



Potencialidad del *Eucalyptus globulus* como madera sólida



CARLOS BASO LÓPEZ
UNIVERSIDAD DE VIGO, ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL
36005 PONTEVEDRA, ESPAÑA
E-MAIL CBASO@UVIGO.ES

Resumen

Las plantaciones forestales representarán a medio plazo la fuente más importante de abastecimiento a la industria de la madera en el mundo. El género *Eucalyptus* ocupa el primer lugar dentro de las frondosas y en particular la especie *E. globulus* es la más representativa en las áreas de clima templado y constituye uno de los primeros recursos forestales en algunos países, como Uruguay, Chile, Australia, Portugal y España.

La estructura de la demanda del mercado por familias de productos en el mundo determina volúmenes actuales del 55% del abastecimiento de madera con destino a su transformación en productos de madera sólida. Por otra parte, la producción forestal debe de beneficiarse, en términos de rentabilidad, por la puesta en práctica de sistemas de silvicultura con objetivo multiproducto.

En la presente comunicación se hace una revisión del estado de la técnica en el procesado del *E. globulus* para obtener productos de madera sólida, describiendo especialmente las técnicas de aserrado, que permiten minimizar los efectos negativos de las tensiones de crecimiento, y secado, para hacer frente a características notorias de esta especie como el colapso, fendado y comportamiento refractario al movimiento del agua en la madera. Especial mención se hace de los tratamientos con vapor, que aportan considerables ventajas en cuanto a la mejora de la calidad y condiciones de secado y la reducción de las deformaciones originadas por las tensiones internas de crecimiento.

Se hace una descripción de las aplicaciones de madera sólida del *E. globulus*, y el desarrollo de sus correspondientes

productos, en los campos de la construcción, la carpintería y el mueble.

Introducción

Las plantaciones de crecimiento rápido y su cometido en el suministro de madera industrial

El consumo progresivo de productos de madera desde el comienzo de la era industrial, y muy especialmente en la segunda mitad del siglo XX, ha dado pleno sentido a las inversiones forestales y promovido la mayor consideración del papel productivo y económico de los bosques. Como contrapartida al desarrollo de la industria de la madera, a lo largo de los últimos 150 años, propietarios forestales y estados han llevado a cabo una optimización continua de la gestión de los recursos forestales que ya existían y realizado extensas repoblaciones. El objetivo principal de estas inversiones ha sido, al final, producir madera para abastecer las necesidades de una población creciente con cada vez mayor capacidad de consumo.

Dentro de este desarrollo han tenido especial relevancia las plantaciones en

áreas templadas y subtropicales de todos los continentes con especies de coníferas y frondosas de crecimiento rápido. Hoy, una vez que a través los sistemas de certificación forestal vigentes se han redefinido los principios para una gestión sostenible, no se cuestiona ya la compatibilidad de la función productiva de estos bosques con los otros servicios ecológicos, incluida la posibilidad de sustituir, en su empleo, otros recursos forestales con mayor dificultad de renovación.

El FRA 2000, *Forest Resources Assessment*, de la FAO, nos da la siguiente información (Tabla 1) de las plantaciones forestales en el mundo, para cualquier uso, referida al año 2000:

El cuadro nos muestra el enorme potencial que representan las plantaciones forestales y en particular las de las especies del género *Eucalyptus*. Como observación hay que indicar que una parte importante de la superficie forestal no ha sido clasificada en el FRA 2000 de la FAO y ha sido incluida en dicho estudio en la columna «Sin especificar».

Una consulta pormenorizada de la

Tabla 1

Región	Area total	Incremento anual en miles has	Area de plantaciones por grupos de especies en miles has			
			Frondosas	Eucaliptos*	Coníferas	Sin especificar
Africa	8.036	194	3.826	1.799	2.226	1.985
Asia	115.847	3.500	64.981	10.994	35.500	15.365
Europa	32.015	5	32.015			
América del N. y Central	17.533	234	709	198	15.528	1.297
Oceanía	3.201	50	169	33	20	2.948
Sudamérica	10.455	509	5.636	4.836	4.797	23
Mundo	187.087	4.492	75.336	17.860	58.134	53.633

* (dentro de frondosas)
Fuente: FRA 2000, FAO



información contenida en el FRA 2000, por países, permite complementar, con datos conocidos, las cifras de superficie cubierta por plantaciones de eucaliptos, y en particular la de países como España con 650.000 ha, Portugal con 550.000 ha y Australia con 330.000 ha, lo que elevaría a 19.390 la superficie de los eucaliptos, entre los que la especie *Eucalyptus globulus* es la más representativa en las áreas de clima templado.

