

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS MADERAS DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE INTERÉS INDUSTRIAL DE MISIONES, ARGENTINA

TECHNOLOGICAL WOOD PROPERTIES STUDY THE ON FIVE INDUSTRIAL CONCERN FOREST SPECIES IN MISIONES, ARGENTINA

Raul A. González¹
Obdulio Pereyra²
Teresa M. Suirezs³
Edgard Eskibiski⁴

Fecha recepción: 2003

Fecha aceptación: 2003

1 - Ing. Ftal. Raúl A. González ex Profesor Titular Tecnología de la Madera.

2 - Ing. Ftal. (MSc) Obdulio Pereyra Profesor Adjunto. Fac. Cs. Forestales, Eldorado, UNaM. Bertoni 129. (3380), Misiones, Argentina. E-mail: opereira@facfor.unam.edu.ar

3 - Ing. Ftal. (MSc) Teresa M. Suirezs Profesor Adjunto. Fac. Cs. Forestales, Eldorado, UNaM. Bertoni 129. (3380), Misiones, Argentina. E-mail: bernio@ceel.com.ar

4 - Ing. Ftal. Edgard Eskibiski Adscripto a la cátedra de Tecnología de la Madera.

SUMMARY

The aim of this work was to study the technological properties (physical and mechanical) of five forest species wood of industrial concern in the Province of Misiones (Argentina): Kiri (*Pawlonia tomentosa*), Grevillea (*Grevillea robusta*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Paraiso (*Melia azederach*) and Hovenia (*Hovenia dulcis*) from plantations of the Department of Eldorado. The physical properties studied were: moisture content, Density, Retractions (shrinkage); and the mechanical properties determined were: Static flexion, shear, cleavage, hardness and compression. Physical properties studied gave very interesting values that qualify this species appropriate for remanufacture works. Similar behaviour has been observed in the mechanical properties measurements, presenting appropriate technological characteristics to use these species as raw material after sawing processes. Analysed specimens had ages among 18 to 20 years, and were extracted from commercial plantations without silvicultural treatments.

Key words: Physical properties, mechanical properties, technological characteristics, forest species.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo el estudio de las propiedades tecnológicas (físicas y mecánicas) de la madera de cinco especies forestales de interés industrial en la Provincia de Misiones (Argentina), el Kiri (*Pawlonia tomentosa*), Grevillea (*Grevillea robusta*), el Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Paraiso (*Melia azederach*), y la Hovenia (*Hovenia dulcis*) provenientes de plantaciones del departamento de Eldorado. Las propiedades físicas estudiadas fueron, porcentaje de humedad, densidades, contracciones; y las propiedades mecánicas: flexión estática, corte, clivaje, dureza y compresión. Con respecto a las propiedades físicas los ensayos han arrojado valores muy interesantes que ubican a las especies estudiadas como aptas para los trabajos de remanufactura. Similar comportamiento se ha observado en los ensayos de las propiedades mecánicas, presentando características tecnológicas adecuadas para utilizar

éstas especies como material para trabajos posteriores al proceso de aserrado.

Palabras clave: Propiedades físicas, propiedades mecánicas, características tecnológicas, especies forestales.

INTRODUCCIÓN

Ante la escasez creciente de maderas del bosque nativo y un incremento permanente de la industria que demanda alternativas a la clásica madera de pino, se han estudiado las características tecnológicas (propiedades físicas y mecánicas) de las maderas de cinco especies forestales que prosperan en la provincia de Misiones, algunas de ellas como el Loro Blanco (*Bastardiopsis densiflora*) nativa del bosque Misionero y Paraiso (*Melia azederach*) especie introducida, que son ya utilizadas pero de cuyas propiedades tecnológicas existe escasa o ninguna informa-

ción local. Otras, como *Hovenia*, (*Hovenia dulcis*), especie introducida y que se adaptó sin dificultad en la zona, especie de rápido crecimiento que produce fuste apto para la transformación mecánica, pero aún desconocida en el mercado maderero. La cuarta especie que se ha estudiado, es la *Grevillea* (*Grevillea robusta*) que si bien ha sido introducida experimentalmente hace unos años en Misiones, solo recientemente se han implementado algunas decenas de hectáreas, la mayor superficie reforestada corresponde a la provincia de Corrientes. Las características de su madera, en la región son desconocidas, por lo que se ha considerado conveniente su inclusión dentro del estudio programado. La quinta especie tratada en el presente estudio es el Kiri (*Pawlonia tomentosa*) especie de rápido crecimiento con buen mercado externo y con posibilidades de alto valor agregado en bienes terminados o semiterminados.

