

**PROYECTO DE  
DESARROLLO  
TECNOLOGICO DE LA  
PALMA BLANCA ( Copernicia  
alba, Morong.)**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE FORMOSA**

**Informe Final  
Octubre de 2004**

## **PROVINCIA DE FORMOSA**

**Gobernador**

**Dr Gildo Insfrán**

**Ministro de Economía**

**Dr. Ricardo Cabrera**

**Ministro de la Secretaría General del Poder Ejecutivo**

**Dr. Antonio Emérito Ferreira**

**Subsecretaría de Recursos Humanos del Ministerio de la Secretaría**

**General del Poder Ejecutivo**

**Lic. Gladys Mazza**

## **CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**Secretario General**

**Ing. Juan José Ciáccera**

**Director de Recursos Financieros**

**Ing. Ramiro Otero**

**Jefe del Area Sistemas Productivos Regionales**

**Ing. Oscar González Arzac**

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL  
(INTI)**

**Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria de la  
Madera y Afines**

**Autores**

**Ing. Qca. Graciela Inés Ramírez**

**Ing. Ftal. María Elena Atencia**

**Ing. Agr. María Cristina Siri**

**Ing. Agr. Félix Martinuzzi**

**Supervisión en el CFI:**

**Ing. Ftal. Guillermo Tolone**

**Supervisión en la Provincia de Formosa:**

**Ing. Ftal. Mirta Gómez**

**Arq. Basilio Celía**

## INDICE GENERAL

### RESUMEN

### COMPONENTE DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

<b>1.A.</b>	<b>SECADO DEL MATERIAL DEL ROLLO DE PALMA</b>	15
1.	<b>Búsqueda bibliográfica de antecedentes de secado de la palma o especies similares</b>	15
2.	<b>Determinación de la cantidad, medidas y condiciones del material de palma que se envió al INTI Maderas desde Formosa</b>	16
3.	<b>Realización de pruebas en el secadero piloto del INTI Maderas</b>	16
3.1.	Descripción del equipamiento	16
3.2.	Metodología	17
3.3.	Repeticiones del proceso	17
4.	<b>Primera repetición de secado</b>	17
4.1.	Material de ensayo	17
4.2.	Programa de secado utilizado	18
4.3.	Determinaciones al inicio del proceso	19
4.4.	Determinaciones intermedias	22
4.5.	Determinaciones finales	23
5.	<b>Segunda repetición de secado</b>	26
5.1.	Material de ensayo	26
5.2.	Programa de secado utilizado	26
5.3.	Determinación de la humedad inicial	27
5.4.	Determinación de la humedad final	28
5.5.	Tiempo de secado	29
5.6.	Defectos del material	29
6.	<b>Tercera repetición de secado</b>	29
6.1.	Material de ensayo	29
6.2.	Programa de secado utilizado	29
6.3.	Humedad inicial de la muestra	30
6.4.	Determinación de la humedad final	31

6.5.	Tiempo de secado	31
6.6.	Defectos del material	32
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>32</b>
<b>1.B.</b>	<b>TRATAMIENTO FITOSANITARIO DEL ROLLO DE PALMA</b>	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>Búsqueda bibliográfica de antecedentes de preservación de la palma o especies similares</b>	<b>33</b>
<b>2.</b>	<b>Determinación de la cantidad, medidas y condiciones del material de palma solicitado a la provincia de Formosa</b>	<b>37</b>
2.1.	Descripción del material enviado	37
2.2.	Tratamiento del material en INTI Maderas	39
2.3.	Acción tóxica del fosfuro de aluminio	39
2.4.	Tiempo de exposición	40
2.5.	Aplicación de la fosfamina	41
<b>3.</b>	<b>Identificación de los insectos que atacan la palma</b>	<b>41</b>
3.1.	Determinación taxonómica	41
<b>4.</b>	<b>Análisis de métodos y productos preservantes no tóxicos adecuados a la especie y al objetivo del proyecto</b>	<b>44</b>
4.1.	Métodos de impregnación	44
4.1.1.	Métodos de tratamiento sin presión	46
4.1.2.	Métodos de tratamiento con presión	46
4.2.	Productos protectores contra agentes xilófagos	47
4.2.1.	Composición	47
4.2.2.	Características de los protectores	48
4.2.3.	Clasificación de los protectores	49
4.2.3.1.	Protectores orgánicos naturales	49
4.2.3.2.	Protectores orgánicos oleosolubles	50
4.2.3.3.	Protectores hidrosolubles	50
4.3.	Análisis de productos protectores menos tóxicos	51
4.3.1.	Sales cupro-cromo-bóricas	52
4.3.2.	Compuestos de boro	52
4.3.3.	ACQ	53

4.3.4.	Sales E – CBA – Copper azole	53
4.4.	Absorción, penetración y retención	53
4.4.1.	Absorción	54
4.4.2.	Penetración	55
4.4.3.	Retención	55
4.5.	Normativa general referida a la especie, productos preservantes y métodos de preservación	55
4.6.	Antecedentes de impregnación de la Copernicia alba	56
5.	<b>Realización de pruebas en planta piloto de impregnación de INTI Maderas</b>	57
5.1.	Descripción del equipamiento	57
5.2.	Metodología	57
5.3.	Material de ensayo	58
5.4.	Productos utilizados	58
5.5.	Descripción del proceso	59
5.6.	Resultados obtenidos	59
6.	<b>Proveedores de productos preservantes y plantas de impregnación para la transferencia de la tecnología</b>	60
7.	<b>Evaluación del efecto de la temperatura sobre los insectos vivos presentes en la palma</b>	62
7.1.	Antecedentes normativos	62
7.2.	Pautas para el tratamiento térmico	63
7.3.	Plagas para las que se destina el tratamiento térmico	64
7.4.	Equipamiento necesario	64
7.5.	Vinculación del proceso de secado y el tratamiento térmico en el caso de la palma	65
7.6.	Consideraciones sobre el material secado en INTI Maderas	65
8.	<b>Conclusiones</b>	66
9.	<b>Recomendaciones</b>	67
1.C.	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LA PALMA</b>	69
1.	<b>Antecedentes, materiales y métodos</b>	69

1.1.	Criterios para la selección del material de ensayo	69
1.2.	Forma de aserrado	69
1.3.	Medidas de las probetas y normas de ensayo	70
1.4.	Descripción del equipamiento utilizado para la realización de los ensayos	70
1.5.	Metodología	71
1.6.	Esquemas de obtención y tipos de probetas de ensayo	74
1.6.1.	Probetas para ensayo de densidad	74
1.6.2.	Probetas para ensayo de contracción lineal total	75
1.6.3.	Probetas para ensayos mecánicos	76
<b>2.</b>	<b>Resultados</b>	<b>77</b>
2.1.	Características del material ensayado	77
2.2.	Determinación de la densidad aparente anhidra. Norma IRAM 9544/63.	78
2.2.1.	Valores de densidad aparente anhidra	78
2.2.2.	Variación de la densidad en sentido del diámetro y de la altura del rollizo	80
2.3.	Contracciones totales lineales. Norma IRAM 9543/66	81
2.3.1.	Valores de contracción lineal total transversal o perpendicular al eje	81
2.3.2.	Variación de la contracción lineal total transversal o perpendicular al eje en sentido del diámetro y la altura del rollizo	83
2.3.3.	Valores de contracción lineal axial total o paralela al eje	84
2.3.4.	Variación de la contracción lineal total axial o paralela al eje en sentido del diámetro o la altura del rollizo	86
2.4.	Contracción volumétrica	87
2.4.1.	Valores de contracción volumétrica	87
2.4.2.	Variación de la contracción volumétrica en función del diámetro y de la altura del rollizo	87
2.5.	Determinación de la resistencia a la flexión y del módulo de elasticidad. Norma ASTM D – 143/85 Parte II . Punto 247.	88

2.5.1.	Valores de las probetas periféricas	88
2.5.2.	Valores de las probetas centrales	89
2.6.	Determinación de la resistencia a la compresión axial y del módulo de elasticidad. Norma ASTM D – 143 /85 Parte I, Punto 55	90
2.6.1.	Valores de las probetas centrales	90
2.6.2.	Valores de las probetas periféricas	91
2.7.	Determinación de la resistencia a la compresión perpendicular. Norma ASTM 143/85 Parte I Punto 79	92
2.8.	Determinación de la resistencia al corte axial. Norma ASTM– 143 /85 Parte I Punto 89	93
2.9.	Determinación de la dureza Janka. Norma ASTM– 143 /85 Parte I Punto 85	94
2.9.1.	Valores de las probetas centrales	94
2.9.2.	Valores de las probetas periféricas	95
<b>3.</b>	<b>Propiedades físico-mecánicas de la palma blanca. Valores promedio del material ensayado.</b>	<b>95</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>96</b>
4.1.	Densidad	96
4.2.	Contracción	97
4.3.	Flexión	98
4.4.	Compresión paralela	98
4.5.	Corte y compresión perpendicular	99
4.6.	Dureza	100
<b>5.</b>	<b>Recomendaciones generales</b>	<b>100</b>
<b>COMPONENTE DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA</b>		
<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	<b>103</b>
<b>2.</b>	<b>Transferencia al sector industrial del conocimiento sobre el secado de palma</b>	<b>103</b>
2.1.	Material -Características	103
2.2.	Equipo utilizado	103
2.3.	Estibas	104



2.4.	Procedimiento de control	104
<b>3.</b>	<b>Resultados obtenidos en el secadero industrial</b>	105
3.1.	Determinación de humedad inicial	105
3.2.	Determinación de humedad final	105
3.3.	Determinación de gradiente de humedad	105
3.4.	Registros de secado	106
<b>4.</b>	<b>Evaluación del material de palma en Formosa</b>	107
4.1.	Criterios de evaluación de secado del material aserrado	107
4.2.	Características del material a evaluar	108
4.3.	Metodología	109
4.4.	Resultados obtenidos	109
4.5.	Observaciones	110
4.6.	Planillas de evaluación del material secado	111
4.7.	Fotos del material seco y evaluado	115
<b>5.</b>	<b>Conclusiones del secado industrial de palma en Formosa</b>	116
<b>6.</b>	<b>Plantas de impregnación para transferencia de tecnología</b>	118
	<b>COMPONENTE DE FORMACION DE RECURSOS</b>	
	<b>HUMANOS</b>	
<b>1.</b>	<b>Objetivo</b>	121
<b>2.</b>	<b>Actividades Desarrolladas</b>	121
<b>3.</b>	<b>Recomendaciones Finales</b>	130
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	132
	<b>ANEXOS</b>	134
1.	Informe de Determinación Taxonómica de Insectos del Museo de la Plata.	
2.	AWPA P-5. Standards of American Wood Preservation Association.	
3.	NIMF 15 – Directrices para Embalajes de Madera para Exportación	
4.	Fotos	134

## RESUMEN

A partir de material en rollo y en tirantes aserrados de 5 cm de espesor proveniente de la Provincia de Formosa, se realizaron estudios para determinar las características físico-mecánicas de la palma Copernicia alba, Morong, su comportamiento frente a procesos de secado, impregnación y medidas fitosanitarias. Los estudios se realizaron en los laboratorios del Centro de Investigación y Desarrollo para la Industria de la Madera y Afines del INTI.

El material recibido fue tratado con fosforo de aluminio ya que al segundo día se comprobó el ataque de insectos. Se identificaron los insectos presentes en el material.

Se determinó un programa de secado para la especie utilizando un proceso de secado convencional por aire caliente húmedo. Para ello se realizaron tres repeticiones del proceso de secado, partiendo de un programa suave y luego más agresivo, tratando de disminuir los tiempos de secado. Se utilizó una cámara de secado piloto de un metro cúbico de capacidad. Se evaluaron tiempos de secado, defectos y gradientes de humedad.

Se citan métodos de impregnación, productos preservantes, normativa vigente en el tema y antecedentes de impregnación de la palma. Se realizaron ensayos en la planta piloto utilizando dos soluciones preservantes, fungicida e insecticida con compuestos de boro.

Se analizaron las alternativas de uso de productos preservantes menos tóxicos que el CCA. Se evaluó la factibilidad técnica de realizar estos tratamientos a escala industrial en plantas de impregnación de la provincia de Entre Ríos.

Se evaluó el efecto de la temperatura sobre los insectos vivos presentes en la palma y se resumieron los antecedentes normativos para la aplicación de tratamientos térmicos como medida fitosanitaria, dando las pautas para el tratamiento y el equipamiento necesario. Asimismo se vinculó el proceso de secado y el tratamiento térmico para el caso de la palma.

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas, se determinaron los criterios para la selección del material de ensayo tomando como hipótesis que las propiedades pueden tener valores muy variables, dependiendo del sector del rollo que se considere.

Por estas razones, a partir del material recibido se realizaron los estudio sobre probetas que se extrajeron de la zona central del rollizo (zona de menos densidad) y de la zona periférica (zona de mayor densidad) cuando fue posible. Se seleccionaron treinta rollos de palma de los cuales se extrajo un tablón central de dos y media pulgadas de espesor y tablas periféricas de una pulgada de espesor. El material fue secado y luego se elaboraron las probetas necesarias para los ensayos de flexión, compresión axial, compresión perpendicular, corte axial y dureza Janka. Los ensayos de densidad y contracción volumétrica se realizaron con material verde.

Los ensayos siguieron los lineamientos de normas IRAM y ASTM , usando como equipo principal una máquina universal de ensayos marca Shimadzu Mod. DSS 25T, equipada con celdas de carga de 2 y 25 Tn.

Los resultados de los ensayos físicos y mecánicos se detallan en una ficha de propiedades para el material ensayado.

De los estudios realizados surgen como conclusiones que la palma puede ser sometida a un proceso de secado técnico sin dificultades, dependiendo el tiempo de secado de su contenido de humedad inicial, obteniéndose tablas sin deterioros significativos. Las contracciones no son elevadas. Se puede reducir el tiempo de secado con un oreado previo realizando un tratamiento de fumigación para controlar ataque de insectos. El programa de secado recomendado en la segunda repetición puede considerarse apropiado como medida fitosanitaria de tratamiento térmico para los espesores de madera utilizados durante los estudios. Se recomienda realizar nuevos estudios sobre este tema.

Respecto al proceso de impregnación, el material es facilmente impregnable por el método de vacío presión en autoclave con soluciones acuosas en concentraciones normales para el tratamiento químico de maderas.

No se identificaron productos alternativos a CCA inscritos en el Registro Nacional de Terápicos Vegetales del SENASA en uso a escala industrial. Esto dificulta la transferencia del know how como se había previsto en el programa de actividades.

Se recomienda modificar las prácticas de corte, aserrado y remanufactura del material para evitar que el material tratado se coloque cerca del recién cortado, sectorizando áreas de trabajo. Esto evitaría reinfestaciones del material.

Respecto al estudio de propiedades físicas y mecánicas, se confirma la variabilidad de dichas propiedades ocasionada por el tipo de crecimiento que tiene la especie y el diferente grado de desarrollo que presenta en el estípite.

La palma clasifica como material de baja resistencia a la flexión, baja resistencia a los esfuerzos de compresión paralela, baja resistencia al corte y a la compresión perpendicular; de acuerdo a su dureza clasifica como material blando.

Considerando las propiedades que presenta el material, se recomienda utilizarlo en aplicaciones no estructurales (revestimientos, molduras, tableros alistonados, perfiles encolados, carpintería interior, muebles). Para estos usos presenta algunas características deseables, como por ejemplo baja contracción, buena apariencia, color y diseño atractivos, baja tendencia al rajado, facilidad para ser trabajada con maquinaria común, con buena terminación y facilidad de encolado.

Si se desea utilizar palma para uso estructural se recomienda hacerlo como material redondo para aprovechar su máxima resistencia.

# **COMPONENTE DE DESARROLLO TECNOLOGICO**

## 1.A SECADO DE MATERIAL DEL ROLLO DE PALMA

### 1. Búsqueda bibliográfica de antecedentes de secado de la palma o especies similares

Dado que no se cuenta con antecedentes de secado técnico de la palma blanca (*Corpenicia alba*) se inició una búsqueda de antecedentes de secado natural de alguna otra especie de palma.

Como resultado, se cita un trabajo realizado en dos especies de palma arborescentes: *Socratea exorrhiza* e *Iriartea deltoidea* que son especies que habitan los bosques húmedos tropicales, presentado en el XI Congreso Forestal Mundial (13-22 de Octubre de 1997, Antalya, Turquía), cuyo autor es Alejandro Barrantes Barrantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En dicho estudio como resultado de un proceso de secado al natural, se informa que dicho proceso se llevó a cabo en 35 días, no sufriendo el material ni pandeos ni contracciones. Se indica que durante los 14 primeros días se produce el máximo descenso del contenido de humedad, lo que les permite clasificar al secado como rápido y de alta calidad.

A continuación se reproduce una tabla que contiene los promedios de contenido de humedad de las especies citadas y los tiempos de secado a la intemperie;

Tiempo (días)	Socratea	Iriartea
0	32.58	32.07
7	25.62	25.42
14	21.23	20.36
21	20.36	19.39
28	20.47	20.33
35	19.14	18.93

En el presente trabajo citado, no se indica ningún otro dato que sirva como referencia para iniciar un proceso de secado técnico.

## **2. Determinación de la cantidad, medidas y condiciones del material de palma que se envió al INTI Maderas desde Formosa**

El material requerido para la realización de los procesos de secado fue el siguiente:

- Tablas de 5 cm de espesor (2 pulgadas) por ancho máximo posible en función del diámetro de los rollos de palma, por una longitud aproximada de 190 cm.
- Rollos de palma de 190 cm de longitud para la obtención posterior de tablas por aserrado.

Se recibieron 44 tablas que tenían aproximadamente 190cm de longitud por 5cm de espesor por 10cm de ancho. Se decidió que este primer lote de tablas ingresara al secadero para realizar la primera prueba de secado técnico.

Con los rollos recibidos se realizó el aserrado de acuerdo a los requerimientos de material de ensayo para los otros temas a considerar en el presente proyecto (Tratamiento fitosanitario del rollo de palma y Características físico-mecánicas del material). El material producto del aserrado se utilizó inicialmente para las siguientes repeticiones de proceso de secado.

## **3. Realización de pruebas en el secadero piloto del INTI Maderas**

### **3.1. Descripción del equipamiento**

Para llevar a cabo los procesos de secado se utilizó una cámara piloto con capacidad para secar  $1\text{m}^3$  de madera aproximadamente, con controladores electrónicos, marca Fisher, de Temperatura de bulbo húmedo y de Temperatura de bulbo seco; con un sistema de ventilación forzada compuesto por dos ventiladores axiales, un sistema de calefacción por radiadores alimentados a vapor de agua y un sistema de humidificación por inyección de vapor de agua. Para la medición de anchos y espesor se utilizó un calibre digital marca Digimess, Cod. de identificación CED 0007, calibrado el 25/04/03. Para la medición de longitudes se utilizó una cinta métrica de 3 metros.

### **3.2 Metodología**

La madera fue introducida dentro de la cámara separada por listones de madera ó separadores de 2,5 cm de sección y una longitud aproximada de 70 cm. La equidistancia entre separadores fue de 30 cm aproximadamente.

Cada una de las tablas introducidas dentro de la cámara fue considerada como una probeta de estudio sobre la cual se realizaron mediciones de ancho, espesor y largo antes de iniciar el proceso de secado y al finalizar el mismo. También se evaluaron los defectos antes, durante y después de finalizada cada repetición.

De cada carga se extrajeron dos probetas de manera de realizar la determinación de contenido de humedad inicial y final según la metodología establecida por la Norma IRAM N° 9532 "Método de secado en estufa" y se realizó durante todo el proceso el control por pesadas del descenso de contenido de humedad a través del cálculo de "oven dry" ó peso seco.

Se elaboraron probetas estratificadas al inicio y al final del proceso de secado de manera de evaluar el gradiente de humedad en diferentes zonas de una misma pieza.

### **3.3 Repeticiones del proceso**

Para definir un proceso de secado que contemple la obtención de material de calidad en el menor tiempo posible, se realizaron tres repeticiones del proceso de secado.

En cada una de las repeticiones se fueron ajustando los parámetros de temperatura y humedad relativa de la cámara de acuerdo al comportamiento del material, de manera de obtener un proceso de secado técnico que permita una calidad adecuada de tablas de palma.

## **4. Primera repetición de secado**

### **4.1 Material de ensayo**



Se introdujeron en el secadero 44 tablas de palma de un espesor que oscilaba entre 4,7 cm y 5,4 cm; de anchos entre 9,4cm y 10,5 cm y longitudes entre 188cm y 191cm.

Fueron separadas con separadores de 2,5 cm de sección por 70 cm de largo, con una equidistancia entre separadores de aproximadamente 30 cm. Al primer y último separador de cada camada se los hizo coincidir con los extremos de las tablas.

Para este primer proceso se elaboró un programa de secado muy convencional de manera de evaluar la respuesta del material a temperaturas relativamente bajas y humedades relativas altas.

Se elaboraron probetas de humedad las cuales fueron derivadas al Laboratorio de Maderas y de Ensayos físico - mecánicos del INTI Maderas para la determinación de contenido de humedad según el "Método de secado en estufa".

Se elaboraron probetas estratificadas para determinar gradiente de humedad, que fueron también derivadas al Laboratorio citado.

#### 4.2 Programa de secado utilizado

##### **Etapa N° 1:** Calentamiento y humidificación

El procedimiento de esta etapa se realizó a 40° C de temperatura y una humedad relativa cercana al 100%, durante 5 horas.

##### **Etapa N° 2:** Secado propiamente dicho

En esta etapa se puso en funcionamiento el programa de secado que a continuación se detalla.

Humedad de la madera (%)	Temperatura de bulbo seco		Temperatura de bulbo húmedo		Humedad Relativa (%)	Humedad de Equilibrio Higroscópico (%)
	°C	°F	°C	°F		
Verde	40	104	38	100	85	17
60	40	104	37	98	80	15
40	43	109	39	102	75	14
35	43	109	38	100	70	12.5
30	46	115	40	104	65	11

25	51	124	43	109	60	10
20	60	140	47	116	50	7.5
15 a menos	65	149	49	120	40	6

**Etapa N° 3:** Acondicionamiento y Estabilización:

Esta etapa se llevó a cabo a 65° C de Temperatura y una Humedad relativa cercana al 100% durante 5 horas.

**4.3 Determinaciones al inicio del proceso**

***Determinación de contenido de humedad inicial***

Para la determinación de contenido de humedad inicial de las tablas de palma se tomaron al azar dos tablonces identificados como A y B de los cuales se elaboraron cuatro probetas de cada tablón, las cuales fueron derivadas al laboratorio de ensayos físico - mecánicos del INTI Maderas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

<b>Muestra</b>	<b>Probeta N°</b>	<b>Masa húmeda (g)</b>	<b>Masa seca (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
A	1	7,679	3,419	124,60
	2	7,559	2,923	158,60
	3	7,506	2,848	163,55
	4	7,573	3,112	143,35
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>147,53</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>17,54</b>

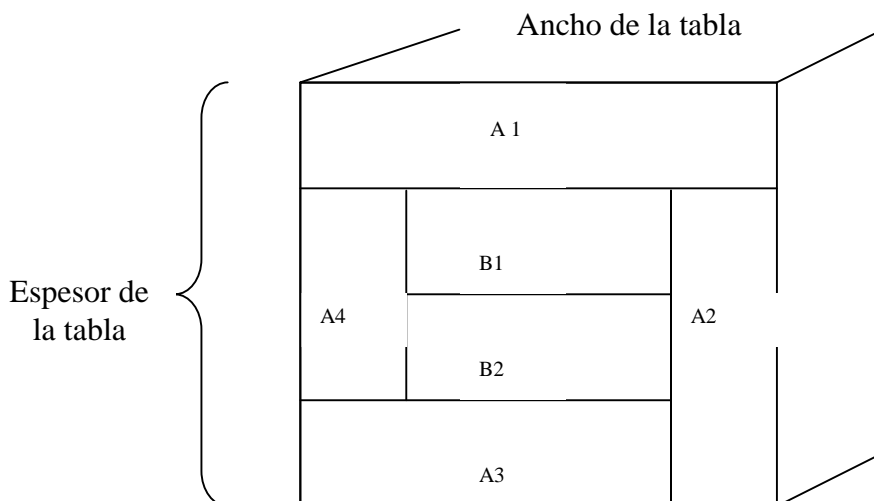
Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
B	1	6,705	3,912	71,40
	2	7,287	3,371	116,17
	3	7,438	3,225	130,64
	4	7,664	3,450	119,60
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>109,45</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>26,11</b>

La incertidumbre expandida del contenido de humedad inicial es  $\pm 0,100$

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad inicial de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

#### *Determinación del gradiente de humedad*

Para la determinación de gradiente de humedad se elaboraron dos probetas estratificadas, de diferentes tablas de palma. Este tipo de probetas se realiza para determinar la diferencia de contenido de humedad en distintas zonas de una misma pieza de madera. Las probetas fueron elaboradas según el diseño que se detalla a continuación, y luego derivadas al laboratorio de ensayos físico - mecánicos del INTI Maderas.



