



b.2 TECNOLOGIA DE LA MADERA DE EUCALIPTO EN EL MERCOSUR Y OTROS PAISES

Por: Ing. Ftal Martín SANCHEZ ACOSTA ¹

Contenido:

- . Comentarios previos
- 1. Introducción - evolución del uso del eucalipto
- 2. Características y propiedades de las maderas de eucaliptos
Transformación - industrialización
- 3. Madera redonda
- 4. Primera transformación: Aserrado
- 5. Secado
- 6. Segunda transformación: Reprocesado - tableros
- 7. Usos en el Conosur y otros países
- 8. Instituciones y empresas que investigan
- 9. Recomendaciones generales
- 10. Agradecimientos
- 11. Bibliografía

Comentarios previos

En el presente trabajo tal vez llame la atención la gran cantidad de menciones de firmas comerciales, técnicos y productores, lo cual pretende mostrar que para el avance en la evolución de la tecnología de esta madera, o cualquier otra, resulta de fundamental importancia las relaciones entre las instituciones y las empresas. Quien trabaje en el tema industrial sabe de la importancia de recorrer, y tomar contacto personal para compartir experiencias, principalmente en un tema poco conocido, como es el eucalipto de rápido crecimiento para fines de transformación mecánica.

Mucho de los conceptos vertidos no son del fruto de experiencias propias sino de experiencias ajenas gentilmente compartidas.

Por otra parte, estas citas tratan de reconocer el trabajo de una gran cantidad de técnicos y productores que han aceptado el desafío de tratar de entender y trabajar esta madera, pretendiendo, además, ilustrar sobre una realidad industrial tangible de la madera eucalipto, la que si bien fue denominada como la "madera del futuro" casi puede decirse que ese futuro es "hoy".

1. Introducción- evolución del uso del eucalipto

Introducciones en el cono sur

El género *Eucalyptus*, con sus más de 700 especies y variedades, es originario de Australia y algunas islas circundantes en Indo-Malasia (Indonesia, Filipinas, Guinea, Timor) habiéndose difundido a todos los continentes, siendo Sudamérica la de mayor magnitud a nivel comercial.

Si bien las introducciones de eucalipto en parte del Conosur (Argentina, Brasil, Uruguay y Chile) datan del siglo pasado, recién avanzado el siglo XX comenzó su difusión, siendo la década del 70' el punto de inflexión en cuanto al ritmo de plantación. En Brasil toma auge la forestación debido a la crisis energética, y en Argentina toma impulso mereced al fomento de las plantaciones mediante desgravaciones impositivas. En Uruguay el desarrollo es un tanto más reciente, siendo la década del 90' la que ha marcado un avance importante en las plantaciones, las cuales son del orden de las 40.000 ha/año, en tanto en Paraguay el desarrollo es aún más reciente, pero no superan las 10.000 ha. En Chile el inicio del eucalipto fue debido a su empleo como puntales

¹ Técnico del INTA EEA Concordia (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) c.c. 34 CP 3200 Concordia- Entre Ríos- te 0345 4 29 0000, fax 0345 4 29 0215 E.MAIL martinsa@concordia.com.ar



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

en las minas, principalmente de carbón, recién en los últimos 20 años ha adquirido importancia en cuanto a conversión mecánica y celulósica (LUENGO M, I, 1995)

Ultimamente el eucalipto va siendo incorporado en zonas más cercanas al ecuador, como es el caso de Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador, Cuba y Costa Rica, y desde hace ya algunos años se lo cultiva en EE UU (principalmente Florida y California) con fines energéticos.

Introducciones en otros países

A nivel mundial, el eucalipto se ha plantado inicialmente con objetivos celulósicos y/o energéticos, por lo que no se puso mayor atención en la calidad para madera sólida, y las altas densidades de plantación no favorecieron el desarrollo de buenos diámetros.

Paralelamente se venían haciendo desarrollos en otras partes de Oceanía (Australia mismo, Nueva Zelanda, Nueva Guinea), Africa (principalmente en Sudáfrica y el Congo Francés, desde el siglo pasado, siguiéndole luego Angola, Marruecos, Zimbawe, y Madagascar), por otra parte en Asia se destaca la India (en los papeles el mayor plantador del mundo con 4,8 millones de ha), China, Vietnam y Tailandia, principalmente para energía, y en sistemas agro-silvo pastoriles.

En Europa sólo se destacan España y Portugal, los que suman más de 1 millón de ha, debido a las limitaciones climáticas del resto de los países (sólo se tiene algo en Italia y Turquía).

A 1998 se contaba con 13,6 millones de ha plantadas de eucaliptos, lo que representa algo menos del 10 % de las forestaciones implantadas totales mundiales, especialmente en áreas tropicales y subtropicales, de las cuales más del 50% se encuentran en sólo 2 países: Brasil y la India, (FLYNN, R, SHIELD, E, 1999) (SERRANO, O, 1995)

Especies - existencias - objetivos

En Argentina, la historia se inicia con la introducción **E. glóbulus** en 1857, plantado para cortinas y monte de reparos de la ganadería en la región de Buenos Aires. Ya en 1946 comienzan las plantaciones en la región Mesopotámica (Noreste) empleando **E. saligna**, **E. urophylla**, **E. camaldulensis** y **E. grandis**, siendo esta última la que prosperó y logró difundirse masivamente, principalmente en la región de Concordia, donde en 1957 ya se contaban con 3.000 ha de **E. grandis** (erróneamente llamado **E. saligna**, especie afín de la cual MAIDEN logra separarla recién en 1918) (MENDONZA, L, 1987, 1995). En las tareas de introducción y zonificación debe reconocerse los trabajos realizados por GOLFARI, MANGIERI, VAN HOUTE Y MENDONZA.

En su inicio curiosamente se lo plantó para la producción de postes largos de líneas aéreas, y posteriormente para la fabricación de cajones para frutas y la industria celulósica, pero al poco tiempo las plantaciones tuvieron como destino principal el aserrado, tanto para tablas y tirantes largos (más de 3 m) como para madera corta de cajonería.

A parte del **E. grandis** y **E. glóbulus**, en otras regiones se ha plantado **E. camaldulensis**, **E. viminalis**, y **E. tereticornis**, y últimamente se está probando el **E. dunnii**. Actualmente cuenta con 230.000 ha plantadas con este género (DARRAIDOU, JL 1998)

Para el caso de Chile las plantaciones se basan principalmente en **E. glóbulus**, siguiendo en menor escala el **E. nitens**, especie esta que se encuentra bajo estudio debido a su potencial, actualmente los eucaliptos totalizan unas 300.000 ha. (BORDEU, A, 1998, ALVAREZ, J, 1998)

En Paraguay las recientes introducciones se basan principalmente en **E. camaldulensis** por su buen crecimiento y calidad de madera similar a especies nativas (RODAS, M, 1998)

En cuanto al Uruguay, en un principio tomó cierto auge la plantación de **E. glóbulus** (con las subespecies *maidenii* y *glóbulus*) y el **E. camaldulensis**, principalmente con destino pulpería/energético, pero últimamente el **E. grandis** se ha convertido en la especie de mayor difusión, con destino de transformación mecánica, celulosa, tableros. En este aspecto es de reconocer las tareas llevadas a cabo por el prof. KRALL. Al igual que en Argentina en los últimos años se está ensayando con **E. dunnii**.

La superficie total forestada con este género a 1995 era de 135.000 ha, la cual debe alcanzar las 200.000 ha en la actualidad si se consideran los proyectos forestales para 1996', 97 y 98' (LIGRONE, A. 1997, FAROPPA NEGRI, C, 1998. Dir. Ftal del Uruguay, 1996)

En tanto Brasil, poseedor de casi 50% de las plantaciones de eucaliptos del planeta, en su introducción se destaca los trabajos de la Compañía Paulista ferroviaria (San Pablo), con el reconocido trabajo del pionero E. NAVARRO DE ANDRADE. Las especies principales empleadas actualmente son : **E. grandis**, **E. urophylla**, **E.**



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

saligna, **E. viminalis**, **E. camaldulensis**, **E. tereticornis** y **E. pellita**, y últimamente se está difundiendo el híbrido **Uro-grandis** (cruzamiento **grandis** y **urophylla**) y el **E. dunnii**, las plantaciones con eucalipto totalizan 2.920.000 ha (SIMOES, J, 1998, Soc. Bras.Silvic, 1997).

Si bien Australia es la cuna de los eucaliptos se debe tener en cuenta que la madera empleada procedente de forestaciones es bastante poca, basándose la industria en montes nativos, cuyos diámetros y madera dista bastante de la obtenida en plantaciones de rápido crecimiento, las cuales se están incrementando hasta en ese país, contando en la actualidad con 287.000 ha.

En lo referido a especies se pueden destacar como de calidad para variados usos de madera sólida en Australia: **E. regnans**, **E. delegatensis**, **E. pilularis**, **E. obliqua**, **E. microcorys**, **E. marginata**, **E. coleziana**, **E. macullata**, **E. citriodora**, **E. camaldulensis**, **E. paniculata**, **E. resinifera**, y los conocidos **E. grandis** y **E. saligna**. (FLYNN, R 1999)

Evolución en los usos

Empleando las palabras del consultor de la Unión Europea Mario BORONI, podemos reafirmar que *"el procesamiento del eucalipto como madera sólida prácticamente ha avanzado más en los últimos 10 años que en todo el siglo"*

Como comentáramos, en su inicio el eucalipto se plantó con fines celulósicos-energéticos, pero prácticamente en la década del 90' han surgido procesamientos y utilizaciones no tradicionales.

Lo vertiginoso del cambio se evidencia en el hecho que lo que se mostraba en la década del 80' como una curiosidad de productos factibles de realizar con eucaliptos (reprocesados, laminados, muebles, etc) ya en el 90' se encuentra en producción comercial.

Mientras que en reunión de la comisión V de IUFRO de San Pablo, Brasil 1987 al eucalipto se lo presentaba como la "madera del futuro", en la misma ciudad en 1995 ya se lo trató como "la madera del presente"

Primeramente se comenzó a prestar mayor atención a lo atinente a la primera transformación, básicamente el aserrado. En muchos países era impensado el empleo de eucaliptos con destino de aserrío (especialmente en aquellos que no poseían montes de calidad y diámetro). En esta evolución del destino para aserrado ha tenido gran responsabilidad la difusión masiva del **E. grandis**, el cual se presenta como uno de los eucaliptos más fáciles de procesar y reprocesar, asimismo, el **E. Glóbulus** ha sido el preferido para aserrado con destino a pisos en Chile, Argentina y Uruguay.

El destino principal de las tablas obtenidas era para construcción y cajas-embalajes, posteriormente toma cierto auge el empleo para la confección de pallets y tarimas, destino este que permite la exportación de tablas hacia Europa, desde distintos países (aunque con precios muy marginales).

Ya en la última etapa se ingresa en la era del "reprocesamiento" y los "productos con mayor valor agregado", es así como toma mayor importancia el empleo para revestimientos, molduras, pisos, tableros de listones, partes de muebles, entre otros, como así también su inclusión en la producción de tableros compensados puros o en combinación con otras especies, lo mismo que con los tableros MDF (mediana densidad) donde se lo emplea puro o en mezcla con pino. Toda esta gama de productos que han permitido el inicio de exportaciones no sólo hacia Europa, sino también a África y Asia.

En el terreno celulósico también se tuvo un marcado progreso, el avance en la tecnología de los sistemas de procesamiento, especialmente en Brasil, ha permitido una mejor competitividad llegando casi a igualar el precio de la pasta al de la fibra larga, siendo que en el pasado sólo llegaba a niveles cercanos al 50% de esta. Esto mismo permitió la exportación hacia Europa de rollizos de principalmente **E. grandis** y **E. glóbulus**, lo que contribuyó para que comenzara a conocerse esta madera en ese continente, los países nórdicos recién incorporaron el eucalipto a sus procesos celulósicos en los últimos años. Hoy día el grueso de las exportaciones va con destino a la península Ibérica.

En el rubro papelerero es de destacar la preferencia del **E. glóbulus**, por su tipo de fibra (más larga) y su alto rendimiento industrial (menor relación tonelada rolliza/tonelada pasta)

Posibles causas de su evolución

Por una parte el avance de la genética y la adecuada zonificación de las especies ha logrado crecimientos en



escala comercial del orden de 30 a 50 m³/ha/año, lo cual lo ubica entre los mejores incrementos del mundo, muy por encima de los que se logran en el hemisferio norte. (en escala experimental llegan hasta casi los 90m³/ha/año). Si bien su implantación tiene restricciones climáticas, preponderando en general en zonas de subtropicales-tropicales y algo en las templadas, en el hemisferio sur se encuentra una gran diversidad de sitios con aptitud, lo que ha favorecido su difusión tanto en América como en África.

La presión ejercida sobre los bosques nativos, especialmente los tropicales, ha hecho que estos se encuentren cada vez más alejados y con diámetros menores, por ende mayores costos y menores rendimientos, lo que ha generado que se piense cada vez más en especies sustitutas, procedentes de bosques implantados, los que son más accesibles, de gran crecimiento, con bajos costos de cosecha y mayores rindes en el procesamiento industrial. Asimismo, con los bosques de cultivo, en especial con los clonados se puede lograr una mayor homogeneización de los árboles y la madera, lo que redundará a favor del procesamiento industrial.

Desde el punto de vista ambiental, en la actualidad se está tratando de imponer el "sello verde" el cual identifica a las maderas provenientes de bosques "no nativos", manejados en forma sustentable. Dentro de estos, principalmente se cuenta con pinos y eucaliptos, siendo que estos últimos poseen un diseño de vetado de la madera que puede asemejarse más fácilmente a las nativas.

En contraposición este género es muy cuestionado por ciertos sectores, acusándolo de degradar los suelos, sus nutrientes y afectar el circuito hidrológico, amén de acusarlo de poseer alelopatía no dejando crecer otras plantas en su vecindad.