Descripción de las especies

De manera general, puede observarse que existe poca información sobre las características tecnológicas de las especies en estudio, cultivados en la provincia de Misiones, más aún cuando se refiere al tipo de madera y a las características físicas y mecánicas y al comportamiento a determinados usos. Sobre el particular se puede sintetizar datos silviculturales y unos pocos datos tecnológicos aportados por algunos autores e investigadores.

Loro blanco - (*Bastardiopsis densiflora*)

Originaria de Brasil, Argentina y Paraguay. En Argentina se encuentra en la Selva Misionera (BOELCKE, 1992).

Es una especie pionera y colonizadora, forma bosques puros. Es de porte medio, hasta 25 metros de altura y diámetro de 0,80 metros. Árbol de fuste recto, cilíndrico a canaliculado en ejemplares de grandes dimensiones. Presenta un diseño veteado muy delicado, textura fina y homogénea, de grano derecho a levemente oblicuo (GARTLAND y BOHREN, 1990).

La madera es de color blanco amarillenta, que se torna ocráceo a medida que transcurre el tiempo. Madera moderadamente dura y semipesada, su densidad básica es de 0,700 g/cm³. fácil de trabajar y es apta para carpintería (DIMITRI, 1977)

Paraiso - (*Melia azedarach*)

Es originario de Asia, de la región del Himalaya. Es un árbol de 8 a 12 m de altura, corteza rugosa, fruto globoso de unos 2 cm de diámetro, tóxico para los animales (LEONARDIS, 1977).

Se ha cultivado en todo el país por sus condiciones de rusticidad al suelo y al clima, crece bien en terrenos fértiles y bien drenados. En la provincia de Misiones el Paraiso fue inicialmente cultivado en

la ciudad de Leandro N. Alem en el año 1950. Tiene una regeneración natural abundante, y los tocones emiten abundantes renuevos (GARTLAND y BOHREN, 1990).

Su madera es de buena calidad, con albura estrecha de color amarillo ocre, bien diferenciada del duramen castaño rojizo. Su densidad es de 0,520 g/cm³. La estabilidad dimensional es intermedia. Estaciona sin dificultad y relativamente rápido, admitiendo programas acelerados de secado artificial. Es poco durable en contacto con el suelo. El duramen es poco penetrable (TINTO, 1978).

Es madera blanda fácil de trabajar, se presta bien para proceso de debobinado, corte plano, admite bien los adhesivos, lustres y barnices (LEONARDIS, 1977)

Grevillea - (*Grevillea robusta*)

Originaria de los bosques subtropicales del sudeste Australiano. Es un árbol de gran porte, alcanzando 15 a 20 metros de altura y 1 metro o más de diámetro, presentado fuste recto (LEONARDIS, 1977).

Esta especie se comporta bien en la zona, específicamente los orígenes procedentes de Nimbim, Duck Creek, Bunya Mts y Albert R y son las más promisorias para continuar en las sucesivas etapas de introducción de ésta especie. En el norte de Argentina ha adquirido interés entre los forestadores de Tucuman, Salta, Jujuy, Misiones, Corrientes y Chaco, dado que presenta en esas áreas un buen crecimiento (FERNÁNDEZ et al. 1997).

Su madera presenta un diseño jaspeado altamente vistoso, similar al roble; su albura es de color blanco grisáceo y duramen castaño rosado claro. Textura mediana, grano derecho, la densidad es de 0,600 g/cm³ en material seco al aire. Seca con relativa rapidez, pero acusa tendencia al abarquillado y rajadura, es susceptible a la formación de tensiones de secado. Es poco durable en contacto con el suelo, madera semipesada (TINTO, 1978)

Es una madera fácil de trabajar en todos los procesos, tanto manuales como mecánicos. Se debobina fácilmente y toma bien los adhesivos, tintes, lustres, barnices y pinturas (LEONARDIS, 1977).