Los resultados de la determinación de gradiente fueron:

<b>Muestra</b>	<b>Probeta N°</b>	<b>Masa húmeda (g)</b>	<b>Masa seca (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>A</b>	A1	234,824	130,213	80,34
	A2	102,564	43,143	137,73
	A3	148,830	80,790	84,22
	A4	112,565	59,981	87,67
	B1	185,265	83,002	123,57
	B2	174,718	74,422	134,77

<b>Muestra</b>	<b>Probeta N°</b>	<b>Masa húmeda (g)</b>	<b>Masa seca (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>B</b>	A1	181,757	107,501	69,47
	A2	69,175	47,326	46,17
	A3	170,018	89,630	89,69
	A4	109,487	53,461	104,80
	B1	168,668	82,650	104,08
	B2	133,541	63,981	108,72

### *Evaluación de defectos del material de ensayo*

La evaluación de defectos se realizó en forma visual, antes de iniciar el proceso de secado, registrándose lo siguiente:

<b>Defectos</b>	<b>Piezas afectadas (cantidad)</b>
Sin defecto	35
Abarquillado	1
Revirado	2
Combado	3
Arista faltante	2
Podredumbre	1

#### 4.4 Determinaciones intermedias

**Determinación de humedad intermedia:** Transcurridas 184 horas de secado se realizó una determinación de humedad intermedia , obteniéndose el siguiente resultado:

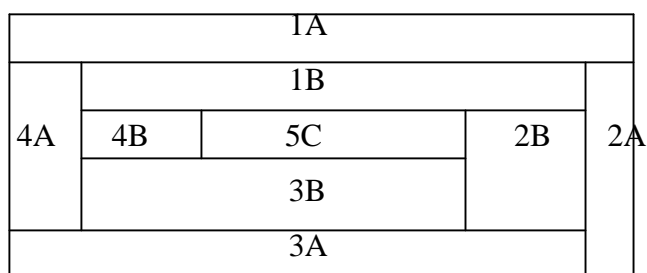
<b>Muestra</b>	<b>Probeta N°</b>	<b>Masa húmeda (g)</b>	<b>Masa seca (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
4	1	4.861	3.616	34.43
	2	6.233	3.610	72.66
	3	6.353	3.664	73.39
	4	5.735	3.754	52.77
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>58.31</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>18.57</b>

La incertidumbre expandida del contenido de humedad intermedia :  $\pm 0,069$

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad intermedia de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

**Determinación de gradientes de humedad intermedia:** Transcurridas 251 horas de secado se elaboró una probeta estratificada para determinar gradientes de humedad, obteniéndose el siguiente resultado:

Esquema de estratificación



Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
4	1A	60.769	51.044	19.05
	2A	40.042	30.695	30.45
	3A	48.570	37.734	28.72
	4A	22.252	16.568	34.31
	1B	53.727	46.332	15.94
	2B	30.364	22.932	32.41
	3B	33.876	25.803	31.29
	4B	8.731	6.436	35.66
	5C	11.709	8.725	34.20

Desvío estándar de las muestras : 6,96 %

#### 4.5 Determinaciones finales

##### *Determinación de humedad final*

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
6	1	3.034	2.726	11.30
	2	2.575	2.293	12.30
	3	2.483	2.210	12.35
	4	3.066	2.738	11.98
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>11.98</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>0.48</b>

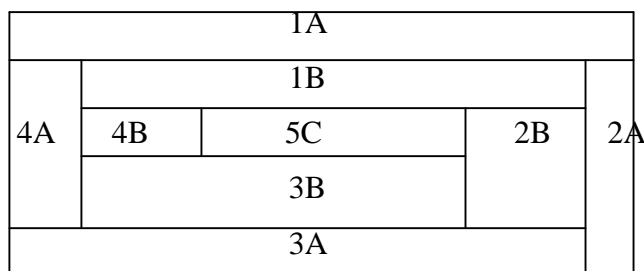
Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
19	1	3.088	2.722	13.45
	2	3.105	2.678	15.94
	3	2.876	2.509	14.63
	4	3.106	2.739	13.40
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>14.35</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>1.20</b>

Incertidumbre expandida del contenido de humedad final:  $\pm 0.011$

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad final de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

#### *Determinación de gradientes de humedad final*

Esquema de estratificación



Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
6	1A	51.375	45.960	11.78
	2A	30.845	27.580	11.84
	3A	25.447	22.745	11.88
	4A	12.404	11.050	12.25
	1B	39.108	35.070	11.51
	2B	17.102	15.276	11.95
	3B	19.581	17.469	12.09
	4B	4.410	3.924	12.39
	5C	6.790	6.055	12.14

Desvío estándar de las muestras : 0.27 %

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
<b>19</b>	1A	47.887	42.651	12.28
	2A	32.925	29.270	12.49
	3A	27.020	23.901	13.05
	4A	13.150	11.616	13.21
	1B	41.664	37.071	12.39
	2B	17.910	15.798	13.37
	3B	21.697	19.044	13.93
	4B	4.488	3.933	14.11
	5C	6.531	5.737	13.84

Desvío estándar de la muestra: 0,69%

### ***Tiempo de secado***

El tiempo de secado para hacer descender el contenido de humedad desde 147% a 13 %, fue de 335 horas, distribuidos por etapas de la siguiente manera:

Etapas N°	Tiempo (hs)	Humedad inicial (%)	Humedad Final (%)
1- Calentamiento y Humidificación	5	147	Promedio 13.2
2- Secado propiamente dicho	325		
3- Estabilización	5		

### ***Defectos del material***

No se registraron variaciones respecto de los defectos verificados inicialmente.

### ***Contracciones del material***

Para verificar las contracciones por secado del material, se midieron con calibre el ancho y espesor y con cinta métrica la longitud inicial de cada pieza y se las comparó con las mediciones realizadas en el mismo lugar al final del proceso.

Las contracciones de ancho y largo son despreciables.

La contracción del espesor es muy baja y varía desde 0% al 3,80% como valor máximo (este último en muy pocas probetas), siendo el promedio de 1,33%, considerando la dimensión inicial respecto de la final.



## **5. Segunda repetición de secado**

### **5.1. Material de ensayo**

A diferencia de la primera repetición se introdujo dentro del secadero material seleccionado para realizar ensayos físicos en laboratorio, de 25 mm de espesor. Por tal motivo solamente se realizó la determinación de humedad del mismo y se marcaron algunos defectos observados para evaluar al final del proceso la evolución de los mismos. El material introducido dentro del secadero fue sometido a un secado natural bajo techo durante 45 días, de manera de verificar la influencia de este procedimiento en el tiempo de secado en cámara.

### **5.2. Programa de secado utilizado**

Considerando los buenos resultados obtenidos en la primera repetición, respecto del comportamiento del material frente al proceso de secado, se decidió cambiar el programa utilizado por otro de características más agresivas, de manera de mejorar los tiempos de secado.

#### **Etapa N° 1: Calentamiento y humidificación**

El procedimiento de esta etapa se realizó a 65° C de temperatura y una humedad relativa cercana al 100%, durante 4 horas.

#### **Etapa N° 2: Secado propiamente dicho**

En esta etapa se puso en funcionamiento el programa de secado que a continuación se detalla.

Humedad de la madera (%)	Temperatura de bulbo seco		Temperatura de bulbo húmedo		Humedad Relativa (%)	Humedad de Equilibrio Higroscópico (%)
	°C	°F	°C	°F		
hasta 40	76.5	170	68.5	155	69	9.3
40 - 35	76.5	170	65.5	150	60	7.7
34 - 30	76.5	170	62.5	145	52	6.6
29 - 25	82.0	180	65.5	150	47	5.7
24 - 20	82.0	180	62.5	145	41	5.0
19 - 15	87.5	190	68.5	155	43	5.0
14 - final	87.5	190	60.0	140	28	3.5

### **Etapa N° 3: Acondicionamiento y Estabilización:**

Esta etapa se llevó a cabo a 85° C de Temperatura y una Humedad relativa cercana al 100% durante 6 horas.

### **5.3 Determinación de la humedad inicial**

Para la determinación de contenido de humedad inicial de las tablas de palma se tomaron al azar dos tablones identificados como 1 y 2 , de los cuales se elaboraron cuatro probetas de cada tablón, las cuales fueron derivadas al laboratorio de ensayos físico - mecánicos del INTI - Maderas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

<b>Muestra</b>	<b>Probeta N°</b>	<b>Masa húmeda (g)</b>	<b>Masa seca (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
1	1	5.534	4.710	14.49
	2	5.367	4.317	24.32
	3	5.300	4.214	25.77
	4	5.260	4.211	24.91
	5	5.803	4.887	18.74
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>22.25</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>3.83</b>

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
2	1	3.963	3.396	16.70
	2	3.750	3.129	19.85
	3	4.297	3.572	20.30
	4	4.313	3.616	19.28
	5	4.496	3.841	17.05
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>18.63</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>1.65</b>

La incertidumbre expandida del contenido de humedad inicial es  $\pm 0,027$

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad inicial de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

#### **5.4 Determinación de la humedad final**

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
4	1	4.009	3.720	7.77
	2	4.126	3.821	7.98
	3	4.234	3.919	8.04
	4	3.948	3.672	7.52
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>7.83</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>0.24</b>

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
5	1	5.081	4.753	6.90
	2	4.732	4.403	7.47
	3	4.580	4.264	7.41
	4	4.923	4.604	6.93
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>7.18</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>0.31</b>

### **5.5 Tiempo de secado**

El tiempo de secado para hacer descender el contenido de humedad desde 22 % a 7 %, fue de 66 horas, distribuidos por etapas de la siguiente manera:

Etapa N°	Tiempo (hs)	Humedad inicial (%)	Humedad Final (%)
1- Calentamiento y Humidificación	4	22	
2- Secado propiamente dicho	56		
3- Estabilización	6		Promedio 7.5

### **5.6 Defectos del material**

No se registraron defectos de ninguna índole en el material secado.

## **6. Tercera repetición de secado**

### **6.1 Material de ensayo**

Como en la segunda repetición, se introdujo dentro del secadero material seleccionado para realizar ensayos mecánicos en laboratorio de 55 mm de espesor. Por tal motivo solamente se realizó la determinación de humedad del mismo. El material introducido dentro del secadero fue sometido a un secado natural bajo techo durante 60 días, de manera de verificar la influencia de este procedimiento en el tiempo de secado en cámara.

### **6.2 Programa de secado utilizado**

Considerando los buenos resultados obtenidos en la segunda repetición, respecto del comportamiento del material frente al proceso de secado, se

decidió repetir el programa utilizado en esa repetición, solamente que se introdujo material con mayor tiempo de oreo y mayor espesor.

Otro de los objetivos de esta repetición era el hacer descender el contenido de humedad hasta valores cercanos al 4-5% de manera de observar si se producía algún tipo de deterioro en el material.

### 6.3 Humedad inicial de la muestra

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
1	1	4.920	3.788	29.9
	2	5.510	2.911	89.3
	3	5.518	2.803	96.9
	4	5.777	2.959	95.2
	5	6.724	4.057	65.7
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>75.40</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>28.34</b>

Muestra	Probeta N°	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
5	1	5.914	4.312	37.15
	2	6.224	3.418	82.09
	3	6.229	3.336	86.72
	4	5.985	3.235	85.01
	5	6.181	3.563	73.48
	6	7.248	4.964	46.01
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>68.41</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>21.46</b>

La incertidumbre expandida del contenido de humedad inicial es  $\pm 0,087$ .

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad inicial de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

#### 6.4 Determinación de la humedad final

Muestra	Probeta Nº	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
1	1	4.175	3.994	4.53
	2	3.037	2.917	4.11
	3	3.009	2.883	4.37
	4	3.304	3.173	4.13
	5	5.036	4.844	3.96
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>4.22</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>0.23</b>

Muestra	Probeta Nº	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	Humedad (%)
2	1	4.510	4.322	4.35
	2	3.518	3.388	3.84
	3	3.286	3.162	3.92
	4	3.315	3.188	3.98
	5	4.186	4.027	3.95
	6	6.150	5.908	4.10
<b>Humedad promedio de la muestra</b>				<b>4.10</b>
<b>Desvío estándar de la muestra</b>				<b>0.18</b>

La incertidumbre expandida del contenido de humedad final es  $\pm 0,009$

La medición de la incertidumbre del contenido de humedad final de las probetas informadas, es la incertidumbre expandida y fue calculada multiplicando la incertidumbre combinada por un factor  $k=2$ , lo que responde a un nivel de confianza del 95 % para una distribución normal.

#### 6.5 Tiempo de secado

El tiempo de secado para hacer descender el contenido de humedad desde 75.4 % (considerando la pieza más húmeda) a 4 %, fue de 210 horas, distribuidos por etapas de la siguiente manera:

Etapa N°	Tiempo (hs)	Humedad inicial (%)	Humedad Final (%)
1- Calentamiento y Humidificación	4	75.5	Promedio 4.0
2- Secado propiamente dicho	200		
3- Estabilización	6		

### **6.6 Defectos del material**

No se registraron defectos de ninguna índole. Se pudo observar que a medida que aumenta el tiempo de oreo el material incrementa su gradiente de humedad. Este gradiente parecería no influir en la velocidad de salida de agua de las piezas sometidas a secado técnico. Tampoco genera defectos.

### **7. Conclusiones**

Como resultado de las repeticiones realizadas de secado de palma se pueden hacer los siguientes comentarios:

- Las tablas de palma pueden secarse sin ninguna dificultad, y el tiempo de secado depende exclusivamente del contenido de humedad inicial.
- El programa de la segunda repetición puede ser utilizado con muy buenos resultados para secar tablas de palma de 2,5 cm hasta 5,5 cm de espesor.
- El programa de secado propuesto puede ser ajustado en función de las características de las instalaciones de secado con que se cuente.
- Las tablas de palma se secan sin ningún tipo de deterioro y sin la ocurrencia de ningún tipo de alabeo. Tampoco es propensa a las grietas o rajaduras.
- Las contracciones registradas no son elevadas.
- Es conveniente dejar orear la palma previo al secado, de manera de tener el material menos tiempo en proceso de secado técnico.

- Considerando que la palma es atacada por insectos, se puede secar en cámara inmediatamente de ser aserrada, solo que los tiempos de secado se incrementan. En este caso se deberá hacer una evaluación de costo beneficio y comparar con un proceso de fumigación previo al secado.
- Se debe considerar que la palma al ser una estípide no tiene las características de la madera, por lo que esperar un comportamiento similar frente al proceso de secado técnico es un error.
- La palma se seca sin dificultad en instalaciones iguales a las utilizadas para madera, pero se deberían hacer pruebas de secado sin incorporación de humedad tratando de recircular solamente la humedad que se extrae de las piezas.
- La palma tiene buen comportamiento ante temperaturas elevadas.
- Es probable que la palma, también posea buen comportamiento frente a velocidades de secado elevadas. Esta opinión no pudo ser probada por no contar con secadero de mayor velocidad de secado ( 5 m/seg).



## **1.B. TRATAMIENTO FITOSANITARIO DEL ROLLO DE PALMA**

### **1.Búsqueda bibliográfica de antecedentes de preservación de la palma o especies similares**

#### **1.1. Componentes químicos y distribución de los extractivos en la palma.**

Antecedentes extraídos de “*Estudio químico de la madera de palma Copernicia alba, Morong. Ing. Agr. Hilda M. Valente. Administración Nacional de Bosques. 1958.*”

El tronco o estípote se presenta como una columna alargada, no ramificada, conservando el mismo diámetro desde la base hasta el extremo superior, aproximadamente 0,30 m, y una altura de hasta 10 m.

La madera es dura imputrescible en la región cortical y a veces blanda y esponjosa en su parte central. Cuando la planta es joven el leño es blanquecino pero luego con la edad se torna rojizo para terminar con los años en un color castaño oscuro casi negro. Esta diferencia de color de la madera llevó al botánico Morong a considerar la existencia de tres especies diferentes. En la actualidad se considera que son tres estados de madurez de una sola especie *Copernicia alba*, Morong y según el color de la madera se denomina palma blanca, colorada o negra.

La palma negra es la más buscada por la calidad de la madera, en el bosque se la puede distinguir por su corteza casi lisa, menor diámetro y un aspecto general de gran solidez. En un tronco siempre la porción basal es más oscura que la parte superior.

En el estudio se comparó la composición química de la madera en las tres etapas de madurez, la distribución de los extractivos en las mismas y las diferencias de composición entre la madera de palma y las más comunes maderas provenientes de especies latifoliadas y coníferas de nuestro país.

### Comparación entre la composición química de la madera de palma y la de algunas latifoliadas y coníferas de nuestro país

Se seleccionaron algunos ejemplares representativos de cada estado de madurez comparando palma blanca, colorada y negra. Las muestras se redujeron a aserrines para obtener la muestra de análisis. Se realizaron determinaciones para conocer la cantidad de cenizas, celulosa, alfa-celulosa, lignina, pentosanos, ácido acético, metoxilos y la solubilidad en agua caliente, alcohol-benzol, éter e hidróxido de sodio 1 %.

Con respecto a la cantidad de lignina y ácido acético, las palmas se asemejan a las coníferas, en que el porcentaje de lignina es elevado y oscila entre 27-33%, mientras que el ácido acético, según la bibliografía es para las coníferas de 1.3 % a 2 %. En latifoliadas la cantidad de lignina rara vez sobrepasa el 25%. Con respecto a celulosa se pueden comparar con las latifoliadas cuyo valor oscila entre 40-45%, también en lo referente a pentosanos son comparables a estas últimas ya que en las mismas se encuentran porcentajes de 17-21 % mientras que en las coníferas no pasa del 14 % y en general es del 10%.

La cantidad de metoxilos encontrada fue de 6% en palma negra, 5.3% en palma colorada y 5% en palmas blancas.

**1.2. Durabilidad de postes de madera en líneas aéreas telegráficas**, autores Gerardo Zubieta, Carlos Gómez y Eduardo Bonanni. Folletos Técnicos Forestales. Administración Nacional de Bosques. 1960.

Se ha compilado información sobre la durabilidad de 1652 postes para líneas aéreas de por lo menos 23 especies que se utilizan en condiciones naturales o impregnadas con creosota en la red telegráfica del país y sobre las anomalías que presentan 2248 postes del mismo tipo. A la Copernicia alba se la consideró representante de las monocotiledóneas de porte arbóreo.

En este estudio se asevera que existe una definida relación entre las condiciones climáticas, tipo de organismo destructor y durabilidad de las maderas.

En el año 1949, se creó un sector especializado en maderas en los Laboratorios de la Secretaría de Comunicaciones. Uno de sus objetivos principales fue valorar en forma práctica los rendimientos de los postes de distintas especies preservados o no que integraban las líneas telegráficas de esa Entidad. El estudio consistió en retirar postes de las líneas, remitiendo muestras de dimensiones específicas provenientes de la zona de empotramiento.

Las muestras se sometieron a ensayos de laboratorio concluyendo lo siguiente: En la región seca de 49 muestras examinadas se encontraron cinco ataques de termitas y cuatro de coleóptero (Scolytidae) y/o (Platypodidae).

En la región semi-húmeda de 17 muestras se aisló una cepa de hongo xilófago. En la región húmeda de 64 muestras se han encontrado dos con perforaciones de pájaro carpintero y otras dos presentan ataque de coleóptero (Scolytidae) y/o (Platypodidae).

En la región seca en 19 muestras se encontraron ataques de termitas y de insectos coleópteros.

En la región semi-húmeda, de 5 muestras se aisló la cepa L.C.T. 106, en un poste con 8 años de servicio. La sigla L.C.T. caracteriza el herbario de los Laboratorios de la Secretaría de Comunicaciones y el número corresponde al cultivo puro de la especie aislada.

En la región húmeda se observaron muestras con ataque de pájaro carpintero y ataque de insectos Scolytidae y/o Platypodidae .

### ***1.3. Postes de caranday para líneas aéreas de energía, norma de emergencia IRAM 9535, vigencia 1997.***

Esta norma establece las características de los postes de caranday para líneas aéreas de energía y de telecomunicaciones. Abarca dos tipos de postes de caranday:

- a) El tipo palma negra que se utiliza sin preservar.
- b) el tipo palma colorada, que se utilizan preservados o no de acuerdo a las condiciones de uso.

Las características de la impregnación serán las indicadas en la norma correspondiente al tipo de impregnación solicitado.

El anexo indica que:

1. El uso de la palma colorada impregnada o sin preservar está condicionada a las características climáticas y a la vida útil que se espere del poste.

## **2. Determinación de la cantidad, medidas y condiciones del material de palma solicitado a la provincia de Formosa**

### *2.1. Descripción del material enviado*

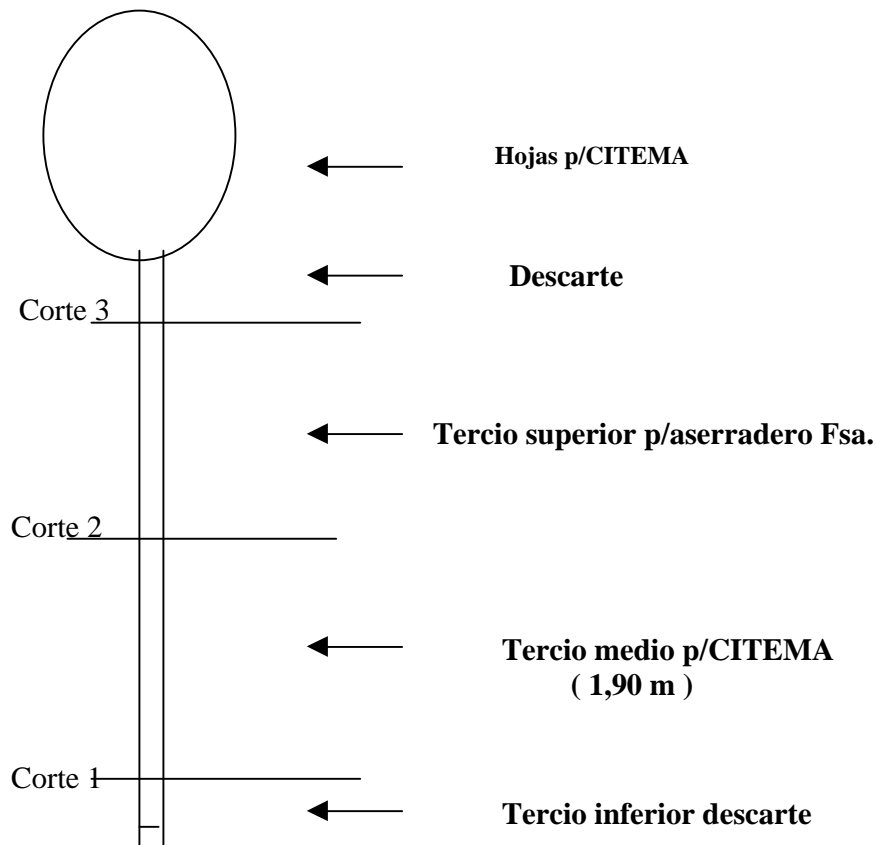
El 23 de octubre de 2003 se recibieron 50 (cincuenta) tirantes de 2 x 4 pulgadas de 1,90 m de largo, se obtuvieron dos tirantes por rollo, y 60 (sesenta) rollos de 25 cm promedio de diámetro.

