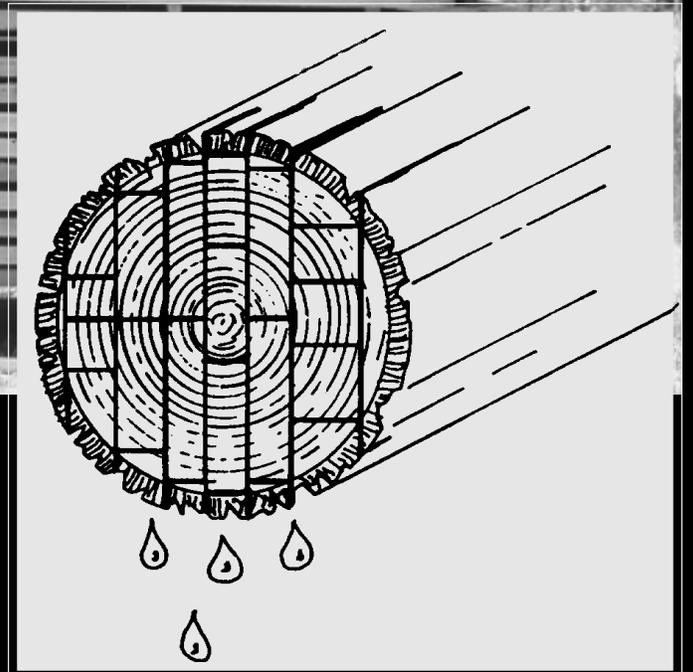
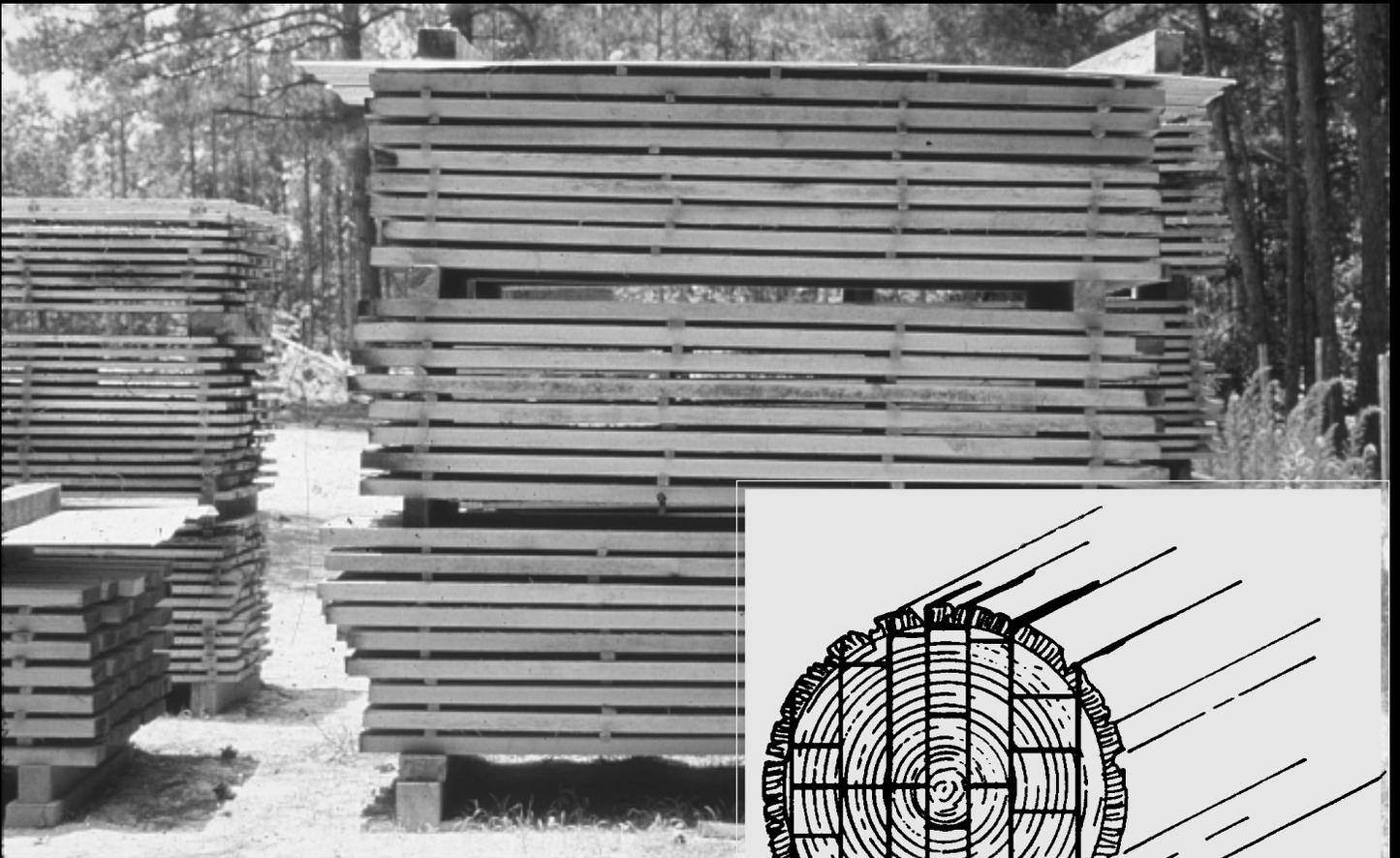
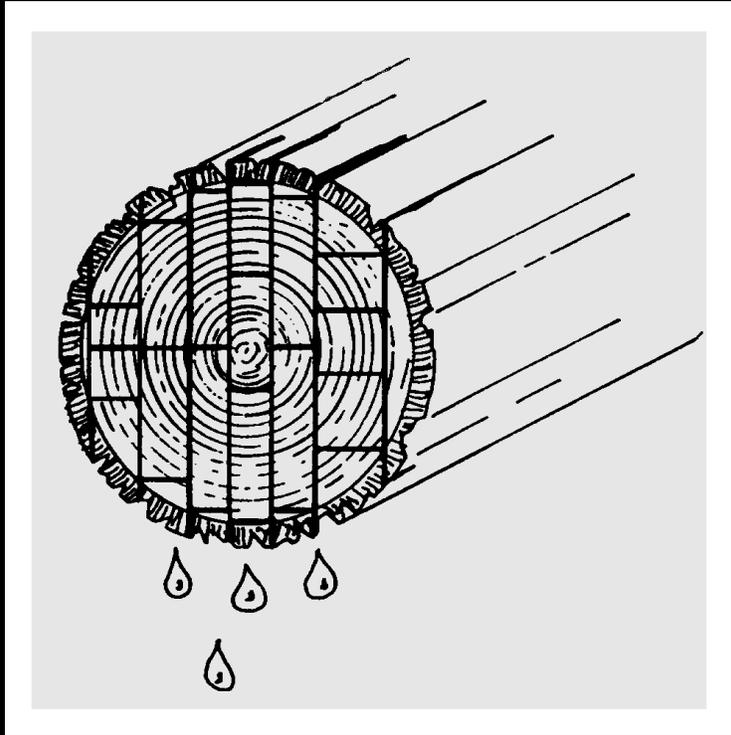


Procesos de Secado Para Evitar Defectos en la Madera Verde





<i>Introducción</i>	6
<i>Principios del proceso de secado de la madera</i>	7
<i>Protección de troncos y cachizos</i>	11
<i>Secado al aire libre</i>	11
<i>Apilamiento correcto de la madera aserrada</i>	12
<i>Tiempo de secado de la madera aserrada</i>	15
<i>Secado en interiores</i>	15
En el hogar o granja	15
En secadero hecho en casa	16
En congelador doméstico y un cuarto calentado	17
En horno microondas doméstico	18
<i>Corrección de defectos del secado</i>	18
Grosor del listón separador	18
Alineación recta del listón separador	18
Grosor del listón separador	19
Colocación del listón separador	19
Colocación de las Tablas en paquetes	20
Prevención de manchas y moho	20
Prevención de hendiduras y resquebrajamientos en los extremos	20
Prevención de hendiduras en la superficie	21
Prevención de desviaciones	21
<i>Almacenamiento de la madera aserrada seca</i>	21
Madera aserrada secada al aire	21
Madera aserrada secada en interiores	21
<i>Referencias</i>	22

Lista de Tablas

1. Contenido de humedad (porcentaje) de la madera verde en ciertas especies de importancia comercia	8
2. Contenido de humedad (porcentaje) de la madera aserrada a diferentes temperaturas y humedades relativas	9
3. Contenido recomendable de humedad en distintos artículos de madera al momento de la instalación	9
4. Tiempo estimado para secado al aire de madera dura verde de tipo oriental de una y dos pulgadas de grosor a un promedio aproximado de 20 % contenido de humedad	10
5. Tendencia de distintas maderas duras a sufrir hendiduras y desviaciones.	4
6. Número de días requeridos para un buen secado al aire de distintos tipos de maderas duras (de 1 pulgada de grosor) hasta obtener un contenido de humedad de 20 por ciento contenido de humedad.	15
7. Humedad relativa y contenido de humedad de la madera obtenidos cuando el aire exterior, a 80 por ciento de humedad relativa y varias temperaturas, se introduce a un cuarto sin humedad y se calienta a 68° F humidity and various temperatures is brought into an unhumidified room and heated to 68 grados Fahrenheit	16
8. Contenido de humedad de la madera aserrada secada en congelador doméstico y cuarto calentado	17