Los países cuyas plantaciones del género *Eucalyptus* superan las 200.000 ha y sus correspondientes cifras se relacionan a continuación (fuente: A. Klemaretsky, RAUTE, para los datos de España, Portugal y Australia; FAO para los restantes países). Tabla 2

Tabla 2

País	Area plantada ha
India	8.005.000
Brasil	2.964.000
China	1.334.000
España	650.000
Sudáfrica	606.000
Portugal	550.000
Uruguay	498.000
Perú	480.000
Vietnam	452.000
Tailandia	443.000
Chile	343.000
Argentina	278.000
Pakistán	245.000
Marruecos	214.000

Es más que evidente que la madera que produzcan estas plantaciones tendrá que ser utilizada en usos de madera sólida. En términos relativos, la madera procedente de plantaciones que tuvo uso industrial representó en 1996 la cantidad de 370 millones de m³, del total de 1.490 millones de m³ en ese año, según indica el estudio realizado asimismo por la FAO en 1999 «El papel potencial de las plantaciones forestales para satisfacer la demanda futura de madera industrial», cuyos autores son A. Whitemann y Christopher Brown. En este estudio se realizó una proyección del suministro de madera para 3 escenarios diferentes:

El escenario 1 suponía que no se llevara a cabo ninguna plantación

nueva sobre las existentes.

El escenario 2 asumía la realización de nuevas plantaciones a un ritmo de 1,2 millones ha/año, equivalente a un 1% de la superficie total para uso industrial. El escenario 3 consideraba mantener hasta el año 2010 una tasa anual inicial de 4,71 millones ha/año, equivalente a la que se estimó en 1995, y a continuación reducir la tasa en 940.000 ha/año al comienzo de cada década. La estimación de la proyección del abastecimiento de madera a la industria, según cada escenario a que llegó el estudio, se transcribe a continuación (Tabla 3).

El escenario más realista sería, en este caso, el menos conservador. De hecho la realización de cualquiera de ellos supondría una mayor presión sobre los bosques naturales. Y no es sólo ya la corriente de opinión a favor de conservar estas reservas, que puede incluso influir en reducir en algunos países las extracciones actuales, además, el paso del bosque virgen al secundario supone un descenso de las existencias y de su posibilidad de suministro de madera.

La demanda de madera industrial

Podemos hacer una clasificación del recurso en función de su uso industrial según los 3 amplios sectores de transformación:

- Madera sólida, que incluye aserrío, chapa y tableros contrachapados.
- Tableros de partículas y fibras
- Pasta y papel.

La producción de estas industrias queda reflejada en la siguiente información, extraída del mencionado estudio de la FAO.

Tabla 3

Escenario de abastecimiento (todas las cifras en millones m ³)	Año			
	1996	2010	2030	2050
Suministro total a la industria	1.490	1.872	2.400	3.100
Potencial de suministro de las plantaciones forestales. Escenario 1	370(25%)	560(30%)	600(25%)	600(19%)
Potencial de suministro de las plantaciones forestales. Escenario 2	370(25%)	560(30%)	700(29%)	800(26%)
Potencial de suministro de las plantaciones forestales. Escenario 3	370(25%)	620(33%)	1.100(46%)	1.430(46%)

Fuente: «El papel potencial de las plantaciones forestales para satisfacer la demanda futura de madera industrial». A. Whitemann y Christopher Brown. FAO. 1999

Categoría de producto	Producción	
	1996	2010
Suministro de madera industrial	1.490	1.872
Producción de madera sólida	430	501
Producción de tableros	149	180
Producción de pasta de celulosa	179	208
Producción de papel y cartón	284	394

Las cifras de volumen para el suministro de madera, producción de madera sólida y de tableros son en millones de m³, las de pasta, papel y cartón son en millones de toneladas. Fuente: «El papel potencial de las plantaciones forestales para satisfacer la demanda futura de madera industrial».

