, fue necesario hacer un tratamiento a vacío F, que de acuerdo a la literatura es similar al de baño caliente y frío (25). Los resultados de absorción obtenidos confirmaron esta suposición, puesto que en todas las especies la absorción fue mayor de  $200 \text{ Kg/m}^3$ .

b. Grupo 2. Dentro de este grupo se incluyeron los Quercus y Carapa, especies que en el tratamiento inicial A tuvieron una absorción inferior a los  $300 \text{ Kg/m}^3$  y no mayor de  $125 \text{ Kg/m}^3$ . Esto dio razón para considerar que dichas maderas debían tratarse usando condiciones más acentuadas a las utilizadas anteriormente para aumentar la absorción. Para esto, se empleó un tratamiento a célula llena C, en donde la presión fue de  $13 \text{ Kg/cm}^2$  y el tiempo de duración de 5 horas; también se hizo un tratamiento a célula llena D en el cual la presión fue de  $14 \text{ Kg/cm}^2$  y el tiempo de duración de 8 horas. Los resultados de estos dos tratamientos (Cuadro Nº 1) indicaron un aumento en la absorción con respecto al tratamiento A.

Los tratamientos aplicados anteriormente, tanto a las especies del Grupo 1 como a las del Grupo 2, se consideraron preliminares puesto que en ellos se utilizó, generalmente, una muestra por especie.

## 2. Tratamientos finales

Estos tratamientos se han denominado así porque en ellos se utilizaron más de una muestra por especie. La forma de proceder fue la siguiente:

Se hicieron un tratamiento de baño caliente y frío G y uno a vacío H. Las condiciones utilizadas en estos tratamientos fueron similares a aquéllas empleadas en los tratamientos preliminares de baño caliente y frío E y de vacío F, que habían sido utilizados para las maderas clasificadas en el Grupo 1. Estos dos tratamientos se hicieron en todas las especies, en parte, para tener mayor confianza en los valores preliminares y para demostrar que las especies del Grupo 2, que no habían sido tratadas por dichos procesos, no eran aptas para preservarse por tales procedimientos. Los valores de absorción (Cuadro Nº 2) para las maderas del Grupo 1 fueron similares a los preliminares; para las maderas del Grupo 2 fueron muy inferiores a los recomendados (Cuadro Nº 1) para los diferentes usos de madera tratada. En el proceso a vacío H se utilizaron dos tipos de muestras: unas tenían un extremo tapado y otras tenían ambos extremos tapados; con esto se quería saber el efecto que producía estas dos condiciones en la absorción.

Al no responder las especies del Grupo 2 al tratamiento de baño caliente y frío G, se consideró que para preservarlas deberían utilizarse tratamientos a presión, por lo que se hizo a estas especies un tratamiento a célula llena K, cuyas condiciones fueron similares a las del tratamiento preliminar D, pero el tiempo de presión fue de 6 horas. Los valores de absorción fueron inferiores a los de dicho tratamiento, lo cual se cree causado por el menor tiempo de presión empleado; Q

eugenifolia y Q. costarricensis tuvieron absorciones mayores que Q. aaata y Carapa sp., y ninguna de estas especies logró el valor mínimo de absorción (Cuadro N<sup>o</sup> 2) recomendado para los diversos usos de madera tratada (Cuadro N<sup>o</sup> 1). La literatura establece (31) que para maderas difíciles de tratar deben utilizarse períodos largos de presión y presiones moderadas para evitar deformaciones. MacLean (31) dice que este tipo de madera debe tratarse hasta "rechazo".

Para las maderas del Grupo 1 se quería saber qué condiciones, aproximadamente, se podrían utilizar cuando se desée emplear un proceso a presión. Por tal motivo, estas especies fueron tratadas por un proceso de Rüping I por ser éste el más utilizado comercialmente; la presión inicial de aire y la de líquido fueron  $4 \text{ Kg/cm}^2$  y  $11 \text{ Kg/cm}^2$ , lo cual da una presión efectiva de  $7 \text{ Kg/cm}^2$ . Los valores de absorción (Cuadro N<sup>o</sup> 2) mostraron que la presión inicial de aire fue elevada para el tamaño de las muestras utilizadas, razón por la cual se hizo otro tratamiento de Rüping J, en donde se utilizó una presión inicial menor,  $1 \text{ Kg/cm}^2$ , y la misma presión efectiva,  $7 \text{ Kg/cm}^2$ ; la reducción en la presión inicial causó un aumento en la absorción.

A las especies tanto del Grupo 1 como a las del Grupo 2, se les quería tratar con un preservador soluble en agua (OSMOSE K33). Para las especies del Grupo 1 se empleó un tratamiento con condiciones similares a las del tratamiento preliminar A; a las especies del Grupo 2 se las trató utilizando condiciones similares a las del tratamiento a célula llena K.

## B. Resultados

Por ser la metodología progresiva, se discutirá solamente los resultados de los tratamientos finales ya que los tratamientos preliminares fueron usados como medios para lograr estos últimos.

### 1. Proceso de baño caliente y frío G

Al comparar las absorciones de aceite obtenidas en este tratamiento por A. ferruginea, B. simaruba, Carapa sp., F. werckleana, Sapium sp., T. lucida, P. officinalis, Q. aaata, Q. eugenifolia y Q. costarricensis, con las mínimas presentadas en el Cuadro Nº 1, se puede observar (Cuadro Nº 2) que ninguna de dichas especies obtuvo la absorción mínima de  $200 \text{ Kg/m}^3$  recomendada para madera de uso exterior en contacto con el suelo; sin embargo, Sapium sp., V. koschnyi y B. simaruba, tuvieron la absorción mínima,  $130 \text{ Kg/m}^3$ , requerida para maderas de construcción que se va a utilizar en exteriores; el resto de especies no logró esta mínima pero estuvieron bastante cerca de ella. Es necesario considerar que en este tratamiento no se utilizaron las condiciones de temperatura normalmente recomendadas (1); además, MacLean (31) dice que la temperatura es un factor de importancia en la absorción y penetración de preservadores.

### 2. Proceso a vacío H

En este tratamiento todas las especies estudiadas, excepto los Quercus y Carapa, tuvieron absorciones superiores (Cuadro Nº 2) a las mínimas presentadas en el Cuadro Nº 1 para madera de uso exterior en contacto y sin contacto con el suelo. En este tratamiento se



utilizaron dos tipos de muestras por especie, unas de estas muestras tenían un extremo destapado, mientras que en otras los dos extremos estaban tapados. El objeto de esto era observar si había diferencias en absorción entre ellas. Al hacer una prueba de t (Cuadro N<sup>o</sup> 3), de variantes no pareadas, se encontró que no había diferencias al 5%, lo cual está de acuerdo con la literatura (25) que dice que la absorción por los extremos de maderas que tengan 5 cm de espesor puede considerarse despreciable.

### 3. Proceso de célula vacía (Rüping) I

En este tratamiento ninguna de las especies, excepto F. werckleana (Cuadro N<sup>o</sup> 2), obtuvo la absorción mínima recomendada para maderas de uso exterior sin contacto con el suelo; sin embargo, la penetración (Cuadro N<sup>o</sup> 2) fue bastante profunda. La baja absorción obtenida por las especies que se utilizaron en este tratamiento se debe a la gran presión inicial de aire usada, la cual se consideró alta para el tamaño de las muestras empleadas.

### 4. Proceso a célula vacía (Rüping) J

En este tratamiento se utilizó una presión inicial de aire menor a la empleada en el tratamiento anterior, lo que causó un aumento en la absorción con respecto al tratamiento anterior, e hizo que las maderas tratadas obtuvieran la absorción mínima necesaria para su utilización en el exterior sin contacto con el suelo (Cuadro N<sup>o</sup> 2).

5. Proceso a célula llena K

Este proceso fue empleado para los Quercus y Carapa, especies que en los tratamientos de baño caliente y frío G y vacío H, tuvieron una absorción bastante baja (Cuadro N<sup>o</sup> 2) a las mínimas recomendadas (Cuadro N<sup>o</sup> 1). En el Cuadro N<sup>o</sup> 2 se puede observar que el empleo de este tratamiento causó un aumento en las absorciones de aceite, las cuales fueron mayores en Q. eugenifolia y Q. costarricensis que en Quercus aaata y Carapa sp., pero ninguna de estas especies logró las mínimas recomendadas para los diversos usos de madera tratada.

