



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Preservación de la madera

Dr. Alexander Berrocal Jiménez

A large, thick red swoosh that curves from the bottom left towards the right, ending in a point.

Contenido

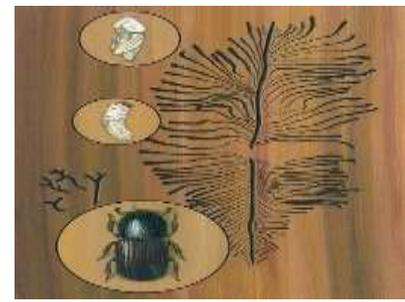
- Antecedentes.
- Durabilidad.
- Sistemas de preservación.
- Tipos de preservantes.
- Inmersión-difusión Costa Rica.
- Presión Costa Rica.
- Normativa.





50
1971-2021
ANIVERSARIO

TEC | Tecnológico
de Costa Rica





DURABILIDAD NATURAL de algunas especies tropicales (CR)

Clase 1 – Muy durables (> 30 años)

Peltogyne purpurea (Nazareno)
Guaicun sanctum (Guayacán real)
Minquartia guianensis (Manú)
Astromium graveolens (Ron-ron)
Bombacopsis quinata (Pochote)
Dialium guinense (Tamarindo)
Sideroxylon capiri (Tempisque)
Dypterix panamensis (Almendro)
Anarcadium excelsum (Espavel)

Clase 2 – Durables (10 a 30 años)

Pentaclethra macroloba (gavilán)
Carapa guianensis (caobilla)
Terminalia oblonga (surá)
Cordia alliodora (laurel)



Clase 3 – Poco durables (5 a 10 años)

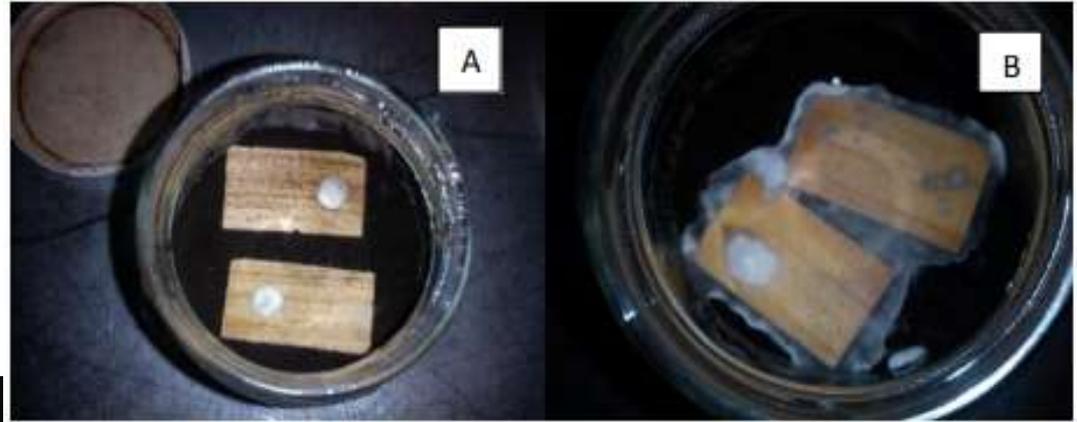
Vochysia ferruginea (Botarrama)
Ceiba pentandra (Ceiba)

Clase 4 – Muy poco durables (< 5 años)

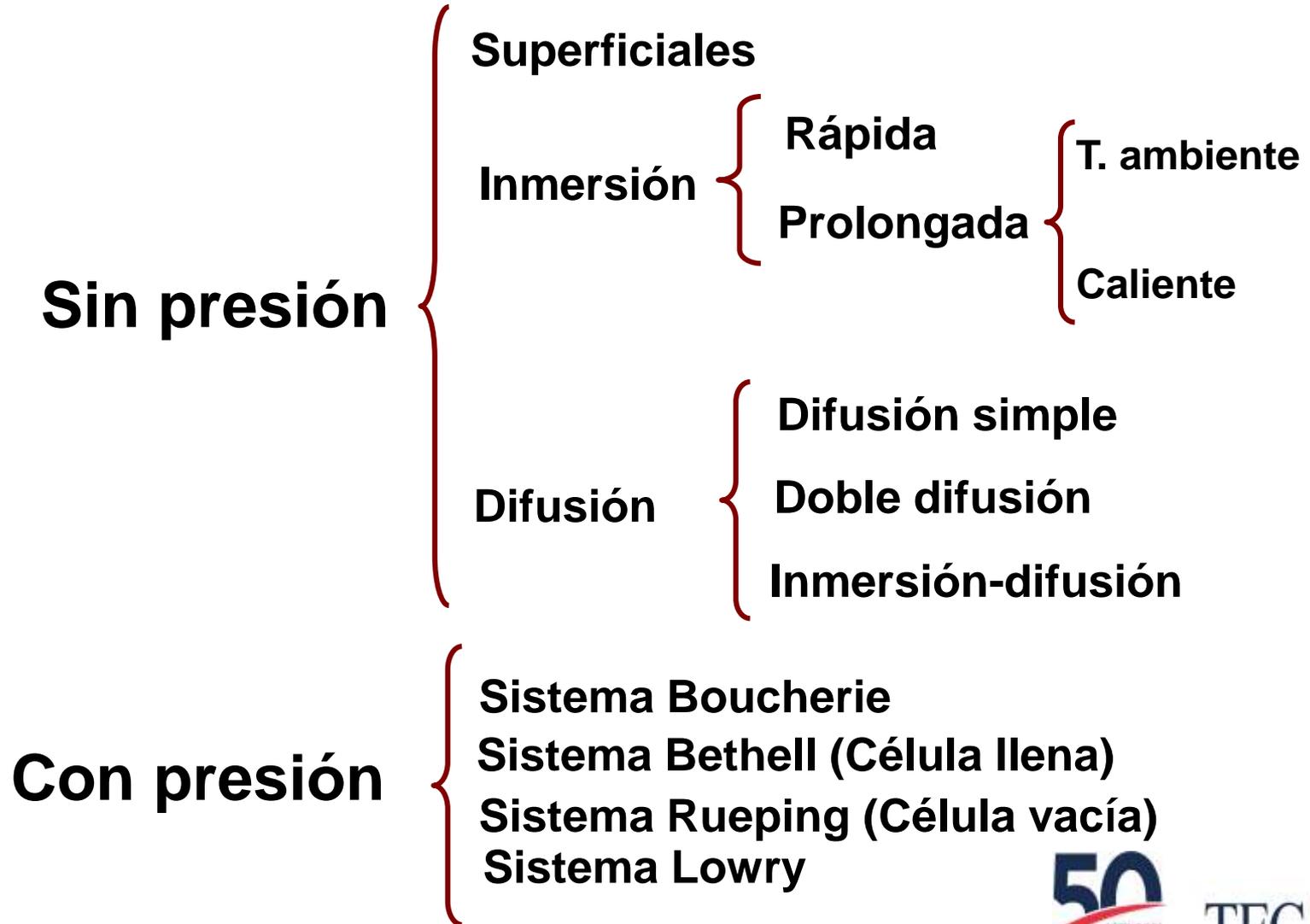
Alnus acuminata (Jaúl)
Vochysia guatemalensis (Chancho blanco)
Brosimum utile (Lechoso)
Virola koschnyi (Fruta dorada)



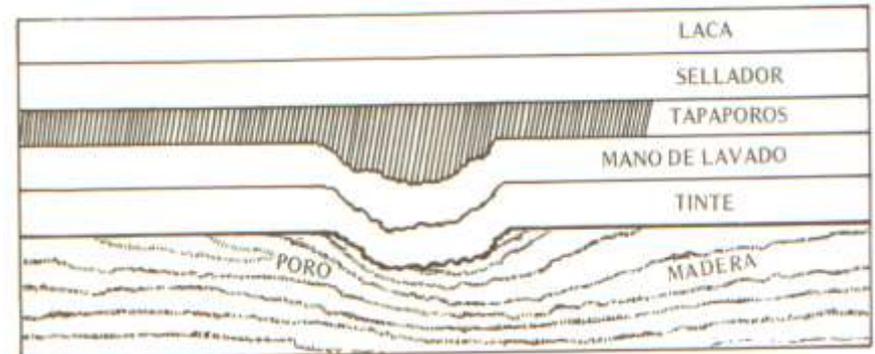
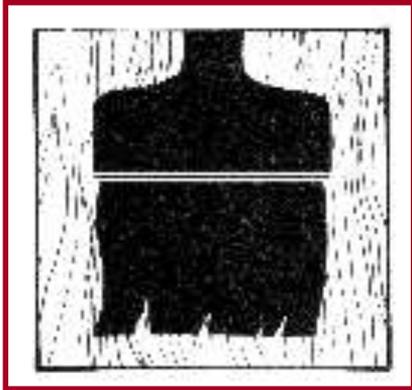