En lo referido a existencias actuales, evolución usos y empresas que trabajan actualmente en el mundo con eucalipto, merece mencionarse el reciente trabajo "*Eucalyptus progress in higher value utilization, a global review*", publicado por Bob FLYN, y Evan SHIELD (1999)

2. Características de la madera

A continuación se citan datos generales de *E. grandis* pertenecientes a madera de la zona de Concordia, con edad de corte, de ensayos realizados por el CITEMA en conjunto con INTA, datos actuales de estudios realizados por el Grupo GEMA de la UTN, Concepción del Uruguay, con madera comercial de la región, a los que se suman los compilados por el Ing. Claudio TINTO, y complementados por el autor, para diversas regiones de Argentina

Tabla - Principales características de la madera de los eucaliptos comerciales de Argentina.					
Características	<i>E. rostrata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. tereticomis</i>	<i>E. viminalis</i>
Organoiépticas:					
color albura crema	blanco crema	blanco crema	blanco crema	blanco crema	blanco
color duram. rosado	cast. rojizo	cast. claro	cast. rosado	rojizo claro	castaño
textura	fina	fina	mediana	mediana	mediana
grano	entrelazado	entrelazado	derecho-entrelaz.	entrelazado	der-entrelaz
brillo	mediano	mediano	mediano	mediano	mediano
vetado	suave	espigado	suave	suave	pronunciado
peso	pesada	pesada	liviana	pesada	semipesada
dureza	semidura	semidura	blanda	dura	semidura
Físicas					
dens. (H=15 %)	0,830	0,810	0,560	0,950	0,700
contracción					



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

radial	4,0	9,5	5,8	6,9	6,0
tangencial	8,5	15,5	10,4	13,4	11,8
volumétrica	19,3	21,0	18,9	23,0	18,5
relación T/R	2.12	1.63	1.79	1.94	1.96
estab. dim.	poco estable	medio estable	medio estable	poco estable	medio estable
estable					
penetrabilidad					
albura	muy penetrable	muy penetrable	muy penetrable	muy penetrable	muy penetrable
penetrable					
duramen	impenetrable	impenetrable	impenetrable	impenetrable	impenetrable
porosidad	44,5	48,0	62,7	35,7	48,6
Durabilidad duramen					
en tierra	medio durable	poco durable	poco durable	medio durable	poco durable
al aire libre	durable	durable	durable	durable	durable
insectos xilófagos	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
Durabilidad albura					
en tierra	poco durable	poco durable	poco durable	poco durable	poco durable
al aire libre	poco durable	poco durable	poco durable	poco durable	poco durable
insectos xilófagos	Lyctus	Lyctus	Lyctus	Lyctus	Lyctus
Mecánicas					
flex. estát (kg/cm)					
módulo de rotura	1,150	1,047	732	1,576	910
módulo de elast.	101,000	105,200	98,345	133,200	95,500
cornp. ayjal (kg/cm)					
módulo de rotura	572	511	343	698	481
módulo de elasti.	128,000	119,600	150,543	163,800	121,500
dur. transv. (kg/cm)		645	700	451	836 700
cota de flexión	muy resistente	muy resistente	resistente	resistente	resistente
cota de compresión		resistente	resistente	muy resistente	muy resistente
resistente					
Secado	deficiente	deficiente	mediano	deficiente	deficiente
Aserrado					
verde	fácil	fácil	fácil	fácil	fácil
seca	dura	dura	regular	dura	dura
Cepillado	bueno	bueno	bueno	bueno	bueno
Torneado	bueno	bueno	bueno	bueno	bueno
Machimbrado	dura	dura	bueno	dura	bueno
Clavado	regular	regular	bueno	regular	regular
Pintado	deficiente	deficiente	bueno	deficiente	regular
Teñido	regular	bueno	bueno	regular	bueno
Barnizado	regular	regular	bueno	regular	regular
Encolado	regular	regular	bueno	regular	bueno
Combustibilidad	mediana	mediana	rápida	mediana	rápida
Colapsado	fuerte	fuerte	leve	mediano	mediano



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

Fuente: TINTO, J. VI Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, 1991, modif. S. ACOSTA, M. 1995..

Tabla - Propiedades fisico-mecánicas de la madera de *E grandís*, *E dunnii* y *E saligna*

<i>E</i>	PROPIEDAD/ NORMA	<i>.E. grandis</i>		<i>E. dunnii</i>	<i>E. Saligna</i>
		SECO AL AIRE (14-17 % deH°)	VERDE	SECO AL AIRE	SECO AL AIRE
Flexión estática:	ASTM D 143				
Módulo de ruptura	kg/cm ²	731	582	854	866
Tensión en el límite	kg/cm ²	519	340	467	547
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	98,345	69,192	116,093	117,161
Compresión paralela:	ASTM D 143				
Tensión de rotura	kg/cm ²	342	242	330	404
Tensión en el <i>límite</i>	kg/cm ²	257	181	239	301
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	150,534	118,461	121,555	149,554
Compresión perpendicular:	ASTM D 143				
Tensión de rotura	kg/cm ²	80.78	71.03	-	-
Flexión dinámica:	IRAM 9546				
Trabajo absorbido	kgm	1.55	2.49	2.67	2.80
Coef. de resiliencia	kg/cm ²	1,123	1.93	-	-
Dureza Janka:	IRAM 9570		ASTM	ASTM	
Transversal	kg/cm ²	450	358	540	590
Tangencial	kg/cm ²	290	287	447	392
Radial	kg/cm ²	285	250	392	387
Tracción paralela:	BSI 373				
Tensión de rotura	kg/cm ²	-	826	-	-
Tracción perpendicular:	ASTM D 143				
Ten. de rotura tangencial	kg/cm ²	26.20	14.79		
Ten. de rotura radial	kg/c	19.86	12.60		
Corte paralelo:	ASTM D 143				
Ten. de rotura tangencial	kg/cm ²	109,1	72,4	94,3	88,0
Ten. de rotura radial	kg/cm ²	115	79	100	73
Clivaje:	ASTM				
Ten. de rotura tangencial	kg/cm ²	7.49	3.92	-	-
Ten. de rotura radial	kg/cm ²	5.68	3.81	-	-
Peso específico:	ASTM				
	k g/m ³	0,467	0,819	0,795	0,800



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

Contractibilidad:	IRAM 9543				
Sat. a seco tangencial	Pct.	7,2	-	8,7	9,2
Sat. a seco radial	Pct.	3,5	-	5,7	
Fuente: SANCHEZ ACOSTA, 1990. CITEMA, 1 995.					

– Resultados de ensayos con madera aserrada comercial de *E. grandis*. UTN C. del Uruguay

grupo de estudio de maderas - gema UTN – c. del Uruguay	UNID.	FLEXION ESTATICA IRAM 9545	COMPRESION 0° IRAM 9551	COMPRESION 90° IRAM 9547	DUREZA JANKA IRAM 9570	CORTE IRAM 9596
n° de ensayos		55	43	35	42	48
humedad minima	%	13,20	10,50	11,00		12,80
humedad maxima	%	20,30	19,80	15,00		15,00
densidad minima	Kg/m3	420		320		460
densidad maxima	Kg/m3	640		570		630
tens. rotura minima	N/mm2	30,20	25,40	6,60	27,50	6,30
tens. rotura maxima	N/mm2	87,30	43,50	9,70	42,90	12,70
tens. rotura media	N/mm2	62,90	35,80	7,70	32,90	9,50
tens. caracteristica	N/mm2	45,00	28,60	6,30	27,30	6,90
modulo elastico medio	Kg/cm2	84874				
mod. elast. caracteristico	Kg/cm2	69329				
varianza	(dN/cm2) ²	118,22	19,11	0,72	11,60	2,43
desviacion estandar	N/mm2	10,87	4,37	0,85	3,40	1,56
coef. de variacion		0,17	0,12	0,11	0,10	0,16

Resultados de ensayos con madera aserrada de *Eucalyptus grandis*.

Grupo de estudio de maderas - Gema UTN – c. del Uruguay	ARRANCAMIENTO DE CLAVOS Y TORNILLOS – IRAM 9592						
	CLAVOS			TORNILLOS			
	TRANS.	RADIAL	TANG	TRANS	RADIAL	TANG	
n° de ensayos		44	43	44	43	41	41
humedad mínima	%	14,40	14,40	14,40	13,00	13,00	13,00
humedad máxima	%	14,40	14,40	14,40	15,50	15,50	15,50
esf. extracción mínimo	kN	0,26	0,62	0,38	1,02	1,91	1,67
esf. extracción máximo	kN	1,13	1,20	1,51	3,03	3,44	3,97
esf. medio	kN	0,60	0,81	0,81	1,84	2,51	2,51
esf. característico	kN	0,33	0,57	0,42	1,09	1,80	1,56
varianza		0,027	0,021	0,057	0,209	0,183	0,330
desviacion estandar	kN	0,164	0,143	0,240	0,457	0,428	0,575
coef. de variacion		0,273	0,177	0,295	0,248	0,171	0,229



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

En cuanto a la clasificación por resistencia resulta interesante comentar los resultados obtenidos con *E. grandis* por el Grupo GEMA de la UTN, donde se llega a obtener una clase que podría encuadrarse dentro de los parámetros internacionales a nivel de maderas conocidas.

- Correlación de clases de resistencias para especies de latifoliadas-

Clase de resistencia s/EN 338	de País	Clase en el país*	Especie -nombre común-	Origen	Identificación botánica**
D70	Reino Unido	HS	Balau	Sudeste asiático	113, 114
		HS	Greenheart	Guyana	110
D60	Holanda	A / B	Azobé	Africa Occidental	100
	Reino Unido	HS	Ekki	Africa Occidental	100
		HS	Kapur	Sudeste asiático	86
		HS	Kempas	Sudeste asiático	98
D50	Reino Unido	HS	Keruing	Sudeste asiático	80
		HS	Karri	Australia occidental	90
		HS	Opepe	Africa occidental	107
		HAS	Merbau	Sudeste asiático	94, 95
D40	Reino Unido	HS	Iroko	Africa	103, 104
		HS	Jarrah	Australia occidental	91
		HS	Teak	Sudeste asiático	117

* A / B : Netherlands Standard NEN 5480 - 1983 -Kwaliteitseisen voor hout (K VH 1980) Houtsoort azobé-

** **Identificación botánica:**

80: *Dipterocarpus spp* ; 86: *Dryobalanops spp*; 90: *Eucalyptus diversicolor*; 91: *Eucalyptus marginata*; 94: *Intsia bijuga*; 95: *Intsia palembanica*; 98: *Koompassia malaccensis*; 100: *Lophira alata*; 103: *Milicia excelsa*; 104: *Milicia regia*; 107: *Nauclea diderrichii*; 110: *Ocotea rodiaei*; 113: *Shorea glauca*; 114: *Shorea maxwelliana*; 117: *Tectona grandis*

Esto indica que al *Eucalyptus diversicolor* se lo puede incluir en la Clase D 50 y al *E. marginata* en la D 40, correspondiéndoles tensiones características de rotura en flexión de 50 y 40 N/mm² respectivamente. Si bien las especies de nuestra región son otras (como se ha señalado), en los ensayos realizados por el Grupo GEMA se ha obtenido por igual tipo de resistencia un valor de 45 N/mm², lo cual las inserta perfectamente en el contexto analizado..

. Transformación – industrialización

Los procesos que utilizan eucalipto en Argentina los podemos dividir en:

- 1.- Madera redonda:
 - a. **Madera redonda Postes - rollizos** (preservación- uso directo)
- 2.- Desmenuzamiento:
 - b. **Celulósicos** (pasta-papel)
 - c. **Tableros** (fibras y partículas)



- 3.- Cortes: Con sierras: d. **Aserrado** (tablas-cajonería)
Con cuchillas: e. **Debobinado** (Corte rotativo)
f. **Faqueado** (Corte plano)
- 4.- Energéticos-siderurgia g. **Carbón - leña**
- 5.- Reprocesamiento : h. Madera verde: (Envases, pallets, bins, material apícola, carpintería rústica)
i Madera seca: (moldurados, pisos, multilaminados, paneles de listones muebles)

3. Uso como madera redonda - postes

Las especies de rápido crecimiento en general son de baja durabilidad en contacto con el suelo, especialmente la albura, por lo que para su empleo como madera redonda para postes se deben preservar. Es conocido el hecho de que la mayoría de los durámenes de los eucaliptos son de muy difícil penetración por los líquidos, por lo que su durabilidad depende de la preservación de la albura.

En este sentido no se han tenido grandes cambios respecto a lo tradicional, básicamente se emplean sales del tipo CCA (cobre-cromo-arsenicales) o la creosota, prefiriéndose esta última para los postes largos, impregnándose los en autoclave con los sistemas de combinación vacío-presión.

Lo que sí ha ido cambiando es la preferencia en empleo de postes con estas especies, en reemplazo de otras nativas y cultivadas. En Argentina y Uruguay la casi totalidad de los postes para líneas aéreas son de eucalipto (ya no se emplea la palma, o el pino), principalmente **E. grandis**, lo cual llama la atención de los técnicos Australianos ya que usualmente no lo emplean para este fin. En el sur de Brasil también se emplea **E. cloeziana**, y **E. citriodora** (de mayor resistencia) con buen suceso.

Como uso alternativo se puede mencionar el mayor empleo de la madera redonda en tutores de plantas, espalderas de cultivos, juegos infantiles y ornamentos de paseos públicos (barandas, pasarelas, canteros, etc), como así también el incipiente uso en viviendas tipo cabañas de troncos y construcciones rurales (galpones, invernáculos). En el NE de Argentina anualmente se procesan cerca de 7.000.000 de postes cortos, con destino al cultivo de la vid y espalderas de otros cultivos. Países que no poseen eucaliptos usan pino para estas finalidades, el cual se impregna en su totalidad.

4. Primera transformación:

. Aserrado

En países como Argentina, Chile y Uruguay, el aserrado de eucaliptos viene realizándose desde la primera mitad del siglo casi a nivel artesanal, recién a partir de las década del 60 y principio del 70 comienzan a tener sentido comercial, y ya en los fines del 70 encuentran plena expansión.

En Argentina hoy día se cuenta con más de 200 aserraderos (la mayoría pequeños) que procesan eucalipto. En este aspecto en la década del 90 aparecen los de mayor envergadura y tecnología, tanto en Argentina como en Brasil y Uruguay, pudiendo citarse como más recientes (1999) Aracruz y CAF en Brasil, y Southern Cross en el Uruguay.

La especie de mayor participación es el **E. grandis**, debido a su abundancia (por su rápido crecimiento) y facilidad de procesamiento, aunque empresas están incursionando en especies con menor crecimiento pero de madera de mayor calidad.

