

EVALUACION DURANTE EL SECADO NATURAL DE LA MADERA ASERRADA DE LAS ESPECIES

Licaria triandra, *Simarouba amara* e *Iryanthera grandis* - QUITOS

H. Valderrama F.*

RESUMEN

Es de interés para los usuarios de madera, minimizar el tiempo y los defectos de secado, lo que garantizaría el acabado del producto final, menor ocurrencia de ataques de hongos e insectos; entre otras ventajas.

El presente trabajo reporta los resultados encontrados durante el secado natural de tablas comerciales de una pulgada de espesor de las especies *Licaria triandra* (canela moena), *Simarouba amara* (marupa) e *Iryanthera grandis* (cumala colorada); empleando tres métodos de apilado; horizontal bajo cobertizo, horizontal con cubierta y en caballete bajo cobertizo.

Los ensayos y la evaluación de los resultados, se efectuaron en las instalaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra (Río Nanay) de la Facultad de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

El secado con el método de apilado horizontal bajo cobertizo, empleó mayor tiempo que los otros métodos. La especie canela moena presentó mayor cantidad de defectos. Asimismo los defectos de secado más ocurrentes fueron las rajaduras, grietas superficiales, arqueaduras y abarquillado. Las épocas lluviosas tuvieron efecto negativo en el tiempo de secado.

1. INTRODUCCION

El tratamiento inadecuado, referente al secado que se está- dando a la madera aserrada para su comercialización regional, nacional e internacional, ocasiona innumerables pérdidas económicas al usuario, se logrará tener mayor rentabilidad económica si se utilizan métodos adecuados de secado de la madera por cada.

* Facultad de Ingeniería Forestal de la Amazonía Peruana, Pevas 584. Apartado 120. Iquitos - Perú.

Especie, teniendo en cuenta las variaciones climatológicas del medio y secando con el tiempo necesario que demanda cada especie, a fin de tener una humedad en la madera en equilibrio con el medio ambiente.

Es conocido a nivel local que las tres especies consideradas en el estudio, tienen mucha acogida en el mercado y en consecuencia la calidad de la misma se ve reducida por los problemas de secado que la madera de estas especies poseen. La inestabilidad de las dimensiones ocasionadas por la variación de factores climatológicos del medio, hacen que el secado sea ineficiente y en consecuencia el acabado del producto a elaborar sea de una calidad inferior en relación a las expectativas del usuario. Si bien es cierto que el tiempo de secado al natural es prolongado; el resultado responde positivamente al capital invertido.

Por otras consideraciones, el presente estudio pretende determinar el tiempo y los defectos de secado en relación al método de apilado empleado (horizontal e inclinadas), de madera aserrada de una pulgada de espesor de 3 especies forestales potencialmente comercializadas.

2. REVISION DE LITERATURA

Los inventarios forestales efectuados en la amazonía peruana son muy limitados. La poca información existente no garantiza clasificar a las especies por su abundancia en el bosque. Sin embargo, los inventarios efectuados en lugares específicos reportan algunos datos; es así que Villanueva (1977), (1982), (1984) manifiesta que las especies de las familias Myristicaceae, Moraceae, Mirnosaceae, Lecythydaceae, Sapotaceae, Annonaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Burceraceae; tienen mayor participación representativa tanto en número de árboles como en volumen, destacando entre otros la cumala blanca y cumala colorada. Asimismo, la sobre explotación selectiva de las especies comerciales ha originado prácticamente la desaparición de éstas y en consecuencia fueron consideradas como poco abundantes o escasas, entre estos podemos mencionar a la canela moena y marupa.

Autores como Peck (1965), Tuset y Durán (1986), muestran los detalles. Técnicos de apilado de la madera aserrada para el secado al aire libre o bajo cobertizo, afirman que el secado al aire libre; sigue siendo el método preferido en muchos países para reducir el contenido de humedad de la madera hasta su punto de equilibrio, así mismo, mencionan que si no se protege la madera contra la lluvia y el sol se producen defectos como torceduras, rajaduras o grietas; especialmente en las capas superiores de la pila, que descalifican la madera, ocasionando a menudo altas pérdidas económicas.

Padt-Refort/Junac (1984), Mendes y Taylor (1985), Kollman (1959), entre otros autores, definen y clasifican los diferentes tipos de defectos que se

presentan en la madera aserrada después de un proceso de secado, entre ellos los más importantes son abarquillado, arqueadura, encorvadura, torcedura, grietas y rajaduras, Melo (1987) afirma que los factores que afectan al proceso de secado de una determina especie son procedencia, condiciones climáticas, edáficas, edad, posición. La estructura anatómica y las dimensiones de los elementos que varían de una a otra especie, son consideradas como factores preponderantes para establecer patrones definidos del comportamiento al secado de la madera aserrada.

En cuanto a trabajos tecnológicos de la madera, Aróstegui (1975) (1982), estudió especies del género *Viola*, *Iryanthera* y *Dialyanthera*; pertenecientes a la familia *Miristicaceae*; así mismo, menciona que estas especies se encuentran distribuidas en el Dpto. de Loreto, Ucayali y San Martín, maderas poco durables, muy susceptibles al ataque de termitas y hongos, de rápido secado al aire. De buen comportamiento al secado artificial con programa severo. Sus usos en condición seca y tratado, en estructuras en general, carpintería, cajonería, etc.

Loureiro y Braga (1979) estudiaron a nivel macroscópico 02 especies del género *Viola*, ambas de madera moderadamente pesada, textura de fina a media, grano recto ligeramente ondulado, parénquima escaso, pesos medianos y pueden ser utilizados en la fabricación de cajas, compresados, laminados, etc.