6. Proceso a célula llena L con OSMOSE K33

Las condiciones utilizadas en este tratamiento fueron derivadas de aquellas utilizadas en los tratamientos con aceite. Por este proceso se trataron a las maderas del Grupo 1 (A. ferruginea, B. simaruba, F. werckleana, Sapium sp., P. officinalis, V. koschnyi y T. lucida). Las absorciones en estas especies, a excepción de la de T. lucida y V. koschnyi (Cuadro N<sup>o</sup> 2), fueron superiores a las mínimas recomendadas (Cuadro N<sup>o</sup> 1) para maderas que se van a utilizar en contacto con el suelo. Todas las especies tratadas por este proceso (Cuadro N<sup>o</sup> 2), tuvieron absorciones superiores a las mínimas dadas para usos exteriores sin contacto con el suelo y para usos interiores en condiciones normales.

7. Proceso a célula llena M con OSMOSE K33

Este tratamiento fue utilizado para los Quercus y Carapa; las absorciones obtenidas por dichas especies fueron muy inferiores a las

dadas (Cuadro N<sup>o</sup> 1) para los diferentes usos. Q. eugenifolia y Q. costarricensis tuvieron mayores absorciones que Q. aaata y Carapa sp.

Las penetraciones transversales (Cuadro N<sup>o</sup> 2) tanto de aceite como de OSMOSE K33 fueron regulares e uniformes en A. ferruginea, B. simaruba, F. werckleana, Sapium sp. y V. koschnyi; en T. lucida y P. officinalis fueron irregulares; en la primera de estas especies esto se debió al gran entrecruzado (Interlocked grain) de las muestras empleadas y en la segunda a ciertas manchas de color púrpura presentes en algunas muestras, las cuales, de acuerdo a la literatura (37), son de duramen atacado por insectos.

En los Quercus y Carapa la penetración transversal fue nula (inferior a 2 mm); en ocasiones la penetración se efectuó por algunos poros. Esta última condición fue más notoria en Q. eugenifolia y Q. costarricensis.

En los Cuadros del 4 al 14 se presentan los resultados de absorción y penetración obtenidos por cada una de las especies en los diferentes procesos; en los Cuadros 15 al 30 del Anexo se presentan los resultados obtenidos por las diferentes especies en cada tratamiento.

CUADRO Nº 2. Resumen de los resultados de absorción y penetración obtenidos en las diferentes especies con los dos preservadores en los diversos tratamientos

ESPECIE DENSIDAD TRATAMIENTO	<u>Q. saata</u> 0.75		<u>Q. eugenifolia</u> 0.67		<u>T. lucida</u> 0.65		<u>Q. costarricensis</u> 0.63		<u>Sapium sp.</u> 0.44	
	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.
A Célula llena	21	0.58	69	1.47	319	tot.	99	0.91	430	tot.
B Célula llena	-	-	-	-	49	0.25	-	-	266	1.35
C Célula llena	29	0.10	125	1.12	-	-	99	1.12	-	-
C Célula llena	45	-	146	-	-	-	215	-	-	-
E Baño caliente y frío un extremo tapado	-	-	-	-	62	0.20	-	-	143	0.25
E Baño caliente y frío dos extremos tapados (Et)	-	-	-	-	58	IDM	-	-	99	0.20
F Vacío un extremo tapado	-	-	-	-	223	IDM	-	-	311	0.30
F Vacío dos extremos tapados (Ft)	-	-	-	-	217	IDM	-	-	381	tot.
G Baño caliente y frío dos extremos tapados	4.8	N	10	N	53	IDM	7.5	N	132	0.91
H Vacío un extremo tapado	19	N	30	PAP	258	IDM	26	PAP	427	1.78
H Vacío dos extremos tapados (Ht)	16	N	35	PAP	219	IDM	19	PAP	429	1.52
I Célula vacía	-	-	-	-	93	IDM	-	-	91	0.91
J Célula vacía	-	-	-	-	158	IDM	-	-	182	1.62
K Célula llena	24	PAP	81	PAP	-	-	101	PAP	-	-
L Célula llena con OSMOSE	-	-	-	-	10	IDM	-	-	30	1.30
M Célula llena con OSMOSE	1.9	N	4.5	PAP	-	-	3.5	PAP	-	-

(Continúa)

CUADRO Nº 2 (continuación)

ESPECIE DENSIDAD TRATAMIENTO	<u>V.koschnyi</u> 0.42		<u>Carapa sp.</u> 0.42		<u>A.ferruginea</u> 0.41		<u>b.simaruba</u> 0.32		<u>F.werckleana</u> 0.31		<u>P.officinellis</u> 0.28	
	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.	Abs.	Pen.
A Célula llena	439	tot.	33	0.31	467	tot.	572	tot.	532	tot.	570	tot.
B Célula llena	312	1.70	-	-	232	1.03	371	tot.	284	1.00	194	0.53
C Célula llena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D Célula llena	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E Baño caliente y frío un extremo tapado	152	0.45	-	-	127	0.67	222	tot.	177	tot.	46	0.37
E Baño caliente y frío dos extremos tapados (Et)	163	0.97	-	-	72	0.52	150	0.90	129	tot.	46	0.37
F Vacío un extremo tapado	493	tot.	-	-	452	tot.	581	tot.	533	tot.	381	0.75
F Vacío dos extremos ta- pados (Ft)	355	tot.	-	-	293	1.07	405	tot.	236	1.00	249	0.75
G Baño caliente y frío dos extremos tapados	148	0.50	7	0.14	94	0.66	146	0.71	120	0.53	54	0.35
H Vacío un extremo tapado	428	2.08	18	N	468	tot.	580	tot.	358	tot.	402	IDM
H Vacío dos extremos ta- pados (Ht)	419	1.79	13	N	384	1.80	529	2.36	337	tot.	301	IDM
I Célula vacía	94	0.77	-	-	110	2.13	114	1.95	185	1.71	97	0.68
J Célula vacía	173	1.58	-	-	174	2.12	224	1.57	298	tot.	231	2.17
K Célula llena	-	-	18	N	-	-	-	-	-	-	-	-
L Célula llena con OSMOSE	11	0.40	-	-	19	0.40	32	tot.	33	tot.	17	IDM
M Célula llena con OSMOSE	-	-	2.0	N	-	-	-	-	-	-	-	-

Abs. = Absorción en Kg/m<sup>3</sup>  
Pen. = Penetración en cm

IDM = Irregular, difícil de medir  
PAP = Por algunos poros  
N = Nula

CUADRO No 3. Prueba de "t" para comparar la absorción entre las muestras utilizadas en el tratamiento a Vacío H

ESPECIE	$\bar{X}$	$s^2$	n	$d\bar{X}$	Fo.05	F	t	to.05
<u>Alnus ferruginea</u>	468 383	1.174 2.092	3 3	85	9:28	1.781	2.57	2.78
<u>Bursera simaruba</u>	580 529	71 1.373	4 4	51	6.39	19.338	2.68	3.18
<u>Carapa sp.</u>	18 13	3.7 .27.0	4 4	5	6.39	7.29	1.80	3.18
<u>Ficus werckleana</u>	358 336	20.148 12.536	4 4	22	6.39	1.60	0.243	2.45
<u>Pterocarpus officinalis</u>	402 301	10.510 16.774	3 3	101	9.28	1.59	1.06	2.77
<u>Viola koschnyi</u>	428 419	1.867 3.220	3 3	9	9.28	1.72	0.244	2.78
<u>Quercus saata</u>	19.4 16.0	11 43	5 5	3.4	5.05	3.90	1.03	2.30
<u>Quercus costarricensis</u>	26.1 19.0	23 48	6 6	7.1	4.28	2.08	2.13	2.23
<u>Quercus eugenifolia</u>	30.3 35.0	54 666	3 3	4.7	9.28	12.33	0.30	4.30
<u>Sapium sp.</u>	427 429	278 108	4 4	2	6.39	2.57	0.20	2.45
<u>Terminalia lucida</u>	257.5 219.0	4.558 6.113	4 4	38.5	6.39	1.34	0.74	2.45

NOTA:  $\bar{X}$  = promedio;  $s^2$  = desviación estandar; n = número de muestras; d $\bar{X}$  = diferencia entre promedios

CUADRO Nº 4. Absorciones y penetraciones obtenidas en Alnus ferruginea en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	467	232	127	72	452	293	94	468	384	110	174	19
Penetración	tot. 1.0	0.67	0.52	tot. 1.07	0.66	tot. 1.80	2.13	2.12	0.40			
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	108	506	419	130	178	-
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	71	440	332	85	171	-
Absorción promedia	-	-	-	-	-	-	94	468	384	110	174	-
Penetración máxima	-	-	-	-	-	-	0.92	tot. tot.	tot. tot.	tot. tot.	tot. tot.	-
Penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.45	tot. tot.	1.45	1.02	1.75	-
Penetración promedia	-	-	-	-	-	-	0.66	2.50	1.80	2.13	2.12	-

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro Nº 2 y en el texto.

