

PROGRAMAS DE SECADO NATURAL DE *PINUS CARIBAEA* Y *PINUS TROPICALIS*

JUAN MANUEL GARCÍA DELGADO, CARLOS SOSA SUÁREZ, FRANCISCO MORALES
Y MANUEL VARGAS

Instituto de Investigaciones Forestales (IIF). Calle 174 no. 1723
e/ 17B y 17C, Rpto. Siboney, Playa, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Al utilizar el tamaño de pila estudiado por Morales et al. (1985), así como el método ya empleado en investigaciones anteriores y que se describe en el presente trabajo, se definen los programas de secado de las dos especies del género Pinus establecidas en la provincia de Pinar del Río: P. caribaea y P. tropicalis. Mediante el análisis de regresión se calculan las ecuaciones que relacionan el tiempo de secado en dependencia del grueso de la madera aserrada; además, para cada grueso estudiado por especie se determina la ecuación que relaciona la humedad de la madera en función del tiempo de secado. Aunque el comportamiento individual de cada grueso en las dos especies no es igual, en ambas se requieren no más de ochenta y cuatro días para el secado del mayor grueso estudiado (50 mm), por lo que se puede señalar que existe similitud entre el comportamiento de las dos especies durante el secado a la intemperie.

ABSTRACT

In this paper we define the drying schedules for two species of the genera Pinus established in Pinar del Río province: P. caribaea and P. tropicalis by using the pile dimensions studied by Morales et al. (1985) as well as a method, which has been studied by us in some other precedent researches. Equations which relate respectively the drying time with the saw timber thickness by using a regression analysis were obtained. Other equations obtained for each thickness of the studied species show a relation between the wood humidity and the drying time. Even when the behavior of thickness is different for each species, both require no more than 84 days to dry out the bulkiest studied sample (50 mm), so they can be considered as similar in their way of reaction to an outdoor drying process.

INTRODUCCIÓN

El secado de la madera es reconocido internacionalmente como una práctica imprescindible en los esfuerzos del usuario por garantizar eficiencia en el uso de este importante material constructivo.

Pedraza (1984), Herrero y Tadashi (1985), y Álvarez y Fernández-Golfin Seco (1992) coinciden, de una forma u otra, en señalar que el secado presenta una serie de ventajas como:

- La reducción del peso de la madera, lo que se refleja en la disminución de los costos de transportación.
- El aumento de su resistencia al ataque de hongos e insectos xilófagos.
- Las contracciones que acompañan al secado, las cuales ocurren antes de que la madera sea transformada en el producto final.
- El secado mejora las propiedades mecánicas de la madera.
- La madera se encuentra libre de la ocurrencia de defectos.
- Solamente puede recibir pinturas, barnices, lacas u otros productos de acabado cuando, por lo menos, sea secada al aire.
- El secado es vital para la elaboración de la madera, principalmente en los procesos de torneado, moldurado, taladrado, lijado, etc.

Al puntualizar sobre la importancia del secado, Hesse y Martínez (1977) definían que este método de conservación presenta grandes ventajas desde el punto de vista económico, ante todo por ser una condición preliminar para la conservación química.

Con el fin de efectuar el secado de la madera, se consideran diferentes métodos. Todos en general exigen la adopción de medidas que garanticen el desarrollo de un proceso normal de salida del agua. El secado natural, a pesar de sus desventajas, es el método de más fácil aplicación y de menor exigencia en relación con la preparación del personal que lo ejecute y el nivel de inversión. El

Instituto de Investigaciones Forestales, desde su creación, ha trabajado en la definición y perfeccionamiento del método de secado de la madera, y en la determinación de los programas de secado para las especies maderables de mayor importancia económica del país.

A partir de las recomendaciones hechas por Hesse (1977), Morales *et al.* (1985) realizan una investigación para la determinación del tamaño de la pila que ha de utilizarse en las investigaciones de secado natural, para lo cual emplearon un diseño de analogía de modelado. Con este estudio se perseguía reducir los volúmenes de madera necesarios para los ensayos y mantener la confiabilidad de los resultados.

El presente trabajo pretende dar continuidad a las investigaciones iniciadas en la década del ochenta encaminadas a perfeccionar y determinar el método de secado y los programas de manejo de las principales especies maderables de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sometieron a estudios las especies maderables *Pinus tropicalis* (pino hembra) y *Pinus caribaea* (pino macho) en cinco gruesos comprendidos entre 13 y 50 mm. La primera especie fue estudiada en la Estación Experimental Forestal de Viñales, y la segunda en la Estación Experimental Forestal de Camagüey.