Por otro lado con maderas de la zona de Colonia Angamos y Jenaro Herrera; Valderrama et al (1989) efectuaron la descripción microscópica de la especie *Viola albidiflora*, lo describen como madera de densidad baja; grano recto, textura media, pesos medianos, parénquima escaso, presencia de cuerpos de gomas en las perforaciones de los vasos. Valderrama (1992) efectuó el análisis de la influencia de su estructura anatómica en el comportamiento durante el secado y menciona que la especie probablemente por sus cualidades anatómicas posee un buen comportamiento durante el secado y al ser trabajado con máquinas de carpintería.

Loureiro y Braga (1979), Aróstegui (1975), estudiaron la estructura anatómica y el comportamiento de uso de la especie *Simarouba amara*, menciona que su distribución y área de ocurrencia, es muy frecuente en toda la Amazonía. La madera posee textura mediana, grano recto, pesos medianos, presencia de tylosis, parénquima, paratraqueal confluyente en bandas y aliforme confluentes posee una contracción baja. Al secarse la madera, presenta un aumento considerable en la mayoría de sus propiedades de resistencia. Con respecto a las propiedades de secado, es fácil de secar al aire libre, con un secado rápido se produjo sólo un ligero agrietamiento en los extremos. Deben tomarse precauciones para evitar la inclusión de la albura. Durante el secado al aire demora 75 días, para secar del 22% al 13% de contenido de humedad. Los usos

se limitan a construcciones temporales, cajonería, muebles pintados, construcciones internas, palos de fósforos, etc.

Aróstegui (1975), realizó el estudio de la especie *Ocotea contulata* (caneía moena), su madera posee grano recto, textura media radios finos, presencia de inclusiones, densidad básica media, relación contracción tangencial y radial 1-6; lo que indica que es una madera estable, con un buen comportamiento al secado y de resistencia mecánica media. Sus usos se limitan a construcciones de viviendas, estructuras, obras de carpintería y encofrados.

Valderrama et al (1988), efectuaron la descripción microscópica de la especie *Ocotea cymbarum* (moena amarilla), lo describen como madera de densidad media, grano entrecruzado, textura media, poros medianos; poco numerosos, puntuaciones, radiovasculares grandes, parénquima medianamente abundante, presencia de gomas; obstruyendo parcial o totalmente los poros, abundantes células oleíferas. Valderrama (1992) afirma que la especie por sus cualidades anatómicas, probablemente tenga mal comportamiento durante el secado.

3. METODOLOGIA

Las tablas aserradas de una pulgada de espesor con ancho y longitud variadas, para el ensayo, corresponden a las especies de canela moena, marupa y cumala colorada, extraídas de la cuenca del río Nanay; afluente del río Amazonas. Los ensayos se efectuaron en las instalaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendras de la Facultad de Ingeniería Forestal, 1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. La metodología empleada se sintetiza en el siguiente procedimiento

- Selección de especies (Tabla 1)
 - Selección de tablas
 - Selección y acondicionamiento de los métodos de apilado
Fig. 2)
 - * Apilado horizontal bajo cobertizo (Fig. 01)
 - * Apilado horizontal con cubierta (Fig. 02)
 - * Apilado con caballete bajo cobertizo (Fig. 02)
 - Tratamiento y armado de pilas de secado
 - Control del contenido de humedad: inicial y final
 - Determinación del tiempo de secado
 - Evaluación de datos climatológicos
 - Evaluación de defectos
 - *Rajaduras, grietas, colapso, alabeos.
- (Tabla 2, Fig. 01

TABLA 1. Especies seleccionadas

Nº	ESPECIES	FAMILIA	PROCEDENCIA
01	Licaria triandra SW Kost "canela moena"	Lauraceae	Río Nanay
02	Simarouba amara "Maruja"	Simaroubaceae	Río Nanay
03	Iryanthera grandis Ducke "Cumala colorada"	Myristicaceae	Río Nanay

TABLA 2. Características de las pilas de secado y de las muestras para el control del contenido de humedad.

CARACTERISTICAS	Método de apilado		
	Bajo cobertiza caballete	Apilado horizontal Con cubierta	En
-Elevación de la base (cm)	50	50	25
-Ancho de las pilas (m)	1.20	1.20	-
-Largo de las pilas (m)	3.5	3.5	-
-Número de tabla ensayadas	(30), 40, 40	(36), 40, 40 25 x	(10), 20, 20
-Sección transversal de los separadores (mm)	25 x 25	25 x 25	25 x 25
-Distanciamiento entre separadores (cm)	73	73 08	7 10
-Número de muestra- control	08	30	-
-Longitud de la muestra control (cm)	30		

(30), (36), (10) = Número de tablas ensayadas de canela moena

FIGURA 1. Apilado horizontal con cubierta.