Hovenia - (*Hovenia dulcis*)

Es originaria del Asia, (Japón, Corea, China y Taiwán), cultivada en Argentina, Paraguay y Brasil. La altura total no supera los 15 m en árboles aislados, y en masas densas llega a más de 20 metros. Resistente a las heladas y al ataque de hormigas, crece en suelos compactos, superficiales y pedregosos; no prospera en lugares con excesiva humedad y de escasa fertilidad. Posee buena regeneración natural (FERNÁNDEZ et al. 1997).

Duramen de color pardo amarillento, cuan-

do recién cortada luego se torna amarillo rosado. Madera semipesada, con densidad de 0,650 g/cm³ estacionado. Textura fina a mediana, grano derecho, vetado suave tipo floreado; se trabaja con facilidad dando superficie brillante levemente satinadas. Poco durable en contacto con el suelo. Sus características tecnológicas son pocas conocidas, pero es un excelente combustible aún en estado verde (LEONARDIS, 1977).

Kiri- (*Paulownia tomentosa* Thumb)

Tiene su origen en las Provincias de Honan, Hopei, Hupeh y Shantung de China (BOELCKE, 1992).

Es un árbol de hasta 15 metros de altura, tronco recto, cilíndrico. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos fértiles, sueltos y profundos, con buen drenaje, no prospera en los terrenos arcillosos. Su cultivo se extendió esporádicamente en la Argentina como ornamental por la belleza de sus flores perfumadas, que cubren totalmente la copa. Luego comenzó su implantación en la provincia de Misiones con gran suceso, por su extraordinario crecimiento que en ciertos casos llega a los 40 m³/ha/año, por lo cual al cuarto o quinto año puede iniciarse su aprovechamiento mediante el sistema de raleos sucesivos. Se pueden aprovechar hasta 3 cortes seguidos, ya que rebrota con facilidad. Soporta bien las sequías y heladas (FEENANDEZ et al. 1997).

Su madera es buena para determinados usos, tiene albura y durámen poco diferenciado, siendo éste último de color blanco-amarillento con tonalidades rosadas. Recibe con facilidad adhesivos y pinturas. La densidad media es de 0,240 g/cm³, presentado buena estabilidad dimensional en servicio. Es poco durable a la intemperie. Puede impregnarse con facilidad. Se trabaja con suma facilidad, resultando una madera blanda, dócil sin tendencia a rajarse en el clavado, pero con poca adherencia. Toma bien los tintes, barnices, pintura y colas. Se utiliza para embalajes, muebles de todo tipo, tacos de zapatos, persianas (LEONARDIS, 1977).

El presente trabajo tuvo por finalidad estudiar las propiedades físicas y mecánicas de las maderas del Kiri, Grevillea, Paraiso, Hovenia y Loro blanco en cuanto a sus propiedades tecnológicas y a la posibilidad de ser usados en productos remanufacturados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de los ensayos físicos y mecánicos se utilizaron los siguientes elementos de trabajo: volumenómetro de Breuil, balanza Mettler, con precisión de 0,01 miligramos. Estufas de secado con termostato para regular temperaturas de 103 ± 2 °C. Calibre con precisión de medidas de 0,02 mm.

Desecadores y cubetas. Máquina universal de ensayos, foto 1.