A. Whitemann y Christopher Brown. FAO. 1999

Si asumimos un factor de transformación de madera sólida de 1,9 m³ tronco/m³ aserrado (extraído a modo de ejemplo de las cifras del circuito de la madera en España, año 2002, Aitim), tenemos que en 1996, aproximadamente un 55% de la madera de uso industrial tuvo como destino la transformación en productos sólidos y que en el futuro no es de esperar una reducción importante de este porcentaje.

En resumen, las plantaciones forestales, entre las que las del género *Eucalyptus* ocupan el primer puesto para las frondosas, tendrán un papel fundamental en la producción de madera industrial y, de ésta, una parte superior al 50% será demandada por la industria de la madera sólida.

Posibilidad de una selvicultura multiproducto

La necesidad evidente de transformar madera de especies de crecimiento rápido en la industria de la chapa y aserrío ha motivado la realización de estudios y el desarrollo de modelos de selvicultura multiproducto con el objetivo de obtener trozas de diámetro superior a 40 cm. No se pretende entrar aquí a tratar este importante, y necesario, eslabón de la cadena, más que para asegurarnos que la fabrica-



tecnología

ción de productos de madera sólida será también viable desde la producción forestal, y poder así continuar. Un cálculo simple (Carlos Baso y Juan Picos), nos da como resultado que en las actuales circunstancias de España, una prolongación del turno, desde 12 a 24 años, con una extracción del 75% de la masa en un punto medio del turno, nos aseguraría la misma tasa interna de rendimiento de la inversión forestal, a partir de una distribución conservadora de producto a partes iguales entre la madera de trituración y la destinada a madera sólida, cuando el precio de venta de la madera gruesa en fábrica sea mayor en un 18% al de la de trituración, siempre que no haya disminución del crecimiento medio. El sobreprecio actual del 65% en el mercado español nos sitúa por lo tanto sobre terreno firme para proseguir con nuestra descripción.

Algunos datos de base sobre el eucalipto glóbulus de procedencia española desde el punto de vista de su transformación como madera sólida

Las trozas que van dirigidas al aserradero tienen típicamente un diámetro entre 40 y 60 cm. y proceden de plantaciones de diferentes edades a partir de unos 25 años (normalmente de mayor edad). Importa más el tamaño en diámetro del tronco, su rectitud y la ausencia de ramas, que la edad del árbol o rotación de la plantación, que por supuesto también influyen en las características de la madera, como por ejemplo la proporción de madera juvenil. En efecto, sólo el diámetro del tronco influye mucho en la estabilidad de la madera, ya que permite piezas radiales y tangenciales alejadas de la médula, con buena estabilidad dimensional.

La madera joven (sin ser necesaria-

mente juvenil), hasta los primeros 12-15 anillos, a todo lo largo del tronco alrededor de la médula, tiene características diferentes de la madera más madura que la rodea. Así, un estudio realizado en la Universidad de Vigo con madera procedente de 6 diferentes localidades de Galicia ha obtenido los siguientes valores de densidad y contracciones por disminución de la humedad desde el estado verde hasta el 12% (Tabla 4).

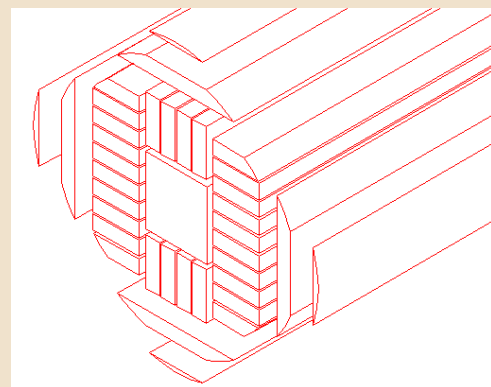
En estado verde, recién cortado el árbol, la humedad inicial de la madera varía entre el 80% y el 95%, dependiendo de la época del año. La madera de *E. globulus* está fuertemente afectada por tensiones de crecimiento, que están equilibradas cuando el árbol está en pie, pero que una vez apeado y su fuste troceado, dan lugar a fendas, deformaciones e inexactitud de medidas de las piezas aisladas. Para minorizar el efecto de las tensiones de crecimiento, la propuesta tecnológica general es la realización de cortes simétricos y múltiples.