Según datos aportados el material se apeó el 14-10-03 y se aserró entre el 14 y 15-10-03 en General Belgrano –Formosa, lugar donde se realizaron los cortes para la obtención de las muestras.

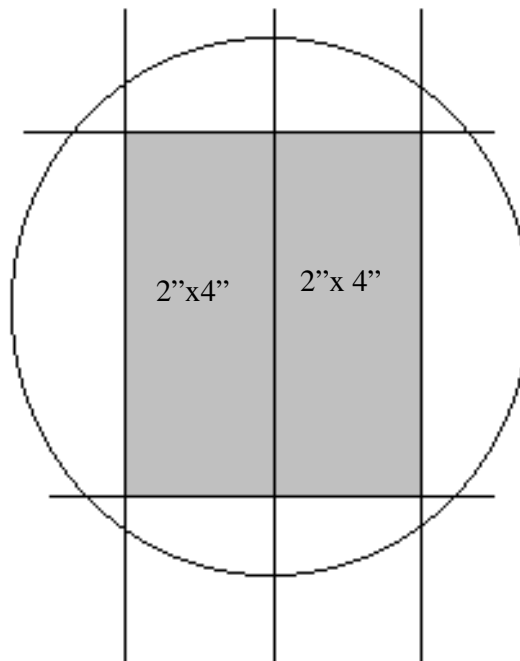
El estado del material en Formosa era sano, sin perforaciones ni hongos, según lo informado por personal técnico de la provincia.

Descripción de la obtención de la muestra, realizado en Formosa:

## TIPOS DE CORTE DEL ROLLO



## FORMA DE ASERRADO PARA MUESTRAS



## ***2.2. Tratamiento del material en INTI Maderas***

Al segundo día de recibir el material se detectaron algunas perforaciones en los rollos por lo que se acordó realizar un tratamiento de control de plagas.

Del material recibido se extrajeron dos tortas de 5cm de diámetro con una perforación y tres tortas de la misma medida sin perforación a la vista. Estas muestras se colocaron en una caja de vidrio a efectos de observar la posible aparición de los insectos que dieron lugar a las perforaciones.

El material se encarpó cubriéndolo con polietileno de 100 micrones, asegurando la hermeticidad con cinta de enmascarar.

El producto utilizado fue fosfuro de aluminio que por hidrólisis desprende fosfuro de hidrógeno. Se colocaron tres pastillas, es lo aconsejado para el tratamiento de dos metros cúbicos de material a tratar.. El tiempo de exposición fue de cinco días y luego de descubierto se ventiló por un día.

## ***2.3. Acción tóxica del fosfuro de aluminio***

El fosfuro de aluminio es un insecticida, gorgojicida, acaricida, rodenticida formulado como fumigante sólido presentado como pastilla. Cada pastilla pesa 3 gramos y libera 1 g. de fosfina. Este producto gasifica bajo la influencia de la temperatura y al contacto de la humedad del ambiente o de los productos a tratar, liberando un compuesto de gas protector de olor irritante, que indica que a continuación se liberará la fosfina pura. El gas se genera a partir de formulaciones de fosfuros metálicos, generalmente fosfuro de magnesio o aluminio, que contienen diversos aditivos para regular la liberación de gas. Estos aditivos pueden ser carbamato de amonio, bicarbonato de amonio, urea y parafina, estos además, eliminan la combustión. La fosfina, fosfamina o fosfuro de hidrógeno ( $\text{PH}_3$ ) es un compuesto de bajo peso molecular y bajo punto de ebullición. La fosfina tiene gran penetrabilidad a través de todo tipo de productos sin afectar el sabor, aroma y/o color de los mismos, y sin dejar residuos tóxicos. Una vez generada la fosfamina, el residuo remanente consiste

principalmente de hidróxido de aluminio o de magnesio. Al generarse fosfamina desde las diversas formulaciones, queda un fuerte olor a carburo o ajos, lo que permite detectar el gas aún a bajas concentraciones.

La fosfamina se cataloga como uno de los productos más tóxicos contra insectos. Es un veneno de acción lenta, efectivo a muy bajas concentraciones si el tiempo de exposición es lo suficientemente prolongado. Generalmente se necesitan cuatro o más días de exposición, dependiendo de la temperatura. La toxicidad de la fosfamina a los insectos disminuye cuando la temperatura baja a 5° C, de modo que en este caso se requiere de una larga exposición para que actúe. Por debajo 5° C no se recomienda su uso. El tiempo de exposición no puede acortarse aumentando la dosis; en la práctica las altas dosis producen efectos de narcosis en los insectos, disminuyendo por lo tanto su mortalidad.

#### ***2.4. Tiempo de exposición***

Queda condicionado a la humedad y a la temperatura ambiente o la humedad del material a tratar. Se pueden tomar como promedio los siguientes rangos:

<b>DIAS</b>	<b>TEMPERATURA DEL MATERIAL</b>
2	Más e 25° C
3	16° C a 25° C
4	10° C a 15° C
8	Menos de 10° C
No fumigar	Menos de 5° C

Importante: el tiempo de exposición no puede reducirse aumentando la dosis, los tiempos antes mencionados son los mínimos requeridos para controlar las formas inmaduras (pupas, larvas y huevos). Los adultos mueren con exposiciones más cortas.

## **2.5. Aplicación de la fosfamina**

Debido a su alta toxicidad debe evitarse la inhalación de pequeñas cantidades del polvo de la formulación o del gas liberado. Se puede aplicar manualmente usando guantes o se utiliza un aplicador automático. En bodegas o recintos cerrados una vez que la estructura se sella hermética, se esparcen las tabletas sobre bandejas sobre láminas de papel de aluminio, de modo que posteriormente se pueda recoger el depósito restante. Cuando se trate de productos ubicados sobre cobertores plásticos, las tabletas se colocan bajo el cobertor esparcidas en bandejas.

Una vez terminado el tiempo de exposición, se deben abrir puertas y ventanas, ventilándose el local durante dos horas por lo menos.

Cualquier material residual dejado después de la fumigación debe ser eliminado según procedimientos aprobados.

## **3. Identificación de los insectos que atacan la palma**

La provincia de Formosa envió muestras en abril de 2003 de material atacado. Consisten en dos secciones transversales de un rollo atacados por insectos. Los cortes del material fueron realizados en septiembre de 2001. También enviaron insectos aislados recogidos en octubre del 2002.

Las tortas se colocaron en una caja de vidrio y los insectos continuaron con su desarrollo vivo. En noviembre 2003 se llevaron muestras de insectos vivos al INTA – Departamento de Entomología.-Insectario de Lucha Biológica para su identificación. En el mes de marzo de 2004 los insectos fueron remitidos, por indicación de los especialistas del INTA, al Museo de la Plata, División Entomología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de la Universidad Nacional de La Plata, donde se realizó la identificación.

### **3.1. Determinación taxonómica**

Se encontraron ejemplares de **Bostrychopsis sp.** , **Dinoderus sp.**, ambos de la familia de los **Bostrychidae** y ejemplares de **Euplatypus parallelus**, familia



**Platypodidae.** Esta última especie de “taladrillo” está difundida por numerosos países incluyendo la Argentina, debido al comercio internacional.

En las muestras analizadas se descarta la presencia de *Megaplatypus mutatus* (Chapuis 1865) (= *Platypus sulcatus*), esta clase de insecto fue mencionada en la información enviada por la provincia junto con las muestras a analizar.

Se adjunta informe emitido por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

A continuación se describen algunos aspectos de la forma de ataque de ambas familias de insectos encontrados en la muestra de palma.

#### Familia de los **Bostrychidos**

Los insectos de estas familias viven a expensas del parénquima de las maderas, especialmente cuando este es rico en sustancias amiláceas.

- **Especie de madera:** ataca la albura de frondosas tropicales con alto contenido de almidón.
- **Contenido de humedad:** la madera ha de estar seca.
- **Galerías:** realizan galerías circulares de 3 a 6 mm de diámetro. Las galerías suelen estar muy próximas entre sí y separadas por membranas muy finas. Pueden producir dos tipos de galerías: las maternas (realizadas por los insectos adultos, siguen la dirección normal a las fibras y están limpias de aserrín y las producidas por las larvas (siguen la dirección de la fibra y están llenas de aserrín de fina granulometría).
- **Aserrín:** es muy fino, parecido a la harina, de color crema.
- **Orificios:** de forma circular con diámetros de 3 a 6 mm.
- **Duración del ciclo biológico:** aproximadamente un año. La época de vuelo del insecto adulto se produce a finales de la primavera-principios de verano.
- **Larva:** la longitud de las larvas varía de 8 a 12 mm, tienen forma curvada y son de color crema- pálido.

- **Insecto adulto:** su longitud está comprendida entre 3 a 11 mm dependiendo de la especie. Son de cuerpo cilíndrico, de color marrón, tienen antenas características y su cabeza suele estar achatada.

#### Familia de los **Platipódidos**

Son los insectos denominados coleópteros de ambrosía, cuyas larvas se alimentan principalmente de las hifas del hongo *Monillia* que vegeta en las galerías abiertas en la madera por los insectos adultos.

- **Especie de madera:** atacan con más frecuencia a las maderas de frondosas, especialmente las tropicales, aunque también pueden atacar a las coníferas.

Pueden atacar tanto a la madera de albura como a la de duramen.

- **Condiciones de humedad:** atacan a maderas con alto contenido de humedad.
- **Galerías:** su característica más significativa es que tienen las paredes ennegrecidas, especialmente en las maderas secas, originado al secarse los hongos de ambrosía que acompañan a estos insectos. El insecto adulto hembra es el que produce las galerías al perforar la madera para depositar las larvas. Las larvas no realizan nuevas galerías ya que se alimentan de los hongos de ambrosía que acompañan a los adultos.

Las galerías de los Platipódidos son realizadas por la hembra que penetra en el tronco del árbol siguiendo la dirección radial. El macho sigue a la hembra y su misión principal es expulsar el aserrín de la galería.

- **Aserrín:** Las larvas no producen aserrín, ya que se alimentan de los hongos de ambrosía que acompañan al ataque de estos insectos y que se desarrollan debido al contenido de humedad de la madera. El aserrín se produce sólo cuando el insecto adulto penetra en el interior de la madera para depositar los huevos.
- **Orificios de salida:** los orificios de entrada y de salida de los insectos son de forma circular y varían en diámetro según las especies de 0,5 a 3,2 mm.

- **Duración del ciclo biológico:** varía en función de la especie.
- **Ataque:** atacan a los árboles en pie a punto de secarse o recién apeados. El daño que puede causar este insecto cesa cuando la madera se seca, ya que los hongos de los que se alimentan mueren con porcentajes de humedad inferiores a 20%. No existe ningún peligro en utilizar la madera atacada, siempre y cuando se haya secado, pero hay que valorar la depreciación estética producida por el insecto.
- **Larva:** tiene una longitud de 4 a 6 mm, son de color blanco y no tienen pies.
- **Insecto adulto:** puede alcanzar una longitud de 3 – 7 mm y tiene un color marrón-rojizo.

#### 4. Análisis de métodos y productos preservantes no tóxicos adecuados a la especie y al objetivo del proyecto

##### 4.1. Métodos de impregnación

La impregnación consiste básicamente en incorporar a la madera las sustancias químicas adecuadas para controlar el factor *alimento* de los agentes biológicos destructores, prolongando de esta manera la vida útil del material.

Desde la aparición de la impregnación se ha cambiado de métodos para impregnar la madera y protegerla de sus enemigos. En la actualidad el progreso de esta técnica ha permitido modificar procesos antiguos para hacerlos más eficaces de acuerdo al tipo de maderas, uso que se le va a dar, preservante a utilizar y método de aplicación.

La **protección profunda** se alcanza cuando la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75 % del volumen impregnable. Los métodos más adecuados son los de impregnación en autoclave por vacío-presión. Los productos protectores más utilizados son las sales hidrosolubles y los protectores en disolventes orgánicos.

### ***Impregnabilidad***

La impregnabilidad de una especie es la capacidad que presenta para que un líquido, por ejemplo un protector, pueda penetrar en su interior. En todos los métodos de tratamiento, con la excepción de la difusión que utiliza como vehículo el agua que contiene, la cantidad de producto que entra está muy relacionado con su estructura anatómica. En general la albura se impregna con más facilidad.

El volumen máximo de producto protector que puede introducirse depende del espacio libre que existe en el interior de la madera. El peso específico teórico de la madera que no tuviera nada de aire en su interior sería de  $1200\text{kg/m}^3$ , por lo que conociendo el peso específico de cada madera podríamos saber sobre la cantidad de producto líquido que podríamos introducir en forma teórica.

Por ejemplo, una especie de madera que tuviera un peso específico de  $400\text{kg/m}^3$ , podría absorber hasta su saturación teóricamente  $800\text{ lts/m}^3$  de productos; mientras que otra que tuviera un peso específico de  $800\text{ Kg/ m}^3$ , absorbería  $400\text{ lts/m}^3$ , aun que en la práctica se consiguen absorciones de producto mucho menores. En general las maderas que son más fáciles de impregnar son las que tienen durabilidad menor.

La clasificación de impregnabilidad de las maderas está basada en experiencias obtenidas con los métodos de vacío presión. La norma IRAM 9600 /98 define cuatro clases de impregnabilidad:

- Clase 1..... Impregnable
- Clase 2.....Medianamente impregnable
- Clase 3.....Poco impregnable
- Clase 4..... No impregnable

Con los **métodos de impregnación** se protege la madera a largo plazo y se dividen en los siguientes procesos:

1. Procesos sin presión
2. Procesos con presión

En general los métodos de impregnación sin presión son los más simples, siendo también simples los equipos que se utilizan ya que son a presión atmosférica. En cambio los métodos a vacío presión son más complejos y requieren autoclave para inyectar el preservante en las piezas con presión alta con rangos que van de 6-8 a 12-14 kg/m<sup>2</sup>. El tercer grupo corresponde a métodos bajo la acción de ligeras presiones, pero sin uso de autoclave.

Las condiciones de uso del material determina la cantidad de sustancia preservante que se debe inyectar. Las maderas más expuestas al deterioro son aquellas que prestan servicio a la intemperie en contacto con el suelo o con el agua colocadas en ambientes saturados de humedad y a temperaturas elevadas. En tales casos, deben ser muy bien protegidas, con cantidades importantes de preservante y penetración profunda, lo que se obtiene con el uso de métodos a vacío y presión. Cuando las condiciones de uso no presenta riesgos significativos, los métodos sin presión son los más prácticos y económicos.

#### ***4.1.1. Métodos de tratamiento sin presión***

Se logra una protección superficial, la penetración media que se alcanza es de entre 1 a 3 mm. Son los procedimientos más sencillos, siendo los más conocidos los de aplicación por brocha, aspersion, inmersión, baño caliente-frío y los que utilizan el fenómeno de difusión.

#### ***4.1.2. Métodos de tratamiento con presión***

Permiten regular las condiciones del tratamiento, de modo que es posible variar la retención y penetración del preservante para satisfacer las exigencias de la utilización de la madera.

El equipo para la impregnación por vacío-presión comprende: autoclave, tanque de tratamiento, de almacenamiento y de mezcla; bomba de presión, de vacío y de circulación o trasvase.

Dentro de las variantes que ofrecen los tratamientos con presión en autoclave, se destacan los siguientes tres procesos:

- ❖ BETHELL, de célula llena
- ❖ RUEPING

## ❖ LOWRY

### ***Procedimiento Bethell o célula llena***

Es el proceso más generalizado en la actualidad. Mediante este método se trata de incorporar a la madera la mayor cantidad de líquido posible, dejando la máxima concentración de producto químico en la pieza tratada.. La madera a preservar debe tener entre 28 – 30 % de contenido de humedad, estar libre de corteza y tener las medidas y formas finales de uso. Las piezas pueden cubicarse y pesarse antes de tratarlas para tener un control de retención en planta.

El proceso se inicia cuando la madera se introduce en el autoclave y se realiza un vacío inicial, de 600 mm de mercurio, por un periodo que depende de la madera a tratar, de 15 a 60 minutos. Luego se deja pasar al preservante hasta que se llene el autoclave, manteniendo el vacío. Con la bomba de presión se comprime la solución utilizando presiones que van de 8 a 14 kg/m<sup>2</sup>; la presión se mantiene hasta rechazo del producto por parte de la madera..

Terminada esta parte del proceso, se devuelve la solución de tratamiento al tanque de almacenamiento o trabajo. Así, se realiza un vacío final por alrededor de 10-15 minutos a efectos que escurra el exceso de solución de la madera. Este proceso se realiza a temperatura ambiente. En el caso de usar preservantes oleosos o creosota, la temperatura adecuada se debe mantener durante todo el proceso.

Con la elección de un proceso adecuado combinado con un protector conveniente se busca prolongar la vida útil de la madera en servicio. En general cuanto mayor sea la retención y la penetración mayor será la vida en servicio, esto indica durante cuanto tiempo la madera tratada seguirá desempeñando sus funciones adecuadamente.

## ***4.2. Productos protectores contra agentes xilófagos***

### ***4.2 .1.Composición***

Los protectores de las maderas están compuestos por materias activas, productos fijadores y solventes. Las materias o principios activos tienen propiedades fungicidas o insecticidas y se fijan en la madera por medio de los productos fijadores, ambos se introducen en la madera por medio de los solventes que son un vehículo.

❖ **materias activas (principios activos)**, se caracterizan por tener propiedades fungicidas o insecticidas contra los agentes biológicos que degradan la madera (hongos e insectos). Actualmente se están utilizando:

- sales minerales: de cobre, flúor, boro y arsénico.
- productos de síntesis: son moléculas químicas más o menos complejas, como por ejemplo piretroides, permetrinas, amonio cuaternario, etc.

❖ **Solvente**, su función es transportar e introducir las materias activas y los productos fijadores en el interior de la madera. Se utilizan dos tipos de solventes:

- disolventes orgánicos, pueden ser ligeros, que se evaporan rápidamente y pesados, que son más grasos y presentan inconvenientes como olor persistente, lento secado, problemas en el encolado de las piezas, etc.
- el agua permite solubilizar casi todas las sustancias (especialmente las sales minerales), algunas sales orgánicas como los amonios cuaternarios.

❖ **productos fijadores**, en función a su comportamiento a lo largo del tiempo se clasifican en productos que permanecen y no desaparecen con el tiempo, productos que se evaporan o productos que se deslavan.

#### **4.2.2. Características de los protectores**

Las principales características de los protectores para maderas son las siguientes:

- poseer propiedades fungicidas y/o insecticidas respecto a los organismos xilófagos.
- mantener su eficacia protectora a lo largo del tiempo, según las condiciones o situaciones de exposición de la madera tratada.
- ser de fácil introducción en la madera por un procedimiento adecuado
- no alterar las propiedades de la madera exigidas para el uso a que vaya a ser destinado.

Además se deberán tener cuenta otras posibles propiedades que dependerán del uso final, mencionamos las siguientes:

- no alterar el olor y color de la madera tratada,
- no ser corrosivo con los metales,
- no degradar a los plásticos,
- ser compatibles con las colas,
- no producir migraciones a los materiales o productos porosos en contacto con ella,
- no ser tóxicos para el hombre, animales domésticos o plantas,
- no aumentar la inflamabilidad de la madera.

#### ***4.2.3. Clasificación de los protectores***

Los productos protectores se pueden clasificar en función de su naturaleza u origen en los siguientes:

- protectores orgánicos naturales
- protectores orgánicos oleosolubles
- protectores hidrosolubles
- protectores mixtos

##### ***4.2.3.1. Protectores orgánicos naturales***



De los **protectores orgánicos naturales** el más conocido es la **creosota** obtenida

de la destilación del alquitrán de hulla o de la pirólisis del petróleo. La madera tratada adquiere un color oscuro y no se puede barnizar o pintar tiene un olor picante característico, produce daños en la piel y tiene efectos nocivos para el hombre.

Su uso se limita casi exclusivamente al tratamiento de postes y durmientes. Es un producto conocido y está normalizado desde el punto de vista de su composición como de su utilización.

#### ***4.2.3.2 Protectores orgánicos oleosolubles***

Son de gran toxicidad para los elementos biológicos y presentan cualidades tales como no ser corrosivos, tienen gran poder de penetración, no son inflamables una vez evaporado el solvente, pero no tienen gran utilización en la actualidad. Son los naftenatos, oxido tributil estannoso, quinolinolato 8 de cobre.

#### ***4.2.3.3. Protectores hidrosolubles***

Son mezclas de sales minerales disueltas en una solución acuosa a una concentración determinada. La concentración varía en función al grado de protección, deseado del método de tratamiento y de la especie de madera.

Están compuestos por:

- los principios activos fungicidas e insecticidas: sales minerales.
- los productos fijadores: sales minerales con propiedades fijadoras.
- el solvente: agua.

Son apropiados para aplicación mediante vacío presión en autoclave. Los más característicos son:

- Sales CCB (cromo, cobre, boro)
- Sales CFC (cromo, fluor, cobre)
- Sales CCA (cobre, cromo, arsénico)

- Sales E (cobre y azoles)

Cada uno de los compuestos actúa del siguiente modo:

- insecticida: sales de arsénico, de fluor, de boro, o los azoles.
- fungicida: sales de cobre.
- fijación de las materias activas: sales de cromo.

Existen productos de fijación lenta en la madera y se aplican por autoclave.

Los más característicos son :

- cromo-fluor
- cromo-boro-fluor
- sales de amonio cuaternario-ácido bórico.

La madera tratada con protectores hidrosolubles y una vez seca presenta un aspecto

limpio, aunque a veces adquiere un color verde debido a la oxidación del cobre.

Algunos productos hidrosolubles admiten el agregado de pigmentos por lo que la madera tratada toma tonalidades que evitan utilizar posteriormente productos decorativos.

También es posible añadir ceras que mejoran su repelencia al agua y disminuyen la

aparición de hongos, aunque la eficacia de estos aditivos suele ser limitada y requiere mantenimiento posterior.

#### ***4.3. Análisis de productos protectores menos tóxicos***

Actualmente existen presiones medioambientales que están provocando la mejora de los compuestos y la sustitución de alguno de ellos. Algunos productos ya no incorporan sales de arsénico o compuestos de cromo, que han

demostrado una gran efectividad y seguridad a lo largo de muchos años. Estos nuevos productos presentan la misma efectividad pero son más caros.

La toxicidad de los productos usados hasta la actualidad en tratamientos de la madera ha originado la búsqueda de compuestos menos tóxicos, como los boratos derivados de elementos naturales (bórax). Los compuestos de boro son usados en madera en Australia y Nueva Zelanda ofreciendo protección contra el ataque de insectos y con propiedades como retardante de fuego. Está en experiencias por resolver el lixiviado que puede paliarse con la aplicación de un hidrófugo, considerando los costos o, en caso de construcción de viviendas mejorando los diseños constructivos.

#### **4.3.1 Sales cupro-cromo-bóricas (CCB)**

Los componentes activos de las sales CCB combinan la acción fungicida del cobre, con la insecticida del boro .

En el tratamiento de la madera con sales CCB se recomienda usar una concentración no menor del 5% en agua. La madera que estará en contacto directo con el suelo requiere un mínimo de retención de 12 kg/m<sup>3</sup> de componentes activos variando de acuerdo al suelo, clima y riegos de humedad. Como las sales CCB se fijan más lentamente en la madera que las sales CCA, se recomienda que el material tratado se deje secar por un período de 6 a 8 semanas antes de ponerlo en servicio.

Estas sales han sido patentadas por el Dr. Karl H. Wolmann en Alemania (1913), los componentes activos son los siguientes:

-cobre en forma de óxido cúprico	10,8 %
-cromo en forma de óxido crómico	26,4%
- boro en forma de ácido bórico	25,5%

#### **4.3.2 Compuestos de boro**

Se utilizaron inicialmente como retardantes de fuego, posteriormente se comprobó que tenían efecto insecticida contra algunos insectos.

Se comprobó su eficacia como preservante de madera con la precaución que la madera tratada con compuestos de boro debe ser utilizada en lugares secos o con poco porcentaje de humedad pues puede lixiviarse.