Actualmente en estos países se tiene bastantes expectativas con el **E. dunnii**, (de rápido crecimiento y cierta tolerancia al frío), pero su comportamiento en el aserrado ha sido muy dispar, obteniéndose buenos resultados en Brasil CALORI, V., com.pers) y no tan buenos en Argentina (SANCHEZ A.,M, 1995), y en Australia (Gough, D. Com.pers), donde se han observado muchas rajaduras y griteas superficiales en aserrado tradicional, aunque vale considerar que esta especie prácticamente no posee mejoramiento y no se han ensayado variantes de corte, por lo que puede ser que esta situación sea mejorable en gran medida.

En el caso de Chile prepondera **E. glóbulus** (especie de comportamiento más complicado en cuanto a tensiones, torceduras, rajado y colapso), y actualmente se augura buen futuro al **E. nitens** (Bordeu, A, com.pers).

Materia prima



"La calidad de la madera aserrada comienza por la semilla"

Es de fundamental importancia realizar las forestaciones con material genético de calidad y homogéneo (para ello resultan muy interesantes los montes agámicos). Por más tecnología que se disponga, poco se puede hacer cuando la materia prima no es de calidad. Esto se evidencia en lo acontecido con las primeras forestaciones comerciales, con semillas locales y algunas introducidas desde lugares inciertos, donde se observaba la presencia de plantas fuera de tipo e híbridos naturales, los que presentaron problemas de fibra revirada y gran dureza, dando como resultado rajaduras y alabeos pronunciados en la madera aserrada.

Lamentablemente el mejoramiento por lo general se ha orientado con fines celulósicos, (como excepción se tiene a Sudáfrica que desde hace tiempo trabaja en la disminución de rajaduras), pero igualmente ha contribuido con forestaciones de alto rendimiento, más homogéneas y con mejor forma, por lo que en el futuro se deberá prestar importancia a características relacionadas con el uso como madera maciza (grano derecho, pocos nudos, baja conicidad, pocas rajaduras, etc.).

La base de la industrialización es la calidad y cantidad de la materia prima con que se cuente, y el aprovechamiento de subproductos y residuos.

Los emprendimientos actuales deberán tener muy presente la calidad actual disponible y la posible futura.

Para el caso de la industria mecánica resulta imperioso trabajar con diámetros adecuados (los que se pueden lograr mediante raleos de las forestaciones), y madera libre de nudos (para lo cual se hace indispensable realizar podas).

Una particularidad de los eucaliptos es la presencia de tensiones, las cuales generan torceduras y rajaduras las que se podrían atenuar mediante el mejoramiento genético (MALAN, 1991).

La calidad de materia prima "ideal" sería:

- Madera homogénea y de densidad adecuada al proceso
- Con grano derecho
- Buena forma circular, rectitud y baja conicidad
- Sin nudos muertos, y los vivos de poca dimensión
- Sin rajaduras ni tensiones
- Sin desgarramientos
- Sin "costillas" (influencia de la raíz en la base)
- Sin venas o bolsas de kino
- Sin ataque de taladro (*Phoracantha*)
- Sin bifurcaciones
- Sin porción del fuste con diámetro insuficiente
- Sin extremos irregulares
- Diámetros adecuados al proceso
- Sin arena, piedra o elementos extraños
- Sin pudriciones
- Sin médula excéntrica
- Baja proporción de albura (la menor diferencia posible de color entre albura y durámen)
- Con poca madera juvenil, y sin corazón corchoso.

Si bien esto actualmente parece una utopía, con una correcta selección de material genético mejorado, prácticas silviculturales adecuadas y con la capacitación de los operarios de la cosecha, pueden lograrse resultados bastante buenos.

La madera homogénea y de buena densidad, tanto como la rectitud de fuste y la reducción de rajaduras (de índole genético) pueden ser atenuadas mediante el mejoramiento, especialmente con la propagación agámica. Lo atinente a nudos, secciones circulares y adecuados diámetros, dependen fundamentalmente de la aplicación de técnicas silviculturales adecuadas, como son la poda, el raleo y la correcta densidad y configuración de la plantación.

Sistema de aserrado

En cuanto al sistema se pueden dividir en dos grandes rubros **a) alta producción** **b) producción de mayor calidad**.

a. *Alta producción:*

La meta es producir en cantidad y no tanto en calidad, aunque mediante una selección permite obtener una



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

proporción de madera apta para usos de calidad

Para atenuar el efecto de las tensiones es recomendable el corte inicial paralelo (liberación simultánea), para luego reaserrar la pieza central resultante y reaprovechar los costaneros (costeros o cachetes) generados. El sistema usual es siguiendo la línea paralela al eje del rollizo o tora.

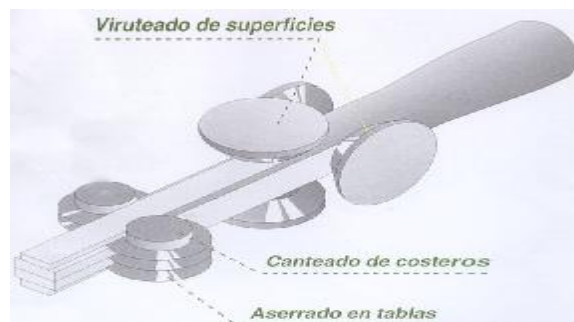
Tradicionalmente en Argentina esto se realizaba con sierras cinta dobles (sinfines gemelas, o mellizas) en la entrada, y luego la pieza central se reaserraba con sierras cintas simples de mesa, o con sierra múltiple alternativa (Frame). Estas sierras Frame cayeron en desuso por su baja velocidad de avance y su complicado mantenimiento. La tendencia actual para el aserrado de alta velocidad es usar sierras sinfines dobles, o circulares dobles en la entrada, y luego circulares múltiples de 1 y 2 ejes según el espesor de la pieza central (denominada "*Pan*" en Argentina, "*Basa*" en Chile, y "*Bloco*" en Brasil). Los costaneros se continúan reaprovechando con circulares dobles para el canteo de sus bordes, y sinfines

Para el despunte o destope de las piezas se emplean sierras circulares, ya sean manuales en los pequeños aserraderos, o mesas automáticas en los más modernos. Se tienen empresas que efectúan el despunte simultáneo de todo el paquete de tablas mediante el uso de una motosierra eléctrica montada sobre un carro, con una espada de 2 m de largo).

Hasta hace poco tiempo se contaba con aserradero de origen sueco que empleaba sólo sierras circulares simples para todo el proceso, con diámetros de hoja, entre 1.0 a 1.2 m y diente común.

En los últimos años en este sentido la tendencia apunta a sierras circulares, en especial las múltiples, debido a su mayor velocidad de corte, precisión y terminación, especialmente cuando se emplean dientes de Widia.

Una variante de estos sistemas es el aserradero Hew Saw donde todas las operaciones son simultáneas (chipper canter combinado con sierras circulares) por lo que en una sola pasada se asierra todo el rollizo y se chipean los costaneros, se adaptan especialmente a diámetros pequeños.



Sistema Hew Saw

En cuanto a las sinfines el progreso notado es que se ha generalizado el uso de dientes "recalcados" en lugar del tradicional "triscado" o "trabado", con lo que se reduce el espesor de corte y se mejora la velocidad.

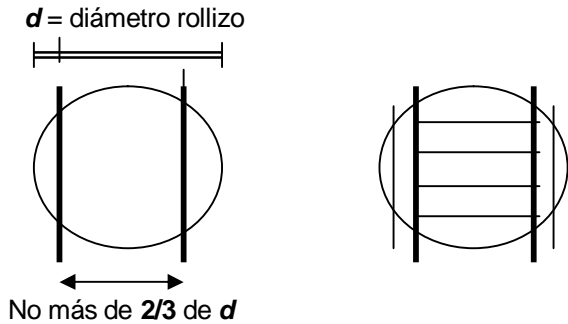
Los productos a obtener con estos sistemas generalmente son tablas para fabricar cajones y/o pallets, para lo cual se emplean rollizos cortos de 2,2 a 2,4 m de long, y de hasta 8 cm de diámetro), o bien tablas y tirantes largos (más de 3,6 m de long, con diámetros superiores a 12-14 cm en punta fina) con destino para la construcción (encofrados y andamios), o usos no muy exigentes en calidad o que pueden utilizar piezas pequeñas (carreteles de cables, embalajes, envases, escaleras, broches, material apícola, etc). Los estudios sobre rendimientos en función del diámetro muestran la conveniencia de la clasificación previa de los rollizos por diámetros, a fin de optimizar y estandarizar los cortes.

Cuando la gama de diámetros es amplia se justifica la implementación una línea exclusiva para los diámetros pequeños.

SHIELD, E, menciona la aplicación en Filipinas de un sistema de aserrado, combinando sierras sinfines y circulares, en diámetros pequeños, que alcanza velocidades de 50 m/min, con producciones de 15 tablas por minuto, con un costo de aserrado de 12 u\$/m³.



Aserrado de eucaliptos blandos, para alta productividad



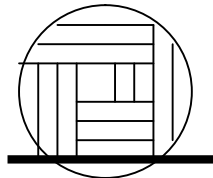
Canteadado principal

Desdoble en tablas

b) Producción para madera de calidad.

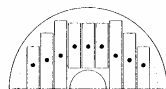
En este caso se busca madera de calidad, por su tipo de corte y especialmente la de tipo libre de defectos "clear", que puede emplearse para finger joint, molduras, revestimientos, vigas laminadas, paneles de listones o bien piezas cortas de buena calidad para la elaboración de parquets, pisos, muebles, etc.

En este sentido se debe considerar muy bien el producto final. En el caso de piezas cortas para pisos, en especial parquets, se lo trabaja con el sistema de corte "en cuartos" (se divide en 4 al rollizo), para luego ir reaserrando de manera de obtener piezas preferentemente radiales, o bien, como en Chile, se trabaja con "basas" o "semibasas" (corte por la mitad) para luego reaserrar eliminando el corazón y la albura, también tendiendo a piezas radiales.

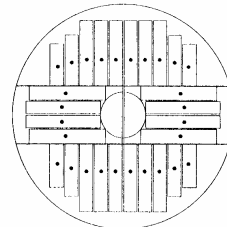


Corte para parquet en Argentina (SEPLIARSKY, F com pers.)

Sistemas de aserrado radial en E. glóbulus (Colcura, Chile)



Rango 1 y 2



Rango 3



Diámetros pequeños

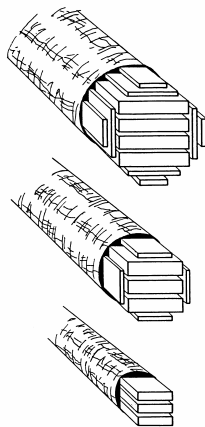
Diámetros grandes

fuelle: LUENGO,1995

Este tipo de pieza tiene buena estabilidad dimensional cuando son longitudes cortas, pero en piezas largas producen el efecto de "arqueado" de muy difícil corrección. Por el contrario en piezas largas debe preferirse las tablas tangenciales, fig 3, las cuales si bien son propensas al "combado" o "acucharado" suelen corregirse con el apilado con la concavidad hacia abajo. (SHIELD,1996)

En plantaciones no podadas resulta de fundamental importancia aprovechar la madera de la periferia, denominada en Australia como "Backsawn", puesto que ella será la única libre o con pocos nudos (esto es válido también para los árboles podados con el fin de obtener el máximo rendimiento). Por ello se justifica un corte paralelo inicial cuádruple, o bien dos pasadas de doble, para obtener las tablas de la periferia. El consejo en este primer corte es que el ancho de la pieza central resultante no debe ser inferior a los dos tercios del diámetro del rollizo (60%), SHIELD, E, 1995.

Sistemas de cortes propuestos según los diámetros para alto rendimiento (fuelle: LINK)



Si el sistema pretende combinar la alta producción con la madera de calidad se puede adoptar un sistema similar a los citados con sierras dobles o cuádruples a la entrada, para su posterior desdoble. Cuando se buscan los mejores aprovechamientos de la madera libre de nudos puede justificarse el corte con sierra simple siguiendo el paralelismo a la corteza y no a la médula., con el fin de aprovechar al máximo la madera de la periferia. En el caso de *E. grandis* esta zona suele presentar bastante albura, por lo que es frecuente que se obtengan tablas con coloraciones variables de claro a rosado, en este sentido el *E. dunnii* resulta de coloración más homogénea.

Las soluciones para esta situación podrían ser dos: o se seleccionan las tablas homogeneizando colores, o se realizan productos que posean colores contrastantes.

Un caso de aserrado muy novedoso, y curioso, es el sistema desarrollado en Australia denominado RADCON,



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

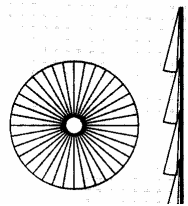
Concordia, Noviembre de 1999

el cual se basa en cortes netamente radiales del rollizo, en forma de porciones de torta.

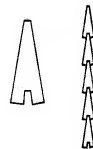
El mismo se realiza con sierras circulares y mediante un carro que puede girar para realizar los cortes sin soltar el rollizo. Para el caso de rollizos pequeños las piezas resultantes (de sección casi triangular) se pueden emplear así directamente, como p.ej. en el caso de recubrimientos de viviendas . En maderas de mayor diámetro estas porciones se reaserran obteniéndose de la periferia tablas o tablonés de tipo *back sawn* (tangencial) pero de sección trapezoidal . Si bien a primera vista resulta algo raro, no se puede dejar de reconocer lo original del método, el que obliga a usar el ingenio para su posible aplicación.

