

Una propuesta Industrial de Secado de Madera de Eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) de Galicia



Manuel C. Touza Vázquez
Director Técnico del CIS-Madera
Francisco Pedras Saavedra
Técnico del CIS-Madera



El aprovechamiento de la madera de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) por la industria transformadora está limitado por la necesidad de realizar un secado lento y delicado debido a la tendencia de la madera a sufrir fendas, colapso, deformaciones, etc.

A menudo se ha comercializado madera simplemente oreada, o seca de forma deficiente, lo que ha repercutido en la calidad del producto final contribuyendo a devaluar la opinión de muchos usuarios acerca de la madera de eucalipto.

En este artículo, se exponen las principales particularidades de esta madera con influencia sobre el proceso de secado y se elabora una propuesta de secado industrial de madera de eucalipto blanco contrastada por numerosas experiencias realizadas en el Laboratorio del CIS-Madera.

En tablas radiales de 30 mm de espesor, un presecado en unas condiciones de 27°C y 80%HR, disminuye el contenido de humedad desde un 65% hasta un 30%, en 15-20 días. Posteriormente, el tiempo requerido para alcanzar una humedad final del 12%, es de unos 15 días.

La realización durante el secado de diversas etapas de acondicionamiento de la madera por medio de vaporización, durante periodos cortos de tiempo, es esencial para lograr una distribución homogénea del contenido de humedad.

Si la madera ha sido seleccionada previamente (edad adecuada, orientación radial, etc.), no debe existir presencia significativa de defectos como colapso ni fendas internas o superficiales.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill.) se ha convertido en la principal especie forestal de Galicia por volumen de cortas. Sin embargo, el empleo de su madera por parte de la industria transformadora está limitado, entre otros motivos, por la necesidad de realizar un secado lento y delicado debido a la tendencia de la madera a sufrir fendas, colapso, deformaciones, etc.

El esquema habitualmente empleado en Galicia y la región Norte de Portugal para secar eucalipto blanco suele combinar la realización de un oreo (secado al aire) desde que la madera está recién aserrada hasta que alcanza un contenido de humedad del 25-30%, con un secado posterior en cámara.

Con la climatología propia de la Eurregió (con periodos estacionales de bajas temperaturas y elevada humedad relativa), el proceso a menudo tiene una duración de unos 5-7 meses para el oreo y de 25-30 días de secado posterior en cámara para alcanzar un contenido de humedad final del 10-12%.

Dadas las características propias del secado al aire, no existe un control sobre las condiciones ambientales, pudiendo producirse importantes diferencias en temperatura, humedad y velocidad de aire. Estas diferencias, favorecen la aparición de defectos (colapso y fendas superficiales e internas) y producen unos contenidos de humedad muy dispares entre las tablas que forman la partida de madera.

Además, el elevado tiempo de oreo conlleva un importante inmovilizado de madera que impide adaptar la oferta de las empresas a la demanda del mercado en un plazo de tiempo razonable.

En el posterior secado en cámara hasta el contenido de humedad final, las partidas de madera previamente oreada, entran con un contenido de humedad muy heterogéneo lo que conlleva unos tiempos de secado del orden de 25-30 días.

En el conjunto del proceso de secado, las pérdidas por defectos y mermas suelen estimarse en torno al 30% del volumen inicial de madera.

Esta situación, es una de las razones que más han influido en restringir el empleo de madera de eucalipto blanco en la fabricación de elementos de carpintería y mobiliario.

Por otro lado, en numerosas ocasiones se ha empleado madera simplemente oreada o bien secada de forma deficiente lo que ha repercutido posteriormente en la calidad del producto final contribuyendo a devaluar la opinión de los usuarios finales acerca de la madera de eucalipto.

PARTICULARIDADES DE LA MADERA DE EUCA-LIPTO

Durante mucho tiempo, el secado industrial de la madera de eucalipto blanco ha constituido un verdadero reto tecnológico debido a las particularidades de la madera y a su tendencia a sufrir deformaciones.