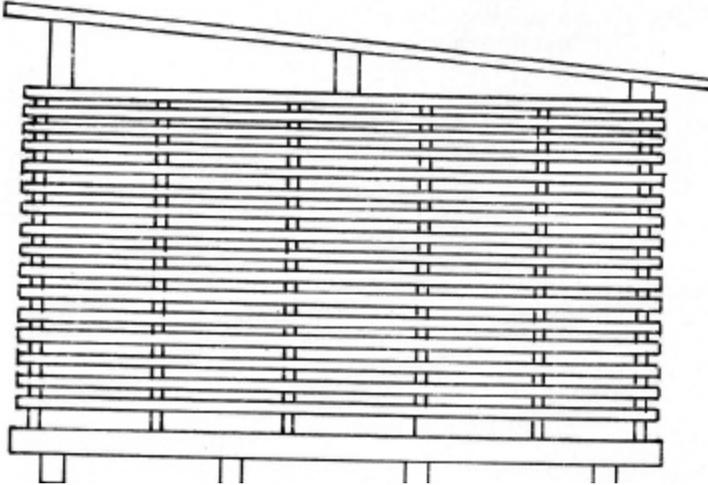
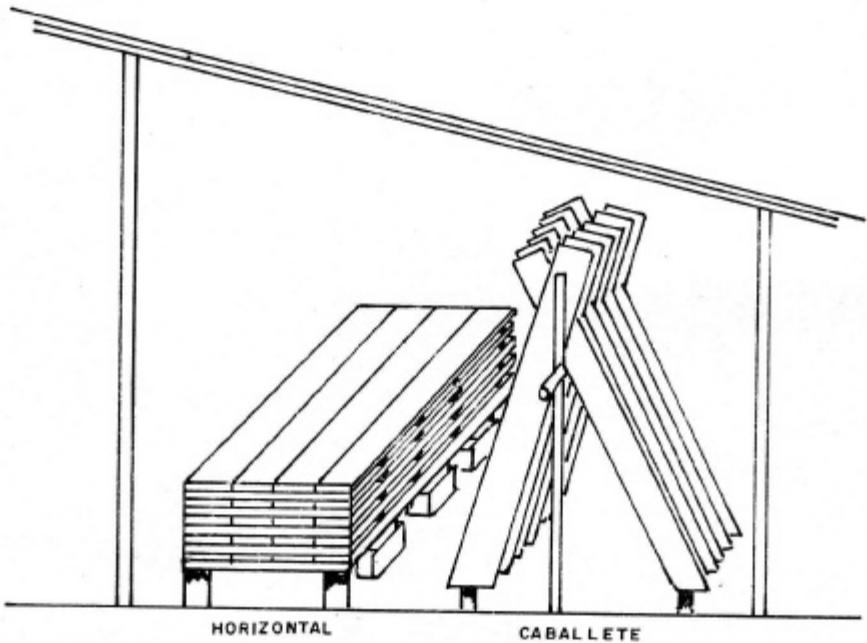


FIGURA 2. Apilado horizontal y en caballete bajo cobertizo.



4. RESULTADOS

Las informaciones respectivas, después del periodo de evaluación durante el proceso de secado, de las especies canela, moena, marupa y cumala colorada; bajo tres modalidades de apilado se muestran de la siguiente manera:

En la Tabla 3, figuran los valores del contenido de humedad y su variación desde el inicio del proceso hasta la fase final de secado, indicando además los valores promedios diarios de: temperatura, humedad relativa y precipitación. Es necesario mencionar que la instalación de los métodos de apilado se hicieron en tiempos diferentes, debido fundamentalmente a la falta de madera aserrada en los diferentes aserraderos de la zona, en el tiempo previsto para iniciar los ensayos. Se evaluó durante 260 días, del 03-07-87 al 20-03-88, determinando el tiempo de secado al aire para cada especie y método de apilado.

La Tabla 4, indica el tiempo de secado por especie y método de apilado necesario para secar tablas de una pulgada de espesor en la zona de estudio o zonas con condiciones climatológicas similares.

El secado de *Licaria triandra*, necesita más tiempo; en relación a las otras especies, así mismo, se necesita mayor tiempo de secado utilizando el método de apilado horizontal bajo cobertizo; en relación a los otros métodos; el secado bajo el método de apilado horizontal con cubierta, utilizó mayor tiempo que el método de apilado en caballete.

En las Tablas 5 y 6, observamos el número de tablas con defectos de secado y los porcentajes respectivos de ocurrencia de cada uno de ellos y, mediante evaluación se detectó defectos físicos de secado para cada método de apilado, por especie, se hace notar un elevado porcentaje de rajaduras severas y en segundo orden la presencia de alabeos (arqueadura, abarquillado y torceduras), como también

la ocurrencia de grietas superficiales. En la Tabla 7, observamos los porcentajes ir totales de tablas defectuosas y sin defectos por método de apilado, existe un elevado porcentaje de estos defectos variando de 95% a 100%.

En la Tabla 8, se evalúa la incidencia de la orientación de los planos de corte en los defectos de secado (orientación tangencial, radial e intermedia); se observa que las maderas con orientación tangencial, presentan mayor porcentaje de defectos y en segundo orden de orientación intermedia.

TABLA 3. Contenido de humedad promedio por método de apilado y especie en función de los datos climatológicos y el tiempo de secado.