Sistemas de preservación



Superficiales

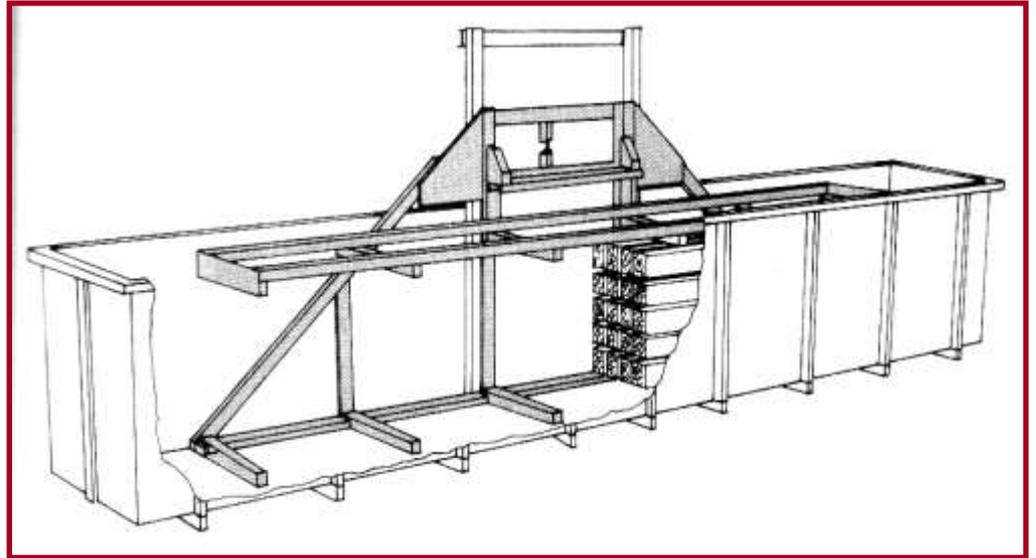


ACABADO	USOS	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Laca (nitrocelulosa)	Interior, paneles	Aplicación con pulverizadora o pincel/brocha, contenido de sólidos: medio, moderado grado de amarillamiento	Secado rápido, fácil de reparar, económico	Olor intenso, inflamable, poca resistencia al desgaste
Laca catalizada	Interior, paneles, armarios, puertas	Aplicación con pulverizadora, contenido de sólidos: medio, muy poco grado de amarillamiento	Secado rápido, duro, resistente a químicos	Olor intenso, inflamable
Poliuretano (a base de agua)	Interior, exterior (con suficiente contenido de sólidos, no expuesto directamente a las inclemencias del tiempo), muebles, paneles, armarios, puertas, molduras, pisos	Aplicación con pulverizadora o pincel/brocha, contenido de sólidos: medio, poco grado de amarillamiento, acabado duro, fácil de aplicar	Poco olor, secado rápido, fácil de aplicar y lijar, lavable con agua y jabón	No tan durable como el poliuretano a base de solvente, espera de 72hs si se aplica sobre un tinte a base de solvente, muy costoso
Poliuretano catalizado (a base de agua)	Interior, superficies que requieren un acabado durable, pisos	Aplicación con pulverizadora o pincel/brocha, poco grado de amarillamiento, acabado muy duro	Poco olor, secado rápido, lavable con agua y jabón	Corta vida útil, espera de 72hs si se aplica sobre un tinte a base de solvente, muy costoso
Poliuretano (a base de solvente)	Interior, superficies para comida, mesas, puertas (interior), molduras, pisos	Aplicación con pulverizadora o pincel/brocha, alto contenido de sólidos, alto grado de amarillamiento, acabado duro	Acabado muy durable, alta resistencia al desgaste, compuestos comunes y agentes de limpieza	Secado lento, se amarillenta

ACABADO	USOS	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poliuretano UV (a base de solvente con inhibidores de rayos UV)	Interior & exterior, muebles de exterior, puertas & ventanas (interior y exterior)	Aplicación con pulverizadora o pincel/brocha, alto contenido de sólidos, alto grado de amarillamiento, acabado duro, renovación de resistencia UV con aplicaciones periódicas	Acabado muy durable; alta resistencia al desgaste y a la luz	Secado lento, se amarillenta, exposición directa al sol reducirá resistencia ultravioleta
Poliuretano gelatinoso (a base de solvente; aplicación con paño)	Interior, molduras	Aplicación con paño, bajo contenido de sólidos, poco grado de amarillamiento, poco olor	Muy fácil de aplicar, secado rápido, perfecto para superficies en lo alto como techos, no requiere el uso de cinta protectora para pintar o limpieza	Requiere muchas capas

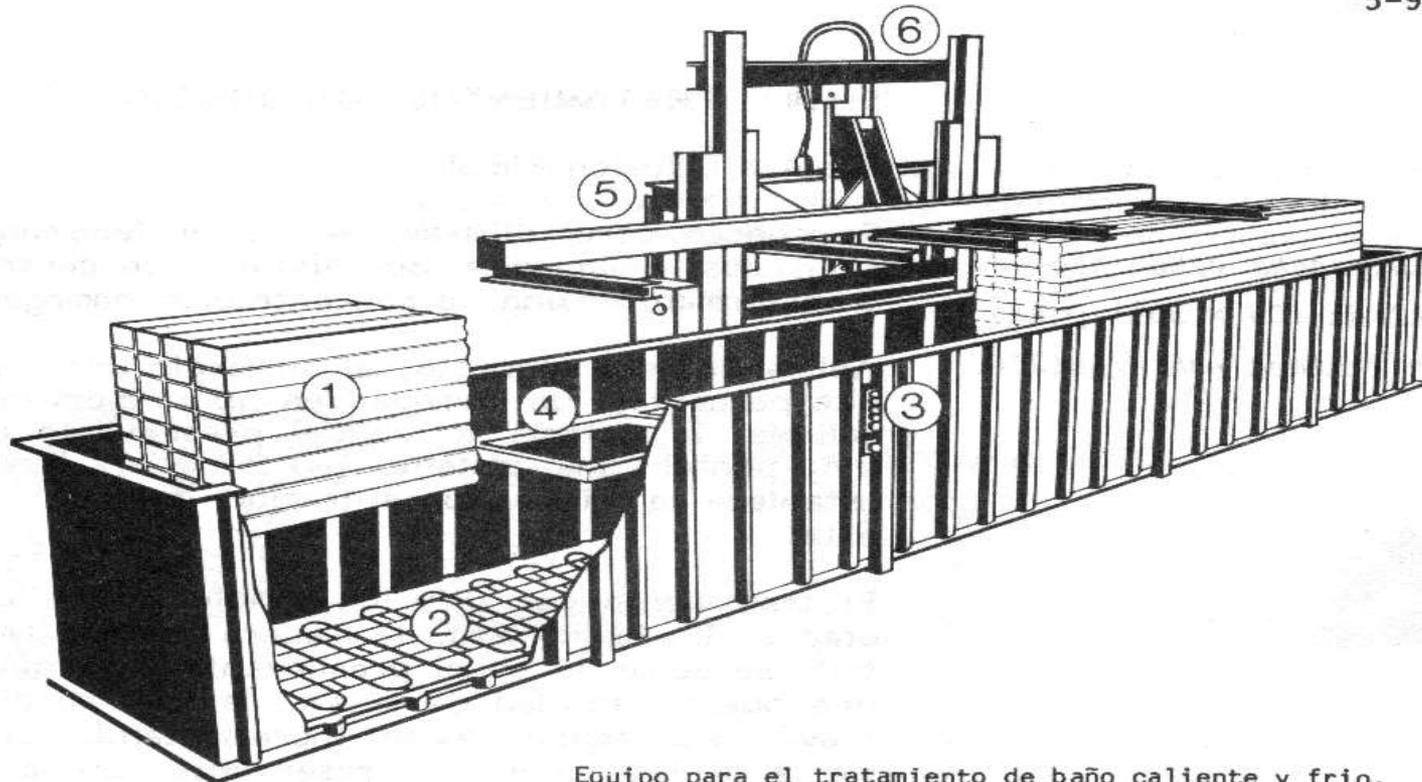


Inmersión



Baño caliente y frío

5-9



Equipo para el tratamiento de baño caliente y frío.

1) Paquete de madera a tratar.

2) Sistema de calefacción indirecta.

3) Recipiente de inmersión.

4) Dispositivo receptor de la madera.

5) Dispositivo para sumergir.

6) Mecanismos elevador hidráulico.

Inmersión-difusión (CH > 30%)