Se mezclan cantidades equivalentes de bórax y ácido bórico, la proporción recomendable es 40% de ácido bórico y 60 % de bórax, es decir, una parte de ácido bórico equivale a 1,5 partes de bórax).

Estos compuestos no colorean la madera, son tóxicos para hongos e insectos e inoocuos para el hombre y los animales.

Para preservar maderas para la construcción de viviendas, muebles y artesanías, la concentración expresada equivalente en ácido bórico debe ser del 2 al 3%.

#### **4.3.3 ACQ**

Es un compuesto de cobre con amonio cuaternario. Sus componentes están listados en la clasificación de la EPA (Environmental Protection Agency) como pesticidas de uso general y su comportamiento es similar al CCA y es menos tóxico. Norma AWPA P-5. Provocaría corrosión en los elementos de unión y las plantas de tratamiento, por lo que su uso estaría limitado .

#### **4.3.4 Sales E – CBA – Copper Azole**

Es uno de los sustitutos del CCA por no contener arsénico y cromo.

Denominado CBA (copper azole), es un preservante basado en cobre y un biocida orgánico (triazole). Ha sido comprobada su eficacia para casi todas las categorías de riesgo y protege contra el ataque de hongos e insectos. Se recomienda para el uso de madera en contacto con el suelo retenciones 6.6 kg/ y madera fuera de contacto con el suelo 3.2 kg/ m<sup>3</sup>. Los fabricantes aseguran que basado en ensayos de campo el CBA fue aprobado para usar en retenciones menores que en las formulaciones de otros preservantes. Norma AWPA P – 5.

#### **4.4. Absorción, penetración y retención**

La evaluación del grado de protección que se le da a la madera mediante la aplicación de sustancias químicas, se realiza midiendo la absorción y penetración de los preservantes empleados en los procesos de impregnación.

#### **4.4.1 Absorción**

Es la cantidad total de preservante que queda en la madera después de la impregnación. Depende del sistema de impregnación utilizado, de la humedad y características de la madera a tratar y de la naturaleza del producto químico preservante. Los tratamientos a vacío presión requieren que la madera esté con un contenido de humedad de entre 28 – 30 % , para que pueda absorber el preservante. La naturaleza de los productos químicos tiene influencia en la absorción. Los hidrosolubles seguidos de las creosotas y los orgánicos, son los que presentan mayores absorciones cuando la madera es tratada en las mismas condiciones.

A continuación se informa una relación que muestra la absorción neta mínima de componentes activos (óxidos) recomendada para los distintos preservante y usos de la madera:

##### **1) Madera al exterior sin contacto con el suelo, en condiciones húmedas**

- Sales CCA                      6 kg/m<sup>3</sup>    (según la AWPA)
- Sales CCB                      8 kg/m<sup>3</sup>    (según Wolman)

##### **2) Madera al exterior sin contacto con el suelo, en condiciones secas**

- Sales CCA                      6 kg/m<sup>3</sup>    (según la AWPA)
- Sales CCB                      6 kg/m<sup>3</sup>    (según Wolman)

##### **3) Madera de uso interior sin contacto con el suelo, según norma IRAM 9600/98**

- Sales CCA                      6,4 kg/m<sup>3</sup> (coníferas) 7,2 kg/m<sup>3</sup> (latifoliadas) madera redonda
- Sales CCB                      8,5 kg/m<sup>3</sup> (coníferas) 9,5 kg/m<sup>3</sup> (latifoliadas) madera redonda

-Sales CCA	4,0 kg/m <sup>3</sup> (coníferas) 4,5 kg/m <sup>3</sup> (latifoliadas) madera aserrada
-Sales CCB	5,0 kg/m <sup>3</sup> (coníferas) 5,5 kg/m <sup>3</sup> (latifoliadas) madera aserrada

#### **4.4.2. Penetración**

Es la profundidad que alcanza el preservante en la madera tratada. Cuanto más profunda sea la zona penetrada, mejor será la protección de la madera. El examen de la madera para verificar esto se debe realizar en la sección media de la pieza tratada, observando directamente la coloración que haya tomado la parte impregnada. Si el producto químico no tiñe claramente la madera, la observación se realizará con ayuda de reactivos de coloración que existen para cada caso.

#### **4.4.3. Retención**

Es la cantidad de óxidos del preservante que ha quedado en la madera después del tratamiento. La retención es equivalente a la absorción neta y se expresa en kilos de sustancia activa (óxidos del preservante) por metro cúbico de madera.

#### **4.5 Normativa en general referidas a la especie, productos preservantes, y métodos de preservación**

- Norma IRAM 9535/ 77 ” Postes de Caranday para Líneas Aéreas de Energía”.
- Norma IRAM 9515/03 “Preservación de Madera. Prservadores solubles en agua. Requisitos y Métodos de Análisis.
- Norma IRAM 9600/98 “Preservación de Maderas. Maderas Preservadas mediante procesos con presión en autoclave”.
- Norma SABS 871/87. South African Bureau of Standards – “Standard Specification for Boron Timber Preservatives”.

- Norma AWPA – P5 – 01 –Standards for Waterborne Preservatives - American Wood-Preservers' Association Standards.

#### **4.6 Antecedentes de impregnación de la Copernicia alba**

Los datos recogidos en el tema impregnación de Copernicia alba se refieren a experiencias realizadas en rollos de la especie con fines de impregnación para usos en postes de energía.

En diciembre de 2003 se consultó al Ing. Gustavo Baillod, profesional uruguayo con vasta experiencia en varios países en temas de preservación. El profesional asevera *“que dentro de la especie existe un amplio rango en cuanto a la densidad que varía desde unos 400 kg/m<sup>3</sup> en la llamada palma blanca, la más joven, pasando por características intermedias en palma colorada y palma negra con densidades del orden de 700 hasta 900 kg/m.<sup>3</sup>*

*La durabilidad natural sigue esta escala y los usuarios asignan a la palma negra duraciones mayores e 20 años en postes sin preservar y en tierra.*

*En palma blanca se impone la preservación pues su duración es de entre 2 a 4 años. Las palmas de menor densidad son fácilmente atacadas por insectos tales como Lyctus, Micrapate, Bostrychopsis, etc. Aunque el ataque no llega a producir daño mecánico es imprescindible tratarlas con productos químicos.*

*Las sales CCA, si bien impregnan bien en palmas menos densas, no se fijan tanto como en las coníferas. Sí se tiene claras evidencias de palma blanca tratada con CCA con más de 20 años de duración. Se tienen datos de absorciones desde 80 lts/m<sup>3</sup> en palma negra hasta más de 600 lts/m<sup>3</sup> en palma blanca .*

*Como la penetración del preservante es fundamentalmente longitudinal, se deberá considerar este dato en los ensayos si hubiera perforaciones de insectos .*

Los datos aportados por el Ing. José Pablo Diez Almirante, en febrero de 2004, son experiencias obtenidas por él *“hace 47 años en los Laboratorios de Ferrocarriles Argentinos. Este material, tanto la palma colorada como la*

*palma blanca, absorbe muy fácilmente los productos oleosos como los acuosos. En ese entonces se la impregnaba con un solo vacío inicial de 660 mm de presión durante media hora y luego se llenaba el autoclave con la solución de tratamiento. La retención se calculaba al final por diferencia de absorción”.*

## **5. Realización de pruebas en la planta piloto de impregnación de INTI Maderas**

### **5.1. Descripción del equipamiento**

La planta piloto de impregnación está equipada con un autoclave de 0,30 m de diámetro y 1,20 m de largo, con una capacidad de 80 litros. Posee una bomba de vacío y una bomba de presión. El tanque de almacenamiento de solución es de 120 litros de capacidad.

### **5.2. Metodología**

Se utilizaron probetas de palma que fueron medidas, pesadas y se determinó su porcentaje de humedad con un xilohigrómetro y su densidad .

Se prepararon dos soluciones de tratamiento:

- ❖ solución A ( bórax y ácido bórico)
- ❖ solución B (CCB)

Se realizaron tratamientos con cada una de las soluciones preparadas con el proceso de vacío presión.

Luego de cada tratamiento las probetas se pesaron nuevamente para realizar el control de calidad en la planta.

Para determinar la penetración del boro en las piezas se utilizó un reactivo color.



### 5.3. Material de ensayo

Probetas tratadas con la solución A:

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>PESO INICIAL (kg)</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ESPESOR (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>
12-a	2,38	0,95	0,025	0,15	668,07	29,4
2 B	1,68	0,95	0,025	0,10	707,37	25,2
1 C	1,76	0,90	0,03	0,10	651,85	24,8
3 a	1,33	0,95	0,03	0,10	817,54	17,7
2 c	1,49	1,00	0,025	0,10	596,00	24,7
13 a	1,85	0,95	0,03	0,09	721,25	17,4
11 b	1,05	1,00	0,025	0,09	466,67	30,9
11 c	1,92	0,90	0,045	0,095	499,03	22,8
11 d	2,22	1,00	0,045	0,095	519,30	21,8
11 f	1,26	0,70	0,045	0,095	421,05	25,5

Probetas tratadas con la solución B:

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>PESO INICIAL (kg)</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ESPESOR (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>
11 e	2,2	0,90	0,045	0,095	571,80	13,8
8 a	2,55	1,00	0,045	0,095	596,49	14,6
8 c	1,3	0,70	0,045	0,095	434,42	13,0
6 a	2,11	1,00	0,045	0,095	493,57	14,9
6 b	1,64	0,90	0,025	0,090	809,88	15,1
7 b	2,1	0,90	0,025	0,13	717,95	15,3
8 b	2,1	0,90	0,025	0,13	717,95	14,8
9 b	2,07	0,90	0,025	0,12	766,67	14,0
10 b	2,01	0,90	0,025	0,11	812,12	15,3

### 5.4. Productos utilizados.

Para la solución A se preparó una mezcla de bórax y ácido bórico en la proporción recomendada por la bibliografía: 40 % de ácido bórico y 60 % de bórax, con una concentración de 1 % en agua.

La solución B compuesta por óxido de cromo, óxido de cobre y ácido bórico de acuerdo a la formulación nominal fijada por la norma IRAM 9515/01, a saber:

Cromo (VI) como  $\text{CrO}_3$  ..... 51,8 g/100 g de óxidos totales.

Cobre (II) como  $\text{CuO}$ ..... 21,3 g/100 g de óxidos totales.

Boro, como  $\text{B}_2\text{O}_3$ ..... 26,9 g/100 g de óxidos totales.

La concentración de la solución de uso fue del 1 %.

### ***5.5. Descripción del proceso***

Para cada uno de los tratamientos se llevó a cabo el mismo proceso. Se colocaron las probetas en el interior del autoclave, se realizó un vacío inicial de 15 minutos luego, manteniendo el vacío se hizo ingresar la solución de tratamiento, se le aplicó 6 kg/cm<sup>2</sup> de presión por 30 minutos, luego se realizó un vacío final durante 5 minutos.

### ***5.6. Resultados obtenidos***

Las probetas impregnadas se pesaron nuevamente para comprobar la retención obtenida en cada una de las probetas utilizando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P_f - P_i}{V} \times \frac{C}{100}$$

Donde: A es la absorción o retención

Pf es el peso final

Pi es el peso inicial

V es el volumen de la probeta en m<sup>3</sup>

C es la concentración del preservante

***Determinación de peso final y retención:***

Probetas tratadas con la solución A :

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>PESO FINAL (kg)</b>	<b>RETENCIÓN (kg/m3)</b>
12-a	3,85	4,13
2 B	1,86	0,76
1 C	2,78	3,78
3 a	3,30	3,40
2 c	2,38	3,56
13 a	2,77	3,59
11 b	1,86	3,60
11 c	3,49	4,08
11 d	4,07	4,33
11 f	2,64	4,61

Probetas tratadas con la solución B :

<b>IDENTIFICACION</b>	<b>PESO FINAL (kg)</b>	<b>RETENCIÓN (kg/cm3)</b>
11 e	4,06	4,83
8 a	4,56	4,70
8 c	2,78	4,95
6 a	4,31	5,15
6 b	2,51	4,30
7 b	3,25	3,93
8 b	3,30	4,10
9 b	3,22	4,26
10 b	3,18	4,73

## **6. Proveedores de productos preservantes y plantas de impregnación para transferencia de tecnología.**

Los preservantes para maderas deben estar registrados obligatoriamente en el Registro Nacional de Terápicos Vegetales del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). Los productos no registrados no están autorizados para la venta y utilización.

La provincia de Formosa solicitó la identificación de un preservante para madera que sustituya al CCA, debido a la toxicidad de este último. Si bien el CCA no está prohibido, ha tenido objeciones en los últimos tres años debido a la presencia del arsénico, reconocido como agente carcinógeno. Por tal motivo se tiende a limitar su uso en maderas para juegos infantiles y otras aplicaciones donde el contacto directo con la superficie de la madera tratada sea frecuente. Suele recomendarse el uso de un barniz o pintura aplicado sobre la madera preservada.

Existen proveedores registrados de CCA y CBA, entre otros, pero no hay registros de ningún proveedor de compuestos de boro.

Respecto del CBA el producto se importa de Estados Unidos; en Argentina existe un solo proveedor, pero no hay plantas de impregnación que lo estén usando.

Este producto está registrado comercialmente como Wolman E y se comercializa en solución al 18,87%. El costo de la madera tratada es entre un 15% y 33% más cara que la madera tratada con CCA, según datos del proveedor de CBA.

A nivel mundial la diferencia entre madera tratada con CCA y CBA ronda el 30%.

Para comenzar a trabajar con CBA la planta de tratamiento no podrá usar alternativamente CCA, pues son incompatibles.

Por tal motivo la sustitución del CCA por un preservante menos tóxico resulta dificultosa ya que significa un costo mayor para la madera tratada cuyo

principal destino es la construcción. La otra dificultad radica en las modificaciones que deberían hacerse en la planta de tratamiento, por el costo que esto significa no habiendo hasta el momento un mercado definido para el producto.

## **7. Evaluación del efecto de la temperatura sobre los insectos vivos presentes en la palma.**

Es evidente que uno de los problemas que afecta el uso de la palma es su susceptibilidad al ataque de insectos, hecho que se ha visto confirmado durante el transcurso del presente estudio. El material de ensayo fue atacado por insectos que fueron aislados e identificados. También se aplicaron tratamientos químicos con diferentes productos para eliminar las plagas. Estos tratamientos someten al material al efecto de un producto tóxico para los insectos que provoca su mortalidad.

Otra posibilidad de eliminar las plagas presentes es la aplicación de un tratamiento térmico, ya que la exposición a determinadas temperaturas y tiempos de aplicación, está demostrado que es eficaz para la destrucción de insectos vivos en la madera, dando origen a distintas normas de medidas fitosanitarias de uso internacional.

Como parte del presente estudio consistió en desarrollar la tecnología apropiada para el secado técnico de la palma, la provincia de Formosa solicitó incorporar este tema al componente de desarrollo tecnológico identificado como 1.B. Tratamiento Fitosanitario del rollo de Palma, no previsto en el plan de actividades aprobado por contrato.

Por tal motivo, se describe a continuación la fundamentación teórica y práctica y la normativa sobre el efecto de la temperatura sobre las plagas forestales y su posible aplicación al tratamiento de la palma.

### **7.1 Antecedentes normativos**

La preocupación de los países por disminuir el riesgo de dispersión e introducción de plagas con los embalajes de madera usados en el transporte internacional de mercaderías, hizo que se generaran nuevas normas estableciendo alternativas de tratamiento.

La norma internacional NIMF 15 de la FAO, establece las medidas fitosanitarias para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional. Cada país está adecuando su normativa propia para adoptar las recomendaciones de la FAO y están en plena discusión los plazos de puesta en vigencia de la norma, ya que significa un importante esfuerzo público y privado de implementación (inversión en equipamiento, procedimientos, capacitación, sistemas de fiscalización y control) En el Anexo 1 de la citada norma están establecidas las pautas para el tratamiento térmico , además de la fumigación con bromuro de metilo.

En la Argentina, la Resolución SAGPyA N° 626/03, establece los lineamientos de adopción de la NIMF 15 para nuestro país, siendo el SENASA la autoridad de aplicación en materia de sanidad vegetal. En ella, se crea un registro nacional de centros de aplicación de tratamientos a embalajes de madera (CATEM). En su Anexo IV, la resolución establece los tratamientos cuarentenarios internacionalmente aprobados para el control de plagas de la madera, siendo el tratamiento térmico uno de los aceptados .

Más reciente aún, está en estudio un proyecto de resolución del SENASA para la madera para embalajes que ha sido sometida a un proceso de secado en secadero. En la misma, se reconoce a los hornos secaderos acreditados fehacientemente por el INTI Maderas, como aptos para realizar el tratamiento térmico a las maderas, de acuerdo a los requisitos establecidos en la Resolución 626/03 de la SAGPyA.

## ***7.2. Pautas para el tratamiento térmico***

Las recomendaciones para el tratamiento térmico que dan la NIMF 15 y la Resol. SAGPyA 626/03 son iguales. En ambas se establece que el material debe calentarse conforme a una curva tiempo/temperatura específica, mediante

la cual el centro de la madera alcance una temperatura mínima de cincuenta y seis grados centígrados (56°C) durante un período mínimo de treinta minutos. Estas pautas son las medidas aprobadas y han sido adoptadas teniendo en cuenta la diversa variedad de plagas para las cuales se ha documentado la mortalidad de los insectos. No obstante, también se reconoce que ciertas plagas cuarentenarias pueden tener una tolerancia térmica mayor.

### ***7.3. Plagas para las que se destina el tratamiento térmico***

Basándose en lo descrito por la NIMF 15, puede decirse que los insectos de los siguientes grupos de plagas se eliminan casi en su totalidad con el tratamiento térmico:

<b>GRUPOS DE PLAGAS</b>	
Insectos	Anobiidae
	Bostrichidae
	Buprestidae
	Cerambycidae
	Curculionidae
	Isoptera
	Lyctidae (Con algunas excepciones)
	Oedemeridae
	Scolytidae
	Siricidae
Nematodos	Bursaphelenchus xylophilus

### ***7.4 Equipamiento necesario***

Con respecto al equipamiento necesario, se requiere contar con una cámara de tratamiento térmico compuesta por un recinto hermético donde se coloca la madera a tratar, un sistema de ventilación que provoque una circulación

forzada del aire dentro de la cámara, un sistema de calefacción, dispositivos de control de las condiciones climáticas dentro de la cámara, sistema de medición y registro de la temperatura en el centro de la madera. Opcionalmente puede tener dispositivos que permitan la variación de la humedad del aire en el interior de la cámara.

La cámara para tratamiento térmico puede ser construída especialmente para tal fin o puede ser una adaptación de un horno de diferente tipo o secadero de madera. La adaptación consiste básicamente en agregar el sistema de registro de temperaturas en la madera, descontando que el resto del equipamiento se encuentre funcionando en forma correcta (hermeticidad, sistemas de circulación de aire, ventilación, calefacción, sistema de medición y control).

### ***7.5 Vinculación del proceso de secado y el tratamiento térmico para el caso de la palma***

Es evidente que si el proceso de secado se realiza a temperaturas mayores a la requerida para el tratamiento térmico de la madera, puede tener un efecto de eliminar los insectos vivos presentes en el material.

Para ello, se debe verificar que el programa de secado utilizado contemple etapas a temperaturas apropiadas y tiempos de aplicación de esas temperaturas que aseguren que el interior de las piezas de madera han alcanzado los 56°C mínimos exigidos.

Para el caso de la palma, los programas de secado estudiados trabajan con temperaturas de bulbo seco de 76,5°C a 87,5°C, para secar el material desde el estado húmedo (más de 40% de humedad) hasta humedad final de 14%. En cuanto a los tiempos de secado, oscilan en 66 horas totales (segunda repetición de secado). Ambos parámetros podrían considerarse apropiados como para causar la mortalidad de insectos vivos que pudieran estar alojados en el material a secar.

### ***7.6 Consideraciones sobre el material secado en INTI Maderas***



Las experiencias desarrolladas para definir un programa de secado para la palma, se realizaron con material aserrado en tablas y tablonces de espesores 25 mm, 47mm y 55 mm.

Si bien no se realizaron mediciones de temperaturas alcanzadas en el centro de las piezas del material durante el proceso de secado, puede estimarse que se ha llegado a los 56°C mínimos exigidos para un tratamiento térmico, considerando los tiempos de secado y las temperaturas de los programas utilizados para la segunda y tercera repetición.

No obstante, debe considerarse que el calor debe llegar hasta el centro de las piezas y tardará más tiempo en calentarse una pieza de mayor espesor que una de menor espesor. Esto es particularmente importante si se desea tratar térmicamente a piezas de material redondo (rollos).

El material secado en el secadero piloto de INTI Maderas fue posteriormente mecanizado para elaborar las distintas probetas de ensayo para las determinaciones de propiedades físicas y mecánicas. Durante estas tareas no se observó ningún rastro de insectos y/o larvas vivas.

Cabe considerar que fueron aplicadas dos medidas fitosanitarias, la primera fue una fumigación con fosfuro de aluminio y la segunda el secado técnico utilizando un programa de secado específico detallado en la parte 1. A del presente informe .

## **8. Conclusiones**

- El material de palma que llegó a Buenos Aires para realizar los estudios, fue rápidamente atacado por insectos.
- Al segundo día de llegada, se observaron en el material insectos vivos y orificios.
- Luego de la fumigación con fosfuro de aluminio no se comprobó la presencia de insectos y/o nuevos orificios.

- La palma es fácilmente impregnable por vacío-presión con soluciones acuosas en concentraciones normales para el tratamiento químico de maderas.
- Las absorciones y retenciones alcanzadas con los tratamientos en la planta piloto son bajas comparadas con las recomendadas por las normas de preservación de maderas. Esto puede ser atribuible a la influencia del vacío final, que al ser un material muy poroso, haya quitado parte de la solución absorbida durante la etapa de presión.
- No se observan diferencias significativas de absorción en tablas de distintas densidades.
- Los productos preservantes utilizados no presentan diferencias de comportamiento, dando retenciones similares en los procesos de impregnación realizados.
- No se observan diferencias importantes entre las retenciones obtenidas y la densidad de cada tabla impregnada. La densidad está asociada con el lugar de dónde se obtuvo la misma, parte central (menos densa) y periferia (más densa).
- No se observan diferencias importantes al comparar las retenciones obtenidas y la humedad de cada tabla en ambos tratamientos. Si bien las humedades de las tablas tratadas con boro son superiores a las de las tratadas con CCB, en ambos casos son valores aceptables para realizar el tratamiento de impregnación con hidrosolubles.
- El proceso de secado de la palma puede considerarse apropiado como medida fitosanitaria si se utiliza un programa de secado con temperaturas elevadas, como el recomendado en la segunda repetición de secado realizado.
- Una de las plagas encontradas en el material de ensayo (Platypodidos) no figura entre las plagas listadas en la NIMF 15 para las cuales el tratamiento térmico es efectivo a la temperatura y tiempo recomendados.

## 9. Recomendaciones

- Si bien fueron determinadas dos familias de insectos sería conveniente profundizar los estudios para precisar el ciclo biológico y formas de ataque.
- Con respecto a la aplicación del tratamiento térmico para erradicar las plagas presentes en la palma se deberían hacer estudios complementarios para ajustar el proceso, midiendo temperaturas en el centro de las piezas tratadas.
- Para poder cumplimentar la transferencia tecnológica a escala de producción en el tema impregnación se deberían encarar nuevos estudios a escala piloto y continuar la gestión con las empresas de Entre Ríos, interesadas en realizar pruebas con productos alternativos.
- Para material aserrado de palma se sugieren aplicaciones no estructurales (revestimientos, muebles, molduras, tableros alistonados, etc) debido a la variación en su resistencia mecánica. En estos usos habría que evaluar si es necesario un tratamiento químico por impregnación, habiendo realizado previamente la fumigación y/o el secado.
- Sería conveniente modificar las prácticas de corte, aserrado y remanufactura del material introduciendo medidas fitosanitarias sectorizando áreas de trabajo y evitando que el material tratado se coloque cercano al material recién cortado.