Ilustraciones

1. Contracción de la madera y desviación de piezas planas, cuadradas y redondas afectadas por el patrón y la dirección de los anillos de crecimiento anual.	7
2. Las tres superficies primarias de la madera. El movimiento dimensional es específico en cada uno de estos planos.	7
3. El contenido de humedad recomendado en el momento de instalar madera y sus productos varía en todo el país. Los productores deben conocer los valores recomendados para los productos de madera y sus derivados cuando venden sus mercancías en estas áreas.	8
4. Mapa de secado al aire en la zona este de los Estados Unidos	8
5. Defectos de secado que pueden producirse en madera aserrada secada de forma incorrecta.	12
6a. Sitio comercial deficiente para secar madera dura nativa. Este sitio poco elevado tiene mala circulación de aire y es propenso a las inundaciones. Es necesario cubrir la madera apilada.	12
6b. Madera apilada de forma incorrecta sin listón separador entre las Tablas. Hay poca ventilación por debajo o dentro de la pila. La madera apilada de esta manera puede sufrir desviaciones, hendiduras, manchas y corrosión.	12
7a. Se necesita comenzar con una buena base para lograr un alineamiento correcto y un secado adecuado. Use madera tratada, acero o concreto.	13
7b. Comience a formar la pila intercalando todas las maderas cortas en el interior de las capas. Si se apila bien y se deja el espacio adecuado entre la madera, se logrará una buena ventilación y un secado uniforme. No deje que los extremos de la madera aserrada sobresalgan más de 6 pulgadas.	13

- 8.** Éste es un nuevo tipo de listón separador que se asemeja a un hueso para perro. Estos listones separadores permiten una ventilación máxima entre la madera aserrada adyacente, dado que son curvos y el área de superficie que toca las planchas es menor. Estos listones separadores brindan una ventilación mejor que los tradicionales y reducen al mínimo la posible aparición de áreas donde es posible la transferencia de manchas del listón separador a la plancha (manchas del listón separador). Siempre es importante que los listones separadores se mantengan secos y se desechen de inmediato aquellos que estén manchados o dañados. 13
- 9.** Una de las prácticas recomendables de secado es utilizar un lugar abierto, nivelado, con buen drenaje y que no se inunde. Las fundaciones deberán mantener la madera al menos a 15 pulgadas por encima del suelo y deberá haber un techo bien afianzado para proteger la madera contra la lluvia. Oriente las pilas de forma que se reduzca su exposición al sol y se aumente el flujo de aire; por lo general, deberán estar de norte a sur. 14
- 10.** Vista frontal del lado sur de una secadora de madera aserrada de calentamiento solar. 16
- 11.** Vista lateral este de la secadora solar de madera aserrada que muestra la puerta principal de carga y descarga y el pequeño acceso al área del colector. 16
- 12.** Esta madera aserrada con desviación de filo considerable porque los listones separadores y las abrazaderas se colocaron muy distanciados. 19
- 13.** Una pila de madera bien lograda tiene listones separadores de igual grosor alineados verticalmente. La distancia normal entre los listones separadores y las abrazaderas es de 18 a 24 pulgadas. 19
- 14.** Estas Tablas de pino sureño tienen un grosor desigual. La Tabla, que es demasiado delgada, se cortó mal y se debió haber desechado o, por lo menos, separado antes del apilamiento. 19
- 15.** Hendiduras y separaciones en los extremos que no se protegieron en este tronco de madera dura durante el almacenamiento en las instalaciones del aserradero antes del corte. Las hendiduras en los extremos pueden reducirse si se les aplica capas de recubrimiento y al efectuar el talado con rapidez. 20
- 16.** Hendiduras en los extremos de las aristas causadas por la rapidez del proceso de secado y su exposición al sol. También se producirán hendiduras en los extremos de los troncos de la madera que se va aserrar. 20
- 17.** La madera seca se almacena comercialmente sobre listones separadores en grandes bodegas. Los productores a baja escala obtendrán resultados similares en el garaje de una casa o en la bodega de una granja. 21

Introducción

Esta publicación ofrece información sobre algunos de los principios básicos y problemas que se presentan en el secado de la madera aserrada, discos de madera y otras piezas pequeñas de este material. Su objetivo es ayudar a las personas que desean secar pocas cantidades de madera en forma económica sin sacrificar la calidad. Los propietarios de aserraderos pequeños también pueden beneficiarse con esta información en la fabricación de productos de madera seca.

Además de la información sobre los procesos de secado, esta publicación expone los tratamientos previos al secado que ayudan a eliminar defectos tales como el moho, manchas, deterioro, hendiduras, resquebrajamiento y desviaciones. Dichos procedimientos comprenden el tratamiento de la madera con glicol de polietileno de 1000, pasta de sal, tratamiento previo de la superficie, aplicación de una capa final y sumersión en fungicidas. Asimismo, se examinan algunos temas sobre los secaderos de secado. La sección de corrección de problemas explora las posibles dificultades que se podrían evitar fácilmente en el proceso de secado de la madera.

La madera de tronco verde, al momento de serrarla por primera vez, contiene hasta dos tercios de su peso en agua, gran parte de la cual debe eliminarse de la madera antes de poder convertirla en productos útiles. El contenido de humedad de la madera se define como el peso del agua en su interior y se expresa como un porcentaje con respecto del peso de la madera secada en hornos:

El contenido de humedad de la madera dura verde puede ser superior al 100%. La madera exige mucha atención, desde el momento en que se tala un árbol hasta que la madera aserrada se ha secado correctamente para el uso deseado. La mayor parte de las maderas densas y nativas (tales como roble, nogal americano, higuera, haya, nogal, fresno y olmo) requieren un proceso de secado más cuidadoso que el pino o algunas de las otras maderas de menor densidad (tales como tilo americano, álamo amarillo, arce suave o cerezo). Sin embargo, si se trata la madera con esmero y si se somete a un proceso de secado adecuado, se obtienen las ventajas siguientes:

1. El secado reduce la probabilidad de infestación de insectos, la aparición de moho y manchas y el deterioro durante el almacenamiento y uso de la madera. Los hongos y las termitas no pueden crecer en maderas cuyo contenido de humedad es inferior a 20%.
2. La contracción por el secado se completa antes de utilizar la madera.
3. El secado reduce el peso y aumenta la mayoría las propiedades de resistencia de la madera.
4. Sólo la madera relativamente seca se puede encolar, someter a acabado, labrar y tratar con químicos con buenos resultados.

$$MC (\%) = \frac{\text{initial weight} - \text{ovendry weight}}{\text{ovendry weight}} \times 100$$

Principios del proceso de secado de la madera

La madera se seca por el movimiento del agua libre a través de las cavidades de sus vetas, el movimiento del agua confinada por medio de las paredes de sus vetas y el movimiento del vapor de agua a través de los espacios de sus vetas. Cuando la madera se seca a aproximadamente un 30% del contenido de la humedad, es decir, cuando se ha extraído el agua de las cavidades de la veta pero sigue saturada en sus paredes, se dice que ha llegado al punto de saturación de la veta (PSF). La madera comienza a contraerse después que el contenido de la humedad es inferior al PSF.

Dado que la madera no es homogénea, se contrae más a lo largo de los anillos de crecimiento que a través de ellos (Ilustración 1). La menor contracción o expansión de la madera se da en la dirección longitudinal o “del tronco del árbol”. Estas variaciones causan defectos en el secado tales como desviaciones y hendiduras. La contracción y expansión cesará a medida que el contenido de humedad de la madera vaya equilibrándose con respecto a la humedad en el ambiente circundante. Las especies de la madera varían en cuanto a la velocidad y cantidad de contracción.

Una pieza individual de madera muestra patrones singulares de contracción o expansión en sus tres planos. Las tres direcciones primarias del movimiento de la madera son: tangencial (perpendicular a los anillos de crecimiento), radial (paralelo a los anillos de crecimiento) y longitudinal (paralelo a la veta, la dirección vertical de un árbol) (Ilustración 2). En la mayoría de las especies nacionales, el cambio en la dimensión tangencial es, con frecuencia, casi el doble del movimiento radial, mientras que el cambio en la longitud dimensional es casi siempre insignificante, a menos que la madera presente tejidos anormales.

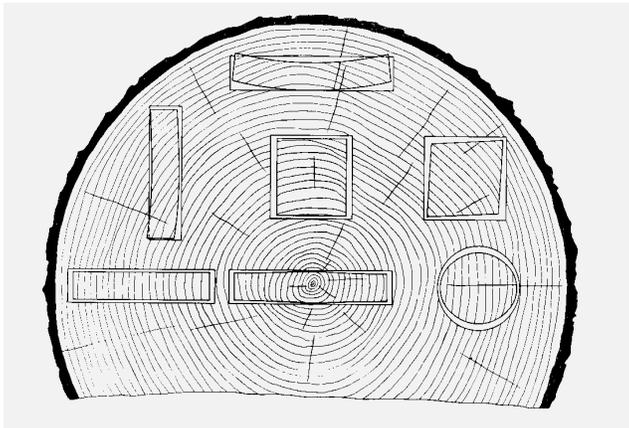


Ilustración 1. La contracción de la madera y la distorsión de las piezas planas, cuadradas y redondas afectadas por el patrón y la dirección de los anillos de crecimiento anual (Fuente: Laboratorio de productos forestales del USDA, 1987)

