

ABR 1988



Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA



PRODUCCION DE DURMIENTES
DE EUCALIPTO

FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

R. TUSET y R. GARCIA TAIBO

BOLETIN DE INVESTIGACION N°4

MONTEVIDEO

1987

URUGUAY

El "Boletín de Investigación" es una publicación seriada que recoge los resultados de las investigaciones realizadas por el personal académico de la Facultad de Agronomía, una vez que ellos fueron revisados y aprobada su publicación por la Comisión de Publicaciones Científicas.

Las solicitudes de adquisición y de intercambio con este Boletín debe dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY.

Comisión de Publicaciones Científicas:

Martín Buxedas, Primavera Izaguirre, Carlos Bentancourt (profesores),

Pablo Fernández (estudiante),

Roberto Malfatti (profesional).

Alicia Torres (comunicadora rural),

Carlos López Matteo (editor técnico).

Producción de durmientes de eucalipto / Rinaldo Tuset y Rafael García Taibo. — Montevideo: Facultad de Agronomía, 1987. — 36 p. — (Boletín de Investigación; 4).

MADERA ASERRADA DE EUCALIPTOS

Tuset, Rinaldo

García Taibo, Rafael, coaut.

CDU 634.0.8

PRODUCCION DE DURMIENTES DE EUCALIPTO

Rinaldo Tuset * y Rafael García Taibo **

RESUMEN

Entre los años 1967 y 70 los autores realizaron ensayos de aserrado y de secado a intemperie, con la preparación de durmientes de vía a base de eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill, *subespecie globulus*) y de eucalipto colorado (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. y *E. umbellata* (Gaertn.) Domin.).

El aserrado se hizo preparando dos tipos de durmientes: conteniendo la médula y con exclusión de la médula. En los segundos se aplicaron estos métodos: cortes paralelos a la corteza; cortes opuestos y alternados; ranurado longitudinal en la cara más próxima a la médula.

El secado se realizó a intemperie, iniciándose entre fines de primavera y principios de verano; se ensayó secado en castillos derechos y en castillos cuadrados, con pesos a razón de 300 kg/m² y con techos; el proceso de secado fue controlado mediante pesada de muestras.

Para la evaluación numérica de los defectos fueron preparadas pautas especiales, separándose los durmientes en tres calidades. Los durmientes sin médula rindieron entre 85 % y 99 % de la 1a. calidad (la mejor) y entre 1,4 % y 0 % de la 3a. Los durmientes con médula rindieron entre 0 % y 34 % de la 1a. calidad; y entre 18 % y 42 % de la 3a. calidad.

Grietas y rajaduras en cabezas y caras, así como torcedura, fueron los defectos que determinaron la calificación de los durmientes.

Tanto eucalipto blanco como colorado permiten obtener un elevado porcentaje de piezas de primera calidad, siempre que se apliquen los métodos ensayados en estos trabajos.

Para un adecuado rendimiento en durmientes sin médula, el diámetro menor de los rollos no debe ser inferior a 40 cm con corteza.

Palabras clave: durmiente, médula, ranura.

SUMMARY

From 1967 to 1970, *Eucalyptus globulus* Labill, *subsp. globulus* (white eucalypt) together with *E. camaldulensis* Dehn. and *E. umbellata* (Gaertn.) Domin. (red eucalypt) were tested to obtain crossties. Two types of crossties were tested: a) including pith; b) without pith. To obtain crossties without pith, the following method was applied: sawlines parallel to the bark; sawlines opposite one to the next and alternate; two longitudinal slots made on the face contiguous to the pith. Drying was accomplished in the open air, beginning at late spring and early summer. Two types of stacks were tested: a) straight or rectangular type (layers of crossties separated, from each other, by stickers) b) square type (without stickers; the contiguous layers were in a perpendicular direction from each other). Stacks were prepared with weights placed on top (using 300 kg/m²) and with individual stack covers. Drying process was followed using weighted sample crossties.

Crossties without pith, yielded from 85 % to 99 % in the first class quality (the best) and 1,4 % to 0 % in the third class quality (rejected).

Recibido el 2 de febrero, 1987

Accepted el 4 de abril, 1987

* Profesor del Departamento Forestal.

** Ex Asistente del Departamento Forestal.

Crossties with included pith, yielded from 0% to 34% in the first class quality and 18% to 42% in the third class quality.

Checks and splits on the ends and faces as well as twist, were the seasoning defects which determined the qualification of crossties. To get a good recovery in the production of crossties without pith, logs must have the smaller diameter, not less than 40 cm (including bark).

Key words: crosstie, pith, slot.

INTRODUCCION

En 1967 se concretó un acuerdo entre la Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE) y la Facultad de Agronomía, para llevar a cabo estudios sobre la utilización de maderas de producción nacional en forma de durmientes de vía. La intervención de la Universidad, en 1973, impidió que los resultados definitivos pudiesen publicarse oportunamente, aunque ellos mantienen plena vigencia.

En un texto preliminar para AFE, se hizo el enfoque general del problema de abastecimiento de durmientes con maderas de producción nacional. En el mismo se decía: "El bosque uruguayo actual no puede solucionar el problema de AFE mediante una sola fórmula. Tampoco puede solucionarlo de manera total a corto plazo. Entendemos en cambio, que puede darse varias soluciones parciales, que si se encararan en forma simultánea llevarán a conseguir dos objetivos de interés nacional: a) reducir las necesidades de importar durmientes; b) promover la organización del mercado interno de durmientes".

Las soluciones parciales que se señalaban, se basan en el uso de madera de pino y eucalipto, fundamentalmente. En un análisis posterior del tema, se decidió comenzar los ensayos con eucalipto, debido a los siguientes hechos: a) la madera de pino tiene una demanda sostenida en el mercado nacional, a precios normalmente superiores respecto a la de eucalipto; b) las características físico-mecánicas de la primera obligan (por la experiencia de otros países donde se usa) al empleo de una plancha metálica entre durmiente y riel, lo que complica las posibilidades de utilización en AFE.

Dentro del género *Eucalyptus* se decidió ensayar los dos tipos de madera disponible en mayor volumen en el Uruguay:

* *Eucalyptus camaldulensis* Dehn; *E. umbellata* (Gaertn.) Domin.; nombre comercial: eucalipto colorado;

* *Eucalyptus globulus* Labill. *subsp. globulus*; nombre comercial: eucalipto blanco *.

Por otra parte, de los tres problemas principales que involucra el empleo de estas especies (aserrado, secado y preservación), se decidió encarar los dos primeros en una etapa inicial, por estar al alcance de los medios de AFE.

* La denominación comercial de las maderas citadas en este texto, se ajusta a la Norma UNIT 181-68.

1 — OBJETIVOS DE LOS ENSAYOS

En el marco de las decisiones previas ya explicadas, se programaron ensayos que se realizaron en tres períodos: 1967-68; 1968-69 y 1969-70. Los objetivos de esos ensayos fueron los siguientes: a) esclarecer la posibilidad de preparar durmientes de eucalipto sin médula o con médula incluida; b) comprobar métodos de aserrado y de secado a la intemperie, que permitieran lograr buenos resultados.

Estos objetivos fueron fijados teniendo en cuenta las principales causas generadoras de defectos en piezas aserradas de eucalipto, de acuerdo con los antecedentes disponibles en la literatura. En efecto, una revisión de ésta destaca como causas principales, la presencia de médula, la manifestación de tensiones internas de crecimiento y el proceso de secado.

2 — ANTECEDENTES

En varios de los países que disponen de bosques de eucalipto, se encuentra citado el uso como durmiente y a continuación se suministra una selección de informaciones relativas a los eucaliptos blanco y colorado.

Por ejemplo, Boas (1947) informa que *E. camaldulensis* es en el Estado de Victoria (Australia) la madera más usada como durmiente. Esa información es confirmada por un organismo federal australiano (CSIRO, 1965).

Respecto a *E. globulus*, Boas (1947) señala que el de durmientes se incluye entre otros usos de esta especie en Australia. Información coincidente con la CSIRO (1962), según la que esa especie es usada como durmiente en Tasmania y —en menor extensión— en algunas partes de Victoria.

Para Brasil, Navarro de Andrade (1961) suministra varios antecedentes de interés. Así, refiriéndose a *E. globulus*, cita el uso de durmientes preparados con árboles de 20 años de edad en líneas de la Compañía Paulista; los de menor duración fueron retirados a los 7 años y 5 meses de uso; los de mayor duración fueron retirados a los 9 años y 7 meses.

El mismo autor cita el empleo de durmientes de varias especies de eucalipto (botryoides, viminalis, camaldulensis) obtenidos de árboles de 8 a 15 años; ubicados en las líneas de la Compañía Paulista, después de 8 años y 5 meses continuaba en servicio el 60% de ellos. En otra publicación de Brasil, Decourt Homem de Mello (1960), cita también el uso de eucalipto en forma de durmientes.

A — Propiedades físicas y mecánicas

Como otro aspecto de los antecedentes disponibles, se ha preparado dos cuadros con valores de las propiedades físicas y mecánicas vinculadas al uso

como durmientes. Esos cuadros incluyen las cifras obtenidas en ensayos de eucalipto blanco y eucalipto colorado; además, a título comparativo se incorporan valores correspondientes a maderas que en Uruguay son usadas como durmientes (quebracho colorado, curupay, angico) y las más usadas en Europa y EEUU de América (roble y haya).