A continuación se reseñan algunas de estas particularidades, con influencia sobre el proceso de secado:

Punto de saturación de la fibra y coeficientes de contracción

Para la mayor parte de las especies de madera, el punto de saturación de la fibra (PSF) se sitúa en torno a un contenido de humedad del 30% y se corresponde con la transición entre las distintas formas en que el agua está presente en la madera. Por encima del PSF, el agua rellena el interior de las cavidades celulares (agua libre) y su eliminación se realiza de forma rápida y sin alterar las dimensiones de la madera. Por debajo del valor del PSF, el agua se encuentra fuertemente unida a las paredes celulares (agua ligada) y su eliminación se realiza de forma más lenta, con mayores consumos energéticos y con alteraciones dimensionales de la madera.

A su vez, las variaciones del contenido en humedad, por debajo del punto de saturación de la fibra (PSF) traen consigo cambios dimensionales debidos a procesos de hinchazón o merma.

Los movimientos de cada especie de madera se expresan mediante sus coeficientes de contracción tangencial y radial. Estos coeficientes indican la variación dimensional en porcentaje y pueden ser totales (desde el PSF hasta la madera totalmente seca) o bien unitarios (referido a cada unidad porcentual de humedad).

En la madera, los valores de una determinada propiedad varían considerablemente en función de numerosos factores como la edad, calidad de la estación, etc. En el caso del eucalipto blanco se ofrecen valores medios determinados al estudiar diversas parcelas en Galicia con edades próximas a los 30-35 años.

En el eucalipto, el punto de saturación de la fibra es mucho más elevado que el de la mayoría de las especies, situándose a menudo entre un 35 y un 40%. Los coeficientes totales de contracción son también elevados, estimándose en un 8-9% para la dirección radial y en un 14-15% para la dirección tangencial.

El elevado valor del PSF está relacionado con la lentitud requerida, en condiciones normales, para secar madera de eucalipto blanco, ya que con contenidos de humedad del 40% el proceso de secado se ralentiza de forma importante, al estar el agua fuertemente vinculada a las paredes celulares.

Por otro lado, los valores de los coeficientes de contracción unitarios son elevados por lo que debe procurarse instalar la madera seca en las condiciones más similares posibles a las de su humedad de uso y seleccionar despieces radiales que limiten las posibles deformaciones.

Densidad

Otro de los factores con gran influencia en el proceso de secado es la densidad de la madera ya que, al aumentar la densidad, los tiempos de secado se incrementan, como consecuencia de la mayor resistencia al movimiento del agua hacia el exterior.

Este fenómeno se produce porque las maderas densas suelen presentar una estructura anatómica particular, con paredes celulares más gruesas y cavidades (lúmenes) más reducidas que las maderas más ligeras, por lo que ofrecen una mayor resistencia al paso del agua. Además, a igual contenido de humedad, normalmente una madera densa tiene una mayor capacidad de fijación de agua en su estructura.

Por ello, la edad de corta de la madera, influye significativamente en el comportamiento durante el secado. De este modo, la madera procedente de eucaliptos jóvenes (edad próxima a 15 años) con una densidad reducida, presenta contenidos de humedad iniciales comparativamente más elevados, aunque un ritmo de secado más rápido (mayor proporción de agua libre fácilmente eliminable) que el de maderas de eucaliptos de mayor edad.

La madera de eucaliptos con edades próximas a los 30 años, presenta una densidad media elevada con valores normalmente comprendidos entre 750 y 850 kg/m³, para una humedad del 12%. Sin embargo, esta densidad no se distribuye uniformemente en el tronco del eucalipto, existiendo diferencias próximas al 100% entre la zona de la médula del tronco (valores cercanos a 500 kg/m³) y la zona cercana a la corteza (valores superiores a 900 kg/m³).

Dado que las variaciones de densidad implican distintos comportamientos, será necesario considerar estas particularidades de la madera de eucalipto a la hora de conducir su proceso de secado.

Colapso

Como ocurre con otras frondosas de reducida permeabilidad como el roble o el haya, la madera de eucalipto tiene una elevada propensión a presentar colapso.

El colapso se produce durante la salida del agua libre de las células, normalmente en maderas con baja permeabilidad, al generarse una tensión capilar muy elevada que puede llegar a superar la resistencia

mecánica de la madera, produciendo un aplastamiento irregular de la estructura celular.