## **1.C. CARACTERISTICAS FISICO - MECANICAS DE LA PALMA**

### **1. Antecedentes, materiales y métodos**

#### ***1.1 Criterios para la selección del material de ensayo.***

De la bibliografía consultada, (*Conceptos sobre el aprovechamiento de la Palmera Copernicia alba usual en Paraguay Trabajo de Tesis Monika Petersen Hamburgo 1996 Alemania.*) surge que existe una variación de la densidad del material en función de la altura del estípite y en función de su localización en la sección transversal del mismo.

Tal variación, si se tiene en cuenta, su ubicación en la sección transversal , puede llegar a ser de un 73% en la zona externa respecto de la zona central, en la parte basal y de 12% en la zona apical.

Si se tiene en cuenta la altura, en la zona externa pueden existir diferencias de un 98% entre la zona basal externa y apical externa y de 38% entre la zona central interna y apical interna.

Esto revela que el material puede tener valores de propiedades muy variables dependiendo de que sector consideremos.

Dado que el material pretende ser utilizado con fines estructurales, resulta importante determinar principalmente los valores mínimos de resistencia de los principales esfuerzos, pues a partir de ellos es que se establecen las tensiones admisibles.

Por estas razones, a partir del material recibido se realizaron los estudios sobre probetas que se extrajeron de la zona de menor densidad, es decir de la zona central del rollizo. Paralelamente también se estudiaron las propiedades del material en la zona periférica del rollizo.

#### ***1.2. Forma de aserrado***

Se seleccionaron 30 rollos de Palma, los cuales fueron medidos en su base y su extremo, siendo luego agrupados en grupos homogéneos de diámetro basal, lo cual pude suponer una igual maduración de los tejidos.

Cada uno de los rollos de aproximadamente 1,9 m. fué dividido en dos partes iguales, e identificados, luego de cada una de estas partes se extrajo un tablón central de 2,5" de espesor y tablas periféricas de 1" de espesor, conservando su identificación.

El material fué luego secado y una vez seco, se extraeron las probetas necesarias para los ensayos de flexión, compresión axial, compresión perpendicular, dureza y corte axial.

A partir de material verde se realizaron los ensayos de densidad y contracción volumétrica.

### ***1.3 Medidas de las probetas y normas de ensayo.***

Ensayo de flexión estática. Probeta de 2,5 x 2,5 x 41 cm

Norma ASTM D 143/94

Ensayo de compresión paralela. Probeta de 5 x 5 x 20 cm

Norma ASTM D 143/94

Ensayo de corte paralelo. Probeta de 5 x 5 x 6,3 cm

Norma ASTM D 143/94

Ensayo de compresión perpendicular. Probeta de 5x 5 x 15cm

Norma ASTM D 143/94

Ensayo de dureza. Probeta de 5 x 5 x 15 cm

Norma ASTM D 143/94

Ensayo de densidad aparente. Probeta de 2 x 2 x 2 cm

Ensayo de contracción volumétrica. Probeta de 2 x 2 x 2 cm

Norma IRAM 9543

Ensayo de contenido de humedad. Probeta de 2 x 2 x 2 cm

Norma IRAM 9532

### ***1.4. Descripción del equipamiento utilizado***

- Sierra sin fin de mesa. Motor de 4 HP, 1400 r.p.m. Volante de 90 cm. Sierra de acero común con dientes triangulares.
- Motosierra. Marca Sthil. Mod. 08
- Sierra circular escuadradora. Marca Merelle. Motor de 3 HP, 2850 r.p.m, con sierra con 48 dientes de widia.
- Garlopa. Motor de 2 HP Muñeco circular con dos cuchillas de acero.
- Cepilladora. Motor de 5 HP Muñeco con tres cuchillas de acero común.
- Lijadora de banda. Marca Sthil. Mod. B180 Motor de 5,5 HP, 1850 r.p.m., con lija grano 80.
- Máquina Universal de Ensayos. Marca Shimadtzu Mod. DSS 25T. Equipada con Celdas de carga de 2 y 25 Tn. Cabezales para ensayos de flexión con carga central, ensayos de compresión, corte y dureza.
- Estufa de Laboratorio. Marca WTB Binder. Mod. EED 115, con capacidad para alcanzar y mantener temperatura de  $103 \pm 2$  °C.
- Balanza analítica Marca Sartorius Mod. L 420 S Precisión 0,001gr.
- Calibre electrónico digital. Marca Digimess. Precisión 0,01mm.

### **1.5. Metodología**

La determinación de la densidad aparente anhidra del material se realizó siguiendo los lineamientos de la Norma IRAM 9544/73 Maderas . Método de determinación de la densidad aparente. Método por desplazamiento de mercurio. Método del volumenómetro de Breuill.

Del material entregado rollizos correspondientes a la parte media del estípite se seleccionaron 5 ejemplares cuyos diámetros medios oscilaban entre 15 – 16,5 cm. y su longitud variaba entre 189-191cm.

Estos fueron identificados con los números 17, 18, 24, 25 y 30.

Los rollizos fueron divididos en dos secciones iguales identificadas como basal y apical. De la zona central de cada sección se extrajo una torta de 2 cm de espesor, a partir de la cual se prepararon las probetas de ensayo.

Las probetas de ensayo eran pequeños cubos de 2cm de lado, que fueron extraídos a lo largo de una línea transversal de la torta sobre la línea de máximo diámetro.

Las probetas fueron numeradas e identificadas correlativamente de la siguiente manera:

- 1 Externa
- 2 Intermedia externa
- 3 Intermedia interna
- 4 Central
- 5 Intermedia interna
- 6 Intermedia externa
- 7 Externa

Esto mismo se repitió para cada una de las secciones obtenidas considerando además, si esta era apical o basal.

La determinación de las contracciones longitudinales totales se realizó siguiendo los lineamientos de la norma IRAM 9543/66 Maderas Método de ensayo de las contracciones totales axial, radial y tangencial.

Las probetas de este ensayo fueron extraídas de la siguiente manera, dado que por su organización anatómica, en el estípite, no es posible definir una orientación radial o tangencial.

Del material entregado se separaron 5 rollizos, que fueron identificados con los números 18, 19, 22, 23 y 24. Estos fueron divididos en dos sectores uno basal y otro apical.

En cada una de estos sectores se extrajeron 4 tortas, dos de 3 cm de espesor (probetas de contracción transversal o perpendicular al eje del estípite) y dos de 6 cm de espesor (probetas de contracción axial o paralela al eje del estípite)

De cada torta de 3 cm de espesor se extrajeron 4 probetas de ensayo en forma perpendicular al eje del rollizo, de 5cm x 2cm x 2cm, dos fueron extraídas de la zona periférica de la torta y dos de la zona central de la misma.

En total se extrajeron 40 probetas periféricas y 40 probetas centrales, en cada grupo, 20 pertenecían a la zona apical y las otras 20 a la zona basal del rollizo.

De cada torta de 6 cm se extrajeron 2 probetas de ensayo en forma paralela al eje del rollizo, de 5cm x 2cm x 2cm, una fue extraída de la zona periférica y otra de la zona central de la torta.

En total se prepararon 20 probetas periféricas y 20 probetas centrales, en cada grupo 10 pertenecían a la zona apical y las otras 10 a la zona basal del rollizo.

Del material sobrante se extrajeron las probetas para determinar la contracción volumétrica.

Las probetas para esta determinación eran probetas de 2cm x 2cm x 2cm, las que fueron extraídas de la zona basal y apical.

En total se extrajeron 20 probetas periféricas y 20 probetas basales, en cada grupo 10 pertenecían a la zona apical y 10 a la zona basal.

Las propiedades mecánicas del material fueron determinadas siguiendo los lineamientos de la norma ASTM D-143/85.

Para la extracción de las probetas de ensayo, se seleccionaron 15 rollizos que fueron identificados con números correlativos del 1 al 15, cada uno de estos rollizos fueron divididos en dos secciones iguales identificadas como basal y apical.

Cada rollizo fue aserrado haciéndole dos cantos y luego se extrajo de la zona central del mismo una pieza de 2,5" de espesor, a partir de la cual se prepararon las probetas de ensayo.

El material fue identificado correctamente y luego secado a un contenido de humedad del 12%.

Una vez seco el material de cada pieza se extrajo una tabla periférica de 27mm de espesor y un tablón central de 55mm de espesor por el largo de la pieza.

Este material fue cepillado hasta obtener el espesor final de 25mm en la tabla periférica y de 50mm en el tablón central.

A partir de cada una de las tablas periféricas se obtuvo una probeta para el ensayo de flexión ( probetas periféricas), de 25mm x 25mm x 410 mm las que fueron identificadas manteniendo el número de rollizo al que pertenecían y la ubicación que tenían en éste( parte apical o basal).

De este material, también se obtuvieron probetas para el ensayo de compresión paralela (probetas periféricas), de 10cm x 2,5cm x 2,5cm las que fueron identificadas manteniendo el número de rollizo al que pertenecían y la ubicación que tenían en éste( parte apical o basal) y probetas de 2,5cm x 5cm x 15cm para determinación de la dureza periférica.

A partir de cada uno de los tabloncillos centrales se obtuvo un listón central de 50mm x 50mm, por el largo de la sección, del cual se obtuvieron probetas para los ensayos de flexión, compresión paralela, compresión perpendicular y corte.



Las probetas de flexión (centrales), de similar medida a las anteriores fueron identificadas manteniendo el número de rollizo al que pertenecían y la ubicación que tenían en éste ( parte apical o basal).

Del material sobrante de este listón central se obtuvieron los siguientes tipos de probetas:

Compresión paralela de 200mm x 50mm x 50 mm

Compresión perpendicular de 150mm x 50mm x 50mm

Corte paralelo de 63mm x 50mm x 50mm.

Las probetas fueron identificadas manteniendo el número de rollizo al que pertenecían y la ubicación que tenían en éste( parte apical o basal).

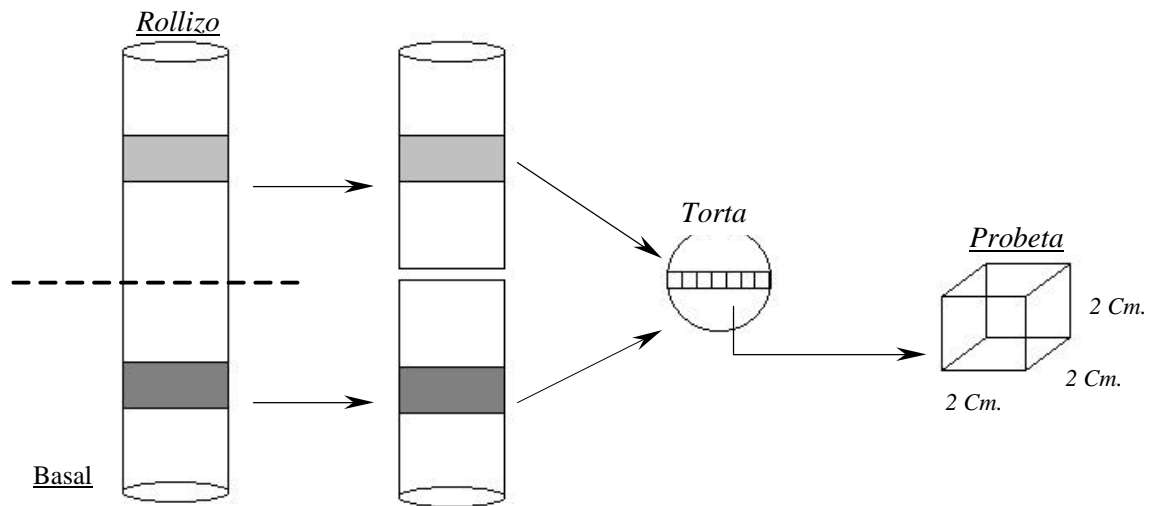
Las probetas para los ensayos de dureza Janka central, fueron obtenidas a partir de listones obtenidos de tablonés de 2" x 4"x 6 pies, del material utilizado en las pruebas de secado.

A partir de este material se obtuvieron listones centrales de 50mm x 50mm x 1800mm, de los cuales se extrajeron las probetas para determinar la dureza central del material:

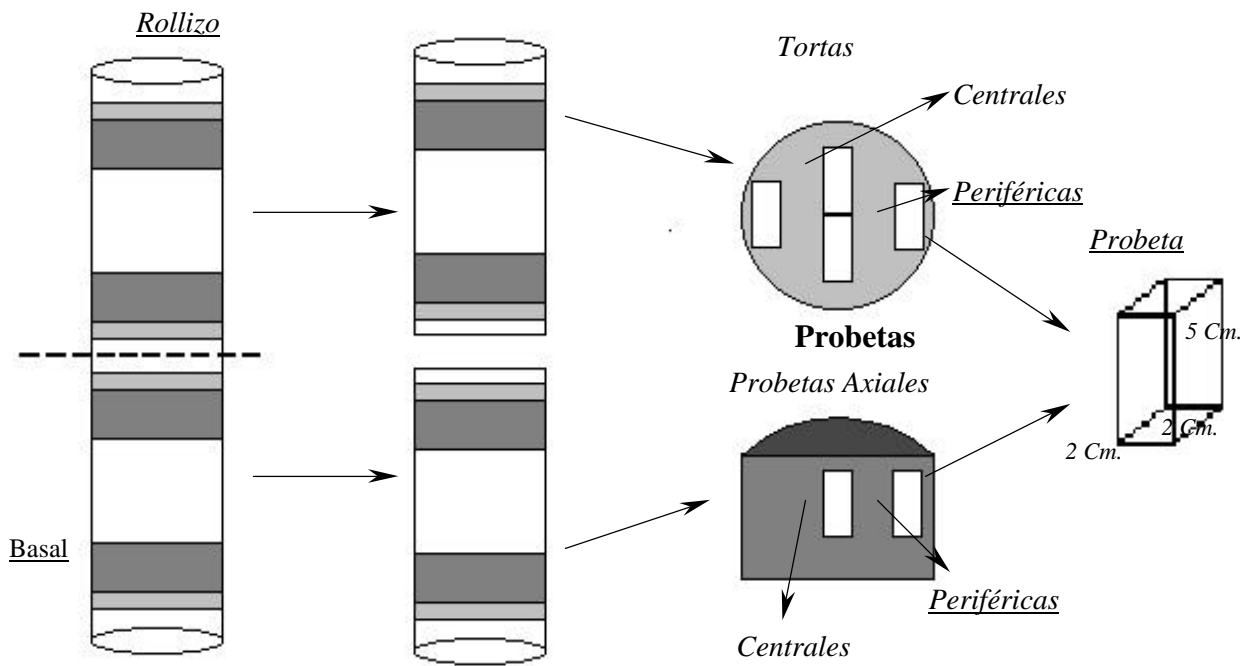
Dureza Janka 150mm x 50mm x 50mm

## ***1.6. Esquemas de obtención y tipo de probetas de ensayo.***

### ***1.6.1 Probetas para ensayo de densidad***



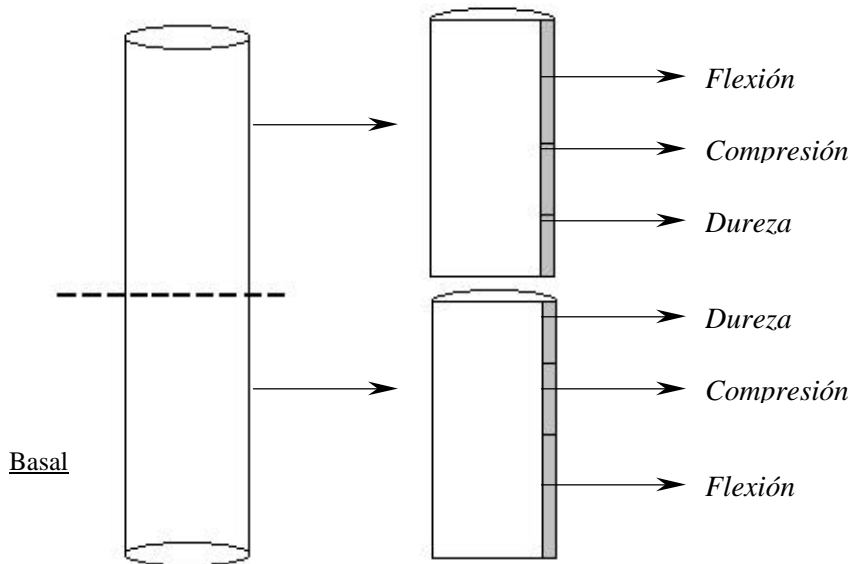
**1.6.2 Probetas para ensayo de contracción lineal total**



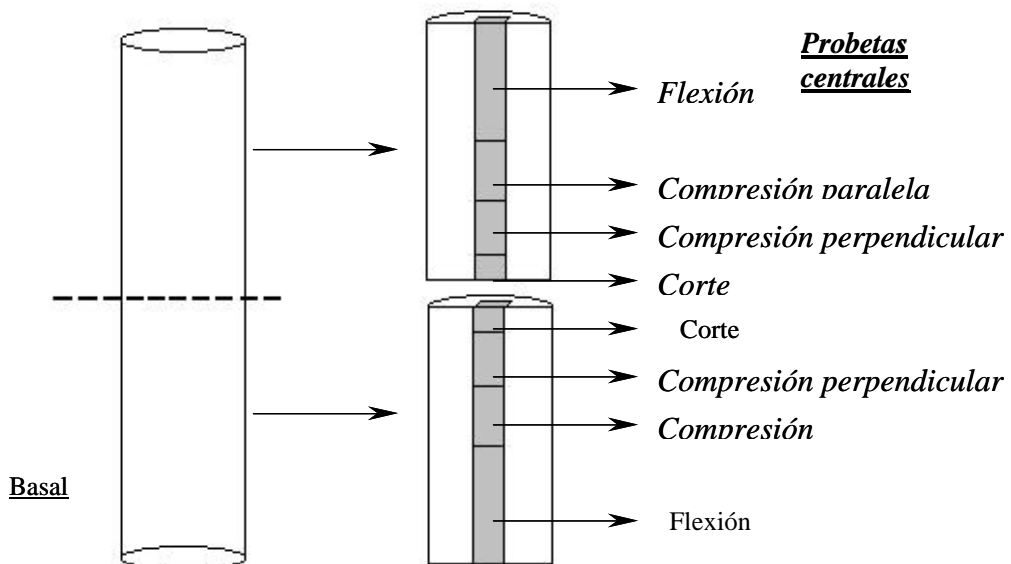
### 1.6.3. Probetas para ensayos mecánicos.

#### Probetas periféricas

Rollizo



Rollizo



## 2. Resultados

### 2.1 Características del material ensayado.

El material ensayado fueron rollos de palma extraídos del tercio medio del estípite con las siguientes dimensiones:

N° de rollo	Largo cm	Diámetro en la base cm	Diámetro en el ápice cm
1	189	17,0	16,0
2	189	17,0	16,0
3	191	18,0	17,0
4	190	16,0	16,0
5	190	18,5	15,0
6	191	16,0	16,0
7	191	17,5	16,0
8	190	18,5	15,5
9	191	17,0	15,0
10	187	16,5	15,0
11	189	19,5	15,0
12	189	19,0	16,0
13	189	17,0	15,0
14	189	16,5	15,0
15	191	17,0	15,0
17	190	18,5	16,0
18	189	16,5	16,5
19	191	17,0	16,0
22	190	16,0	14,0
23	191	18,0	14,0
24	191	19,0	15,5
25	191	15,5	15,0
30	191	17,5	15,5

El contenido de humedad promedio de este material variaba entre 60 y 103%, con un valor mínimo de 14 % y un valor máximo de 159 %.

El material a pesar de tratarse de rollos de similares medidas presentaba distinto peso y distinta coloración.

## 2.2 Determinación de la densidad aparente anhidra. Norma IRAM 9544

### 2.2.1 Valores de densidad aparente anhidra.

N° Rollizo	Sección	N° y tipo de probeta	Peso seco gr.	Volumen cm <sup>3</sup>	Densidad aparente anhidra gr/cm <sup>3</sup>
17	Basal	1 Externa	4,392	5,96	0,737
		2 Intermedia ext.	3,293	6,63	0,504
		3 Intermedia int.	2,975	6,62	0,449
		4 Central	2,644	6,51	0,406
		5 Intermedia int	2,737	6,64	0,412
		6 Intermedia ext.	3,067	6,62	0,463
		7 Externa	4,682	6,74	0,695
	Apical	1 Externa	4,232	6,00	0,705
		2 Intermedia ext.	3,168	6,40	0,495
		3 Intermedia int.	2,749	6,48	0,424
		4 Central	2,497	6,43	0,388
		5 Intermedia int	2,622	6,40	0,410
		6 Intermedia ext.	3,428	6,68	0,513
		7 Externa	3,027	4,04	0,749
18	Basal	1 Externa	5,330	6,80	0,784
		2 Intermedia ext.	3,847	7,05	0,546
		3 Intermedia int.	3,114	6,76	0,461
		4 Central	3,080	6,93	0,444
		5 Intermedia int	3,372	6,99	0,482
		6 Intermedia ext.	3,910	7,02	0,557
		7 Externa	4,843	6,12	0,791
	Apical	1 Externa	4,650	6,29	0,739
		2 Intermedia ext.	3,125	7,16	0,436
		3 Intermedia int.	2,968	7,12	0,417
		4 Central	2,732	6,93	0,394
		5 Intermedia int	3,045	7,03	0,433
		6 Intermedia ext.	3,200	7,05	0,454
		7 Externa	5,325	6,41	0,831

N° Rollizo	Sección	N° y tipo de probeta	Peso seco gr.	Volumen cm <sup>3</sup>	Densidad aparente anhidra gr/cm <sup>3</sup>
24	Basal	1 Externa	5,821	6,71	0,867
		2 Intermedia ext.	4,189	6,44	0,650
		3 Intermedia int.	3,437	5,84	0,588
		4 Central	3,183	5,71	0,557
		5 Intermedia int	3,407	5,81	0,586
		6 Intermedia ext.	3,931	6,42	0,612
		7 Externa	5,068	6,24	0,812
	Apical	1 Externa	5,570	6,71	0,830
		2 Intermedia ext.	4,216	6,73	0,626
		3 Intermedia int.	3,269	6,08	0,538
		4 Central	3,006	5,94	0,506
		5 Intermedia int	3,087	5,86	0,527
		6 Intermedia ext.	3,635	6,57	0,553
		7 Externa	5,099	7,02	0,726
25	Basal	1 Externa	3,723	4,30	0,866
		2 Intermedia ext.	3,883	6,24	0,622
		3 Intermedia int.	-	-	-
		4 Central	3,704	6,20	0,597
		5 Intermedia int	3,669	6,00	0,611
		6 Intermedia ext.	3,752	5,50	0,682
		7 Externa	4,569	6,01	0,760
	Apical	1 Externa	5,051	5,82	0,868
		2 Intermedia ext.	3,758	6,83	0,550
		3 Intermedia int.	3,416	6,62	0,516
		4 Central	3,270	6,51	0,502
		5 Intermedia int	3,373	6,35	0,531
		6 Intermedia ext.	3,320	5,98	0,555
		7 Externa	4,099	6,62	0,619
		1 Externa	4,926	5,91	0,833

		2 Intermedia ext.	3,791	6,73	0,563
		3 Intermedia int.	3,452	6,67	0,517
		4 Central	3,079	6,51	0,473
		5 Intermedia int	3,496	6,63	0,527
		6 Intermedia ext.	3,287	5,97	0,550
		7 Externa	4,904	6,44	0,761
	<b>Apical</b>	1 Externa	4,810	6,42	0,749
		2 Intermedia ext.	3,110	6,18	0,503
		3 Intermedia int.	2,655	5,73	0,463
		4 Central	2,510	5,53	0,460
		5 Intermedia int	2,754	5,98	0,460
		6 Intermedia ext.	3,281	6,17	0,532
		7 Externa	3,892	4,96	0,785