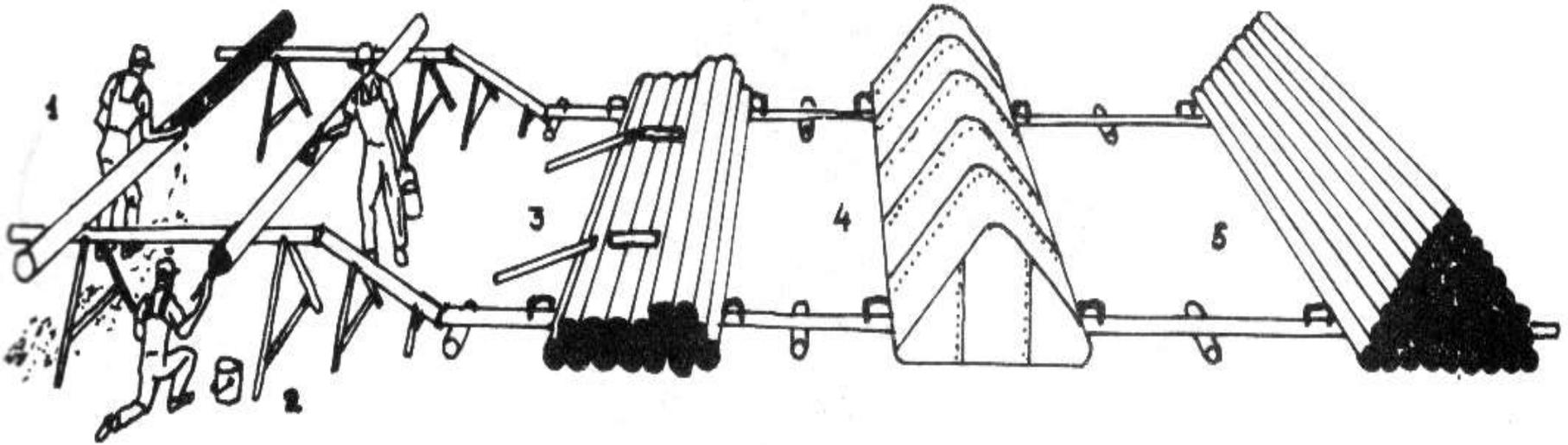
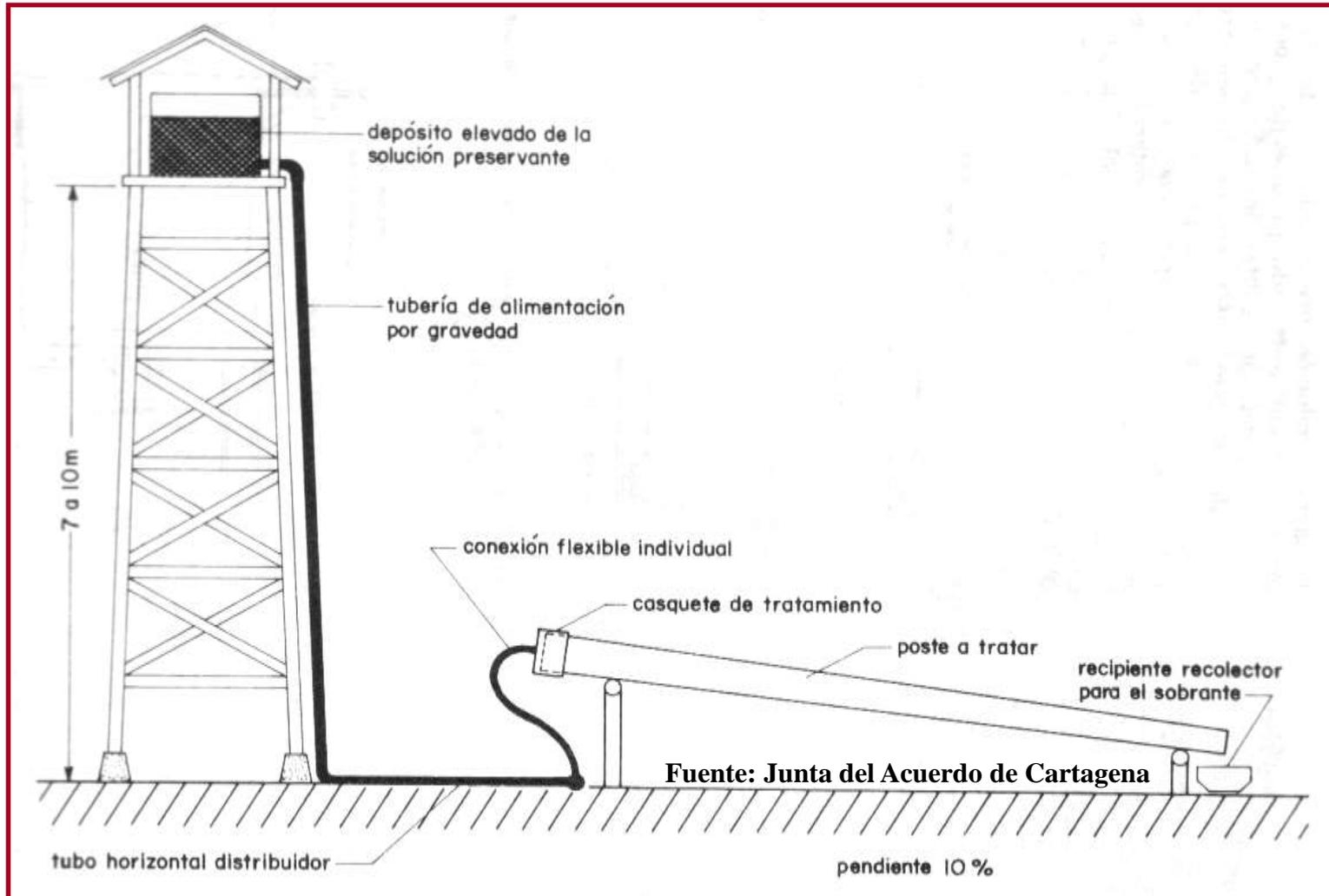
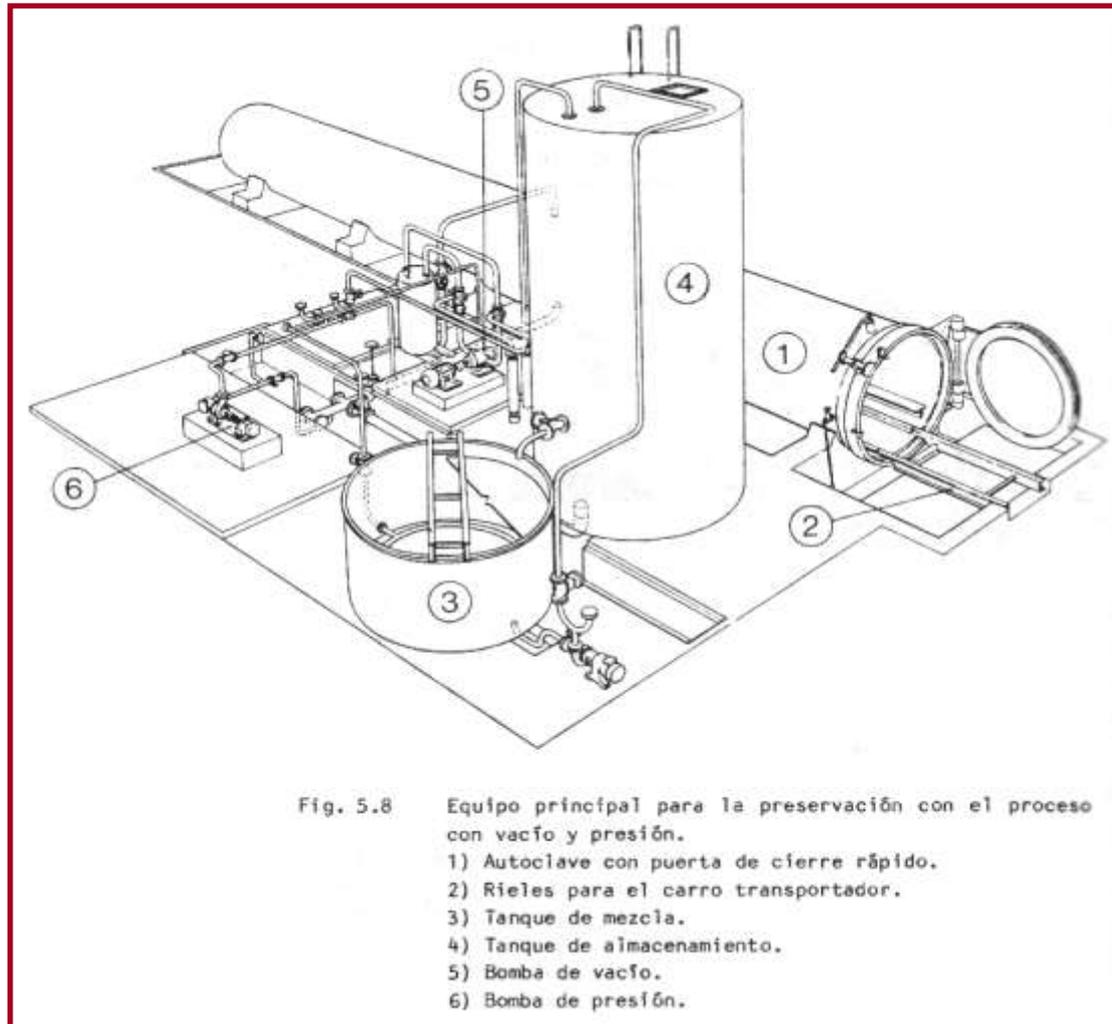


Fig. 5.7 Tratamiento por difusión:
1) Descortezado de madera húmeda recién cortada.
2) Aplicación del preservante con brocha.
3) Apilado de la madera tratada.
4) Atmósfera saturada de humedad bajo lonas impermeables.
5) Secado de la madera tratada (Fuente: KOLLMAN).

Boucherie



Tratamientos con presión

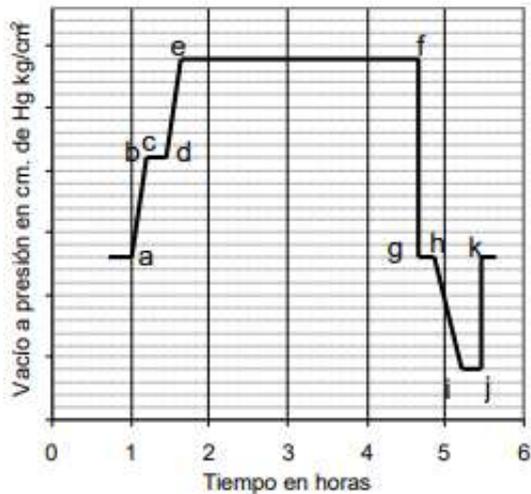


Planta de preservación para sistemas por vacío-presión



Tratamientos con presión

Fig. 17: Proceso RUEPING.



- a-b : Presión preliminar de aire.
- b-d : Llenado del autoclave.
- d-e-f : Presión de tratamiento.
- f-g : Restablecimiento de la presión atmosférica.
- g-k : Vacío final, fin del proceso.