Cuadro No. 1

P R O P I E D A D E S F I S I C A S

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras. (*)	Peso específico aparente	Contracción % (**)		
		Radial	Tangencial	Volumétrica
EUCALIPTO BLANCO Centre Technique Forestier Tropical (1968) (Uruguay)	0,90 (CH = 12%)	10,2	17,1	27,6
De Carvalho (1962) [Portugal]	0,754 (CH = 15%) — — — 0,708 (CH = 0%)	5,5	11,0	19,2
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	0,73 (CH = 15%)	8,6	21,9	35,7
Kingston and Risdon (1961) [Australia]	0,79 (CH = 12 % antes de rea- condiciona- miento)	6,9 (de verde a 12 % antes de reacondicio- namiento)	14,4 (de verde a 12 % antes de reacondicio- namiento)	
	0,73 (CH = 12 % después de reacondicio- namiento)	4,6 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	9,4 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	
	0,62 (P a 0 %; V en verde)			

Cuadro No. 1 (continuación)

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras. (*)	Peso específico aparente	Contracción % (**)		
		Radial	Tangencial	Volumétrica
Torricelli (1941) [Chile]	0,72 (CH = 12 %) --- 0,62 (P a 0 %; V en verde)	7,6	15,3	22,5
EUCALIPTO COLORADO Centre Technique Forestier Tropical (1968) [Uruguay]	CAMAL- DULEN- SIS 0,78 CH = 12 %	---	9,5	15,3
	UMBE- LLATA 0,82 (CH = 12 %)	5,5	9,3	18,4
Chudnoff (1961) [Israel]	CAMAL- DULEN- SIS 0,75 (P a 0 %; V a 12 %)	3,0 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	4,6 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	7,7 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)
	0,79 (V a 0 %)	4,9 (de verde a 0 % después de reacondi- cionamiento)	7,7 (de verde a 0 % después de reacondi- cionamiento)	12,9 (de verde a 0 % después de reacondi- cionamiento)
Fontoura (1967) [Brasil]	CAMAL- DULEN- SIS 0,82 (CH = 12 %)	6,7	23,8	36,0
	UMBE- LLATA 0,92 CH = 12 %)	6,9	15,0	26,0
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	CAMAL- DULEN- SIS 0,87 (CH = 15 %)	6,8	15,5	25,9
	UMBE- LLATA 0,95 (CH = 15 %)	6,9	13,4	23,0
Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (1966) [España]	CAMAL- DULEN- SIS 0,75 (CH = 12 %)	2,3	5,0	10,9

Cuadro No. 1 (continuación)

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras. (*)	Peso específico aparente	Contracción % (**)			
		Radial	Tangencial	Volumétrica	
Kingston and Risdon (1961) [Australia]	0,91 (CH = 12 % antes de reacondicio- namiento)	4,4 (de verde a 12 % antes de reacondi- cionamiento)	8,9 (de verde a 12 % antes de reacondi- cionamiento)		
	CAMAL- DULEN- SIS	0,85 (CH = 12 % después de reacondicio- namiento)	2,7 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	4,8 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	
	0,71 (P a 0 %; V en verde)				
	UM- BE- LLA- TA	1,00 (CH = 12 % antes de reacondicio- namiento)	4,8 (de verde a 12 % antes de reacondi- cionamiento)	8,6 (de verde a 12 % antes de reacondi- cionamiento)	
		0,95 (CH = 12 % después de reacondicio- namiento)	3,4 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	5,8 (de verde a 12 % después de reacondi- cionamiento)	
		0,78 (P a 0 %; V en verde)			
QUEBRACHO COLORADO Tortorelli (1956) [Argentina]	1,20 a 1,25 (CH = seco al aire)	4,3	7,4	11,3	
CURUPAY Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	1,05 (CH = 15 %)	4,9	8,1	13,9	

Cuadro No. 1 (continuación)

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras. (*)	Peso específico aparente	Contracción % (**)		
		Radial	Tangencial	Volumétrica
Tortorelli (1956) [Argentina]	0,98 (CH = seco al aire)	4,6	9,2	17,7
ANGICO Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	0,90 (CH = 15 %)	3,7	8,3	13,9
Tortorelli (1956) [Argentina]	0,975 (CH = seco al aire)	5,6	10,4	16,8
ROBLE Comité Européen de la Traverse en Bois (1965) [Alemania]	0,65 (CH = 0 %) --- 0,69 (CH = 12 %)	4,0	7,8	12,2
U. S. Department of Agriculture (1955) [EE. UU. de América]	0,63 a 0,67 (CH = 12 %)	4,3 a 5,4	9,0 a 9,3	14,8 a 16,0
HAYA Comité Européen de la Traverse en Bois (1965) [Alemania]	0,68 (CH = 0 %) --- 0,72 (CH = 12 %)	5,8	11,8	17,9

(*) La procedencia de las muestras se da con el nombre del país entre corchetes.

(**) Cuando no se indica otra cosa, debe entenderse contracción desde verde a 0% de contenido de humedad.

CH = contenido de humedad

P = peso

V = volumen

Cuadro No. 2

PROPIEDADES MECANICAS (*)

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras (**)	Dureza			Flexión estática (kg / cm ²)		Flexión dinámica	
	Janka (kg)		Chalais Meudon	Módulo de elasticidad	Resis- tencia a la ruptura	Trabajo de rup- tura (kg/m)	Cota diná- mica
	axial	perpen- dicular al grano					
EUCALIPTO BLANCO Centre Technique Forestier Tropical (1968) [Uruguay]			6,5	193 000	1 899		0,86
De Carvalho (1962) [Portugal]			4,0		1 371	4,8	1,4
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	489			105 000 (madera verde)	1 047	3,1	0,80
Torricelli (1941) [Chile]	745	700		160 000	1 198		
EUCALIPTO COLORADO Centre Techni- que Forestier Tropical (1968) [Uruguay]							
	CAMAL- DULEN- SIS		4,1	138 000	1 709		0,94
	UMBE- LLATA		5,3	139 000	1 523		0,84
Chudnoff (1961) [Israel]	CAMAL- DULEN- SIS	725		112 500	1 125	2,6	
Fontoura (1967) [Brasil]	CAMAL- DULEN- SIS	578		93 600 (madera verde)	1 061	2,4	0,55
	UMBE- LLATA			143 000 (madera verde)	1 393	3,9	0,68
Instituto Forestal de I. y Experts. (1966) [España]	CAMAL- DULEN- SIS		3,9	69 500	1 053		0,98
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	CAMAL- DULEN- SIS	645		101 600 (madera verde)	1 150	3,2	0,66
	UMBE- LLATA	836		133 200 (madera verde)	1 576	6,0	0,97

Cuadro No. 2 (continuación)

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras (**)	Dureza			Flexión estática (kg / cm ²)		Flexión dinámica	
	Janka (kg)		Chalais Meudon	Módulo de elasticidad	Resis- tencia a a la ruptura	Trabajo de rup- tura (kg/m)	Cota diná- mica
	axial	perpen- dicular al grano					
QUEBRACHO COLORADO Tortorelli (1956) [Argentina]		1 150 a 1 200		154 000	1 400		
CURUPAY Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	1 175			166 800 (madera verde)	1 890	7,8	1,18
Tortorelli (1956) [Argentina]		830		142 000	1 260		
ANGICO Tortorelli (1956) [Argentina]		1 064		157 800	1 190		
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1956) [Brasil]	818			102 400 (madera verde)	1 180	3,3	0,66
ROBLE Comité Européen de Traverses en Bois (1965) [Alemania]	690	450		130 000	1 100		
U. S. Department of Agriculture (1955) [EE. UU. de América]	633	573		120 500	995		
HAYA Comité Européen de Traverses en Bois (1965) [Alemania]	780	675		160 000	1 230		

(*) Salvo indicación expresa, determinadas para contenidos de humedad de 12 a 15 %.

(**) La procedencia de las muestras se da con el nombre del país entre corchetes.

NOTA: Con posterioridad a la redacción de este trabajo, se dispuso de otras dos publicaciones, de las que se han extraído datos que se presentan en los cuadros 2A (Oddone y otros, 1973) y 2B (Hillis and Brown, 1978).

Cuadro No 2 A

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras.	Peso específico aparente	Contracción %				Dureza Janka (kg)			Flexión estática. Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
		de verde a 12%		de verde a 0%		Axial	Perpendicular al grano		
		Radial	Tangen- cial	Radial	Tangen- cial		Cara radial	Cara tangen.	
CURUPAY Oddone y otros (1973) [Paraguay]	1,290 (P y V en en verde) -- 1,053 (P y V al 12%) -- 1,021 (P y V al 0%) -- 0,896 (P a 0%) y V en verde)	1,2	3,2	3,4	7,8	1 510	1 438	1 363	165 626
ANGICO Oddone y otros (1973) [Paraguay]	1,192 (P y V en verde) -- 0,923 (P y V al 12%) -- 0,861 (P y V al 0%) -- 0,757 (P a 0%) y V en verde)	1,3	6,4	2,5	8,9	1 094	935	929	130 905

Cuadro No. 2 B

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS

Especie. Origen del dato. Procedencia de muestras.	Peso específico aparente	Contracción tangencial (de verde a a 12%)	Dureza perpendi- cular al grano (N)	Flexión estática	
				Módulo de de elasticidad (MPa)	Módulo de de ruptura MPa)
EUCALIPTO COLORADO Hillis and Brown (1978) [Australia]	0,647 - 0,720 (P a 0%; V en verde)	alta	6 300 a 7 100	7 750 a 8 600	62,2 a 64,0
	0,905 - 1,010 (P a 0%; V a 12%)		10 000 a 11 100	9 700 a 11 000	96,7 a 110
EUCALIPTO BLANCO Hillis and Brown (1978) [Australia]	0,725 - 0,801 (P a 0%; V en verde)	alta	7 150 a 8 000	15 500 a 17 200	86,3 a 96,6
	0,905 - 1,010 (P a 0%; V a 12%)		10 000 a 11 100	19 400 a 21 700	139 a 154

N = newton

MPa = megapascal

B - Resistencia al arranque de tirafondos

El comportamiento de una madera respecto al arranque de tirafondos, es otra característica que interesa en relación con el uso de los durmientes. En este sentido, se dispone de antecedentes europeos que incluyen datos para eucalipto colorado; destacamos sin embargo, que al no encontrarse suficientemente detallado el método de ensayo en las publicaciones que contienen los datos, no se tiene la seguridad de que las cifras sean comparables.