Este defecto, por lo tanto, sólo tiene lugar durante las primeras etapas del secado cuando la madera está todavía muy húmeda (por encima del PSF) y su aparición está vinculada a la presencia de temperaturas elevadas.

El colapso suele manifestarse externamente mediante unos aplastamientos en la zona de madera de primavera de los anillos (la parte de la madera con una menor resistencia mecánica) que produce unas ondulaciones características de los despieces radiales. En ocasiones, está también asociado a la presencia de fendas internas.

Como norma general, las primeras indicaciones de presencia de colapso se producen, como norma general, tras dos o tres días del aserrado de la madera verde, y evoluciona en función de las condiciones de secado a las que se somete la madera.

En el eucalipto es habitual también que se produzcan pequeñas fendas de colapso, visibles en los cantos de las tablas aserradas con despiece radial, localizadas preferentemente en la madera próxima al *cambium* y en la zona cercana a la médula.

Una de las formas más razonables de evitar la aparición de colapso y fendas, consiste en emplear temperaturas reducidas durante las primeras etapas del secado, mientras no se alcance el valor del punto de saturación de la fibra.

Cuando el colapso no produce fendas internas, sus defectos pueden disminuirse considerablemente sometiendo la madera a un tratamiento de vaporización (manteniendo la madera en cámara a temperaturas cercanas a 100°C y al 100% de humedad relativa), recomendándose una duración de 2-3 horas por cada cm de espesor de la madera.

Otra opción consiste en eliminar las irregularidades superficiales de la madera colapsada mediante cepillado, lo que afectará sensiblemente al rendimiento final del proceso.



Manifestación del colapso en un despiece radial

Fendas

Casi sin excepción, las fendas se producen como consecuencia de someter la madera a unas condiciones severas de secado, con temperaturas elevadas y estados higrométricos bajos. A su vez, la presencia de fendas puede estar ligada, o no, al colapso por lo que pueden producirse durante cualquier etapa del secado.

Como se comentó anteriormente, en el eucalipto es habitual que se produzca un pequeño porcentaje de fendas superficiales en la madera próxima al *cambium* y en la zona cercana a la médula. Estas fendas suelen producirse nada más iniciarse el proceso de secado y, a menudo, son de escasa importancia desapareciendo cuando la madera es cepillada hasta su dimensión definitiva sin afectar a la calidad del producto.



Fendas superficiales producidas, al iniciarse el secado, en las proximidades de la médula

Otro tipo de fendas que pueden presentarse durante el secado son las fendas internas. En ocasiones están asociadas a la presencia de colapso, y suelen aparecer de forma agrupada, en la madera de albura y a lo largo de la zona de primavera de los anillos de crecimiento.

La madera de primavera es más proclive a la presencia de este defecto al estar formada por fibras de crecimiento rápido, con un gran diámetro y poco lignificadas, por lo que poseen una resistencia mecánica inferior a las de la madera de verano. Durante el secado se producen importantes diferencias entre la madera de primavera (de reducida densidad) y la madera de verano, lo que genera tensiones que pueden producir fendas cuando se supera la resistencia mecánica ante una sollicitud de tracción interna.

Por motivos similares, es posible que continúen apareciendo fendas internas durante las siguientes etapas de secado, ya por debajo del punto de saturación de la fibra. En este caso, suelen estar

asociadas a las diferencias de humedad entre la superficie y el centro de las tablas lo que continúa generando tensiones internas que pueden provocar la aparición de nuevas fendas.



Presencia de fendas internas localizadas en la madera de primavera

La presencia de fendas internas es uno de los defectos más graves de secado ya que arruinan la posibilidad de aprovechar la madera afectada. A veces es posible reconocer este defecto por la presencia de pequeñas fendas superficiales que, de producirse en estas etapas, indican siempre la conveniencia urgente de suavizar las condiciones de secado.

Otras particularidades presentes en la madera como nudos, desviación de la fibra, fibra revirada, etc., alteran el comportamiento de la madera en sus proximidades pudiendo producir nuevos defectos durante el secado.