CUADRO Nº 5. Absorciones y penetraciones obtenidas en Bursera sinaruba en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	572	371	222	150	581	405	146	580	529	114	224	32
penetración	tot. tot.	tot. tot.	tot. tot.	0.90 tot.	tot. tot.	tot. tot.	0.71 tot.	tot. tot.	2.36 tot.	1.95 tot.	1.57 tot.	tot.
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	150	590	567	132	235	33
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	142	570	497	107	214	31
Absorción promedio	-	-	-	-	-	-	146	580	529	114	224	32
penetración máxima	-	-	-	-	-	-	0.92 tot.	tot. tot.	tot. tot.	tot. tot.	1.70 tot.	tot.
penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.50 tot.	tot. tot.	2.15 tot.	0.95 tot.	1.45 tot.	tot.
penetración promedio	-	-	-	-	-	-	0.71 tot.	tot. tot.	2.36 tot.	1.95 tot.	1.57 tot.	tot.

NOTA: Las letras identifican el tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro Nº 2 y en el texto.



CUADRO No 6. Absorciones y penetraciones obtenidas en Ficus wercleana en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	532	284	177	129	533	236	120	358	337	185	298	33
Penetración	tot. 1.00	tot.	tot.	tot.	tot.	1.00	0.53	tot.	tot.	1.71	tot.	tot.
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	168	567	493	220	307	34
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	72	250	229	130	289	32
Absorción promedio	-	-	-	-	-	-	120	358	337	185	298	33
Penetración máxima	-	-	-	-	-	-	0.65	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.
Penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.40	tot.	tot.	0.45	tot.	tot.
Penetración promedio	-	-	-	-	-	-	0.53	tot.	tot.	1.71	tot.	tot.

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro No 2 y en el texto.

CUADRO NO 7. Absorciones y penetraciones obtenidas en Sapium sp. en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	430	266	143	99	311	381	132	427	429	91	182	30
Penetración	tot.	1.35	0.25	0.20	0.30	tot.	0.91	1.54	1.52	0.91	1.62	1.30
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	139	450	442	95	185	31
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	123	412	418	86	180	29
Absorción promedio	-	-	-	-	-	-	132	427	429	91	182	30
Penetración máxima	-	-	-	-	-	-	1.05	tot.	1.82	1.15	1.67	1.35
Penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.65	1.35	1.22	0.80	1.57	1.25
Penetración promedio	-	-	-	-	-	-	0.91	1.78	1.52	0.91	1.62	1.30

**NOTA:** Las letras indican el tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro NO 2 y en el texto.

CUADRO Nº 8. Absorciones y penetraciones obtenidas en Virola kosobopyi en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S											
	A	B	E	E†	F	Ft	G	H	H†	I	J	L
Absorción	439	312	152	163	493	355	148	428	419	94	173	11
Penetración	tot. 1.70	0.45	0.97	tot. 0.50	2.08	1.79	0.77	1.58	0.40			
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	155	475	481	107	173	-
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	137	390	370	85	173	-
Absorción promedio	-	-	-	-	-	-	148	428	419	94	173	-
Penetración máxima	-	-	-	-	-	-	0.52 tot.	tot. 1.00	1.61			
Penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.47	1.25	1.27	0.50	1.56	
Penetración promedio	-	-	-	-	-	-	0.50	2.08	1.79	0.77	1.58	

NOTA: Las letras indican el tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro Nº 2 y en el texto.

CUADRO Nº 9. Absorciones y penetraciones obtenidas en Pterocarpus officinalis en los diferentes procesos

T R A T A M I E N T O S												
	A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	570	194	46	46	381	249	54	402	301	97	231	17
Penetración	tot.	0.53	0.37	0.37	0.75	0.75	0.35	IDM	IDM	0.68	2.17	IDM
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	56	506	443	109	235	21
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	52	301	189	73	228	13
Absorción promedia	-	-	-	-	-	-	54	402	301	97	231	17
Penetración máxima	-	-	-	-	-	-	0.40	-	-	1.10	tot.	-
Penetración mínima	-	-	-	-	-	-	0.30	-	-	0.30	1.85	-
Penetración promedia	-	-	-	-	-	-	0.35	-	-	0.68	2.17	-

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro Nº 2 y en el texto.

CUADRO N<sup>o</sup> 10. Absorciones y penetraciones obtenidas en Terminalia lucida en los diferentes procesos

		T R A T A M I E N T O S											
		A	B	E	Et	F	Ft	G	H	Ht	I	J	L
Absorción	319	49	62	58	223	217	53	258	219	93	158	10	
Penetración	tot.	0.25	0.20	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM
Absorción máxima	-	-	-	-	-	-	64	320	292	108	174	14	
Absorción mínima	-	-	-	-	-	-	33	170	126	82	142	6	
Absorción promedio	-	-	-	-	-	-	53	258	219	93	158	10	

IDM = Irregular, difícil de medir.

NOTA: Las letras identifican el tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro N<sup>o</sup> 2 y en el texto.

CUADRO Nº 11. Absorciones y penetraciones obtenidas en Carapa sp. en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S						
	A	D	G	H	Ht	K	M
Absorción	33	84	7	18	13	18	2.0
Penetración	0.31	-	0.14	N	N	N	N
Absorción máxima	-	-	10	21	17	26	2.6
Absorción mínima	-	-	5	16	10	12	1.5
Absorción promedia	-	-	7	18	13	18	2.0
Penetración máxima	-	-	0.20	-	-	-	-
Penetración mínima	-	-	0.07	-	-	-	-
Penetración promedia	-	-	0.14	-	-	-	-

N = Nula

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro Nº 2 y en el texto.

CUADRO No 12. Absorciones y penetraciones obtenidas en Quercus anaeta en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S									
	A	C	D	G	H	Ht	K	M		
Absorción	21	29	45	4.8	19	16	24	1.9		
Penetración	0.58	0.12	-	N	N	N	PAP	N		
Absorción máxima	27	35	71	7.8	25	22	41	3.0		
Absorción mínima	15	17	26	1.5	16	8	18	1.4		
Absorción promedio	21	29	45	4.8	19	16	24	1.9		
Penetración máxima	0.73	0.15	-	-	-	-	-	-		
Penetración mínima	0.37	0.10	-	-	-	-	-	-		
Penetración promedio	0.58	0.12	-	-	-	-	-	-		

**NOTA:** Las letras edentifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro No 2 y en el texto.

CUADRO N° 13. Absorciones y penetraciones obtenidas en Quercus costarricensis en los diferentes procesos

T R A T A M I E N T O S										
	A	C	D	G	H	Ht	K	M		
Absorción	99	99	215	7.5	26	19	101	3.5		
Penetración	0.91	1.12	-	N	PAP	PAP	PAP	PAP		
Absorción máxima	-	116	-	9	32	27	146	7.1		
Absorción mínima	-	81	-	6	20	9	33	2.1		
Absorción promedio	-	99	-	7.5	26	19	101	3.5		
Penetración máxima	-	1.15	-	-	-	-	-	-		
Penetración mínima	-	1.10	-	-	-	-	-	-		
Penetración promedio	-	1.12	-	-	-	-	-	-		

PAP = Por algunos poros

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro N° 2 y en el texto.



CUADRO No 14. Absorciones y penetraciones obtenidas en Quercus eugenifolia en los diferentes procesos

	T R A T A M I E N T O S									
	A	C	D	G	H	H†	K	M		
Absorción	69	125	146	10	30	35	81	4.5		
Penetración	1.47	1.12	-	N	PAP	PAP	PAP	PAP		
Absorción máxima	-	-	-	-	36	65	121	6.9		
Absorción mínima	-	-	-	-	22	18	52	2.9		
Absorción promedio	-	-	-	-	30	35	81	4.5		

! 48 !

N = Nula  
 PAP = Por algunos poros

NOTA: Las letras identifican al tratamiento; mayor información sobre éstos se encuentra en el Cuadro No 2 y en el texto.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

Las absorciones y penetraciones obtenidas en los diferentes procesos empleados, deben considerarse de valor relativo debido a que el tamaño de las muestras de madera utilizadas en este estudio, no es comparable al de madera de dimensiones aprovechables que van a recibir tratamiento.

El objetivo principal de este estudio es el de determinar tratamientos preservadores guías para once maderas de Costa Rica. Para lograr dicho propósito, se han considerado como factores de importancia tanto la penetración como la absorción que se efectuó en cada madera en los diferentes procesos. En base a dichos resultados se derivan las siguientes conclusiones:

1. Alnus ferruginea, Bursera simaruba, Ficus werckleana, Sapium sp. y Virola koschnyi, en el tratamiento de baño caliente y frío obtuvieron, a pesar de no haberse utilizado la diferencia en temperatura recomendada, absorciones cercanas a las especificadas. Se considera que dichas especies pueden tratarse por tal proceso y las condiciones que se podrían utilizar serían: baño caliente de 3 horas; baño frío de 5 horas.