Cuadro No. 3

RESISTENCIA AL ARRANQUE DE TIRAFONDOS

AUTOR	ESPECIE	RESISTENCIA (kg)	
Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. (1966) [España]	eucalipto colorado	media = 5 630 mínima = 3 200 máxima = 7 400	
	pino marítimo	media = 4 520 mínima = 2 900 máxima = 7 300	
Comité Européen de la Traverse en Bois (1965) Origen del dato: Alemania.		tirafondos de 13 mm diámetro 120 mm largo	tirafondos de 16,5 mm diámetro 116 mm largo
	roble	4 900	6 000
	haya	5 600	7 400
	pino	2 700	3 200

MATERIALES Y METODOS

1 - MATERIALES

En el primer ensayo realizado, se utilizó madera de eucalipto blanco en forma de rollos con diámetro mínimo de 40 cm con corteza, provenientes de árboles de aproximadamente 50 años de edad, de los cuales se extrajeron 117 durmientes sin médula; y rollos de diámetro mínimo de 27 cm, provenientes de árboles de 25 a 30 años de edad, para hacer 54 durmientes con médula.

En el segundo ensayo, se utilizó madera de eucalipto colorado en forma de rollos de diámetro mínimo de 38 cm, provenientes de árboles de aproximadamente 50 años de edad, de los cuales se extrajeron 110 durmientes sin médula. Con rollos de 26 cm de diámetro mínimo, provenientes de árboles de unos 45 años de edad, se confeccionaron 80 durmientes con médula.

En el tercer ensayo también se utilizó madera de eucalipto colorado de igual origen y dimensiones que en el ensayo anterior preparándose 150 durmientes sin médula y 120 con médula.

En todos los casos, el largo de los rollos fue de 260 cm.

Como trabajo previo, se realizó la selección de los árboles en pie para evitar defectos como nudos excesivos, grano inclinado, cicatrices de lesiones, agujeros, podredumbre, etc.; simultáneamente se hizo la determinación botánica de la especie.

2 — METODO DE TRABAJO

A — Aserrado

Mediante esta operación se prepararon durmientes de m 2,50 de largo, 12 cm de espesor y 24 cm de ancho, lo que significa un volumen de 72 dm³ (equivalente a 30,5 pies madereros).

Se procuró realizar el aserrado lo más rápidamente posible después del apeo; es decir, aserrar la madera en estado verde.

En todos los ensayos, el aserrado para la obtención de durmientes sin médula fue realizado de la misma manera y consistió en las etapas que a continuación se describen:

- 1) Determinación de la zona de extracción del durmiente en el rollo, sobre la cabeza de menor diámetro, valiéndose de una plancheta de material transparente de dimensiones similares a la sección del durmiente (12 por 24 cm). La marcación se hizo tratando de evitar:
 - a) La inclusión de la médula, dejando ésta a 5 cm por lo menos de la cara interna del durmiente.
 - b) Grietas o rajaduras incipientes dentro de lo posible, de ahí el uso de una plancheta transparente.
 - c) La presencia de vacíos o de falta de madera, debidos a la conformación del rollo en el largo.
 - d) La albura, dentro de lo posible.
 - e) Que defectos inevitables queden sobre las caras de apoyo del durmiente; en este caso se buscó que quedaran sobre los cantos.
 - f) Los cortes radiales.
- 2) Realización de cortes paralelos a la corteza. Para ello se debe colocar el rollo en el carro de la sierra, sujetándose el extremo de mayor diámetro al carro, recostándolo contra los soportes del mismo y el diámetro menor hacia adelante se aleja de los soportes del carro de tal manera que el borde exterior del rollo quede paralelo al plano de la hoja de la sierra.
Esto permite que las piezas no tengan el grano cortado oblicuamente. Para los durmientes con médula no se puede realizar este corte.

- 3) Realización de cortes opuestos y alternados. Se hicieron con el objeto de librar tensiones de crecimiento de los rollos, aplicando el esquema de la figura No. 1.

El orden seguido en los cortes tomando como ejemplo un rollo tipo que da dos durmientes, es el siguiente:

- a) Se extrae el primer costero con un corte paralelo a la corteza.
 - b) Se saca el costero opuesto de la misma forma, mediante un giro de 180° .
 - c) Mediante otro giro de 180° se saca un tablón del espesor de un durmiente.
 - d) Se saca el otro tablón que incluye el segundo durmiente, arrimando bien contra los soportes del carro el resto del rollo.
- 4) Canteo de los tablones y despuntado son las operaciones que siguen, para llevar los durmientes a las dimensiones finales.
- 5) Ranurado.— Este procedimiento fue aplicado con el fin de romper la continuidad del grano en la cara más próxima a la médula, ya que se estima que las ranuras ayudan a reducir la manifestación de las tensiones internas que se concentran en dicha zona y que dan origen a rajaduras y alabeos.

Esta práctica se realizó en base a los antecedentes provenientes de Brasil (Decourt Homem de Mello, 1960). Se realizaron 3 ranuras longitudinales, con una sección de 2 cm de ancho por 1 cm de profundidad, separadas 6 cm entre sí y de los cantos. Dicha operación se practicó por medio de una sierra circular oscilante de mesa, que permite ser regulada al ancho, profundidad y separación deseados.

B — Secado

Se llevó a cabo secado a la intemperie, aplicando métodos que significaran una pérdida lenta del contenido de humedad.

Inicialmente se ensayaron dos tipos de castillos:

- a) Castillo derecho: las camadas de durmientes se arman con separadores entre ellas y todas las camadas tienen la misma dirección;
- b) Castillo cuadrado: no se utilizan separadores y dos camadas contiguas tienen dirección perpendicular entre sí; además cada camada queda completamente cubierta por la superior a ella (ver foto 3 en página 32)

La experiencia demostró que el castillo derecho presenta varios inconvenientes:

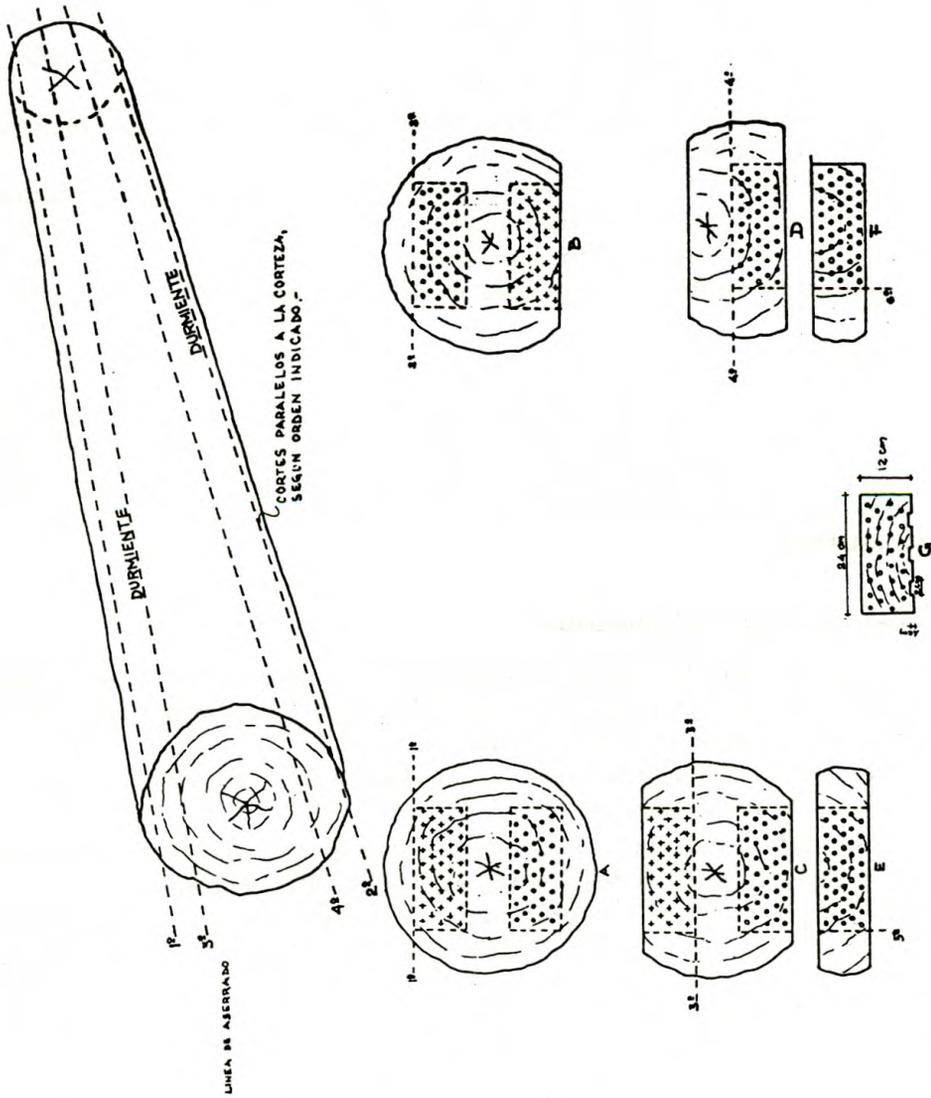


Figura 1. — Proceso de aserrado aplicado en los ensayos para la producción de durmientes sin médula.

