

# Nuevas Aplicaciones de la Madera de Eucalipto



**Manuel C. Touza Vázquez**

Director Técnico del CIS-Madera

**Fernando Sanz Infante**

Jefe del Área de Innovación y Tecnología del CIS-Madera

En Galicia y Portugal, la superficie ocupada por el eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill) supera el millón de hectáreas siendo su principal aplicación el suministro de materia prima en la industria pastero-papelera. Durante las últimas décadas, como consecuencia de la fuerte expansión de las plantaciones de eucalipto blanco en la Euroregión Galicia-Norte de Portugal, se ha generado un gran interés en torno a las posibilidades de diversificación de los usos de la madera de esta especie, de modo análogo a lo ocurrido en otras regiones del mundo con importantes plantaciones de eucalipto (Brasil, Suráfrica, Argentina, etc.).

En los últimos años, varios trabajos de I+D han permitido conocer y solventar los pro-

blemas que tradicionalmente han limitado el aserrado, secado y encolado de la madera de eucalipto blanco. Asimismo la incorporación de este tipo de madera a la producción de tableros o chapa decorativa, ha configurado una situación que propicia el desarrollo de una creciente multiplicidad de usos, en nuevas aplicaciones de mobiliario y carpintería de elevado valor añadido.

Con estos antecedentes, en el ámbito de la iniciativa comunitaria Interreg II, se ha desarrollado un proyecto de promoción destinado a recoger y divulgar el conocimiento de las propiedades y tecnologías básicas de transformación de la madera de eucalipto blanco en la Euroregión Galicia-Norte de Portugal. Este trabajo, cuyos resultados se presentan resumidos en este artículo, ha sido coordinado por el CIS-Madera, en colaboración con el Centro Tecnológico das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal (CTIMM), las Federaciones Industriales de la Madera de Galicia y la Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal (AIMMP).

## INTRODUCCIÓN.

El género *Eucalyptus* es uno de los más complejos del reino vegetal al agrupar a un número aproximado de 600 especies, procedentes en su mayoría de Australia y, en menor proporción, de Nueva Guinea.

Se admite que los eucaliptos fueron observados por primera vez por un europeo durante el primer viaje del capitán Cook (1768-1771) en el buque Endeavour. Posteriormente, las primeras semillas de eucaliptos llegaron a Europa en 1804, plantándose los primeros árboles en 1810 en las cercanías de París.

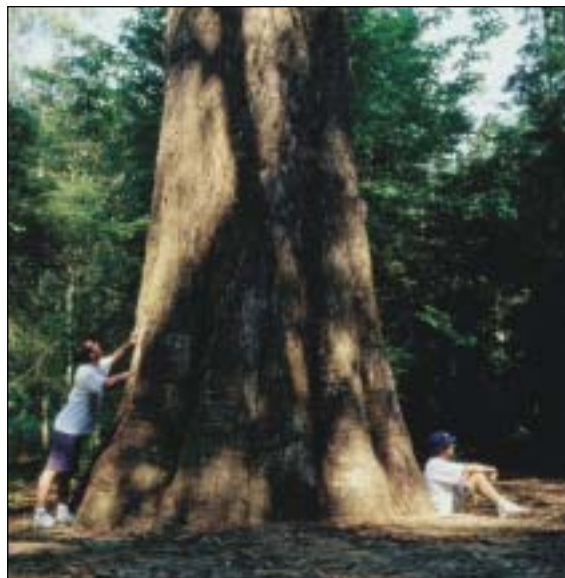
La especie *Eucalyptus globulus* Labill fue descrita en el año 1799 por el botánico francés Labillardiere. El nombre “globulus”, con el que se designó a la especie, alude a la semejanza de sus frutos con un tipo de botones denominados así en aquella época.

Aunque la fecha de llegada del *Eucalyptus globulus* a la Península Ibérica no se conoce con exactitud, en Portugal se estima que los primeros ejemplares fueron plantados en Vila Nova de Gaia en 1829. Por su parte, en Galicia la introducción de esta especie se asocia al envío de semillas desde Australia por parte del monje benedictino Fray Rosendo Salvado, a mediados del siglo XIX.

Los primeros ejemplares de eucalipto fueron valorados como curiosidad botánica y plantados por su valor ornamental en jardines de quintas portuguesas, pazos gallegos y ciudades. Al constatar su elevado crecimiento, el eucalipto no tardó en expandirse entre particulares, que lo emplearon como árbol cortavientos y/o para delimitar lindes de fincas y caminos. Asimismo, las propiedades terapéuticas de los vapores generados por sus hojas se convirtieron en un remedio habitual frente a dolencias catarrales y bronquíticas, lo cual hizo que se le asignara el sobrenombre de “árbol de la salud”.

En la primera mitad del siglo XX, se iniciaron distintas aplicaciones industriales de la madera de eucalipto en forma de apeas de mina, traviesas de ferrocarril, pavimentos, elementos de carrocerías, carpintería de ribera, construcción civil, etc. Sin embargo, la gran expansión de las plantaciones de eucalipto en la Eurorregión no se produjo hasta que fue desarrollada su aplicación en procesos de producción de pasta de celulosa.

En el año 1923 la compañía portuguesa CAIMA emplea por primera vez en el mundo madera de *E. globulus* en la elaboración de pasta de papel al bisulfito. En 1957 la empresa PORTUCEL inicia la producción de pasta de papel al sulfato con eucalipto. Paralelamente, en España, ambos procesos fueron desarrollados respectivamente por las empresas SNIACE y ENCE.



**Ejemplar de eucalipto blanco de 70 m. de altura y 10,5 de perímetro, en Chavín (Lugo). Fotografía: Mani Moretón**

Estas iniciativas trajeron consigo un fuerte impulso para el desarrollo de las plantaciones de eucalipto orientadas al suministro de materia prima para la fabricación de pasta de papel, convirtiéndose en el principal destino de esta madera. Como curiosidad, cabe añadir que el nombre común (“eucalipto blanco”) por el que es conocida esta especie actualmente en España, deriva de sus aplicaciones en la industria pastero-papelera

Hoy en día, la superficie dedicada al eucalipto en Galicia y Portugal supera un millón de hectáreas y constituye la principal área mundial de plantaciones de *E. globulus*.

## APLICACIONES HISTÓRICAS.

Las primeras referencias históricas sobre las aplicaciones y propiedades de la madera de eucalipto blanco, aparecen lógicamente vinculadas a su lugar de origen. Así, ante la llegada de colonos británicos a Australia se produjo una búsqueda de maderas alternativas a las empleadas habitualmente en Europa, no tardando la madera de eucalipto blanco en ser empleada, debido a sus propiedades mecánicas y durabilidad.