Las anteriores especies también pueden tratarse utilizando el proceso de Rüping, puesto que se pueden obtener penetraciones profundas; las condiciones que se podrían utilizar para dicho tratamiento serían:

presión inicial de aire de  $2 \text{ Kg/cm}^2$  que es la mínima recomendada (1); la presión de líquido debe aumentarse a  $11 \text{ Kg/cm}^2$  para obtener mayor penetración y el tiempo de duración de la presión debe ser no menor de 5 horas, para de esta forma tener una mayor absorción.

2. Bursera simaruba, Ficus werckleana y Sapium sp., en el tratamiento célula llena con la sal, tuvieron penetraciones profundas y absorciones 3 veces mayores que las especificadas, por lo que se considera que dichas especies pueden tratarse por tal proceso. Las condiciones que se podrían utilizar serían: presión de líquido de  $8 \text{ Kg/cm}^2$ , aplicada por un tiempo no menor de 3 horas; la concentración de la solución debe disminuirse a 2.5% para bajar la retención de sal seca. En este tratamiento las absorciones de Alnus ferruginea y Viola koschnyi estuvieron en el límite de las especificadas y las penetraciones fueron inferiores a las de las anteriores especies; se considera, sin embargo, que estas maderas pueden tratarse por el proceso de célula llena, pero la presión de  $8 \text{ Kg/cm}^2$  debe mantenerse por un tiempo no menor de 5 horas y la concentración de la solución puede ser de 4% para disminuir la cantidad de sal seca.

3. Terminalia lucida y Pterocarpus officinalis pueden preservarse mediante el proceso de Rűping cuando se utilicen preservadores oleosos y por el proceso de célula llena cuando se usen sales. Las condiciones de los tratamientos serían las mismas que las aplicadas a A. ferruginea.

4. Quercus eugenifolia y Quercus costarricensis pueden tratarse por métodos a presión cuando se utilicen preservadores de tipo oleoso y aquéllos solubles en agua, ya que presentaron absorciones no muy bajas a las especificadas. La literatura establece (31) que para el tratamiento de este tipo de maderas deben utilizarse períodos largos de presión y ésta tiene que ser moderada. Al considerar los resultados de absorción y penetración obtenidos, se recomienda, para el tratamiento de estas maderas, una presión de 12 Kg/cm<sup>2</sup> aplicada por un tiempo no menor de 8 horas, y la concentración de la sal debe aumentarse a 10% para así tener una mayor cantidad de sal seca. La literatura estableció (27) que estas maderas tuvieron defectos en el secado; por lo tanto no se recomienda el empleo de sales solubles en agua para el tratamiento de dichas especies.

5. Carapa sp. y Quercus aaata presentaron absorciones muy bajas a las especificadas, aún en aquellos tratamientos en donde se empleó una presión alta y un período largo de presión; debido a esto, estas especies se consideran muy difíciles de tratar y no se cree conveniente su preservación por los procesos utilizados en el presente trabajo.

6. De acuerdo a la forma como las maderas en estudio se comportaron en los diferentes tratamientos, se pueden clasificar en la siguiente forma:

Muy fáciles de tratar: B. simaruba, F. werckleana y Sapium sp.

Fáciles de tratar: A. ferruginea, V. koschnyi y P. officinalis  
(albura).

Moderadamente difícil de tratar: T. lucida.

Difíciles de tratar: Q. eugenifolia, Q. costarricensis y P. officinalis (duramen).

Muy difíciles de tratar: Q. aaata y Carapa sp.

En síntesis se puede decir que:

El tratamiento de baño caliente y frío puede emplearse para:

Alnus ferruginea, Bursera simaruba, Ficus werckleana,  
Sapium sp. y Virola koschnyi.

El tratamiento de Rúping puede emplearse para:

Alnus ferruginea, Bursera simaruba, Ficus werckleana,  
Sapium sp., Virola koschnyi, Terminalia lucida y  
Pterocarpus officinalis.

El tratamiento de célula llena puede emplearse para:

Quercus eugenifolia y Quercus costarricensis.

El tratamiento de célula llena con sales solubles en agua puede emplearse para todas las especies anteriormente citadas, aunque no se recomienda su uso para Quercus eugenifolia y Quercus costarricensis.

Las condiciones dadas en este trabajo para los diferentes tratamientos, deben considerarse como guías y no como valores absolutos, ya que estas condiciones dependerán del tamaño de la madera que se va a tratar.

## RESUMEN

La impregnación de la madera con sustancias químicas tóxicas, tiene por objeto protegerla contra los agentes físicos o naturales que la pueden destruir.

La introducción en la madera de las sustancias preservadoras puede hacerse utilizando métodos de presión y sin presión. La eficacia de un tratamiento depende del preservador utilizado, la cantidad de éste retenido por la madera y la profundidad a que penetra.

El objetivo del presente trabajo fue determinar, en base a resultados experimentales, tratamientos que sirvan de guía para la preservación comercial de once maderas de Costa Rica. El trabajo se realizó en el Laboratorio de Maderas del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Costa Rica.

Las especies en estudio fueron: Alnus ferruginea, Bursina simaruba, Carapa sp., Ficus werckleana, Pterocarpus officinalis, Quercus aata, Quercus costarricensis, Quercus eugenifolia, Sapium sp., Terminalia lucida y Virola koschnyi. De estas especies se utilizaron muestras cuyas dimensiones en la sección transversal eran de 5 cm x 5 cm y sus longitudes variaban de 20 cm a 48 cm; los extremos se sellaron para impedir la penetración longitudinal. Como preservadores se utilizaron un aceite diesel Nº 2 y una sal soluble en agua (OSMOSE K33).

Inicialmente se hizo a todas las especies un "baño caliente y frío" y un tratamiento a vacío. Después, y considerando los resultados obtenidos en los anteriores tratamientos, a los Quercus sp. y Carapa sp. se les hizo un tratamiento de "célula llena" y a las

especies restantes se les impregnó por el método de Rüping. En los tratamientos anteriores se usó aceite a 50°C.

Para la impregnación de las maderas en OSMOSE K33 se usaron tratamientos de "célula llena", y las condiciones empleadas fueron más fuertes para los Quercus sp. y Carapa sp. que para las demás especies; la concentración de la sal fue del 4.3%.

Los resultados obtenidos indican que para la preservación de las diferentes especies pueden utilizarse los siguientes tratamientos:

1. El "baño caliente y frío" para:

A. ferruginea

Sapium sp.

B. simaruba

V. koschnyi

F. werckleana

Condiciones

baño caliente: 3 horas

baño frío: 5 horas

2. El "proceso de Rüping" para:

A. ferruginea

V. koschnyi

B. simaruba

T. lucida

F. werckleana

P. officinalis

Sapium sp.

Condiciones

presión inicial: 2 Kg/cm<sup>2</sup>

presión de líquido: 11 Kg/cm<sup>2</sup>

período de presión: no menos de 5 horas

3. El proceso de "célula llena" (con preservadores oleosos) para:

Q. costarricensis

Q. eugenifolia

Condiciones

presión de líquido: 12 Kg/cm<sup>2</sup>

período de presión: no menos de 8 horas

4. A - El proceso de "célula llena" (con sales) para:

B. simaruba

Sapium sp.

F. werkleana

Condiciones

presión de líquido: 8 Kg/cm<sup>2</sup>

período de presión: no menos de 3 horas

concentración de la sal: 2.5%

B - El proceso de "célula llena" (con sales) para:

A. ferruginea

P. officinalis

V. koschnyi

T. lucida

Condiciones

presión de líquido: 8 Kg/cm<sup>2</sup>

período de presión: no menos de 5 horas

concentración de la sal: 4%

C - El proceso de "célula llena" (con sales) para:

Q. costarricensis

Q. eugenifolia



Condiciones

presión de líquido:	12 Kg/cm <sup>2</sup>
período de presión:	no menos de 8 horas
concentración de la sal:	10%

Las condiciones dadas para los diferentes tratamientos deben considerarse como guías y no como valores absolutos, ya que estas condiciones dependerán del tamaño de la madera que se va a tratar.

De acuerdo al comportamiento de las diferentes especies en los tratamientos, éstas se clasifican de la siguiente manera:

Muy fáciles de tratar:

<u>B. simaruba</u>	<u>Sapium sp.</u>
<u>F. werkleana</u>	

Fáciles de tratar:

<u>A. ferruginea</u>	<u>P. officinalis</u> (albura)
<u>V. koschnyi</u>	

Moderadamente difícil de tratar:

T. lucida

Difíciles de tratar:

<u>Q. eugenifolia</u>	<u>P. officinalis</u> (duramen)
<u>Q. costarricensis</u>	

Muy difíciles de tratar:

<u>Q. aaata</u>	<u>Carapa sp.</u>
-----------------	-------------------

### SUMMARY

Wood is treated with chemical substances for protection against physical or natural agents that may destroy it.