- se demora sensiblemente más en su instalación, por ser necesario ubicar correctamente los separadores entre camadas;
- los separadores (1 cm x 5 cm de sección) fueron deformados por la presión de aquellos durmientes que alabearon; —por la misma causa los durmientes-muestras, ubicados en castillos para controlar periódicamente el contenido de humedad, quedaron trabados y se hizo muy dificultosa su extracción para ser pesados.

En consecuencia, los ensayos de 1968-69 y 1969-70 se realizaron solamente en castillos cuadrados.

En todos los casos, los castillos se levantaron sobre bases sólidas, dispuestas de tal manera que la primera camada de durmientes quedara horizontal y separada del suelo a una distancia no menor de 50 cm. Además, los durmientes estaban separados en cada camada, de 3 a 5 cm entre sí.

Pesos y techos

A todos los castillos de secado se les puso pesos mediante rieles, sobre la camada superior, con el fin de evitar alabeos; los pesos representaban aproximadamente una carga de 300 kg/m^2 . Por encima de los pesos se confeccionó un techo con chapas de zinc o lienzos de polietileno, sujetos por costaneros o por alambres.

Determinación de la humedad

Se realizó mediante muestra constituidas por durmientes con el espesor reducido a 10 cm, con el fin de que las extracciones de los mismos para hacer las pesadas de control no fueran dificultosas.

En el castillo derecho se colocó una muestra en el tercio inferior y otra en el superior a mitad de camada.

En los castillos cuadrados se colocaron dos muestras en el tercio inferior y dos en el superior, a mitad de camada y en dos camadas sucesivas.

Mediante la extracción de probetas que se secaron en estufas de laboratorio, se determinó el contenido de humedad inicial de cada durmiente-muestra.

Con el empleo de las fórmulas corrientes y utilizando la variación de peso de los durmientes-muestra, se hicieron las determinaciones del contenido de humedad de los castillos en varios momentos del secado.

C — Método de evaluación de resultados

La evaluación de la calidad de los durmientes se hizo mediante la asigna-

ción de puntajes. Estos se fijaron previa consulta a la bibliografía y ponderando la incidencia de los defectos en las condiciones de uso de los durmientes. Para la evaluación se calificaron los defectos resultantes del proceso de aserrado y de secado: grietas y rajaduras en cabezas, caras y cantos; encorvadura y torcedura.

Dicha calificación se aplicó mediante pautas preparadas expresamente, las que se presentan en anexo 1.

La nomenclatura de defectos que se utiliza en este trabajo, es la fijada por la Norma UNIT 233-70.

El proceso para la aplicación de las pautas fue como se describe a continuación:

Se numeraron correlativamente los durmientes según el orden de colocación en el castillo.

Luego se desarmaron las camadas inspeccionando los durmientes uno por uno. En cantos, caras y cabezas, se evaluó la presencia de grietas y rajaduras; para los alabeos la inspección se hizo colocando cada durmiente sobre una superficie horizontal para la medición de las flechas (en milímetros); para medir torcedura se tomó la pieza afirmando el extremo de una de las caras sobre el plano horizontal, manteniendo el durmiente apoyado sobre una cara y midiendo la mayor separación de los vértices respecto a dicho plano.

RESULTADOS

1 — CALIFICACION POR CALIDADES

La suma de puntajes por defectos, da una cifra que representa la calidad total del durmiente. Sobre la base de esa cifra se separaron los durmientes en tres calidades o categorías:

- en la primera calidad (o sea la mejor) entran los durmientes con un puntaje total de hasta 12 unidades, sobre un total posible de 51 puntos;
- en la segunda calidad, los que merecieron un puntaje total entre 13 y 24 unidades;
- en la tercera calidad (o descarte), los que sumaron más de 24 puntos.

El cuadro No. 4 resume los resultados obtenidos, expresados en porcentaje de durmientes respecto al total de cada serie de ensayos.

La calificación resultante del puntaje se comparó con el criterio corriente de recepción de durmientes aplicado por AFE. Con ese propósito, luego de cada período de secado, un funcionario experimentado en recepción hizo su propia calificación. La comparación arrojó mínimas modificaciones a la representación porcentual de calidades obtenida por puntaje.

Cuadro No. 4

DURMIENTES DE EUCALIPTO**REPRESENTACION PORCENTUAL DE CALIDADES**

		DURMIENTES SIN MEDULA	DURMIENTES CON MEDULA
eucalipto blanco (1967-68)	Total preparados	117	54
	1a. calidad	85 %	0 %
	2a. calidad	15 %	58 %
	3a. calidad	0 %	42 %
eucalipto colorado (1968-69)	Total preparados	110	150
	1a. calidad	99,2 %	34,1 %
	2a. calidad	0,8 %	47,7 %
	3a. calidad	0 %	18,2 %
eucalipto colorado (1969-70)	Total preparados	150	120
	1a. calidad	96,6 %	17,5 %
	2a. calidad	2,0 %	42,5 %
	3a. calidad	1,4 %	40,0 %
Resumen	Total preparados	377	254
	1a. calidad	93,6 %	17,2 %
	2a. calidad	5,9 %	49,4 %
	3a. calidad	0,5 %	33,4 %

2 — LA PRESENTACION DE LOS DEFECTOS

De los cuatro defectos medidos, el de encorvadura se descartó finalmente a los efectos del puntaje, ya que se manifestó muy escasamente y con puntajes muy bajos.

En cuanto a los demás (grietas, rajaduras y torcedura) su presentación se constató de acuerdo a las cifras que se ofrecen en el cuadro No. 5.

3 -- SECADO A LA INTEMPERIE

En la figura No. 2 (pág. 21) se presentan las curvas de secado correspondientes a cada uno de los castillos ensayados. En los tres ensayos, el encastillado se inició en la temporada de fines de primavera a principios de verano (octubre a diciembre).

Los pesos registrados en las muestras de secado, suministraron los valores promedios que se incluyen en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 5

PUNTAJE PROMEDIO POR DEFECTOS

		Grietas y rajaduras			Torcedura	Suma de defectos
		en cabezas	en caras	en cantos		
eucalipto blanco (1967-68)	sin médula	1,2	3,8	0,7	3,1	8,8
	con médula	7,5	8,5	1,1	7,8	24,9
eucalipto colorado (1968-69)	sin médula	1,2	3,4	0,5	0,3	5,4
	con médula	9,0	7,3	1,3	0,5	18,1
eucalipto colorado (1969-70)	sin médula	1,8	2,4	0,2	0,4	4,8
	con médula	12,3	8,0	0,3	1,3	21,9
Máximo puntaje posible		24	9	9	9	51

Cuadro No. 6

PESO PROMEDIO POR DURMIENTE

	PESO INICIAL	PESO FINAL	PERDIDA DE PESO %
eucalipto blanco (1967-68)	77,8 kg (CH = 79,5 %)	53,3 kg (CH = 28,6 %)	31,5
eucalipto colorado (1968-69)	68,4 kg (CH = 74,5 %)	53,7 kg (CH = 28,6 %)	21,5
eucalipto colorado (1969-70)	68,6 kg (CH = 69,0 %)	52,2 kg (CH = 22,8 %)	23,9

4 — RENDIMIENTO AL ASERRADO

En los ensayos con eucalipto colorado se controló el rendimiento de los rollos de aserrado. Para ello se agruparon los rollos en categorías según el diámetro de la cabeza menor (con corteza) y se registró la cantidad y el tipo de durmientes obtenidos.

Cuadro No. 7

RENDIMIENTOS EN DURMIENTES POR CLASE DIAMETRICA

Categoría diamétrica (cm)	No. DE DURMIENTES POR ROLLO eucalipto colorado						m ³ (r)/m ³ (s)	
	eucalipto colorado (1968 - 69)			eucalipto colorado (1969 - 70)			68 - 69	69 - 70
	No. de rollos	Rendimiento promedio		No. de rollos	Rendimiento promedio			
con médula		sin médula	con médula		sin médula			
25 a 30,0	35	1,0	0,0	17	1,0	0,0	2,15	2,15
30,1 a 40,0	42	1,1	0,2	50	0,9	0,3	2,67	2,89
40,1 a 50,0	21	0,1	2,2	10	0,1	2,7	2,50	2,05
50,1 a 60,0	20	0,1	3,3	13	0,4	2,9	1,76	1,82
60,1 a 70,0	3	0,0	5,3	8	0,5	4,2	0,87	0,98

(r): madera redonda

(s): madera aserrada

DISCUSION

1 — CALIDADES OBTENIDAS

El cuadro No. 4 pone de manifiesto la posibilidad de lograr elevados porcentajes de durmientes de primera calidad, cuando los durmientes son preparados mediante aserrado que excluya la médula. Sobre los 377 durmientes preparados de esa forma, 93% en promedio (con un mínimo de 85% y un máximo de 99%) recibieron calificación de primera.