N° de Mediciones	Fecha	Datos Climatológicos			Canela moena			Contenido de humedad (%) por especie			Período evaluación (días)	
		Temperatura (°C)	Humedad relativa %	Precipitación (mm)	Método de apilado	II	III	Método de apilado	I	II		III
1	02-07-87	26.6	87	0.0	-	49	-	92	-	-	-	0
2	05-07-87	27.9	86	0.0	-	41	100	60	-	-	-	2
3	11-07-87	26.7	87	0.0	-	38	92	56	-	-	-	8
4	16-07-87	26.6	88	0.0	-	30	80	44	-	-	-	13
5	16-07-87	24.8	90	5.0	-	28	72	3-	-	-	-	18
6	25-07-87	26.8	84	0.0	-	27	30	20	-	-	-	22
7	30-07-87	27.4	88	62.0	-	24	28	19	-	-	-	27
8	05-08-87	26.2	85	0.0	-	21	27	18	63	108	90	47
9	08-08-87	23.9	90	7.0	-	20	26	17	63	106	87	43
10	12-09-87	27.7	78	0.0	-	19.5	23	30	90	60	27	40
11	17-08-87	28.6	80	0.0	-	19	21	20	72	41	20	45
12	21-08-87	27.3	81	0.0	-	18.5	20	17	61	36	17	49
13	26-08-87	26.8	79	0.0	-	18	19	18	48	28	-	54
14	30-08-87	26.5	88	28.0	-	18	18	36	25	64	-	58
15	05-09-87	26.7	88	0.0	-	18	17	31	21	21	-	69
16	10-09-87	27.7	83	0.0	-	17	-	25	20	-	-	71
17	12-09-87	28.2	80	27.0	-	17	-	23	19	-	-	78
18	19-09-87	28.7	75	0.0	-	-	-	22	19	-	-	80
19	21-09-87	27.0	83	0.0	-	-	-	20	18.5	-	-	85
20	26-09-87	27.9	82	0.0	-	-	-	18	17	-	-	89
21	30-09-87	27.0	83	0.0	-	-	-	18.5	-	-	-	95
22	06-10-87	26.7	81	3.0	-	-	-	17.5	-	-	-	105
23	16-10-87	25.9	86	0.0	-	-	-	17	-	-	-	109
24	20-10-87	26.2	86	0.0	-	-	-	-	-	-	-	122
25	02-11-87	24.7	94	101.0	-	571	57	-	-	-	-	122
26	05-11-87	24.5	92	10.0	-	38	39	-	-	-	-	125

TABLA 3. Contenido de humedad promedio por método de apilado y especie en función de los datos climatológicos y el tiempo de secado.

N° de Mediciones	Fecha	Temperatura (°C)	Datos Climatológicos			Canela moena			Contenido de humedad (%) por especie			Período evaluación (días)
			Temperatura (°C)	Humedad relativa %	Precipitación (mm)	Método de apilado	Método de apilado	Método de apilado	Marupa Método de apilado	Cumala colorada Método de apilado	III	
27	07-11-87	27.8	83	0.0	45	-	38	-	-	-	-	127
28	10-11-87	28.5	86	0.0	40	-	35	-	-	-	-	130
29	14-11-87	27.7	86	15.0	25	-	21	-	-	-	-	134
30	18-11-87	27.4	85	0.0	36	-	27	-	-	-	-	138
31	22-11-87	27.8	83	0.0	27	-	22	-	-	-	-	142
32	01-12-87	27.1	84	0.0	23	-	18	-	-	-	-	151
33	10-12-87	26.7	88	0.0	22	-	18	-	-	-	-	160
34	12-12-87	27.3	81	16.0	21	-	17.8	-	-	-	-	162
35	16-12-87	27.2	82	0.0	20	-	17.8	-	-	-	-	166
36	22-12-87	25.7	89	26.0	19.5	-	17	-	-	-	-	172
37	29-12-87	26.4	85	25.0	19	-	-	-	-	-	-	179
38	03-01-88	28.4	85	0.0	19	-	-	-	-	-	-	184
39	30-01-88	26.6	87	0.0	18.3	-	-	-	-	-	-	191
40	15-01-88	26.8	86	12.0	18.1	-	-	-	-	-	-	195
41	21-01-88	27.4	82	0.0	18	-	-	-	-	-	-	201
42	04-02-88	28.1	82	0.0	18	-	-	-	-	-	-	215
43	06-02-88	25.5	88	0.0	19	-	-	-	-	-	-	217
44	12-02-88	26.1	93	13.0	19.5	-	-	-	-	-	-	223
45	16-02-88	26.0	90	0.0	18	-	-	-	-	-	-	227
46	20-02-88	28.4	82	0.0	17.5	-	-	-	-	-	-	231
47	24-02-88	27.4	84	0.0	17.5	-	-	-	-	-	-	235
48	28-02-88	28.4	89	0.0	17.3	-	-	-	-	-	-	239
49	04-03-88	27.5	81	0.0	17.3	-	-	-	-	-	-	244
50	06-03-88	27.2	83	0.0	17.5	-	-	-	-	-	-	246
51	14-03-88	29.1	80	0.0	17.3	-	-	-	-	-	-	254
52	16-03-88	28.3	81	0.0	17.3	-	-	-	-	-	-	256
53	20-03-88	27.5	86	30.0	17	-	-	-	-	-	-	260

I Apilado horizontal bajo cobertizo

II Apilado horizontal con cubierta

III Apilado horizontal con caballete bajo cobertizo

TABLA 4. Tiempo secado (días)

ESPECIE	METODO DE APILADO		
	I	II	III
Canela moena	138	69	50
Marupa	62	35	16
Cumala colorada	76	52	16

TABLA 5. Número de tablas con defectos de secado por especie y Método de apilado.

ESPECIES	Número de tablas ensayadas	Método de apilado	DEFECTO DE SECADO									
			Rajaduras Severo	Grietas Leve (*)	Grietas (*)	Colapso	Arqueadura	Encorvadura Severo	Leve	Abarquillado	Torcedura	
Canela moena	30	I	19	4	19	-	6	-	3	9	18	
	26	II	22	6	7	-	16	2	5	-	-	
	10	III	9	1	5	-	-	-	-	9	4	
Marupa	40	I	19	-	5	-	-	-	-	30	8	
	40	II	32	3	12	-	8	2	1	2	-	
	20	III	18	2	1	-	6	-	1	-	-	
Cumala colorada	40	I	23	2	21	-	1	5	1	6	-	
	40	II	9	-	5	-	2	1	1	-	-	
	20	III	14	2	7	-	5	-	3	10	1	

