

**RESISTENCIA NATURAL DE PALMA CARANDAY
EN RELACION CON SU DENSIDAD ***

Dr. Luis A. Borlando

Tco. Quím. Daniel Arcelús

SERIE II, Nº 303

Trabajo realizado por convenio entre Investigación y Desarrollo de SEGBA y el LEMIT.

Nota.- Con posterioridad a la realización de este trabajo, el Dr. Jorge E. Wright determinó que la cepa LEMIT 04 es Coprinus radians y la cepa LEMIT 05 es Lentinus crinitus var. schnyderi Spez. Los autores agradecen su valiosa cooperación.

INTRODUCCION

La disponibilidad de piezas de madera para elaborar postes preservados para líneas aéreas de energía está actualmente lejos de satisfacer su demanda, de manera que resulta de mucho interés toda contribución tendiente a lograr una explotación e industrialización más racional de los mismos y en especial, dadas las características de su comercialización, de los postes de Palma Caranday (Copernicia alba, Morong et Britt).

Se trata de una monocotiledónea también conocida con los nombres vernáculos de "carandá-hu", "carandá-puitá" y "carandá-morotí", de amplia difusión en el Paraguay y en nuestro país, en las provincias de Formosa, Chaco, Salta, Norte de Santa Fe y algunas zonas de Corrientes y Entre Ríos, en suelos aluvionales y frecuentemente inundados durante parte del año.

Vulgarmente se diferencian en esta especie tres estados vegetativos que se designan con los nombres de palma blanca, palma colorada y palma negra, cada una con ciertas características particulares y en estrecha relación con el menor o mayor grado de madurez (edad) alcanzado por el ejemplar.

De estas características particulares, las más notables son: cambios de color que se observan en el corte transversal del estípite, desde el blanco amarillento hasta un gris muy oscuro y cambios progresivos en la densidad del material del estípite o tronco, tanto en el sentido radial de cada sección transversal como en dirección vertical, desde el extremo de empotramiento hasta la cima.

Desde el punto de vista de su uso como poste para sostén de líneas aéreas de energía, el caranday presenta las ventajas de que prácticamente no adquiere defectos durante el estacionamiento, no requiere tareas de descortezado ni labrado y presenta, en general, un buen aspecto.

Es común en nuestro medio tomar la densidad de la zona cortical del estípite hasta un centímetro de profundidad, como criterio para establecer diferentes grados de calidad

de los postes elaborados, y es así que según la norma IRAM 9535 (1), para el tipo palma negra, la densidad mínima promedio es de $0,850 \text{ g/cm}^3$ y para el tipo palma colorada es $0,750 \text{ g/cm}^3$. Estos valores límite, además de medirse en el espesor de corona exterior de sólo un centímetro, corresponden únicamente a la sección transversal ubicada a 1 metro del extremo de base.

Además, esta propiedad es en dicha norma correlacionada en forma estrecha con la durabilidad del poste, o sea su capacidad para resistir el ataque de hongos e insectos xilófagos, en especial los primeros, y que se traduce luego en determinado comportamiento en condiciones de servicio.

Se establece entonces que se utilizarán sin preservar los postes de palma negra (con valores individuales de densidad hasta $0,750 \text{ g/cm}^3$) y los restantes, hasta $0,700 \text{ g/cm}^3$ de densidad mínima, se utilizarán preservados o no, según las condiciones de uso.

Sin embargo, se critica frecuentemente esta forma de tipificar este material para postes, en el sentido de que limita sus posibilidades de utilización y establece valores límite de densidad que no se apoyan en comprobaciones experimentales sobre duración en servicio, ni en ensayos de laboratorio o de campo que ofrecen resultados objetivos de la resistencia relativa al ataque de agentes destructores de madera.

Desde el punto de vista del uso de este material como poste para sostén de líneas aéreas de energía, que se encuentran en la intemperie y en contacto directo con el suelo, es muy importante conocer su capacidad para resistir el ataque de hongos que destruyen la madera.

En este estudio se encara una primera etapa en tal sentido, que tiene los fines siguientes:

1. Medir la resistencia natural relativa de la Palma Caranday al ataque de hongos xilófagos seleccionados, mediante un ensayo de laboratorio.