Como referencia acerca de estas primeras aplicaciones, cabe señalar informes emitidos en Tasmania en el siglo XIX, que describen a la madera de eucalipto blanco como densa, dura, y muy durable. En estos documentos se la considera más resistente que el roble inglés, por lo que puede emplearse de forma ventajosa en todas aquellas aplicaciones en las que éste se emplee. Por ejemplo, en construcción naval, embarcaderos, puentes, estructuras de viviendas, vagones,

## EL RECURSO FORESTAL EN GALICIA Y PORTUGAL

Los datos más recientes sobre la situación de las masas forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) aparecen recogidos para Galicia en el Tercer Inventario Forestal Nacional del año 1998 (IFN-III) y en Portugal en la 3ª revisión del Inventario Forestal Nacional (III -IFN) del año 1999.

Según estas fuentes, en Portugal el eucalipto ocupa una superficie de 676.000 ha de las que un 84% se corresponden con masas puras que proceden en su mayor parte de plantaciones. En Galicia, la superficie ocupada por el eucalipto se extiende por 383.000 ha. de las que un 46% se corresponde con masas puras.

En su conjunto la superficie dedicada al eucalipto en Galicia y Portugal ocupa un total de 1.060.00 ha. y constituye la principal área mundial de plantaciones de *E. globulus*.

### SITUACIÓN EN GALICIA



La distribución de la superficie total de eucalipto en Galicia comprende 178.000 ha. de masas puras de eucalipto, 159.000 ha. de masas mixtas de eucalipto y pino gallego (*Pinus pinaster*) y unas 46.000 ha. adicionales formadas por masas mixtas con otras formaciones vegetales.

Las existencias de madera de eucalipto en Galicia se estiman en 35,3 millones de m<sup>3</sup> c.c. de los cuales un 26% corresponden a madera con un diámetro normal superior a 37,5 c.c. El incremento anual del volumen con corteza de eucalipto está estimado en 5.115.000 m<sup>3</sup>.

La provincia de A Coruña posee la mitad de las existencias en volumen de eucalipto de Galicia y concentra el 70% de las masas mixtas de pino y eucalipto lo que la convierte en la provincia con una mayor reserva de eucaliptos "maduros" con posibilidades de aprovechamiento por parte de diversas industrias transformadoras.



### SITUACIÓN EN PORTUGAL



Del total de 676.000 ha. ocupadas por el eucalipto en Portugal, un 84% corresponden a masas puras. A su vez y dentro de esta superficie, 465.500 ha. corresponden a plantaciones regulares (82% de las masas puras).

Analizando la distribución de las clases de edad en estas plantaciones, el conjunto de la superficie con edades entre 0-11 años suma 444.000 ha., lo que representa el 95% de las masas puras regulares. Esto confirma que las plantaciones están orientadas, casi en exclusiva, a la producción de fibra para la industria papelera con turnos de corta cada vez más reducidos (10-12 años).

Las existencias totales de madera de eucalipto en Portugal se estiman en 37,1 millones de m<sup>3</sup> c.c. El 68% de este volumen se corresponde con las existencias de madera de las masas puras y un 16,2% adicional con las masas mixtas dominadas por eucaliptos.

El volumen de madera disponible con un diámetro normal superior a 37,5 cm se concentra en las masas mixtas dominadas por eucaliptos donde cubica unos 6 millones de m<sup>3</sup> c.c., mientras que en las masas puras tan sólo supone 1,1 millones de m<sup>3</sup> c.c.

carruajes, entablados de puentes, embarcaderos marinos y en todo tipo de aperos y herramientas agrícolas.

No obstante, a medida que las aplicaciones de la madera de eucalipto blanco comenzaron a desarrollarse, surgieron algunas controversias y prejuicios sobre su empleo. Ante estas críticas y dudas sobre su adecuación, comenzaron a retirarse algunos elementos estructurales contruidos con esta madera, encontrándose en muchos casos en perfecto estado de conservación, tras periodos prolongados de tiempo. A este respecto, resulta muy clarificador un documento oficial redactado en 1895 por C.S Perrin, responsable de bosques del estado de Victoria, en el cual se confirma expresamente la buena calidad de la madera de eucalipto blanco, indicando dos causas fundamentales de la confusión existente al respecto: la “falsificación” a la que fue sometida esta madera en aplicaciones en contacto con agua salada y, sobre todo, el empleo de madera de eucalipto blanco procedente de árboles jóvenes y, por lo tanto, de una calidad inferior

Paralelamente, en Galicia y la región norte de Portugal, los primeros usos de la madera de eucalipto se orientaron hacia aplicaciones de construcción, apeas de mina, y carpintería de ribera entre otras. Análogamente a lo descrito con anterioridad, las aplicaciones de esta madera suscitaban al mismo tiempo admiración y prejuicios y, al igual que en Australia, existen documentos que permiten aclarar la situación.

D. Vicente Pardo de Lama realizó en el año 1870 varias plantaciones en Galicia de diversas especies de eucalipto. Posteriormente, en un artículo publicado en 1921 por su nieto, D. Federico Maciñeira, puede leerse...”aunque de todos es bien conocida la variedad *globulus* por lo propagada que universalmente se halla, no estará de más decir algo sobre su buena madera, que se han empeñado en desacreditar quienes la utilizaron antes de tiempo en unos casos y sin acertar a beneficiarla debidamente en otros”... “si los árboles exceden de cuarenta años de edad y para beneficiarlos se les desangra oportunamente, cortándolos luego en estación apropiada y se le sabe aserrar inteligentemente, dándoles el primer hilo por el corazón, dejando después respirar la madera perfectamente acondicionada al abrigo, esta no sufre deformaciones. Tratada así reúne excelentes condiciones, superando a todas las del país por su gran elasticidad y dureza”.

De aquella época quedan todavía en pie estructuras y pavimentos en perfecto estado con edades superiores a los 80 años.

En resumen, desde el inicio de sus aplicaciones hace unos 200 años, los técnicos que han examinado la madera de eucalipto blanco coinciden al afirmar que se trata de una madera con unas propiedades mecánicas excelentes y, por lo tanto, de elevado valor

para numerosas aplicaciones. Asimismo, en todos los casos, se insiste en la necesidad de trabajar con madera de una cierta edad y evitar la parte central de la troza para homogeneizar y optimizar sus propiedades.

### PROPIEDADES DE LA MADERA

Aunque desde un punto de vista comercial es habitual presentar valores únicos para cada propiedad, es importante tener en cuenta que éstas sufren importantes variaciones tanto como consecuencia de influencias externas como por características dependientes de la anatomía de las células.

Durante el Proyecto CRAFT FAIR 98-9579 “RTD of sawmill systems suitable for european Eucalyptus globulus affected by growth stresses”, el CIRAD-Forêt y el CIS-Madera estudiaron las principales propiedades de la madera de eucalipto procedente de seis parcelas de Galicia, con edades comprendidas entre los 23 y 35 años. Este trabajo puso de manifiesto la influencia de la edad sobre los valores de las propiedades de la madera. Así, las parcelas más jóvenes presentaron valores más reducidos y dispersos para casi todas las propiedades, de forma análoga a lo corroborado en estudios anteriores sobre otras especies de crecimiento rápido. Esta característica se debe a que los árboles más jóvenes tienen una mayor proporción de madera juvenil, que está caracterizada por unas propiedades físicas y mecánicas inferiores y una mayor heterogeneidad.