(*) Grietas superficiales y terminales

TABLA 6. Porcentaje de defectos de secado por especie y método de apilado

E S P E C I E	Método de Apilado	PORCENTAJE DE DEFECTOS (%)									
		Severo	Rajaduras Leve	Grietas Superficiales	Colapso	Arqueadura	Severo	Leve	Abarquillado	Torcedura	
Canela moena	I	63	12	63	-	20	-	10	30	60	
	II	61	16	19	-	44	5	14	-	-	
	III	90	10	50	-	-	-	-	90	40	
Marupa	I	47	-	12	-	-	-	-	75	20	
	II	80	7	30	-	20	5	2	5	-	
	III	90	10	5	-	30	-	-	-	-	
Cumala colorada	I	57	5	52	-	2	12	-	15	-	
	II	22	-	12	-	5	2	2	-	-	
	III	70	10	35	-	25	-	15	20	5	

TABLA 7. Porcentaje de tablas defectuosas y sin defectos por método apilado.

ESPECIES	Método de apilado	TABLAS		%
		Defectuosas	Sin defecto	Total
Canela moena	I	100	0	100
	II	88	12	100
	III	100	0	100
Maruja	I	97	03	100
	II	99	05	100
	III	99	05	100
CUMALA	I	85	15	100
	II	100	0	110
	III	95	05	100

TABLA 8. Orientación de corte de las tablas e influencia en los defectos de secado.

Especie	Método de Apilado	Orientación de Inición		Rajaduras		Grietas Leve	Arqueaduras	Con defectos (%)		Abarquillado		Torcedura
		A	B	Severo	Leve			Arqueaduras	Encorvaduras	Severo	Leve	
Canela moesa	I	A	63	13	63	20	-	-	10	30	60	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Canela moesa	II	A	52	16	16	41	5	8	-	-	-	-
		B	2	-	2	-	-	2	-	-	-	-
		C	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-
	III	A	90	20	50	-	-	-	90	40	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marupa	I	A	42	-	10	-	-	-	62	10	-	-
		B	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	A	72	7	22	20	5	2	12	10	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
		C	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	A	85	10	5	30	-	5	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curnala colorada	I	A	50	5	47	2	12	-	12	-	-	-
		B	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	5	-	5	-	-	2	-	-	-	-
	II	A	17	-	12	5	2	2	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	A	65	10	20	20	-	10	40	5	-	-	
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	C	5	-	15	-	5	-	5	1	-	-	

A = Orientación tangencial

B = Orientación radial

C = Orientación intermedia

5. DISCUSION

El contenido de humedad inicial de la madera aserrada de una pulgada de espesor, varía de una especie a otra, originado en gran parte por la pérdida de humedad de la madera desde el aserrío, transporte y armado de pilas antes del proceso de secado, canela moena ha tenido un menor contenido de humedad inicial que las demás especies, constituyendo en sí un factor preponderante para la obtención del tiempo real de secado. Por otro lado, el contenido de humedad final está íntimamente relacionado con los valores climatológicos del medio (temperatura, humedad relativa y precipitación), es así que la humedad de equilibrio de la madera con el medio ambiente para la zona de Iquitos es de 16.8% aproximadamente. Se hace notar, que con la utilización del método de apilado horizontal bajo cobertizo, se emplea mayor tiempo de secado en relación a los otros métodos. Esto se debe, a que las características de secado bajo este método no permite una circulación normal del aire a través de las pilas y en consecuencia la migración del agua en la madera es más lenta. Por otro lado, el secado de la canela moena, utiliza mayor tiempo se debe a que la madera dentro de su estructura celular y en la mayoría de las especies de la familia lauraceae, tiene células oleíferas y, en consecuencia las células en conjunto poseen pared celular más gruesa que las especies de marupa y cumala colorada, así mismo, la presencia de compuestos orgánicos (aceites, gomas), retardan el proceso de secado.

Con el método de secado al aire libre, apilado horizontal con cubierta, se utilizó mayor tiempo en relación al apilado en caballete, cuando la madera es apilada en caballete la migración del agua retenida es más acelerada, ocasionado por la gravedad y por efecto de la temperatura y humedad relativa circundante del medio; en este caso existe mayor pérdida de humedad por los extremos de cada tabla, cabe indicar que las diferencias notables del tiempo que utiliza la madera aserrada de una pulgada de espesor de cada especie para secarse, está continuamente relacionado con la estructura celular, factores climatológicos medio ambientales y parámetros utilizados en cada método de apilado.

Con respecto a la variación de la humedad durante el proceso de secado, en las Figuras 3, 4, y 5; tiempo de secado v/s contenido de humedad, relacionado con las curvas de temperatura, humedad relativa y precipitación, la pérdida de humedad durante el secado está ligado a los cambios climatológicos del medio; sin embargo analizando las curvas de secado se nota que las tres especies ensayadas se comportan similarmente desde el primer día hasta los 10 ó 20 días; siendo el proceso acelerado hasta que la madera alcance un contenido de humedad aproximada del 30 %, el secado es lento hasta alcanzar el 17% de contenido de humedad final o humedad en equilibrio con el medio ambiente.