Aplicada a la madera de nuestro *E. globulus*, una estrategia de aserrado probada se representa a continuación mediante su patrón de despiece. Este esquema, aplicable a troncos con diámetro a partir de 45-50 cm, permite maximizar la producción de madera de calidad, predominantemente radial, libre de madera juvenil y albura. El esquema se propone sobre la base de:

- Necesidad de madera radial para la mayor parte de las aplicaciones cualitativas.
- Fabricación de madera con ancho fijo.
- Aplicación de procesos sistemáticos y productivos que incluyan corte múltiple de productos intermedios.
- El sistema debe de evitar, en lo posible, el laborioso trabajo tabla a tabla. No conviene perder de vista que

estamos procesando madera de plantaciones a turno reducido, a la que siempre se pedirá la mayor eficacia industrial..

- El sistema debe de ser capaz de admitir técnicas de optimización del rendimiento de la materia prima, que determinan y dirigen el corte de la madera y son imprescindibles en una fabricación automatizada.



Alberto Bouzón

La estructura productiva para la realización de este procesado consistiría en:

- Grupo de cabeza formado por máquinas enfrentadas.
- Aprovechamiento de costeros en máquina desdobladora.
- El grupo de cabeza produce «núcleos laterales y central» para su corte múltiple.
- Máquina múltiple de circulares.

Los resultados que se obtienen en el aserrado de los troncos de *E. globulus* siguiendo el proceso descrito son:

- Rendimiento cuantitativo: 2,2 m³ tronco/m³ de tabla seca saneada.
- Rendimiento cualitativo: 62% de madera radial de calidad sin albura,

Tabla 4

Tipo de madera	Densidad, valor medio.H = 12%	Contracción tang.	Contracción radial
considerada	(Madera tratada con vapor para recuperar colapso y dimensión)	de verde a 12%. Percentil 75%. Valores en % de dimensión verde	de verde a 12%. Percentil 75%. Valores en % de dimensión verde
Madera joven (los 15 primeros anillos)	740	8,7%	5,7%
Madera madura	810	9,8%	6,1%



20% de madera tangencial con parte de albura, 18% de madera juvenil.

- Reducida incidencia de las fendas en los extremos de las tablas si orientamos adecuadamente el tronco
- Las cifras anteriores equivalen a aproximadamente 3 T de tronco por m³ de madera aserrada seca saneada, ausente de madera juvenil.

Características del secado industrial del eucalipto glóbulus español

El secado industrial del E. glóbulus de procedencia española sigue la pauta general común a las demás especies de eucalipto, participando de todas estas características bien conocidas (Vermaas, 1998): Elevadas contracciones, difusión de masa reducida, refractaria al secado, gradientes de humedad elevados, susceptible de formar fendas superficiales cuando se secan tablas tangenciales y piezas de mayor espesor, tendencia al colapso y fendado interno (*honeycombing*), atejamiento y curvaturas de canto y cara, estas últimas acentuadas por la presencia de madera juvenil y de tensión.

En el caso del eucalipto glóbulus español, de todos los problemas anteriores ligados a la calidad del secado, los que más afectan a la industria son el colapso de las tablas radiales, el fendado superficial de las tablas tangenciales y la lentitud del proceso. A lo largo de su secado la madera acentúa el carácter refractario y el ritmo de pérdida de humedad desciende progresivamente hasta valores muy bajos a partir de humedades en torno al 45%.