En el caso de madera cortada en "gajos" sin aserrar, el único desperdicio está dado por el aserrín de cada corte, por lo que el aprovechamiento del tronco es muy elevado, y no se producen residuos. Según la compañía fabricante, en Australia se puede efectuar la comparación con el sistema tradicional en rollizos de poco diámetro de la siguiente manera:

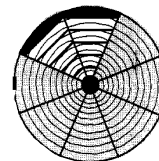
	Radcon (Radial)	Tradicional
Porcentaje de aprovechamiento del rollizo	40 -80 %	20 - 40 %
Edad requerida para el aserrado (nativos)	15 -20 años	40 -60 años
Grado de distorsión de la madera	mínimo	es mayor
Factibilidad de aplicación en maderas duras (euc)	viable	marginal



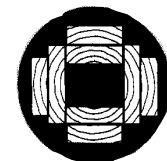
Radcon



variante

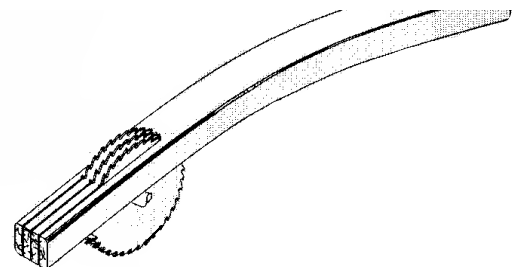


Radcon



Convencional backsaw

Una variante interesante para aplicar en eucalipto es el sistema de aserrado curvo, luego de una medición con scanners se cantea con chiper canter con posterior aserrado con sierras circulares siguiendo el contorno de los rollizos con curvaturas



Aserrado curvo

desbaste con chiper canter

aserrado con circulares

Hojas de sierra:

Un avance en el empleo de las sinfines ha sido la adopción del diente *recalcado* (espesor de corte de 2,2 a 2,4 mm)



en lugar del tradicional *triscado o trabado* (2,4 a 2,6 mm). Las hojas son de 11 a 12 mm de espesor (en función de los volantes, usualmente de 1.0 a 1.2 m), paso de 35 a 40 mm, altura de diente 11 a 12 mm, lo cual puede variar en función de la materia prima. El ángulo de ataque es de 23-25° para los eucaliptos blandos y 17-19° en los más duros. El empleo de sierras circulares ha sido resistido por mucho tiempo ya que se le asignaba la falta de conocimiento en la zona para su afilado y mantenimiento, su mayor producción de aserrín, sus limitantes de altura de corte. Pero últimamente se están adoptando este tipo de sierras, con lo cual se ha evidenciado su alta velocidad de producción y la mejor calidad de corte con las de 1 eje (todavía se discute el origen de las hojas a utilizar de las cuales existen diversas procedencias). Los espesores de corte son del orden de 3,2 a 4 mm según el tipo, y el número de dientes por hoja varía entre 18 y 20

Rendimientos:

Rendimiento: En Entre Ríos, para el caso de madera aserrada como tabla se citan rindes promedios de 170 a 200 p2/tn y de 210 a 240 p2 por tonelada de rollizo "verde" (densidad de 900 kg/m³), lo que "teóricamente da rindes en torno del 40%, pero se debe considerar que el p2 (el pie cuadrado de tabla teórico es de 25 mm x 25 mm x 300mm, o sea 424 p2 = 1 m³) poseen en la práctica sobremedidas, con espesores de 27 a 29 mm en la pulgada, y anchos superiores a la medida exacta en 3 y 4 mm, debido a que se considera las contracciones que sufrirá la madera. Por ello se han realizado estudios (FERRER, J, 1995) para determinar el rendimiento "real" (considerando las medidas exactas en mm) y el "comercial" en p2 de tabla (se asimila 28 mm a una pulgada de 25 mm). (conversión 424 p2 madereros = 1m³)

En un aserradero tradicional de sierras sinfines " medianamente eficiente".

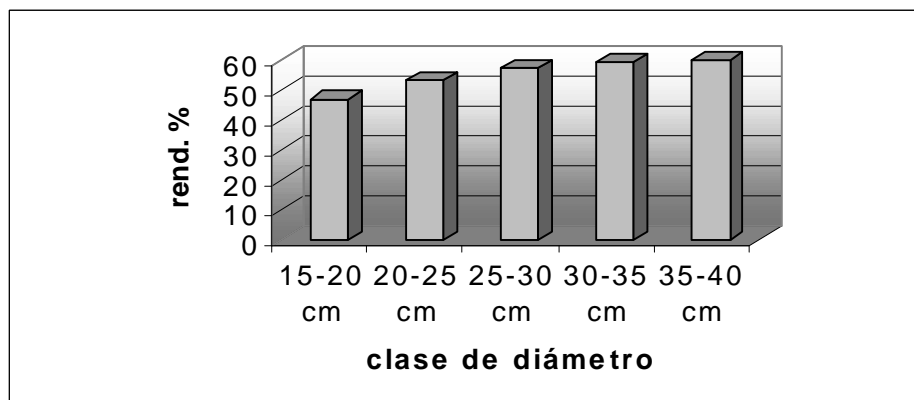
En este estudio se correlacionaron los diámetros con el rendimiento, con rollizos entre 15 y 40 cm de diámetro medio, con un largo de 4,1 m, con y sin cáscara, obteniendo las siguientes curvas de correlación:

Rendimiento real / rollizo c/c:	$-12,55 + \ln \text{diámetro} \times 20,3278$
Rendimiento real /rollizo s/c:	$-11,9831 + \ln \text{diámetro} \times 21,85654$
Rendimiento comercial/ roll c/c:	$-9,05335 + \ln \text{diámetro} \times 17,61996$
Rendimiento comercial/ roll s/c:	$-8,66785 + \ln \text{diámetro} \times 19,02372$

Considerando el rendimiento real c/c, los valores oscilaron entre 40 y 64 %, el que se eleva de 44 a 69% si se toma como base "sin cáscara". Paralelamente el rendimiento comercial (p2/m³), oscila entre el 34 % y 60 % con cáscara, y entre el 37 y 63 %. (producción de tablas de 1 pulgada x 4 a 6 pulgadas de ancho, y generalmente más de 10 pie de largo)

Del estudio surge que, para el sistema industrial utilizado, los rendimientos aumentan con el diámetro, son muy bajos con madera de 15 -20 cm, pero a partir de los 35- 40 cm ya la ganancia no es muy grande (estos "grandes diámetros traen aparejados problemas operativos en sistemas poco mecanizados). Por ello se determinó que un diámetro óptimo de uso es el rango de 25 a 35 cm. Esto a su vez indica la importancia de clasificar los rollizos en la playa, para no producir mermas en la eficiencia.

Rendimiento en aserrado según diámetro de rollizos en E. grandis





XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

Clase	Rendimiento en aserrado
15-20 cm	47 %
20-25 cm	53 %
25-30 cm	57 %
30-35 cm	59 %
35-40 cm	60 %

En otro estudio de una empresa comercial se obtuvieron los siguientes valores

Clase de diámetro cm	rendimiento real (%) (rolizos de 4,1 m de largo)		
	base s/c	base c/c (corteza)	c = corteza
14-17	35.7	32.5	
18-21	47.3	43.0	
22-25	50.8	46.2	
26-29	56.3	51.2	
30-33	57.1	51.9	
34-37	57.3	52.1	
38-40	59.9	54.5	

Cabe considerar que en estos estudios se utilizan rollizos con pocos defectos, por lo que los rindes usuales comerciales resultan algo inferiores a los citados.

Para Brasil, con eucalipto, se citan rindes de 42 a 50 %, con diámetros de 15-20 cm y de 56 % (FREITAS,1993), en otro caso se citan valores de 51% para madera de menos de 28 cm y de 59 % cuando está por encima (VIANNA NETO,1986).

Tomando en cuenta todo el personal del aserradero, los más mecanizados, para producciones de 20 a 30.000 pie²/turno, toman como base una producción de 1000 pie²/hombre/jornada (se llega hasta 1.200), mientras que los más rústicos oscilan en 500 a 800 pie²/hombre por jornada

5. Secado

En general puede decirse que el secado artificial es una de las mayores preocupaciones para el desarrollo de la madera de calidad de eucaliptos. Se debe tener muy en cuenta de que se trata de madera de muy alta tasa de crecimiento, y que por lo general presenta problemas de tensiones, colapso, rajado y contracciones.(lo cual le ha traído mala fama a este género)

5.1. Secado Natural

En este aspecto lo tradicional, y que aún día es mayoría en Argentina, es secar al aire libre.

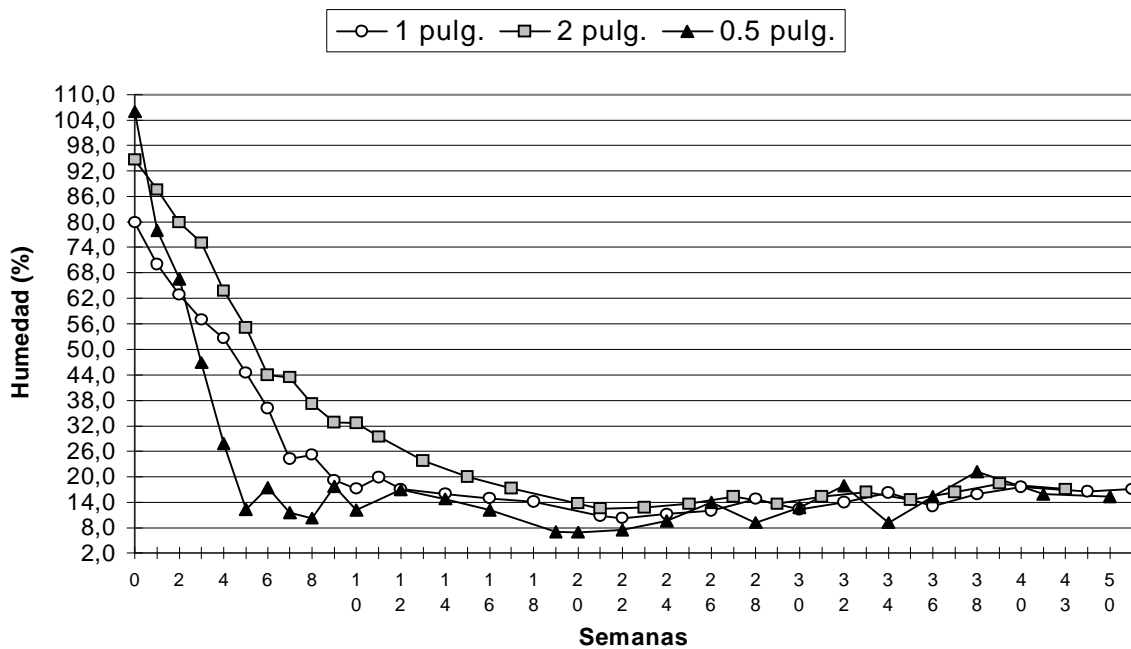
Se han efectuado estudios en Concordia comparando distintos espesores y la aplicación o no de selladores, tendiendo resultados muy determinantes. Se efectuó la evaluación del secado de madera aserrada de **E. grandis**, con tablas, de 3 espesores distintos, de medidas comerciales (4 pulgadas de ancho, por 11 y 12 pies de largo y espesores de 0,5 ; 1 y 2 pulgadas). Se confeccionaron estibas comerciales, con separadores, empleándose de 67 a 121 tablas según el espesor). El secado se inició en junio de 1995, y se evaluó la marcha del mismo durante 52 semanas, a través de 9 tablas testigo en cada estiba. Todas las tablas se evaluaron al inicio y final del estudio. En el inicio las humedades variaron entre 80 y 106 % b.s.El tiempo en alcanzar el 20 % de humedad varió de 5 a 18 semanas, mientras que el 14 % se alcanzó entre las semanas 6 y 21, dependiendo ambos períodos del espesor (la de 0.5" demoró 6 semanas, estabilizándose a las 15 semanas; la de 1" demoró 18 semanas; y la de 2" 21 semanas. (Concordia se encuentra a 31° lat sur, 47m snm



Los resultados muestran curvas de secado diferentes para los distintos espesores.y las ecuaciones de regresión que representan a cada curva.

- 1) ESTIBA DE UNA PULGADA (1") A : ecuación $y=87,567x^{-0,5368}$ / $R^2=0,8005$
- 2) ESTIBA DE DOS PULGADAS (2") B : ecuación $y=137,4x^{-0,6304}$ / $R^2=0,895$
- 3) ESTIBA DE MEDIA PULGADA (0,5") C : ecuación $y=63,563x^{-0,5124}$ $R^2=0,5513$

GRAFICO 5.1-1 - CURVAS DE SECADO



CONTRACCIONES

Contracción: Desde verde al 16,5 % de humedad						
Espesores	0.5"		1"		2"	
	Dimensión	Contracción	Dimensión	Contracción	Dimensión	Contracción
Valores Promedios	Mm	%	mm	%	Mm	%
Esp. Inicial	14,4	4,2	28,5	4,2	54,7	4,0
Esp. Final	13,8		27,3		52,5	
Ancho inicial	103,3	2,7	104,6	3,2	106,4	2,8
Ancho final	100,5		101,3		103,4	
Long. Inicial	3660,9	0,03	3335,9	0,01	3334,7	0,02
Long. Final	3659,9		3335,6		3334,2	



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

	dm3	%	dm3	%	dm3	%
Vol. Inicial	5,457	6,8	9,964	7,5	19,405	6,6
Vol. Final	5,088		9,221		18,118	

Los valores medios obtenidos para contracciones son:

tablas de 0,5": espesor: 4,2%, ancho: 2,7%, largo: 0,03%, volumen: 6,8%.

tablas de 1": espesor: 4,2%; ancho: 3,2%; largo: 0,01%, volumen: 7,5%.

tablas de 2": espesor: 4,0%; ancho: 2,8%, largo: 0,02%, volumen: 6,6%.

Secado Artificial

En este aspecto se continúa con los sistemas convencionales de secado, con vaporización para recuperación de colapso. Se tiene la variante de secado al vacío, aunque resulta más onerosa su inversión y todavía no se cuenta con información concluyente. En este aspecto resultan interesantes los estudios de Brasil y Sudáfrica (Jankowsky, I, Vermmas, , Stohr, p)

Un caso interesante de comentar es el reciente secado solar desarrollado por técnicos almenaes en la CAF de Brasil, algunos datos citados comparando con el secado tradicional son:

Cuadro 1 Comparación de los tipos de secados

	Convencional *	Solar **
Potencia de los ventiladores	100 –250 W/m3	50 W/m3
Potencia del calentador	2 – 5 kw/m3	0,9 – 1,2 kw/m3
Consumo de energía eléctrica	60 –100 kw h/m3	20 –40 kwh/m3
Consumo de energía térmica	3 –4 Gj/m3	1-2 Gj/m3

* Brunner-Hildebrand Gmb, Ale 1996 ** CAF Santa Bárbara Ltda, Brasil 1997

En la comparación del consumo de la energía térmica, el aprovechamiento de la energía solar y el secado mediante bajas temperaturas propician una reducción del consumo de energía térmica de 50 a 70 %. También es importante observar que el secadero solar funciona con un calentador moderno de agua calentada a 80-90° C, que puede ser alimentado a lenha o chips. Esto reemplaza a las calderas convencionales, sujetas a severas legislaciones de control, lo que reduce los costos de inversión y de mano de obra para el control y mantenimiento.

El empleo de ventiladores sofisticados y la utilización de bajas velocidades del aire garantizan una reducción en el consumo de energía eléctrica aprox. en un 50%.