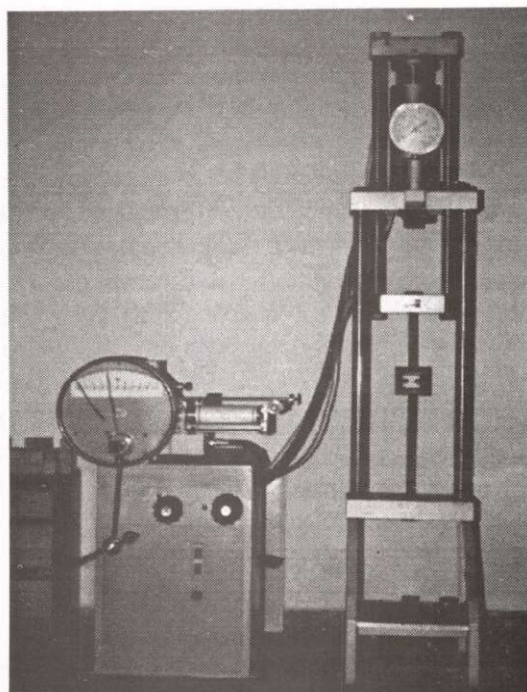


Foto 1: Máquina universal de ensayos.

Las especies estudiadas pertenecen a ejemplares con edades entre 18 a 20 años, extraídas de plantaciones comerciales que no han tenido ningún tipo de tratamiento silvicultural. Una vez talados los árboles fueron aserrados y estacionados hasta tener un porcentaje de humedad del 12 %, condición para la elaboración de probetas a ensayar de acuerdo a las normas técnicas (GONZALEZ et al. 1992). Se ensayaron 12 probetas por cada propiedad estudiada.

Propiedades físicas

Contenido de humedad.

El contenido de humedad se determinó en todas las probetas ensayadas y en el caso de las probetas para propiedades mecánicas se tomó una porción próxima a la rotura; para ello se utilizó la ecuación que establece la norma IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) N° 9532.

$$H\% = ((Ph - Po) / Po) 100$$

Siendo:

H% = Humedad de la madera, en %.

Ph = Peso de la muestra húmeda, en gr

Po = Peso de la muestra seca, en gr

Densidad aparente: estacionada, anhidra y básica de la madera

Las densidades de la madera fueron deter-

minadas según lo establece la Norma IRAM N° 9544. Utilizándose respectivamente las siguientes ecuaciones

$$De = Pe/Ve \quad Do = Po/Vo \quad Db = Po/Vs$$

Siendo:

De = Densidad aparente, en gr/cm³; Pe = Peso de la muestra estacionada, en gr

Ve = Volumen de la muestra estacionada, en cm³; Po = Peso de la muestra seca, en gr

Do = Densidad anhidra (seca), en gr/cm³; Vo = Volumen de la muestra seca, en cm³ Db = Densidad básica, en gr/cm³; Vs = Volumen de la muestra saturada, en cm³.

Contracciones de la madera.

En las determinaciones de contracciones tangencial, radial y axial, Coeficiente de retractabilidad y punto de saturación de las fibras, se trabajó como lo especifica la Norma IRAM N° 9543. Se utilizaron las siguientes ecuaciones

$$Ct = (Ls - Lo) / Ls \cdot 100 \quad C = (Le - Lo) / Le \cdot 100$$

$$Cr = C/H\% \quad PSF = Ct/Cr$$

Siendo:

Ct = Contracción total, %; Ls = Longitud saturada, cm. Lo = Longitud anhidra, cm.

Le = Longitud estacionada, cm; C = Contracción desde el 12 % de humedad al anhidro, en %; Cr = Coeficiente de retractabilidad; H% = Humedad de la probeta estacionada, en %; PSF = Punto de saturación de las fibras, en %.

Propiedades mecánicas

Los ensayos mecánicos de flexión estática, compresión paralela a las fibras, dureza Janka, corte o cizallamiento paralelo a las fibras, tracción perpendicular a las fibras, clivaje o rajadura, fueron realizados según lo establecen las Normas DIN (Deutsche Industrie Norm) y ASTM (American Society for Testing and Materials).

Flexión estática

Módulo de rotura y elasticidad a la flexión estática

Fueron determinados por Norma DIN N° 52186

$$MR = 3PL/2bh^2 \quad ME = P'L^3/4bh^3f$$

Siendo:

MR = módulo de rotura, en kg/cm²; P = Carga de rotura, en kg; b = Base, en cm.

L = Longitud entre apoyos, en cm; h = Altura, en cm; ME = Módulo de elasticidad, en kg/cm²; P' = Carga en el límite proporcional elástico, en kg.