Con el mismo sistema de aserrado, prácticamente no se presentaron durmientes de descarte, ya que solamente en el tercer ensayo se encontró el 1% calificado en tercera calidad.

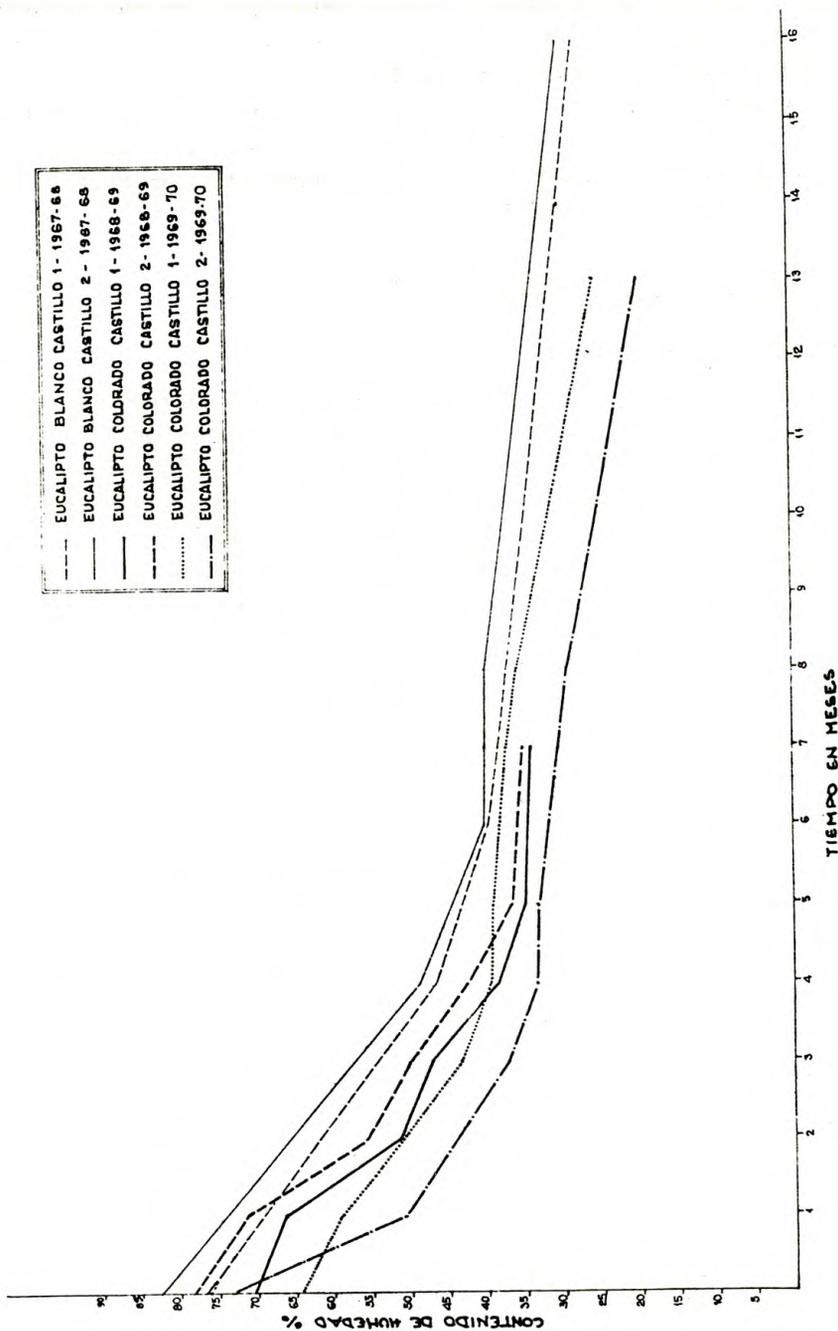


Figura 2.— Curvas de secado a la intemperie, de los durmientes preparados en los ensayos que se informan.

Por el contrario, los durmientes que se obtuvieron aserrando con inclusión de la médula, proporcionaron un 17% en promedio de primera calidad, mientras la tercera ascendió a 33% en promedio.

La segunda calidad, que es utilizable en vía a pesar de la presencia de defectos, confirma la superioridad de los durmientes sin médula; en los tres ensayos se obtiene un promedio de 6% en los durmientes sin médula, frente a 49% en los durmientes con médula.

2 — DEFECTOS PRESENTES

A — Grietas y rajaduras

Grietas y rajaduras en cabezas y caras, así como torcedura, fueron los defectos que determinaron la calificación de los durmientes. En las pautas preparadas para calificarlos, se asignó un puntaje alto a la presencia de grietas y rajaduras en cabezas y caras, debido a la importancia que estos defectos tienen en la instalación y el uso del durmiente. En efecto, en esas posiciones afectan la zona de fijación de los clavos que afirman el riel. Aplicando ese criterio, se descartaba automáticamente (o sea, se pasaba a tercera calidad) aunque no tuviera otros defectos, el durmiente que en una de las cabezas presentaba una rajadura de más de 20 mm de ancho, o el que presentaba en las dos cabezas rajaduras que excedían 15 mm de ancho.

La presencia de esos defectos en los cantos alcanzó valores muy reducidos en los tres ensayos.

B — Torcedura

Este es un defecto al que también se asignó un puntaje alto; se debe a la necesidad de que el durmiente mantenga un adecuado plano horizontal para el apoyo del riel; cuando la pieza ha sufrido torcedura y es entallada para ubicar el riel, la extracción de madera para llegar al plano horizontal puede ser excesiva y, en consecuencia, se disminuye la resistencia de la pieza en esa zona.

El cuadro No. 5 muestra que se encontraron valores bajos de torcedura en los ensayos, a excepción del primero. En este caso, el puntaje promedio se elevó por la utilización de un castillo derecho para el secado, con el empleo de separadores cuya sección no pudo retener el alabeo de los durmientes. Especialmente los durmientes con médula presentaron (en este primer ensayo) valores altos de torcedura.

C — Suma de defectos

En el mismo cuadro, la suma de los defectos pone otra vez de manifiesto

la superioridad de los durmientes sin médula. Mientras en ellos la suma va de 4,8 puntos a 8,8 (17% del puntaje máximo posible), en los durmientes con médula la suma oscila de 18,1 a 24,9 puntos (49% del máximo posible).

D — Otros defectos

Abarquillado, encorvadura y acebolladura son defectos que se presentaron muy ocasionalmente.

Colapso también se presentó en muy pocos durmientes y con baja intensidad; se estima que ello se debió a la ausencia de caras de corte radial, como consecuencia de la forma de marcación para el aserrado, explicada anteriormente.

Es interesante señalar el efecto conseguido con la preparación de ranuras longitudinales. Se observó que en el fondo de esas ranuras se presentaban grietas pequeñas, en algunos casos bastante numerosas; por el contrario, en los durmientes con médula (en los que dichas ranuras no fueron practicadas) se daba la presencia de grietas en número reducido, pero de dimensiones sensiblemente mayores. Esto se refleja en los promedios del cuadro No. 5, donde grietas y rajaduras en caras, alcanzan en los durmientes con médula y en todos los ensayos, puntajes superiores al doble que en los sin médula.

3 — SECADO

La figura No. 2 muestra que el secado de los durmientes se ententece cuando se alcanza contenidos de humedad entre 33% y 40%, luego de 4 a 6 meses de encastillado (en la temporada de verano).

Después de ese período, la pérdida de humedad se hace lentamente.

Eso sugiere la conveniencia de que en futuros ensayos se cambien las condiciones de secado al alcanzarse esos contenidos de humedad; ya por un encastillado más abierto, ya por la terminación del secado en presecadero o en horno.

4 — DIAMETRO Y RENDIMIENTO DE LOS ROLLOS

En el cuadro No. 7 se observa que los durmientes sin médula empiezan a obtenerse con diámetros mayores de 30 cm, pero que la producción de los mismos se aseguró cuando el diámetro superaba 40 cm. Estas comprobaciones recomiendan fijar esta cifra como límite mínimo para rollos destinados a la producción de durmientes de eucalipto, teniendo en cuenta el mejor comportamiento que han demostrado en los ensayos los durmientes sin médula. Por otro lado, ese límite mínimo obliga a descartar para este destino un importante volumen de la producción del bosque (los rollos con diámetros entre 25 y

40 cm), lo que implica aumento de costo y/o reducción de oferta. Estas consideraciones sugieren la necesidad (que se expone en anexo 2) de ensayar dispositivos (por ejemplo, flejado) que permitan hacer utilizables también durmientes de eucalipto con médula.

