

# PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE PINO TAEDA REFORESTADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA

Raúl Alberto GONZALEZ\*  
Obdulio PEREYRA\*\*  
Teresa SUIRESZ\*\*\*

## RESUMEN

Continuando con el programa de investigación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera proveniente de bosques implantados en la provincia de Misiones, Argentina, se presentan en este trabajo los resultados finales obtenidos en los ensayos de madera de Pino taeda (*Pinus taeda*), conocido como Loblolly pine en su país de origen, Estados Unidos.

Esta especie está ampliamente difundida en las reforestaciones realizadas en el país, principalmente en las provincias de Misiones, Corrientes y en menor medida, Córdoba. En Misiones comenzó a tener preponderancia, en cuanto a superficies anuales reforestadas, a mediados de la década del 70, pudiéndose considerar que su participación en esta provincia no es menor del 50% de las más de 250.000 ha de plantaciones forestales, principalmente de coníferas (Pino elliotti, P. taeda, Araucaria, P. caribaea, P. patula) y en menor escala de Eucalipto, Paraíso y Kiri.

Se estudiaron las maderas de 12 árboles provenientes de plantaciones comerciales de la zona norte de Misiones, Departamento de Iguazú, de 13 y 14 años de edad, las que normalmente proveen rollizos a los aserraderos a partir de las cortas de aclareos (Raleos).

Para las determinaciones físicas y mecánicas se emplearon normas técnicas ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deutsche Industrie Norm) e IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), utilizándose una máquina universal de ensayos de 10 ton, marca CIFIC, volumómetro de Breuil, balanza eléctrica/Metler, calibres, estufas y accesorios de laboratorio, obteniendo los siguientes resultados:

1. Densidades ( $\text{g/cm}^3$ )  
Aparente: 0,47  
Anhídrica: 0,44  
Básica: 0,39
2. Retracción total (%)  
Tangencial: 6,1

\* Profesor Titular de Tecnología de la Madera, Director del Proyecto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

\*\* Docente Adscripto a la Cátedra y Becario de Investigación.

\*\*\* Alumna de 5º año. Becaria en Tecnología de la Madera.

Radial: 3,8

Volumétrica: 10,4

3. *Flexión estática* (kg/cm<sup>2</sup>)

Módulo de rotura: 776

Módulo de elasticidad: 67.784

4. *Tracción perpendicular a las fibras* (kg/cm<sup>2</sup>)

Tangencial: 30,7

Radial: 37,7

5. *Clivaje o hernidura* (kg/cm)

Tangencial: 37,6

Radial: 41,0

6. *Dureza Janka* (kg/cm<sup>2</sup>)

Transversal: 377

Tangencial: 320

Radial: 307

7. *Corte o cizallamiento paralelo a las fibras* (kg/cm<sup>2</sup>)

Tangencial: 106

Radial: 94

Los resultados de los ensayos de esta madera que debe ser considerada juvenil, pero que sin embargo participa en el abastecimiento de la industria de transformación mecánica (aserrado y compensados), pueden ser considerados interesantes y comparables con los de otras coníferas de rápido crecimiento de bosques implantados. En relación con el Pino elliotti juvenil, proveniente de reforestaciones de la misma región (Yvyraretá N° 3, 1992) son evidentes los menores valores de densidad, módulo de rotura a la flexión estática y dureza, siendo prácticamente equivalentes los resultados de los restantes ensayos, excepto el módulo de elasticidad a la flexión, que supera a los obtenidos en Pino elliotti.

*Palabras clave:* *Pinus taeda* - Misiones - Propiedades físicas y mecánicas.

**PHYSICS AND MECHANICAL  
PROPERTIES OF THE WOOD OF  
LOBLOLLY (PINUS TAEDA) OF  
CULTIVATED FOREST IN THE  
PROVINCE OF MISIONES,  
ARGENTINA**

**SUMMARY**

Physics and mechanical properties of

the wood of loblolly (*Pinus taeda*) of cultivated forest from the subtropical Province of Misiones, Argentina, have been studied. Specimens for this research, belong to 12 trees selected in 13 and 14 years old, stand of this specie which participate in approximately 50% of the more than 250.000 ha of cultivated forest in this Province, mostly conifers. An equivalent area have been planted in the neighbour Province of Corrientes, where eucaliptus and pines are dominant.

Methods of testing, technical norms, size and shape of specimens, laboratory facilities, etc., have been widely described in the study of the physical and mechanical properties of *Pinus elliotti* wood.