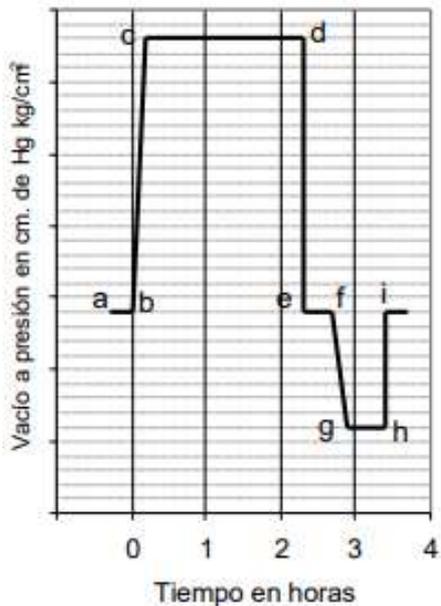


Fig. 18: Proceso Lowry

- a-b: Llenado del Autoclave con el preservante.
- b-d: Presión de tratamiento.
- d-e: Restablecimiento de la presión atmosférica.
- e-i : Vacío final y fin del proceso.

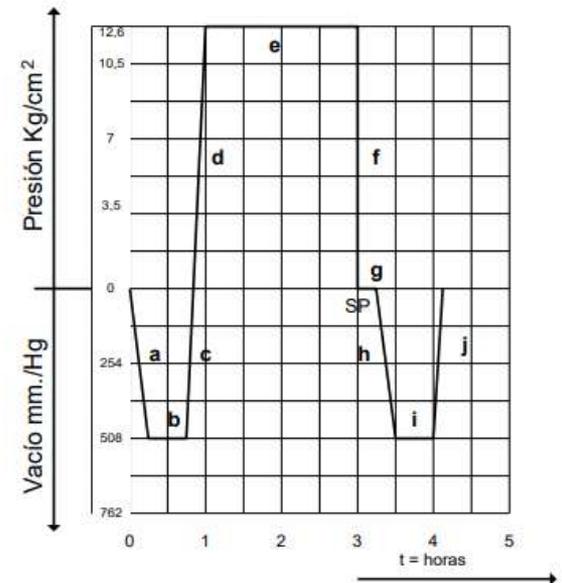


Fig. 16: Proceso Bethell

PRESERVANTES PARA MADERA

Creosotas

- **Creosota ordinaria**
(destilado de alquitrán, varios compuestos, no conduce electricidad y no es corrosivo, problemas para acabado).
- **Creosota líquida**
(se le extraen componentes que cristalizan, aceite líquido, menos volátil y tóxica que la ordinaria).
- **Mezclas de Creosota**
(mezcla de creosota con petróleo y pentaclorofenol).

Productos orgánicos

- **Naftenanos**
(subproductos del petróleo, que se mezclan con cobre y zinc).
- **Pentaclorofenol**
(cloro + fenol, muy tóxico)
- **Pentaclorofenato de sodio**
- **Óxido Tributil Estañoso**
(altamente fungicida e insecticida, afinidad con la madera)
- **Quinolinolato 8 de Cobre**
(ideal para hongos de pudrición, se fija muy bien en la madera).

Productos inorgánicos

- **Sales múltiples**
(As-Cu-NH₃)
(Cu-Cr-As)
(Cu-Cr-B)
- **Compuestos de boro**
(eran retardantes del fuego, debe usarse solo en interiores, corrosivo, inocuos para el hombre).
- **Otros hidrosolubles**
(sales de Cu-Cr-F ó P;
Cr-Zn-Cl y Cr-As-Fenol).

Inmersión difusión-Costa Rica

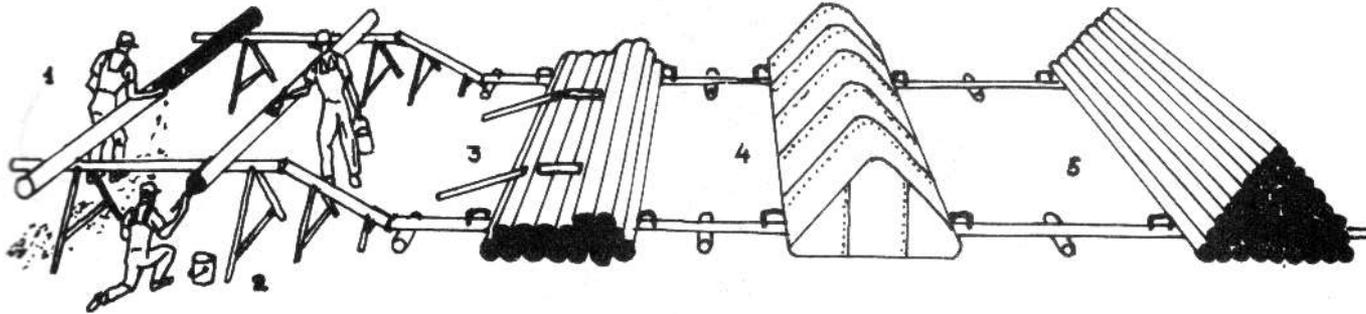


Fig. 5.7 Tratamiento por difusión:
1) Descortezado de madera húmeda recién cortada.
2) Aplicación del preservante con brocha.
3) Apilado de la madera tratada.
4) Atmósfera saturada de humedad bajo lonas impermeables.
5) Secado de la madera tratada (Fuente: KOLLMAN).

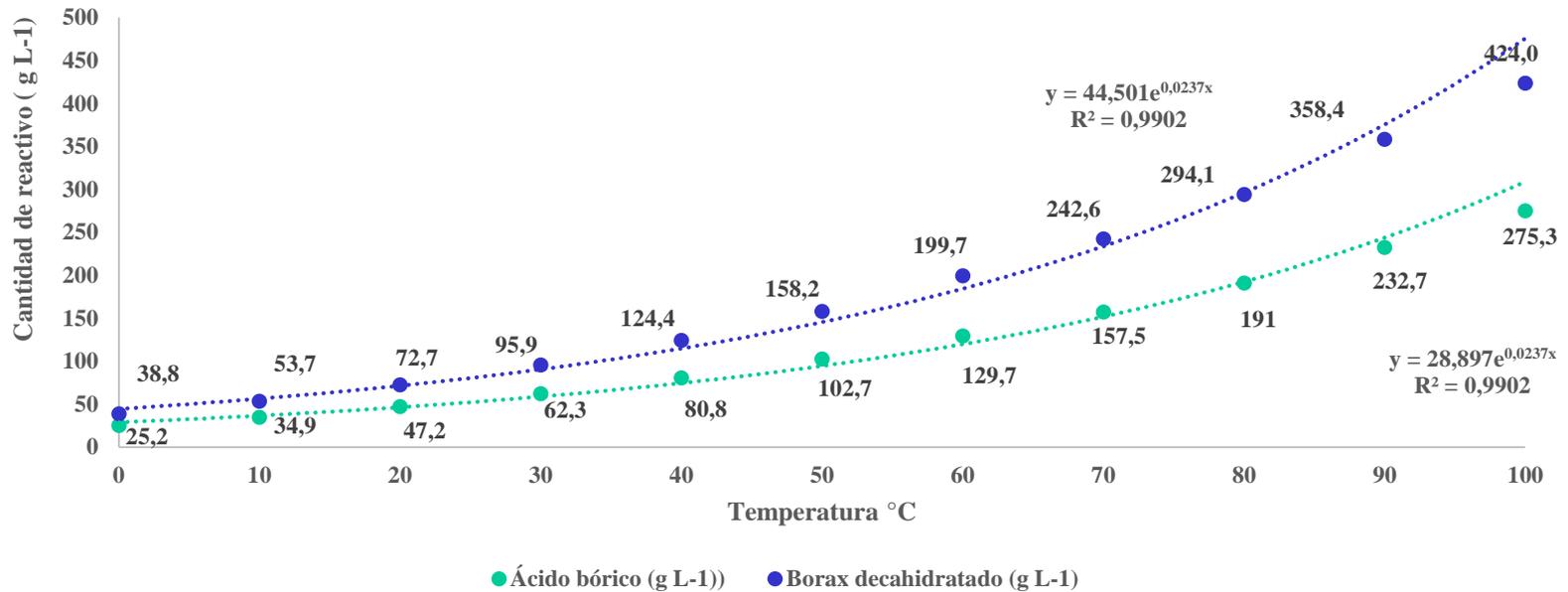


Solución preservante

- Su uso data de hace más de 70 años.
- Sales hidrosolubles.
- Ácido bórico y borato de sodio.



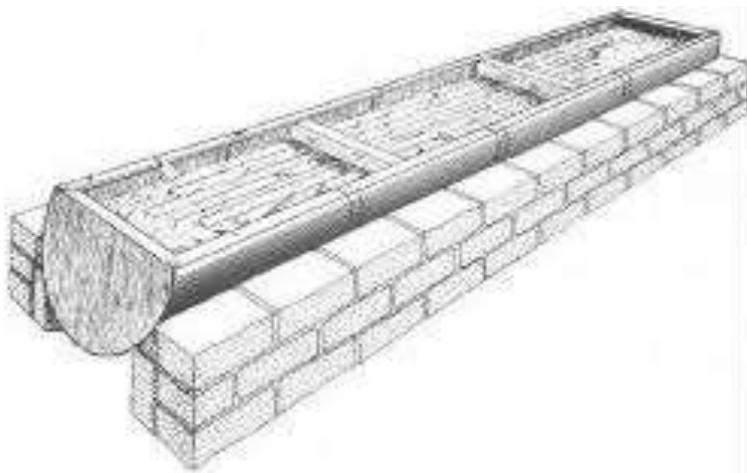
- Protección para madera en interiores.
- Contra hongos e insectos.
- Retardante del fuego.