The introduction in wood of these preserving substances can be done using pressure or no pressure treatments; the efficiency of the treatment depends on the preservative, the amount absorbed by the wood and its penetration depth.

This study was carried out to determine treatments which can be used as guides for the commercial preservation of Costa Rican woods.

The species studied were: Alnus ferruginea, Bursera simaruba, Carapa sp., Ficus werckleana, Pterocarpus officinalis, Quercus aaata, Quercus costarricensis, Quercus eugenifolia, Sapium sp., Terminalia lucida y Virola koschnyi. In the experiments with these species specimens having cross sections of 5 x 5 cm and varying in length from 20 to 48 cm were used. The ends of the samples were sealed to prevent end penetration.

Preservatives used in the study were a light Diesel oil N<sup>o</sup> 2 and a water soluble salt (OSMOSE K33).

Primarily a "hot and cold bath" and a "vacuum treatment" were given to all species under investigation. Due to indications obtained from these two treatments, Quercus sp. and Carapa sp., were treated applying a "full cell process". The remaining species underwent an "empty cell (Rüping)" treatment.

For the preservation tests with the waterborne OSMOSE K33 "full cell treatments" were applied; the conditions being more severe for

Quercus sp. and Carapa s. than for the other species. The salt concentration use was 4.3 percent.

The results obtained show that in preserving the species studied the following treatments could be used:

1. A "hot and cold bath" for:

A. ferruginea

Sapium sp.

B. simaruba

V. koschnyi

F. werckleana

Conditions

hot bath: 3 hours

cold bath: 5 hours

2. A Rüping process for:

A. ferruginea

V. koschnyi

B. simaruba

T. lucida

F. werckleana

P. officinalis

Sapium sp.

Conditions

initial aire pressure: 2 Kg/cm<sup>2</sup>

liquid pressure: 11 Kg/cm<sup>2</sup>

pressure period: no less than 5 hours

3. A "full cell process" (with oily type preservatives) for:

Q. costarricensis

Q. eugenifolia

Conditions

liquid pressure: 12 Kg/cm<sup>2</sup>

pressure period: no less than 8 hours

salt concentration: 10%

4. A - A "full cell process" (with salts) for:

B. simaruba

Sapium sp.

F. werckleana

Conditions

liquid pressure: 8 Kg/cm<sup>2</sup>

pressure period: no less than 3 hours

salt concentration: 2.5%

B - A "full cell process" (with salts) for:

A. ferruginea

P. officinalis

V. koschnyi

T. lucida

Conditions

liquid pressure: 8 Kg/cm<sup>2</sup>

pressure period: no less than 5 hours

salt concentration: 4%

C - A "full cell process" (with salts) for:

Q. costarricensis

Q. eugenifolia

Conditions

liquid pressure: 12 Kg/cm<sup>2</sup>

pressure period: no less than 8 hours

salt concentration: 10%

The given conditions for the different treatments must be considered as a guidance and not as absolute values, since these conditions will depend on the size of timber to be treated.

Based on absorption and penetration the species be classified:

Very easy to treat:

B. simaruba

Sapium sp.

F. werckleana

Easy to treat:

A. ferruginea

P. officinalis (sapwood)

V. koschnyi

Moderately difficult to treat:

T. lucida

Difficult to treat:

Q. eugenifolia

Q. costarricensis

P. officinalis (heartwood)

Very difficult to treat:

Q. aaata

Carapa sp.

LITERATURA CITADA

1. ABDURACHIM, M. R. A. The influence of tree age on the durability of teak (*Tectona grandis*). (En indonesio) Lembaga Penelitian Hutan, Bogor no. 98. 1965. 12 p. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 29(1):166. 1968)
2. AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. Manual de standars. Washington, 1967. p. irr.
3. BAZENOV, V. A. y HARUK, E. V. Increase in the permeability of softwoods to N liquids at high temperature. (En ruso) In Svoystva drevesiny, ee zascita i novye drevesnye materialy. Izdatel'stvo Nauka, Moscow, 1966. pp. 16-19. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(4):755. 1966).
4. BEHR, E. A. Preservative treatment of beech by soaking. Michigan Agricultural Experiment Station. Quarterly Bulletin 49(4):459-465. 1967. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 29(1):177. 1968).
5. BLEW, J. O. Preservation treatment of fence posts. U.S. Department of Agriculture. Farmers Bulletin no. 2049. 1952. 33 p.
6. \_\_\_\_\_. Service tests on posts as a means of evaluating wood preservatives and methods of treatment. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Report no. 1726. 1955. 11 p.
7. \_\_\_\_\_. The preservative treatment of wood for farm use. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Report no. 2098. 1957. 10 p.
8. \_\_\_\_\_. Treating wood by the cold soaking method. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Report no. 1445. 1961. 10 p.
9. \_\_\_\_\_. Comparison of wood preservatives in stake test. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Research Note FPL-02. 1967. 86 p.
10. \_\_\_\_\_ y KULP, J. M. Service records on treated and untreated fence posts. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Research Note FPL-068. 1964. 52 p.

11. BLEW, J. O. y ROTH, H. G. Retention and distribution of creosote in redwood lumber treated at three levels of moisture content. Washington, D.C., American Wood Preservers' Association, 1965. 5 p. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(2):331. 1966).
12. BRITISH WOOD PRESERVING ASSOCIATION. Increasing permeability by ponding or delayed seasoning.. News Sheet British Wood Preserving Association no. 40. 1964. pp. 1-2. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 26(2):132. 1965).
13. CHUNDNOFF, M. y MALDONADO, E. D. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Paper ITF-1. 1964. 32 p.
14. COURTOIS, H. Investigations on the impregnation of spruce wood from different provenances. (En alemán) Holzforschung und Holzverwertung 16(2):21-29. 1964. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 26(2):327. 1965).
15. ENGLERTH, G. H. Service life of some Puerto Rican post species tested with ten percent pentachlorophenol by cold soaking. Caribbean Forester 21(1/2):38-40. 1960.
16. FAHLSTROM, G. B., GUNNING, P. E. y CARLSON, J. A. Copper-chrome-arsenate wood preservatives; a study of the influence of composition on leachability. Forest Products Journal 17(7):17-22. 1967.
17. FINDLAY, W. P. K. The preservation of timber. London, Adam, 1962. 162 p.
18. FOUGEROUSSE, M. Traverses en bois pour le chemin de fer trans-camerounais. Bois et Foret des Tropiques no. 95:35-48; 97:23-24. 1964.
19. GERRY, E. Tyloses: their occurrence and practical significance in some american woods. Journal of Agricultural Research 1(6):445-470. 1914.
20. GRAHAM, R. D. y MILLER, D. J. Preservation of wood for home and farm. Oregon State University. Forest Research Laboratory. Report P-7. 1966. 23 p.
21. HAN, R. M. Preservación de postes por métodos sencillos. Santiago, Instituto Forestal. Informe Técnico no. 4. 1963. 23 p.



22. HICOCK, H. W. y OLSON, A. R. The preservative treatment of fence posts and other structural materials. Connecticut Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 509. 1947. 19 p.
23. HONG, W. K. L, y SOON, T. C. Utilisation of timber by National Electricity Board for distribution and transmission lines. Malayan Forester 30(2):82-93. 1967.
24. HUGGING, M. W. y APLIN, E. N. Study of checking and delamination in glulam bridge members. Engineering Journal 1965:7. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(3):554. 1966).
25. HUNT, G. M. y GARRAT, G. A. Preservación de la madera. Traducción de Abelardo Sachis Batalla. Barcelona, Salvat, 1962. 496 p.
26. HUNT, I. S. y CONEJOS SOBRINO, J. Características de preservación de 47 especies de la Guayana. Mérida, Venezuela, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, 1963. 49 p.
27. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS y FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Report on a wood testing program carried out for UNDP Projeet 192, survey and development of selected forest areas, Costa Rica, Turrialba, Costa Rica, 1968. 130 p. (Mimeografiado).
28. JANE, F. W. The structure of wood. London, Adam, 1962. pp. 393.
29. KORAZ, Z. Air permeability and creosote retention of Douglas fir. Forest Products Journal 14(4):159-166. 1964.
30. LOHWAG, G. K. y SCHEDL, C. The impregnation of larch heartwood. (En alemán) Holzforschung und Holzverwertung 15(6):113-125. 1963. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 25(4):637. 1964).
31. MACLEAN, J. D. Preservative treatment of woods by pressure methods. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 40. 1952. 160 p.
32. MILLS, G. B., NEIL, W. G. y STREETMAN, C. Report on projet 9/64. Preservative treatment of poles in relation to known and measurable wood variables. Washington, D.C., American Wood Preservers' Association, 1965. 18 p. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(2):331. 1966).