F = Deformación en el límite proporcional elástico, en cm.

Compresión paralela a las fibras

Módulo de rotura y elasticidad a la compresión

Este ensayo se realizó según lo establece la norma DIN N° 52186.

$$MR = P/S \quad ME = P'L/Sf$$

Siendo:

MR = Módulo de rotura, en kg/cm²; P = Carga de rotura, en kg; S = Sección, en cm² ME = Módulo de elasticidad, en kg/cm²; P' = Carga en el límite proporcional elástico, en kg; L = Longitud de la probeta, en cm; f = Deformación, en cm.

Dureza Janka, Corte paralelo a las fibras, Tracción perpendicular a las fibras y Clivaje

Estas propiedades fueron determinadas según establece la Norma ASTM 143/52.

Las tensiones se calcularon con la siguiente ecuación

$$T = P/S$$

Siendo:

T = Tensión, kg/cm²; P = Carga de rotura, kg; S = Sección de la probeta, cm².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de las maderas

Como se observa en la tabla 1, de las cinco especies estudiadas la madera más liviana la presenta el Kiri, con un valor de 0,270 g/cm³ (densidad aparente al 12 % de humedad), similar al valor presentado por Leonardis (1977). Por otra parte la Grevillea y el Paraíso presentan valores de densidades muy similares entre sí, la primera con 0,530 g/cm³ y la segunda 0,600 g/cm³ (densidad aparente al 12 % de humedad). La Hovenia y el Loro blanco presentan valores de densidad aparente al 12 % de humedad de 0,690 g/cm³ y 0,670 g/cm³ respectivamente. De los resultados obtenidos, para las especies cultivadas en la provincia de Misiones y corroborando los datos bibliográficos, el Kiri es una madera muy liviana, por otra parte el Paraíso y la Grevillea pueden considerarse dentro del grupo de maderas semipesadas; el Loro blanco y la Hovenia como maderas pesadas.

Contracciones, coeficiente de retractabilidad y punto de saturación de las fibras.

En la tabla 2 y 3 se observan los valores de contracción total, contracción desde el estado estacionado al anhidro de la madera, coeficiente de retractabilidad, la anisotropía de la contracción y el punto de saturación de las fibras, como se puede ver, en el plano tangencial la mayor contracción la presenta el Loro blanco seguido por la Hovenia, el Paraíso, la Grevillea y el Kiri.

Propiedades mecánicas

Flexión estática

Como se puede observar en la tabla 4 los módulos de elasticidad de la Hovenia (108,075 kg/cm²), Paraíso (72,505 kg/cm²) y Loro blanco (aproximadamente 60,000 kg/cm²), presentan características que lo hacen aptos para ser utilizados como material estructural. La Grevillea con valores de Módulo de Elasticidad de 45.693 kg/cm², debería ser destinado a otros usos que no requiera altos valores de resistencia. Los resultados obtenidos de los ensayos con madera de Kiri aseguran que el uso que se le está dando es el adecuado (debobinado, muebles, etc.) y que se descarta cualquier otro uso donde las exigencias de resistencias mecánicas son altas.

Compresión paralela a las fibras

En cuanto a compresión los resultados obtenidos de los ensayos (tabla 5), muestran que los ma-

yores valores corresponden a la Hovenia y al Loro blanco, seguida luego por el Paraíso, la Grevillea y por último el Kiri.

Corte o Cizallamiento

Se observa en la tabla 6, que los mayores valores de resistencia al corte paralelo a las fibras lo presentan el Paraíso y la Hovenia.

Los valores de tracción perpendicular a las fibras, son presentados en la tabla 7, donde se observa que el paraíso es el que presenta mayor valor de tensión, en el sentido tangencial y el loro blanco en el sentido radial.

En cuanto al clivaje en el sentido tangencial los valores más altos lo presentan las maderas de Hovenia y paraíso y en el sentido radial en loro blanco y paraíso, tabla 8. En lo que se refiere a Dureza Janka, Tabla 9, la Hovenia presentó los mayores valores, seguidos por la Grevillea y el Paraíso.