Cuadro 2 Comparación de secado de E. Grandis de 60 hasta el 10 % de humedad de la madera

	Playa *	Convencional **	Solar **
Duración	90 –120 días	15-25 días	22-30 días
Inversión #	60 u\$/m3	1000 u\$/m3	500 u\$/m3
Gastos de energía	0	6 – 12 u\$/m3	3 – 6 u\$/m3
Depreciación/capital	6 u\$/m3	8-12 u\$/m3	4-8 u\$/m3
Gastos totales ##	8-10 u\$/m3	20-30 u\$/m3	12-15 u\$/m3

* E. Grandis secado de 60 % hasta 18 % H, ** de 60 hasta 11 %,

Secado en playa: adquisición y preparación de la playa Secado artificial: secadero, adquisición e instalación

gastos de capital , energía , mano de obra, y pérdida de calidad.

6. Segunda transformación: Reprocesado - tableros

Comprende a los productos o partes de productos que se obtienen a partir de madera que ya fue procesada



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

primariamente (caso típico de madera ya aserrada), hoy día suele utilizarse el término "reprocesamiento" principalmente en la obtención de madera clear, finger joints, blocks, blanks, vigas laminadas y tableros de listones, o sea, que no se trata de un producto final, y se suele aplicar el término de segunda transformación a productos finales, como p.ej. la mueblería, aunque esta diferencia no esté del todo definida.

Reprocesamiento

Reprocesado con madera verde:

En el caso de E. grandis y algunos blancos semipesados, la madera aserrada se reprocesa en verde para la obtención de:

Cajones para frutas : Se producen en varios modelos, tanto para la cosecha ("cosecheros") como para la comercialización ("torito", "cajita", "San Martín", etc). En este empleo han reemplazado al pino, debido a su alta resistencia y menor costo (poseen la ventaja de no necesitar el empleo de químicos antimanchas).

Bins: Son grandes cajones, para 300-500 kg de fruta, donde su relación peso-resistencia lo hacen muy indicado.

Pallets - tarimas: En este rubro es la madera de mayor empleo en Argentina, aunque también se emplean otras. Su abundancia, precio y resistencia favorecen el uso masivo de los mismos. En un sector, dentro de este rubro, compite con los pallets de pino con tacos de "quebracho colorado".

Carretes para cables: Al igual que en los anteriores se está posicionando a la vanguardia en este empleo, aunque aún se emplean en cierta medida otras maderas.

Material apícola: En general se emplea madera "oreada" (no seca del todo). En la región litoral prácticamente todo el material apícola es de eucaliptos como ser: alzas, cuadros, mediocuadros, bases y techos, aunque algo se utiliza el pino y el alámo. El INTA Concordia tiene desarrollado un diseño de "cuadros" sencillo, sin molduras, a base de eucalipto. En este aspecto es muy importante la no necesidad de aplicación de químicos preservantes (puede justificarse solamente la impregnación de los pisos). En dicha experimental el Ing. H. DELLE VILLE trabajó en la elaboración de una pequeñas celdas de madera de eucalipto, con la cual se puede comercializar el panal entero, en su estado natural (sin desopercular) asegurando máxima pureza.

Carpintería rústica: En la zona es común la elaboración de carpintería y muebles rústicos (bancos, sillas, flejes para camas, zócalos de pisos, etc) como así también otros elementos donde el eucalipto se presta muy bien por su resistencia, como ser: escaleras largas para cosechar frutas, tablonces, caballetes, etc.,

Reprocesado con madera seca

En Argentina se seca madera de eucalipto desde hace varios años, pero principalmente fue para la elaboración de pisos (maderas más pesadas) y con métodos casi artesanales.

En cuanto al secado al aire libre es ampliamente utilizado para la elaboración de machimbres (lambris), y madera que se va utilizar en mueblería

Los países con mayor experiencia en este aspecto son Australia (con madera nativa y variadas especies) y Sudáfrica (principalmente con **E. grandis**) y Chile con **E. glóbulus**, Argentina y Uruguay con **E. camaldulensis (rostrata)**, **E. viminalis** y **E. Glóbulus**, siendo de destacar los estudios realizados en Brasil por el IPT de San Pablo desde hace varios años, y los realizados en los últimos años por el SENAI en sus centros de tecnología de madera CETEMO de Bento Cocalvez RS, y CETMAM de Sao José dos Pinhais (cerca de Curitiba) PR, en coordinación con las empresas FLOSUL y KLABIN, respectivamente.

De acuerdo a trabajos realizados en reprocesamiento y secado por MENEZES DA COSTA (1996), E, y OLIVEIRA VIANA, L (1996,1998) y sus grupos de trabajo, se llegan a obtener los siguientes resultados y consideraciones:

Reaserrado con sierras circulares:

Para eucalipto se aconseja las hojas suplementadas con material duro HM, conocido como *Widia* y carbonato de Tungsteno (dureza aproximada al diamante), aunque debe tenerse muy en cuenta la pérdida por el mayor espesor de corte.

Los dientes recomendados se observan en el siguiente cuadro



Tipo de dientes para sierras circulares para Eucalipto

<i>Pastillas en HM metal duro</i>	<i>Velocidad de corte en m/s</i>	<i>Angulo de despeje</i>	<i>tipo de diente</i>	<i>ángulo relativo de diente</i>	<i>uso</i>
---------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------------------	------------



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

Diente Recto	60 -80	15 - 20°		longitudinal
Diente alternado	60-80	5 - 10°		transversal

Herramientas para acabado

Se recomienda el uso de HM para las fresas, los mismo que para las sierras. Cuando se quiere un acabado óptimo se deben emplear herramientas de precisión de última generación, como por ejemplo el cabezal de hidroc centrado, este permite un adecuado centrado de la herramienta a utilizar. En el caso de cabezales porta cuchillas el ajuste puede llegar a 0,05 mm de oscilación periférica, (0,03 a 0,05 mm). Si las cuchillas están desparejas sólo trabaja la de mayor saliencia.

Velocidad de corte:

Es la distancia (m) que un diente de desbaste o cuchilla recorre en un determinado tiempo (seg).

A mayor dureza de la madera, menor velocidad de corte

Hojas sierra circular	acero rápido: 60-70 m/seg	HM : 70 - 100 m/seg
Hojas de sierra cinta	acero rápido 20-30 m/seg	
Fresas	acero rápido 30-50 m/seg	HM : 45 - 70 m/seg

Velocidades altas provocan: Menos desbaste, calentamiento de la hoja, marcas de quemado, menor vida útil
Velocidades bajas provocan: superficies con roturas, peligro de contragolpe, menor rendimiento en el avance.

Rotaciones para la tupí:

Siempre se recomienda hacer test prácticos: si aparece superficie quemada, disminuir la rotación, si hay astillado o mal acabado aumentar la rotación.

Paso de las cuchillas: Es la longitud entre dos golpes sobre la madera.

El paso es = Velocidad de avance x 1000 / rotación x nº de cuchillas

Según WEINIG para cepilladoras y fresas con los distintos pasos se obtiene:

0,3 a 0,8:	acabado fino, pero menor vida útil
0,8 a 2,5 :	superficie de calidad, vida útil ideal
1,5 a 1,7 :	paso de cuchillas rentable
2,5 a 5,0:	acabado grosero

En sentido general debe preferirse el maquinado longitudinal en el sentido de las fibras, ya que se obtiene mejor acabado con menor consumo de energía, la contraveta origina arrancamiento de fibras y asperezas

En cuanto a la densidad se puede afirmar que cuánto más pesado es el eucalipto pueden lograrse mejores acabados (dentro de ciertos límites), siempre y cuándo el tipo de grano ayude. Maderas densas pero con grano espiralado no dan buen acabado. En algunas especies la particularidad de la disposición de los elementos leñosos dan como resultado un brillo muy particular, como es el caso de *E. glóbulus*, cuyo brillo es muy buscado para parquet.



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

Dentro de las especies ensayadas en el CETMAM el orden en mejor % de aprovechamiento de la madera fue de *E. saligna*, *E. deanei*, *E. dunnii*, *E. grandis* (clones), *E. urograndis* y *E. grandis* de semilla, con valores del orden del 70 a casi 80%, mientras que las nativas (patrones) estuvieron en el orden de 75 a 90%.

Lijado

La recomendación general de CETMAM es usar como mínimo 3 lijas, para una superficie de acabado con barniz o fondo, usando siempre una que no sea de número un 50% mayor que la anterior, para evitar rayaduras.

Para un acabado muy fino usar 100, 150, 220 y 280 o 320.

En el CETEMO se tuvieron buenos resultados empleando la secuencia de 3 tipo de lijas 80, 100 y 150, a 3000 1400 y 1900 rpm, con una velocidad de avance de 9,1 m/min

Los estudios llevados en reprocesamiento arrojaron los siguientes resultados para *E. grandis* (de densidad algo elevada = 0,680 kg/dm³ a 15% H°, por lo que podría estar hibridado)

cuadro:

Operación	Rotación rpm	Avance m/min	Espesor de corte mm	% de piezas Aprobadas
Cepillado	5000	10	1,6	77
Copia de perfil	6000	Manual	8,0	88
Fresado				
Longitudinal	8000	10,4	2,2	99
Transversal	8000	10,4	2,2	77
Agujereado				
Para espigas	8000	Manual		100
Espigado	6000		10,0	100
Ranura en tupí	18000	Manual		82
Agujereado	3600	Manual		84
Torneado	3300	Manual		52
Lijado	3000	9,1	0,3	100
	1400	9,1		
	1900	9,1		

fuelle : M. Costa, E (1996)

7. Usos en el Mercosur y Chile

A continuación se citan usos conocidos en los países del Mercosur y algunas de la empresas y los productos que producen a escala comercial

7.1. Argentina:

a) Eucaliptos colorados:

(*E. tereticornis* y *E. camaldulensis* = *rostrata*).

De los usos frecuentes el de mayor valor agregado sería el parquet y pisos. Tiene aptitud para mueblería y productos de ebanistería. Se los emplea en tableros de partículas (aglomerados) y de fibras, tipo Hardboard (es el preferido en este último empleo). Se fabrican elementos de construcción rural (varillas, carrocerías, etc) y envases y embalajes de alta resistencia (pallets, tarimas, carretes porta cables, etc). En el pasado han tenido participación en la industria celulósica, pero en el presente ya no son tan empleados. Son los de mayor aptitud para el empleo como leña y



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

carbón (para siderurgia)

Presentan una buena aptitud para el faqueado dando productos muy buenos, similares al cedro. TINTO, 1979, cita además: puntales para minas y postes impregnados.

En cuanto a tableros FIPLASTO de Ramallo, Bs As, es la única planta que produce tableros de fibra de alta densidad (Hard board), conocido como Chapadur. En mezcla se ha empleado para tableros aglomerados en CUYOPLACAS (Mendoza), como madera maciza se lo emplea para pisos, pudiendo mencionarse a la empresa PALO ROJO (Santa Fe, hoy día inactiva)

b) Eucaliptos claros semipesados:

El *E. glóbulus* es el de mejor aptitud papelera (actualmente se está exportando desde Bs As a Europa), posee además aptitud para parquet, elaboración de molduras y muebles, requiere un particular aserrado y secado. El *E. viminialis* se lo emplea en celulosa, tableros de partículas, de fibra, pisos de parquet y en algunos usos menores (moldurados, torneados, etc). En este rubro entraría *E. dunnii* aunque todavía no se lo emplea es escala industrial. Para pisos, los primeros, son empleados en varias, en tanto para aglomerados tradicionalmente se los emplea en Bs As y Santa Fe (FAPLAC, COINDEL, COMINCO, PLACEMAR entre otras)

Empresas que emplean eucalipto para parquet:

Provincia	Localidad	Nombre	Especies
Buenos Aires.	25 de mayo	Caronello Hnos.	Eucalyptus camaldulensis Eucalyptus viminialis. Eucalyptus globulus.
Buenos Aires		Víctor Hugo Caronello	Eucalyptus camaldulensis Eucalyptus viminialis.
Buenos Aires	Tandil	Goñi	Eucalyptus viminialis
Buenos Aires	Chivilcoy	Echaide	Eucalyptus camaldulensis Eucalyptus viminialis
B. Aires	Capital	La viruta	Eucalyptus camaldulensis, E viminialis, E grandis
Santa Fe	Esperanza	Palo Rojo	E. camaldulensis, E.viminialis, E.grandis
Mendoza		Valerio Oliva	Eucalptus camaldulensis, Eucalyptus viminnalis
Mendoza	Guaymallén	Bajda	Eucalyptus camaldulensis. Eucalyptus viminialis.

c) Eucaliptos claro-rosados livianos:

Representados casi exclusivamente por el *E. grandis*, son los mas difundidos en su empleo en el país.

En gran escala se los procesa en las industrias del aserrado, industrias celulósicas, impregnación de postes para líneas aéreas, y últimamente para la industria de paneles de partículas, de fibras y tableros compensados.

Celulosa-papel.

En cuanto al rubro celulósico en Argentina 3 plantas lo emplean en un 100% CELULOSA ARGENTINA y MASSUH, y una cuarta lo empleó por algún tiempo para elaborar papel para diarios en mezcla con salicáceas (PAPEL PRENSA).

Plantas celulósicas que emplean eucaliptos en Argentina				
Planta	Provincia	Proceso	Especies	
Celulosa Argentina C Pto. Piray	Misiones	sulfito ácido	E. Grandis-saligna (discontinua)	
Celulosa Argentina C. Bermudez	Santa Fe	kraft	E. grandis	E. tereticornis E. camaldulensis
Celulosa Argentina Zarate	Buenos Aires	soda fría	E. grandis	
Massuh	Buenos Aires	sulfito neutro	E. grandis	E. viminialis
Papel Prensa (*)	Buenos Aires	semiquímica	E. grandis	



(*)Nota: actualmente no lo está empleando

Aserrado - reprocesado

La madera aserrada se la emplea fundamentalmente en encofrados, estructuras de techos, carpintería de obra y carpintería rústica, asimismo para cajones y bins (cajas para 300-500 kg) frutales, hortalizas y pollos, embalajes, pallets, tarimas y bobinas para cables. En el caso de pallets se han exportado volúmenes de importancia hacia Europa. Dentro de los aserraderos de cierta envergadura podemos citar a MELSA, UBAJAY, ABEDUL, PEÑALVER HNOS, MRACA, en Entre Ríos, y FORESTADORA TAPEBICUA en Corrientes, para el caso de Chile está COLCURA, en Uruguay URUFOR,

Como usos de reprocesamiento se tiene: principalmente machimbre (revestimiento), flejes para camas y material apícola, ya en menor escala: muebles sencillos, aberturas, cabos de escobas, vigas multilaminadas, puertas placa, construcción de viviendas económicas, broches de ropa, moldurados, torneados, juguetes, etc. Actualmente la empresa CAMPO GRANDIS está incursionando en tableros enlistonados, y se cuenta con algunos pequeños aserraderos que realizan vigas laminadas a nivel artesanal en Entre Ríos y Santa Fé.