33. NARAYANAMURTI, D. et al. Extractives in teak. *Silvae Genetica* 11(3):57-63. 1962. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 24(1):131. 1963).
34. NEUBAUER, L. W. y SULLIVAN, J. J. More preservative + pressure = 75 years posts. *Wood Preserving News* 42(7):15-16. 1964. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 26(1):150. 1965).
35. ORTIZ, V. R. Preservation of Puerto Rican fence posts treated by pressure methods. *Caribbean Forester* 24(2):91-93. 1963.
36. PURI, Y. N. Natural decay resistance of Indian timbers. III. Heartwood extractives of sal (*Shorea robusta* Gaertn.) and teak (*Tectona grandis* L.f.). *Indian Forester* 93(7):447-454. 1967.
37. RECORD, S. J. y HESS, R. W. *Timbers of new world*. London, Yale University Press, 1943. 640 p.
38. ROFF, J. W. Service life of western red cedar in water cooling towers in Canada. Canada, Department of Forestry. Publication no. 1078. 6 p. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 26(2):329. 1965).
39. RUDMAN, P. The causes of natural durability in timber. IX. The antifungal activity of heartwood extractives in a wood substrate. *Holzforschung (Alemania)* 16(3):1962. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 24(1):131. 1963).
40. \_\_\_\_\_. Studies in wood preservation. I. The penetration of liquids into Eucalypt sapwood. *Holzforschung (Alemania)* 19(1):5-13. 1965. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 27(1):134. 1966).
41. SHIMIZU, K. Study on the preservative treatment of green unseasoned wood. II. Hoth bath, boiling under vacuum, and conditioning pressure combination processes. (En japonés) *Journal of the Japanese Wood Research Society* 8(3):93-104. 1964. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 24(2):331. 1963).
42. TEESDALE, C. H. y MACLEAN, J. D. Relative resistance of various hardwoods to injection with creosote. U.S. Department of Agriculture. Bulletin no. 606. 1918.

43. TEESDALE, C. H. y MACLEAN, J. D. Tests of absorption and penetration of coal tar and creosote in long leaf pine. U.S. Department of Agriculture. Bulletin no. 697. 1918. 42 p.
44. TIMBER PRESERVATION; permeability studies. Australia. Forest Products Report 1963/64. 1964. pp. 34-35. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 26(2):327. 1965).
45. TORRES JUAN J. Conservación de maderas en su aspecto práctico. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 1966. 101 p.
46. TRANINA, N. F. y KONSTANTNJA, A. A. Improvement of the impregnation of spruce wood by liquid, by means of infection with fungi and bacteria stimulators. (En ruso) Lens. z, arhangel'sk 8(3):121-123. 1965. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 27(4):778. 1966).
47. U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Methods of applying woods preservatives. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Report no. D154. 1953. 27 p.
48. \_\_\_\_\_. Wood preservation. Madison, Wis., U.S. Forest Products Laboratory. Report no. R1903-18. 1953. 29 p.
49. VERRAL, A. F. Preserving wood by brush, dip, and short soak method. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 1334. 1965. 50 p.
50. WANG, S. F. Studies on the absorption and penetration of woods treated with various treating methods and preservatives. (En chino) Taiwan Forest Research Institute. Bulletin no. 89. 1963. 24 p. (Original no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 25(2):320. 1964).
51. WATERMAN, A. M. The effect of water soluble extractives from the heartwood of tropical american woods on the growth of two wood decaying fungi. Tropical Woods no. 88:1-12. 1946.

A N E X O

RESULTADOS DE ABSORCIÓN Y PENETRACIÓN OBTENIDOS POR LAS  
DIFERENTES ESPECIES EN LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

Cuadro No 15. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las diferentes especies en el tratamiento de célula llena A

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20S4	0.325 0.626	6.44	467	Total
<u>Bursera simaruba</u>	Y35W4	0.225 0.596	6.50	572	Total
<u>Cerapa sp.</u>	Z34N8	0.346 0.367	6.45	33	0.31
<u>Ficus werckleana</u>	X41	0.282 0.710	8.05	532	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40W2	0.190 0.580	6.84	570	Total
<u>Quercus azata</u>	X4N6	0.781 0.796	6.87	21	0.63
	X12N5	0.680 0.690	6.40	15	0.37
	X24E2	0.635 0.652	6.35	27	0.73
<u>Quercus eugenifolia</u>	X3S3	0.735 0.780	6.68	69	1.47
<u>Quercus costarricensis</u>	X6W4	0.516 0.583	6.74	99	0.91
<u>Sapium sp.</u>	X2581	0.355 0.664	7.20	430	Total
<u>Terminalia lucida</u>	Z36N7	0.522 0.732	6.58	319	Total
<u>Virola kosehnyi</u>	X31NE3	0.381 0.682	6.86	439	Total

1 8 1

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 28 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 16. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de célula llena B

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso KG antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20	0.321 0.480	6.86	232	1.03
<u>Bursera simaruba</u>	Y35S5	0.219 0.477	6.88	371	Total
<u>Ficus werckleana</u>	X41S1	0.266 0.479	7.50	284	1.00
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40E3	0.267 0.406	7.18	194	0.53
<u>Sapium sp.</u>	X25N5	0.353 0.537	6.93	266	1.35
<u>Terminalia lucida</u>	Z36E7	0.536 0.568	6.58	49	0.25
<u>Virola koschnyi</u>	X31SE1	0.341 0.540	6.36	312	1.70

NOTA: Muestras de 5 cm x cm y 27 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 17. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena C

ESPECIES	Rolliso y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Quercus saata</u>	X24N2	0.653 0.676	6.60	35	0.15
	X12S1	0.743 0.759	6.05	31	0.10
	X4N3	0.753 0.773	6.29	32	0.15
	N1	0.741 0.752	6.45	17	0.10
<u>Quercus costarricensis</u>	X6S5	0.547 0.600	6.52	81	1.15
	S3	0.588 0.665	6.60	116	1.10
<u>Quercus eugenifolia</u>	X3E11	0.646 0.730	6.70	125	Total

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 27 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 18. Absorciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena D

Rollizo y posición dentro de éste	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Peso inicial Kg	3 horas		6 horas		6 horas	
			Peso Kg	Absor. Kg/m <sup>3</sup>	Peso Kg	Absor. Kg/m <sup>3</sup>	Peso Kg	Absor. Kg/m <sup>3</sup>
<u>Quercus acata</u>								
X4W5	6.39	0.745	0.751	.25	0.767	.34	0.769	38
X12S3	6.81	0.758	0.771	20	0.775	26	0.775	26
X24W1	6.21	0.575	0.611	58	0.618	69	0.619	71
<u>Quercus costarricensis</u>								
X6W3	6.97	0.551	0.673	174	0.704	215	0.704	215
<u>Quercus eugenifolia</u>								
X3N8	5.61	0.548	0.599	91	0.626	139	0.630	146
<u>Carapa sp.</u>								
Z34E7	6.99	0.379	0.418	50	0.436	81	0.438	84

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 27 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra en el rollizo, según el esquema de la Figura 1.



CUADRO No 19. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de baño caliente y frío E, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso		Volumen $m^3$ $10^{-4}$	Absorción $Kg/m^3$	Penetración $cm$
		antes	después			
<u>Alnus ferruginea</u>	X20S6	0.321	0.400	6.22	127	0.67
<u>Bursera simaruba</u>	Y35S6	0.225	0.357	5.96	232	Total
<u>Ficus werckleana</u>	X41	0.245	0.350	5.92	177	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40W3	0.254	0.282	6.05	46	0.37
<u>Sapium sp.</u>	X25N8	0.308	0.396	6.16	143	0.25
<u>Terminalia lucida</u>	Z36S5	0.435	0.470	5.68	62	0.20
<u>Virola koschnyi</u>	X31N1	0.267	0.355	5.77	152	0.45

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 23 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 20. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de baño caliente y frío E, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10-4	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	K20E2	0.325 0.370	6.27	72	0.52
<u>Burcera simaruba</u>	Y35S8	0.237 0.330	6.10	152	0.90
<u>Ficus werckleana</u>	X41N7	0.285 0.355	6.20	129	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40W3	0.254 0.282	6.05	46	0.37
<u>Sapium sp.</u>	X25N4	0.289 0.352	6.37	99	0.20
<u>Terminalia lucida</u>	Z36S5	0.447 0.481	5.87	58	Irreg.difícil medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31S2	0.310 0.403	5.72	163	0.97