2. Determinar el efecto de la variación de la densidad en esa propiedad.

MATERIALES Y METODOS

Método de ensayo

La técnica utilizada para el ensayo, está basada en la que se indica en la norma ASTM, D 2017-71 (2) para valorar la resistencia natural de la madera al deterioro de origen micológico. Consiste en exponer pequeñas probetas de la madera en ensayo a la acción de cultivos puros de hongos xilófagos seleccionados, desarrollados dentro de frascos de vidrio de boca ancha, de 250 ml de capacidad y tapa metálica a rosca, sobre un substrato de suelo de características especiales y una probeta, de tamaño pequeño, de madera no durable o papel de filtro, que también provee un substrato adecuado para el desarrollo inicial del hongo.

Las probetas de madera se pesan antes y después del período de exposición, que varía entre tres y cuatro meses y la pérdida de peso experimentada, da la medida de la resistencia natural de aquéllas.

Cepas de hongos xilófagos utilizadas

Se emplearon las siguientes cepas:

- | | |
|-------------|--|
| MADISON 697 | Polyporus versicolor L. ex Fr. (procedencia Forest Products Laboratory, Madison, EE.UU.). |
| LCT 306 | Poliporácea (procedencia Laboratorio de Correos y Telecomunicaciones, sobre Canday, Pcia. de San Luis, República Argentina). |
| LCT 335 | Poria medulla-panis (Pers.) Fr. (procedencia Laboratorio de Correos y Telecomunicaciones, sobre lapacho, Pcia. de Córdoba, República Argentina). |
| LCF 717 | Ganoderma applanatum (Pers. ex Wallr) Pat. |

(procedencia Div. de Fitopat., Inst. de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, República Argentina. Sobre eucaliptus sp. Bs. As.).

- LEMIT 04 Indeterminada. Sobre álamo.
- LEMIT 05 Indeterminada. Sobre eucaliptus.
- LEMIT 01 *Picnoporus sanguineus*. Sobre eucaliptus.
- MADISON 698 *Poria monticola* Murr. (procedencia Forest Products Laboratory, Madison, EE.UU.).

Las características especiales del material en estudio originado en una monocotiledónea, quizá el único caso sobre el que se tienen antecedentes sobre su uso en la elaboración de postes para líneas aéreas de energía, sumado a la finalidad principal de este estudio referente a la durabilidad en función de la densidad del mismo, hacen que sea necesario recurrir a una amplia selección de cepas de hongos de reconocida capacidad para destruir madera.

En un trabajo realizado en nuestro medio por Zubieta y Gómez (3), se han aislado 5 cepas de hongos xilófagos (pertenecientes a 4 especies diferentes) de postes de Palma Caranday. De ellas dispusimos de dos solamente: LCT 306, que provoca pudrición blanca fibrosa en latifoliadas y LCT 335, de las mismas características (otro cultivo de esta especie LCT 285, se aisló de Palma Caranday).

También la especie *Picnoporus sanguineus* a que pertenece la cepa LEMIT 01, fue aislada por Wright de muestras de Palma atacada (4), produce pudrición blanca en coníferas y en latifoliadas, siendo muy común en áreas tropicales y subtropicales.

LCF 717 es un hongo cosmopolita de amplia difusión en esta zona, que ataca en especial a latifoliadas y produce pudrición blanca.

MADISON 697 es utilizada en la norma ASTM, D 2017 para ensayar maderas de latifoliadas (provoca pudrición blanca) y MADISON 698 para ensayar maderas, tanto de coníferas como de

latifoliadas (provoca pudrición marrón).

Extracción del material y preparación de las probetas

Estas operaciones se realizaron según las indicaciones de la norma IRAM 9535 (1). Para ello se dispuso de un gran número de tortas de palma, aproximadamente 200, de unos 4 centímetros de espesor, cortadas a 1 metro del extremo de base de postes.

De cada torta se extrajeron dos o tres probetas de la zona cortical más externa y de las dimensiones siguientes:

 Espesor: 10 mm \pm 0,1 mm

 Ancho: 20 mm

 Altura: 25 mm

(el espesor es en sentido radial y la altura en dirección al eje vertical), y a los efectos de ampliar la escala de densidades incluidas en el estudio, se extrajeron también probetas iguales de la zona inmediatamente interior.