Las variaciones de los factores climatológicos de la zona en estudio como temperatura, humedad relativa y precipitación, ocasionaron la variación del comportamiento del secado estando ligado a ello, el tipo de secado y el método de apilado por lo que se evidencia que en los días lluviosos la madera absorbe mayor cantidad de agua, comprometiendo la eficiencia del secado. Es así, que en la Fig.3,

se nota que la madera fue secada en época con mayores precipitaciones, en relación a lo que presentan las curvas de precipitación de las figuras 4 y 5, lo cual ha originado fluctuaciones del contenido de humedad de la madera durante el proceso de secado. La absorción mínima de humedad, se atribuye a la adecuada elevación de la pila sobre el suelo y a la protección contra las lluvias. Pero de acuerdo a las características del lugar de apilado; la humedad del aire tiende a permanecer mayor tiempo dentro del ambiente en épocas de lluvias. Se logrará reducir el tiempo de secado y la incidencia negativa de los factores climatológicos con una mejor y mayor circulación del aire a través de la madera.

En las tablas 5 y 6, se observa el número y los porcentajes de tablas que presentaron defectos de secado; en la canela moena existe un elevado porcentaje de defectos, unas en mayor proporción que otras; destacando las rajaduras, grietas superficiales, arqueaduras, abarquillado. Estos defectos fueron determinados según las normas de clasificación visual de madera para construcción, así mismo tuvieron mayor incidencia en tablas que fueron secadas con el método de apilado en caballete.

El elevado porcentaje de rajaduras se puede atribuir a muchos factores, entre las más importante se menciona: existieron rajaduras antes de instalar las pilas de secado, a raíz de las tensiones internas existentes en la madera, calidad de corte de la sierra, manipuleo de las tablas durante el transporte, entre otros; posteriormente por efecto del secado, éstas rajaduras fueron incrementándose a raíz de los cambios bruscos de los factores climatológicos, propiciando la migración acelerada de la humedad en la madera y a los diferentes parámetros que intervinieron directamente para el armado de las pilas en cada método. Se logrará reducir estos defectos controlando mejor todos estos factores que intervinieron durante el secado. Así mismo, es de notar que estos defectos son influenciados por la estructura celular de la madera, por ejemplo los alabeos, además de estar ligados con los factores antes mencionados, tiene mucha relación con la dirección del grano de la madera. Si bien es cierto que estos defectos afectan en mayor o menor grado la calidad de la madera y dado a los rangos de clasificación estipulados durante la evaluación, es necesario que antes de su utilización y comercialización se efectúe una clasificación final de la madera secada a fin de propiciar su mejor uso. En la Tabla 8, se observa que en la mayoría de los casos; maderas con una orientación tangencial presentan mayor cantidad de defectos y, en menor porcentaje en tablas con orientación intermedia

y orientación radial, es de suponer que durante el aserrío de las trozas los cortes se deben realizar teniendo en cuenta la dirección de corte,

Destino de la madera aserrada; entre otros aspectos importantes a fin de disminuir la incidencia de los defectos, mejorando el grado de calidad de la madera secada.

FIGURA 3. Pérdida de humedad de la madera aserrada de Canela Moena durante el secado natural.

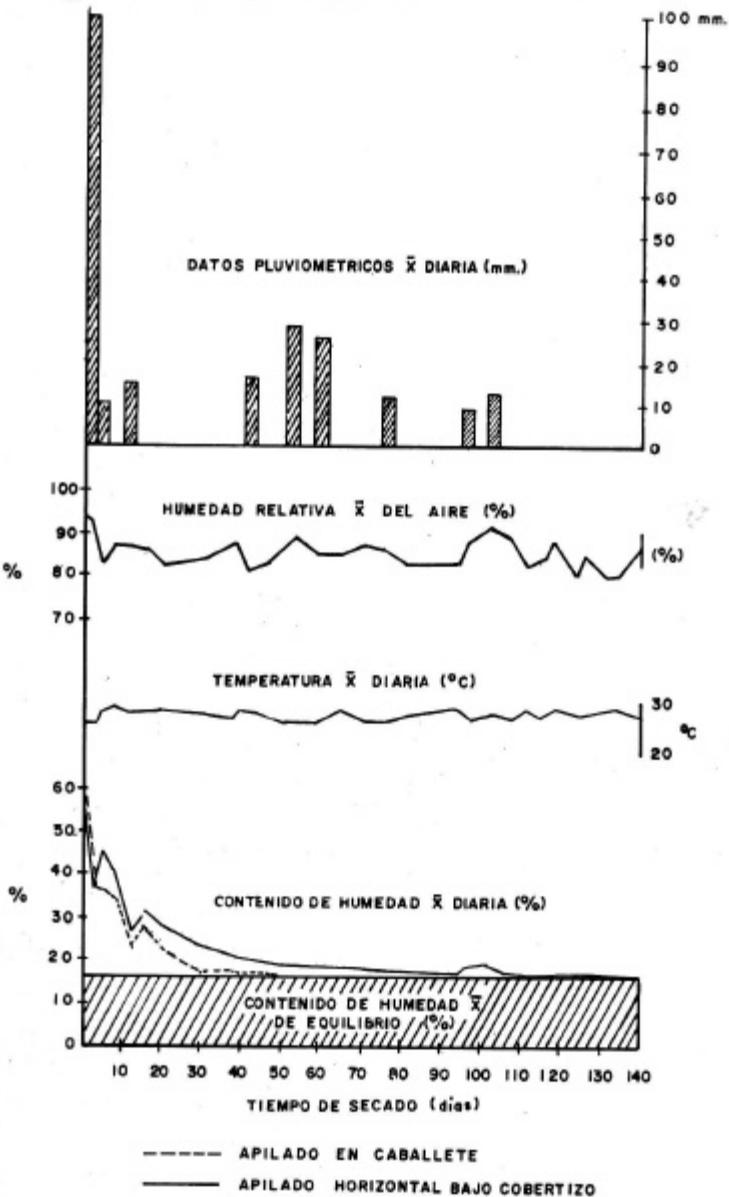


FIGURA 4. Pérdida de humedad de la madera aserrada durante el secado natural.