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 24 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 21. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento a vacío F, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso KG antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20N8	0.333 0.637	6.73	452	Total
<u>Bursera simaruba</u>	Y35W4	0.205 0.551	5.96	581	Total
<u>Ficus werckleana</u>	X41S1	0.208 0.524	5.92	533	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40W4	0.183 0.409	5.92	381	0.75
<u>Sapium sp.</u>	X25N1	0.222 0.414	6.15	311	0.30
<u>Terminalia lucida</u>	Z36S5	0.440 0.567	5.68	223	Irrég. difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31S1	0.263 0.545	5.71	493	Total

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 23 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 22. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento a vacío F, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20N6	0.316 0.494	6.07	293	1.07
<u>Bursera simaruba</u>	Y35N6	0.225 0.471	6.07	405	Total
<u>Ficus werckleana</u>	X41E2	0.214 0.357	6.05	236	1.00
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40N5	0.173 0.323	6.02	249	0.75
<u>Sapium sp.</u>	X25N7	0.317 0.581	6.93	381	Total
<u>Terminalia lucida</u>	Z36S5	0.452 0.580	5.90	217	Irreg. difícil de medir
<u>Viola koschnyi</u>	X31N2	0.331 0.543	5.97	355	Total

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 24 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 23. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las diferentes especies en el tratamiento de baño caliente y frío G

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20E1	0.355 0.427	7.08	102	0.92
	S5	0.354 0.402	6.78	71	0.45
	W3	0.353 0.426	6.79	108	0.60
<u>Sursera simaruba</u>	Y35S8	0.260 0.359	6.60	150	0.92
	N3	0.232 0.323	6.40	142	0.50
<u>Carapa sp.</u>	Z34W3	0.334 0.347	6.53	10	0.20
	S10	0.343 0.347	6.64	6	0.16
	E3	0.341 0.345	6.51	5	0.07
<u>Ficus werckleana</u>	X41E6	0.226 0.264	5.26	72	0.40
	E8	0.268 0.374	6.30	168	0.65
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40W4	0.212 0.246	6.58	52	0.40
	N6	0.223 0.259	6.48	56	0.30
<u>Quercus aaata</u>	X4E3	0.761 0.762	6.77	1.5	Nula
	N8	0.631 0.634	5.50	5.4	Nula
	X12W3	0.717 0.720	6.43	4.7	Nula
	W3	0.743 0.746	6.49	4.6	Nula
	X24N5	0.547 0.552	6.40	7.8	Nula
N4	0.585 0.588	6.36	4.7	Nula	

(continúa)

CUADRO Nº 23 (continuación)

	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Quercus costarricensis</u>	X6E4	0.582 0.588	6.50	9.0	Nula
	E3	0.631 0.635	6.50	6.0	Nula
<u>Terminalia lucida</u>	Z36N7	0.537 0.577	6.63	61	Irreg. difícil de medir
	N7	0.533 0.576	6.72	64	Irreg. difícil de medir
	E7	0.567 0.589	6.67	33	Irreg. difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31N1	0.317 0.405	6.42	137	0.50
	NE1	0.320 0.414	6.19	152	0.52
	SW1	0.309 0.413	6.76	155	0.47

**NOTA:** Muestras de 5 cm x 5 cm y 27 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 24. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las diferentes especies en el tratamiento a vacío H, cuando se utilizaron muestras con un extremo tapado

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20W2	0.328 0.604	6.27	440	Total
	N2	0.273 0.590	6.27	506	Total
	N2	0.312 0.607	6.46	457	Total
<u>Bursera simaruba</u>	Y35S7	0.456 1.158	12.03	590	Total
	W3	0.441 1.142	12.03	583	Total
	W1	0.411 1.110	12.27	570	Total
	W2	0.378 1.073	12.03	578	Total
<u>Carapa sp.</u>	Z34S9	0.630 0.650	12.03	16	Nula
	W5	0.660 0.680	11.93	17	Nula
	N5	0.646 0.671	12.08	21	Nula
	E4	0.640 0.660	12.05	17	Nula
<u>Ficus werckleana</u>	X41S6	0.380 1.017	12.00	567	Total
	N6	0.415 0.710	11.90	250	Total
	N8	0.531 0.896	11.88	307	Total
	E5	0.490 0.860	12.00	308	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40N1	0.190 0.370	5.97	301	Difficil de medir
	N3	0.164 0.470	6.05	506	Difficil de medir
	N3	0.164 0.398	5.86	400	Difficil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31NW1	0.652 1.105	11.60	390	1.25
	SW2	0.649 1.134	11.57	419	Total
	W1	0.551 1.110	11.76	475	Total

(continúa)

CUADRO No 24 (continuación)

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Quercus saata</u>	X4E10	1.339 1.360	10.96	19	Nula
	E14	1.297 1.315	11.31	16	Nula
	X12W6	1.260 1.281	11.41	18	Nula
	N8	1.195 1.221	11.05	25	Nula
	X24N8	0.949 0.970	11.31	19	Nula
<u>Quercus costarricensis</u>	X2	0.572 0.590	7.48	24	Nula
	X2	0.702 0.720	8.96	20	Por algunos poros
	X6S4	1.001 1.025	11.11	22	Por algunos poros
	N4	0.966 1.000	11.34	30	Por algunos poros
	E2	0.961 0.994	11.34	29	Por algunos poros
	N6	1.016 1.052	11.29	32	Por algunos poros
<u>Quercus eugenifolia</u>	X3W7	1.140 1.181	11.34	36	Por algunos poros
	E9	1.143 1.180	11.34	33	Por algunos poros
	E10	1.145 1.170	11.10	22	Por algunos poros
<u>Sapium sp.</u>	X25S3	0.620 1.135	12.03	428	1.85
	E3	0.653 1.172	12.41	418	1.35
	N6	0.612 1.119	12.29	412	Total
	W4	0.573 1.125	12.27	450	1.42
<u>Terminalia lucida</u>	Z3688	0.983 1.184	11.81	170	Irreg. Difficil de medir
	E2	0.856 1.140	11.81	240	Irreg. Difficil de medir
	E4	0.869 1.240	11.60	320	Irreg. Difficil de medir
	W3	0.869 1.222	11.76	300	Irreg. Difficil de medir

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo, a excepción de las de A. ferruginea y P. officinalis que tenían 23 cm de largo. La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según esquema de la Fig. 1.



CUADRO Nº 25. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las diferentes especies en el tratamiento a vacío H, cuando se utilizaron muestras con los dos extremos tapados

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes	Peso Kg después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20W2	0.317	0.530	6.42	332	1.45
	S2	0.316	0.580	6.29	419	Total
	S2	0.266	0.476	5.25	400	1.47
<u>bursera simaruba</u>	Y35W2	0.384	0.980	12.00	497	2.32
	W1	0.406	1.074	12.05	554	Total
	W3	0.442	1.039	12.00	497	2.15
	S7	0.463	1.145	12.03	567	Total
<u>Carapa sp.</u>	Z34W5	0.696	0.710	12.08	12	Nula
	S9	0.643	0.655	12.08	10	Nula
	N5	0.660	0.677	12.03	14	Nula
	E5	0.634	0.655	12.03	17	Nula
<u>Ficus werckleana</u>	X41N6	0.423	0.841	11.98	332	Total
	N8	0.537	0.812	12.00	229	Total
	E5	0.516	0.868	12.05	292	Total
	S6	0.407	1.000	12.03	493	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40N3	0.166	0.432	6.00	443	Irreg. Difícil de medir
	N1	0.199	0.310	5.88	189	Irreg. Difícil de medir
	N3	0.169	0.331	5.95	272	Irreg. Difícil de medir
<u>Quercus saata</u>	X4E10	1.346	1.365	11.04	17	Nula
	E14	1.319	1.330	10.90	10	Nula
	X12N8	1.195	1.220	11.13	22	Nula
	W6	1.246	1.255	11.52	8	Nula
	X24E3	1.128	1.152	10.98	22	Nula

(continúa)

CUADRO Nº 25 (continuación)

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg		Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
		antes	después			
<u>Quercus costarricensis</u>	X2	0.629	0.639	7.53	13	Por algunos poros
	X2	0.702	0.710	8.86	9	Por algunos poros
	X6E2	0.973	0.995	11.36	19	Por algunos poros
	N6	1.069	1.095	11.48	23	Por algunos poros
	N4	0.975	1.005	11.06	27	Por algunos poros
	S4	1.001	1.028	11.29	24	Por algunos poros
<u>Quercus eugenifolia</u>	X3E9	1.135	1.161	11.31	23	Por algunos poros
	E10	1.160	1.180	11.11	18	Por algunos poros
	W7	1.134	1.211	11.81	65	Por algunos poros
<u>Sapium sp.</u>	X25N6	0.609	1.120	12.05	424	1.22
	W4	0.582	1.120	12.17	442	1.37
	E3	0.642	1.160	12.39	418	1.67
	S3	0.629	1.155	12.17	432	1.82
<u>Terminalia lucida</u>	Z36E2	0.862	1.080	11.81	184	Irreg. Difícil de medir
	W3	0.884	1.203	11.60	275	Irreg. Difícil de medir
	E4	0.909	1.058	11.83	126	Irreg. Difícil de medir
	S8	0.964	1.312	11.93	292	Irreg. Difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31W1	0.543	1.112	11.83	481	1.27
	SW2	0.634	1.102	11.55	405	Total
	NW3	0.646	1.082	11.78	370	1.62

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo, a excepción de las de A. ferruginea y P. officinalis que tenían 24 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número indican la posición de la muestra dentro del rollizo, de acuerdo al esquema de la Figura 1.