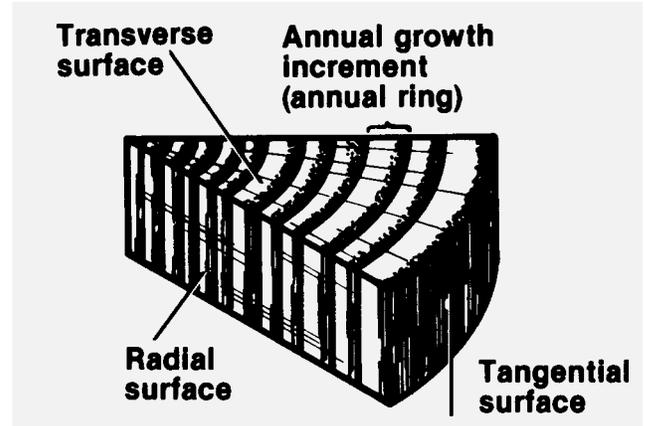


Ilustración 2. Las tres superficies primarias de la madera. El movimiento dimensional es específico en cada uno de estos planos. (Fuente: Laboratorio de productos forestales del USDA 1987)

La madera libera o absorbe humedad cuando el aire circundante tiene una humedad relativa y temperatura específicas. Cuando el aumento en la humedad es igual a su pérdida, se dice que la madera tiene un contenido de humedad constante. En la mayor parte de las especies, el contenido de humedad en la madera verde varía entre la madera del centro del tronco (duramen o corazón) y la cercana a la corteza (albura) (Tabla 1). En las casas promedio, donde el aire acondicionado y la calefacción central mantienen la humedad relativa entre 25 y 50% y la temperatura alrededor de 70° F, el contenido de humedad de la madera oscila entre 5 y 9%. El almacén de madera (viguetas, alfardas y espigas) de un edificio alcanzan un contenido de humedad cercano a 12%. En condiciones cálidas y húmedas, como las de un invernadero, donde la humedad relativa es de 90%, el contenido de humedad de la madera es de aproximadamente 20%. La Tabla 2 ilustra los contenidos de la humedad de la madera a diferentes temperaturas y humedades relativas. La Tabla 3 muestra que el contenido de humedad de otros materiales derivados de la madera, tales como la madera comprimida, plancha sólida y productos laminados, es de 20 a 60% inferior que en la madera aserrada o contrachapada, dependiendo de su contenido de resina, tipo de acabado y tratamiento.

Para evitar contracciones, desviaciones, hendiduras y resquebrajamientos del producto terminado, la madera aserrada debe secarse hasta que su contenido de humedad final se acerque a la mitad del rango del contenido de humedad esperado durante el uso. En Louisiana, la mayor parte de los muebles, gabinetes y estantes de las tiendas están, por lo general, expuestos a una temperatura interior

entre 30 y 100° F y a una humedad relativa entre 30 y 90%. La Ilustración 3 muestra que el contenido de humedad recomendado para la madera en interiores en todo Louisiana es 11%. Este estado es afortunado en cuanto a que casi los 12 meses del año ofrece buenas condiciones para el secado al aire (Ilustración 4). Vea la Tabla 4 que indica los tiempos estimados para secar al aire madera sólida oriental verde de 1 y 2 pulgadas de grosor. En la Tabla 1 se observa que dentro de este rango limitado, la variación de la temperatura afecta muy poco el contenido de la humedad. Aparentemente la humedad relativa juega el papel más importante en la determinación del contenido de la humedad de la madera aserrada.

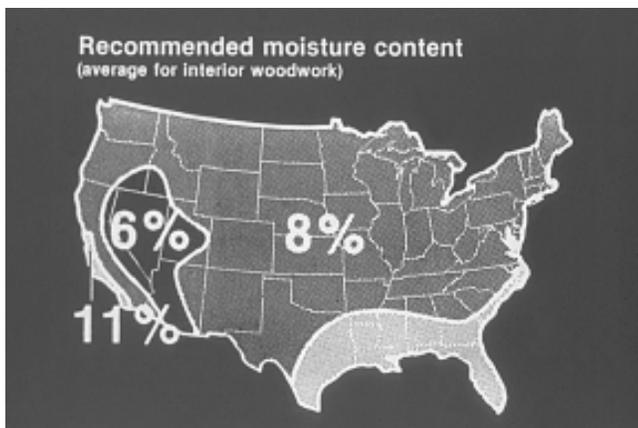


Ilustración 3. El contenido de humedad recomendado en el momento de instalar madera y sus productos de la madera varía en todo el país. Los productores deben conocer los valores recomendados para los productos de madera y sus derivados cuando venden sus mercancías en estas áreas. Fuente: Peck (1955).

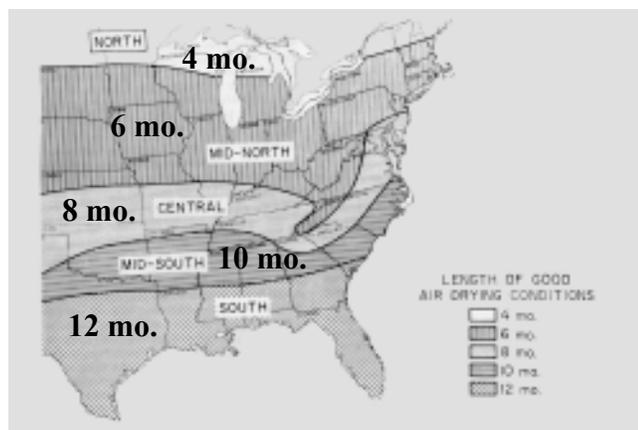


Ilustración 4. Mapa de secado al aire en la zona este de los Estados Unidos. Fuente: McMillen and Wengert (1978).

Tabla 1. Contenido de humedad (porcentaje) de la madera verde en ciertas especies de importancia comercial.

Especie	Contenido de humedad (Porcentaje)	
	<i>Duramen</i>	<i>Albura</i>
Maderas duras		
Tilo americano	81	133
Haya americana	55	72
Olmo americano	95	92
Higuera americano	114	130
Cerezo negro	58	—
Nogal negro	90	73
Álmez	61	65
Abedul	89	72
Pacana	70	52
Pacana (de agua)	97	62
Arce	65	72
Ocozol	79	137
Niza de agua	150	116
Fresno blanco	46	44
Roble blanco	64	78
Álamo amarillo	83	106
Maderas blandas		
Ciprés pelón	121	171
Pino Oregón (tipo costero)	37	115
Cicuta oriental	97	119
Pino del incienso	33	110
Cedro rojo oriental	33	—
Abeto oriental	34	128
Secoya (crecimiento antiguo)	86	210
Pino blanco occidental	62	148

Fuente: Laboratorio de productos forestales del USDA (1987).

Tabla 2. Contenido de humedad (porcentaje) de la madera aserrada a diferentes temperaturas y humedades relativas.

<i>Temperatura (° F)</i>	<i>Humedad relativa (Porcentaje)</i>								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
30	2.7	4.7	6.4	8.0	9.7	11.4	13.8	17.2	22.5
40	2.6	4.6	6.3	7.9	9.5	11.2	13.4	16.8	21.8
50	2.5	4.6	6.3	7.8	9.4	11.1	13.3	16.5	21.4
60	2.5	4.5	6.2	7.7	9.3	11.0	13.2	16.3	21.0
70	2.4	4.5	6.1	7.6	9.2	10.9	13.1	16.1	20.6
80	2.4	4.4	6.0	7.5	9.1	10.7	12.8	16.0	20.4
90	2.3	4.3	5.9	7.4	8.9	10.5	12.6	15.7	20.0
100	2.2	4.1	5.7	7.2	8.7	10.3	12.4	15.5	19.6
Promedio	2.5	4.5	6.1	7.6	9.2	10.9	13.1	16.3	20.9

Tabla 3. Contenido recomendable de humedad en distintos artículos de madera al momento de la instalación.

<i>Contenido de humedad (Porcentaje)</i>		<i>Uso de la madera (en interiores y exteriores)</i>
Rango	Promedio	
6-9	8	Planchas sólidas, productos laminados
6-10	8	Bordes comunes para interiores, muebles acabados, madera comprimida, madera secada en hornos, juguetes, paneles, gabinetes y otros productos hechos con madera en cuartos con calefacción central.
10-14	12	Puertas, ventanas, bordes, equipo deportivo, mangos de herramientas, productos de aserraderos y bordes de exteriores, Tablas de forro, revestimiento y muebles para cuartos levemente calentados.
12-19	12	Muebles de jardín, terrazas, ripios (tejas), madera aserrada para el armazón de una casa (tales como viguetas, alfardas y espigas), cajas y embalajes.
20-25	22	¡Este contenido de humedad es suficiente para favorecer el crecimiento de termitas, manchas y hongos que deterioran o pudren la madera!
12-30	30	Max. Pilotes, caballetes de puente, construcción subterránea y químicos para la madera (saturación de la veta a tratarse para la conservación o punto ignífugo).

Tabla 4. Tiempo estimado para secado al aire de madera dura verde de tipo oriental de una y dos pulgadas de grosor a un promedio aproximado de 20 % de contenido de humedad.

Especie ¹	Tamaño <i>Pulgada</i>	Tiempo estimado por región ²	
		<i>Días en el región sur</i>	<i>Días en la central del sur</i>
Fresno	1	45-70	45-75
	2	180-210	180-220
Haya	1	45-70	45-75
	2	180-210	180-220
Cerezo	1	45-70	45-75
	2	180-210	180-220
Chopo	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210
Olmo americano	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210
Álmez	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210
Nogal	1	50-80	50-95
	2	190-230	190-240
Magnolia	1	40-75	—
	2	170-220	—
Arce suave	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210
Arce sólido	1	45-70	45-75
	2	180-210	180-220
Roble rojo	1	60-120	55-100
	2	240-360	215-300
Roble blanco	1	60-120	55-100
	2	240-360	215-300
Pacana	1	60-120	65-100
	2	240-360	215-300

Especie ¹	Tamaño <i>Pulgada</i>	Tiempo estimado por región ²	
		<i>Días en el región sur</i>	<i>Días en la central del sur</i>
Ocozol	1	50-80	50-95
	2	190-230	180-240
Higuera	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210
Nisa	1	60-110	45-90
	2	210-300	180-220
Nogal negro	1	45-70	45-75
	2	180-210	180-220
Sauce negro	1	30-65	35-70
	2	150-200	160-210
Álamo amarillo	1	40-65	40-70
	2	170-200	170-210

¹ Nombres oficiales de los árboles dados por el Servicio Forestal; los nombres botánicos correspondientes se encuentran en el Apéndice D de McMillen and Wengert (1978).