En este sentido, la comparación entre las propiedades de la madera procedente de la parcela más joven (23 años) y las de la parcela de mayor edad (35 años) es muy significativa. En tan sólo doce años, las propiedades muestran una enorme evolución durante la que, tomando como referencia los valores medios, las propiedades mecánicas se incrementan en un 35%, la densidad en un 30%, y los coeficientes de contracción en un 35%.



Ensayo de resistencia a flexión.  
Fotografía: Nuno Ribeiro

A su vez, se observa una importante progresión de las propiedades en sentido radial, que evoluciona a medida que el árbol envejece, encontrándose la diferencia más acusada en las proximidades de la médula. Por este motivo, al igual que ocurre con especies como el haya, es necesario destinar a diferentes aplicaciones las distintas áreas del tronco, con el fin de absorber la dispersión existente en sentido radial, consiguiendo productos finales con propiedades homogéneas y optimizadas para cada aplicación. De acuerdo con los resultados obtenidos en Galicia, el intervalo de edad a partir del cual la madera de *E. globulus* puede comenzar a considerarse madura, y por consiguiente con unas propiedades uniformes, se sitúa en torno a los 30-35 años. En este sentido es importante reseñar que la referencia anterior puede variar dependiendo del tratamiento selvícola aplicado.

La gráfica adjunta permite comparar los valores de las propiedades de la madera de eucalipto blanco de 35 años de edad, con los valores estándar de frondosas europeas como el haya y roble.

Otras propiedades como la flexión dinámica son también elevadas, confirmando la aptitud de la madera ante todas aquellas aplicaciones en que esté sometida



a impactos, como pueden ser los mangos de numerosos aperos y herramientas agrícolas, de bricolaje, etc.

En cuanto a la estabilidad de la madera, si se seleccionan los despieces para trabajar con madera de orientación radial, y se realiza una puesta en servicio de la madera con un adecuado contenido de humedad, la estabilidad dimensional del eucalipto puede considerarse similar a la del haya que es, posiblemente, la frondosa europea más empleada en carpintería y mobiliario.

**TECNOLOGÍAS BÁSICAS DE PROCESO.**

**Aserrado**

Tanto en Australia como en la Euroregión Galicia-Norte de Portugal o en Chile, se sierra eucalipto blanco desde hace más de cien años aunque, a menudo, de forma marginal, complementando otras producciones.

Esta situación surge como consecuencia de peculiaridades propias del género *Eucalyptus*, como sus elevadas tensiones de crecimiento, que hacen que su aserrado requiera seguir unas pautas específicas, no siempre bien conocidas.

En estas circunstancias, el CIS-Madera planteó un Proyecto CRAFT de Investigación Cooperativa, con el objetivo principal de definir tecnologías de aserrado orientadas específicamente a procesar eucaliptos blancos con elevadas tensiones de crecimiento.

Entre enero del año 1999 y junio del 2001 se realizaron 20 experiencias industriales de aserrado, utilizando distintas tecnologías. De este modo se ha conseguido profundizar en el conocimiento del conjunto de las deformaciones que tienen lugar durante el aserrado de eucaliptos con elevadas tensiones de crecimiento, lo que ha hecho posible plantear estrategias que minimizan su impacto.



**Mangos de herramientas fabricados con eucalipto.**  
**Fotografía: Mani Moretón**

Como consecuencia de la liberación de las tensiones, pueden producirse dos tipos de defectos; el desarrollo de fendas y/o curvaturas. Frente a estos defectos, existen opciones que permiten evitar el desarrollo de fendas en el grupo de cabeza y, posteriormente, orientar y/o disminuir las deformaciones que se producen durante el reaserrado.

Por otro lado, es esencial considerar la variación que existe en las propiedades de la madera de eucalipto en sentido radial. Por ello, los esquemas de corte deben distinguir las distintas zonas del tronco, en especial la influencia de la parte central que tiene una densidad reducida y concentra la presencia de nudos.

En definitiva, al definir las pautas de aserrado es importante que la optimización de la productividad considere criterios cualitativos en función del producto final.

Al plantear estos despieces debemos considerar que la madera de eucalipto se encola sin dificultad, lo que permite aprovechar escuadrías reducidas de fácil secado en cámara.

**Secado**

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

El proceso de secado empleado tradicionalmente en la Eurorregión, combina la realización de un oreo o secado al aire, con un secado en cámara posterior. Este ciclo tiene una duración de 5-7 meses para el oreo, y 25-30 días para el secado posterior en cámara.

Dadas las características propias del secado al aire, existe una variabilidad que propicia la aparición de defectos (colapso y fendas superficiales e internas), y una falta de homogeneidad en la humedad final de la madera. Como referencia, cabe indicar que, en estas condiciones, la madera de eucalipto presenta unas pérdidas, por mermas y defectos, cifradas en torno al 30% del volumen inicial de madera.

Al margen de cuestiones técnicas, el secado al aire conlleva costes derivados del incremento en el periodo de almacenaje, y una menor flexibilidad en la organización de las operaciones comerciales.

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

Para ello, tras las experiencias realizadas en diversas partes del mundo, se considera que los tratamientos de presecado y acondicionado deben integrarse en cualquier proceso de secado industrial de calidad que se aplique sobre madera de eucalipto.

Una de las alternativas más indicadas para reducir el tiempo de secado de madera de eucaliptos de elevada densidad, consiste en sustituir el oreo natural por un presecado en cámara, hasta alcanzar un contenido de humedad medio cercano al 30%.

Los acondicionados consisten en exponer la madera a condiciones de elevada humedad relativa y temperatura. Estos ciclos permiten lograr una distribución homogénea del contenido de humedad y limitar la influencia del colapso.

A continuación, se resumen los resultados de experiencias de secado realizadas por el CIS-Madera con madera de eucalipto blanco, con una edad superior a los 30 años y aserradas con un despiece radial.

La madera aserrada tenía una escuadría de 2.500x100x32 mm.

En estas condiciones, la realización de un presecado en cámara, estableciendo unas condiciones de 27°C y 80% de humedad relativa, 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 días, sin que se produzca una presencia significativa de colapso, ni de fendas internas o superficiales.

Posteriormente, cuando la madera alcanza un contenido de humedad medio próximo al 30%, existe en las tablas un gradiente de humedad que es necesario igualar, para iniciar las siguientes fases de secado en condiciones óptimas. Para ello, se realiza un acondicionado 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 de la tabla adjunta.