CUADRO Nº 26. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de Rüpung I

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Alnus ferruginea</u>	X20N2	0.273 0.354	6.21	130	1.02
	W2	0.334 0.386	6.12	85	Total
	E2	0.296 0.364	6.24	109	Total
	S2	0.232 0.291	5.09	116	Total
<u>Bursera simaruba</u>	Y35W5	0.461 0.594	12.08	110	Total
	N4	0.430 0.558	12.00	107	Total
	N5	0.431 0.589	12.03	132	0.95
	E4	0.483 0.613	12.20	107	1.85
<u>Ficus werckleana</u>	X41E7	0.508 0.765	12.05	213	Total
	W2	0.428 0.641	12.00	177	1.40
	N1	0.427 0.583	12.03	130	0.45
	W1	0.419 0.684	12.03	220	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40N1	0.208 0.245	5.90	73	0.30
	S6	0.243 0.307	5.98	107	1.10
	S6	0.225 0.318	5.79	109	0.62
	N4	0.276 0.337	6.09	100	0.70
<u>Sapium sp.</u>	X25W1	0.587 0.703	12.15	95	0.80
	S4	0.652 0.765	12.41	91	1.15
	S6	0.686 0.792	12.29	86	0.82
	E2	0.566 0.678	12.22	92	0.85

(Continúa)

CUADRO Nº 26 (continuación)

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg		Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
		antes	después			
<u>Terminalia lucida</u>	Z36E6	0.961	1.058	11.83	82	Irreg. Difícil de medir
	S10	0.999	1.108	11.60	94	Irreg. Difícil de medir
	N5	0.911	1.036	11.65	108	Irreg. Difícil de medir
	E5	0.942	1.046	11.90	87	Irreg. Difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31E2	0.660	0.764	11.57	90	1.00
	E1	0.574	0.699	11.64	107	0.50
	NE2	0.677	0.777	11.81	85	0.80

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo, a excepción de las de A. ferruginea y P. officinalis, que tenían 24 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la segundo letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 27. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de Rúpung J

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso KG		Volumen m <sup>3</sup> 10-4	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
		antes	después			
<u>Alnus ferruginea</u>	X20E2 W2	0.328	0.439	6.24	178	Total
		0.344	0.453	6.36	171	1.75
<u>bursera simaruba</u>	Y35N5 E4	0.437	0.718	11.19	235	1.45
		0.482	0.740	12.03	214	1.70
<u>Ficus werckleana</u>	X41N7 W2	0.533	0.881	12.03	289	Total
		0.418	0.786	12.00	307	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40S6 S6	0.254	0.386	5.74	235	1.85
		0.254	0.387	5.83	228	Total
<u>Sapium sp.</u>	X25S6 E2	0.691	0.912	12.29	180	1.67
		0.576	0.803	12.27	185	1.57
<u>Terminalia lucida</u>	Z36E5 N5	0.949	1.115	11.69	142	Irreg. Difícil de medir
		0.909	1.111	11.59	174	Irreg. Difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31NE2 E2	0.685	0.889	11.81	173	1.56
		0.655	0.854	11.52	173	1.61

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo, a excepción de las de A. ferruginea y P. officinalis, que tenían 24 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 28. Absorciones y penetraciones de aceite obtenidas por las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena K

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Quercus aaata</u>	X4N10	1.377 1.404	11.20	29	Por algunos poros
	S7	1.268 1.287	10.57	18	Nula
	E11	1.376 1.397	11.10	19	Nula
	X12S4	1.259 1.279	10.66	19	Nula
	E4	1.312 1.334	11.01	20	Por algunos poros
	X24N3	1.114 1.158	10.82	41	Por algunos poros
<u>Quercus costarricensis</u>	X2	0.890 0.929	11.83	87	Por algunos poros
	X2	1.014 1.111	11.13	87	Por algunos poros
	X6N1	0.996 1.140	11.30	126	Por algunos poros
	E1	0.996 1.151	11.37	136	Por algunos poros
	N2	0.995 1.169	11.36	146	Por algunos poros
	W2	0.952 1.043	11.38	80	Por algunos poros
<u>Quercus eugenifolia</u>	X3S8	1.090 1.231	11.64	121	Por algunos poros
	S4	1.183 1.249	11.04	60	Por algunos poros
	W8	1.043 1.144	10.99	92	Por algunos poros
	N10	1.171 1.230	11.34	52	Por algunos poros
<u>Carapa sp.</u>	Z34E4	0.655 0.670	12.03	12	Nula
	E6	0.626 0.654	12.03	23	Nula
	N3	0.644 0.658	12.05	12	Nula
	N6	0.653 0.684	12.03	26	Nula

**NOTA:** Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 29. Absorciones y penetraciones de OSMOSE K33 obtenidas por las especies del Grupo 1 en el tratamiento de célula llena I

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg		Volumen $m^3$ $10^{-4}$	Absorción $Kg/m^3$	Penetración cm
		antes	después			
<u>Alnus ferruginea</u>	X20E2	0.323	0.596	6.09	19	0.40
<u>bursera simaruba</u>	Y35W5 N4	0.450	1.385	12.00	33	Total
		0.438	1.316	12.08	31	Total
<u>Ficus werckleana</u>	X41N1 W1	0.444	1.397	12.08	34	Total
		0.414	1.296	12.00	32	Total
<u>Pterocarpus officinalis</u>	X40N1 N4	0.196	0.384	5.97	13	Irreg. Difícil de medir
		0.258	0.550	6.05	21	Irreg. Difícil de medir
<u>Terminalia lucida</u>	Z36E6 S10	0.941	1.120	12.03	6	Irreg. Difícil de medir
		0.995	1.367	11.81	14	Irreg. Difícil de medir
<u>Virola koschnyi</u>	X31E1	0.603	0.895	11.72	11	0.40
<u>Sepium sp.</u>	X25W1 S4	0.597	1.463	12.17	31	1.25
		0.657	1.501	12.29	29	1.35

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo, a excepción de las de A. ferruginea y P. officinalis, que tenían 24 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.

CUADRO No 30. Absorciones y penetraciones de OSMOSE K33 obtenidas por las especies del Grupo 2 en el tratamiento de célula llena M

ESPECIE	Rollizo y posición dentro de éste	Peso Kg antes después	Volumen m <sup>3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Absorción Kg/m <sup>3</sup>	Penetración cm
<u>Cerepa sp.</u>	Z34E6	0.647 0.690	12.08	1.5	Nula
	N3	0.637 0.710	12.03	2.6	Nula
	E5	0.633 0.690	12.05	2.0	Nula
	N6	0.663 0.720	12.03	2.0	Nula
	X4N10	1.345 1.390	11.22	1.7	Nula
	S7	1.258 1.299	10.60	1.7	Nula
<u>Quercus aaata</u>	E11	1.345 1.385	11.22	1.5	Nula
	X12S4	1.295 1.340	10.60	1.8	Nula
	E4	1.333 1.370	11.10	1.4	Nula
	X24E3	1.084 1.162	10.99	3.0	Nula
	X2	0.896 0.970	11.76	2.7	Por algunos poros
	X2	0.891 0.990	11.31	3.8	Por algunos poros
<u>Quercus costarricensis</u>	X6S1	1.041 1.113	11.13	2.8	Por algunos poros
	N2	0.953 1.139	11.22	7.1	Por algunos poros
	N1	0.982 1.041	11.08	2.3	Por algunos poros
	W2	0.948 1.001	11.05	2.1	Por algunos poros
	X3S8	1.100 1.212	11.36	4.2	Por algunos poros
	S4	1.284 1.460	10.97	6.9	Por algunos poros
<u>Quercus eugenifolia</u>	W8	1.067 1.170	11.10	4.0	Por algunos poros
	E12	1.166 1.245	11.57	2.9	Por algunos poros

NOTA: Muestras de 5 cm x 5 cm y 48 cm de largo.

La primera letra y número indican la especie; la última letra y número identifican la posición de la muestra dentro del rollizo, según el esquema de la Figura 1.