En relación a mueblería y reprocesamiento se han realizado pruebas expeditivas con madera de grandis en Italia, a través del convenio de Cooperación Comunidad Europea-Argentina, donde se pudo apreciar la aptitud para elaborar sillas, tablas de baño, cajas industriales, zuecos, y cabos para pinceles y escobas (BRUCKMANN, I, BORONI, M, 1997.)

Tableros

Básicamente se pueden dividir en:

- Tableros de fibra

1. - de alta densidad : **Hardboard HD**

2.. - de mediana densidad: **MDF**

- Tableros de partículas:

3. - de baja densidad: **Aglomerados**

Tableros de fibra Hardboard:

Argentina cuenta con una sola planta en Ramallo, Buenos Aires FIPLASTO, que utiliza preferentemente eucaliptos colorados *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, aunque admite cierta proporción con eucaliptos claros algo más livianos, como ser *E. viminalis* , *E. glóbulus* . Comercialmente se lo conoce como "Chapadur" (tablero en crudo) o "Corlok" y "Decoplay" (con revestimiento) que son nombres comerciales de esta fábrica.

En el proceso de fabricación se llega a tamaño de fibra, y al aplicar temperatura y presión la lignina plastifica actuando como cementante.

Tableros de fibra MDF

En Entre Ríos se cuenta con una planta de tableros MDF (mediana densidad), MASISA, la que produce tableros principalmente de pino y pero también trabaja con eucalipto, ya sea puro o en mezcla, existen los tableros en mezcla 60/40, y los 100% de eucalipto grandis,

Comparando al pino y el eucalipto se puede afirmar que si el tablero se vende "desnudo", esto quiere decir sin melamina, comercialmente el tablero de eucalipto no corre con gran ventaja sobre los tableros de fabricados con pino (elliottii, taeda, insigne...), la causa es por el color, ya que el mercado los prefiere claros. Se logran propiedades fisico-mecánicas semejantes, pero no son los mismos manejos que se aplican al pino para llegar a las tracciones aptas para el mercado, es decir varían los parámetros de operación, dosificaciones y tiempos de prensado. Cuando se habla de MDF para melaminar, laquear o cubrir con algún color que tape el color natural, no tiene nada que envidiarle al pino, las terminaciones al moldurado son más suaves (la fibra es más corta, y de hecho el desfibrador con menos potencia corta más a la fibra)

Otro aspecto negativo es que en el Eucalipto como todo es más oscuro, si se pasa en tiempo la fibra en el



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

digestor (preheater) se ven fibras realmente oscuras y parecen sucias, quedando muy feo en el tablero, también aparecen puntos negros por el "quino", y la nave (los galpones) se ensucian más por que la fibra es más fina y volátil.

Actualmente se hacen tableros para pisos de 100 % de eucalipto y mezcla de 60 % de eucalipto y 40 % pino. En la producción y de un punto de vista ecológico conviene el eucalipto, no se tiene resina como efluente y los rolos de transporte no se ensucian, no se ensucian los equipos. En contrapartida el eucalipto precisa dosificaciones de resina y parafina más altas.

En cuanto a materia prima los chips de eucalipto tienen la calidad inferior, varían mucho las dimensiones y los contenidos de humedad, pero como ventaja no existe la "mancha azul", por ende no se tienen tableros "Pitufos" (azulados) y veteados (los tableros veteados se producen cuando a proceso entra batch de madera manchada y luego de otro buena, esto se ve cuando se van haciendo el apilado Comercialmente, la tendencia es ir aumentando el eucalipto, Desde el punto de vista operacional y netamente productivo, se estima que si no fuera por el mercado que siempre pide tablero claro, el eucalipto podría desplazar al pino y a cualquier madera en muy pocos años.

Al igual que el de pino el tablero de eucalipto se puede moldurar, cortar y pintar. La mezcla de 60/40 euc/pino es aceptable ya para tableros "light" que son para melaminar, es un producto que se hace en gran escala, generalmente en espesores de 12,15,18y20 mm. Este es un producto nuevo el cual está teniendo buen suceso en cuánto a sus propiedades físico-mecánicas en Argentina ha aumentado su consumo y debido a la moda de los "pisos flotantes" hoy día se están produciendo un tipo especial, delgado, de alta densidad, para pisos, denominado *lamiplast* o *lamiparquet* (al cual se le agrega parafina para hacerlo hidropelente).

Fibra de corteza

En otro aspecto, y referido a la fibra de la corteza, como curiosidad puede mencionarse las pruebas expeditivas realizadas por BARBIERI BASSO en el CITEMA, 1984, produciendo tableros de fibra de corteza de *E. grandis*, el cual podría ser utilizado como panel aislante, dado que no posee resistencia alguna pero sí buen poder aislante.

Tableros de partículas (aglomerados)

En lo referido a tableros aglomerados en Concordia la empresa MASISA posee una planta que trabaja casi con el 100% de *E. grandis* (tanto con rollizos como con residuos de aserrado, como ser aserrín, costaneros y virutas), otra planta remodelada que emplea ocasionalmente esta madera es CUYOPLACAS en Mendoza, se han citado otras empresas de Buenos Aires y Santa Fé que emplean esta madera, mereciéndose comentar la actual construcción de una nueva planta de origen italiano en Entre Ríos.

Laminados (debobinados y faqueados)

En lo referido a tableros compensados, (terciados o multilaminados) desde hace algún tiempo se lo viene empleando para suplementar a otros tableros de nativas, ya en el 70" la empresa CAFFETTI realizó pruebas en Misiones, y más recientemente HENTER, y GARUAPE, lo emplean para este fin. En este rubro es de destacar la puesta en funcionamiento desde hace un año de la planta de tableros compensados de FORESTADORA TAPEBICUA, la cual se abastece con 100 % de eucalipto grandis, produciendo tableros de tipo fenólicos de variados espesores.

Para el debobinado HENN,1994 cita como especies aptas a ***E. deglupta*, *E. diversicolor*, *E. obliqua*, *E. maculata*, *E. regnans*, *E. delegatensis***, aunque la experiencia se refiere a madera de bosques nativos.

f. Para el caso de laminados de corte plano (faqueados) todas las especies debobinables serían aptas, pero esto no sucede a la inversa pues algunas especies han demostrado tener sólo aptitud para el faqueado, como p.ej ***E. camaldulensis*, *E. glóbulus* y *E. marginata*. Faqueado: (corte con cuchillas)**

Dentro de este tipo de procesamiento se debe incluir el faqueado para tablas de cajonería, efectuado normalmente con máquinas pequeñas de tipo vertical. Se procesan troncos pequeños, al estado verde, al cual se le cantearon dos caras en una sierra. Con ello se obtienen tablillas de poco espesor, de superficie rústica, las que se destinan generalmente a cajonería. Su principal ventaja es el mayor rinde y limpieza por no generar aserrín.

En cuanto al faqueado para chapas decorativas, en Argentina se producen en forma esporádica debido a la falta de materia prima de grandes diámetros libre de nudos. La mayoría de las especies debobinables son aptas para el faqueado, pero lo inverso no siempre se produce, como es el caso de *E. glóbulus* y *E. viminalis*.

Los eucaliptos colorados y algunos híbridos como además los claros-pesados ofrecen productos de muy buen valor, los que generalmente se comercializan con otros nombres "cedro pampeano", "cedrillo", "cerezo", etc, a excepción del *Eucalyptus glóbulus* que tiene reconocimiento como tal (lo mismo sucede su parquet), debiendo destacarse los



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

excelentes resultados que se obtienen con *E. glóbulus* en Chile. Pruebas expeditivas con *grandis*, *saligna* y *dunnii*, muestran que el *E. grandis* posee la mejor aptitud para este proceso, en el que se pueden obtener variados diseños, dependiendo del grano .

Respecto del *E. dunnii* resulta interesante su potencial en el laminado para reemplazar al tradicional, y cada vez más escaso "guatambú blanco" (*Balfourodendron riedelianum*), o al Pau Marfim de Brasil, aunque resta investigar más sobre su comportamiento respecto de las rajaduras y colapso.

Actualmente se están realizando pruebas comerciales con *grandis*, aunque una de las mayores dificultades que se encuentra es la falta de madera podada, lo cual es fundamental para este proceso.

A nivel comercial en Argentina hace bastante tiempo (más de 15 años) se producían chapas de eucaliptos, en la desaparecida faqueadora MIGUET, principalmente de **E. camaldulensis** por su tonalidad rojiza similar al cedro, lo que le valió su nombre de fantasía "*cedro pampeano*", asimismo demostraron muy buen comportamiento ciertos híbridos naturales (poco estables). En pruebas expeditivas realizados por el INTA se obtuvieron resultados con el *E. grandis* y algunos híbridos naturales, no teniéndose buenos resultados con **E. saligna** y **E. dunnii**, debido a problemas de colapso y rajaduras, aunque esto no debe tomarse como definitivo, ya que con los clones se abre un panorama todavía no conocido.

Madera redonda - postes

Como madera redonda se lo emplea en: Postes largos impregnados para líneas aéreas, postes cortos impregnados para alambrados, espalderas de cultivos, parrales de viñas, invernáculos, galpones de pollo y diversas construcciones rurales, existiendo más de 20 plantas industriales de este tipo. (PADEMA, IMPRECOR, CHIMENO Hnos, MADERAS DON ANGEL, entre otras). Hasta no hace mucho predominaba el empleo de Creosota y pentaclorofenol, pero debido a la prohibición de este último y el avance en empleos estructurales-agrícolas ha tomando gran auge el empleo de sales tipo CCA (cobre-cromo-arsénico)

Otros usos menores

Como curiosidad se puede mencionar la construcción de cabañas de troncos las que han dado buen resultado, y la confección artesanal de tejuelas para techos (algunas llevan 20 años de colocadas). Como uso marginal se lo emplea para leña en el secado de granos, calefacción de galpones, elaboración de ladrillos, panaderías, etc. antiguamente se elaboraba carbón activado con aserrín de *E. grandis* en Concordia

g. Carbón-leña:

En Argentina el carbón se lo ha utilizado fundamentalmente con destino siderúrgico en el NOA y Cuyo, prefiriéndose los de mayor densidad (colorados), prácticamente no existe el carbón de eucalipto para uso doméstico debido a la abundancia del carbón de especies nativas.

Como uso interesante se puede citar la existencia en el pasado de una fábrica de carbón activado en Concordia, la que trabajaba fundamentalmente con aserrín de *E. grandis*.

La leña es utilizada mayormente para secaderos de granos, tabaco u otros productos, para calefacción de invernáculos o criaderos de pollos y en menor medida en hornos de panaderías. No se encuentra difundido el uso energético de la madera, lo cual es frecuente en la vecina costa del Uruguay, lo cual en parte se debe a la abundancia de gas y combustibles

En este aspecto es de destacar el empleo masivo en Brasil, tanto para generar energía térmica, como eléctrica, o en el empleo de usinas siderúrgicas, e inclusive para el consumo hogareño para la preparación del "churrasco" (cosa impensada en Argentina), Uruguay es otro ejemplo del empleo energético, aunque últimamente va decayendo ese tipo de consumo.

Otros usos no madereros

Como aspecto complementario es de citar la importancia melífera del **E. grandis**, el cual es muy utilizado en otoño para completar el circuito de producción de miel (Argentina es el 2° exportador mundial de miel)

Por otra parte algunas especies de eucalipto dan la posibilidad del aprovechamiento de aceites esenciales, destacándose el *E. Citriodora* que produce "citronela", y el *E. Glóbulus* con un buen contenido de "cineol", los cuales han sido utilizados en Brasil y Uruguay.

Finalmente como curiosidad, puede citarse del empleo de rollizos pequeños o aserrín de eucalipto para la producción de hongos comestibles de alto valor, como es el caso del "Shitake", actualmente en producción a escala artesanal en



Argentina y Brasil.

Comercialización:

La madera aserrada de eucalipto generalmente se comercializa verde, y sin ningún estándar de calidad. Se la divide en madera corta (menos de 7' de longitud) y larga de 7 a 14 '. Actualmente en Argentina la madera aserrada del *E. grandis* es la de menor precio en el mercado (100-120 u\$s/m³ puesto en aserradero), el productor forestal recibe de 8 a 16 u\$s por cada tonelada en pie en el monte, dependiendo de la zona y el destino. El costo de elaboración para rollizos de aserradero fluctúa entre 4 a 6 u\$s/t con corteza, y si es para celulosa de 5 a 6 u\$s/m³ estéreo sin corteza ambos puestos sobre camión (0,73 m³ sólido). Los fletes usuales para 30 -40 km son del orden de 3 a 4 u\$s/t. En este último año debido a los problemas de extracción de madera del monte, debido a las lluvias provocadas por "El niño", han hecho que la madera llegue a cotizarse hasta 18 u\$s/t en pie, pero el aserradero no pudo elevar sus precios de la tabla. En ciertos casos ayudó a amortiguar, aunque más no sea en forma parcial, la colocación de subproductos (desperdicios y chips) para celulosa y tableros.

7.2. Brasil

En este país la orientación ha sido marcadamente celulósica-energética-siderúrgica, y con ciclos cortos, por lo que si bien poseen la mayor cantidad de forestaciones de eucalipto del mundo, no son muchas las que poseen un material genético, diámetros y un manejo adecuado para ser destinados a usos de transformación mecánica.