Deformaciones durante el proceso de secado, debidas a la desviación de fibra originada por la presencia de nudos

PRINCIPALES REFERENCIAS DE SECADO EN CÁMARA DE EUCALIPTO

El programa de secado recomendado en Francia por el Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA) para secar madera de eucalipto blanco, se inicia con unas condiciones suaves y constantes hasta que la madera alcanza un contenido de humedad del 35%. A partir de este valor, las condiciones de humedad y temperatura se endurecen progresivamente hasta alcanzar una temperatura máxima de 65°C.

CTBA		
Humedad madera	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verde	30	82
35	30	80
30	40	80
25	50	70
20	60	57
15	65	42

La facultad de Tecnología de la Madera de la Universidad del Bio-Bio (Chile), recomienda el siguiente programa de secado:

UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO		
Humedad madera	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
60	35	82
50	40	82
40	45	77
30	50	75
20	55	57
10	60	43

Como se puede comprobar, tomando como referencia el modelo del CTBA, en este caso se endurecen considerablemente las condiciones iniciales, suavizando por el contrario las condiciones de temperatura de las últimas fases.

En Portugal, el Instituto Nacional de Engenharia e Técnica Industrial (INETI) recomienda condiciones en las que se llegan a alcanzar temperaturas superiores a los 70°C. Las referencias sobre este modelo de secado cifran en 25 días el tiempo necesario para alcanzar un contenido de humedad del 10% en madera de 30 mm de espesor.

INETI		
Humedad madera	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
50	35	70
40	36	71
30	38	65
25	47	45
20	55	35
12	72	27

La última referencia proviene de la División de Investigación y Productos Forestales del Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) y ha sido empleada para secar madera de eucalipto blanco de despiece radial y con un espesor de referencia de 25 mm.

CSIRO		
Humedad madera	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Verde	45	83
60	45	78
40	50	75
35	50	75
30	55	64
25	60	58
20	70	47
15-Final	70	35

Los autores del programa de secado indican que en Australia es frecuente el oreo preliminar de la madera de eucalipto hasta un contenido del 20-25% de humedad seguido de un secado en cámara en las condiciones descritas.

Como tiempos de referencia para llevar la madera hasta el 12% de humedad se da una duración de entre 21-28 días si la madera está verde.

La cédula recomienda un tratamiento de vaporizado al final del proceso o, al menos, un reacondicionado en unas condiciones de 70°C y 80% de humedad relativa.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA SECAR MADERA DE EUCALIPTO BLANCO

Los siguientes puntos recogen unas recomendaciones generales a considerar de cara al secado industrial de una partida de madera de eucalipto blanco.

Clasificación de la madera

Es importante que la partida a secar esté formada por madera homogénea en cuanto a su calidad y propiedades. Para ello debe evitarse mezclar en una misma partida la madera procedente de la parte central del tronco (con una reducida densidad) con el resto del despiece.

En el eucalipto blanco, todas las propiedades (a excepción del punto de saturación de la fibra) presentan una fuerte tendencia a variar en el sentido radial, incrementándose de forma más o menos acusada desde la médula y hacia la corteza.

Esta tendencia está relacionada con la mayor o menor presencia de madera juvenil y tiene una gran importancia durante el secado ya que, propiedades

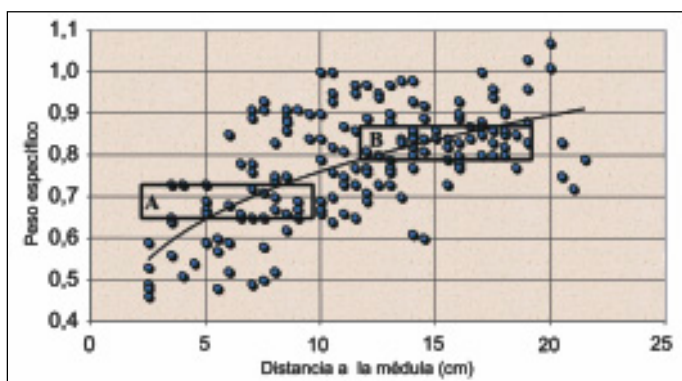


Figura 1. Evolución del peso específico a lo largo del radio del tronco de un eucalipto

como los coeficientes de contracción pueden llegar a variar en una proporción de 1 a 3 y la densidad desde 1 a más de 2.