**2.2.2 Variación de la densidad en sentido del diámetro y de la altura del rollizo.**

**CUADRO I Sector Basal**

Sección N°	N° de probeta							Valor promedio de la sección
	1 Externa	2 Intermedia Externa	3 Intermedia Interna	4 Central	5 Intermedia Interna	6 Intermedia Externa	7 Externa	
<b>17</b>	0,737	0,504	0,449	0,406	0,412	0,463	0,695	<b>0,523</b>
<b>18</b>	0,784	0,546	0,461	0,444	0,482	0,557	0,791	<b>0,580</b>
<b>24</b>	0,867	0,650	0,588	0,557	0,586	0,612	0,812	<b>0,667</b>
<b>25</b>	0,866	0,622	-	0,597	0,611	0,682	0,760	<b>0,689</b>
<b>30</b>	0,833	0,563	0,517-	0,473	0,527	0,550	0,761	<b>0,603</b>
<b>Promedio de probeta</b>	<b>0,817</b>	<b>0,577</b>	<b>0,503</b>	<b>0,495</b>	<b>0,523</b>	<b>0,572</b>	<b>0,764</b>	

## CUADRO II Sector Apical

Sección N°	N° de probeta							Valor promedio de la sección
	1 Externa	2 Intermedia Externa	3 Intermedia Interna	4 Central	5 Intermedia Interna	6 Intermedia Externa	7 Externa	
17	0,705	0,495	0,424	0,388	0,410	0,513	0,749	<b>0,526</b>
18	0,739	0,436	0,417	0,394	0,433	0,454	0,831	<b>0,529</b>
24	0,830	0,626	0,538	0,506	0,527	0,553	0,726	<b>0,615</b>
25	0,868	0,550	0,516	0,502	0,531	0,555	0,619	<b>0,591</b>
30	0,749	0,503	0,463	0,460	0,460	0,532	0,785	<b>0,564</b>
Promedio de probeta	<b>0,778</b>	<b>0,522</b>	<b>0,471</b>	<b>0,451</b>	<b>0,472</b>	<b>0,521</b>	<b>0,742</b>	

Valor de densidad aparente anhidra promedio del material  
0,587 gr/cm<sup>3</sup>

Valor de densidad aparente anhidra promedio zona central del material  
0,512 gr/cm<sup>3</sup>

Valor de densidad aparente anhidra promedio zona periférica del material  
0,775 gr/cm<sup>3</sup>

Percentil inferior 5 %

0,408 gr/cm<sup>3</sup>

Valor máximo de densidad aparente anhidra

0,868 gr/cm<sup>3</sup>

Valor mínimo de densidad aparente anhidra

0,388 gr/cm<sup>3</sup>

### 2.3. Contracciones totales lineales. Norma IRAM 9543/66

#### 2.3.1 Valores de contracción lineal total transversal o perpendicular al eje.

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
18	APICAL	Periférica	1	1	1,85
				2	2,35
			2	1	1,60
		2		1,77	
		Central	1	1	2,95
				2	1,92
	2	1	2,25		
		2	1,5		
		Periférica	1	1	1,45
				2	1,40



	BASAL		2	1	1,37
				2	1,45
		Central	1	1	2,60
				2	1,28
			2	1	1,75
				2	1,45

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
19	APICAL	Periférica	1	1	2,93
				2	2,49
			2	1	2,25
		Central	1	1	3,58
				2	2,19
			2	1	2,93
	BASAL	Periférica	1	1	2,23
				2	3,21
			2	1	2,19
				2	1,92
		Central	1	1	3,41
				2	2,36
			2	1	2,04
				2	1,92

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
22	APICAL	Periférica	1	1	3,29
				2	2,88
			2	1	2,96
		Central	1	1	4,15
				2	3,69
			2	1	3,19
	BASAL	Periférica	1	1	2,87
				2	2,80
			2	1	2,75
				2	2,74
		Central	1	1	3,45
				2	2,82
			2	1	3,18
				2	2,85

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
23	APICAL	Periférica	1	1	2,63
				2	3,19
		2	1	2,93	
			2	3,41	
		Central	1	1	4,14
				2	4,55
	2	1	3,91		
		2	2,94		
	BASAL	Periférica	1	1	2,99
				2	3,03
			2	1	2,94
				2	2,49
		Central	1	1	3,29
				2	3,19
2			1	3,05	
			2	2,99	

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
24	APICAL	Periférica	1	1	7,25
				2	7,35
		2	1	4,55	
			2	4,70	
		Central	1	1	8,25
				2	8,45
	2	1	5,30		
		2	8,40		
	BASAL	Periférica	1	1	6,25
				2	6,55
			2	1	4,50
				2	3,00
		Central	1	1	6,30
				2	6,35
2			1	5,65	
			2	5,25	

**2.3.2 CUADRO III . Variación de la contracción lineal total transversal o perpendicular al eje en sentido del diámetro y la altura del rollizo**

N° de probeta	Sector apical		Sector basal	
	Contracción transversal total probeta periférica %	Contracción transversal total probetas centrales %	Contracción transversal total probeta periférica %	Contracción transversal total probetas centrales %
1	2,63	4,14	2,99	3,29
2	3,19	4,55	3,03	3,19
3	2,93	3,91	2,94	3,05
4	3,41	2,94	2,49	2,99
5	3,29	4,15	2,87	3,45
6	2,88	3,69	2,80	2,82
7	2,96	3,19	2,75	3,18
8	2,88	3,76	2,74	2,85
9	2,93	3,58	2,23	3,41
10	2,49	2,19	3,21	2,36
11	2,25	2,93	2,19	2,04
12	2,35	2,81	1,92	1,92
13	1,85	2,95	1,45	2,60
14	2,35	1,92	1,40	1,28
15	1,60	2,25	1,37	1,75
16	1,77	1,50	1,45	1,45
17	7,25	8,25	6,25	6,30
18	7,35	8,45	6,55	6,35
19	4,55	5,30	4,50	5,65
20	4,70	8,40	3,00	5,25
<b>Promedio</b>	<b>3,28</b>	<b>4,04</b>	<b>2,90</b>	<b>3,26</b>
Desvío	1,59	2,07	1,41	1,50
Valor máximo	7,35	8,45	6,55	6,35
Valor mínimo	1,60	1,50	1,37	1,28

Contracción transversal total periférica promedio	3,09 %
Contracción transversal total periférica máxima	7,35 %
Contracción transversal total periférica mínima	1,37 %
Contracción transversal total central promedio	3,65 %
Contracción transversal total central máxima	8,45 %
Contracción transversal total central mínima	1,28 %

### 2.3.3 Valores de contracción lineal axial total o paralela al eje.

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
18	APICAL	Periférica	1	1	0,07
			2	1	0,04
		Central	1	1	0,22
			2	1	0,20
	BASAL	Periférica	1	1	0,20
			2	1	0,10
		Central	1	1	0,35
			2	1	0,30

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
19	APICAL	Periférica	1	1	0,10
			2	1	0,12
		Central	1	1	0,13
			2	1	0,10
	BASAL	Periférica	1	1	0,09
			2	1	0,14
		Central	1	1	0,10
			2	1	0,20

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
22	APICAL	Periférica	1	1	0,08
			2	1	0,12
		Central	1	1	0,06
			2	1	0,17
	BASAL	Periférica	1	1	0,10
			2	1	0,08
		Central	1	1	0,10
			2	1	0,13

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
23	APICAL	Periférica	1	1	0,06
			2	1	0,09
		Central	1	1	0,09
			2	1	0,11
	BASAL	Periférica	1	1	0,09
			2	1	0,10
		Central	1	1	0,10
			2	1	0,10

N° rollizo	Zona de rollizo	Zona de la torta	N° Torta	N° de probeta	Contracción %
24	APICAL	Periférica	1	1	0,16
			2	1	0,06
		Central	1	1	0,06
			2	1	0,01
	BASAL	Periférica	1	1	0,17
			2	1	0,00
		Central	1	1	0,20
			2	1	0,28

**2.3.4. CUADRO IV. Variación de la contracción lineal total longitudinal o paralela al eje, en sentido del diámetro y la altura del rollizo.**

N° de probeta	Sector apical		Sector basal	
	Contracción paralela total probeta periférica %	Contracción paralela total probetas centrales %	Contracción paralela total probeta periférica %	Contracción paralela total probetas centrales %
1	0,07	0,22	0,20	0,35
2	0,04	0,20	0,10	0,30
3	0,10	0,13	0,09	0,10
4	0,12	0,10	0,14	0,20
5	0,08	0,06	0,10	0,10
6	0,12	0,17	0,08	0,13
7	0,06	0,09	0,09	0,10
8	0,09	0,11	0,10	0,10
9	0,16	0,06	0,00	0,20
10	0,06	0,01	0,17	0,28
<b>Promedio</b>	<b>0,09</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,18</b>
Desvío	0,03	0,06	0,05	0,09
Valor máximo	0,16	0,22	0,20	0,35
Valor mínimo	0,04	0,06	0,00	0,10

Contracción axial total periférica promedio	0,10 %
Contracción axial total periférica máxima	0,20 %
Contracción axial total periférica mínima	0,03 %
Contracción axial total central promedio	0,15 %

Contracción axial total central máxima	0,35 %
Contracción axial total central mínima	0,06 %

## 2.4. Contracción Volumétrica.

### 2.4.1 Valores de contracción volumétrica.

Rollo N°	Probeta N°	Contracción volumétrica %			
		Apicales		Basales	
		Periféricas	Centrales	Periféricas	Centrales
18	1	7,25	7,5	4,28	5,86
	2	7,30	7,7	4,7	5,68
19	1	7,37	7,66	5,54	6,23
	2	7,55	7,74	5,92	6,19
22	1	7,01	7,90	6,75	6,70
	2	7,80	7,92	5,88	6,70
23	1	7,30	8,25	6,79	6,41
	2	8,50	8,61	6,96	6,86
24	1	8,18	8,48	7,5	7,37
	2	8,70	8,88	6,38	7,16

### 2.4.2 CUADRO V. Variación de la contracción volumétrica en función del diámetro y de la altura del rollizo.

Probeta N°	Contracción volumétrica %			
	Apicales		Basales	
	Periféricas	Centrales	Periféricas	Centrales
1	7,25	7,50	4,28	5,86
2	7,30	7,70	4,70	5,68
3	7,37	7,66	5,54	6,23
4	7,55	7,74	5,92	6,19
5	7,01	7,90	6,75	6,70
6	7,80	7,92	5,88	6,70
7	7,30	8,25	6,79	6,41
8	8,50	8,61	6,96	6,86
9	8,18	8,48	7,50	7,37
10	8,70	8,88	6,38	7,16
<b>Promedio</b>	<b>7,67</b>	<b>8,06</b>	<b>6,07</b>	<b>6,44</b>
Desvío	0,51	0,46	1,01	0,56

Valor máximo	8,70	8,88	7,50	7,37
Valor mínimo	7,01	7,50	4,28	5,68

Contracción volumétrica total periférica promedio	6,88 %
Contracción volumétrica total periférica máxima	8,70 %
Contracción volumétrica total periférica mínima	4,28 %
Contracción volumétrica total central promedio	7,28 %
Contracción volumétrica total central máxima	8,88 %
Contracción volumétrica total central mínima	5,68 %

**2.5 Determinación de la resistencia a la flexión y del Módulo de elasticidad. Norma ASTM D-143/85 Parte II Punto 247.**

**2.5.1. CUADRO VI. Valores de las probetas periféricas**

N° de rollo	Probetas de ubicación periférica			
	Apical		Basal	
	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>
1	625	66.676	738	75.544
2	642	61.777	663	61.303
3	453	43.671	863	81.993
4	606	66.179	684	70.928
5	512	52.444	646	72.156
6	647	62.330	726	63.839
7	888	55.019	1.162	88.030
8	331	27.324	555	55.435
9	620	55.896	900	63.666
10	440	41.155	461	51.494
11	367	39.191	562	53.897
12	408	46.088	471	68.634
13	497	56.233	563	65.209
14	522	55.559	657	74.593
15	493	68.288	547	60.551
<b>Promedio</b>	<b>536</b>	<b>53.188</b>	<b>680</b>	<b>67.151</b>
Desvío	140	11.688	184	10.303
Valor máximo	888	68.288	1.162	88.030
Valor mínimo	331	27.324	461	51.494

## 2.5.2 CUADRO VII. Valores de las probetas centrales

N° de rollo	Probetas de ubicación central			
	Apical		Basal	
	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>
1	311	23.214	338	22.839
2	132	25.074	297	27.602
3	253	31227	270	22.435
4	191	25.509	191	26.992
5	150	13.221	157	21.328
6	243	23.611	372	34.725
7	364	34.856	391	40.477
8	177	15.310	202	19.926
9	257	22.873	486	41.146
10	261	20.063	267	22.770
11	183	20.444	250	30.735
12	122	16.939	178	21.763
13	207	20.180	311	22.151
14	154	14.429	199	24.335
15	198	23.325	217	25.571
<b>Promedio</b>	<b>213</b>	<b>22.018</b>	<b>275</b>	<b>26.986</b>
Desvío	67,8	5.934	92,1	6.835
Valor máximo	364	34.856	486	41.146
Valor mínimo	122	13.221	157	19.926

Resistencia a la flexión promedio del material	426 Kgr/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión promedio periférica del material	584 Kgr/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión promedio central del material	244 Kgr/cm <sup>2</sup>
Percentil 5 % inferior flexión	154 Kgr/cm <sup>2</sup>
Valor máximo de resistencia a la flexión	1.162 Kgr/cm <sup>2</sup>
Valor mínimo de resistencia a la flexión	122 Kgr/cm <sup>2</sup>

Módulo de elasticidad en flexión promedio del material	41.987
Kgr/cm <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad en flexión característico del material	41.987
Kgr/cm <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad promedio en flexión promedio periférico	57.946
Kgr/cm <sup>2</sup>	
Módulo de elasticidad promedio en flexión promedio centr	23.749 Kgr/cm <sup>2</sup>



Valor máximo del módulo de elasticidad en flexión	88.030 Kgr/cm <sup>2</sup>
Valor mínimo del módulo de elasticidad en flexión	13.221 Kgr/cm <sup>2</sup>

**2.6. Determinación de la resistencia a la compresión axial y del Módulo de elasticidad. Norma ASTM D-143/85 Parte I. Punto 55.**

**2.6.1 CUADRO VIII. Valores de las probetas centrales**

N° de rollo	Probetas de ubicación central			
	Apical		Basal	
	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad Kg/cm <sup>2</sup>
1	105	32.386	166	50.667
2	138	41.936	144	42.500
3	108	32.333	162	46.023
4	190	49.167	106	67.105
5	100	48.000	66	31.035
6	128	39.063	164	46.667
7	184	48.061	275	120.000
8	68	29.032	96	33.649
9	146	51.667	168	48.947
10	120	41.897	134	28.500
11	108	31.125	86	65.294
12	88	51.429	92	32.250
13	146	30.000	134	53.906
14	96	43.548	110	47.143
15	114	117.857	127	49.412
<b>Promedio</b>	<b>123</b>	<b>45.833</b>	<b>135</b>	<b>50.873</b>
Desvío	34	21.493	50	22.245
Valor máximo	184	117.857	275	120.000
Valor mínimo	68	30.000	66	28.500

## 2.6.2 CUADRO IX. *Valores de las probetas periféricas*

N° de rollo	Probetas de ubicación periférica	
	Basal	Apical
	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>	Tensión de rotura Kg/cm <sup>2</sup>
1	344	368
2	416	424
3	236	320
4	512	344
5	456	160
6	208	176
7	304	188
8	120	68
9	448	392
10	232	248
11	336	240
12	408	176
13	116	224
14	224	512
15	184	176
<b>Promedio</b>	<b>303</b>	<b>268</b>
Desvío	126	121
Valor máximo	512	512
Valor mínimo	116	68

Resistencia a la compresión paralela promedio del material	207 Kgr/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión promedio periférica del material	285 Kgr/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión promedio central del material	129 Kgr/cm <sup>2</sup>
Percentil 5 % inferior compresión paralela	96 Kgr/cm <sup>2</sup>
Valor máximo de resistencia a la compresión paralela	512 Kgr/cm <sup>2</sup>
Valor mínimo de resistencia a la compresión paralela	66 Kgr/cm <sup>2</sup>

**2.7. Determinación de la resistencia a la compresión perpendicular. Norma ASTM D-143/85 Parte I Punto 79.**

**CUADRO X. Valores de las probetas centrales**

N° de rollo	Probetas centrales	
	Apicales	Basales
	Tensión Límite Kg/cm <sup>2</sup>	Tensión Límite Kg/cm <sup>2</sup>
1	49	63
2	74	94
3	46	41
4	42	58
5	32	48
6	68	65
7	49	58
8	36	39
9	55	58
10	33	30
11	40	47
12	53	48
13	28	33
14	40	43
<b>Promedio</b>	<b>46</b>	<b>51</b>
Desvío	13,2	16,2
Valor máximo	74	94
Valor mínimo	28	30

Resistencia a la compresión perpendicular promedio central 48,9 Kgr/cm<sup>2</sup>

Percentil 5% inferior compresión perpendicular 30 Kgr/cm<sup>2</sup>

Valor máximo de resistencia a la compresión perpendicular 94 Kgr/cm<sup>2</sup>

Valor mínimo de resistencia a la compresión perpendicular 28 Kgr/cm<sup>2</sup>

**2.8 Determinación de la resistencia al corte axial. Norma ASTM D-143/85 Parte I. Punto 89.**

**CUADRO XI. Valores de las probetas centrales**

N° de Rollo	Probetas centrales	
	Apicales	Basales
	Tensión de rotura Kg/ cm <sup>2</sup>	Tensión de rotura Kg/ cm <sup>2</sup>
1	19	24
2	22	13
3	26	19
4	8	30
5	13	31
6	14	48
7	30	10
8	21	18
9	19	22
10	10	25
11	16	12
12	15	26
13	17	25
14	11	24
15	21	23
<b>Promedio</b>	<b>17,4</b>	<b>23,3</b>
Desvío	6,0	9,2
Valor máximo	30	48
Valor mínimo	8	10

Resistencia al corte axial promedio central del material 20,4 Kgr/cm<sup>2</sup>

Percentil 5 % corte axial 10 Kgr/cm<sup>2</sup>

Valor máximo de resistencia al corte axial 48 Kgr/cm<sup>2</sup>

Valor mínimo de resistencia al corte axial 8 Kgr/cm<sup>2</sup>

**2.9. Determinación de la dureza Janka . Norma ASTM D-143/85 Parte I.  
Punto 85.**

**2.9.1 CUADRO XII. Valores de las probetas centrales**

Transversal				Perpendicular			
N° probeta		N° probeta		N° probeta		N° probeta	
1	207	16	187	1	166	16	152
2	228	17	273	2	192	17	216
3	159	18	155	3	231	18	164
4	252	19	300	4	230	19	254
5	251	20	137	5	274	20	137
6	180	21	333	6	156	21	350
7	185	22	235	7	134	22	185
8	147	23	287	8	157	23	303
9	126	24	141	9	143	24	156
10	300	25	275	10	266	25	220
11	160	26	140	11	140	26	146
12	350	27	165	12	470	27	183
13	160	28	220	13	105	28	275
14	157	29	135	14	155	29	108
15	163	30	175	15	167	30	141
<b>Promedio</b>		<b>206</b>	<b>Promedio</b>		<b>199</b>		
Máximo		333	Máximo		470		
Mínimo		126	Mínimo		108		
Desvío		65	Desvío		79		

### 2.9.2 CUADRO XIII. Valores de las probetas periféricas

N° de rolo	Periféricas		Periféricas	
	Transversal basal Kg	Transversales apical Kg	Perpendicular basal Kg	Perpendicular apical Kg
1	495	400	710	540
2	502	475	760	515
3	390	495	530	505
4	592	300	930	280
5	225	240	285	270
6	510	360	770	340
7	480	272	735	260
8	382	173	410	230
9	655	565	780	685
10	312	207	255	240
11	225	301	230	370
12	320	270	285	275
13	305	247	355	300
14	200	331	195	560
15	410	255	542	305
<b>Promedio</b>	<b>400</b>	<b>326</b>	<b>518</b>	<b>378</b>
Desvío	137	113	257	143
Valor máximo	655	565	930	685
Valor mínimo	200	173	195	230

Dureza Janka transversal central promedio	206 Kgr
Dureza Janka perpendicular central promedio	199 Kgr
Dureza Janka transversal periférica promedio	363 Kgr
Dureza Janka perpendicular periférica promedio	448 Kgr
Valor máximo de dureza transversal	655 Kgr
Valor máximo de dureza perpendicular	930 Kgr
Valor mínimo de dureza transversal	126 Kgr
Valor mínimo de dureza perpendicular	108 Kgr

### 3. Propiedades físico-mecánicas de la palma blanca. Valores promedio del material ensayado

<b>PROPIEDADES</b>		
<i>PROPIEDADES FISICAS</i>	<i>UNIDADES</i>	<i>VALORES PROMEDIO</i>
<i>Densidad aparente anhidra</i>	gr/cm <sup>3</sup>	0,587
<i>Contracción lineal total transversal periférica</i>	%	3,09
<i>Contracción lineal total transversal central</i>	%	3,65
<i>Contracción lineal axial</i>	%	0,15
<i>Contracción volumétrica total</i>	%	7,08
<i>PROPIEDADES MECANICAS</i>		
<i>Módulo de rotura en flexión</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	426
<i>Módulo de elasticidad en flexión</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	41.987
<i>Módulo de rotura en compresión paralela</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	207
<i>Módulo de elasticidad en compresión paralela</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	48.353
<i>Tensión al límite compresión perpendicular</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	48,9
<i>Modulo de rotura al corte paralelo</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	20,4
<i>Dureza Janka transversal</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	284,5
<i>Dureza Janka perpendicular</i>	Kg/cm <sup>2</sup>	323,5

#### **4.Conclusiones.**

El material proveniente de rollizos de Palma Blanca ( Copernicia alba), es variable en sus propiedades físicas y mecánicas.

Ello es debido al tipo de crecimiento que tiene la especie y al diferente grado de desarrollo que presenta en el estípite.

En él pueden distinguirse dos zonas, una zona periférica que aparece marcada por un color algo más oscuro de los haces vasculares y que ocupa entre un 25 - 30% del área transversal de la torta y una zona central algo más clara que ocupa entre un 75- 70 % del área transversal de la torta.

#### **4.1 Densidad**

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos puede verse que la densidad del material puede variar entre 0,388 gr/cm<sup>3</sup> y 0,868gr/cm<sup>3</sup>.

La variación de la densidad se da tanto en sentido del diámetro del rollizo, como en sentido de la altura de éste.(CUADROS I –II).

Del análisis de los CUADROS I y II surge que la variación de la densidad, en sentido del diámetro es más importante que la variación en sentido de la altura del rollizo.

La zona de menor densidad es siempre la zona central del rollizo, esta zona puede ser hasta un 87% menos densa que la zona periférica en la parte apical del rollizo y hasta un 81% menos densa en la zona basal del mismo.

Entre la zona apical y basal de los rollizos ensayados se observan diferencias de densidad que no resultan ser significativas, debido probablemente al hecho de que se trabajó con rollizos de la zona intermedia del estípite y no con el total de éste.

Los menores valores de densidad se observan en la zona apical tanto se considere la zona periférica o central.

De considerarse la totalidad del estípite la variación de la densidad entre la zona basal de este y el ápice, podría también ser importante.

Este patrón de variación de la densidad se repite en mayor o menor grado para el resto de las propiedades determinadas.

#### **4.2 Contracción**

En cuanto a las contracciones lineales que puede presentar el material (CUADROS III- IV), las mismas son bajas, existe poca diferencia entre la contracción lineal transversal periférica y central.

En la zona periférica la contracción lineal transversal promedio del material es de 3,09%, en la zona central 3,65%.

También en este caso se observa que la contracción transversal tiende a variar en sentido de la altura, siendo los valores de ésta, tanto periférica como central mayores en la zona apical (3,38%-4,04%) que en la zona basal del rollizo (2,9%-3,26), aunque mantienen casi su paridad y su diferencia no resulta significativa.

Por esta razón el material resulta tener una buena estabilidad dimensional y poca tendencia a la deformación, durante su secado.



Con respecto a la contracción volumétrica (CUADRO V), la misma también es baja.