CONCLUSIONES

Las tres series de ensayos realizadas, en las que se trabajó con eucalipto blanco y con eucalipto colorado, preparándose un total de 631 durmientes, permiten sacar las siguientes conclusiones:

A) Con los citados eucaliptos es posible obtener un elevado porcentaje de piezas de primera calidad, siempre que se opere aplicando este método:

- a) aserrar en estado verde;
- b) extraer durmientes sin médula, con aserrado paralelo a la corteza, mediante cortes opuestos y alternados y con caras en planos tangenciales;
- c) practicar ranuras longitudinales en la cara más próxima a la médula;
- d) secar en castillo cuadrado, con una separación inicial de 3 a 5 cm entre piezas, en cada camada;
- e) colocar pesos encima del castillo (en el orden de 300 kg/m²).

B) Para un adecuado rendimiento en durmientes sin médula, es necesario aserrar rollos de diámetro menor no inferior a 40 cm con corteza.

A N E X O S

1 — PAUTAS PARA VALORACION DE DEFECTOS

A) Pauta para valoración de grietas y rajaduras en cabezas

Defecto	Valoración
Ninguna	0
Hasta 10 grietas de hasta 2 mm de ancho y más de 50 mm de largo	1
Hasta 5 grietas de hasta 2 mm de ancho y hasta 50 mm de largo, junto con hasta 5 grietas de 3 a 5 mm de ancho y hasta 50 mm de largo	3

Más de 10 grietas de hasta 2 mm de ancho y de hasta 50 mm de largo, junto con más de 5 grietas de 3 a 5 mm de ancho y de hasta 50 mm de largo	4
Hasta 5 grietas o rajaduras de más de 5 mm de ancho y más de 100 mm de largo	6
Más de 5 grietas o rajaduras de más de 5 mm de ancho y de hasta 100 mm de largo	8
Cualquier exceso sobre lo anterior, sin alcanzar lo siguiente	9
Una rajadura en una cabeza, con ancho excediendo de 20 mm; o una rajadura en cada cabeza, con ancho excediendo de 15 mm	24

B) Pauta para valoración de grietas y rajaduras en caras

Defecto	Valoración
Ninguna	0
Hasta 5 grietas de hasta 5 mm de ancho y hasta 100 mm de largo	3
Hasta 5 grietas de hasta 3 mm de ancho y hasta 100 mm de largo, junto con hasta 5 grietas de hasta 5 mm de ancho y hasta 100 mm de largo	5
Hasta 10 grietas de hasta 3 mm de ancho y hasta 100 mm de largo, junto con hasta 10 grietas de hasta 5 mm de ancho y hasta 100 mm de largo; o menos de 10 grietas de hasta 5 mm de ancho y de más de 100 mm de largo	6
Hasta 10 grietas de más de 5 mm de ancho y más de 100 mm de largo	8
Cualquier exceso sobre lo anterior	9

C) Pauta para valoración de grietas y rajaduras en cantos

Defecto	Valoración
Ninguna	0
Hasta 5 grietas de menos de 3 mm de ancho y más de 100 mm de largo	1
Hasta 10 grietas de hasta 3 mm de ancho y hasta 10 mm de largo, junto con hasta 10 grietas de hasta 5 mm de ancho y hasta 100 mm de largo; o menos de 10 grietas de hasta 5 mm de ancho y más de 100 mm de largo	2
Hasta 10 grietas de más de 5 mm de ancho y más de 100 mm de largo	3
Cualquier exceso sobre lo anterior	4

D) Pauta para la valoración de torcedura

Defecto	Valoración
(Medido por la desviación máxima de la pieza respecto a un plano horizontal)	
Menos de 10 mm	0
De 11 a 20 mm	3
De 21 a 35 mm	5
De 36 a 50 mm	8
Más de 50 mm	9

2 — ANTECEDENTES DE TEMAS CONEXOS

A — Durabilidad natural

No se dispone de antecedentes adecuadamente registrados sobre durabilidad natural de los eucaliptos cultivados en el Uruguay, en las condiciones de uso de durmientes.

Cierta información puede deducirse de un lote de 236 durmientes instalados en la vía Piedras Coloradas - Paysandú a la altura del km 445,200. Dichos durmientes se instalaron en 1961 y de acuerdo con los antecedentes verbales en poder de los autores de este informe, su preparación se hizo con madera de eucalipto colorado y con un baño de inmersión en creosota. En inspección practicada en enero de 1972 (10 años de uso) se encontró que todos los instalados se encontraban en vía; sobre una muestra de 106 piezas calificadas, el 45% requería ser sustituido a corto plazo; de ese porcentaje el 9% eran durmientes sin médula y 36% eran con médula.

Asimismo se puede citar un conjunto de 25 durmientes de eucalipto instalados a la altura del km 7 en la vía hacia Central. De acuerdo a los informes recogidos en la Regional Sayago, se trataba de madera de eucalipto colorado y fueron instalados entre agosto de 1957 y mayo de 1958. En inspección practicada con personal de Vía y Obra se encontró que a los 14 años de instalados, 36% se encontraba en buenas condiciones de uso, otro 36% en condiciones regulares y 28% deberían ser cambiados a corto plazo; estos últimos, que presentaban rajaduras importantes, son piezas que fueron aserradas con médula incluida.

En el futuro se podrá disponer de datos adecuadamente registrados, a partir de la instalación en vía de los durmientes preparados en los ensayos. Mientras tanto, se dispone de informaciones que se sintetiza a continuación, refiriéndolas en especial a los eucaliptos ensayados.

En Australia las maderas son clasificadas según la durabilidad del duramen frente al ataque de hongos y termitas, en 4 clases; la clase 1 corresponde a las maderas muy durables, en las que puede esperarse una vida promedio de 20 a 35 años; la clase 4 es la madera no durable, con una vida promedio de 3 a 8 años. En la clasificación, de acuerdo con Boas (1947), eucalipto blanco es incluido en la clase 3 (moderadamente durable) y eucalipto colorado en la clase 2 (durable).

El Centre Technique Forestier Tropical (1968) realizó ensayos de durabilidad en condiciones de laboratorio, con muestras procedentes de nuestro país. Sus conclusiones fueron las siguientes:

- a) eucalipto blanco: en los empleos donde existe un riesgo de humedad permanente, será preciso recurrir a un tratamiento de preservación;

b) eucalipto colorado:

b₁) *E. camaldulensis*: la preservación no se justificaría sino en los usos donde el riesgo de pudrición fuera importante;

b₂) *E. umbellata*: si no se puede estar seguro de la edad de la madera, parece prudente recomendar la aplicación de preservación.

El citado Centro agrega una observación: siendo hechas las pruebas sobre 3 árboles por especie, no puede establecerse el grado de aproximación de los resultados.

En Israel, Chudnoff (1962) informa que estacas de duramen sin preservar de *E. camaldulensis*, después de 6 años de enterradas en un sitio de ensayo, mostraban que el 87% se encontraba en buenas condiciones sanitarias y el 13% en condiciones de uso, aunque presentando pudrición.

El sitio de ensayo está ubicado en suelo arenoso y la zona tiene 611 mm de lluvia anual.

En Brasil, Navarro de Andrade (1961) cita el uso de durmientes de eucalipto blanco en São Paulo; los de mayor duración fueron retirados a los 9 años y 7 meses. Además refiere el uso de una partida de durmientes que incluía eucalipto colorado, de los cuales continuaba en servicio el 60% después de 8 años y 5 meses. El autor no aclara los motivos por los cuales debieron ser cambiados los durmientes en ambos casos. Además, todos ellos provenían de árboles jóvenes (entre 8 y 20 años), lo que supone la inclusión de un cierto porcentaje de albura en las piezas.

También para Brasil suministra datos Stillner (1969). Se refiere al comportamiento de estacas de eucalipto colorado en un sitio de prueba en Porto Alegre. Estacas de duramen, aserradas en piezas de 2 cm x 2 cm x 50 cm y de 5 cm x 10 cm x 50 cm, a los 10 años de enterradas (sin ningún tratamiento) muestran el siguiente comportamiento: en *E. camaldulensis* estaba sano el 80% de las estacas de 2 x 2 cm y el 100% de las estacas de 5 x 10 cm; en *E. umbellata*, a su vez, estaba sano el 70% de las primeras y el 100% de las segundas.

Ensayos de durabilidad a campo, instalados por el Departamento Forestal de la Facultad de Agronomía en Cerro Largo (pradera arenosa) y en Paysandú (pradera negra), suministraban a los 5 años algunos resultados primarios respecto al comportamiento de eucalipto colorado (*Eucalyptus umbellata*). Esta especie había sido colocada en forma de varillas de 2 cm x 5 cm x 50 cm, preparadas de modo que el leño fuera de duramen exclusivamente; no se les aplicó ningún tratamiento preservador.

A los 5 años de instaladas, el comportamiento de las varillas puede resumirse de la manera siguiente:

	Cerro Largo	Paysandú
varillas totalmente sanas	0%	0%
varillas retiradas por pudrición intensa	10%	20%
varillas en uso, con ataques de intensidad variable	90%	80%

Si se tiene en cuenta que los durmientes son colocados en vía sobre una capa de balasto y no en contacto directo con el suelo, los antecedentes que se han presentado permiten esperar (sobre todo en eucalipto colorado) una vida útil promedio no inferior a 15 años para durmientes de duramen sin preservar.

B — Preservación

El duramen de eucalipto es un material leñoso de muy difícil penetración por preservadores mediante los procesos corrientes.

Hasta el momento se conocen 2 métodos para hacer posible la penetración en el duramen de eucalipto: a) la aplicación de presiones del orden de 70 kg/cm²; b) la difusión profunda por inmersión instantánea.