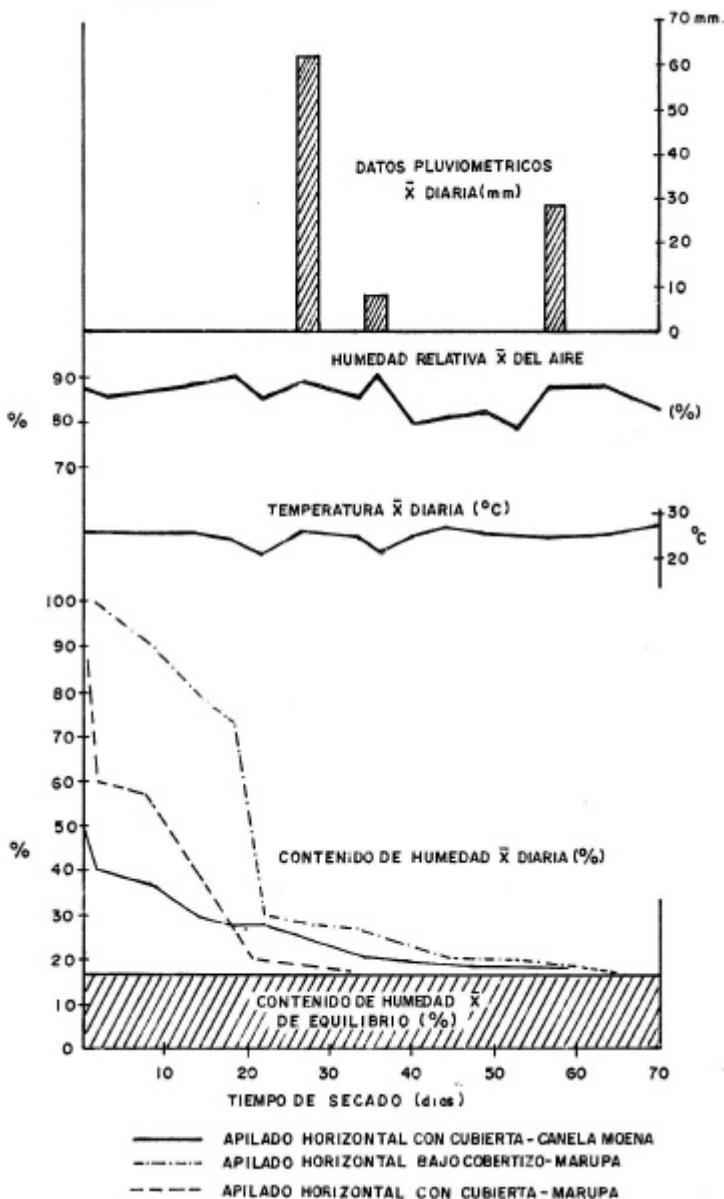
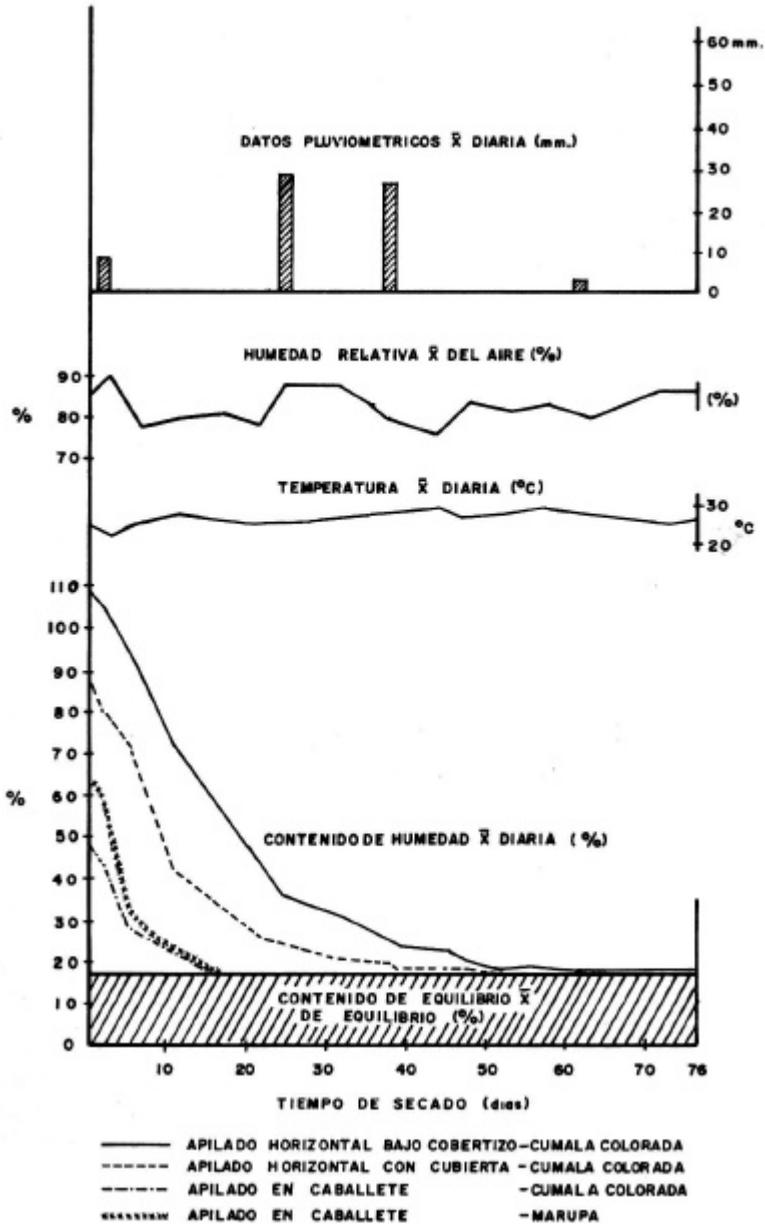


FIGURA 5. Pérdida de la madera aserrada durante el secado natural.