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

## MANUAL DE LA MADERA DE EUCALIPTO BLANCO

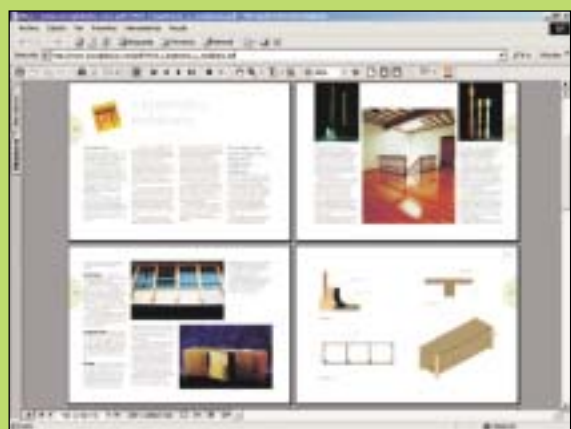
Uno de los objetivos del Proyecto INTERREG-II para promocionar la madera de eucalipto blanco en la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal, era disponer de un texto que agrupase la información disponible sobre esta especie.

Esta publicación nace con el objetivo de llenar el vacío de conocimientos existente sobre el eucalipto, demostrando la posibilidad de diversificar los productos de alto valor elaborados con su madera y cubriendo, al mismo tiempo, un importante espacio bibliográfico en el área de la tecnología de la madera.

El manual consta de once capítulos con información sobre las propiedades de la madera de eucalipto, la situación del recurso forestal, el estado de las principales tecnologías de proceso (aserrado, secado, tableros derivados, tratamientos decorativos y protectores, etc.) y numerosos ejemplos de prototipos de carpintería y mobiliario elaborados íntegramente con esta madera.

El manual incluye un directorio comercial compuesto por cerca de 90 empresas de la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal, que ayudará, sin duda, a fomentar los intercambios comerciales entre ambas regiones y a desarrollar nuevas empresas, productos y servicios en torno al eucalipto blanco.

Una versión en formato PDF del contenido íntegro del manual se encuentra disponible en el menú de E-Books de la página web [www.euroglobulus.com](http://www.euroglobulus.com). Asimismo, en el menú de empresas de la página web, es posible acceder a las fichas técnicas de las empresas de la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal que colaboraron en la elaboración del manual y que fabrican algún producto de eucalipto blanco.



Empresa	Dirección	Teléfono	Fax	Web	Productos
ALFA 2000 S.L.	Carretera N-101, Km. 1,5 - 15100 - Ourense	988 371 11 11	988 371 11 22	www.alfa2000.com	Tableros de fibra de eucalipto
ALFA 2000 S.L.	Carretera N-101, Km. 1,5 - 15100 - Ourense	988 371 11 11	988 371 11 22	www.alfa2000.com	Tableros de fibra de eucalipto
ALFA 2000 S.L.	Carretera N-101, Km. 1,5 - 15100 - Ourense	988 371 11 11	988 371 11 22	www.alfa2000.com	Tableros de fibra de eucalipto
ALFA 2000 S.L.	Carretera N-101, Km. 1,5 - 15100 - Ourense	988 371 11 11	988 371 11 22	www.alfa2000.com	Tableros de fibra de eucalipto
ALFA 2000 S.L.	Carretera N-101, Km. 1,5 - 15100 - Ourense	988 371 11 11	988 371 11 22	www.alfa2000.com	Tableros de fibra de eucalipto



**Proceso de secado de eucalipto de la Empresa Laminados Villapol.**  
**Fotografía: Mani Moretón**

El segundo acondicionado requiere la aplicación de una temperatura de 55°C durante un periodo de unas 10 horas.

Al llegar a la humedad final especificada, la realización de un último acondicionado 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.

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.

Si la madera ha sido seleccionada previamente (orientación radial, sin influencia de la médula, sin desviación de la fibra, etc.), se conseguirá una buena calidad de secado, sin defectos significativos como colapso ni fendas internas o superficiales y con una buena distribución de la humedad en las tablas.

#### **Fabricación de tableros de fibras.**

En Galicia existen tres plantas de fabricación de tableros de fibras elaborados íntegramente con eucalipto pertenecientes a los grupos FINSA (MDF) y SONAE (Hardboard).

Las características más destacables del tablero de fibras duro (Hardboard) fabricado con *Eucalyptus globulus* son su uniformidad en la densidad y la textura fina de las fibras que permiten un perfecto acabado superficial, apto para pintar o recubrir con papeles melamínicos.

El conjunto de sus propiedades le confieren también una elevada dureza, resistencia a la compresión y densidad superficial, buen comportamiento frente al alabeo, facilidad de grapado y clavado, consistencia y aptitud para el curvado. La densidad del Hardboard esta alrededor de los 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Las principales aplicaciones de este tipo de tableros son encofrados, envase y embalajes, fabricación de mobiliario (traseras y cajones), industria del automóvil, industria del juguete, paramentos de puertas planas, pavimentos, industria del calzado, etc.

Mención especial merece la fabricación de MDF con madera de *E. globulus* que, ha sido posible gracias al desarrollo de tecnologías innovadoras en varias etapas del proceso de fabricación. En la actualidad, dos líneas del grupo FINSA son las únicas en el mundo capaces de fabricar un tablero de fibras de densidad media elaborado íntegramente con eucalipto blanco.

El tablero MDF de eucalipto tiene una densidad media próxima a los 700 kg/m<sup>3</sup> y, sobre todo, una relación densidad mínima/densidad media del 90% aproximadamente lo que proporciona una gran homogeneidad a su núcleo que le confiere un comportamiento muy adecuado ante las distintas operaciones de mecanizado.

Por otro lado, este tablero alcanza una densidad superficial de 1000 kg/m<sup>3</sup>, lo que unido a la finura y blancura de las fibras le otorga una excelente aptitud



**Mueble de eucalipto fabricado con tablero rechapado.**  
**Fotografía: Mani Moretón**



**Escalera construida con peldaños de tablero contrachapado de eucalipto.**  
**Fotografía: José María Ramos**

para recibir una amplia gama de acabados decorativos; desde revestimientos con papel o laminados plásticos a sofisticados lacados.

Entre las aplicaciones más significativas de los tableros de fibras de espesores delgados se encuentran paramentos de puertas planas, elementos de electrónica industrial, industria del calzado, molduras, elementos curvos para mobiliario, rodapiés, traseras de muebles, paredes laterales de ataúdes, embalaje, cajerío, industria auxiliar del automóvil, etc.

Los tableros de fibras de mayor espesor son materiales empleados habitualmente en la fabricación de mobiliario de hogar y oficina, así como en todo tipo de elementos decorativos y de carpintería de interior (paneles para tabiques, cornisas, marcos, molduras, puertas macizas, tapas de mesas, estanterías, etc).

**Producción de chapa y tablero contrachapado.**

En los años 70, fundamentalmente como consecuencia de la necesidad de sustituir parcialmente aquellas maderas tropicales cuyo aprovisionamiento comenzó a presentar dificultades, se inició el aprovechamiento de la madera de eucalipto blanco en la fabricación de tablero contrachapado y chapa decorativa. En la actualidad, en Galicia y el norte de Portugal, existen 6 plantas que fabrican tablero contrachapado con madera de eucalipto blanco, así como 4 plantas que elaboran habitualmente chapa decorativa a partir de esta especie. Paralelamente, desde hace más de 30 años, el eucalipto blanco viene siendo utilizado en la fabricación de chapa decorativa en países como Australia o Chile.