Para cada grueso se montó una pila de madera aserrada con las dimensiones de 0,75 m de largo; 0,50 m de ancho y 0,50 m de altura (*Fig. 1*). En la misma figura se expresa la

ubicación de las tablas muestra para el control periódico del secado. Del total del material con que se cuenta para el montaje de cada una de las pilas se extraen seis pie-

zas con un largo aproximado de 1,50 m. A cada una de ellas se le efectúan los cortes reflejados en la Fig. 2, donde se obtienen las probetas *a*, *b*, *c* y *d*.

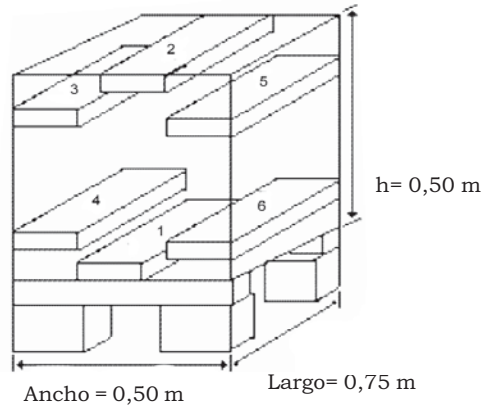
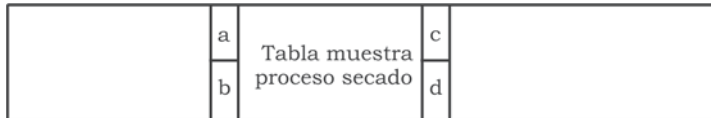


Fig. 1. Dimensiones de las pilas de madera y ubicación de las tablas muestra



a, *b*, *c* y *d*: probetas para la determinación del contenido de humedad inicial en la madera

Fig. 2. Formas de efectuar los cortes en las piezas de madera para obtener las probetas y las tablas muestra

Los pasos que han de realizarse son los siguientes:

1. Determinación del peso inicial (P_i) de las cuatro probetas por el método de diferencia de pesadas.
2. Al igual que con las probetas pequeñas, las tablas muestra deben ser pesadas para conocer su peso inicial (P_i). Una vez que se tenga este dato y el contenido de humedad inicial, se está en condiciones de conocer la marcha del proceso de secado.
3. Las seis tablas muestra se colocan en las pilas con el fin de crear facilidades que permitan extraerlas periódicamente sin riesgos para la estabilidad de las pilas (Fig. 1).
4. Semanalmente se determinará el peso de cada tabla muestra (P_a). Con este valor $-P_i$ y U_i %— se calcula el contenido de humedad actual por la fórmula siguiente:

$$U_a (\%) = [(P_a/P_i) (U_i + 100)] - 100$$
5. Se puede considerar que el proceso de secado termina cuando las

seis tablas muestra de cada pila mantienen un peso aproximado en las dos o tres últimas pesadas.

Con los valores que va alcanzando la humedad de la madera, según el grueso y la especie, se utiliza el análisis de regresión con el objetivo de definir la dependencia cuantitativa entre las dos variables; es decir, cómo disminuyen los valores de la variable *humedad* en la madera cuando aumentan los días de secado.

Por último se utiliza nuevamente el análisis de regresión para relacionar las variaciones de la humedad final de la madera con su grueso. Por otra parte, se emplea la prueba de *t* para determinar si existen o no di-

ferencias significativas entre los datos experimentales y los obtenidos mediante las ecuaciones de regresión.

RESULTADOS

En las *Tablas 1* y *2* se reflejan los resultados en el secado de las especies *P. caribaea* y *P. tropicalis*. A partir de 1985 Morales *et al.* (1985), en el secado natural para las especies maderables cubanas, comienzan a laborar en un trabajo encaminado a la definición del tamaño de la pila y a la distancia en que deben ubicarse los separadores, en dependencia del grueso de la madera. En este estudio se incluye *Pinus caribaea* con un grueso de 37 mm.

TABLA 1
Programa de secado de *Pinus caribaea* (pino macho)
de la provincia de Camagüey

Días	Grueso (mm)				
	13	22	30	40	50
0	87,0	49,0	55,6	48,8	53,3
7	23,4	25,9	42,6	44,2	49,0
14	17,5	20,3	37,7	39,4	44,5
20	18,0	18,5	33,9	35,1	39,6
28	17,1	18,4	26,7	30,5	36,0
35		17,6	24,2	27,8	31,6
42		16,3	21,9	25,4	29,0
49			18,9	22,5	27,4
56			16,7	20,1	25,1
63				17,2	22,9
70					21,0
77					19,1
84					16,6

En la *Tabla 1* se expresan los resultados en el secado de la especie maderable enunciada. En ella se estudiaron cinco gruesos: 13, 19, 25, 32 y 50 mm. Para el de 32 mm el tiempo de secado fue de sesenta y tres días, lo que coincide con el obtenido por Morales *et al.* (1985), quienes determinaron 61,2 días como promedio para un grueso de 37 mm y tres distancias de separadores, a fin de que la madera se equilibrara con las condiciones climáticas que la rodean.