En las proximidades de la médula, la variación de las propiedades se hace exponencial y este hecho justifica la selección de los despieces evitando emplear la parte central de la troza en productos de calidad.

Por otro lado, los defectos presentes en la madera (nudos, desviación de la fibra, etc.), producen durante el secado deformaciones en la zona de influencia afectada. Para evitar este hecho, es conveniente realizar una preselección de la madera, desechando aquella fracción que por sus características no sea apta para el proceso de secado.

En general, la mayor parte de las trozas de eucalipto presentan una buena conformación aunque es importante destacar la presencia ocasional de desviación de la fibra. Este defecto tiene una gran influencia al provocar importantes deformaciones no recuperables en las tablas.

Si se desea secar una tabla con una fuerte desviación local de la fibra (producida, por ejemplo, por la presencia de un nudo) es preferible sanear la zona de la tabla afectada antes de iniciar el proceso de secado a tener que rechazar posteriormente un área mayor.

Pauta de aserrado radial

La madera de eucalipto blanco tiene unos coeficientes de contracción elevados por lo que, si se desea obtener productos para mercados de elevado valor añadido en carpintería y mueble, se recomienda trabajar exclusivamente con despieces radiales.

Un despiece radial minimizará la incidencia de las posibles deformaciones de la madera una vez puesta en servicio. En este sentido, el eucalipto presenta un comportamiento similar al de la mayoría de las maderas, con unas variaciones dimensionales en

sentido tangencial que, prácticamente, duplican a las obtenidas en sentido radial. Por ello, los despieces más estables serán aquellos con orientación radial y en los que la anchura de la tabla sea aproximadamente el doble de su espesor.

Sin embargo, es necesario considerar también que la máxima variación de las propiedades se produce, precisamente, en sentido radial. Por este motivo, cuanto mayor sea la anchura de una tabla en sentido radial, mayor complejidad presentará la conducción del secado y también serán mayores las pérdidas volumétricas por merma de madera.

La figura 1 permite visualizar lo anterior al representar la evolución del peso específico a lo largo del radio. Como ejemplo, se muestra su influencia en dos tablas de despiece radial y 75 mm de anchura.

En el caso de la tabla A, obtenida en las proximidades de la médula, el valor del peso específico puede oscilar hasta un 25% dentro de una misma tabla y esa variación producirá problemas durante el secado y la puesta en servicio de la madera. Sin embargo, en el caso de la tabla B la variación del peso específico es tan sólo de un 10% a lo largo de su anchura lo que permitirá elaborar un producto homogéneo y con un comportamiento previsible.

Presecado

Una de las alternativas más adecuadas para reducir el tiempo de secado de madera procedente de eucaliptos de elevada densidad, consiste en sustituir el oreo natural por un presecado en cámara, hasta alcanzar un contenido de humedad próximo al punto de saturación de la fibra (30-35%).

Este proceso puede realizarse en condiciones fijas o bien por etapas, endureciendo progresivamente las condiciones de secado a medida que disminuye el contenido de humedad de la madera.

Utilizando unas condiciones suaves de presecado (temperatura reducida y humedad relativa elevada) hasta alcanzar el punto de saturación de fibras, es posible minimizar la influencia de defectos como el colapso y reducir considerablemente el tiempo de secado de la madera en comparación con un secado al aire.

Al margen de los aspectos positivos que presenta el presecado industrial frente al secado al aire, desde el punto de vista de la rapidez del secado y de la calidad de la madera obtenida, existen ventajas añadidas de tipo organizativo, al permitir planificar la rotación de stocks.

Acondicionado o vaporizado

Esta técnica consiste en aplicar un tratamiento bajo condiciones de elevada humedad relativa y temperatura, durante periodos cortos de tiempo. De este modo, junto a una distribución homogénea del contenido en humedad final, puede lograrse una recuperación importante del colapso en caso de existir.

Normalmente se establecen unas condiciones de saturación de humedad relativa del aire, durante un periodo de 2 a 4 horas por centímetro de espesor de la madera a secar, junto con unas condiciones de temperatura que se endurecen a medida que progresa el programa de secado.