Se dispuso entonces, aproximadamente de 600 probetas, debidamente identificadas y derivadas de unos 200 ejemplares diferentes, provenientes del Paraguay y de la provincia argentina de Formosa, en especial.

Determinación de la densidad de las probetas

Se determinó el volumen de cada probeta con exactitud suficiente conociendo la cantidad de líquido que ella desplaza. Para ello se midió el aumento de peso que experimenta un recipiente con agua cuando se sumerge allí la probeta, de acuerdo con la técnica indicada en la norma ASTM, D 2395, método B-II (5).

Tal procedimiento resulta sumamente simple y muy rápido si se usa una balanza de precisión del tipo Sartorius 2554, tal como se indica en el estudio comparativo sobre cinco procedimientos para determinar volumen de probetas de madera, que ha realizado Olesen (6).

Substrato

Para elaborar las probetas de madera substrato, se eligió álamo (*Populus* sp.); para la cepa Madison 697 se utilizaron trozos de papel de filtro, tal como se indica en la norma ASTM.

El material y todos los demás detalles operativos, son los que indica la mencionada norma, con excepción de los siguientes:

- a) Se colocaron en cada frasco dos probetas de palma de la misma densidad.
- b) El período de incubación fue de cuatro meses para la mayoría de las cepas, no usando entonces la pérdida de peso detectada sobre probetas testigos de madera no durable, que deben ser retiradas periódicamente del ensayo.

Probetas testigo

Se prepararon con madera de álamo (*Populus* sp.), cuya escasa durabilidad natural es bien conocida y con las mismas medidas que las probetas de Palma.

La pérdida de peso que experimentaron estas probetas al finalizar el período de incubación, sirvió como referencia a la capacidad de los hongos utilizados para destruir madera.

Probetas control

Se colocaron en frascos estériles sin inocular con hongos xilófagos, una serie de 16 probetas standards de Palma de densidades comprendidas entre 0,46 y 0,97 a razón de dos por frasco.

Tales probetas que se incubaron a 26-28°C durante cuatro meses, permitieron ajustar los valores de la pérdida porcentual de peso por variaciones que obedecen a otras causas diferentes del ataque del hongo.

RESULTADOS

En las tablas I a IV se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de exposición de probetas de palma a la acción de las ocho cepas de hongos xilófagos utilizados en el ensayo.

En la tabla V se exponen los resultados de los ensayos realizados con probetas testigos de madera de álamo.

La tabla VI es un resumen de los promedios obtenidos con cada una de las cepas.

CONCLUSIONES

La norma ASTM D 2017-71 establece que el porcentaje de pérdida de peso en las probetas provee una medida de la resistencia relativa al deterioro del material ensayado. Basándose en los informes de durabilidad en servicio de un gran número de especies de maderas de uso muy difundido, y en los datos de estos ensayos de laboratorio, ha desarrollado también las siguientes relaciones que sugiere para la interpretación de los valores de pérdida de peso:

Pérdida de peso (%)	Clase de resistencia para un hongo determinado
0 a 10	muy resistente
11 a 24	resistente
25 a 44	moderadamente resistente
45 o mayor	ligeramente resistente o no resistente

En nuestro medio no se dispone de un número suficiente de datos que permita establecer este tipo de correlación; sin embargo, para fines prácticos y teniendo en cuenta la inclusión en el ensayo de dos de las cepas que utiliza la mencionada norma, estableceremos clases de resistencia en relación con esa misma escala de pérdidas de peso.

En la tabla VII se establecen las clases de resistencia que resultan para diferentes valores de densidad en probetas de Palma Caranday ensayadas con ocho cepas de hongos xilófagos.

En la tabla VIII se clasifica en relación al ensayo con LEMIT 01 (*Picnoporus sanguineus*) que provoca las mayores pérdidas de peso y es el hongo que con más frecuencia se aísla de postes de Palma retirados de servicio con alteraciones de origen micológico.