La mejor opción, hasta el momento, es el secado convectivo con aire caliente climatizado, al que se añade la realización de operaciones intermedias de vaporización para reducir el colapso, recuperar dimensiones y aumentar la velocidad de secado en las etapas intermedia y final.

Método propuesto para secar Eucaliptus glóbulus

La siguiente tabla resume un método que ha dado lugar a resultados satisfactorios. El proceso está dividido en 2 fases: Presecado hasta H = 20% y secado hasta H_{final}. Se realizan 3 vaporizaciones, la primera cuando la

madera alcanza 45%, la segunda entre el presecado y secado y la tercera después de llegar a la humedad final. Estos tratamientos se hacen a unos 85 °C durante unas 6 horas (Tabla 5). Las siguientes cifras dan información sobre la duración del secado de madera de eucalipto glóbulus español desde una humedad del 85%, según se obtiene directamente de la sierra, hasta H = 10%, aplicando el método anterior:

- Tabla de corte tangencial de 27 mm. de grueso: 30 días
- Tabla de corte radial de 34 mm. de grueso: 45 días
- Tabla de madera joven (primeros 15 anillos) y 35 mm. de grueso: 35 días
- Tablón de 55 mm. de grueso: 90 días

Beneficio de los tratamientos con vapor

Los ensayos realizados en la Universidad de Vigo permiten cuantificar los resultados de los tratamientos con vapor como sigue:

- Recuperación del colapso del 48%
- Reducción de la contracción tangencial del 35% (aplicable al percentil 75% de la contracción desde el estado verde al de H = 10%)
- Reducción de la contracción radial del 36% (aplicable al percentil 75% de la contracción desde el estado verde al de H = 10%)
- Disminución del atejamiento en las tablas tangenciales en un 54%
- Aumento de la velocidad de secado de la madera en un 33%



Tabla 5

Fase	Etap	Humedad madera (%)	Temperatura seca (°C)	Temperatura húmeda (°C)	Diferencia psicrom. (°C)	
Presecado	1	verde	28	26	2	
	2	50	28	25	3	
	Reacondicionado con vapor a H = 45%					
	3	35	33	30	3	
	4	30	40	36	4	
	5	28	45	41	4	
	6	25	50	44	6	
Secado	7	22	55	48	7	
	Reacondicionado con vapor					
	8	20	60	50	10	
	9	18	60	48	12	
	10	15	65	49	16	



tecnología

No sólo la vaporización aporta considerables ventajas al secado del *E. globulus*, sino que esta técnica puede aplicarse con éxito para resolver una buena parte de los problemas de deformaciones que, a consecuencia de las tensiones internas de crecimiento, se producen sobre las piezas aserradas en estado verde, ya a la salida de la sierra, y son independientes de las que luego aparecerán durante el secado. Las tensiones de crecimiento dan lugar al arqueado de las tablas radiales en la forma siguiente:

- El 50% tienen una flecha igual a mayor a 7 mm en 2,0 m.
- El 15% tienen una flecha igual o mayor a 11 mm en 2,0 m.

Estas deformaciones se manifiestan como curvatura de cara en las piezas intermedias antes de su aserrado múltiple.

En el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad de Vigo se ha experimentado con éxito una técnica sencilla de vaporización para reducir la curvatura en los tablones, antes de su corte múltiple, plastificando y rectificando las piezas. El método consiste en el apilado de las piezas con rastreles intermedios separadores, de forma que el propio peso de la pila actúe sobre el material, venciendo su deformación. La madera se plastifica con el calor y la humedad, lográndose en tablones de 100 mm. de altura el efecto deseado al cabo de unas 6 horas a una temperatura de 83-85 °C. El calentamiento dura unas 4 horas y el enfriamiento se prolonga durante otras 12. Es necesario mantener la carga hasta que la madera se enfríe hasta la temperatura ambiente. Para rectificar las piezas superiores de las pilas es suficiente el peso de una losa de hormigón de un espesor de 30 cm.

Aplicaciones del *Eucalyptus globulus* como madera sólida

Procedemos a hacer una revisión de las principales aplicaciones. Nos referiremos, en primer lugar, a productos que derivan de la madera aserrada.