² Las regiones con un número casi igual de meses con “buen” clima para secado al aire, según la Ilustración 5 de McMillen and Wengert (1978).

Fuente: McMillen and Wengert (1978).

Protección de troncos y cachizos

Antes del inicio del secado propiamente dicho de la madera, hay que tomar ciertas precauciones a fin de reducir los defectos en ese proceso. Si no se tiene mucho cuidado en las etapas iniciales del aserrado, el proceso posterior de secado podría no eliminar los defectos existentes. Las primeras semanas son de importancia fundamental.

Hay que ser precavidos desde el principio, comenzando con los troncos. Los troncos y cachizos recién serrados corren peligros a corto y largo plazo. Las presiones a las que se somete un árbol vivo pueden causar hendiduras y resquebrajamiento graves en el momento del talado o poco después. Algunos de los peligros a largo plazo son las hendiduras en los extremos, manchas, corrosión e infestación de insectos. Los daños ocurren con mayor rapidez en los troncos cortados entre los meses de abril y octubre, cuando los hongos e insectos están más activos.

Los procedimientos siguientes ayudan a proteger los troncos y cachizos contra daños:

1. Mantenga los troncos constantemente mojados o guárdelos bajo el agua, si es posible, durante la primavera, verano y otoño.

2. Oriente los troncos y cachizos verdes con mucho cuidado. Los extremos de los troncos orientados de este a oeste no se ven perjudicados por el calor del sol. El extremo sur de los troncos y las maderas aserradas orientadas de norte a sur reciben intenso calor solar, lo que propicia la hendidura de la madera y por lo tanto, su desperdicio. El recubrimiento de los extremos ayuda a evitar estas hendiduras durante el almacenamiento.

3. Corte los troncos en madera aserrada lo antes posible o dentro de los 15 días siguientes al talado. Esto es

especialmente importante durante los meses cálidos.

4. Si los troncos han de guardarse en seco por un período superior al mes, descortécelos y rocíelos por completo en sus extremos y lados con una mezcla de fungicida e insecticida dentro de los diez días siguientes al corte. Para evitar la penetración de manchas descolorantes, es necesario rociar el producto dentro de las 24 horas siguientes al serrado durante la estación caliente.

5. Recubra los extremos para reducir las hendiduras en los extremos de los troncos y cachizos. Se puede usar soluciones comerciales, asfalto, brea de alquitrán de carbón, petróleo crudo, pinturas a base de aceite y parafina.

6. Se deberá aplicar el recubrimiento de los extremos después de haber dado el tratamiento fungicida e insecticida (con un rociador manual de jardín). Use un rociador o cepillo para aplicar una película gruesa de recubrimiento en los extremos de troncos y cachizos. No lo aplique en la parte externa de los troncos, sólo en los extremos.

7. Descortezar los troncos también evita las manchas y los insectos. Se puede utilizar un descortezador comercial o una azada de cuello recto para retirar la corteza del árbol.

¡Tome todas las precauciones necesarias cuando use pesticidas! Los fungicidas e insecticidas mal empleados pueden causar daños a los seres humanos, animales y plantas. Siga las instrucciones y tome las precauciones que se dan en la etiqueta. No aplique pesticidas cuando haya peligro de que se los lleve el viento o la corriente. Vista y use las vestimentas y equipos de protección especificados en el empaque. Si se contamina las manos u ojos con el pesticida, siga el tratamiento de primeros auxilios descrito en la etiqueta y obtenga atención médica de inmediato.

Secado al aire libre

Existen diferentes métodos para secar la madera aserrada, desde el secado al aire y en hornos hasta los procesos especiales. El método más común de secado para la mayoría de las especies de maderas duras es al aire hasta obtener un contenido de humedad de 20 a 25 por ciento, seguido de secado en horno, según los requisitos específicos después de ese punto.

El secado al aire es el método más común y económico para extraer grandes cantidades de agua de la madera aserrada. La madera aserrada secada al aire tiene

una estabilidad dimensional satisfactoria para muchas aplicaciones que requieren exposición a la intemperie tales como bodegas, graneros, puentes y otras edificaciones en general. La madera dura para uso en interiores se seca al aire antes de secarla en hornos, para reducir los costos y defectos generales del secado. Sin embargo, pueden secarse al aire libre pequeñas cantidades de madera dura aserrada y luego secarla aún más usando distintas técnicas apropiadas para operaciones que no son comerciales. El objetivo del secado al aire libre es reducir el contenido de humedad de

la madera aserrada hasta obtener un valor que sea uniforme con las condiciones climáticas circundantes y lograrlo en el menor tiempo posible y con un mínimo de defectos.

Existen dos “reglas del aserrador” que aceleran el secado y mejoran los productos terminados: 1) Trate de cortar la madera aserrada hasta la dimensión o grosor más pequeño que se requiera antes de comenzar el proceso de secado. Cuando el grosor de la madera aserrada se duplica,

el tiempo de secado aumenta más del doble. Si un producto de madera terminado va a tener más de 2 pulgadas de grosor, es mejor fabricarlo de dos piezas pegadas con cola, tras haberlas secado y cepillado. 2) Cuando se cortan los troncos, es mejor cortar cada pieza a ¼ de pulgada por encima del tamaño final (más o menos 1/8 de pulgada) considerando la contracción y cepillado de la madera.

Apilamiento correcto de la madera aserrada

La madera dura verde recién cortada deberá apilarse en la forma correcta, es decir, de tal forma que quede alineada y plana mientras se seca al aire libre. A medida que se elimina el agua, la madera aserrada tiende a desviarse, retorcerse y desviarse de canto y llano. Estos defectos se muestran en la Ilustración 5. El grado de los defectos de secado depende de la especie de la madera (Tabla 5). A continuación se exponen consideraciones importantes para apilar la madera:

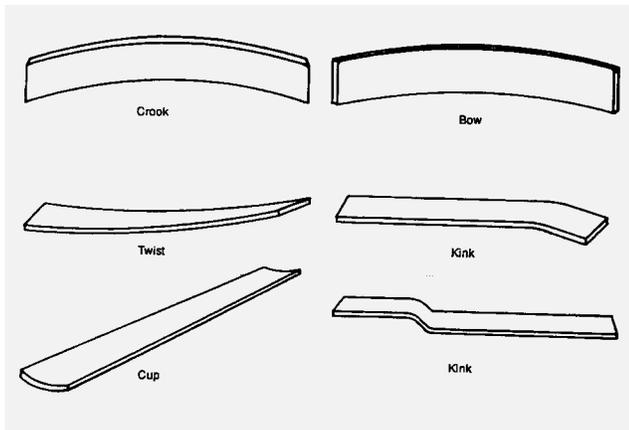


Ilustración 5. Defectos de secado que pueden producirse en madera aserrada secada de forma incorrecta.



Ilustración 6a. Sitio comercial deficiente para secar madera dura nativa. Este sitio poco elevado tiene mala circulación de aire y es propenso a inundaciones. Es necesario cubrir la madera apilada.



Ilustración 6b. Madera apilada de forma incorrecta sin listón separador entre las Tablas. Hay poca ventilación debajo o dentro de la pila. La madera apilada de esta manera puede sufrir desviaciones, hendiduras, manchas y corrosión.

1. Sitio: Escoja un sitio abierto que cuente con buen drenaje para apilar la madera. Evite los lugares bajos donde haya edificios que dificulten el paso de las corrientes de aire. Limpie de yerbas y basura alrededor de la pila para disminuir el riesgo de humedad y aumentar el paso del aire hacia ella. Para preparar el suelo, es preferible una superficie sólida o un relleno de grava.

2. Fundación: Construya una fundación firme que proporcione una base totalmente plana para la primera capa de madera aserrada. Para obtener un buen drenaje, asegúrese que haya una inclinación de 1 pulgada por cada pie de longitud de la madera apilada. Coloque los pilares a 4 pies de distancia. Entierre los pilares dentro de una fundación sólida (Ilustración 6).

3. Espacio libre y anchura de las pilas: Deje un espacio de por lo menos 12 pulgadas entre el suelo y la capa inferior de madera. Haga la pila de la misma longitud que las Tablas más largas de la madera, sin que pase de 6 pies de ancho. En la parte superior de los pilares, coloque vigas longitudinales de 4 x 6 pulgadas a todo lo ancho de la pila. Coloque soportes de 4 x 6 pulgadas en forma transversal con respecto a las vigas longitudinales a cada dos pies de distancia. Si no logra encontrar vigas longitudinales de la misma longitud de la pila, ensamble las uniones directamente en los pilares (Ilustración 7).

4. Apilamiento: Cada capa deberá tener madera aserrada del mismo grosor y longitud. Esto ayudará a que la deformación sea mínima. Coloque una sola capa de madera sobre los soportes cruzados. Coloque listones separadores para alinear la madera a secar y separe las placas dejando una pulgada de distancia entre ellas. Cuando se almacenan grandes cantidades de madera aserrada en el invierno, ésta se seca mejor cuando se deja un espacio de chimenea en el centro de la pila. Por lo general, basta con dejar un espacio de doce pulgadas.