BIBLIOGRAFIA

1. Norma IRAM 9535. Postes de Caranday para líneas aéreas de energía. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1973.
2. Norma ASTM D 2017-71. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods.
3. Zubieta, G. J. y C. E. Gómez. Alteraciones micológicas en postes de madera. VIIº Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, octubre de 1972.
4. Wright, J. D. Estudio de ataque fúngico en probetas de palma (*Copernicia alba*). Comunicación privada. Buenos Aires, 1973.
5. Norma ASTM D 2395-69. Standard methods of test for specific gravity of wood and wood-base materials.
6. Olesen, P. O. The water displacement method. A paper from the Forestry Institute, the Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen. 1971.

T A B L A I

RESULTADO DEL ENSAYO CON LAS CEPAS MADISON 697 Y LCT 306

Densidad	MADISON 697		LCT 306	
	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo
0,98	2	3		
0,95	3	4	4	6
0,92	3	4	2	3
0,89	3	5		
0,87			5	9
0,85	6	8	3	4
0,82	5	11	4	4
0,79	4	6	4	6
0,74-0,77	7	9	3	6
0,72	7	10		
0,68-0,70	9	10	4	6
0,65			5	7
0,61	7	12		
0,59			9	13
0,51-0,54	10	15	9	14

- Notas:
- (1) El período de incubación fue de 4 meses.
 - (2) Se ensayaron 4 probetas para cada valor de densidad.
 - (3) PSL: Pérdida de sustancia leñosa.
 - (4) MADISON 697: *Polyporus versicolor* L. ex Fr.
 - (5) LCT 306: Poliporácea.

T A B L A II

RESULTADO DEL ENSAYO CON LAS CEPAS LEMIT 01 Y LCT 335

Densidad	LEMIT 01		LCT 335	
	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo
0,98	7	12		
0,95	7	8		
0,92	5	6	3	3
0,89	6	9	2	3
0,86	7	10	3	4
0,83	9	11	4	5
0,79	11	18	4	4
0,76	11	13	6	8
0,73	11	14		
0,71			9	17
0,69	13	16		
0,67			6	9
0,64	15	17		
0,62			8	13
0,58	15	21	13	19
0,54			9	15
0,50			16	23

- Notas: (1) El período de incubación fue de 4 meses.
 (2) Se ensayaron 4 probetas para cada valor de densidad.
 (3) LEMIT 01: *Picnopus sanguineus*.
 (4) LCT 335: *Poria medulla-panis* (Pers) Fr.

T A B L A III

RESULTADO DEL ENSAYO CON LAS CEPAS LCF 717 Y LEMIT 04

Densidad	LCF 717		LEMIT 04	
	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo
> 0,99			2	3
0,98	< 1	1		
0,96			2	2
0,94	< 1	1		
0,91	< 1	1	< 1	1
0,88	2	4	2	3
0,85	2	2	< 1	2
0,82	2	2	< 1	1
0,78	3	6	2	3
0,74			3	5
0,67			4	5
0,64	7	8		
0,61	15	23	6	10
0,56	13	18	6	7
0,47			9	13

- Notas: (1) El período de incubación fue de 4 meses.
 (2) Se ensayaron 4 probetas para cada valor de densidad.
 (3) LCF 717: *Ganoderma applanatum* (Pers ex Wallr) Pat.
 (4) LEMIT 04: Indeterminada.

T A B L A IV

RESULTADO DEL ENSAYO CON LAS CEPAS MADISON 698 Y LEMIT 05

Densidad	MADISON 698		LEMIT 05	
	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo	PSL (%) Promedio	PSL (%) Máximo
> 1,00			2	3
0,98	1	2		
0,95			2	4
0,93	< 1	1		
0,90	1	2	3	3
0,88	1	2		
0,86	1	2	2	4
0,84			3	4
0,82	2	2	4	6
0,79	1	3	3	5
0,76			7	8
0,73	2	2	5	8
0,70	2	2	7	9
0,65	2	4	7	10
0,63			8	10
0,60	4	4		
0,57	5	7		

Notas: (1) El período de incubación fue de 3 meses y medio para la cepa MADISON 698 y de 3 meses para la cepa LEMIT 05.

(2) Se ensayaron 4 probetas para cada valor de densidad.

(3) MADISON 698: *Poria monticola* Murr.