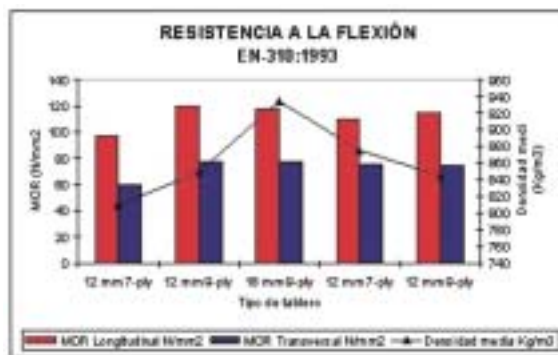
Estudios comparativos realizados sobre la aptitud de la madera de eucalipto blanco en la fabricación de tablero contrachapado, han mostrado que se trata de una madera muy adecuada para fabricar este producto, especialmente en los casos en que se re-

quieran propiedades físico-mecánicas elevadas. Así, las características más destacables del tablero contrachapado de *Eucalyptus globulus* son sus elevadas propiedades mecánicas, densidad, y dureza; alcanzando valores muy superiores a los correspondientes a otros tableros de referencia, fabricados a partir de coníferas o frondosas como el abedul.

Entre otros, trabajos realizados en el Centro de Investigación de la empresa Raute Wood (Nastola, Finlandia) así como en las instalaciones de la empresa Schauman Wood (Lahti, Finlandia), han servido para caracterizar las propiedades del tablero contrachapado de eucalipto blanco. Los tableros ensayados se realizaron con láminas obtenidas de trozas (diámetro medio: 530 mm.) procedentes de Galicia. El material de ensayo estuvo formado por tableros de 12 y 18 mm de espesor con densidades comprendidas entre 814 y 934 kg/m<sup>3</sup>.

Las propiedades mecánicas se ensayaron conforme a la norma europea EN 310 «Tableros derivados de la madera. Determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión» y los resultados fueron evaluados y comparados con las propiedades del tablero contrachapado de abedul por especialistas de Raute Wood.

Como se puede comprobar a través de la gráfica adjunta, la resistencia a la flexión oscila entre 100-120 N/mm<sup>2</sup> en el sentido longitudinal y 60-80 N/mm<sup>2</sup> en el sentido transversal. Por su parte, el módulo de elasticidad longitudinal está comprendido entre 10.000 y 16.000 N/mm<sup>2</sup>, oscilando el transversal entre 7.000 y 9.000 N/mm<sup>2</sup>. Tomando como referencia estos valores, en todos los casos, las propiedades mecánicas de los tableros contrachapados de eucalipto blanco superan los valores estándar de los tableros contrachapados tanto de abedul como de tableros mixtos.



Con respecto a la chapa decorativa, el producto obtenido a partir de madera estándar de *E. globulus* es de grano y textura finos, con una tonalidad clara. Asimismo, existen chapas especiales procedentes de árboles con fibra revirada u ondulada, (conocidas co-



**Muestras de chapa de eucalipto.**  
Fotografía: Mani Moretón

mercialmente frisee y pomelé) que son altamente apreciadas en aplicaciones singulares como revestimiento de instrumentos de música o decoración de vehículos.

Cualquiera de estas chapas soporte presenta una gran facilidad de acabado tanto con barnices tradicionales como con tintes o tratamientos químicos. En el marco del Proyecto INTERREG se han realizado numerosas pruebas de tintado de chapas de eucalipto a tonos arce, cerezo o nogal, así como de chapas de pomelé a tonos salmón y mirto. En todos los casos los resultados finales han sido muy satisfactorios.

#### Producción de elementos encolados.

La fabricación de productos obtenidos a través de la unión de piezas saneadas de defectos, permite salvar los problemas derivados de las crecientes dificultades de abastecimiento de maderas de gran diámetro, así como las dificultades de índole técnica que presenta trabajar con grandes escuadrías de madera maciza (heterogeneidad, difícil secado, etc.). En el caso de la madera de eucalipto, los productos obtenidos a partir de madera laminada son especialmente adecuados debido a sus características.

Entre las experiencias realizadas para estudiar el uso de madera laminada de eucalipto en aplicaciones estructurales, cabe destacar los ensayos realizados por AITIM sobre 45 perfiles comerciales de madera laminada encolada de eucalipto con una escuadría de 72x86 mm. (formados por unión de tres láminas de 24x86 mm. de sección). Los resultados alcanzaron valores comprendidos entre 93 y 101 N/mm<sup>2</sup> en la resistencia característica a flexión, y 20200 N/mm<sup>2</sup> en el módulo de elasticidad. Para valorar estas cifras cabe indicar como referencia que, efectuando una comparación con la clase resistente más empleada en Europa (GL24h), es preciso incrementar más de 3 veces la sec-

ción de una viga de madera laminada de conífera para alcanzar la misma resistencia a flexión.

Con respecto a las aplicaciones de perfiles laminados en carpintería, el Instituto para la Técnica de las Ventanas IFT (Institut für Fenstertechnik) de Rosenheim (Alemania), a petición de la empresa Laminados Villapol, realizó una serie de ensayos siguiendo la norma europea PrEN 13307 "Timber blanks and semi-finished profiles for joinery". Tras la realización de este estudio acerca de la posible delaminación de las líneas de encolado ante condiciones variables de humedad y temperatura, y la resistencia de las uniones ante esfuerzos cortantes; los resultados finales fueron asimismo favorables.

Otra posible aplicación de la madera laminada de eucalipto viene dada por la fabricación de tableros alistonados. En el ámbito del proyecto INTERREG se realizaron 4 series de prototipos de tableros alistonados de eucalipto mediante el encolado de listones de 1000 x 45 x 25 mm.

Todas las series de tableros fueron analizadas mediante los procedimientos indicados a continuación, habiéndose obtenido resultados satisfactorios:

- √ Determinación de la absorción de agua e hinchazón por inmersión total según UNE 56.774
- √ Determinación de la resistencia de las líneas de adhesivo al esfuerzo cortante según UNE 56.777/1
- √ Determinación de la resistencia de las líneas de adhesivo después de la inmersión en agua según UNE 65.777/2

#### Mueble fabricado con tablero alistonado de eucalipto.

Fotografía: Mani Moretón



## EUCALIPTO: LA MADERA DEL FUTURO

Durante la primera década del siglo XXI se producirá un desarrollo sin precedentes de la diversificación de las aplicaciones de algunas especies de eucaliptos procedentes de plantaciones. En la vanguardia de este desarrollo se encuentran países como Brasil trabajando con híbridos de *Eucalyptus grandis*.

Introducir una nueva especie de madera en los mercados internacionales requiere de una apuesta decidida por parte de los numerosos actores implicados (gobiernos, empresas, propietarios forestales, centros tecnológicos, universidades, diseñadores, etc.).

En Brasil, este nuevo desarrollo empresarial aglutina a grandes empresas a cuya cabeza se encuentra ARACRUZ, el mayor productor de pasta de *Eucalyptus* del mundo. La División de Productos de Madera de esta empresa, producirá a partir del año 2004, 80.000 m<sup>3</sup>/año de madera aserrada de LYPTUS, nombre comercial de un híbrido de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*.