En el caso de *Pinus caribaea*, la ecuación general que relaciona las variaciones del tiempo de secado en

dependencia del grueso de la madera es del tipo siguiente:

$$T = 1,4596 G + 14,046$$

donde

T: Tiempo de secado (días).

G: Grueso de la madera aserrada (mm)

Además, para cada grueso estudiado la humedad que presenta la madera en cada período de tiempo será:

$$13 \text{ mm} \quad H = -2,101 T + 82,785$$

$$19 \text{ mm} \quad H = -0,591 T + 36,035$$

$$25 \text{ mm} \quad H = -0,596 T + 47,995$$

$$32 \text{ mm} \quad H = -0,491 T + 46,527$$

$$50 \text{ mm} \quad H = -0,422 T + 49,627$$

TABLA 2

Programa de secado de *Pinus tropicalis* (pino hembra) de la provincia de Pinar del Río

Días	Grueso (mm)				
	13	22	30	40	50
0	102,8	99,8	108,0	139,1	117,8
17	22,9	56,4	56,2	100,7	63,4
34	21,6	36,4	39,4	82,0	53,6
44	16,9	22,3	22,8	49,2	34,6
51	15,6	15,7	17,3	35,2	28,3
61	15,2	15,7	17,3	27,6	23,2
68				24,2	20,5
75				20,2	18,3
82				17,6	17,7

No se tiene conocimiento de trabajos nacionales o internacionales en el aspecto del secado para *P. tropicalis*,

por lo que no es posible realizar comentarios al respecto. Esta es una de las coníferas que crece en la parte

occidental del país y que, junto con *P. caribaea*, ocupa los principales volúmenes de madera aserrada para esta zona.

A los sesenta y un días, tres de los gruesos en estudio, ya se encuentran en el intervalo de la humedad de equilibrio higroscópico (HEH). No obstante, los gruesos más finos alcanzan menores contenidos de humedad. Todos los gruesos de *P. tropicalis* secan aproximadamente al mismo tiempo que los de *P. caribaea*; pero se diferencian sustancialmente en los menores gruesos, donde esta última especie requirió la mitad del tiempo para alcanzar la HEH.

La ecuación general para *P. tropicalis* es la siguiente:

$$T = 0,693 G + 47,905$$

En lo que se refiere a las ecuaciones para cada grueso, se determinaron las que siguen:

13 mm	$H = -1,225 T + 74,557$
22 mm	$H = -1,391 T + 89,055$
30 mm	$H = -1,471 T + 94,259$
40 mm	$H = -1,524 T + 128,229$
50 mm	$H = -1,114 T + 95,398$

Para cada ecuación de regresión obtenida se efectuó la prueba de *t* con el objetivo de comparar los valores experimentales con los teóricos, por lo que se determinó que en ninguno de los casos existe diferencia significativa para 1% de error.

CONCLUSIONES

- En las dos especies el comportamiento es similar, lo cual se expresa en que para los mayores gruesos el tiempo de secado solo se diferencia en dos días: ochenta y cuatro para *P. caribaea* y

ochenta y dos para *P. tropicalis*.

- Las ecuaciones de regresión calculadas permiten conocer la duración del secado para aquellos gruesos no considerados en el estudio, y que se encuentran en el intervalo de 13 y 50 mm. Por otra parte, las ecuaciones obtenidas para cada grueso posibilitan ir controlando la marcha del secado, e interrumpirlo si resulta del interés del cliente de la madera.
- Los programas de secado, determinados para las dos especies maderables estudiadas, responden a la necesidad de la producción de contar con los elementos fundamentales de duración del secado para cada grueso y la humedad final que contendrá la madera al terminarse el secado, por lo que son factibles de introducir en la práctica productiva.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, NOVE H.; J. I. FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO: 1992. *Fundamentos teóricos del secado de la madera*, Colección Monografías no. 82, INIA, Madrid, 1992.
- HERRERO PONCE, R.; LUIZ TADASHI WATAI: *Secagem da madeira*, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasília, 1985.
- HESSE, R.: *Secado natural de la madera de aserrío*, Centro de Investigación Forestal, La Habana, 1977.
- HESSE, R.; FRANCISCO MARTÍNEZ LUZARDO: *Preservación de la madera*, Centro de Investigación Forestal, La Habana, 1977.
- MORALES, F. ET AL.: «Estudio de analogía y modelado para determinar las dimensiones de la pila de madera en las investigaciones», Estación Experimental Forestal de Viñales (inédito).
- PEDRAZA, S. R.: «Recomendaciones para el secado de la madera al aire libre», *Ciencia Forestal* 52(9):53-63, 1984.