Es destacar los estudios que se vienen realizando para transformación mecánica desde la década del 80' en el IPT de San Pablo (Instituto de Investigaciones Tecnológicas), en la Universidad de San Pablo ESALQ - IPEF, la Universidad de Paraná UFP en Curitiba, las Universidades de Lavras y Viçosa en Minas Gerais, y más recientemente por EMBRAPA y el SENAI con sus centros CETEMO y CETEMAN, el trabajo realizado por los técnicos, HERRERO PONCE; R, RAMOS DE FREITAS, NAHUIZ, M, A; JANKOWSKY, I; WATAI, L; GARCIA, I; TOMASELLI, I ; KEINERT, S; BOLZON, G; MENEZES DA COSTA, E ; OIIVEIRA VIANA, L; SCHAITZA, E; PEREIRA J.C, y LIMA J.T, CARVALHO A.M, CASTRO SILVA, J, SILVA OLIVEIRA, J; DE ASSIS, T.entre los de instituciones públicas y los técnicos de la actividad privada CALORI, OBINO, C; FREITAS MENEZES, L.; VIANNA NETO, J; GIACOMET, C; PINHEIRO WALDRIGUES, O; entre otros. Este número de técnicos, que seguramente dista bastante de la totalidad, indica el gran interés puesto en Brasil por el estudio de este género con fines de transformación mecánica.

Ya desde la década del 80' el IPT realizó pruebas de muebles tipo gabinete (armarios estantes, roperos), mesas y escritorios con *E. grandis*, y varios tipos de muebles con *E. saligna*, el cual se presta mejor cuando se requiere mayor resistencia. Se confeccionaron estructuras para techos de 12 m de luz libre, con *E. saligna*, también se empleó *E. grandis* para techos más livianos, y *E. citriodora* y *E. tereticornis* en techos más pesados. Además se confeccionaron pallets, una vivienda prefabricada y varios componentes para las viviendas y edificios, con resultados variables según las especies. Vale destacarse la construcción de una pasarela de 32 m, confeccionada con *E. citriodora*, en San Pablo.

En el caso del SENAI se destacan los ensayos realizados para muebles de diversos tipos, principalmente de *E. grandis*, y actualmente en la Universidad de Paraná se están testeando maderas de eucaliptos para aserrado y procesamiento, probando clones de *Uro-grandis*, y tableros de tipo LVL, donde se le augura un buen comportamiento al *E. robusta*.

Desde hace bastante tiempo en este país existen empresas que conocen y vienen testeando la aptitud del eucalipto, como p. ej. la firma EUCALAR (fabricante de muebles, en SP), y GIACOMET MARODIN (aserrado en RGS), pero es en estos últimos años que ha tomado un impulso notable, parte por empresas netamente madereras y el resto por empresas de gran envergadura (celulósicas y de paneles) que han decidido diversificar su producción, especialmente después de la crisis de precios de la pulpa en los inicios del 90'.

Entre otras, podemos mencionar a FLOSUL, (aserradero e impregnadora en RGS) que produce tanto madera para pallets e interiores de muebles, como madera de calidad para pisos y su reciente planta de tableros de listones; (actualmente exporta hacia Europa) KLABIN (celulósica en PR) y empresas asociadas que producen madera sólida para muebles, pisos, cabos de herramientas, paneles, molduras, madera estructural y láminas debobinadas y faqueadas; DURATEX (tableros en SP) que produce pallets en gran escala, CAF en Santa Bárbara y próximamente en Bahía, y la reciente puesta en marcha del un aserradero de ARACRUZ (celulósica en ES) de gran magnitud.

Chile



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

Como se comentara Chile basa su eucalipultura en **E. glóbulus**, y recientemente en algunas introducciones alternativas, como el **E. nitens**. Principalmente se lo destina a la industria celulósica, o para la exportación de chips. En cuanto a madera sólida fue tradicional el empleo para pilares de minas, y actualmente se la ocupa en los rubros de la construcción, vías ferroviarias, muebles, pisos, molduras, viviendas y láminas decorativas.

En lo relativo a transformación mecánica se destaca la empresa COLCURA S.A., (aserradero y faqueadora en Concepción), la cual desde hace larga data asierra, seca y reprocesa el eucalipto, así como también produce láminas decorativas mediante el corte plano (faqueado).

Debido a lo complicado del glóbulus se realiza el estacionamiento de los rollizos con corteza, sellados en sus cabezales, en la playa de aserrado, con el empleo de pulverizadores para mantener la humedad. Luego se lo asierra con sierra cinta y Frame (alternativa múltiple) para la obtención de piezas radiales, y posteriormente, una vez eliminadas la madera de corazón y la albura, se la estaciona al aire libre, con cobertura y un contrapeso de techo (presecado), hasta llegar a un 30% de humedad, este estacionamiento puede durar de 5 a 12 meses según escuadrías y época del año. Luego se efectúa el secado en cámara con temperaturas bajas (entre 44 y 64°C, con una tasa de secado entre el 0,6 y 0,8%, o sea unos 19 a 22 días) a fin de no tener más de un 5% de pérdidas de tablas.

El contenido final de humedad es de 8-10% en madera para pisos, 12% en madera aserrada y 16% para revestimientos. Se producen molduras, revestimientos, pisos y parquet.

En cuanto al laminado (foliado), los rollizos también se estacionan con riego por aspersión y sellado, y previo al faqueado se lo calienta en agua a unos 50°C durante 21-25 hs. Luego se procede a elaborar una pieza, *flitch*, mediante una sierra circular canteadora, con vistas a producir láminas netamente radiales. Las mermas que se producen llevan a un rendimiento en láminas del 22.8%. Las láminas se emplean para recubrir tableros, cantos, puertas y muebles.

Debido a la posible futura falta de diámetros se está pensando en la futura incorporación de finger joint, pisos combinando maderas de 3 estratos, así como también las faqueadoras excéntricas (rotativa) que amplían el ancho de la lámina. (LUENGO, M, I, 1995, 1996).

Un aspecto interesante a comentar son los estudios que se realizan sobre secado con vacío en la Universidad de Bio Bio, en Concepción, el cual hasta el presente se justificaría con madera de alto valor.

Uruguay

Desde hace bastante tiempo se elaboran pisos de eucaliptos aunque a nivel casi artesanal. Tradicionalmente el Uruguay procesaba eucaliptos colorados (tipo **camaldulensis**), o blancos pesados, empleados en pequeña escala para muebles, carpintería sencilla, pisos, y usos rurales. El mayor empleo se concentró en los rubros energético-celulósicos. Recién en los últimos años se difundieron en gran escala el **E. glóbulus** (globulus y maiden, principalmente para celulosa) y el **E. grandis** que si bien sirve para celulosa, la mira está puesta en el reprocesado mecánico.

Hoy día se encuentra la empresa URUFOR en Rivera, realizando aserrado, secado y remanufactura, producen madera verde para embalajes, vigas laminadas, finger joint para cielorrasos (machimbre), pisos, blanks y molduras, y tableros enlistonados, trabajando principalmente con grandis. En la zona de Paysandú se encuentran las firmas CAJA BANCARIA, PALO SOLO: elaborando vigas laminadas, paneles enlistonados y madera clear para finger joint, y DELAMONTE, elaborando remanufacturas como machimbre, pisos y moldurados, ambas poseen secaderos artificiales.

Al igual que Argentina el mercado de postes impregnados está dominado por el eucalipto curado con CCA, siendo TRIMMA una de las empresas de mayor antigüedad.

Cabe citarse la reciente inauguración del aserradero SOUTHERN CROSS, el cual cuenta con tecnología de avanzada, para procesar E. Grandis.

Resulta interesante comentar que el Uruguay ante la preocupación por el destino de sus plantaciones ha convocado a consultorías de la OEA y la CEEA (realizada principalmente por técnicos Australianos) y a nivel privado con técnicos de Sudáfrica, cuyas conclusiones marcan la conveniencia de planificar y manejar los montes de eucaliptos con podas y raleos, con vistas a la producción de madera de calidad.

Paraguay

Este país cuenta con una reciente historia forestal de plantaciones, básicamente las mismas se iniciaron con **E. camaldulensis** el cual posee un buen crecimiento y se le augura una buena aptitud para pisos, lo que llevaría a



poder suplantar al tradicional "Viraró". Ultimamente se están realizando algunas plantaciones con **E. citriodora** y **E. grandis** pensando en madera de calidad.

8 . Otros países

Resulta interesante comentar las utilizaciones que se le da a los eucaliptos en otros países fuera de América del sur.

Australia

Dado que es el origen del eucalipto se encuentra una gran diversidad de especies, aunque sólo una gama de ellas son aprovechadas para transformación mecánica, especialmente proveniente de bosques nativos, entre las que se puede mencionar a **E. pilularis**, **E. maculata** (actualmente **Corymbia maculata**) **E. citriodora**, **E. saligna**, y **E. tereticornis** en Queensland y Nueva Gales del Sur, los tipo "ash" **E. regnans**, **E. obliqua**, **E. delegatensis**, **E. nitens** en Victoria y Tasmania, y **E. marginata** y **E. diversicolor** en el oeste. La mayoría de estas especies también se están plantando , a excepción de **E. marginata** y **E. diversicolor**. Una especie que se está plantando es el **E. glóbulus**, aunque su destino es netamente celulósico.

En cuanto al **E. grandis**, es una entre las tantas especies utilizadas, considerándosela una especie menor en comparación a las citadas, la madera procede de bosques nativos y de plantaciones, siendo que la de plantaciones resulta de menor densidad y color más pálido que las primeras. Se la emplea actualmente para tableros compensados estructurales, madera seca para revestimientos, molduras, pisos y paneles, mientras que la madera verde, de menor calidad, se la destina a embalajes y pallets. Los planes de forestación de calidad son recientes, la madera cortada actualmente no tiene podas ni raleos, y todavía no se ha tenido muy en cuenta la procedencia del material genético.(GOUGH, D, 1998 com. pers.)

Sudáfrica:

Es uno de los países pioneros en la utilización como productos sólidos, principalmente trabajando con **E. grandis** y **E. saligna**. Desde hace bastante tiempo se confeccionan puntales para minas (rollizos con dos caras aserradas) el cual puede considerarse como el producto aserrado de mayor producción, aunque su transformación sea mínima. En menor escala se aserran tablas para la confección de muebles, vigas laminadas y madera para construcción.

En el caso de madera redonda esta muy difundido el uso de postes impregnados generalmente con CCA (los cortos) y creosota (los largos). Merece comentarse la idea de realizar muebles combinando madera redonda con tablas aserradas, de diseños muy llamativos, los cuales llegan a exportarse incluso a Australia.

Cuando se trata de madera de calidad, usualmente se prefieren diámetros grandes, tradicionalmente se aserran con sierras Frame, con la consideración de que el centro del rollizo usualmente es descartado, debido a su menor densidad y a la frecuente aparición del corazón quebradizo (brittle heart).

En el caso del secado de tablas Sudáfrica es uno de los países con mayor experiencia, usualmente se realiza un presecado al aire libre, para bajar la humedad a menos de 30%, y luego se efectúa el secado en cámaras con bajas temperaturas (sistema tradicional). La madera obtenida se emplea mayoritariamente en mueblería, en la elaboración de vigas laminadas y madera estructural. (SLATTER, G, com.pers)

La idea general en los planes de manejo de las forestaciones del estado era llegar a una corta final cercana a los 25 años (con diámetros superiores a los 40 cm) para destinarlos a aserrado y laminado, pero actualmente las empresas privadas están tratando de disminuir los turnos, debido a los costos financieros.

Pese a ello el destino celulósico sigue siendo el principal consumidor, siguiéndole en importancia los puntales de minas, y luego en menor medida la madera aserrada.

En cuanto a las especies, Sudáfrica es netamente semiárido por lo que las especies citadas se ubican en las regiones más húmedas, en cuanto a otro tipo de madera se está plantando **E. nitens** , **E. smithii** y **E. macarthurii** , mientras que las nuevas plantaciones se orientan para zonas más secas, utilizándose especies más rústicas (como **E. camaldulensis**) mereciendo mencionarse los nuevos híbridos de **grandis** x **camaldulensis** creados a fin de abarcar zonas marginales y **grandis** x **nitens** para reducir rajaduras y calidad de madera.



Nueva Zelanda

La principal especie plantada es **E. nitens**, con un ritmo de 10.000 a 15.000 ha/año, siendo su principal destino el celulósico (tanto para plantas de pulpa, como para exportar chips a Japón) Los productores rurales plantan eucaliptos para diversificar su empresa, siendo que generalmente prefieren a **E. fastigata**, del cual se plantan unas 2.000 ha/año, si bien este tiene menor calidad celulósica la idea es emplearlo para madera aserrada y tableros compensados. En muy pequeña escala se tienen plantaciones de *E. pilularis* y *E. glóbulus maidenii*. En cuanto al *E. regnans* se ha dejado de plantar por enfermedades, y el *E. saligna* se planta poco debido al problema de un animal llamado "possum" especie de comadreja que come plantas jóvenes) (GEA, L., 1998, com. pers.)

Entre otros países puede citarse en Africa Zimbabwe y Madagsacar, principalmente con **E. grandis** y **E. saligna**, en Asia, el caso de la India, principalmente con **E. camaldulensis** e híbridos de **E. tereticornis**, y en América, EE UU con **E. grandis** en Florida, y **E. glóbulus** en California, Colombia, Costa Rica y Venezuela con **E. grandis**, e híbridos tipo Urograndis, aunque en estos últimos casos los destinos son celulósicos o energéticos.

9. Recomendaciones generales

9.1. A las forestaciones

Se deberá trabajar en mayor contacto con los mejoradores genéticos, haciéndoles llegar requerimientos "razonables" para mejorar el reprocesamiento y obtener productos de calidad.

Se deberán hacer más eficientes las tareas de podas y raleos a fin de que sean más fácilmente adoptables, insistiendo en ensayos demostrativos y confeccionando planes técnicos adecuados de podas

Continuar con el avance de la clonación y la creación de híbridos con vistas a mejorar la calidad.

Fomentar los estudios tendientes a reducir los problemas intrínsecos del eucalipto (especialmente grano, rajaduras y tensiones)

9.2. A los productos, procesos y usos:

Debido a lo novedoso de la utilización de la madera maciza de eucalipto resulta importante recurrir a la experiencia de países con tradición, como así también a los pequeños productores, carpinteros y artesanos que desde hace tiempo trabajan estas maderas.

Se debe tener un cambio de mentalidad con respecto a lo tradicional, tomando una real conciencia de hasta dónde se puede llegar con la materia prima actual y hasta dónde en el futuro, sin crear falsas expectativas ni desacreditar injustificadamente a esta madera.