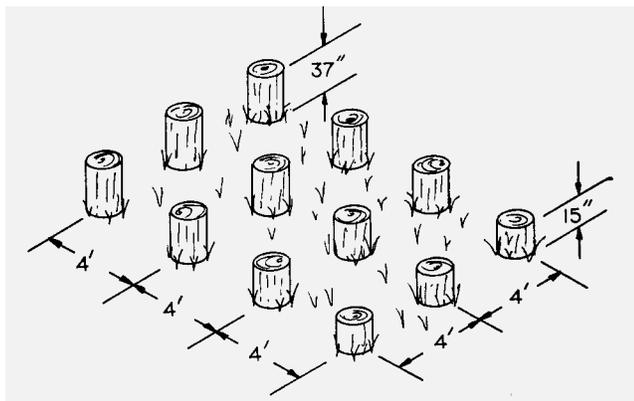


Ilustración 7a. Se necesita comenzar con una buena base para lograr un alineamiento correcto y un secado adecuado. Use madera tratada, acero o concreto.

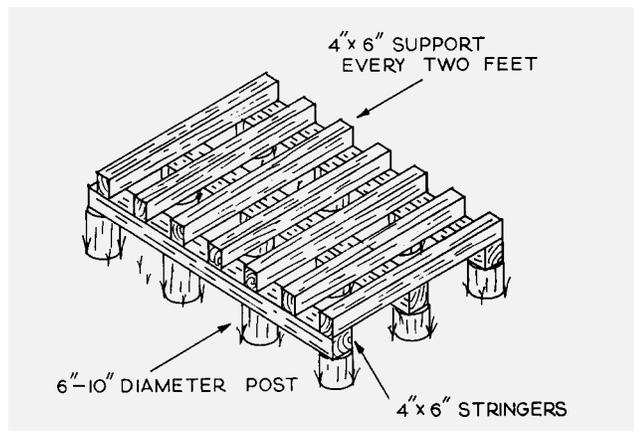


Ilustración 7b. Comience a formar la pila intercalando todas las maderas cortas en el interior de las capas. Si se apila bien y se deja el espacio adecuado entre la madera, se logrará una buena ventilación y un secado uniforme. No deje que los extremos de la madera aserrada sobresalgan más de 6 pulgadas.

5. Recubrimiento de los extremos: Vuelva a aplicar un recubrimiento en los extremos de la madera aserrada en donde se ha desprendido o dañado esta protección. Por lo general, lo mejor y más conveniente es aplicar una solución comercial.

6. Listones separadores y espacios: Los listones separadores son tiras de madera que se usan para separar las capas de Tablas de madera. Dichos listones deberán estar secos, tratados contra manchas, tener igual grosor



Ilustración 8. Éste es un nuevo tipo de listón separador que se asemeja a un hueso para perro. Estos listones permiten una ventilación máxima entre la madera aserrada adyacente, dado que son curvos y el área de superficie que toca las planchas es menor. Estos listones separadores brindan una ventilación mejor que los tradicionales y reducen al mínimo la posible aparición de áreas donde es posible la transferencia de manchas de un listón separador a la plancha (manchas del listón separador). Siempre es importante que los listones se mantengan secos y se desechen de inmediato los que estén manchados o dañados.

(aproximadamente 1 pulgada) y deberán estar colocados entre 18 y 24 pulgadas de distancia a todo lo largo de las Tablas. Cada listón separador se coloca en la parte superior de la madera verde aserrada, en línea directa con los listones de las capas inferiores. Si se observa uno de los lados de la pila, los listones deben lucir alineados en niveles perfectamente verticales. Los listones separadores pueden tener de 1.5 a 2.5 pulgadas de ancho. Use uno de los listones más anchos en los extremos de las Tablas para evitar que éstos sufran hendiduras.

7. Espacio entre las Tablas: Para permitir una buena circulación del aire, coloque las Tablas por lo menos a 1 pulgada de distancia y sobre los listones separadores de esa capa. Coloque las Tablas más largas en los lados externos de la capa. Luego intercale las piezas más cortas de forma que una quede alineada al frente de la pila y la próxima con la parte posterior de la pila. Mantenga las piezas de madera aserrada que se han apilado en forma plana a dos pulgadas de distancia para una buena circulación del aire.

8. Colocación/Inclinación: El extremo frontal de la pila deberá sobresalir 1 pulgada por cada pie de altura, para permitir el desagüe.

9. Techo: Proteja el material apilado con un techo que resalte a 2 pies del extremo frontal y trasero de la pila. El techo deberá drenar el agua hacia la parte trasera y deberá estar colocado al menos 4 pulgadas por encima de la pila para permitir la ventilación. Asegure el techo colocándole encima bloques de concreto u otros materiales (60 libras o más por cada pie cuadrado) o fijelo bien amarrándolo con alambre a la pila.



Ilustración 9. Una de las prácticas recomendables de secado es utilizar un lugar abierto, nivelado, con buen drenaje y que no se inunde. Las fundaciones deberán mantener la madera al menos a 15 pulgadas por encima del suelo y deberá haber un techo bien afianzado para proteger la madera contra la lluvia. Oriente las pilas de forma que se reduzca su exposición al sol y se aumente el flujo de aire; por lo general deberán estar de norte a sur.

Tabla 5. Tendencia de distintas maderas duras a sufrir hendiduras^a y desviaciones^b.

<i>Baja</i>		<i>Intermedia</i>		<i>Alta</i>	
<i>Hendidura</i>	<i>Desviación</i>	<i>Hendidura</i>	<i>Desviación</i>	<i>Hendidura</i>	<i>Desviación</i>
Olmo americano	Abedul	Fresno	Fresno	Haya	Olmo americano
Tilo americano	Nogal negro	Abedul	Tilo americano	Robles	Haya
Cerezo	Nogal ceniciento	Nogal ceniciento	Álmez	Higuera	Chopo
Chopo	Cerezo	Álmez	Nogal		Ocozol
Arce rojo	Álamo amarillo	Nogal	Arces (<i>rojo y sacarino</i>)		Higuera
Álamo amarillo		Pacana	Roble		Nisa
Nisa		Olmo de roca	Pacana		
		Arce sacarino	Olmo de roca		
		Arce			
		Ocozol			
		Nogal negro			

^a Hendiduras: Hendiduras en la superficie, extremos y corazón o agujeros.

^bDesviaciones: Los cuatro tipos de desviaciones se definen de la forma siguiente:

1. Desviación de canto - Desviación de la línea recta a lo ancho de la madera aserrada.
2. Desviación de llano - La madera aserrada se desvía longitudinalmente de forma que no queda plana, aunque no se curva en las superficies.
3. Desviación de filo - Cuando el borde de la madera aserrada se desvía de la línea recta de un extremo al otro.
4. Torceduras - Las cuatro esquinas de una pieza de madera aserrada no quedan en el mismo plano.

Tiempo de secado de la madera aserrada

En el sur, la madera se seca lentamente en invierno y a inicios de la primavera, pero si la madera nativa se apila en forma correcta, se seca con rapidez en los meses cálidos. Cuando los períodos de secado son durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, la madera aserrada de 1 pulgada de grosor se puede secar al aire hasta obtener un contenido de humedad entre 15 y 20 por ciento, como se muestra en la Tabla 4. Se recomienda que la madera destinada para uso en interiores en el extremo sur de Estados Unidos y en la región costera de California se seque hasta obtener un contenido de humedad de 11 por ciento (Ilustración 3). Para alcanzar un contenido de humedad tan bajo, por lo general, no es suficiente secarla al aire libre, si la madera se va a usar en interiores. Por lo tanto, la mayor parte de estas maderas se secan en interiores u hornos hasta lograr el contenido de humedad deseado.

La Tabla 5 muestra los días necesarios para un secado al aire eficaz para distintas maderas duras para uso en exteriores (con un contenido de humedad de aproximadamente 20 por ciento). Las especies con secado rápido, tales como el tilo americano y el chopo, son menos densas que las que se secan con más lentitud, como los robles y el nogal. La velocidad del secado de una especie depende sobre todo de la densidad y grosor de la madera. En resumen, la madera más densa, según la definición de densidad, contiene más masa por volumen de unidad que la madera menos densa. Algunas especies como el roble son densas porque contienen más madera por volumen de unidad que espacio de aire por volumen de unidad. A

medida que aumenta la cantidad de madera por volumen de unidad, aumentan los sitios de unión donde el agua se adhiere a la madera. Las especies de menor densidad tienen más cantidad de espacio de aire por volumen de unidad que las de mayor densidad, de forma que estas últimas no pueden retener tanta agua como las otras.

Tabla 6. Número de días requeridos para un buen secado al aire de distintos tipos de maderas duras (de 1 pulgada de ancho) hasta obtener a un contenido de humedad de 20 por ciento.

<i>Especies</i>	<i>Tiempo estimado</i> (Días para un buen secado al aire)
<i>Secado rápido:</i>	40-75
Tilo americano, Chopo, Álmez, Higuera y Álamo amarillo	
<i>Secado medio:</i>	45-80
Fresno, Haya, Cerezo, Árbol gomífero y nogal	
<i>Secado lento:</i>	50-90
Abedul, Olmo, Nogal, Roble rojo, roble blanco y Pacana	

Nota: Los tiempos de secado de una madera de 2 pulgadas de grosor son de tres a cuatro veces más que el tiempo necesario para secar madera de 1 pulgada.

Secado en interiores

El secado al aire libre muchas veces no es suficiente si la madera se va a usar en interiores, pero se puede preparar bien la “madera para acabados” al secarla durante más tiempo en espacios deshumidificados o calentados tales como el sótano, garaje, bodega o un secador solar hecho en casa.