Desde hace años, algunos de los más reputados diseñadores brasileños emplean madera de "Lyptus" en sus nuevas series. Entre estos profesionales se encuentra Sérgio Rodrigues, considerado el "padre" del diseño brasileño que ha reelaborado en eucalipto quince de sus piezas clásicas; entre ellas el famoso sillón "mole" presente entre las piezas de la colección del Museo de Arte Moderno de Nueva York.

En paralelo, numerosos proyectos profundizan en los diseños de mobiliario a partir de eucalipto. Institutos brasileños de formación profesional en diseño de mobiliario como el SENAI-CETMAM de Curitiba, ha firmado un convenio con diseñadores de la Escuela Técnica de Feuerbach (Stuttgart, Alemania) para trabajar con elementos de *Eucalyptus grandis*.



Toda esta eclosión de nuevas posibilidades en torno al *Eucalyptus grandis* se promociona a través de una presencia constante en los principales certámenes feriales del mundo. En Europa, por ejemplo, desde la Ligna de Hannover hasta en la BFM London Furniture Show.

El anterior presidente de Brasil, Fernando Henrique Cardoso, inauguraba el Proyecto GENOLYPTUS. Este Proyecto, considerado el más importante y complejo del mundo, está destinado a la mejora genética de 5 especies de eucaliptos con el objetivo de incrementar y diversificar sus producciones.

En Argentina y Uruguay, la situación es similar a la descrita. Ambos países

participan en la denominada «Operación Eucalipto» que tiene por objeto dar a conocer la potencialidad del *E. grandis*. Dentro de este gran Proyecto, el trabajo de 4 grupos de diseñadores han desarrollado una serie de prototipo que están siendo comercializados bajo el nombre de EUCALIS (síntesis de eucalipto grandis).

Lo anterior, es sólo una pequeña muestra de la decidida apuesta de varios países de América del Sur por su principal especie de eucalipto: el *E. grandis*, que en breve, será una especie habitual en los mercados de calidad europeos.

Entre Galicia y Portugal existen un millón de hectáreas de *E. globulus* que constituyen los bosques más productivos de Europa. Al igual que ocurre en otros países, la optimización del aprovechamiento de este gran recurso, pasa necesariamente por la diversificación de sus aplicaciones en una variada gama de productos de calidad complementarios, que permitan abrir nuevas e importantes expectativas de futuro a nuestro sector forestal.





**Prototipos de sillas elaboradas con tablero contrachapado de eucalipto y distintos acabados.**  
**Fotografía: Mani Moretón**

- √ Determinación de la resistencia de las líneas de adhesivo después de un ciclo de envejecimiento según UNE 65.777/3

#### Tratamientos decorativos.

El aspecto claro de la madera y su textura homogénea convierten al eucalipto blanco en una especie en línea con las tendencias de decoración más demandadas en la actualidad, donde predominan las frondosas templadas de tonos suaves como el roble, haya o castaño. Asimismo, las numerosas posibilidades de aplicación de tratamientos decorativos confieren a esta madera una gran versatilidad en sus aplicaciones.

Con el fin de valorar las características de la madera de eucalipto blanco, desde el punto de vista de su aptitud para recibir acabados, existen dos referencias destacables basadas en trabajos realizados por el Centro Tecnológico de la Industria de la Madera y el Mueble de Portugal (CTIMM) y el «Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation de Australia» (CSIRO). En conjunto los ensayos realizados sobre distintas combinaciones de barnices y soportes (tablero contrachapado, tablero alistonado) fueron:

- √ Determinación del espesor de la película seca. NP 1884 Método nº 4.
- √ Resistencia superficial al daño mecánico por impacto. BS 3962 Parte 6-4.2
- √ Ensayo de envejecimiento artificial (Xenotest). UNI 9427.
- √ Ensayo de resistencia superficial al daño mecánico por corte cruzado. BS 3962 Parte 6-4.3

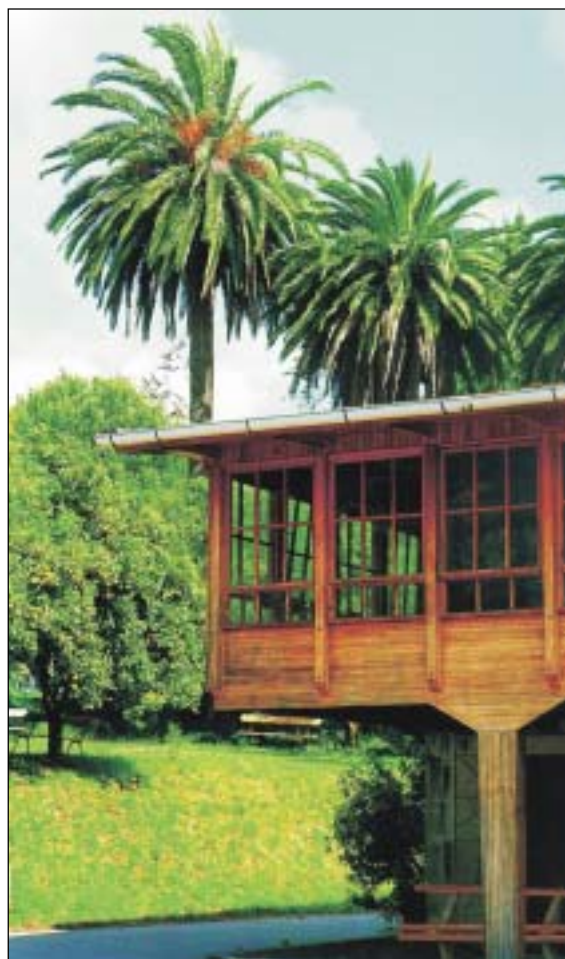
- √ Determinación de la resistencia a las variaciones de temperatura (choque térmico), según norma UNI 9429.

Como resumen final de las conclusiones de estos estudios, cabe reseñar que pudo comprobarse la buena adherencia del eucalipto frente a una variada gama de productos de acabado. Asimismo, en todos los casos, con independencia del producto aplicado, la elevada densidad de este tipo de madera refuerza la resistencia de tipo mecánico del acabado decorativo.

#### Tratamientos protectores.

Para valorar la resistencia de un tipo de madera ante el ataque de agentes que puedan producir su degradación, es preciso considerar su durabilidad natural y su impregnabilidad.

Con respecto a la durabilidad natural el CSIRO (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization) de Australia establece una clasificación



**Galería del Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán (Pontevedra), construida en madera laminada de eucalipto en 1982.**  
**Fotografía: Roxelio Pérez Moreira.**



**Ensayo de resistencia superficial al daño mecánico por corte cruzado sobre madera de eucalipto. Fotografía: Mani Moretón**

en 4 categorías, quedando encuadrado el eucalipto blanco en la categoría 3 que corresponde a una durabilidad de entre 8 a 15 años. Al igual que en la normativa europea, esta durabilidad se corresponde con la de la madera de duramen, sin tratar, y en contacto directo con el suelo (clase de riesgo 4).