Aplicaciones estructurales. Estructuras de madera

Las estructuras de madera forman uno de los grandes campos de aplicación de los productos aserrados. La caracterización estructural del *E. globulus*, requisito imprescindible para que pueda ser utilizado, se está realizando actualmente dentro del proyecto internacional *Iberoeka Tecplant*, coordinado por la Universidad de Vigo. En este proyecto, en el que participan instituciones y empresas de Uruguay, Argentina y España, se estudian las 2 especies *E. globulus* y *E. grandis*. El procedimiento se lleva a cabo de acuerdo con el *Eurocódigo 5 para madera estructural*. Respecto a nuestra especie en cuestión se puede avanzar al día de hoy que, una vez realizados los ensayos en el INIA español de más de 500 probetas de 5 muestras, la calidad estructural visual del *E. globulus* no deberá tener mayores dificultades en encuadrarse en la clase resistente D40, en la que el valor 40 indica la resistencia característica en flexión. Las singularidades admitidas en esta calidad estructural, que en su día aparecerán reflejadas en la correspondiente norma UNE, darán lugar a una exclusión por calidad no mayor del 10-15% del material aserrado a partir de troncos de diámetro mayor de 40 cm.

El estudio incluye también el comportamiento al fuego y la determinación de la clase resistente de los elementos compuestos de 2 y 3 piezas, *duo-lam* y *trio-lam* con uniones de láminas a base de ensambles dentados. Actualmente se están fabricando las probetas a escala 1:1 y se realizan los ensayos de delaminación y cortante con 3 tipos diferentes de adhesivos estructurales: resorcina, melamina y poliuretano. Todo parece anticipar la ventaja competitiva de la madera estructural de *E. globulus* sobre las especies de coníferas que se emplean actualmente, cuyas clases resistentes están en el rango C18 – C30. El mejor comportamiento al fuego esperado, sólo ya por la elevada densidad, unido a la mayor resistencia, permitirán resolver las construcciones mediante piezas más esbeltas, que representarán un menor volumen de madera puesta en obra.

Tableros de madera maciza para la construcción

La fabricación del tablero de madera maciza para encofrados técnicos con *E. globulus* no presenta dificultad. La unión encolada, realizada habitualmente con adhesivos de urea-formol, da lugar a prestaciones que incluso superan a las de las especies de coníferas con abundancia de resina. Para esta aplicación es apropiada la madera aserrada procedente de troncos con diámetros de la clase inferior, entre 25 y 35 cm, cuyo aserrado sería el tangencial clásico realizado sobre madera de diámetro mediano y pequeño.

El tablero de encofrado es un producto de amplio uso, con dimensiones normalizadas 1.970 x 500 x 27 mm, formado por piezas encoladas por sus cantos y perfiles metálicos protectores en los extremos. Puede ser de 1 o 3 capas. Para este último tipo de tablero, en el que la capa intermedia hace de elemento estabilizador transversal, la madera de *E. globulus*, colocada en un espesor delgado en las capas externas, podría ser un buen complemento de la madera de pino en la capa interna, por su elevada resistencia a la tracción y módulo de elasticidad.

Industria de carpintería. Suelos de madera

La fabricación de parquet tradicional enrastrelado de eucalipto es una aplicación de madera sólida que ha alcanzado un nivel avanzado de madurez. El producto en su configuración más clásica está formado por piezas cepilladas y machihembradas de 18-23 mm de grueso y anchura de 75 mm. Es muy importante realizar el mecanizado de machihembra también en las testas. Esta especificación aporta ventajas a la puesta en obra del producto, pero también a su fabricación porque hace posible fabricar piezas con longitud variable, saneando fendas de testa y reduciendo el efecto de la curvatura, viabilizando el proceso. El lamparquet forma alineaciones de piezas de ancho 50 a 60 mm, grueso 10 a 12 mm y longitud máxima 400 mm, que se fabrican a partir de piezas de sección en estado verde 65-75 x 30 mm a las que una vez secas se somete a un cepillado 4 caras seguido de desdoblado con sierra circular.