Temperatura (°C)	Ácido bórico (ABE)	Bórax decahidratado (ABE)	ABE Total	ABE %(p/V)
0	25,2	25,2	50,4	5,0
10	34,9	34,9	69,8	7,0
20	47,2	47,2	94,4	9,4
30	62,3	62,3	124,6	12,5
40	80,8	80,8	161,6	16,2
50	102,7	102,7	205,4	20,5
60	129,7	129,7	259,4	25,9
70	157,5	157,5	315,0	31,5
80	191,0	191,0	382,0	38,2
90	232,7	232,7	465,4	46,5
100	275,3	275,3	550,6	55,1

Costos

Proceso	Tipo de costo	Costo		Porcentaje del costo
		¢ m ⁻³	\$ m ⁻³	
Preservación Inmersión- Difusión	Inversión	51,95	0.10	0.44
	Material	8061.87	15.50	68.14
	Mano de obra	3717	7.15	31.42
	Total	11830.82	22.75	100



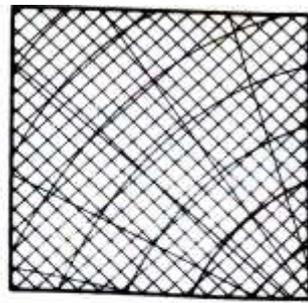
Evaluación



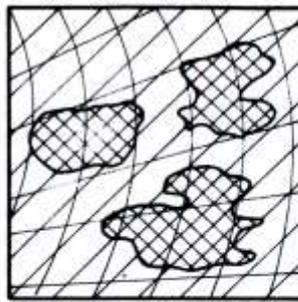
- 10 g de cúrcuma.
- 100 mL de etanol (95%).

- 20 mL de ácido clorhídrico (34%).
- 6 g de ácido salicílico.
- 100 mL de etanol (95%).

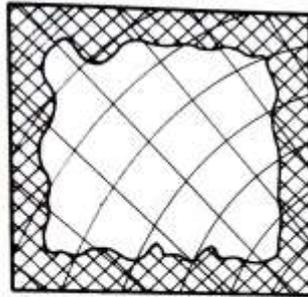




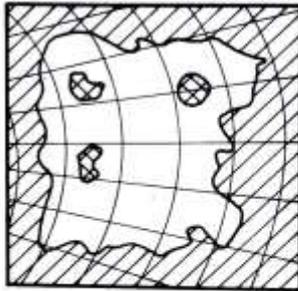
1. Total regular: Cuando toda la sección está penetrada con concentración uniforme.



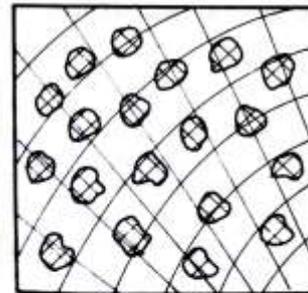
2. Total irregular: Cuando existen lagunas muy pequeñas en la zona penetrada con zonas de mayor concentración.



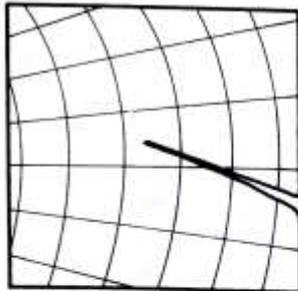
3. parcial regular: Cuando la zona penetrada es periférica y más o menos uniforme.



4. Parcial irregular: Cuando existen lagunas o la penetración es difusa y la zona no rige en patrón fijo.



5. Parcial vascular: Cuando la penetración se realiza siguiendo los elementos de conducción (penetración longitudinal).



6. Penetración nula: Cuando no hay penetración significativa en la zona examinada

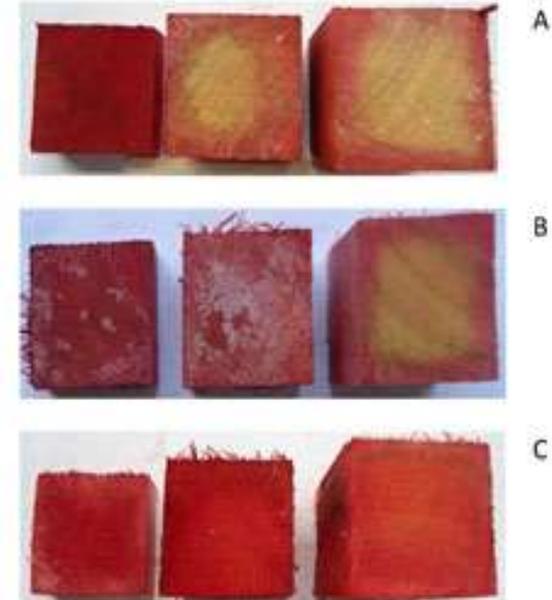


Figura 3. De izquierda a derecha, secciones de *E. urophylla* al 10, 20 y 50 %
A. Condición seca, B. Condición húmeda y C. Condición verde

<https://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA553115417&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=fulltext&issn=05566606&p=IFME&sw=w>

a) *Acacia mangium*



b) *Alnus acuminata*

c) *Bonbacopsis quinata*



d) *Cordia alliodora*

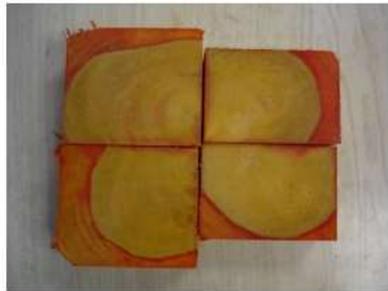


c) *Cupressus lusitanica*

l) *Dipteryx panamensis*

g) *Enterolobium cyclocarpum*

h) *Gmelina arborea*



i) *Hieronyma alchornoides*

j) *Samanea saman*

k) *Swietenia macrophylla*

l) *Tectona grandis*



l) *Terminalia amazonica*

m) *Terminalia oblonga*

n) *Vochysia ferruginea*

o) *Vochysia guatemalensis*

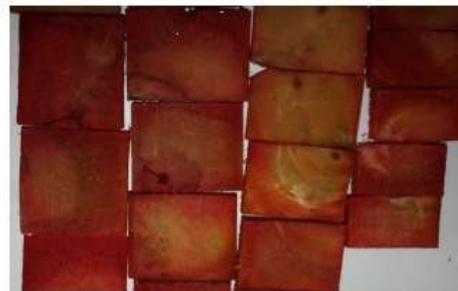




Figura 3. Secuencia de penetración de un preservante a base de sales inorgánicas de boro en madera seca de melina (CH: 26,6%).

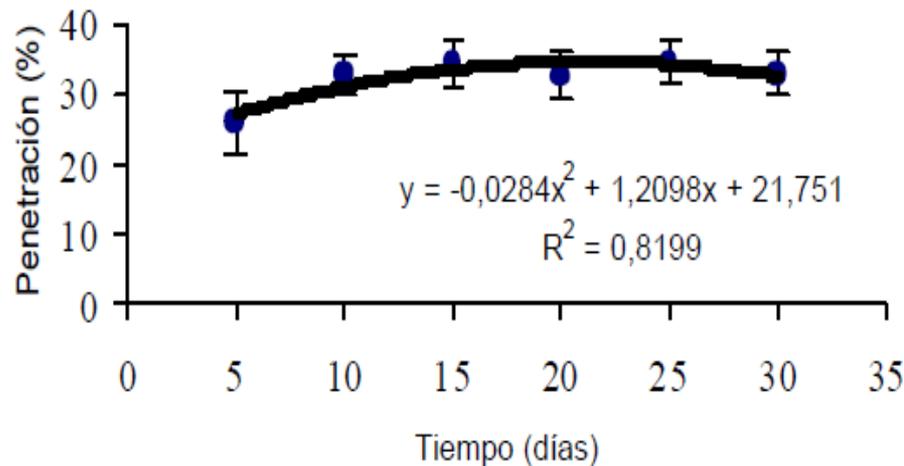


Figura 4. Curva de penetración a través del tiempo de un preservante a base de sales inorgánicas de boro en la madera seca de melina (CH: 26,6%).

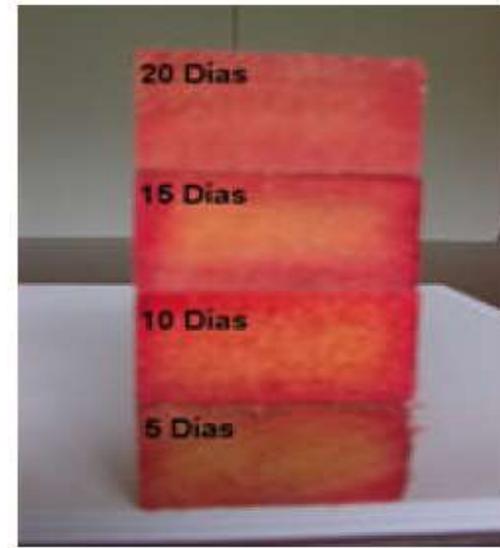


Figura 5. Secuencia de penetración de un preservante a base de sales inorgánicas de boro en madera húmeda de melina (CH: 130,4%).