6. CONCLUSIONES

- 6.1 Las tablas comerciales de 1" de espesor de las especies; canela moena, marupa y cumala colorada, utilizaron menos tiempo de secado con el método de apilado en caballete y horizontal con cubierta en relación al apilado horizontal bajo cobertizo.
- 6.2 El comportamiento durante el secado al aire libre de las especies canela moena, marupa y cumala colorada, bajo los tres métodos de apilado, fue rápido hasta alcanzar aproximadamente el 30% de humedad y el proceso fue lento hasta el 17% de humedad.
- 6.3 Las precipitaciones y la variación notable de los factores climatológicos del medio, tuvieron efectos negativos en las tablas durante el proceso, bajo los tres métodos de apilado, prolongando el tiempo y originando mayores defectos de secado.
- 6.4 Las rajaduras, grietas superficiales, arqueaduras y abarquillado, son los defectos que tuvieron mayor incidencia en tablas de 1" de espesor en la especie canela moena.
- 6.5 El apilado en caballete bajo cobertizo, ha originado en mayor proporción defectos de rajaduras, grietas superficiales, arqueaduras y abarquillado.
- 6.6 La mayoría de los defectos evaluados tienen incidencia en aquellas tablas con orientación tangencial y en menor grado en aquellas tablas con orientación intermedia y radial.
- 6.7 El sellado de los extremos y el tratamiento preventivo de las tablas antes del secado, tuvieron efectos positivos durante el proceso.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1 Secar madera aserrada en tablas comerciales de 1" de espesor de las especies canela moena, marupa y cumala colorada, bajo los tres métodos de apilado, considerando los resultados obtenidos.
- 7.2 Reducir el tiempo de secado, con el método de apilado horizontal bajo cobertizo, y la incidencia negativa de los factores medio ambientales, en base a una mejor y mayor circulación del aire a través de las tablas.

- 7.3 Reducir las rajaduras antes del proceso de secado, teniendo mayor cuidado en la manipulación de las tablas durante el transporte y armado de las pilas antes del secado.
- 7.4 Reducir los defectos de secado, con un mejor control de los factores medio ambientales, dirección de corte durante el aserrío y parámetros de las pilas de secado.
- 7.5 Realizar una clasificación final de madera secada de las especies bajo los tres métodos de apilado, en base a sus defectos a fin de propiciar su mejor uso.
- 7.6 Realizar el secado natural, considerando nuevos métodos de apilado y bajo diferentes condiciones climatológicas medio ambientales.

8. BIBLIOGRAFIA

- AROSTEGUI, A. 1982. "Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas". Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 97 p.
1975. Características tecnológicas y usos de la madera de 40 especies del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Universidad Agraria La Molina. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú. 171 p.
- KOLLMAN, F. 1959. "Tecnología de la madera y sus aplicaciones". Tomo 1. Traducción del Alemán al Español. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal y Servicio de la Madera. Madrid-España. 675 p.
- LOUREIRO, A. y L. GRAGA, 1979. "Madeiras do Municipio de Aripuarua e suas utilidades (MATOGROSSO). Acta Amazónica. Año IX N0 1-CNPQ-JNPA. Manaus. Brasil 88 p.
- MENDES A. y E. TAYLOR, 1985. "Secagen Natural de madeira de Essacu (Hura Crepitans). Serie Técnica N0 11. Centro de Pesquisa de Productos Florestais-CPPF. Manaus-Brasil 13 p.
- MELO, J. 1987. 'Estudio preliminar del secado de la madera del eucapilto". Junta del Acuerdo de Cartagena. Proyecto FAO/HOLANDA/INFOR. Lima-Perú. 20 p.

- PECK, E. 1965. "Manual de Operaciones para el Programa de Cooperación". 2da. Ed. Culto Regional de Ayuda Técnica A.I.D. Mexico. 159 p.
- PADT-REFORT/JUNAC. 1984. "Manual de clasificación visual para madera estructura". 2da. Ed. Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de recursos forestales tropicales. Lima-Perú. 76 p.
- SCHREWE, H. 1983. "Manual de Secado de la Madera". Proyecto PNUD/FAO/PER-81/002. Lima-Perú. 84 p.
- TUSET, R. y F. DURAN. 1986. "Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización". Editorial Agropecuaria, Hemisferio Sur. Montevideo. 688 p.
- VILLANUEVA, G. 1977. "Inventario Forestal de los Bosques del CIEFOR Puerto Almendra". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Programa Académico de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. 47 p.
- 1982. "Inventario Forestal del Bosque de Santa Cruz-Río Nanay". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Programa Académico de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. 42 p.
- 1984. "Inventario Forestal de los Bosques de San Juan del Ojeal-Río Amazonas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. 48 p.
- VALDERRAMA H. et al 1989. "Estructura Anatómica y Clave de Identificación de 20 especies forestales de Colonia Angamos Río Yavarí y Jenaro Herrera Convenio IIAP-UNAP-INPA-Brasil, Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. 140 p.
- 1992. Influencia de la Estructura Anatómica en el comportamiento tecnológico de la madera de treinta especies forestales de la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal-UNAP. Iquitos-Perú. 21 p.