Una cámara de secado en hornos es aquella en la que se puede regular la temperatura del aire y la humedad relativa. Al controlar el medio ambiente, la madera se puede secar a la velocidad óptima: lentamente para evitar la desviación y rajaduras, pero lo suficientemente rápido para eliminar el agua en forma económica y evitar el deterioro y manchas de la madera. Desafortunadamente, el costo de un horno de secado puede ser prohibitivo para un pequeño aserrador de madera o para el aficionado. A continuación damos varias alternativas para que el pequeño aserrador o el aficionado puedan secar la madera en el hogar.

En el hogar o granja

El secado en interiores realizado en el hogar o la granja es muy sencillo. Por lo general, el aficionado compra la madera verde de un aserradero a principios de la primavera y apila correctamente el material en el patio trasero durante el resto de la primavera y el verano. Después, pasa la madera a un garaje, sótano o granero con calefacción y la deja allí hasta la próxima estación de calor. Al principio, el área de almacenamiento está húmeda, pero se va secando gradualmente a finales del otoño cuando las temperaturas son más bajas que las del área interior calentada. A inicios de febrero, la humedad del área de almacenamiento llega a su punto mínimo y el contenido de humedad de la superficie de la madera (o concha) es muy bajo, mientras que se sigue secando su corazón, que sigue húmedo. En marzo, aumenta gradualmente la humedad y la concha reabsorbe otra vez parte del vapor de agua del aire

circundante. Para finales de la primavera, las Tablas se habrán secado de manera uniforme a menos de 10 por ciento de contenido de humedad (Tabla 7). Para evitar que las especies de madera dura de secado lento (ver Tabla 6) se sequen con demasiada rapidez durante la primera estación de secado, cubra la pila con un forro de polietileno o manténgala en un garaje o sótano sin calefacción.

Por regla general, la madera aserrada dura secada al aire y la que se usa para el tallado, culatas de pistolas y rifles sin acabado o tazones, se deben recubrir en todas las vetas de los extremos. Cambie las condiciones de almacenamiento al mover la madera de áreas húmedas a áreas sucesivamente más secas. Por ejemplo, esta madera aserrada se puede guardar durante un tiempo en el garaje o granero. Posteriormente, la puede trasladar a un cuarto fresco en el sótano, luego al cuarto de la caldera u horno y al final, al cuarto donde va a trabajar o al lugar donde va a utilizar los productos terminados. Si la madera no se prepara por adelantado para su destino final, cambiará de dimensión ya que se haya utilizado en la fabricación de un producto.

En secadero hecho en casa

Los aficionados pueden construir un pequeño secadero hecho en casa para secar pequeñas cantidades de madera nativa para uso personal. El secado al sol puede ser de dos a tres veces más rápido que el secado al aire libre. Con este método se seca la madera dura hasta 7 a 8 por ciento del contenido de humedad requerido para uso en interiores. Para obtener instrucciones específicas sobre cómo construir un secadero, comuníquese con el Servicio de Extensión Cooperativa de Louisiana.

En el secadero, se capta el calor proveniente del sol en ventanas de un grosor igual, dispuestas del lado orientado hacia el sur del horno. El colector solar está formado por una superficie de cerca de 48 pies cuadrados

de vidrio. Los cuatro colectores de calor solar se fabrican de láminas de metal negro sujetadas una Tabla maciza. Los colectores de calor van sujetos cerca de la parte superior del marco de la ventana. Esto permite que el aire caliente fluya del colector de calor hacia la secadora (Ilustraciones 10 y 11).



Ilustración 10. Vista frontal del lado sur de una secadora de madera aserrada de calentamiento solar. (Fotografía cortesía del Laboratorio de Productos Forestales del USDA).



Ilustración 11. Vista lateral este de la secadora solar de madera aserrada que muestra la puerta principal de carga y descarga y el pequeño acceso al área del colector. (Fotografía cortesía del Laboratorio de Productos Forestales del USDA).

Tabla 7. Humedad relativa y contenido de humedad de la madera obtenidos cuando el aire exterior, a 80 por ciento de humedad relativa y varias temperaturas, se introduce a un cuarto sin humedad y se calienta a 68° F.

Temperatura del aire exterior at 80 por ciento RH

(° F)	Humedad relativa en interiores (%)	Contenido de humedad de la madera (%)
65	74	14.1
60	60	11.0
55	54	10.1
50	48	8.8
45	36	7.4

**Temperatura del aire exterior
con 80 por ciento de humedad relativa**

Condición en interiores a 68° F

(°F)	<i>Humedad relativa en interiores (%)</i>	<i>Contenido de humedad de la madera(%)</i>
40	29	6.2
35	24	5.0
30	19	4.5
25	16	3.6
20	13	3.0
15	10	2.5
10	7	2.0
5	5	1.5
0	3	1.0

Un motor eléctrico acciona un ventilador, pero sólo cuando la temperatura es superior a los 85° F. El aire se introduce en un canal central, luego pasa horizontalmente a través de madera apilada. Se necesitan 70 días despejados o 400 horas de luz solar para secar madera verde dura de 1 pulgada de grosor al 10 por ciento de contenido de humedad. Se tarda un poco más secar los mismos materiales de 10 a 7 u 8 por ciento de contenido de humedad.

En congelador doméstico y un cuarto calentado

La tercera alternativa para evitar el alto costo de un horno de secado industrial es secar la madera en el congelador, en el caso de madera para uso doméstico.

Desde hace muchos años, los alimentos se han secado por congelación y se han realizado ciertos experimentos

con madera dura. Las especies de madera aserrada que se estudiaron fueron el fresno blanco, roble rojo, roble blanco y el arce sólido, cortado en Tablas cuyas dimensiones eran 2 x 7 x 30. El contenido inicial de humedad fue de 43, 137, 77 y 47 por ciento, respectivamente.

En los primeros 104 días del período de secado, el fresno y el roble rojo se almacenaron a 12° F en un congelador de alimentos de 12 pies cúbicos de capacidad. Durante los siguientes 60 días, las Tablas se mantuvieron en una habitación a una temperatura de 79° F aproximadamente y la humedad relativa al 30 por ciento. El roble blanco y el arce sólido se secaron en el congelador durante 132 días y en el cuarto calentado durante 32. Todas las Tablas llegaron a un contenido de humedad de entre 7 y 11 por ciento, excepto el roble blanco, cuyo contenido de humedad era 35 por ciento (Tabla 8).

Tabla 8. Contenido de humedad de la madera secada en congelador doméstico y cuarto calentado

<i>Tiempo de congelación en días</i>	<i>Contenido de humedad (Porcentaje)</i>			
	Fresno	Roble blanco	Roble rojo	Arce sólido
0	43	137	77	47
5	42	135	74	43
13	41	133	71	39
19	40	131	70	38
26	39	130	67	37
36	39	128	66	35
41	37	128	64	34
48	36	127	63	33
61	35	125	59	31
75	34	123	57	29
90	32	122	55	27
104	31*	120	53*	24
132	17	118*	20	24*
164	9	35	11	7

Nota: El asterisco (*) indica el punto en el que la madera se trasladó del congelador al cuarto calentado. Fuente: (Walters 1975).

El secado en el congelador extrajo la humedad de la madera lentamente, de forma que no se causaron las rajaduras o hendiduras que habrían ocurrido si se le hubiese colocado recién cortada en el cuarto calentado, pero es evidente que pierde suficiente humedad en el congelador.

La combinación del “congelador/cuarto calentado” secó el fresno, roble rojo y arce sólido hasta un contenido de humedad menor de 12 por ciento, lo suficiente para trabajos artesanales y algunas aplicaciones regionales en interiores. Aparentemente el roble blanco requería un período más prolongado de secado en el cuarto calentado. La madera aserrada con 35 por ciento de contenido de humedad está demasiado húmeda para hacer tazones, muebles y otros productos fabricados en el taller hogareño. A manera de recordatorio, la madera destinada para uso en interiores no debe tener más de 12 por ciento de contenido de humedad. Sin embargo, siempre tome en consideración la región del país donde se va a utilizar el producto terminado de madera (Ilustración 3).

Al congelar la madera verde y después descongelarla previo al inicio del proceso de secado al aire en interiores, se incrementa su permeabilidad, lo que aumenta la velocidad de secado y disminuye la contracción y defectos de secado en madera muy valiosa y de dimensión gruesa, tal como la que se requiere para cuadros para el torno y culatas de pistolas y rifles.

En horno de microondas casero

La madera también se puede secar en el horno de microondas casero o comercial. Este método ofrece tres ventajas: su alta velocidad, reducción de los defectos en el proceso de secado y secado de alta calidad (en cuanto a la distribución uniforme de la humedad y el relajamiento de las tensiones). La energía microondas es una opción atractiva para procesar y secar madera aserrada, bloques, chapas de madera, astillas papel y materiales compuestos a base de madera. Durante el proceso de secado en microondas, los gradientes de la temperatura, la presión y la humedad permiten el secado rápido de la madera. Los puntos más húmedos de la madera absorben más energía y viceversa. Por lo tanto, durante el secado se logra un contenido uniforme de humedad en toda la madera. Además, cuando la temperatura aumenta en un lugar del material se absorbe menos energía en ese punto, por consecuencia, la temperatura se uniforma durante el proceso de secado. Estos dos factores mejoran la calidad del secado y reducen la probabilidad de hendiduras y desviaciones de la madera. Entre los problemas del secado en microondas comerciales se encuentran: la dificultad de uniformar la distribución de energía en las instalaciones de secado, equipos complicados para la generación de energía microondas y alto costo de los equipos. Para los aficionados, el secado en microondas puede ser ideal para piezas pequeñas y caras de madera que hay que secar con defectos mínimos para utilizar en artesanías y productos especiales.