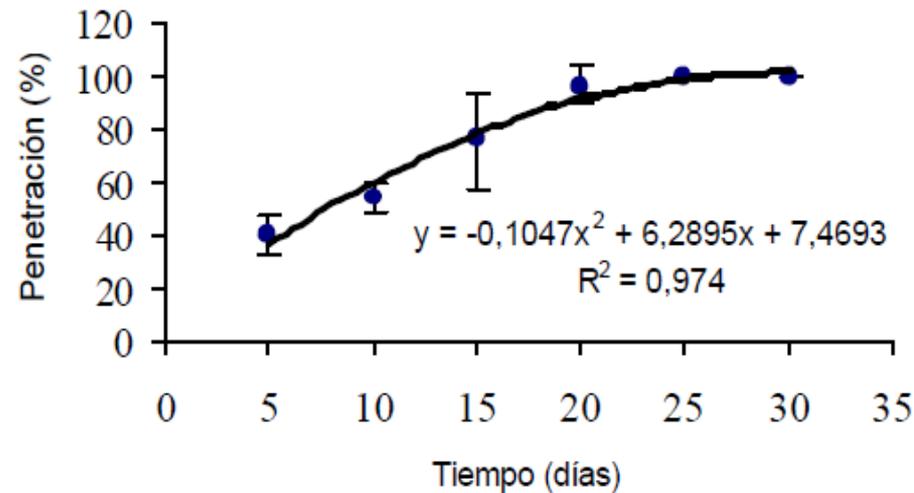


Figura 6. Curva de penetración a través del tiempo de un preservante a base de sales inorgánicas de boro en la madera húmeda de melina (CH: 130,4%).



Figura 8. Secuencia de penetración de un preservante a base de sales orgánicas de boro en la madera seca de melina (CH: 26,6%).

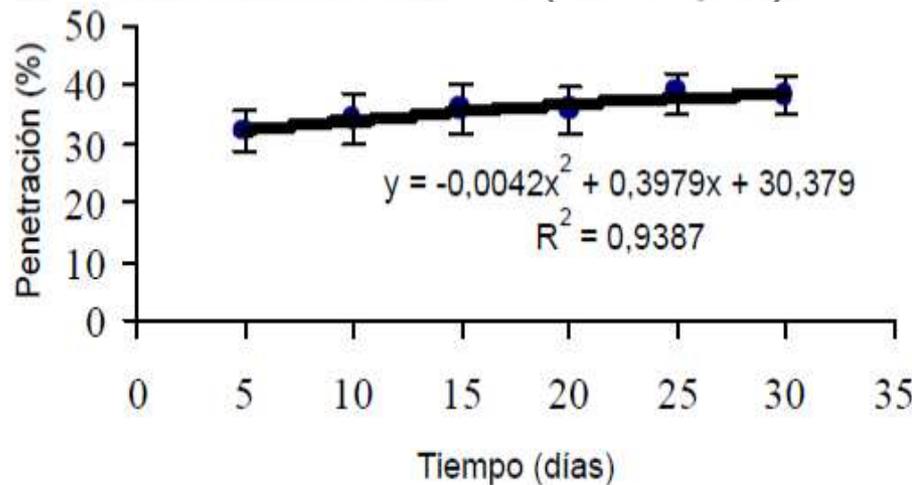


Figura 9. Curva de penetración a través del tiempo de un preservante a base de sales orgánicas de boro en la madera seca de melina (CH: 26,6%).

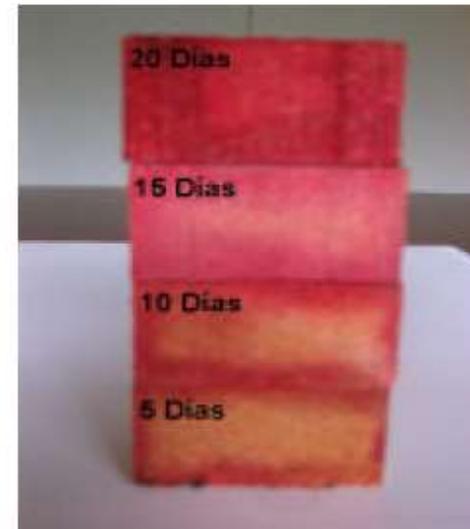


Figura 10. Secuencia de penetración de un preservante a base de sales orgánicas de boro en la madera seca de melina (CH: 130,4%).

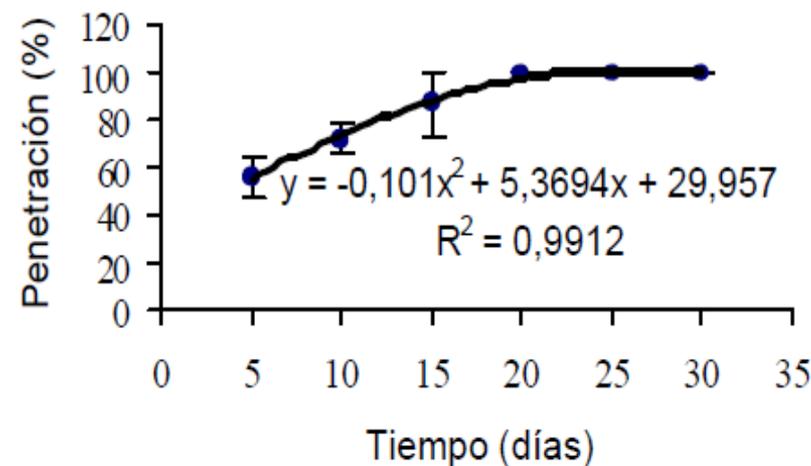


Figura 11. Curva de penetración a través del tiempo de un preservante a base de sales inorgánicas de boro en la madera húmeda de melina (CH: 130,4%).

Presión-Costa Rica

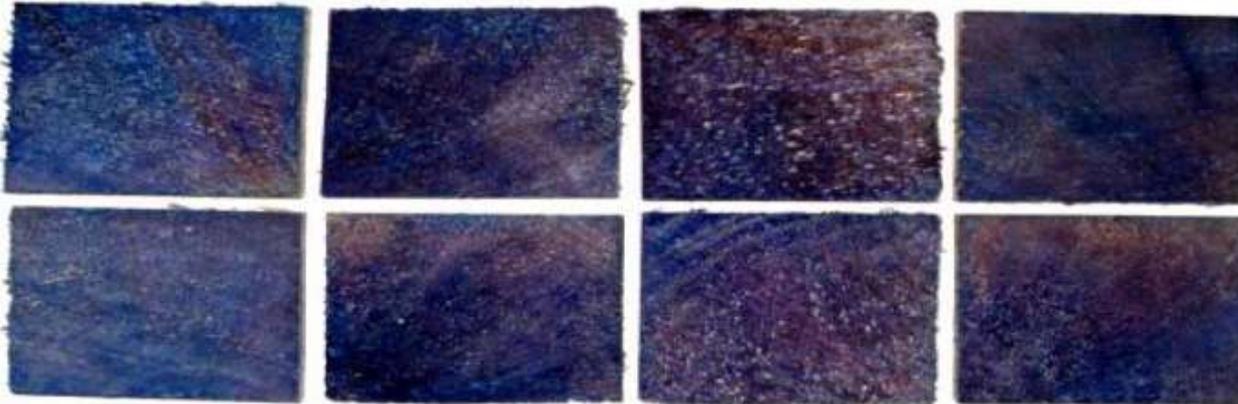
- Mayoreo del Istmo S.A.
- Grupo Xilo.
- Inversiones Ecomaderas del Sur S.A.

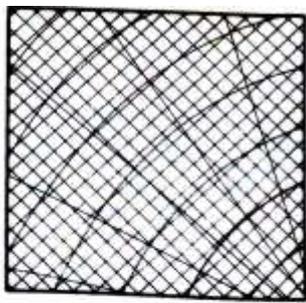


Evaluación

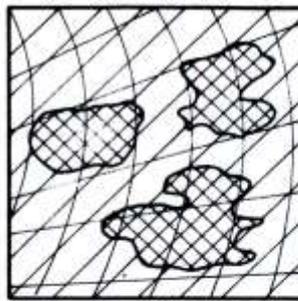


- 0,5 g de cromo azurol S.
- 5 g acetato de sodio.
- 80 mL de agua destilada.

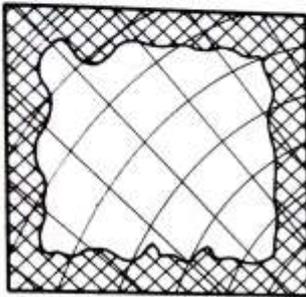




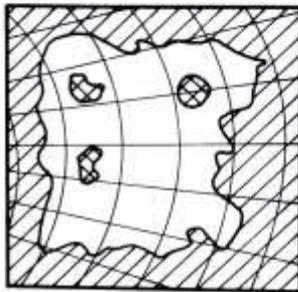
1. Total regular: Cuando toda la sección está penetrada con concentración uniforme.



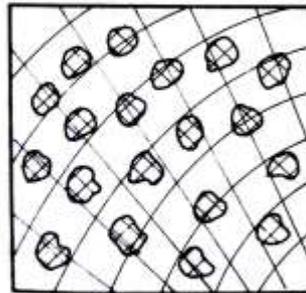
2. Total irregular: Cuando existen lagunas muy pequeñas en la zona penetrada con zonas de mayor concentración.



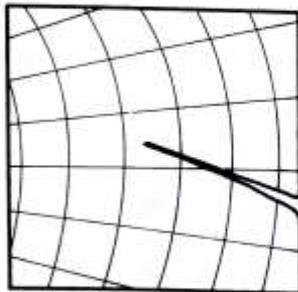
3. parcial regular: Cuando la zona penetrada es periférica y más o menos uniforme.