Este nivel de durabilidad para el duramen del eucalipto, corrobora la experiencia derivada de numerosas aplicaciones tradicionales de esta madera. Así, históricamente, el eucalipto se ha empleado para construir la estructura de las bateas mejilloneras en contacto con agua salada (clase de riesgo 5) y para elaborar estacas que actúan como guías de los viñedos (clase de riesgo 4). Las estacas no suelen recibir ningún tratamiento, mientras que a los elementos estructurales de las bateas se les aplica periódicamente un embreado. En ambos casos, la vida útil de estos elementos suele situarse entre los 10-12 años, pudiendo llegar a alcanzarse puntualmente los 15-20 años. Lógicamente, este intervalo de edad depende de muchos factores, entre ellos la edad del árbol a partir del cual se hayan elaborado los elementos.

Por otro lado, las posibilidades de mejora en la durabilidad vienen dadas por la aplicación de un tratamiento protector cuya viabilidad y eficacia está directamente relacionada con la impregnabilidad, entendida como la capacidad que presenta la madera para ser penetrada por un líquido.

Aplicando la clasificación establecida por la norma UNE EN 350-2:1994 la madera de eucalipto blanco de procedencia europea queda encuadrada dentro de la categoría 3 para el duramen (poco impregnable) y dentro de la categoría 1 para la madera de albura (impregnable). Esto indica que la madera de albura es muy fácil de tratar, siendo posible impregnar totalmente la madera aserrada mediante un tratamiento a pre-

sión (autoclave) y sin dificultad. Por el contrario, el duramen de eucalipto, se considera poco impregnable por lo que después de 3-4 horas de tratamiento bajo presión, sólo es posible alcanzar penetraciones de 3-6 mm.

Al margen de otras referencias documentadas, sobre los resultados de tratamientos protectores aplicados sobre madera de eucalipto blanco en Australia y Portugal con distintos tipos de creosotas, sales hidrosolubles y tratamientos orgánicos; cabe destacar la experiencia realizada en el marco del Proyecto Comunitario «Estudio de la madera de eucalipto para su empleo como madera sólida», por el Instituto Nacional de Investigaciones y Experiencias (INIA).

En este estudio se realizó en Galicia un conjunto de ensayos sobre la durabilidad de unos postes de eucalipto de 2 m de longitud y diámetros comprendidos entre 8 y 16 cm que fueron enterrados en el suelo hasta una profundidad de 50 cm. Los postes fueron tratados mediante métodos tradicionales (inmersión y difusión) con sales hidrosolubles de tipo CCA (Cobre-Cromo-Arsénico) y CCF (Cobre-Cromo-Fluor) en concentraciones del 6% y 8% respectivamente. En el tratamiento de inmersión los postes en estado verde se sumergieron en un tanque con el producto protector durante 10 días. En los postes tratados mediante difusión (sustitución de savia), éstos se colocaron en posición vertical con su extremo sumergido parcialmente en un tanque conteniendo la solución protectora durante nueve días (6 días un extremo del poste y 3 días el otro extremo).

En todos los casos, se obtuvo como resultado una excelente mejora de la durabilidad de los postes tratados. Así, con los resultados más desfavorables, la mejora de la durabilidad triplicó los valores correspondientes a las muestras testigo no tratadas. En los mejores casos, se consiguió una perfecta conservación de todos los postes tras 13 años de exposición.



**Útil de captura de marisco (nasa) construido en madera de eucalipto. Fotografía: Mani Moretón**



**Campo de estacas de eucalipto en el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán (Pontevedra). Fotografía: Mani Moretón**

### EL EUCALIPTO COMO MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DE CARPINTERÍA Y MOBILIARIO

Tradicionalmente, el empleo de la madera de eucalipto en carpintería y mobiliario ha sido reducido. Esta situación es consecuencia de una percepción negativa acerca de sus prestaciones originada, en buena parte, por las dificultades tecnológicas que limitaron la disponibilidad de madera transformada adecuadamente durante el proceso de aserrado y secado.

No obstante, existen excepciones destacables como la fabricación de tarima y lamparquet. Estos productos cuenta con una larga tradición, al existir empresas en la Euroregión que fabrican pavimentos de eucalipto desde hace más de 35 años aprovechando la elevada dureza que posee la madera (superior al roble) y su agradable aspecto.

Otro destino clásico es la fabricación de mangos de herramientas, donde la elevada densidad y resistencia a la flexión dinámica, convierten al eucalipto blanco en una excelente materia prima. Además, la disponibilidad de longitudes limpias (sin nudos, etc..) permiten la elaboración de mangos largos y supone una ventaja sobre otras especies alternativas (haya, fresno..).

Adicionalmente, es posible encontrar por toda la geografía de la Euroregión ejemplos dispersos de aplicaciones artesanales de la madera de eucalipto en puertas, ventanas, sillas, entablados, carpintería de ribera, elementos estructurales, mesas, armarios, muebles, escaleras, etc.

Sobre esta situación de “estancamiento” en aplicaciones más o menos marginales, en los últimos años se está produciendo un cambio en la percepción de las posibilidades que ofrece esta madera, que ha traído consigo un progresivo incremento del número de empresas que han incorporado eucalipto como materia prima en sus procesos industriales. En la actualidad, considerando la Euroregión Galicia-Norte de Portugal, existen más de 80 empresas que poseen experiencia procesando este tipo de madera.

Algunos de los nuevos procesos industriales que están surgiendo en Galicia ejercen un importante efecto catalizador sobre empresas ya existentes. En carpintería, por ejemplo, el inicio de la fabricación



**La versatilidad existente en las posibilidades de aplicación de la madera de eucalipto queda de manifiesto en la siguiente serie fotográfica que recoge distintos modelos de puertas de paso.**

**De izquierda a derecha: Puerta plana con paramento rechapado en eucalipto, puerta carpintera, puerta de tablero de fibras de densidad media de eucalipto y puerta elaborada íntegramente con elementos encolados de eucalipto.**

**Fotografía: Mani Moretón**



**Aplicaciones de la madera de eucalipto en una vivienda de Mondoñedo.**  
**Fotografía: Mani Moretón**

de perfiles laminados de eucalipto ha permitido desarrollar productos como las ventanas, elementos estructurales (vigas, viguetas, etc) y diversos componentes (barandillas, elementos torneados, etc.).

En mobiliario de cocina se están consiguiendo muy buenos resultados con madera de eucalipto blanco. La calidad de los acabados aplicados ha conseguido un aspecto extraordinario del producto que se está exportándose a varios países.

En breve, se iniciará la fabricación de puertas de paso y, es más que previsible que, en los próximos años el eucalipto blanco aparezca en nuevas aplicaciones de elevado valor añadido como el parquet multicapa, etc.

Durante el año 2002, también se ha producido una importante apuesta por parte de una de las mayores empresas de mobiliario de Europa que ha iniciado la comercialización de la madera de eucalipto en sus series de mobiliario.