Fabricación de tableros alistonados

La fabricación de estos componentes de carpintería representa una aplicación interesante de la madera de *E. globulus*, como actividad industrial intermedia susceptible de incorporarse al aserradero. La tecnología es bien conocida y no difiere, en sustancia, de la que se aplica a cualquier otra especie de madera. Algunas consideraciones vale la pena, no obstante, hacer:

• Para la fabricación de las piezas que integran el tablero conviene partir de tablas, cuyas 4 caras serían cepilladas, mejor que proceder con un aserrado múltiple de tablón, que trae consigo un secado lento y costoso.

• Las dimensiones de las piezas del tablero, 50 a 80 mm de ancho, hacen que este producto se adapte muy bien a los tamaños de tronco de eucalipto y además se pueda realizar un despiece radial.

• A diferencia de los tableros de pino y abeto, la práctica ausencia de defectos en una gran parte del material de partida hace posible que se pueda obtener un tablero para el mueble en

formato grande, por ejemplo 2,44 x 1,22 m², lo que no se consigue con el de pino.

Perfiles laminados para carpintería de ventanas

Esta es una de las aplicaciones en las que se somete a la madera a condiciones duras de exposición, con humedad y temperatura elevadas. Los perfiles constan de 3 láminas, cada una de 24 x 86 mm², para formar conjuntos de sección 72 x 86 mm², en su especificación más frecuente. El producto debe de realizarse con madera de configuración radial, permitiéndose ensamblajes dentados de testa en la lámina interna. Debido a los valores elevados de densidad y coeficientes de contracción de la madera, el encolado del *E. globulus* no es una operación tan fácil como lo es en otras maderas. Pequeños movimientos de la madera se convierten en grandes esfuerzos transversales en las juntas encoladas. Cuidando todos los factores que intervienen en el proceso de encolado y prensado se obtienen uniones resistentes satisfactorias. Precauciones a tomar cuando se utilicen colas de

acetato modificadas son las siguientes:

- Viscosidad de la cola reducida: Presión dinámica inferior a 11 Pa.s
- Tiempo abierto muy reducido
- Tiempo cerrado prolongado
- Presión específica no superior a 10 kg/cm²

El encolado con adhesivos de urea formol da lugar a uniones más resistentes que utilizando PVAc

Puertas

La madera de eucalipto se adapta perfectamente a la fabricación de puertas carpinteras a base de tablero de partículas rechapado y recercado con madera maciza. La mecanización de los listones de eucalipto para la fabricación de los cantos y los perfiles de sujeción de los plafones no ofrece dificultad. El resultado es mejor cuando se trabaja madera con estructura tangencial. El conjunto aglomerado-madera-chapa tiene un buen comportamiento respecto al efecto de manifestación de canto, acompañando la madera de eucalipto al tablero de partículas en los mínimos movimientos





tecnología

de hinchazón con los cambios de humedad ambiente.

Uso en el mueble

En la medida en que se disponga de madera aserrada bien seca, estabilizada y con la calidad decorativa adecuada, la fabricación de muebles de diversos tipos con elementos macizos de eucalipto es totalmente posible. Las únicas precauciones derivan de conocer los coeficientes de contracción del material, utilizar los despieces más convenientes y estudiar en la construcción del mueble los posibles movimientos entre piezas que puedan tener lugar con las variaciones de humedad del ambiente.

Todos aquéllos elementos de mueble fabricados a partir de tablero de partículas y fibras y chapa de madera no requieren mayor consideración que los que se puedan hacer con chapa de cualquier otra especie. Además, la preferencia del mercado por la chapa de estructura radial asegura un buen comportamiento frente a su posibilidad de fendado.

De especial interés es la fabricación de frentes de muebles de madera maciza, que forma de por sí una actividad industrial independiente. Su destino principal es la fabricación de cocinas. Ésta es una de las últimas aplicaciones en las que el eucalipto ha probado su viabilidad, con muchos miles de puertas ya fabricadas.