Como recomendaciones, recopiladas en la experiencia de la zona y otras mencionadas por SHIELDS, 1995, se pueden citar:

- . Tratar de usar trozas cortas, no más de 3 m de longitud
- . Usar sistemas de cortes que liberen las tensiones simultáneamente (dobles o cuádruples)
- . En el primer corte la pieza central resultante no debe ser inferior al 67% del diámetro del rollizo.
- . Procurar obtener piezas pequeñas en el aserrado, de poco ancho
- . Apilar inmediatamente la madera aserrada, evitar los rayos del sol, colocar peso a la estiba.
- . Secar la madera en forma lenta
- . En secado al aire, usar separadores más juntos que lo tradicional (50 cm), sellar los cabezales, juntar más las tablas y apilar colocando la combadura hacia abajo.
- . Aserrar la madera lo antes posible luego de apeado el árbol
- . Si es posible transportar el fuste entero y retrozar antes del aserrado
- . Si la madera debe permanecer en playa pulverizarla con agua
- . Si la madera debe permanecer en el monte, sacar la corteza para evitar ataque de taladro (en Argentina y Uruguay)
- . Clasificar los rollizos por diámetros y calidad.
- . Para debobinar calentar la madera hasta alcanzar 60-65° a 5 cm del centro
- . En el caso de eucaliptos colorados o blancos semipesados para pisos utilizar cortes radiales para obtener piezas



de mayor estabilidad y calidad.

- . Para *E. grandis* en piezas relativamente largas, efectuar cortes de tipo tangencial para mayor rendimiento y aprovechar la madera "clear" (back saw).
- . Para mueblería usar piezas pequeñas con una relación espesor-ancho pequeña.
- . Para pisos, hacer una marca con sierra o una muesca con fresa en forma longitudinal, en el centro de la cara inferior para disminuir el acanalado.
- . Cuando se debe clavar usar clavos de punta roma (achatada) o de sección ovalada, clavar más lejos del borde que con coníferas. Preferir los clavos galvanizados, o que no se oxiden.
- . Para teñir la madera usar productos hidrosolubles
- . Evitar el contacto de la madera con el agua (el tanino destiñe)
- . En el cepillado y pulido usar velocidades de alimentación menores a las usuales.
- . En ciertos usos especiales, puede elaborarse semi-seca (cepillado-maquinado) para evitar rajaduras, y continuar el secado ya elaborada.
- . Para maquinado en usos no muy exigentes se aconseja utilizar máquinas de cuerpo pequeño que permita seguir la posible curvatura de la madera (p. ej. machimbre).

9.3. Consideraciones a la comercialización:

Es necesario contar con tipificaciones adecuadas al eucalipto, en especial que se adapten a las normas internacionales, que permitan obtener mejores precios por los productos de mayor calidad, lo cual va a fomentar la forestación de mejor calidad.

Se debe encarar todo lo que hace al marketing, el cual deberá ir acompañado con la investigación correspondiente, buscando un nombre comercial impactante, a fin de crear un nuevo mercado .

Desde el punto de vista ecológico, se deberá tender a fomentar el "sello verde", poniendo énfasis en que se trata de madera "no nativa", y en la mayoría de los casos no requiere ningún químico preservante.

Debido a la baja incidencia en el mercado mundial de madera maciza resulta interesante lograr el trabajo conjunto entre los países productores para poder hacer un frente común para tener mejor penetración en los mercados. No se debe tener demasiada preocupación por no participar en los grandes mercados, sino que se debe encarar los posibles "nichos" que aseguren una demanda permanente.

10. Agradecimientos

En forma general a todas las personas y empresas e instituciones que permanentemente prestan su colaboración y trabajan para avanzar en el conocimiento y aplicación de esta madera, los que en cierta manera han permitido la realización del presente escrito.. En particular a los colegas Osmani Waldrigues, Valmir Calori, Ronaldo Sella, Graciela Bolzón de Muniz, Erich Schaitza, José Carlos, Amantino Ramos de Freitas, Reinaldo Herrero Ponce, Ivaldo Jankowsky, José Brito, y Leonel Freitas Menezes, Edvã Oliveira Brito., Edgard Mantilla., Caludio Obino, Joao Petró, José Lauro de Quadros, Vasco Flandoli, Tarciso Lima, José Gabriel Lelles, Rozimar Campos, Ana Márcia Carvalho, José T. Da Silva Oliveira., Hernando Lara Palma, de Brasil, Iván Luengo Mendoza y Leonardo Zamorano, prof.. Sánchez, Javier Gonzalez, de Chile, Alberto Fossati, Eduardo van Hoff, Carlos Faroppa, Luis Sancho, Atilio Ligrone, Luis Artola; Eugenio Schneider, Alex Von Graevits, Profesores Reinaldo Tuset, y Krall, de Uruguay, Evan Shield, David Gough, Gary Waugh. de Australia, Oscar Bupo, Graham Slater, Francis Malan, Pëter Stohr, Vermaas, de Sudáfrica, Luis Gea y Tony Haslett de Nueva Zelanda, Manuel Rodas de Paraguay; Carlos Basso y Luis Ortiz de España, y a los colegas y empresas de Argentina, imposibles de enumerar, los que han colaborado permitiendo visitas, y que han generado, o brindado, información empleada como sustento en el presente trabajo, o que simplemente en algún momento han compartido un ameno momento conversando sobre eucaliptos.

11. Bibliografía

.ALBANO, F: 1994, Manejo del monte de *E. grandis* para laminado. IX Jorn. forestales E.R, pp 1.1 - 1.5- Concordia ER.
BAUER, K, et al. 1999, Secagem solar de madeira de eucalipto em escala industrial. Tec. Abate porcess. E



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS

Concordia, Noviembre de 1999

- util. Da madeira de eucalipto, Viçosa pp34-39, Brasil
- .BELVISI .S., BLANC P.F., CALVO C.F., COTRINA A.D., CUFFRE A.G., , TORRAN E.A.,1998 . Utilización de nuestras maderas con fines estructurales análisis y propuesta, UTN C. del Uruguay
- BERTOLANI; F y otros, 1995, Menjo de eucalyptus para serraria, a experiencia da Duratex SA. Sem. intern. de util. da mad. para serraria.pp 31-40 Sao Paulo. Brasil
- . DANTONI, J: 1986, Utilización integral de la madera de eucalipto. II Jorn ftales. ER, Concordia ER.
- DA SILVA OLIVEIRA, T. 1999 Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de eucalipto. Tec. Abate porecess. E util. Da madeira de eucalipto, Viçosa pp39-53, Brasil
- DE ASSIS, TF, 199 Aspectos do melhoramento de eucalyptus para obtenção de produtos solidos da madeira Tec. Abate porecess. E util. Da madeira de eucalipto, Viçosa pp 61-72, Brasil
- .DO COUTO, H T Z., 1995. Manejo de florestas e sua utilização em serraria. Sem. intern. de util. da mad. para serraria.pp 20-30. Sao Paulo. Brasil
- . FERRER, J: 1995, Rendimiento en aserrado de E. grandis en función al diámetro del rollizo. Trabajo de tesis.
- FLYNN, R, SHIELD, E, 1999. Eucalyptus progress in higher value utilization, a global review", USA
- FUENTES, C: 1994, Industrias productoras de madera aglomerada. IX Jorn. ftales E.R. pp IV1..IV4. Concordia
- . GARCIA, J,N : Tecnicas de desdoble de eucalipto. Sem. intern. de util. da mad. para serraria.pp 59-67 Sao Paulo. Brasil
- . GODOY, 1995: Calidad total. Revista CEMA n 42, pp14. Bs. As.
- .GOUGH, D K, 1996, The radcon sawmilling system (internal report,6p. Australia
- . GUTIERREZ, MISAEL, 1995, Tecnología de secado de la madera. Dir. Ftal. Ur. 63 p. Montevideo Uruguay
- . HENN, L: 1994, El laminado de madera de eucaliptos. XI Jorn.Ftal de Entre Rios. pp ii1..ii11. Concordia.
- .INTA CONCORDIA, 1997 Carpeta de información forestal, Concordia
- . INTA-SAGYP: 1995, Manual para productores de eucaliptos de la mesopotamia argentina. 162 p. B. Aires
- JANKOWSKY,I, 1996, Secagem de madeira de reflorestamento, técnica e equipamentos. IV semader, pp 107-118. Curitiba. Brasil
- .KIKUTI, P, 1995. Manejo de eucalipto para uso múltiplo da Klabin. Sem. intern. de util. da mad. para serraria.pp 41 Sao Paulo. Brasil
- . KIKUTI, P,y otros, 1996,Producao de madeiras de reflorestamento de alta qualidade. IV semader, pp53-59. Curitiba. Brasil
- .KNORR, A, 1992. Radial Sawing, a radical use for tall trees. Mag. Trees and nat., Resources. Sep 1992 pp 14-16 Australia.
- . KRANZELIC, J: 1990,Exportación de madera aserrada, aspectos técnicos. V Jorn Ftales ER, pp 61-65. Concordia ER.
- .LPOEZ, J, 1990 Densidad básica de la madera de Eucalyptus grandis de la procedencia de HSSF en 3 sitios edáficos de Concordia. 26 Congr ATIPCA pp 39-46 Bs As
- . LOPEZ, J, y otros. 1994 Rendimiento de Eucalyptus grandis con diferentes distancias de plantación. Jor. Ftal Inta B. Vista. Ctes.
- . LUCIANO, M: 1994, Experiencia de Swedforestal en el uso de sierras circulares. IX Jorn ftales ER. cap V. Concordia ER.
- MALAN, F, Eucalyptus improvement for lumber production. . Sem. intern. de util. da mad. para serraria.pp 1-19 Sao Paulo. Brasil.
- .MENEZES DA COSTA,E, 1996 A madeira do eucalipto na industria moveleira. IV Semader, pp-75-90. Curitiba. Brasil
- . MGAYP Uruguay.: 1994, Usos de la madera de eucalipto en el Uruguay. mercado interno y exportación. IX Jorn. ftales ER > Concordia ER.
- .LUENGO M, I, 1995.Experiencia Chilena en la utilización del eucalipto. Sem intern. de util. da mad. para serraria.pp 92-108 Sao Paulo.
- LUENGO, M, I, 1995. Experiencia Chilena en el aserrío de eucalipto y pino. IV Simposio Flor. Do Rio Grande do S, pp 48-62 Porto Alegre, Brasil
- .LUENGO M, I, 1996 Industrialización del eucalipto y pino en Chile . IV Semader, pp-59-70. Curitiba. Brasil.
- .MALAN, F. 1995. Eucalyptus improvvement for lumber production. Sem intern. de util. da mad. para serraria.pp 1-19 Sao Paulo. Brasil
- NAHUZ, M et all, 1999 Inovações na area de utilização da madeira de eucalipto, panorama 1999. Vicosa. Tec. Abate



XIV JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS

Concordia, Noviembre de 1999

- porecess. E util. Da madeira de eucalipto, Viçosa pp28-34, Brasil
- . NORTHWAY, R,L. Evaluation of drying methods for plantation-grown eucalypt timber , CSIRO part (a)Kiln drying trials with pour species, and (b) Sawing, accelerated drying and utilisation characteristics Australia.
- .OLIVEIRA VIANA, L, 1996. Experiencias do SENAI-CTMAN. IV Semader, pp-119-130. Curitiba. Brasil
- . PONCE, R.H.: 1993, Novas tecnologias de desdobro e beneficiamento de madeira a busca da competitividade. I Congr. ftaal panam. vol 3 pp 310-314. Curitiba , Brasil.
- .PONCE, R.H. 1995 Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. . Sem intern. de util. da mad. para serraria.pp 50-58 Sao Paulo. Brasil
- .RADCON PTY LTD, Radcon radial timber
- . RAMOS DE FREITAS, A: 1993, Os ancos tecnologicos no processamento e uso de produtos florestais. Producao de mader a serrada de eucalipto. I Congr. panam. vol 3. pp 293-295. Curitiba.Brasil.
- . REPETTI, R: 1987, Situación y aptitud celulósica del eucalipto en Argentina. II Jorn. ftales ER. pp. 5.1 ..5.11 Concordia
- . SANCHEZ ACOSTA, M: 1987: Practicas silviculturales de poda y raleo en E. grandis. II Jorn. ftaal ER pp 6.1-6.17., Concordia . .
- .SANCHEZ ACOSTA, M: 1990, Caracterización y utilización de la madera de E. grandis. V Jorn. ftales ER. pp 83-93. Concordia .
- . SANCHEZ ACOSTA, M:1995, Experiencia argentina en la utilización del eucalipto. Sem int. util. mad. de eucal. para serraria.pp 74-91 Sao Paulo
- . SANCHEZ ACOSTA, M, 1995. Eficiencia y calidad en aserrado de madera de eucalipto, 1995. IV Simposio Flor. Do Rio Grande do S, pp 67-86 Porto Alegre, Brasil
- .SANCHEZ ACOSTA;M, 1996. Tecnología para usos de la madera de eucalipto en Argentina. IV Semader, pp-29-52. Curitiba. Brasil
- . SHIELD, E : 1995, Plantation on grown eucalypts. Utilization for lumber and rotary veneers. Primary conversion. Report. Sem. int. de util. da mad de euc para serraria. Sao Paulo,Brasil.
- . SHIELD, E; RODERIK, H: 1995. Perspectivas para la transformación con alto valor de las plantaciones de Eucalyptus en Uruguay. 205 pp. Montevideo.
- SPELTZ, G E, Experiencias senai/cetman/klabin e prefeitura de telemaco no ensino e utilização da madeira de eucalipto. Tec. Abate porecess. E util. Da madeira de eucalipto, Viçosa pp39-53, Brasil
- . TINTO, J.C.: 1979, Utilización de los recursos forestales argentinos, IFONA foll. tec. n 41. 97 pp. Buenos Aires
- . TINTO J, C: 1986, Tipificación de la madera de Entre Ríos, soluciones a los defectos. Jorn Ftales del mes de ER, pp 5.1 - 5.13 Ccdia
- . TINTO, J.C.: 1991: Características y aserrado de rollizos de E. grandis. VI Jorn. ftales de ER. pp 27-41Concordia
- . VIANNA NETO, J: 1986: Desdobro de E. grandis e E. saligna. Relat. tec. SDT-009-86
- .WATAI, L T, 1996. Paneis estruturais - tendencias e desenvolvimento no Brasil. IV Semader, pp-71-74. Curitiba. Brasil
- . WALDRIGUES, O, M F, 1995 Desdobro de madeira-Alternativas tecnológicas. IV Simposio Flor. Do Rio Grande do S, pp 87-108 Porto Alegre, Brasil