Considerando los valores promedio, es mayor en la zona central 7,25%, que en la zona periférica(6,88 %) y también tiende a variar en sentido longitudinal del rollizo, es mayor en la zona apical 7,87%, que en la zona basal 6,26, del mismo.

Esto determina que el material tenga poca tendencia al rajado durante su secado.

### ***4.3 Flexión***

En cuanto a la resistencia a la flexión (CUADROS VI –VII), considerando los valores promedio, puede verse que la resistencia de la zona periférica es entre un 151 y 147 % mayor que la resistencia a la flexión de la zona central.

También para esta propiedad se observa que existe una variación de la resistencia a la flexión en sentido longitudinal del rollizo, aunque ésta diferencia no surge como significativa, por tratarse de un tramo relativamente corto del estípite.

Cuando se relaciona la resistencia a la flexión con 100 veces la densidad, se obtiene la cota de flexión, esta cota nos permite clasificar al material según su resistencia a la flexión.

Si se considera por separado la zona periférica, de la central y se calcula esta cota en función de los valores promedios correspondientes a cada zona, surge que el material proveniente de la zona periférica tiene una cota de flexión igual a 7,53 y el material proveniente de la zona central tiene una cota de flexión igual a 4,76, por lo cual el material proveniente de ambas zonas debe ser clasificado como de baja resistencia a la flexión.(cotas de flexión menores de 10).

### ***4.4 Compresión paralela***

En lo que respecta a la resistencia a la compresión paralela (CUADROS VIII y IX), considerando los valores promedio, la resistencia de la zona periférica es entre 124 y 117 % mayor que la resistencia de la zona central.

También para esta propiedad se observa que existe una variación de la resistencia a la compresión paralela en sentido longitudinal del rollizo, aunque ésta diferencia no surge como significativa, por tratarse de un tramo relativamente corto del estípite.

Cuando se relaciona la resistencia a la compresión paralela con 100 veces la densidad<sup>2</sup>, se obtiene la cota de compresión específica, esta cota nos permite clasificar al material según su resistencia a la compresión paralela.

Si se considera por separado la zona periférica, de la central y se calcula esta cota en función de los valores promedios correspondientes a cada zona, surge que el material proveniente de la zona periférica tiene una cota específica igual a 4,74 y el material proveniente de la zona central tiene una cota de flexión igual a 4,92, por lo cual el material proveniente de ambas zonas debe ser clasificado como de baja resistencia a los esfuerzos de compresión paralela (cotas específicas menores de 5).

#### ***4.5 Corte y compresión perpendicular***

La resistencia al corte paralelo y a la compresión perpendicular (CUADROS X , XI), sólo se determinaron en la zona central del rollizo y los resultados muestran, considerando los valores promedios que si bien los valores de resistencia para ambas propiedades son mayores en la zona basal que en la zona apical, esta diferencia no resulta significativa.

Cuando se relaciona el módulo de rotura al corte con 100 veces la densidad, se obtiene la cota de corte; en este caso esta cota tiene un valor de 0,4 , lo cual indica que la resistencia al corte también es baja.

En lo que respecta a la resistencia a la compresión perpendicular teniendo en cuenta que la carga elástica está en el orden de 300 veces la densidad, ésta resulta también ser baja, el valor promedio de esta propiedad es 83 veces la densidad promedio.

#### **4.6 Dureza**

En cuanto a la dureza del material, si se consideran por separado las zonas periférica y central, considerando los valores promedio de dureza perpendicular, el material proveniente de la zona periférica con una dureza perpendicular Janka promedio de 448 Kgr, debe ser clasificado como un material blando (Dureza perpendicular Janka entre 301-500 Kgr), mientras que el material proveniente de la zona central con una dureza perpendicular promedio de 198 Kgr. es un material muy blando (Dureza perpendicular Janka menor de 300 Kgr).

De acuerdo a su dureza Janka perpendicular promedio 324 Kgr., el material debe ser clasificado como blando, ya que el valor promedio de su dureza perpendicular oscila entre 301-500 Kgr.

### **5. RECOMENDACIONES GENERALES**

Considerando las propiedades que presenta el material, el mismo no es de los más convenientes para un uso estructural debido a la baja relación resistencia peso que presenta.

No obstante si se quiere destinar a tal fin, la mejor utilización para aprovechar su máxima resistencia, sería como madera redonda, pues al ser aserrado y escuadrado prácticamente se elimina la zona periférica del mismo, que es la zona más resistente.

El material puede tener aplicaciones en usos no estructurales, tales como material para revestimientos, molduras, tableros alistonados, madera laminada encolada, perfiles encolados, carpintería interior, muebles.

Para estos usos presenta algunas características deseables, como por ejemplo, baja contracción, buena apariencia, color y diseño atractivos, baja tendencia al rajado, facilidad de ser trabajada con maquinaria común. Aunque puede desprender fibras, una vez lijada su superficie resulta con buena terminación,

facil de encolar, aunque faltan estudiar otros aspectos como por ejemplo la facilidad de curvado, las características de acabado superficial y otras.

Otros usos podrían ser listones de yesero, cabos de cuchillos, moldes de madera, talabartería (armazones), tejuelas, bobinas, botones, cepillos, cucharas de madera.

# **COMPONENTE DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

## **1. Introducción**

El objetivo de esta fase del proyecto fue transferir el know-how del proceso de secado y de impregnación del material de palma a una escala de producción en plantas en funcionamiento.

Para ello se identificó un secadero en la provincia de Formosa y se evaluaron plantas de impregnación en la provincia de Entre Ríos.

## **2. Transferencia al sector industrial del conocimiento sobre secado de palma**

Para llevar a cabo esta actividad, se realizó un proceso de secado a escala industrial en la localidad de Pirané, Provincia de Formosa.

### ***2.1. Material -Características***

El material utilizado fueron tablas de palma de 5 cm de espesor, anchos de 10 cm y 2,10 m de largo aproximadamente. El volumen aproximado de la carga fue de 8 m<sup>3</sup>.

El corte de la madera no presentaba uniformidad, dado que en una misma pieza los espesores variaban más de 5 mm.

Dentro del lote se pudo observar que existían tablas de palma en diferentes estadios de crecimiento (palma blanca, colorada y negra), lo que hacía presumir que el comportamiento frente al proceso sería diferente.

En algunas tablas, especialmente las de color más claro, se podía observar la presencia de hongos.

### ***2.2. Equipo utilizado***

El proceso fue llevado a cabo en una cámara de secado de la empresa MADER VENT S.A., con un volumen de 34m<sup>3</sup> y una capacidad real de carga

de aproximadamente 10 m<sup>3</sup>; de paredes de mampostería, puerta de carga y de inspección de metal.

La misma presentaba un sistema de circulación forzada de aire generada por ventiladores, del tipo axial, con inversión de giro. Un sistema de calentamiento y un sistema de atomización de agua por spray, alimentados por una caldera a leña del tipo humotubular.

El proceso dentro de la cámara fue controlado por un controlador electrónico de origen alemán marca Holzmeister. Este controlador que considera 5 fases de secado permite cargar los parámetros de temperatura de secado, humedad de equilibrio, gradiente de secado, duración de las fases y humedad final de la madera.

Las limitaciones de los equipos hizo necesario modificar el programa de secado que se pretendía poner en marcha. Estos parámetros se cambiaron teniendo en cuenta las limitaciones del equipo y las experiencias desarrolladas durante la ejecución del proyecto.

### *2.3. Estibas*

El material fue estibado sobre pallets, en camadas separadas entre si por separadores equidistantes, ubicados cada 30cm.

Debido a las diferencias en el espesor de las tablas, se podía observar un defectuoso acomodamiento del material, lo que sería generador de parte de los defectos observados luego del proceso de secado.

### *2.4. Procedimientos de control*

Al inicio del proceso de secado y al finalizar el mismo se retiraron muestras para la determinación de las humedades respectivas y gradientes, realizando una clasificación visual por color del material.

El material fue derivado a la Facultad de Recursos Naturales de la UNaF (Ing. Ftal. Carmen Sosa Pinilla) quienes aplicaron para la determinación de humedad la Norma IRAM 9532.

### 3. Resultados obtenidos en secadero industrial

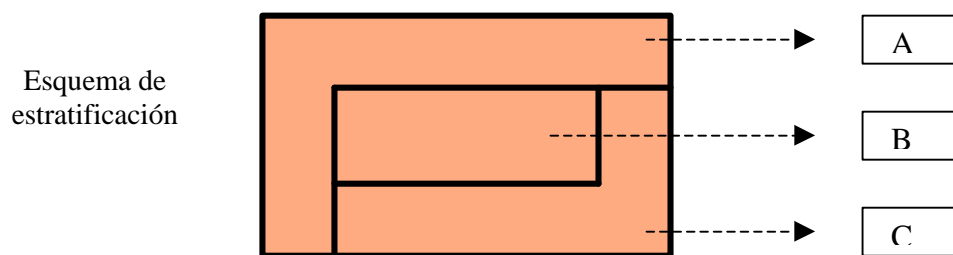
#### 3.1. Determinación de humedad inicial

MUESTRA	% DE HUMEDAD
M1 – Palma Blanca	97.77
M2 – Palma Rosa	105.78
M3 – Palma Colorada	67.14
M4 – Palma negra	61.99

#### 3.2. Determinación de humedad final

MUESTRA	% DE HUMEDAD
M1 – Palma Blanca	8.35
M2 – Palma Rosa	6.85
M3 – Palma Colorada	5.39
M4 – Palma negra	5.22

#### 3.3. Determinación de gradiente de humedad





Muestra	Sector	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Humedad
<b>M1 Palma blanca</b>	<b>A</b>	42.0	23.6	22.7	22.6	22.4	<b>87.6</b>
	<b>B</b>	21.8	9.7	9.2	9.2	9.2	<b>136.7</b>
	<b>C</b>	35.3	19.8	19.0	18.9	18.8	<b>87.9</b>
<b>M2 Palma rosada</b>	<b>A</b>	38.1	23.3	21.5	21.4	21.2	<b>79.5</b>
	<b>B</b>	27.4	14.6	10.6	10.5	10.4	<b>163.1</b>
	<b>C</b>	33.0	18.2	15.7	15.7	15.5	<b>112.7</b>
<b>M3 Palma colorada</b>	<b>A</b>	48.6	32.9	30.8	30.5	30.2	<b>61.0</b>
	<b>B</b>	28.3	16.4	14.6	14.4	14.2	<b>98.9</b>
	<b>C</b>	37.1	23.4	22.2	22.0	21.8	<b>70.1</b>
<b>M4 Palma negra</b>	<b>A</b>	55.0	39.1	37.6	37.5	37.2	<b>47.7</b>
	<b>B</b>	39.3	23.2	22.2	22.2	22.0	<b>78.5</b>
	<b>C</b>	46.7	31.0	30.2	30.2	29.9	<b>56.0</b>

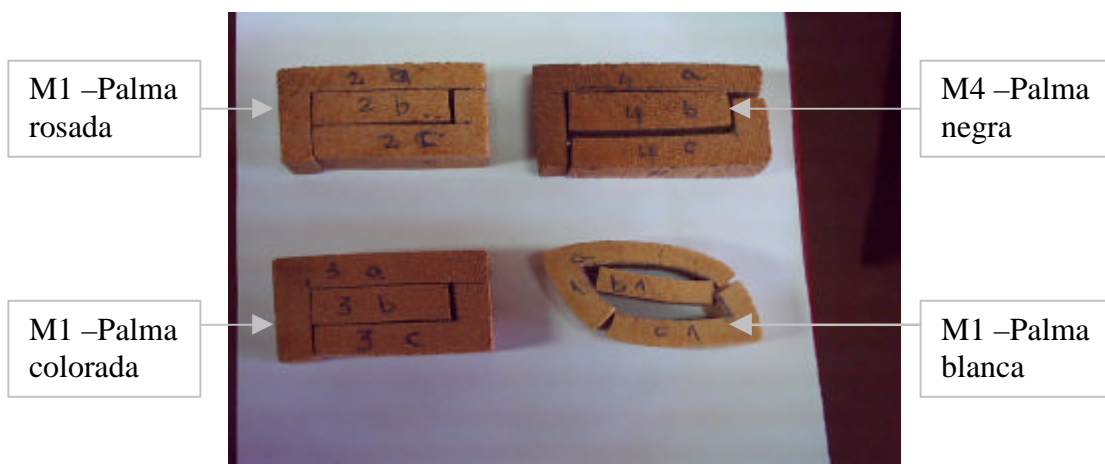


Foto: UNaF

### 3.4. Registros de secado

Los datos fueron relevados por el operador de secadero de la empresa MADER VENT. El proceso se inició el 19/08/2004 y se concluyó el 1/09/2004.

<b>Día</b>	<b>Hora</b>	<b>T</b> <b>°C</b>	<b>HEH</b> <b>%</b>	<b>Sensor1</b> <b>%H</b>	<b>Sensor2</b> <b>%H</b>	<b>Sensor3</b> <b>%H</b>	<b>Sensor4</b> <b>%H</b>	<b>Sensor5</b> <b>%H</b>
21/8/04	11:30	68	8	41	42	42	43	42.00
23/8/04	11:30	70	7	54	53	53	54	53.50
24/8/04	11:30	71	7	52	53	53	55	53.25
25/8/04	11:30	71	7	52	53	53	54	53.00
26/8/04	11:30	71	7	52	53	53	54	53.00
27/8/04	11:30	70	7	50	52	50	51	50.75
28/8/04	11:30	70	7	42	50	45	49	46.50
29/8/04	11:30	70	7	29	46	32	43	37.50
30/8/04	11:30	75	4	19	36	19	29	25.75
31/8/04	11:30	81	4	11	16	12	12	12.75
1/9/04	10:30	54	4	11	14	12	12	12.25

## 4. Evaluación del material secado de palma en Formosa

Para la evaluación del material secado en la localidad de Pirané, Provincia de Formosa, se contó con la colaboración de los alumnos del último año de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Formosa (UNaF).

Los involucrados en esta tarea fueron Ing. Ftal. Griselda Sabina D'Augero y los estudiantes Clelia Gómez, Oscar Guarié, Carina Lago y Carlos Morán.

El informe elaborado por la UNaF se transcribe a continuación:

### **4.1. Criterios de Evaluación de Secado de Material Aserrado de la Sp. Copernicia Alba**

Para la evaluación del material se adoptaron los parámetros indicados en la Norma Chilena 993/72 para la clasificación por aspecto de los defectos de secado natural para especies coníferas.

La evaluación se realizó sobre material aserrado de la especie, en un porcentaje aproximado al 12% del volumen de tablas.

#### Valores Admisibles Para Los Defectos En Clasificación Por Aspecto

##### Norma Chilena 993-72

DEFECTO	NIVELES Ó GRADOS (valores de la flecha en mm)			
	A	B	C	D
ACANALADURA	0	2,02	4,04	6,06
ENCORVADURA	0	5	9	14
ARQUEADURA	0	9	17	26
TORDEDURA	0	3	6	9

Fig.1. Tabla de niveles de defectos (Adaptado de la Norma chilena de referencia al ancho de 4" y espesor de 2").

El defecto de acanaladura o abarquillado es medido por la deformación o flecha en el ancho de la pieza. El valor obtenido se cuantifica en mm. y posiciona en un nivel de defecto. La magnitud del defecto nulo es 0, por lo que el nivel libre de defectos es el A.

La tabla que se muestra corresponde a la adecuación de la Norma a las medidas o escuadrías usadas.

El defecto de encorvadura o combado es medido por la deformación en el canto de la pieza.

El defecto de torcedura o revirado, es medido por la deformación en la cara de la pieza, manifestada en la arista.

La terminología usada corresponde a la mencionada por la Norma Chilena 993/72, para la clasificación visual por aspecto de los defectos de la madera por desecación al aire y formulada para especies de coníferas.

Dadas las características del material, se adoptó este método para acercar una cuantificación de los alabeos observados.

#### 4.2. Características del material a evaluar

Tablas aserradas de la especie *Copernicia alba*, sometidas a secado artificial por el método convencional. Contenido de humedad final alcanzado en promedio 12%. Volumen de la estiba igual a 6,70 m<sup>3</sup>, en tablas de la siguiente escuadría: 2"x 4"x 2,10 m., en un total de tablas de aproximadamente 620.

El material fue clasificado en lotes de acuerdo a su coloración y luego evaluado aplicando el criterio dado por la Norma Chilena 993-72 para la clasificación del material por aspecto. La clasificación visual se realizó en un total de 80 tablas.

Los lotes fueron clasificados como:

R1: Palma blanca

R2: Palma rosada

R3: Palma colorada

Un cuarto lote fue denominado como Con Corteza, debido a la presencia de ella en un porcentaje superior al 50% de la tabla.

Denominación	Característica	Nº de probetas
R1	Palma blanca	20
R2	Palma rosada	29
R3	Palma colorada	21
C/C	Palma con corteza	10

Fig.2. Clasificación del material en lotes

#### 4.3. Metodología

Se adoptó la metodología propuesta por la Norma Chilena NCH 993-72, para la clasificación de los alabeos producto del secado. Previamente se clasificaron las tablas de acuerdo a la coloración en tres grupos, de acuerdo a la Fig.2 . Se agregó un lote más denominado Palma con corteza, para evaluar la influencia de los alabeos en este tipo de material.

Para la medición de los alabeos se evaluó cada tabla, midiendo la flecha en mm y clasificando a la tabla según el nivel del defecto observado.

#### 4.4. Resultados Obtenidos

<b>Alabeos evaluados</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>C/C</b>
<b>Acanaladura</b>	D	C	C	D
<b>Arqueadura</b>	A	A	A	-
<b>Encorvadura</b>	D	C	C	D
<b>Torcedura</b>	D	D	D	D

Fig.3.Niveles observados.

La clasificación se realiza considerando la frecuencia de aparición de los alabeos.

Los defectos observados en todos los lotes corresponden al defecto de torcedura en nivel D.

El defecto acanaladura se manifiesta en mayores niveles en el material R1 y C/C.

El material con niveles de defectos más elevados corresponden a los denominados como R1 y C/C.

El material R2 y R3 manifiesta niveles de defectos menos elevados.

#### 4.5. Observaciones

En la ponderación de los defectos no se consideraron aspectos que podrían ser muy relevantes como: características del apilado, escuadrías de las piezas, heterogeneidad del material, variabilidad debido al corte longitudinal, etc.

El defecto de mayor presencia es la acanaladura, que se presenta en ocasiones en el centro de la pieza y con mayor frecuencia en el material denominado R1.

No se podría calificar el tipo de secado en función de los alabeos observados en razón de factores tales como la heterogeneidad de la carga de la especie, el apilado podría ser otro factor determinante de alabeos. La irregularidad en los cortes del material podrían por si mismos provocar los alabeos más serios, por una consecuencia que se deriva de la propia estructura de las tablas.

#### 4.6. Planillas de Evaluación del material secado

**CLASIFICACION VISUAL POR ASPECTO (NcH.993-72)**  
**PLANILLA TOMA DE DATOS**  
**SP.COPERNICIA SP**  
**Subtipo: R2**

Tabla/Nivel Nro.	Acanaladura	Arqueadura	Encorvadura	Torcedura	Observaciones
1	C	A	C	D	R2
2	B	A	C	C	R2C4
3	C	A	D	D	R2C1
4	C	B	D	B	R2C4
5	D	A	D	D	R2C3
6	C	A	C	D	R2C3
7	B	A	C	D	
8	D	A	C	B	
9	C	A	D	D	
10	C	A	C	C	
11	B	A	C	D	R2C4
12	C	A	D	D	R2C4C3
13	C	A	D	D	R2C3
14	D	B	D	C	R2C4
15	B	A	D	D	
16	B	C	C	D	R2C3
17	-	A	D	D	R2
18	D	A	D	B	R2C2
19	B	A	C	D	
20	A	A	C	D	R2C3
21	A	A	B	D	R2C3
22	A	B	C	D	
23	B	B	A	D	
24	B	A	C	C	
25	D	A	C	B	

26	D	B	D	D	
27	C	A	D	A	R2C4
28	D	A	C	D	R2C4
29	D	B	D	D	

C1 con corteza en el total de la longitud  
C2 con corteza en los extremos  
C3 con corteza en un extremo  
C4 con corteza en la porción media del canto

Evaluadores: Largo Carina  
Morán ,Carlos

**CLASIFICACION VISUAL POR ASPECTO (NcH.993-72)**  
**PLANILLA TOMA DE DATOS**  
**SP.COPERNICIA SP**  
**Subtipo: R3**

Tabla/Nivel Nro.	Acanaladura	Arqueadura	Encorvadura	Torcedura	Observaciones
1	A	B	D	D	
2	A	A	B	D	
3	C	A	C	D	
4	B	A	D	D	
5	D	B	C	D	
6	A	B	C	D	
7	A	A	C	D	
8	B	A	D	D	
9	C	A	D	D	
10	B	A	C	C	
11	A	B	A	D	R3C4
12	A	A	D	D	R3C4
13	A	A	C	D	R3C4
14	A	A	A	A	Corte long.irregular.
15	A	A	A	D	Idem
16	C	A	A	D	idem
17	C	A	B	D	R3C3
18	A	A	B	D	R3C3
19	C	B	D	C	
20	C	A	C	D	
21	A	B	D	D	R3C4

C1 con corteza en el total de la longitud  
C2 con corteza en los extremos  
C3 con corteza en un extremo  
C4 con corteza en la porción media del canto

Corte longitudinal irregular: originado en el proceso de aserrado

Evaluadores: Largo Carina - Morán ,Carlos



**CLASIFICACION VISUAL POR ASPECTO (NcH.993-72)**  
**PLANILLA TOMA DE DATOS**  
**SP: COPERNICIA SP**  
**Subtipo:R1**

Tabla/Nivel Nro.	Acanaladura	Arqueadura	Encorvadura	Torcedura	Obse
1	A	A	C	C	
2	A	A	-	A	
3	D	A	A	D	
4	C	D	D	D	
5	D	D	D	D	
6	C	A	D	D	
7	D	D	-	D	
8	A	X1	D	D	
9	D	-	D	D	
10	D	A	C	D	
11	D	-	D	D	
12	D	-	D	D	
13	D	D	D	D	
14	D	A	D	D	
15	A	-	D	D	
16	D	-	C	D	
17	C	A	D	D	
18	D	-	A	D	
19	A	A	A	D	
20	D	C	D	D	

C1 con corteza en el total de la longitud  
C2 con corteza en los extremos  
C3 con corteza en un extremo  
C4 con corteza en la porción media del canto  
X1 arqueadura solo en la porción media

Evaluadores: Gomez, Inés Clelia  
Guarié, Oscar Guillermo

**CLASIFICACION VISUAL POR ASPECTO (NcH.993-72)**  
**PLANILLA TOMA DE DATOS**  
**SP: COPERNICIA SP**  
**Subtipo: CC(CON CORTEZA)**

Tabla/Nivel Nro.	Acanaladura	Arqueadura	Encorvadura	Torcedura	Obse
1	D	D	D	D	
2	-	-	D	D	
3	D	C	D	D	
4	A	A	D	D	
5	D	-	-	D	
6	A	-	-	D	
7	D	-	D	D	
8	D	-	C	D	
9	A	A	A	D	
10	D	D	D	C	

C1 con corteza en el total de la longitud  
C2 con corteza en los extremos  
C3 con corteza en un extremo  
C4 con corteza en la porción media del canto  
X1 arqueadura solo en la porción media

Evaluadores: Gomez, Inés Clelia  
Guarié, Oscar Guillermo

#### 4.7. Fotos del material seco y evaluado



Fig.1.Lotes evaluados



Fig.2 Abarquillado en lote C/C



Fig.3.Evaluación de alabeos



Fig.4.Estiba de material



Fig.5.Vista del material apilado



Fig.6.Vista del material

## 5. Conclusiones del secado industrial de Palma en Formosa

Los inconvenientes verificados en la prueba industrial realizada en Formosa permiten definir algunos aspectos importantes a tener en cuenta para que la transferencia al sector pueda ser llevada a cabo de forma exitosa. A continuación se detallan los mencionados:

- Las instalaciones de secado deben respetar mínimas condiciones de las instalaciones como de equipos de control, que permitan una correcta aplicación de la técnica del proceso.
- Es necesario capacitar al personal en las siguientes actividades: aserrado de la palma; clasificación del material a secar; estibado de la madera con métodos adecuados al material con que se trabaja; conducción de procesos de secado y ajuste de programas de secado y ajuste de programas de secado.
- Es necesario ajustar programas de secado para el estadio de palma blanca para el estadio de palma colorada/negra.
- Se hace imprescindible mejorar las técnicas de aserrado y de las instalaciones para ello.
- No se debería mezclar en una misma carga de secado la palma blanca y la colorada/negra.
- Los defectos que se verificaron en la experiencia realizada, en su mayoría, asociados al aserrado del material, clasificación y conducción del proceso.