En el primer caso, la preservación se hace en autoclaves especialmente diseñadas para aplicar esa elevada presión. En el segundo caso, una solución altamente concentrada de una sal preservadora (en Australia se usa a base de boro-flúor-cromo-arsénico) se aplica a la pieza de duramen mediante pulverización o inmersión de corta duración; la madera debe estar verde y una vez aplicada la solución se apila en una estiba cerrada, cubierta por lona o plástico; en esa estiba se mantiene 3 o 4 semanas y durante ese lapso la sal difunde en la madera, habiéndose obtenido buenos resultados de retención y penetración tanto en la albura como en el duramen de las especies ensayadas en Australia (Tamblyn, 1966).

El primer método requiere una instalación que no parece accesible a AFE para la realización de ensayos. En cambio, el segundo es mucho más accesible por su sencillez, por lo que se sugiere encarar ensayos con él

C — Uso de flejes

En el informe se puso de relieve que la aparición de grietas y rajaduras en las cabezas fue el principal defecto en los durmientes con médula y la causa del alto porcentaje de 3a. calidad en ese tipo de piezas. Por otra parte, la necesidad de fijar un diámetro mínimo de 40 cm en los rollos, para lograr durmientes sin médula, impide el aprovechamiento por AFE de rollos aserrables con diámetros entre 25 y 40 cm. A los efectos de hacer viable el aprovechamiento de estos últimos, sin mengua de lograr durmientes de calidad aceptable, sugerimos se ensaye el uso de flejes en durmientes aserrados con médula incluida.

De acuerdo con la experiencia europea (Comité Européen de la Traverse en Bois, 1965) "los flejes constituyen el medio de consolidación (de durmientes) más eficaz", comparado con otros dispositivos como eses metálicas o plásticas, bulones, etc. En los últimos años se ha desarrollado el empleo de flejes reajustables durante el proceso de secado o, incluso, luego de la colocación en vía.

Los ensayos podrían llevarse a cabo mediante un aparato manual, del tipo SNCF-DELOR, usado por los ferrocarriles franceses. Ese aparato podría seguramente ser preparado en los talleres de AFE, sobre la base de croquis disponibles en este Departamento Forestal.

Resta citar el hecho de que a través de correspondencia con la Compañía Mogiana de Estradas de Ferro (Brasil), los autores recogieron la información de que en esa Compañía hacen flejado con hilos de alambre doblemente galvanizado.

D — Durmientes redondos

También con el objetivo de hacer viable el uso de rollos a partir de 20 cm de diámetro, en Brasil se inició (aparentemente en la década de 1940-50) el empleo de durmientes redondos de eucalipto. De acuerdo con la documentación en nuestro poder, esa utilización ha sido hecha por lo menos en las compañías ferroviarias Paulista, Mogiana y Central.

La información más reciente es a través de correspondencia mantenida con la Compañía Mogiana en 1967. De acuerdo con ella, entre 1958 y 67 habían colocado 41 769 durmientes redondos de eucalipto, en líneas secundarias o de poca intensidad de tráfico y en desvíos de patios. El comentario del Ingeniero Jefe del Departamento de Línea es el siguiente: "De un modo general se han comportado muy bien, no desnivelando la línea, como puede parecer a primera vista. La trocha se ha mantenido bien, no variando más allá de los límites de tolerancia admisibles para las líneas en que fueron colocados. Los clavos se han mantenido normalmente".

Respecto a las Compañías Paulista y Central, informaciones favorables sobre su experiencia con este tipo de durmiente se publicaron por FAO (1965). El informe de la última compañía concluye sugiriendo "a las empresas ferroviarias de países poseedores de bosques de eucalipto, el estudio objetivo del uso de durmientes redondos en patios, desvíos y líneas secundarias de baja velocidad (no mayor de 40 km/hora)".

En este tipo de durmiente, donde se mantiene la albura, es preciso hacer preservación. Pero a diferencia del duramen, la albura de eucalipto es fácilmente penetrable por los preservadores y por los métodos corrientes, de modo que se está en condiciones de seleccionar el más adecuado desde diferentes puntos de vista.

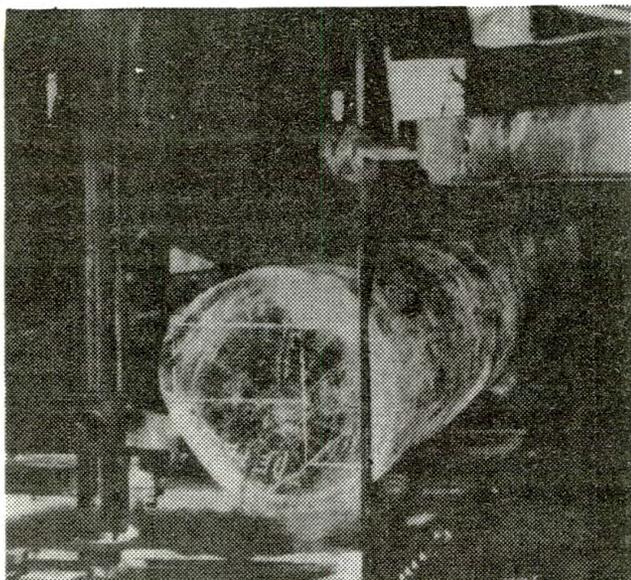
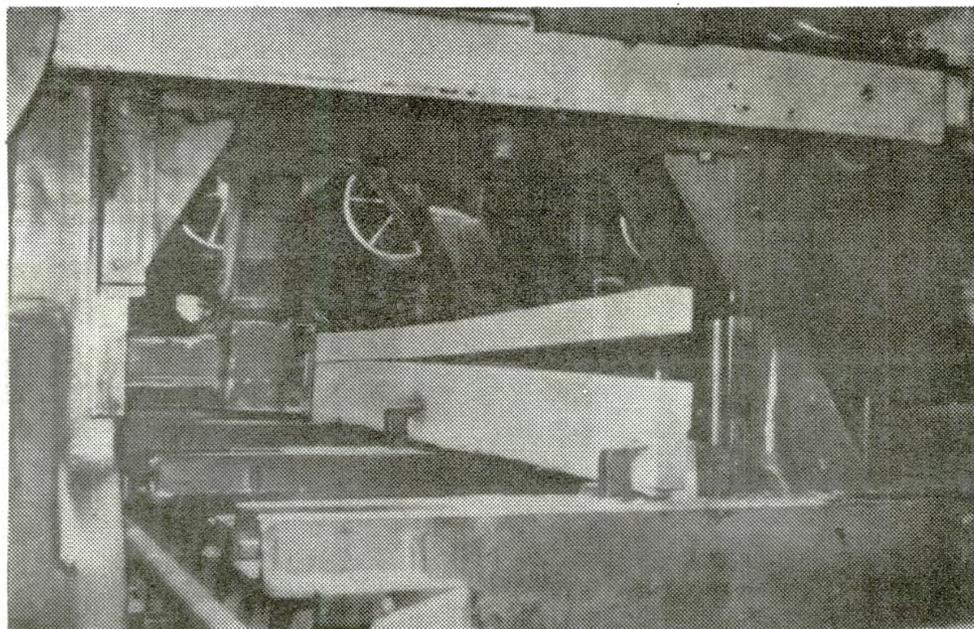


Foto 1. — Rollo de eucalipto colorado marcado para la extracción de dos durmientes sin médula. Disposición del rollo con el plano de aserrado paralelo a la corteza.

Foto 2. — Preparación de un durmiente de eucalipto blanco en una sierra sinfín horizontal. Se observa la manifestación de tensiones de crecimiento, en la pieza que —por encima del durmiente y de la cinta sinfín— se curva hacia arriba mientras se realiza el aserrado.



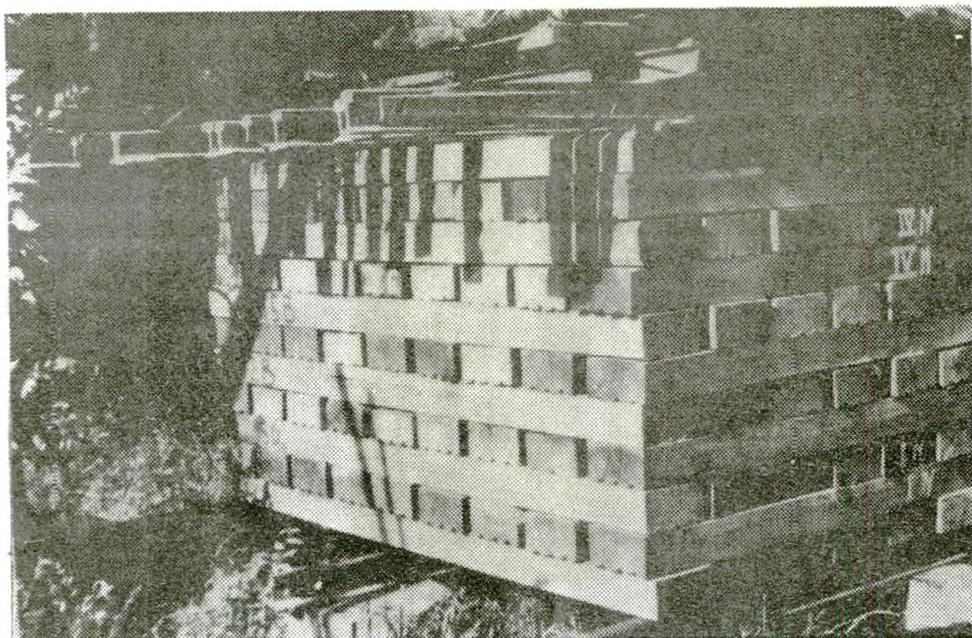


Foto 3. — Castillo de secado de durmientes de eucalipto colorado, aserrados con exclusión de la médula; castillo cuadrado, cerrado; se observan rieles sobre la última camada, proporcionando peso; por encima de ellos, techo de polietileno. En los dos frentes visibles, muestras para control de humedad, señaladas con pintura.