Corrección de defectos del secado

El secado de calidad de la madera aserrada depende de numerosos factores. Esta sección describe algunos de los aspectos más simples del apilamiento que pueden implementarse con facilidad y que darán resultados inmediatos.

Grosor del listón separador

Un listón separador común tiene $\frac{3}{4}$ de pulgada de grosor, aunque el grosor normal de los listones industriales puede variar desde $\frac{5}{8}$ de pulgada hasta 1 pulgada. Sin embargo, algunos hornos individuales pueden tener una variación incluso más amplia. Aunque la variación en el grosor de los listones separadores en el momento de la operación no es un problema en sí, lo puede ser cuando se emplean en la misma hilera de madera aserrada o la misma carga del horno. La forma más fácil de evitar este problema es hacer que todos los listones separadores tengan el mismo grosor y tratar de que sea de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Al tener listones separadores con un grosor uniforme, es imposible que se mezclen con otros de diferente grosor.

El grosor de los listones separadores es importante porque cuando tienen un grosor uniforme, se bloquea el flujo de aire durante los procesos de secado. El flujo de aire impide un secado uniforme y causa desviaciones. Es posible nivelar los listones al grosor deseado y dejar los que son demasiado delgados para utilizarlos la próxima vez que ase perritos calientes o malvaviscos (si no cuenta con un calentador que use madera). En la Ilustración 8 se muestran un apilamiento de listones separadores.

Alineación recta de los listones separadores

Las desviaciones de filo o retorcimientos de los listones separadores, por lo general, pueden causar problemas cuando se colocan automáticamente en las pilas, así como en la alineación de apilamientos manuales o semiautomáticos. Deseche los listones que tengan más de tres pulgadas de desviación de filo o retorcimiento o que sean 3 pulgadas más cortas que el ancho de la pila.

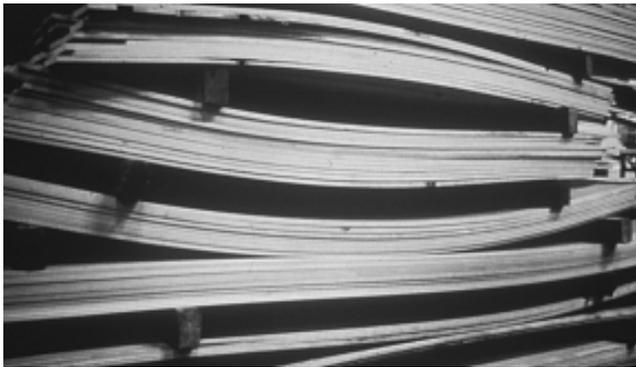


Ilustración 12. *This lumber has experienced severe bow because these stickers and braces have been placed too far apart.*

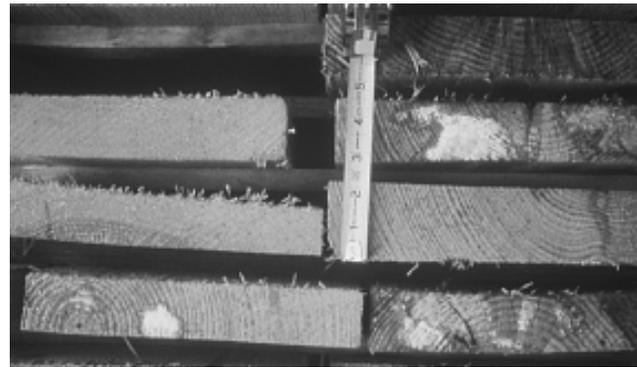


Ilustración 14. *Estas tablas de pino sureño tienen un grosor desigual. La Tabla, que es demasiado delgada, se cortó mal y se debió haber desechado o, por lo menos, separado antes del apilamiento.*

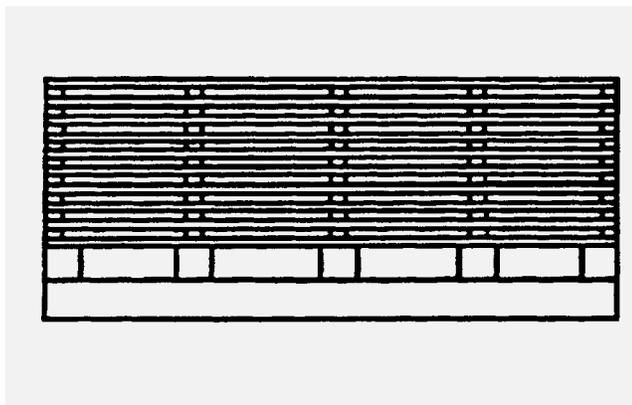


Ilustración 13. *Una pila de madera bien lograda tiene listones separadores de igual grosor alineados verticalmente. La distancia normal entre los listones y las abrazaderas es de 18 a 24 pulgadas.*

Grosor del travesaño

Otra fuente común de problemas en el momento de apilar madera son los travesaños que se utilizan entre las pilas de madera. Como en el caso del grosor de los listones separadores, cuando los travesaños no tienen un grosor uniforme también se aumenta la posibilidad de la desviación de la madera. El grosor no uniforme de los travesaños puede bloquear el flujo de aire en las pilas adyacentes de madera dentro de un horno. En algunos hornos donde se ha experimentado un bloqueo del flujo de aire, el problema se ha resuelto al utilizar travesaños del mismo grosor en ambas direcciones. Es importante que los travesaños sean casi de igual longitud que las pilas de madera, pero surge una dificultad cuando los travesaños rectangulares tienen una dimensión desigual en las otras dos direcciones. Por tanto, si se comete un error al dar vuelta al travesaño, se tendrá un efecto similar al producido por travesaños de diferente grosor.

Colocación de los listones separadores

Los listones separadores cumplen dos funciones principales. Primero, separan las hileras de madera de forma que el aire pueda pasar a través de ella para secarla. Segundo, distribuyen el peso de la madera en forma vertical de arriba hacia abajo — a través de los travesaños y listones separadores hasta el camión del horno o los soportes de la carga. Cuando los listones no están alineados, están colocados muy cerca del borde o no los hay, se puede perjudicar la calidad de la madera al causar retorcimientos, torceduras y levantamientos de los extremos, así como otro tipo de desviaciones. La alineación de los listones separadores rara vez es perfecta, en especial cuando se colocan a mano. Lo ideal es tener todos los listones alineados verticalmente formando una columna: deben colocarse de modo que coincidan con los que están arriba y abajo de ellos.

Si falta un listón, la hilera encima de ese espacio se comará en la zona vacía. El peso de la madera que está sobre la Tabla sin soporte ejercerá una fuerte presión curvadora que puede desviar tanto esa Tabla como las que están encima de ella. Si se colocan los listones separadores de lado, se obtendrá el mismo efecto que si se colocaran listones gruesos: la Tabla de arriba tenderá a desviarse o, si es una especie más blanda, el listón separador podría causar hendiduras tanto en la Tabla superior como en que se encuentra debajo del listón separador volteado.

Los listones separadores deben estar colocados a un listón de distancia del extremo de la pila. Uno de los propósitos principales de los listones es mantener las Tablas planas. Si se retira cualquiera de los listones que están demasiado cerca de la punta de la pila, los extremos de la madera no tendrán un soporte, lo cual puede causar desviaciones, retorcimientos, desviaciones de canto y resquebrajamientos en los extremos sin soporte. Con frecuencia se dice que un corte en el extremo se extiende hasta el primer punto de contacto óptimo con el listón separador.

Colocación de las Tablas en paquetes

El buen contacto de los listones separadores y el control de la Tabla en los extremos de un paquete es de importancia fundamental para obtener el secado adecuado que hemos tratado con anterioridad. Se necesita que los extremos en todos los paquetes sean uniformes para obtener la colocación óptima de los listones y el contacto de éstos con los extremos de la Tabla. La mayor parte de la madera dura aserrada se fabrica y vende a longitudes diferentes y muchos aserraderos no recortan dos veces el extremo. Con el método llamado de “apilamiento en caja” se pueden hacer paquetes con extremos uniformes. Desafortunadamente, las máquinas de apilamiento no apilan en caja. Al contrario, la mayor parte uniforman una punta de la pila dejando que la otra punta tenga longitudes desiguales.

La longitud máxima de la madera que se va apilar determinará la longitud de la pila. Las Tablas de longitud completa se seleccionan para los bordes de cada hilera. Las Tablas de tamaño intermedio se van alineando, una con un extremo, la siguiente con el otro, y así sucesivamente en forma alternada. Hay que determinar de antemano cuál es la mejor mezcla de longitudes del paquete con relación al tamaño del horno al determinar las longitudes de la madera apilada. Si no se toma en consideración las dimensiones del horno, entonces se podrían formar paquetes que no calcen bien dentro del horno sin dejar áreas abiertas.

Prevención de manchas y moho

1. Para reducir al mínimo las fuentes de infección, hay que aplicar las prácticas recomendables antisépticas y de secado del terreno, tanto en interiores como en exteriores.

2. El apilamiento rápido y secado al aire de la madera verde en lugares secos reduce tanto las manchas químicas como las producidas por los hongos.

3. Colocar un techo sobre cualquier pila que esté al aire libre evita que la lluvia moje la madera y mejora el proceso de secado.

4. Sumergir o rociar la madera aserrada verde con una solución fungicida puede protegerla contra los hongos.

5. Las manchas claras y el moho en la superficie de la madera pueden eliminarse colocando una mezcla de un cuarto de galón de cloro líquido, 1/3 de taza de detergente líquido y 3 cuartos de galón de agua tibia.