Tabla 1. Valores de densidades aparentes: estacionada, básica y anhidra
Table 1. Basic and oven-dry conditions density at 12 % moisture content

Propiedades físicas		Especies				
		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraíso	Loro blanco
Densidad de la madera (gr/cm ³)	Estacionada	0,530	0,270	0,69	0,600	0,670
	DS	0,02	0,02	0,054	0,03	0,05
	CV %	2,8	8	7,8	5	8,8
	Anhidra	0,500	0,250	0,65	0,570	0,620
	DS	0,02	0,015	0,042	0,024	0,05
	CV %	3,6	6	6	4	8
	Básica	0,440	0,230	0,56	0,5	0,570
	DS	0,02	0,012	0,035	0,016	0,048
	CV %	4,4	5,5	6	3	8,4

DS= Desvío standard

CV= Coeficiente de variación

Tabla 2. Valores de contracciones totales
Table 2. Shrinkage total

Propiedades físicas		Especies				
		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraíso	Loro blanco
Contracción total de las maderas (%)	Tangencial	5,69	4,507	8,05	6,82	8,181
	DS	0,43	0,302	1,25	1,6	1,072
	CV %	7,6	6,7	16	23	13
	Radial	3,5	1,576	5,76	5,44	5,131
	DS	0,30	0,22	0,599	0,8	0,746
	CV %	8,5	14	10,4	14,8	14
	Axial	0,52	0,29	0,57	0,46	0,45
	DS	0,168	0,108	0,405	0,20	0,239
	CV %	32	36	7,07	4,31	50

Tabla 3. Valores de contracción, Coeficiente de retractabilidad, factor de anisotropía y Punto saturación de fibras (PSF)**Table 3.** Shrinkage

Propiedades físicas		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Contracción desde estacionado al anhidro (%)	Tangencial	2,15	1,43	3,31	2,47	4,38
	DS	0,59	0,23	0,76	0,7	0,62
	CV %	0,27	0,16	23	28	0,14
	Radial	1,8	0,5	2,94	2,24	2,91
	DS	0,28	0,059	0,41	0,6	0,73
	CV %	16	11	14	26	25
	Axial	0,32	0,084	0,39	0,37	0,36
	DS	0,12	0,04	0,22	0,15	0,16
	CV %	37	47	0,57	40	44
Coeficiente de retractabilidad	Tangencial	0,25	0,12	0,30	0,20	0,29
	DS	0,047	0,019	0,037	0,073	0,057
	CV %	19	16	12	36	19
	Radial	0,23	0,05	0,27	0,20	0,19
	DS	0,061	0,006	0,05	0,06	0,049
	CV %	26	11	18	29	25
Fac.de anisotropía		1,62	2,85	1,39	1,25	1,59
PSF %		26	36	28	29	27

Tabla 4: Valores de Módulos de rotura y Módulos de elasticidad a la flexión estática**Table 4.** Static bending moduli of rupture and moduli of elasticity

Propiedades mecánicas		Especies				
		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Flexión estática (kg/cm ²)	Módulo de rotura	521,55	256,85	1154,1	852,89	612,2
	DS	76,46	71,26	132,51	200,2	136,67
	CV %	14	27	11,4	23	22,3
	Módulo de elasticidad	45693	25261,52	108075	72505	59440
	DS	11889	5951	23863	14698	15980
	CV %	26	23	22	20	26

Tabla 5. Módulos de rotura y módulos de elasticidad a la compresión paralela a las fibras**Table 5.** Compression parallel to grain moduli of rupture and moduli of elasticity

Propiedades Mecánicas		Especies				
		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Compresión paralela a las fibras (kg/cm ²)	Módulo de rotura	268,94	169,67	463,82	360,75	421,83
	DS	25,41	13,55	52,93	40,67	54,04
	CV %	9,45	8	11	11	12,8
	Módulo de elasticidad	17872	16166	22798	24758	37129,04
	DS	890	5150,4	524,17	8156	12220,8
	CV %	5	31	3	32	32,9

Tabla 6. Valores de corte paralelo a las fibras, tangencial y radial**Table 6.** Tangential and radial shear parallel to grain