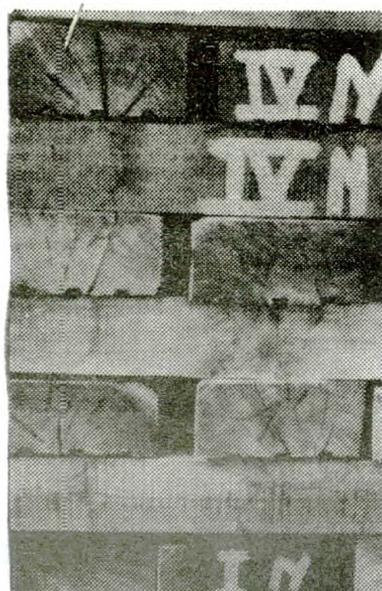


Foto 4. — Detalle del castillo de la foto 3.

Foto 5. — Detalle de un castillo de secado de durmientes, preparados con médula incluida. Castillo de disposición rectangular, con separadores entre camadas.



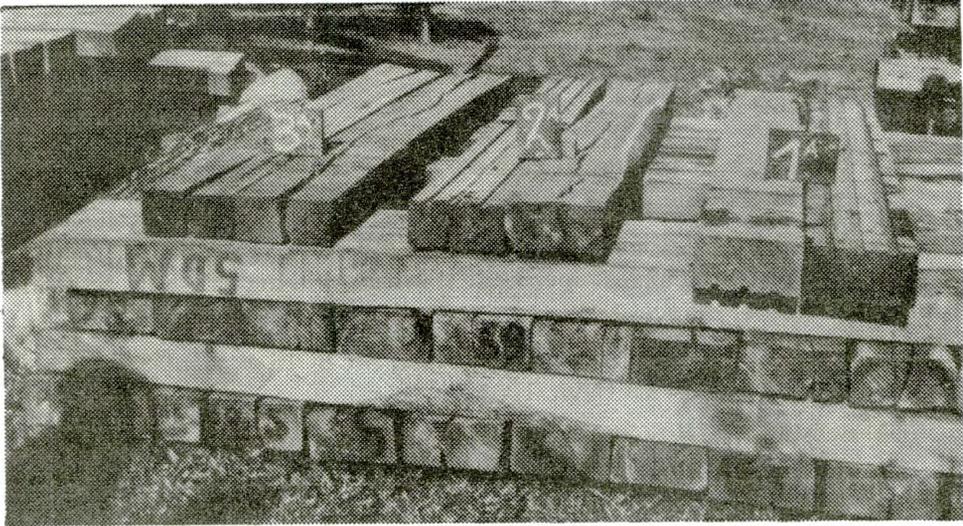


Foto 6. — Muestras características de las tres calidades adoptadas en la evaluación de los ensayos.

Foto 7. — Detalle de defectos aparecidos durante el secado de durmientes con médula. En el plano inferior, un caso excepcional de acebolladura.

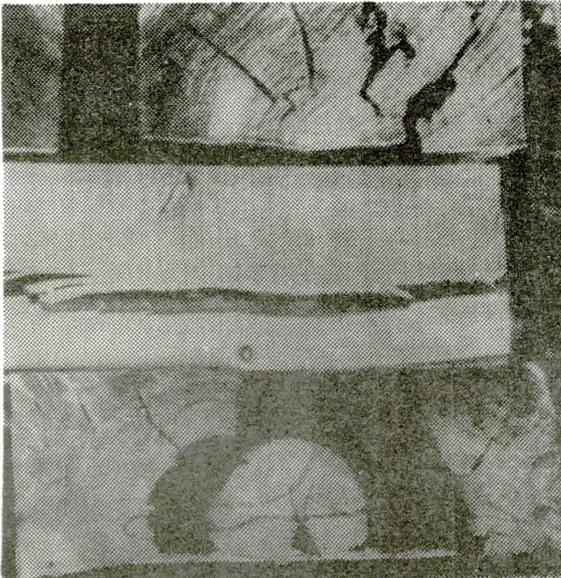
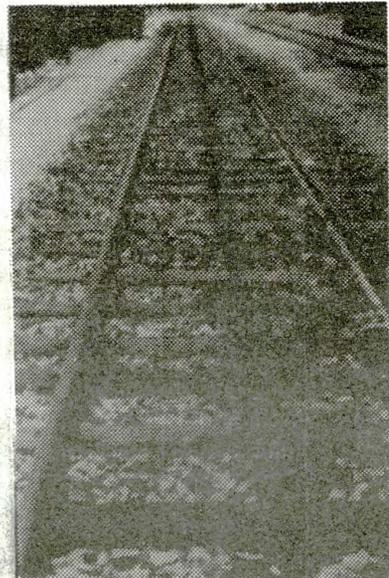


Foto 8. — Durmientes de eucalipto blanco y de eucalipto colorado preparados en los ensayos que se informan y colocados en vía en 1971 (km 4, departamento de Montevideo).



BIBLIOGRAFIA

1. BOAS, I.R. The commercial timbers of Australia; their properties and uses. Melbourne. 1947.
2. CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL Estudios tecnológicos de las principales especies de reforestación del Uruguay. Nogent-sur-Marne, France. 1968.
3. COMITE EUROPEEN DE LA TRAVERSE EN BOIS et al. Manual de la traverse en bois. La Haya. 1965.
4. COMMONWEALTH SCIENTIFIC INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION (CSIRO) Forest Products Newsletter No. 291. Victoria. 1962.
5. ——— Forest Products Newsletter No. 319. Victoria. 1965.
6. CHUDNOFF, M. The physical and mechanical properties of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Boletín No. 66. Beit Dagan, Israel. 1961.
7. ——— Field tests of preservation treatment of wooden posts. Leaflet No. 21. Forestry Division. Ilanot, Israel. 1962.
8. DE CARVALHO, A. Madeira de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.). Alcobaça, Portugal. 1962.
9. DECOURT HOMEM DE MELLO, J.J. Curso de posgraduação para engenheiros ferroviarios. Universidade do Río de Janeiro, Brasil. 1960.
10. FOOD and AGRICULTURAL ORGANIZATION (F.A.O.) Informe y Documentos. Segunda Conferencia Mundial del Eucalipto. São Paulo. 1965.
11. FONTOURA DA SILVA, P. Características fisicomecánicas de especies lenhosas do Sul do Brasil. Instituto Tecnológico do Río Grande do Sul. Porto Alegre. Boletín No. 42. 1967.
12. HILLIS, W.E. and A.G. BROWN Eucalypts for wood production. Australia, CSIRO. 1978.
13. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS Tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais. Boletín No. 31. São Paulo. 1956.
14. INSTITUTO FORESTAL DE INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS Carta-informe sobre los ensayos realizados en traviesas de madera. Comunicación mecanografiada. 1966.

15. INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS (UNIT) Normas para durmientes de madera. No. 11-44. Montevideo. 1944.
16. — Norma para nomenclatura de maderas comerciales. Número 181-68. Montevideo, 1968.
17. — Norma para determinación del contenido de humedad en maderas. No. 223-70. Montevideo. 1970.
18. — Norma para glosario general de maderas. No. 233-70. Montevideo. 1970.
19. KINGSTON, R. and J. RISDON Shrinkage and density of Australian and other South-West Pacific woods. CSIRO. Division Forest Products Paper No. 13. Australia. 1961.
20. NAVARRO DE ANDRADE, E. O Eucalipto. São Paulo. 1961.
21. ODDONE, O., L. DEHERVE y C. SCHLINK Estudio preliminar de veintidós especies de maderas de la zona de Kapiibary. Asunción, Paraguay. Instituto Nacional de Tecnología y Normalización. 1973.
22. STILLNER, F.J. Durabilidade de madeiras. Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Boletim No. 48. 1969.
23. TAMBLYN, N. Preservation of hardwood building timbers with special reference to tropical countries. Contribution from Division of Forest Products, CSIRO, to UNCSAT Conference 1963. DFP Technical Paper No. 46. Australia. 1966.
24. TORRICELLI, E. Propiedades físicas y mecánicas de las maderas chilenas. Santiago. 1941.
25. TORTORELLI, L.A. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires. Acme, 1956.
26. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE Wood Handbook. Handbook No. 72. Washington. 1955.

16. INSTITUTO VENEZOLANO DE NORMAS TÉCNICAS (INTI) - Normas
 para el control de calidad No. 11-M. Montevideo, 1981

17. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

18. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

19. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

20. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

21. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

22. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

23. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

24. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

25. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

26. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

27. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

28. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

29. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

30. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

31. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

32. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

33. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

34. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

35. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

36. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

37. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

38. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

39. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

40. - Normas para el control de calidad - Normas Técnicas
 No. 11-M. Montevideo, 1981

Biblioteca de la FAGRO
 ID: 00249-1987-4-9



Boletín de investigación
 1987. no.4 . ej. 9