Chapa y tablero contrachapado

La principal traba que se opone al crecimiento de la actividad de fabricación de chapa es, quizás, la dificultad de aprovisionamiento de grandes cantidades de troncos con el tamaño y características demandadas por esta industria, y aquí está uno de los principales beneficios potenciales que tendría una selvicultura multiproducto del *E. globulus*. Las características decorativas de la chapa son bien apreciadas por el mercado, y muy

especialmente cuando se combinan los efectos de la fibra rizada y entrecruzada. Precauciones que se deben de tener en cuenta en su procesamiento son el mantenimiento de parques húmedos de troncos y el corte radial de la madera, dividiendo primero el tronco en sectores. Dada la variedad de color de la madera, se debe de proceder a una clasificación muy minuciosa de la chapa en lotes homogéneos.

El tablero contrachapado de eucalipto se caracteriza por su elevada resistencia. Su empleo está en aquellas aplicaciones en las que se le pida al tablero elevadas prestaciones, como el carrozado de vehículos industriales, la construcción naval y los sistemas técnicos de encofrado en la obra civil y la edificación. En todas ellas se suele revestir ambas caras del tablero con films impregnados de resinas, que dan en cada caso la resistencia superficial y las características de superficie requeridas. En España tenemos una fábrica de tablero fenólico de eucalipto glóbulus trabajando a plena producción.

Necesidad de seguir trabajando

Se ha hecho una descripción de procesos y productos de madera sólida suficientes para creamos una imagen posibilista de la transformación del *E. globulus* en productos sólidos. En los últimos años un número de centros de investigación y empresas han realizado un trabajo que ya está rindiendo los primeros frutos. Se asierra, seca y procesa la madera, y hay ya un primer núcleo de empresas que fabrican una gama de productos validados por el mercado. Pero la realidad es que estamos todavía en una etapa temprana del desarrollo tecnológico de esta madera. Todavía no se ha llegado a un resultado satisfactorio en el secado de espesores gruesos, la durabilidad natural de la madera (cuyo estudio será el objetivo principal del grupo de trabajo en los próximos años) está hoy sin determinar y aún queda un largo camino hasta la normalización del material para uso estructural, por citar sólo algunas de las tareas pendientes, y sin haber entrado en el desarrollo de métodos selvícolas con objetivo multiproducto. Sin embargo, lo que sabemos hoy

sobre esta madera nos permite augurar el éxito del *Eucalyptus globulus* en un buen número de aplicaciones de todos los campos de empleo de la madera sólida, en los que encontrará su oportuno hueco, y que llegará el día en el que veamos un uso equilibrado de la especie entre los diferentes sectores de la industria, del que todos se beneficiarán. Entonces podremos decir «¡el trabajo ha valido la pena!».

Bibliografía

- Ball J.B.** Development of Eucalyptus Plantations – an Overview. FAO 1995.
- Baso C.** Cooperación iberoamericana para normalizar la madera de eucalipto de plantaciones como material estructural. Foro Iberoeca 2002.
- Bermúdez J. Touza M. Sanz F.** Manual de la madera de eucalipto blanco. 2002.
- Carle J.B. Vuorinen A.P.** Del Lungo A. Status and trends in global forest plantation. Forest Products Journal. July/August 2002.
- FAO.** Forest Resources Assessment. 2000.
- Heathcote R.** Case study of long rotation eucalypt plantations in New South Wales. Working paper FP/22. FAO. 2002.
- Kellison R.** Forest industry in transition. 2002.
- Simula M.T. Tissari J.T.** Market prospects for Eucalyptus solid wood products in the European common market. 1998.
- Vermaas H.F.** State of the art and latest technological advances in the drying of fast-grown eucalypts. 2002
- Waugh G.** Use of twin-saw systems for young, fast-grown eucalypts. 2000
- Waugh G. And R. Washusen.** Solid wood products from plantation-grown eucalypts in the Mediterranean climate zones of Southern Australia. 2000
- Whiteman A. Brown C.** The potencial role of forest plantations in meeting future demands for industrial wood products. FAO. 1999 **A**

FOTOS: CIS-MADERA / MANUAL DE LA MADERA DE EUCALIPTO BLANCO.