(4) LEMIT 05: indeterminada.

T A B L A V

RESULTADO DE LOS ENSAYOS CON "PROBETAS TESTIGOS"
DE MADERA DE ALAMO

<u>Especie de hongo</u>	<u>PSL (%) , promedio</u>	<u>PSL (%) , máximo</u>
MADISON 697	55	62
LCT 306	46	64
LEMIT 01	24	28
LCT 335	48	80
LCF 717	28	35
LEMIT 04	36	47
LEMIT 05	29	44
MADISON 698	56	68

Nota: Para cada cepa, el período de incubación fue el mencionado en las tablas anteriores.

T A B L A VI

PROMEDIOS DE PERDIDAS PORCENTUALES DE PESO EN 16 RANGOS DE DENSIDAD

Densidad	MADISON 697	LCT 306	LEMIT 01	LCT 355	ICF 717	LEMIT 04	MADISON 698	LEMIT 05
0,97->1,00	2	-	7	-	<1	2	1	2
0,94-0,96	3	4	7	-	<1	2	-	2
0,91-0,93	3	2	5	3	<1	<1	<1	-
0,88-0,90	3	-	6	2	2	2	1	3
0,86-0,87	-	5	7	3	-	-	1	2
0,84-0,85	6	3	-	-	2	<1	-	3
0,81-0,83	5	4	9	4	2	<1	2	4
0,78-0,80	4	4	11	4	3	2	1	3
0,75-0,77	7	3	11	6	-	-	-	7
0,71-0,74	7	-	11	9	-	3	2	5
0,66-0,70	9	4	13	6	-	4	2	7
0,63-0,65	-	5	15	-	7	-	2	7
0,59-0,62	7	9	-	8	15	6	4	8
0,55-0,58	-	-	15	13	13	6	5	-
0,51-0,54	10	9	-	9	-	-	-	-
0,47-0,50	-	-	-	16	-	9	-	-

T A B L A VII

DURABILIDAD DE LA PAJMA SEGUN CLASES DE RESISTENCIA, EN RELACION CON LA DENSIDAD
Y EL HONGO UTILIZADO

Hongo	Densidad	Clase
MADISON 697	Mayor de 0,51	M R
LCT 306	Mayor de 0,51	M R
LEMIT 01	Mayor de 0,83	M R
	0,58 a 0,82	R
LGT 335	Mayor de 0,62	M R
	0,50 a 0,61	R
LCF 717	Mayor de 0,64	M R
	0,56 a 0,63	R
LEMIT 04	Mayor de 0,47	M R
MADISON 698	Mayor de 0,57	M R
LEMIT 05	Mayor de 0,63	M R

Nota: M R: muy resistente : PSL, 0 a 10 %
R : resistente : PSL, 11 a 24 %

T A B L A VIII

DURABILIDAD DE PAIMA CARANDAY, SEGUN CLASES DE RESISTENCIA, EN RELACION CON LA DENSIDAD Y PARA EL HONGO MAS DESTRUCTIVO (PICNOPORUS SANGUINEUS)

Densidad	PSL (%) Promedio	Clase de Resistencia *	PSL (%) Máximo	Clase de Resistencia *
0,98	7	M R	12	R
0,95	7	M R	8	R
0,92	5	M R	6	R
0,89	6	M R	9	R
0,86	7	M R	10	R
0,83	9	M R	11	R
0,79	11	R	18	R
0,76	11	R	13	R
0,73	11	R	14	R
0,69	13	R	16	R
0,64	15	R	17	R
0,58	15	R	21	R

* M R Muy resistente: PSL, 0 a 10 %
R . Resistente: PSL, 11 a 24 %

ERRATAS ADVERTIDAS

- Pág. 114 (tabla VIII)

<u>Densidad</u>	<u>PSL (%) máx.</u>	<u>Clase de resistencia</u>	
		<u>dice</u>	<u>debe decir</u>
0,95	8	R	MR
0,92	6	R	MR
0,89	9	R	MR
0,86	10	R	MR

- Páginas 99 a 114.- En todos los lugares donde dice: eucaliptus, debe decir: eucalyptus y donde dice: picnopus debe decir: pycnopus.