En estos momentos, la madera de eucalipto posee un gran potencial de mercado en numerosas aplicaciones en las que existan requerimientos decorativos y/o de resistencia mecánica (parquet multicapa, sillería, aplicaciones estructurales, estanterías, puertas, mobiliario, etc.).

En la siguiente página se muestran algunos ejemplos de diversos prototipos de carpintería y mobiliario diseñados y construidos para este proyecto INTERREG. En algunos casos, el diseño fue realizado por la empresa ARPMV Design aplicando diversas soluciones de elementos de mobiliario a partir de los productos de madera de eucalipto que actualmente están disponibles en la Eurorregión.

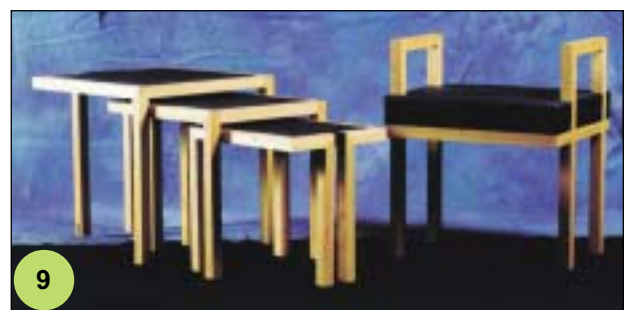
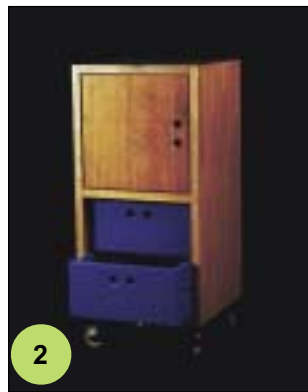
Son todavía pequeños pasos en comparación a lo que ocurre en otros países como Brasil con especies como el *Eucalyptus grandis* pero, en tan sólo 5 años, están consiguiendo cambiar la imagen del eucalipto blanco y demostrar sus posibilidades de empleo en numerosos productos de elevado valor complementarios a la pasta de celulosa.

**Agradecimientos:** Los autores quieren expresar su agradecimiento a las personas, empresas e instituciones que, con su participación, han hecho posible este proyecto.



**Entarimado de eucalipto en el edificio del CIS-Madera.**  
**Fotografía: Manuel Touza**

PROTOTIPOS ELABORADOS EN MADERA DE EUCALIPTO BLANCO



**1-2:** Línea de mobiliario infantil. **3:** Aparador horizontal construido con chapa decorativa y madera sólida. **4:** Aplicación de perfiles laminados en la elaboración de balaustres y piezas torneadas. **5:** Pavimento instalado en el Hotel San Martín (Ourense). **6:** Prototipo de mueble fabricado con madera sólida. **7:** Ventana construida con perfiles de madera laminada. **8-11:** Puertas de cocina elaboradas con madera sólida y tablero alistonado. **9:** Conjunto de sillas elaboradas con madera sólida. **10:** Porta CDs fabricado con madera maciza.

**BIBLIOGRAFÍA**

- AITIM; CTBA; CIRAD-FORÊT; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM. 1994. "Study of Eucalyptus processing for its utilization as solid wood – Final technical report". Forest Program 1994.
- ANAÑAS, 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 del Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile, INFOR, Pucón, Chile.
- BARISKA, M. 1992. "Collapse phenomena in eucalypts". Wood Science and Technology, 26.
- BERMÚDEZ, J.; TOUZA, M. 2000. "Las cifras del Tercer Inventario Forestal Nacional en Galicia y su incidencia en la industria de transformación de la madera". Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera, 4.
- BERMÚDEZ, J.; TOUZA, M.; SANZ, F. 2002. "Manual de la Madera de Eucalipto Blanco". ISBN 84607-4430-2.
- CIS-MADERA, CIRAD-FORÊT, HERMANOS SÁNCHEZ PENA, PARQUETS LORENZO, MADERAS BETANZOS, MÖHRINGER, SARDINHA & LEITE. 2001. "RTD of sawmilling systems suitable for European *Eucalyptus globulus* affected by growth stresses". Cooperative Research Project FAIR MA2B-CT98-9579, Final Technical Report.
- GONZALEZ-RÍO, F.; CASTELLANOS, A.; FERNÁNDEZ, O.; GÓMEZ, C. 1997. "Manual de selvicultura del eucalipto". ISBN 89613-79-4.
- HASLETT, A.N. 1988. "Handling and grade-sawing plantation-grown eucalypts". Forest Research Institute of New Zealand Bulletin, 142.
- HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. 1988. "Eucalypts for wood production", CSIRO Academic Press, Australia.
- MAIDEN, J.H. 1924. "Forest Flora of New South Wales". Sydney, Australia.
- MINISTERIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS. DIREÇÃO GERAL DAS FLORESTAS. 1998. "Inventario Florestal Nacional 1998".
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2000. "Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006".
- MONTOYA, J. M. 1995. "El eucalipto". Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- NEUMANN, R.J.; SAAVEDRA, A. 1992. "Check formation during the drying of *Eucalyptus globulus*". Holz als Roh-und Werkstoff, 50.
- NORTHAWAY, R.L.; BLAKEMORE, P.A. 1999. "Evaluation of drying methods for plantation grown eucalypt timber". Division of Forestry & Forest Products, CSIRO, Australia.
- OZARSKA, B.; TURVILLE, G.; BINNS, M.; KARIYAWASAM, Y.; ASHLEY, P. 1998. "Furniture from young plantation grown eucalypts - Finishing trials". Forest and Wood Products Research and Development Corporation, Melbourne, Australia.
- PERAZA, F. 1995. "Estudio del procesado del eucalipto para su utilización como madera sólida". Boletín de información técnica de AITIM, 175.
- RAUTE WOOD. 2001. "Eucalyptus as a raw material for plywood and LVL". Raute Wood News, Spring 2001.
- SHIELD, E.; FLYNN, R. 1999. «Eucalyptus: Progress in higher value utilization. A global review». Robert Flynn & Associates Economic Forestry Associates, WA98466, U.S.A.
- TOUZA, M.; PEDRAS, F. 2002. "Una propuesta industrial de secado de madera de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) de Galicia". Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera, 8.
- TOUZA, M. 2001. "Proyecto FAIR CT 98-9579: Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar *Eucalyptus globulus* con tensiones de crecimiento". Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera, 6.
- TOVAL, G. 2000. "Panorámica del Eucalyptus en España". Technical report FAIR 5-CT97-856: Definition of Criteria and Indicators for the Sustainable Management of Eucalyptus Stands.
- VIGNOTE, S.; MOLINERO, I.; GERARD, J.; DIETZ, M.R. 1996. «Estudio de las tensiones de crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill. en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol». Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 5 (1).
- XUNTA DE GALICIA. DIRECCIÓN XERAL DE MONTES E MEDIO AMBIENTE NATURAL. 1992. "Plan Forestal de Galicia".