En el caso de secar madera de eucalipto blanco con un despiece radial, estos tratamientos tienen una gran importancia ya que ejercen un importante papel equilibrador de las diferencias de densidad.

En la figura 2 se representa el efecto de los acondicionados durante el proceso de secado de una partida de madera de eucalipto de 30 mm de espesor. Al finalizar el presecado, es posible encontrar diferencias de más de 15 puntos entre el contenido de humedad en el centro de la tabla y su superficie. Esta situación, frecuente en otras especies de madera como el roble, está relacionada con la reducida permeabilidad del eucalipto que hace que sea difícil que pierda la humedad contenida en el centro de la pieza.

Con estas diferencias de humedad entre el centro y la superficie de la pieza, es fácil que se desarrollen fendas internas en cuanto se endurezcan las condiciones de secado.

Durante el acondicionamiento, el contenido de humedad de la superficie de la tabla aumenta en unos puntos y, al mismo tiempo, disminuye en su parte central. De esta forma, se logra equilibrar el gradiente de

humedad y, es posible endurecer las condiciones del proceso de secado evitando la aparición de fendas internas.

Es importante señalar que, tras las experiencias realizadas en diversas partes del mundo comienza a considerarse de manera unánime que los tratamientos de acondicionamiento deben formar parte absolutamente integrada en cualquier secado de calidad de madera de eucalipto.

PROPUESTA DEL CIS-MADERA

A partir de las consideraciones anteriores, en el Laboratorio del CIS-Madera se realizaron una serie de 10 experiencias de secado sobre madera de eucalipto blanco, con una edad superior a los 30 años y aserrada con un despiece radial.

En cada una de las experiencias se secó un volumen de 4 m³ de madera con unas escuadrías de referencia de 2.500x100x32 mm (elementos de carpintería y mobiliario). Las pilas de madera se organizaron mediante rastreles de pino seco de 25x25 mm de sección, colocados con una separación de 400 mm.

La realización de un presecado en cámara, estableciendo unas condiciones suaves y constantes de 27± 2°C y 80±5% HR, con una velocidad de aire entre las pilas de 1 m/s, permite disminuir el contenido medio de humedad de la madera desde un 65% hasta un 30%, en un periodo aproximado de 15 a 20 días, sin presencia significativa de defectos de colapso, ni fendas internas o superficiales.

El periodo de tiempo mencionado, varía en función del espesor y contenido de humedad inicial de la madera, incrementándose hasta los 25-30 días si la escuadría de la madera pasa a 35 mm de espesor, y el contenido de humedad inicial de la madera es del 75%.

En el caso de piezas destinadas a la fabricación de mangos de herramientas, con un contenido de humedad inicial del 80% y 50 mm de sección, este periodo se alarga hasta los 45-50 días.

Posteriormente, cuando la madera alcanza un contenido de humedad medio próximo al 30%, existe en la madera un gradiente de humedad que es necesario igualar, para iniciar las siguientes fases de secado en condiciones óptimas. Para ello, es preciso realizar un primer acondicionamiento consistente en exponer a la madera a una humedad relativa cercana al 100%, con una temperatura de unos 45°C, durante un periodo equivalente a 2-4 horas por centímetro de espesor.

A continuación se recomienda proseguir el proceso siguiendo las condiciones detalladas en el siguiente programa:

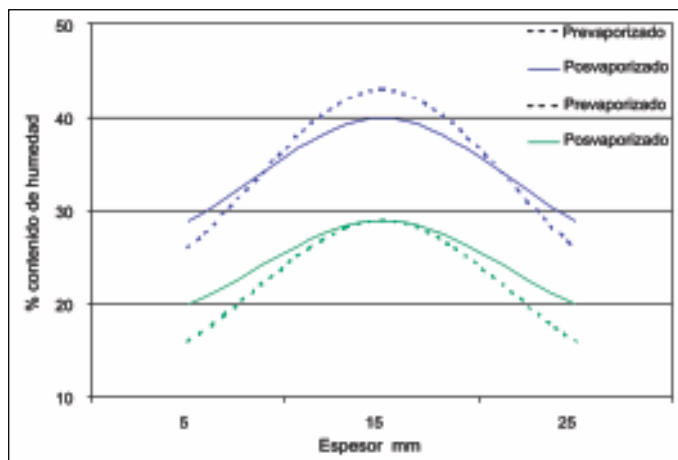


Figura 2. Efecto de los acondicionamientos en la distribución de densidades durante el secado de una partida de madera de eucalipto de 30 mm de espesor