## 6. Plantas de Impregnación para Transferencia de Tecnología

Para la transferencia de tecnología en el tema de impregnación del material ase palma y teniendo en cuenta el requerimiento de la provincia de no utilizar CCA realizó una visita técnica a la planta de impregnación ubicada en Gualeguaych trabaja con sales bóricas.

La planta mencionada tiene un autoclave de 4,60 m x 0,80 m. Trabaja solución de compuestos de boro (borato de sodio). El producto químico proviene de la provincia de Salta. Actualmente impregna tablas y basas de pino y eucalipto en la construcción de cabañas.

El producto no está normalizado ni registrado y el proceso tiene algunas deficiencias cuanto a controles y registros. Por tal motivo se decide evaluar otras plantas de Entre Ríos con la finalidad de encontrar un establecimiento donde realizar el proceso a escala industrial.

Se identificaron dos plantas en el Parque Industrial de Concepción del Uruguay y Dyncorp S.A. . Las dos poseen dos tanques de tratamiento, como se realizó algunas pruebas con productos alternativos. Las dimensiones de las autoclaves son de 15 m x 1 m y la otra de 13 m x 1,90 m. Las dos actualmente están preservando postes con CCA.

Otra planta visitada es Mapreco, se encuentra en Condordia. Esta planta cuenta con el equipo que actualmente no está en uso , pero es factible reacondicionarlo con la posibilidad de convertirla en transportable. El cilindro tiene 12 m de largo x 1,20 m de diámetro.

En los tres casos los propietarios de los establecimientos manifestaron su interés en participar en alguna prueba experimentando la impregnación de palma con productos preservantes sustitutos al CCA. No obstante la dificultad radica en la selección del producto puesto que como se mencionó anteriormente, los productos registrados en el SENASA los compuestos de boro, que sería la alternativa más económica.

Con respecto al CBA, tal como se expresara anteriormente, está registrado en como Wolman E. No obstante no existen registros de utilización en nuestro país industrial ni a escala piloto

Por todo lo expresado no se puede complimentar con la transferencia de tecnología a escala de producción en plantas en funcionamiento.

# **COMPONENTE DE FORMACION DE RECURSOS HUMANOS**

## **1. Objetivo**

La transferencia tecnológica y la formación de recursos humanos tienen como objetivo propiciar un ámbito donde los conocimientos generados en el componente de desarrollo tecnológico pasen a formar parte del saber de profesionales, empresarios, funcionarios y demás personas interesadas en el tema. Asimismo se espera despertar el interés por emprender proyectos productivos a partir del aprovechamiento sustentable de la palma.

## **2. Actividades desarrolladas**

Se organizó una jornada de seminarios técnicos destinadas a los distintos sectores de interés. La misma se desarrolló el 18 de agosto de 2004 en el Salón del 6º piso de la Casa de Gobierno, Belgrano 878, de la ciudad de Formosa. La apertura de la jornada estuvo a cargo del Ministro de la Producción, Ing. Luis Basterra, y la Subsecretaria de Recursos Humanos, Sra. Gladys Mazza.

Las conferencias estuvieron a cargo de los profesionales de INTI-Maduro: Graciela Ramírez, Ing. María Elena Atencia, Ing. María Cristina Siri, Ing. Ivo Martinuzzi; el material utilizado por los disertantes en formato power point fue entregado a los participantes vía mail.

También se realizó una exhibición de posters y fotografías del Proyecto de Aprovechamiento integral de la Palma con material preparado por el equipo de la Subsecretaría de Recursos Humanos y se presentaron distintos elementos e información con palma mostrando alternativas de uso para esta especie.

Posteriormente, el día 19 de agosto se realizó otro encuentro con integrantes de funcionarios, profesionales, etc., a continuación de la actividad de transferencia de tecnología de secado en la localidad de Pirané. Allí se generó un debate intercambiando opiniones surgidas a partir de los conocimientos transferidos y el saber popular sobre el uso de la palma y sus dificultades de aplicación. El debate fue rico en opiniones, algunas de las cuales fueron tenidas en cuenta como líneas de trabajo futuras.

En términos generales, hubo gran cantidad de preguntas y alto grado de participación de todos los asistentes a las dos jornadas.



SEMINARIO-TALLER  
DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y CAPACITACION  
“PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA PALMA BLANCA  
Copernicia Alba Morong”

18 y 19 DE AGOSTO DE 2004

Formosa- Argentina

**Instituciones Organizadoras:** *Subsecretaría de Recursos Humanos dependiente del Ministerio General del Gobierno de la Provincia de Formosa y el Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria de la Madera y Afines (CITEMA) dependiente del INTI.*

**Instituciones Auspiciantes:** *Consejo Federal de Inversiones y Ministerio de la Producción de la Provincia de Formosa.*

## PROGRAMA

### Antecedentes:

La transferencia tecnológica y la formación de recursos humanos, forman parte de las actividades programadas dentro del “**Proyecto de Desarrollo Tecnológico de la Palma Blanca Copernicia Alba Morong**”, gestionado por la Subsecretaría de Recursos Humanos dependiente del Ministerio Secretaría General del Gobierno de la Provincia de Formosa, con el apoyo financiero del C.F.I. (Consejo Federal de Inversiones) y la cooperación técnica del CITEMA (Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria de la Madera y Afines) dependiente del INTI.

Este Centro de Investigación ha llevado a cabo actividades de investigación y desarrollo tecnológico orientadas a resolver los problemas **sanitarios**, de **seguridad** y **determinación de características físico-mecánicas** del rollo de palma; encontrándose en el momento en la etapa final del Proyecto, en la cual corresponde la transferencia de los resultados obtenidos.

**Objetivo del Evento:** Propiciar un ámbito donde los conocimientos generados por los investigadores pasen a formar parte del saber de las personas que lo necesitan (profesores, empresarios, capataces y operarios de la industria de la madera, funcionarios de organismos involucrados en el tema), fortaleciendo el interés para emprender proyectos productivos que optimicen la industrialización del rollo de palma.

**Actividades Programadas:** Este Seminario -Taller se llevará a cabo en dos instancias.

1. **Conferencias de Socialización de los conocimientos obtenidos:** destinadas a distintos sectores de interés: funcionarios de Gobierno, Universidad, empresas, especialistas y avanzados de Ingeniería Forestal, Asociaciones Civiles del sector forestal.

2. **Capacitación de Recursos Humanos:** Comprende la capacitación de recursos (operarios, capataces, profesionales, empresarios) en el conocimiento de la metodología para la puesta en funcionamiento del Programa de secado logrado en el CITEMA-INTI con el material aserrado de Palma. Cupo máximo: 25 participantes.

**FECHA: Miércoles 18 de Agosto de 2004**

**LUGAR: Salón del 6to. Piso de la Casa de Gobierno- Belgrano Formosa**

- 08:30 horas Acreditación de Participantes
- 09:00 horas Palabras de Bienvenida. Sra. Gladis Rosario Mazza. Subsecretaría Recursos Humanos
- 09:20 horas Discurso de Apertura. Ing. Luis Basterra. Ministro de la Producción y Consumo de la Provincia de Formosa
- 10:00 horas Conferencia: "Tratamiento Fitosanitario del rollo de Palma"  
**Disertante: Ing. María Cristina Siri – Investigadora del CITEMA-INTI**
- 11:20 horas Café
- 11:30 horas Conferencia: "Propiedades físico-mecánicas del rollo de Palma"  
**Disertante: Ing. Félix Martinuzzi. Investigador del CITEMA-INTI**
- 13:00 horas Almuerzo Libre
- 16:00 horas Exhibición de Posters y Fotografías del Proyecto de Aprovechamiento Integral de la Palma *Copernicia alba* Morong. Equipo de Subsecretaría de Recursos Humanos.
- 16:30 horas Conferencia: "Secado del Material Aserrado del rollo de Palma"  
**Disertante: Ing. Ftal. María Elena Atencia. Investigadora del CITEMA-INTI**
- 18:00 horas Cierre

**FECHA: Jueves 19 de Agosto**

**LUGAR: Empresa MADERVENT** del señor Miguel Ventimiglia, en la Localidad Pirané (Provincia de Formosa).

- 08:00 Horas Taller de Capacitación en "Metodología para el Uso del Programa de Secado del Material de Palma". Ing. Ftal. María Elena

Investigadora del CITEMA - INTI  
13:30 Horas Almuerzo  
14:30 Horas Espacio de consultas.

## TEMARIO DE CONFERENCIAS y TALLER DE CAPACITACION

### Conferencia: “Tratamiento Fitosanitario del rollo de Palma”

Disertante: Ing. María Cristina Siri – Investigadora del CITEMA-INTI

- Impregnación: métodos. Tratamientos con presión y sin presión.
- Productos protectores contra agentes xilófagos. Características.
- Productos menos tóxicos.
- Antecedentes de impregnación de la Palma
- Determinación taxonómica de insectos presentes en rollos de palma
- Pruebas en planta piloto
- Tratamiento térmico. Pautas para su aplicación.
- Conclusiones y recomendaciones.

### Conferencia: “ Propiedades fisico-mecánicas del rollo de Palma”

Disertante: Ing. Félix Martinuzzi - Investigador del CITEMA-INTI

- Razones para su estudio
- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas
- Comportamiento frente a procesos de elaboración
- Posibles aplicaciones
- 

### Conferencia: “ Secado del Material Aserrado”

Disertante: Ing. Ftal. María Elena Atencia - Investigadora del CITEMA-INTI

- Aspectos Generales del Proceso de Secado
- Selección del material
- Tipos y características de estibas
- Secadero piloto utilizado
- Repeticiones del proceso de secado
- Programas de secado
- Resultados obtenidos y conclusiones

### TALLER DE CAPACITACION:

Docente: Ing. Ftal. María Elena Atencia

Incluye las siguientes actividades:

- ◆ Determinación de la cantidad, medidas y condiciones del material de palma.
- ◆ Metodología de carga del material en el secadero.
- ◆ Determinación de humedad y gradientes.
- ◆ Control de calidad en planta de secado.
- ◆ Costos del programa de secado.



PROVINCIA DE FORMOSA  
Ministerio Secretaria General del P.E.  
Subsecretaria de Recursos Humanos

**LISTA DE INVITADOS PARA EL SEMINARIO – TALLER  
DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y CAPACITACION  
“PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA PALMA BLANCA  
Copernicia Alba Morong**

**ACREDITACION**

**18 DE AGOSTO DE 2004**

<b>Nº</b>	<b>APELLIDO Y NOMBRE</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>D.N.I.Nº</b>	<b>CORREO</b>
1.	AMARILLA, ADOLFO	PARQUE IND. – PIRANE		
2.	ANSALDI, JUAN BAUTISTA (H)	GRAL. BELGRANO	21660431	<a href="mailto:juanansaldi@ar">juanansaldi@ar</a>
3.	ANTUENO, CARLOS ALBERTO	CARDOZO, DOMINGA A.	16232411	433374
4.	ANTUENO, JORGE	CORRIENTES 255		
5.	AVELLANEDA, MARIA CRISTINA	BRANDSEN 554 - PIRANE		
6.	AYALA, MIRIAN	FAC.REC.NAT.	23988712	<a href="mailto:walterdegano">walterdegano</a>
7.	BARRAZA, EDGARDO OMAR	Mº DE LA PRODUC.		
8.	BARRENECHE, MARTIN	AVDA. GUTNISKY 5050	13545211	<a href="mailto:Pucú@arten.c">Pucú@arten.c</a>
9.	BENITEZ, JULIO			
10.	BLANCO, RAUL	MITRE 783 – 7MO. C		
11.	BOBADILLA, AMADO	GRAL. BELGRANO		
12.	BRITOS, FELIPE	KM. 142	7489251	
13.	BRITOS, PATRICIA FABIANA	MADARIAGA 2155 – FSA.		
14.	CABALLERO, ALEJANDRO	NAPOLEON URIB. 2190		
15.	CABALLERO, FRANCISCO			
16.	CACERES, DARVIN			
17.	CANALIS, ANDRES	DIREC.DE BOSQUES	13857378	
18.	CANIZA, FEDERICO		26142480	<a href="mailto:federicojavier">federicojavier</a>
19.	CANO, ANDRES EDUARDO	GRAL. BELGRANO		
20.	CAPELLO, ELBA ROSA	JOSE MARIA URIB. 1513		
21.	CASTILLO, HECTOR	FONTANA 671 – FSA.		

Proyecto de desarrollo tecnológico de la palma blanca (Copernicia alba)

22.	CAZAL, CARLOS A.	JUAN J. SILVA 701		
23.	COMETTO, DARIO	PIRANE		
24.	COMETTO, ROMILDO	AVDA. ALVERDI 501 – PIR.		<a href="mailto:cometo@pamm.ar">cometo@pamm.ar</a>
25.	COMETTO, TELMO	PARQUE INDUSTRIAL – PIR.		
26.	CORNU, CEFERINO	LOPEZ Y PLANES 1010 – PIR.		
27.	DELLAMANS, IGNACIO	D.PROD.VEGETAL	7834914	
28.	DOLDAN, MARCELO	ESTANCIA LA CAUTIVA	25030299	
29.	ESPINOZA, ABEL	M° DE LA PRODUCCION	10299797	
30.	FERREIRA, JORGE	ASERRADE.LAS LOM. PIR.		
31.	FOGAR, OSBALDO	RUTA 81 – LAS LOMITAS		
32.	FRACCHIA, LUIS ALBERTO		4893346	
33.	GARAFFA, RICARDO	SAAVEDRA 255 – LAS LOM.		
34.	GARCIA, VICTOR	PALO SANTO		
35.	GILBERT, EDUARDO	MAIPU 545		
36.	GOMEZ, JUANA	COLEG.ING. FORESTALES	12168324	
37.	GOMEZ, JULIO	FACULTAD DE		
38.	GONZALEZ, SEVERO	PALO SANTO		
39.	GRECA, ROBERTO	COOP. EL PUCU	10229897	<a href="mailto:robertogrecca@...">robertogrecca</a>
40.	IBÁÑEZ, ROBERTO	AVDA. 2 DE ABRIL PALO S.		
41.	JARA, RENE	VIALIDAD	13857059	
42.	KORNIECJZUK, LUIS	PIRANE		
43.	LOPEZ, LUCAS IGNACIO	PREFECTURA	8373025	
44.	MADEFO S.R.L.	EL COLORADO		
45.	MAERO, HILDA	SE.PLA.DE.	10174398	<a href="mailto:merocelia@...">merocelia@</a>
46.	MAIDANA, ERNESTO CARLOS	M° DE LA PRODUCCION	6145147	
47.	MASIN, OMAR	PALO SANTO		
48.	MEDINA, JOSE			
49.	MESTRES, LUIS	DIREC.REC.NATU.CORRIENTE	13830982	03

Proyecto de desarrollo tecnológico de la palma blanca (Copernicia alba)

50.	MORGAN, JUAN GUILLERMO	DIREC.PRODUC. VEGETAL	464621 5	
51.	NICETICH, RODOLFO	EL COLORADO		
52.	NUÑEZ, NORMA MIRNA	DIREC. DE BOSQUES	149648 26	
53.	OVIEDO, MIGUEL ANGEL	COLEG.ING.FORESTALES	118872 57	
54.	PACIELLO, LUIS A.	AVDA. INDEPENDENCIA 267		
55.	PASTOR, LUCIO WALTER	PIRANE		
56.	PATIÑO, URSULA	GRAL. BELGRANO		
57.	PELOZO, CARLOS			
58.	PEREZ, ORLANDO WALTER	DIREC. DE BOSQUES	792191 7	451599
59.	PEREZ, VICTOR	DIREC. DE BOSQUES	118877 21	
60.	PINTOS, NELSON	BARRIO SANTA CATAL. – PIR.		
61.	PONCE, DANIEL	FONTANA 685		
62.	RIOS, GUSTAVO	B° LA PAZ – C. 126 – MZ 27 S. D	16374907	<a href="mailto:Forest268@h">Forest268@h</a>
63.	RODAS, EDUARDO	(DIP.SOTELO)	179679 74	
64.	RONCO, SUSANA	DCION DE INDUSTRIA	109539 13	<a href="mailto:lesbo@ci">lesbo@ci</a>
65.	RUMICH, ALEJANDRA	JOSE MARIA URIBURU 820	23269719	<a href="mailto:A_rumich@a">A_rumich@a</a> <a href="mailto:m">m</a>
66.	SALINAS, PORFIRIO	AVDA. NAPOLEON URIB. 3415		
67.	SANZ, ROMAN ROBERTO	B° SANTA CATAL.– PIRANE		
68.	SILVERA, JULIO	GRAL. BELGRANO		
69.	SOSA PINILLA, CARMEN		144965 99	<a href="mailto:Carmensp42@">Carmensp42@</a> <a href="mailto:m">m</a>
70.	SOUPET, JULIO	FONTANA 671 – FSA.	10953317	<a href="mailto:juliosoupet@">juliosoupet@</a>
71.	STOL, GODOFREDO	EL ESPINILLO		
72.	TIJERA, AUDELINO	GRAL. BELGRANO		
73.	VEGA, CARMEN	FAC.REC.NAT.		
74.	VEGA, MARIA VICTORIA	FAC.REC.NAT.	163748 77	<a href="mailto:mariveg">mariveg</a>
75.	VELAZCO, MIGUEL ANGEL	DIREC. BOSQUES	823176 6	
76.	VELAZQUEZ, ISMAEL	SECR. GRAL	166364 43	

77.	VENTIMIGLIA, LEONARDO J.	BELGRANO Y ROT. MONTE.		
78.	VENTIMIGLIA, MIGUEL ANGEL	PRINGLES 1417 – PIRANE		
79.	VERAGARA, LAURA	DELEG. BOSQUES PIRANE		
80.	VERWIMP, CRISTIAN	RUTA 3 PARQUE INDUSTRIAL		
81.	VICENTIN, GLADIS	REC. NATURALES	136868 34	<a href="#">alvarezrom</a>
82.	VILARDELL, JOSE			
83.	VILLALBA, ILDA	AV. GUTNISKY 3200		
84.	WIRMA, CARMEN	Mº DE PRODUCCION	104900 32	
85.	ZANIN, LUIS	MORENO 270	12770143	<a href="#">ingenierozani.com</a>
86.	ZIBETTI, GABRIELA	FAC.REC.NAT.U.N.A.F.		



### 3. Recomendaciones Finales

Como resultado de las actividades realizadas en los tres componentes del Proyecto se derivan algunas recomendaciones que pueden ser tomadas como líneas de acción complementarias, para mejorar el conocimiento técnico de la palma y promover su aprovechamiento integral.

Muchas de ellas surgieron durante el debate final en Formosa, luego de las actividades de transferencia y capacitación realizadas.

Cabe destacar que los participantes, provenientes de distintos sectores públicos y privados (industriales, productores, profesionales, docentes y estudiantes universitarios y funcionarios de gobierno) mostraron gran interés en involucrarse en la continuación de este proyecto a través de nuevas acciones concretas. Por tal motivo se presenta a continuación un resumen de temas a estudiar y propuestas básicas de acción:

- 1. Estado Sanitario:** Continuar con la investigación para determinar el mejor tratamiento adecuado para evitar el ataque de insectos y hongos en el rollo de palma, en el material aserrado, estudiando también el ciclo de vida de los insectos.
- 2. Turno de corta:** Recopilación de antecedentes y posibles estudios sobre el crecimiento y madurez de los rodales de palma a fin de determinar los turnos de corte.
- 3. Actualización del inventario:** Determinación de la existencia de palma, de altura, volumen, ubicación geográfica y estado sanitario. Capacidad de regeneración natural.
- 4. Legislación:** Revisar la legislación que regula el aprovechamiento de palma dentro y fuera de la Provincia. Identificar posibles modificaciones para promover la elaboración de productos de palma con el mayor valor agregado dentro de la provincia.
- 5. Planificación del aprovechamiento sustentable:** Continuar los estudios para identificar diferentes usos para la palma y planificar su producción en función de los criterios de aprovechamiento sustentable del recurso.
- 6. Estudios de factibilidad de nuevos procesos y productos del rollo de palma:** se debería continuar la investigación sobre las características de la palma con ensayos más específicos sobre los tres estados (blanca, colorada y negra) y evaluar los productos de palma. Con respecto a procesos, es necesario determinar u

productivo que contemple las particularidades del material y del lugar procesará.

**7. Utilización del ápice (cogollo) en la elaboración de productos ali (palmitos):** estudios para evaluar la posibilidad de utilización del cogollo. Se de una norma paraguaya de conservas vegetales, palmitos en conserva, que utilizar como referencia.

**8. Desarrollo tecnológico de entramados de las hojas de palma ap productos de la industria del mueble:** se plantea la posibilidad de g proyecto específico para la utilización de hojas e inflorescencias en cestería y a

## BIBLIOGRAFIA

- Junta de Acuerdo de Cartagena, Manual del Grupo Andino para la Pre de Maderas. 1988. Colombia.
- Protección preventiva de la madera. Fernando Perazza Sánchez. AITIM.
- 2001.
- Técnicas para la preservación de Maderas. Documento Técnico 65/1' Bolivia.
- Conservación de maderas en su aspecto práctico. Dirección General d Caza y Pesca Fluvial. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencia Madrid. España.
  - Manual de Preservación de Maderas. Volumen1. Instituto de Tecnológicas del Estado de San Pablo. Division Maderas. Secretaría de I Comercio, Ciencia y Tecnología del Estado de San Pablo. 1986. San Pablo. Br
- Tratamientos sin presión para postes telefónicos, telegráficos, alambrados, varillas, varillones, redondos y rodrigones, que se aplican a m escasa resistencia a la putrefacción, tales como “eucaliptos”, “álamos”, “casuarinas”, “plátanos”, “coihue”, “lenga”, “palma”, etc. Misceláneas F Administración Nacional de Bosques. Dirección de Investigaciones F 1960. Buenos Aires.
- Estudio Químico de la Madera de Palma, *Copernicia alba*, MORONG. Valente De la Revista de Investigaciones Forestales Tomo I - N° 4 – páginas 5 .Administración Nacional de Bosques. Dirección de Investigaciones Forestales 1958. Buenos Aires.
- Durabilidad y Anomalías Biológicas de los Postes de Maderas para Lín Aéreas. Gerardo J. Zubieta y Silvia L. Masoni. Folleto Técnico Forestal N° 61. Forestal Nacional . 1981. Buenos Aires.
- Annual Book of ASTM Standards Section 4 Construction . Standard
- Methods of Testing Small Clear Specimens of timber. ASTM D-143-83
- Norma IRAM 9543/66 Maderas Método de ensayo de las contraccione

- totales axial, radial y tangencial.
- Norma IRAM 9544/73 Maderas . Método de determinación de la aparente. Método por desplazamiento de mercurio. Método del volumen Breuill.
- Conceptos sobre el aprovechamiento de la palmera Copernicia alba usu en Paraguay. Tesis de Monika Petersen. Hamburgo.1996 Alemania.
- Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el internacional. Publicación N° 15. FAO. Marzo 2002.
- Resolución SAGPyA 626/03, de Creación del Registro Nacional de C Aplicación de Tratamientos a Embalajes de Madera (CATEM).

## **ANEXOS**



**Fotos 1-2-Semiario**

---

Proyecto de desarrollo tecnológico de la palma blanca (*Copernicia alba*)



**Foto 3- Material de palma exhibido**



**Foto 4- Material estibado para secadero**



**Foto 5- Secadero**



**Foto 7-Ingreso del material al secadero**

---

Proyecto de desarrollo tecnológico de la palma blanca (*Copernicia alba*)