4. Parcial irregular: Cuando existen lagunas o la penetración es difusa y la zona no rige en patrón fijo.



5. Parcial vascular: Cuando la penetración se realiza siguiendo los elementos de conducción (penetración longitudinal).



6. Penetración nula: Cuando no hay penetración significativa en la zona examinada



Fig. 3.13 Tipos de penetración en la madera tratada.

a) *Acacia mangium*



b) *Alnus acuminata*



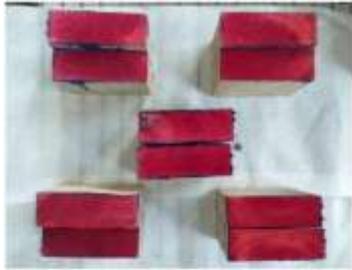
c) *Bombacopsis quinata*



d) *Cordia alliodora*



e) *Cupressus lusitanica*



f) *Dipteryx panamensis*



g) *Enterolobium cyclocarpum*



h) *Gmelina arborea*



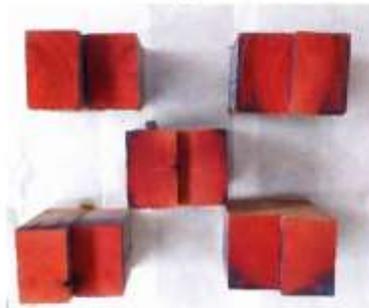
i) *Hieronyma alchornoides*



j) *Samanea saman*



k) *Swietenia macrophylla*



l) *Tectona grandis*



l) *Terminalia amazonica*



m) *Terminalia oblonga*



n) *Vochysia ferruginea*

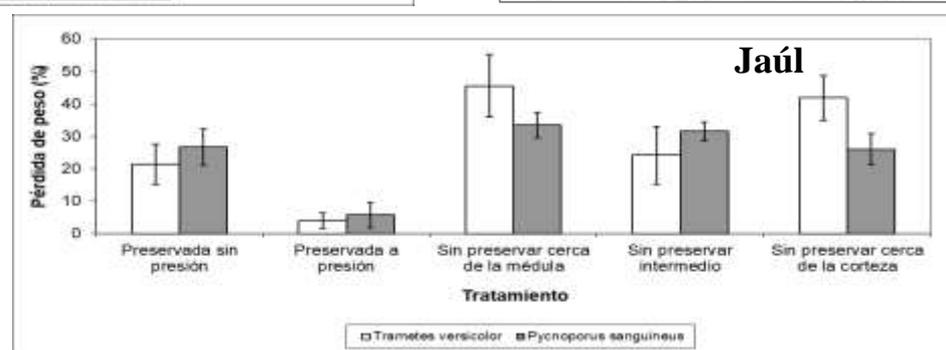
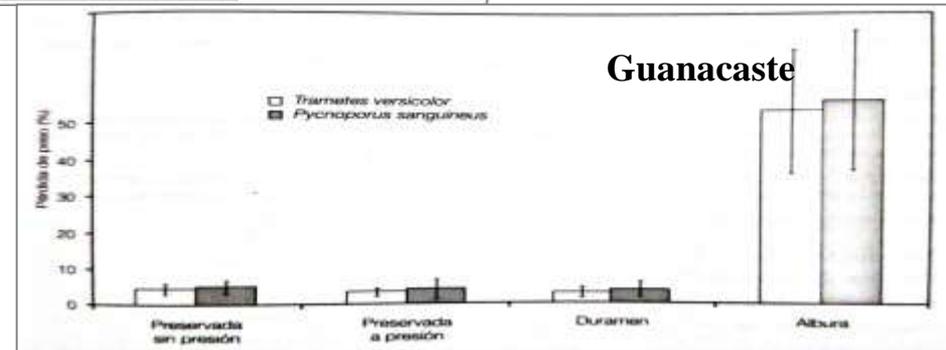
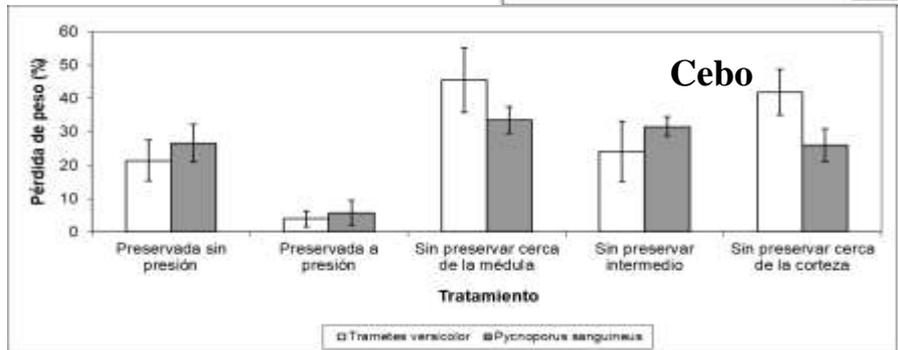
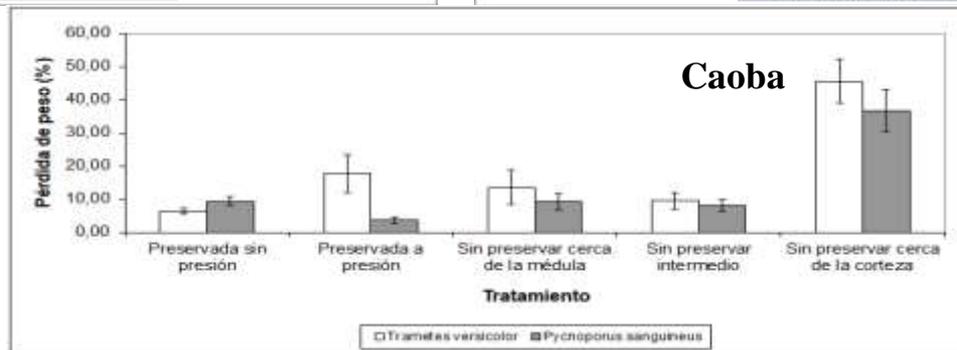
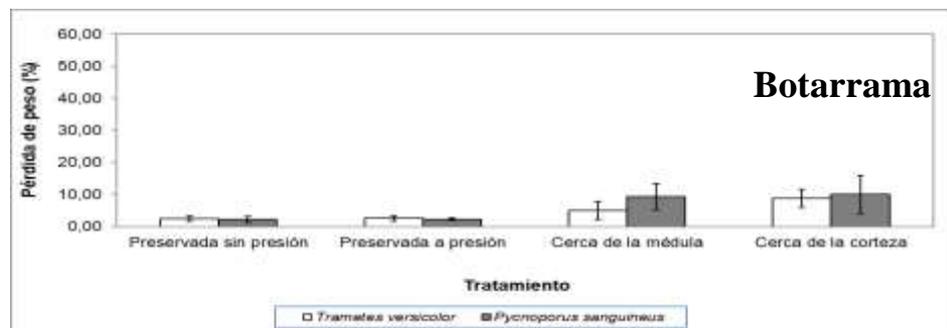
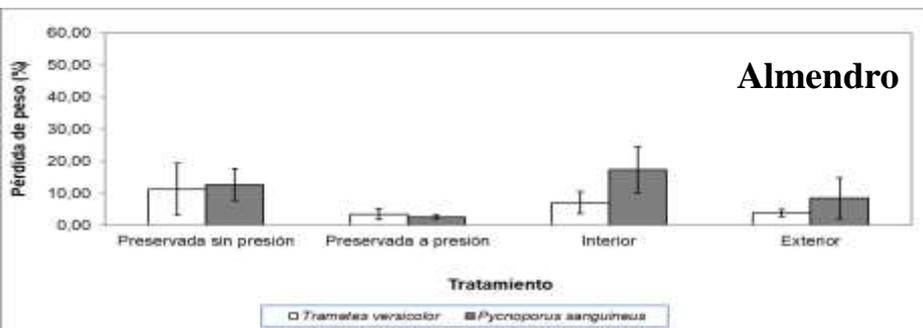