CIS-MADERA		
Humedad madera (%)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
>30	27	80
Acondicionado	45	100
30	35	75
25	45	70
20	55	60
2º Acondicionado	55	100
15	60	55
12	65	45
3º Acondicionado	70	100



Detalle de recuperación del colapso producida tras el acondicionado final

El segundo acondicionado, requiere la aplicación de una temperatura de $55 \pm 2^\circ\text{C}$ durante un periodo de unas 10 horas.

Con este programa de secado se consigue alcanzar una humedad final del 12%, partiendo de un 30% de humedad, en un tiempo aproximado de 15-20 días, con una buena calidad de secado, sin defectos significativos y con una buena distribución de la humedad en las tablas. La figura 3 representa la evolución del programa de secado.

Al llegar a la humedad final especificada, la realización de un acondicionado final con temperaturas de 70°C y una humedad relativa próxima al 100% permite homogeneizar la humedad en las tablas, recuperando parte del posible colapso producido en el proceso.

Dadas las particularidades de la madera de eucalipto, la conducción del secado no debe realizarse exclusivamente de forma automática, sobre la base de la información proporcionada por las sondas de humedad que disponen los secaderos industriales.

Por ello, deben escogerse tablas testigo y determinar periódicamente su humedad en estufa, tanto en probetas procedentes de la superficie como de la

parte central de las tablas. De esta forma, obtendremos información adicional sobre la distribución del gradiente de humedad en el interior de las tablas o la presencia de defectos como las fendas internas.

CONCLUSIONES

Es posible secar madera radial de eucalipto blanco, con espesores de referencia comprendidos entre 15 y 35 mm, en condiciones razonables y con una buena calidad final.

Un despiece radial minimizará la incidencia de las posibles deformaciones de la madera una vez puesta en servicio, aunque cuanto mayor sea la anchura de una tabla en sentido radial, mayor complejidad presentará la conducción del secado y también serán mayores las pérdidas volumétricas por merma de madera.

Por estas razones no se recomienda secar tablas radiales con una anchura superior a los 100-110 mm. Si fuese necesario obtener productos con escuadrías mayores es posible encolar posteriormente estos elementos.

En todo caso, el secado de la madera de eucalipto siempre será más delicado que el de otras maderas y, en consecuencia, más caro. Por ello se recomienda seleccionar la calidad de la madera a secar, tratando de obtener tablas de madera de duramen y orientación radial que formarán parte de un producto de elevado valor añadido y con posibilidades de mercado.

El presecado en cámara se confirma como una opción ventajosa frente al oreo tradicional, tanto por las ventajas derivadas de la disminución de las existencias en rotación como por la reducción de pérdidas por

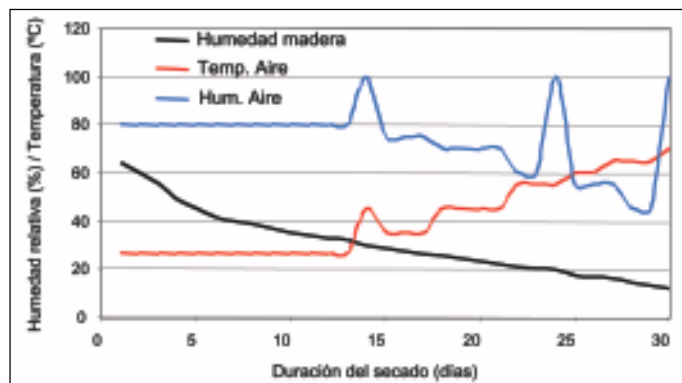


Figura 3. Evolución del programa de secado de una partida de madera de eucalipto de 32 mm de espesor.



Secado industrial de Eucalipto en la empresa LAMINADOS VILLAPOL, S.A.

los defectos asociados a la madera expuesta a la intemperie.