6. Recuerde que los hongos no pueden crecer a temperaturas superiores a 130° F o inferiores a 32° F. Tampoco pueden crecer en la madera si el contenido de humedad es menor de 20% o si está sobresaturada de agua, como por ejemplo bajo un rociador o dentro del agua.

Prevención de hendiduras y resquebrajamiento en los extremos

1. Recubra los extremos recién cortados con sustancias resistentes a la humedad, tales como la parafina, para retardar el secado de los extremos y reducir la tendencia a que éstos sufran resquebrajamiento o hendiduras. Se pueden utilizar capas de materiales tales como pasta de cemento para construcción de techos, emulsiones de cera, brea caliente, asfalto, parafina o pintura de aceite.

2. El material para tallado o artículos tales como tazones o culatas de pistolas y rifles sin acabado, debe recubrirse o sumergirse en ambos extremos con un recubrimiento altamente resistente al agua y que posea un punto de ablandamiento elevado.

3. Colocar protectores contra el sol o listones separadores grandes en las puntas de la pila de madera aserrada para reducir las hendiduras en los extremos.



Ilustración 15. Hendiduras y separaciones en los extremos que no se protegieron en este tronco de madera dura durante el almacenamiento en las instalaciones del aserradero antes del corte. Las hendiduras en los extremos pueden reducirse si se les aplica capas de recubrimiento y al efectuar el talado con rapidez.



Ilustración 16. Hendiduras en los extremos de las aristas causadas por la rapidez del proceso de secado y su exposición al sol. También se producirán hendiduras en los extremos de los troncos de la madera que se va aserrar.

Prevención de hendiduras en la superficie

1. Coloque las pilas de madera uno poco más juntas para reducir la velocidad del secado pero que permita la suficiente circulación de aire a fin de impedir la aparición de manchas en la superficie.

2. Construya una pila ancha de madera aserrada.

3. Proteja la pila colocándole protectores a los lados y un techo sobre el material apilado para reducir los efectos del viento, el sol y la lluvia.

4. Reduzca el grosor de los listones separadores a 25/32 pulgadas.

5. Prepare la superficie de la madera, si se trata especies sensibles a las hendiduras, antes del proceso de secado al aire (Tabla 5).

Prevención de desviaciones

1. Es necesario colocar fundaciones rectas y firmes con soporte directamente debajo de los listones separadores para apilar la madera aserrada.

2. Si la superficie de soporte está arqueada o no está uniforme, la madera puede torcerse, desviarse de llano, de

canto o de filo (Ilustración 5).

3. Es muy importante colocar los listones separadores en forma correcta y de grosor uniforme. Los listones quebrados o distorsionados pueden aumentar la desviación.

4. Puede ser útil colocar los listones separadores más cerca uno de otro (hasta a 16 pulgadas). Es sumamente importante que queden alineados de la forma apropiada.

5. El grado de desviación se reduce cuando se cepillan ambas caras de la madera verde (antes de aplicarle el acabado de la superficie) para obtener un grosor uniforme antes de apilar o se mejora el control del grosor durante el corte.

6. Sujetar la carga de madera con abrazaderas o colocarla sobrepuesta soluciona, en forma práctica, el problema de las especies de madera que tienden a desviarse con facilidad (Tabla 5).

7. La madera aserrada cortada por cuartos (veta del borde) presenta menos problemas de superficie y desviación.

Almacenamiento de la madera aserrada seca

El buen almacenamiento ayuda a mantener la estabilidad dimensional de la madera antes de usarla. Al hacerlo, se evita que la madera se desvíe, que los clavos se salgan o que se arranchen los bordes. Los problemas anteriores son resultados de mojar y secar la madera una y otra vez.

Madera aserrada secada al aire

1. Almacenamiento en exteriores

La madera se puede colocar a granel en un edificio seco si el contenido de humedad es de 20 por ciento o menos. La pila debe estar cubierta con tarpaulina o con un techo a prueba de lluvias. El papel impermeable también se puede usar para envolver la madera apilada a granel. Si la madera aserrada está en un ambiente con un contenido de humedad superior a 20 por ciento, deberá continuarse el secado al aire en el lugar. La madera aserrada nunca deberá tocar el suelo. Asegúrese de no sellar las pilas herméticamente.

2. Almacenamiento en interiores

Siempre y cuando el contenido de la madera aserrada sea menor de 20 por ciento, la madera secada al aire se puede colocar en pilas a granel (como se describió anteriormente) en una bodega u otro edificio. Si la bodega no tiene piso, hay que colocar una fundación para dejar un cierto espacio entre la madera y el suelo. En bodegas cerradas, haga que el aire circule con un ventilador. En los

edificios con calefacción podría ser necesario controlar la humedad (Tabla 6).

Madera aserrada secada en interiores

La madera con bajo contenido de humedad deberá almacenarse en edificios sin calefacción, cerrados o en áreas interiores con calefacción. La madera que se ha secado de la forma correcta y se va utilizar para fabricar muebles, productos especializados u otros artículos para usos en interiores de alta calidad pierde su estabilidad dimensional si se expone al aire húmedo por un tiempo prolongado. En el verano, se puede dejar en un lugar cerrado sin calefacción. La madera en una bodega cerrada sólo absorbe 1/3 de la humedad si se compara con la madera en una bodega abierta.



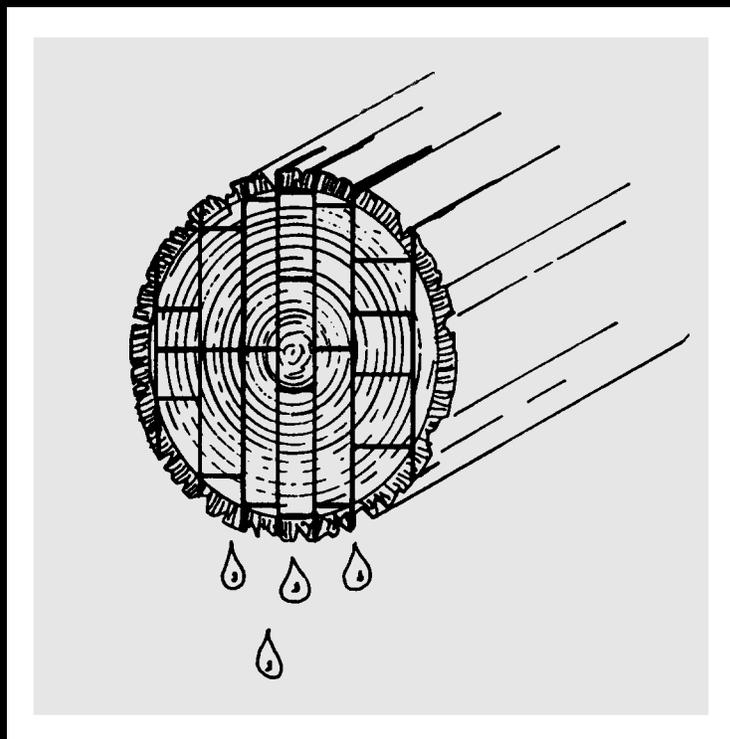
Ilustración 17. La madera seca se almacena comercialmente sobre listones separadores en grandes bodegas. Los productores a baja escala obtendrán resultados similares en el garaje de una casa o en la bodega de una granja.

Las áreas interiores con calefacción siempre ofrecen condiciones satisfactorias, de modo que la madera se puede almacenar durante muchos años en interiores en los que hay poca variación en el contenido de la humedad. En invierno es necesario mantener la madera en áreas interiores con calefacción para lograr un buen proceso de secado. Se puede mejorar el almacenamiento en interiores si se usa un ventilador pequeño para asegurar la uniformidad de la humedad en toda el área. En veranos demasiado húmedos, es posible que sea necesario utilizar un deshumidificador para mantener el contenido de humedad deseado (Tabla 6).

Es recomendable verificar si la madera no se ha infestado de insectos. Inspecciónela para cerciorarse de que no haya polvo de madera o pequeños agujeros sobre o por debajo de la misma. Es normal encontrar escarabajos (que dejan polvo) e insectos taladradores de cuernos largos (perforadores de agujeros), especialmente en los materiales que se han secado al aire. Para controlar el problema de los insectos, puede utilizar una solución de bórax, durbán o lindado.

Referencias

- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1989. *Forest Products and Wood Science*. 2nd ed. Iowa State Univ. Press. Ames, IA. 500 p.
- McMillen, J.M. and E.M. Wengert. 1978. *Drying Eastern Hardwood Lumber*. Agric. Handbook No. 528. Washington, DC. 104 p.
- Peck, E.G. 1955. *Moisture Content of Wood in Use*. USDA Forest Products Laboratory. Reprint 1655.
- USDA Forest Products Laboratory. 1987. *Wood handbook: Wood as an Engineering Material*. Agric. Handbook No. 72. Washington, DC. 466 p.
- Walters, C.S. 1975. *Drying Lumber in the Home Freezer*. Ill. Res. 17(4):10-11.





Todd F. Shupe, Assistant Specialist (Forest Products)
Robert H. Mills, Specialist (Forestry)

Visit our Web site: www.lsuagcenter.com

Louisiana State University Agricultural Center

William B. Richardson, Chancellor

L. J. Guedry, Executive Vice Chancellor

Louisiana Agricultural Experiment Station

William H. Brown, Vice Chancellor and Director

Louisiana Cooperative Extension Service

Paul D. Coreil, Vice Chancellor and Director

Pub. 2642span

(5M)

11/01 Rev.

Issued in furtherance of Cooperative Extension work, Acts of Congress of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the United States Department of Agriculture. The Louisiana Cooperative Extension Service provides equal opportunities in programs and employment.