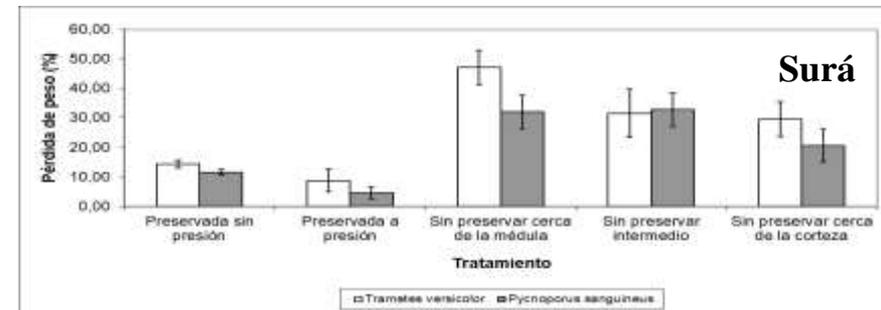
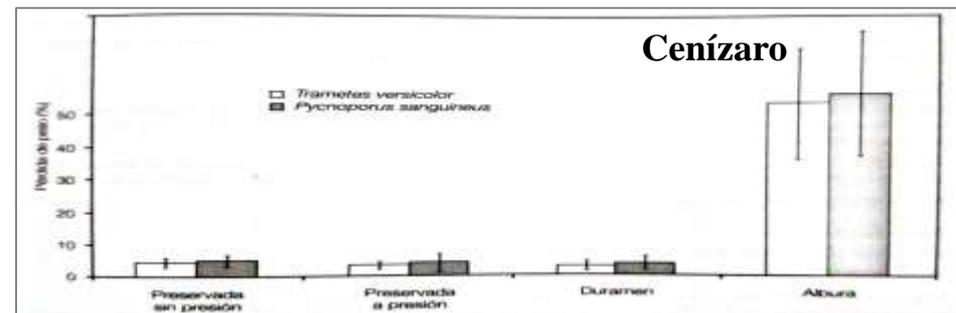
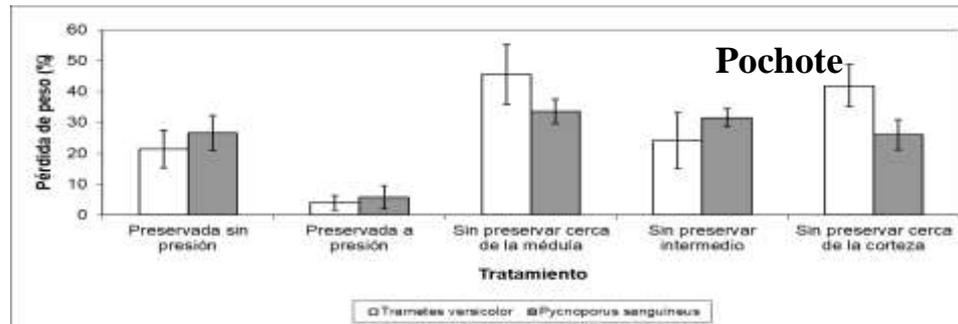
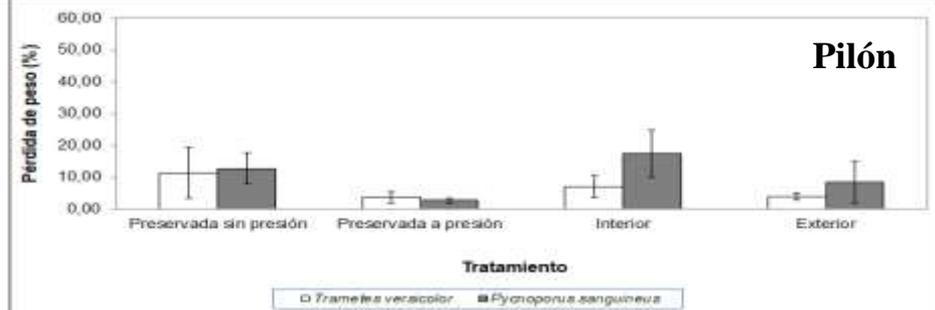
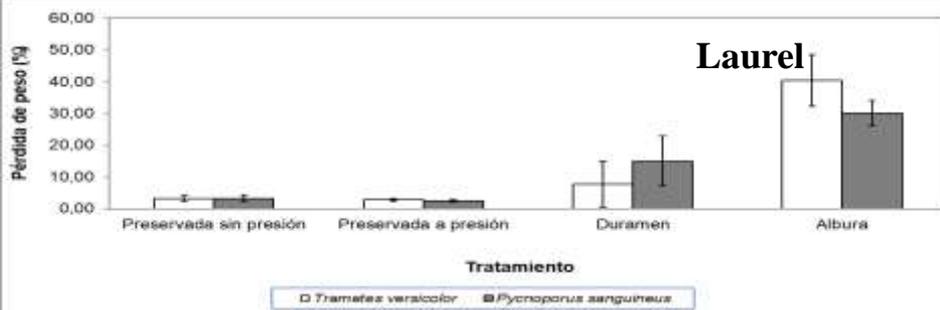
o) *Vochysia guatemalensis*



Tipo		<i>A. m</i>	<i>A. a</i>	<i>P. f</i>	<i>C. a</i>	<i>C. l</i>	<i>D. p</i>	<i>E. c</i>	<i>G. a</i>
Difusión									
P-albura		Irregular	Irregular	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable
P-duramen		Irregular	Irregular	Permeable	Permeable	Impermeable	Permeable	Permeable	Permeable
Espesor	(cm)	Cantidad de días para 100% de penetración							
	1,2	17	-		38	50	7	10	10
	2,5	21	18	21	38	55	25	23	25
	3,8	25	21	25	46	70	25	36	50
	5,0	28	25	28	46	85	25	44	75
	6,2	31	28	-	46	100	25	44	75
	7,5	39	-	-	46	120	25	44	106
Presión									
P-albura		Parcial	Parcial	Permeable	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Permeable
P-duramen		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Absorción (l m⁻³)		386	119	198	360	103	120	242	185

Tipo		<i>H. a</i>	<i>S. s</i>	<i>S. m</i>	<i>T. g</i>	<i>T. a</i>	<i>T. o</i>	<i>V. f</i>	<i>V. g</i>
Difusión									
P-albura		Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Baja	Permeable	Permeable
P-duramen		Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Baja	Irregular	Permeable
Espesor	(cm)	Cantidad de días para 100% de penetración							
	1,2	4	21	16	-	<5	15	16	3
	2,5	4	21	22	15	<5	15	35	4
	3,8	4	21	28	20	<5	15	78	5
	5,0	4	21	32	30	<5	15	92	6
	6,2	4	21	37	-	<5	15	113	7
	7,5	4	21	40	-	<5	15	120	8
Presión									
P-albura		Irregular	Irregular	Irregular	Permeable	Permeable	Permeable	Irregular	Permeable
P-duramen		Impermeable	Impermeable	Irregular	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Absorción (l m⁻³)		143	115	240	293	216	215	84	483





INTE C345:2019

Preservación de madera.

Clasificación según uso y riesgo en servicio.

Esta norma establece las condiciones de servicio para categorías de riesgo de uso de la madera, los requisitos de penetración y retención del preservante, de acuerdo a su uso, riesgos en servicio y criterios de muestreo.

Tabla 1. Condiciones de servicio para categorías de riesgo

Categorías de riesgo	Condiciones de servicio	Ambiente de uso	Agentes comunes de deterioro	Aplicaciones comunes
CR1 INTERIOR/ SECO	Construcción interna Sobre el suelo, seco	Protegida continuamente del ambiente u otra fuente de humedad	Únicamente insectos	Construcción interna y mueblería
CR2 INTERIOR/ HÚMEDO	Construcción interna Sobre el suelo, ocasionalmente húmedo	Protegida del ambiente, pero puede estar sujeta a humedad ocasionalmente	Hongos de descomposición e insectos	Construcción interna
CR3 SIN CONTACTO CON EL SUELO	Construcción externa sin cubierta Con o sin recubrimiento	Expuesta a todos los ciclos climáticos, incluido el humedecimiento frecuente	Hongos de descomposición e insectos	Carpintería revestida o sin recubrir, molduras, terrazas (decks), barandas, vigas, viguetas y columnas para terrazas y muelles de agua dulce y tablas para cercas.
CR4 EN CONTACTO CON EL SUELO	Contacto con el suelo o agua dulce	Expuesta a todos los ciclos climáticos, incluido el humedecimiento continuo o prolongado, elevado potencial de deterioro incluye salpique de agua salada	Hongos de descomposición e insectos con alto potencial por biodeterioro	Cercas de madera aserrada, postes de barandas Cimientos permanentes de madera, postes aserrados para horticultura, postes para construcción, pilotes redondos o aserrados para fundación de muelles en agua dulce, traviesas y postes de servicios públicos y traviesas
CR5 USO MARINO	Agua salada o salobres y las zonas pantanosas adyacentes	Expuesta continuamente al agua salada (marina)	Organismos de agua salada Incluyendo <i>Martesia</i> , <i>Sphaeroma</i> , <i>Limnoria</i> <i>tripunctata</i>	Pilotes para muelle, tablaestacado, tensores de muelle

Tabla 2. Requisitos de retención mínima por tipo de preservante y de acuerdo a la categoría de riesgo (CR)

#	Nombre del preservante	Código	Retención mínima Kg/m ³				
			CR1	CR2	CR3	CR4	CR5
1	Arseniato de cobre cromatado	CCA-C ¹	4,0	4,0	6,4	9,6	40
2	Arseniato de cobre y zinc amoniacado	ACZA	4,0	4,0	6,4	9,6	40
3	Boratos (B ₂ O ₃)	SBX (DOT)	4,5	4,5	NR	NR	NR
4	Cobre azole micronizado	MCA	1,0	2,4	5,0	5,0	NR
5	Creosota	Creosota	NR	NR	128	256	400
6	Creosota + CCA	Dual	NR	NR	NR	NR	320 + 20
7	Naftenato de cobre (Cu)	CuN	0,6	0,6	1,2	1,2	NR

Nota.

NR= No recomendado

¹El uso del CCA-C está restringido según la reglamentación nacional vigente (Ver el "Reglamento para el registro, importación y etiquetado de preservantes de uso industrial para el tratamiento de maderas" vigente).

Nota. Los preservantes enumerados en la tabla 2 son de uso común a nivel mundial, sin embargo éstos pueden ampliarse a solicitud del usuario de esta Norma.

- La penetración debe ser total en la albura, la porción de duramen presente en la pieza no debe ser mayor del 15 % del volumen de esta, en especies con un duramen de baja durabilidad y poco permeable.
- En caso de duramen expuesto en madera aserrada, la penetración debe ser al menos de 3 mm. En el caso de postes de electrificación, telefónicos y similares, la penetración debe ser albura completa y al menos 25 mm medido desde la superficie perpendicular a las fibras.
- Los postes para cerca, construcción de vivienda, barbacoas y similares debe tener una penetración de al menos 25 mm con albura completa.

INTE C397:2020

Madera - Preservación - Medición de la penetración de preservantes en la madera.

Esta norma establece los métodos para medir la profundidad de penetración de los preservantes en la madera.

INTE C396:2020 CP

Métodos de ensayo para determinar la retención de preservantes en madera y el contenido de componentes activos en los preservantes.

Esta norma establece los métodos para determinar la retención de preservantes en madera tratada y de los componentes activos en los preservantes.

¡Gracias por su atención!