Un presecado en unas condiciones de 27°C y 80% HR y una velocidad de aire entre las pilas de 1m/s, permite disminuir el contenido medio de humedad de madera de 30-32 mm de espesor desde un 65% hasta un 30%, en un periodo de 15-20 días.

Posteriormente, el tiempo requerido para alcanzar una humedad final del 12%, a partir de madera presecada (30% de humedad) es de 15-20 días y permite obtener una buena calidad de secado.

La realización durante el secado de diversas etapas de acondicionamiento de la madera por medio de vaporización, durante periodos cortos de tiempo, permite lograr una distribución homogénea del contenido de humedad y disminuir la influencia de las diferencias de densidad existentes.

Si la madera ha sido seleccionada previamente (edad adecuada, orientación radial, influencia de la médula, desviación de la fibra, etc.), no debe existir presencia significativa de defectos como colapso ni fendas internas o superficiales.

AGRADECIMIENTOS:

Nuestro agradecimiento a D. Fernando Lorenzo, de la empresa Parquets Lorenzo, por su constante ayuda y por haber compartido con nosotros su gran experiencia en el secado del eucalipto.

Las experiencias de secado realizadas en el CIS-Madera han sido parcialmente financiadas con cargo a los siguientes proyectos de investigación:

Proyecto de Promoción de la Madera de Eucalipto Blanco (*Eucalyptus globulus*) en la Euroregión Galicia-Norte de Portugal. Iniciativa INTERREG-II. Fundación para o Fomento da Calidade Industrial e Desenvolvemento Tecnolóxico de Galicia-CIS-Madera e Instituto Galego de Promoción Económica (IGAPE).

Proyecto de Investigación sobre Nuevas Tecnologías en el Secado del Eucalipto. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes. Expediente: AG615A 97/10-0. Julio 1999-Noviembre 2000

BIBLIOGRAFÍA

- ▣ Alvarez-Noves, H.; Fernández-Golfin, J.L., (1996). Secado de madera aserrada de *Eucalyptus globulus* al vacío continuo con vapor sobrecalentado. Comparación del secado tradicional en cámara. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho (AITIM) 181:69-72.
- ▣ Ananías, R.A.; Espinoza, L.; Kauman, W.G (1993). Efecto del pretratamiento en ambiente saturado sobre el aliviamiento de tensiones y la recuperación del colapso durante el secado de *Eucalyptus globulus*. Actas Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile, 501-509, INFOR, Chile.
- ▣ Ananías, R.A.; Espinoza, L.; Kauman, W.G. (1995). Preheating chilean *Eucalyptus globulus* at 80°C in water saturated air. *Holzforchung* 49(2):179-181.
- ▣ Ananías, R.A.; Rivas, O.; Novoa, M.; Garay, M.; Steinhagen, H.P (1994). Secado bajo vacío y por presecado a escala industrial de eucalipto. *Ciencia e Investigación Forestal* 8(1):5-20.
- ▣ Bariska, M. (1992). Collapse phenomena in eucalypts. *Wood Science and Technology* 26:165-179.
- ▣ Bekele, T. (1995). Degradation of boards of *Eucalyptus globulus* during air drying. *Holz als Roh-und Werkstoff* 53:407-412.
- ▣ González Hernández, C.; Miguel Peredo, L. (2000). Evaluación de programas de secado en madera joven y adulta de tres especies de *Eucalyptus*. *Madera: Ciencia y Tecnología* 2 (1):29-48.
- ▣ Illic, J. (1999). Shrinkage-related degrade and its association with some physical properties in *Eucalyptus regnans* F.Muell. *Wood Science and Technology* 33:425-437.
- ▣ Innes, T.C. (1995). Collapse free pre-drying of *Eucalyptus regnans* F.Muell. *Holz als Roh-und Werkstoff* 53:403-406.
- ▣ Neumann, R.J; Saavedra, A. (1992). Check formation during the drying of *Eucalyptus globulus*. *Holz als Roh-und Werkstoff* 50:106-110.
- ▣ Northaway R.L.; Blakemore P.A. (1999). Evaluation of drying methods for plantation grown eucalypt timber. Division of Forestry & Forest Products CSIRO Australia.