Propiedades mecánicas		Especies			
		Grevillea	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Corte paralelo a las fibras (kg/cm ²)	Tangencial	120	152,25	163	130,97
	DS	20,8	27,02	26,08	23,81
	CV %	17	17	16	18
	Radial	115	126,28	131,4	112,52
	DS	23	32,08	17	13,33
	CV %	20	25	12,9	11,8

Tabla 7. Valores de tracción perpendicular a las fibras en el sentido tangencial y radial**Table 7.** Tangential and radial tension perpendicular to grain

Propiedades Mecánicas		Especies			
		Grevillea	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm ²)	Tangencial	42	41,66	53,6	40,82
	DS	10,08	11,4	12,32	17,61
	CV %	24	27	23	43
	Radial	46	42,7	47,13	77,10
	DS	10,12	10,3	7,7	5,24
	CV %	22	24	13,3	6,8

Tabla 8. Valores de clivaje o rajadura en el sentido tangencial y radial**Table 8.** Tangential and radial cleavage

Propiedades mecánicas		Especies			
		Grevillea	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Clivaje o rajadura (kg/cm)	Tangencial	36	41,35	37	35,33
	DS	9,2	10,4	8,9	12,88
	CV %	25	25	24	36
	Radial	41	41,6	46	74,49
	DS	8,8	8,8	9,66	12,22
	CV %	22	21	21	16

Tabla 9. Valores de dureza Janka en las superficies tangencial, radial y transversal**Table 9.** Tangential, radial and transversal Janka hardness

Propiedades Mecánicas		Especies				
		Grevillea	Kiri	Hovenia	Paraiso	Loro blanco
Dureza Janka (kg/cm ²)	Tangencial	420	145	561,66	415	330,31
	DS	63	14,5	42,52	45,6	60,48
	CV %	15	10	7	11	18
	Radial	402	120	522	397	323,9
	DS	40,2	10,8	45,9	31,76	35,36
	CV %	10	9	8,8	8	10,9
	Transversal	520	260	534,16	570	521,87
	DS	41,6	20,8	29,82	39,9	72,68
	CV %	8	8	5,6	7	13,9

CONCLUSIONES

Los mayores valores en cuanto a propiedades los presentan la Hovenia y el Loro blanco, avallando de esta manera que sus maderas pueden ser usadas como producto estructural. Sin embargo el Paraíso y la Grevillea pueden tener aplicaciones similares, pero que no requieran mucho esfuerzo. El Kiri es una madera muy liviana y estable por lo tanto su aplicación sería para productos terminados que no soportarán cargas y dada su estabilidad puede usarse en lugares húmedos pero bajo cubierta.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. Estandar D 143-52. Estándar method of testing small clear specimen of timber. Reapproved. 1972. USA.
- BOELCKE OSVALDO: Plantas vasculares de la Argentina nativas y exóticas, 1992.
- DIMITRI JORGE: Libro del Árbol, Tomo I, Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. Celulosa Argentina S.A. 1977.
- DIN N° 52186. (Deutsche Industrie Norm).
- FERNANDEZ, R; DOMEQ C; PAHR N; LUPI A: Respuesta del Kiri a la fertilización y al encalado Yvyretá N° 8. Pg. 92-94. 1997.
- FERNANDEZ, R; DOMEQ C; PAHR N; HENNING A; KUZDRA H; LUPI A; FASSOLA H: INTA. 1997. (Montecarlo – Misiones).
- GARTLAND HECTOR MARTÍN Y BOHREN ALICIA. IVYRARETA, Número 1, Año 1990. ISIF (Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales). Fac. de Cs. Forestales – UNaM.
- GONZALEZ R. A; PEREYRA, O; SUIREZS, T. M.: "Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de Pinus elliottii reforestado en la provincia de Misiones, Argentina". Yvyretá Año 3 – N° 3. Pg.5 - 19. (1992).
- IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). 9532, 9544, 9543.
- LEONARDIS JULIO: Libro del Árbol, Tomo III, Esencias forestales no autóctonas cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial. Celulosa Argentina S.A. 1977.
- TINTO JOSE: Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas. 1978.