(GONZALEZ R. A. et al., Yvyraretá N° 3, 1992) The following results have been obtained:

1. *Density* (g/cm<sup>3</sup>)

At 12% moisture content: 0.47

Ovendry condition: 0.44

Basic: 0.39

2. *Shrinkage total* (%)

Tangencial: 6.1

Radial: 3.8

Volumetric: 10.4

3. *Static bending* (kg/cm<sup>2</sup>)

Moduli of rupture: 776

Moduli of elasticity: 63,784

4. *Tension perpendicular to grain* (kg/cm<sup>2</sup>)

Tangencial: 30.7

Radial: 37.7

5. *Cleavage* (kg/cm)

Tangencial: 37.6

Radial: 41.0

6. *Janka hardness* (kg/cm<sup>2</sup>)

Transversal: 377

Tangencial: 320

Radial: 307

7. *Shear parallel to grain*

Tangencial: 106

Radial: 94

**Key words:** *Pinus taeda* - Misiones - Physics and mechanical properties.

## INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Tal como se había expresado en el trabajo de investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti, que fuera publicado en 1992 en la revista *Yvyrareta* N° 3, las 250.000 ha reforestadas en Misiones, en su mayoría coníferas del género Pinus (*P. elliotti* y *P. taeda*, principalmente) y *Araucaria*, poseen un potencial de producción de maderas aserradas, en los próximos 20 años de 8.000 millones de pies cuadrados equivalentes a unos 400 millones de pies cuadrados anuales, los que representan aproximadamente 1 millón de m<sup>3</sup> de maderas aserradas por año, suficientes para cubrir la demanda actual de maderas aserradas y eventualmente encarar su exportación. Sin embargo, las características tecnológicas de esta madera, de las que aquí presentamos un aporte a su conocimiento, son en general poco o nada conocidas por el mercado consumidor, constructores, arquitectos, ingenieros, manejándose generalmente datos de especies afines a los referidos a las mismas especies en sus países de origen.

## MATERIALES Y METODOS

Las probetas ensayadas se extrajeron de 12 ejemplares de 13 y 14 años de edad, de reforestaciones del Departamento de Iguazú, Misiones, desarrolladas en suelos de las unidades cartográficas 9 y 7, es decir, suelos rojos profundos y suelos hidromórficos, respectivamente. Los diámetros de los árboles a 1,30 m de altura, DAP, para las dos edades y suelos se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Diámetros medios de los árboles seleccionados y las edades y suelos correspondientes

Edades	Suelos	
	13	14
9	18,9 cm	23,3 cm
7	23,8 cm	24,9 cm

La metodología de los ensayos, la selección de muestras, normas empleadas, tipos

y dimensiones de probetas, equipo de laboratorio utilizado, etc., han sido ampliamente desarrollados en el trabajo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas únicas de la madera del Pino elliotti (González - Pereyra - Suiresz, *Yvyrareta* N° 3, 1992) por lo que remitimos al lector a su consulta.

## RESULTADOS

*Número de árboles ensayados: 12*

### PROPIEDADES FISICAS

#### 1. Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

1.1 Densidad anhidra: 0,44 Desviación Standard 0,09 g/cm<sup>3</sup> Coeficiente 22,2%

1.2 Densidad Aparente: 0,47 Des. Std. 0,10 Coef. 21,2%

1.3 Densidad Básica: 0,39 Des. Std. 0,07 Coef. 17,9%

#### 2. Retracción total (%)

2.1 *Número de probetas ensayados: 82*  
Tangencial: 6,1% Des. Std.: 1,29 Coef. Var. 21,3%  
Radial: 3,8% Des. Std.: 1,23 Coef. Var. 32,3%  
Volumétrica: 10,4%

### PROPIEDADES MECANICAS

#### 3. Flexión estática (kg/cm<sup>2</sup>)

N° de probetas ensayados: 61

*Módulo de rotura: 776*

Desviación Standard: 214 kg/cm<sup>2</sup>

Coeficiente de Variación: 27%

*Módulo de elasticidad: 63.784*

Desviación Standard: 22.358 kg/cm<sup>2</sup>

Coeficiente de Variación: 39%

#### 4. Dureza Janka (kg/cm<sup>2</sup>)

Número de probetas: 38; total de ensayos realizados: 228.

4.1. *Superficie Transversal: 337*

Desviación Standard: 109 kg/cm<sup>2</sup>

Coeficiente de Variación: 28%

4.2. *Superficie Tangencial: 320*

Desviación Standard: 100 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 31%

4.3. *Superficie Radial*: 307

Desviación Standard: 100 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 32%

5. *Corte paralelo a las fibras o cizallamiento* (kg/cm<sup>2</sup>)

Probetas ensayadas: 68

5.1. *Superficie Tangencial*: 106

Desviación Standard: 23 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 21%

5.2. *Superficie Radial*: 94

Desviación Standard: 20 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 21%

6. *Tracción perpendicular a las fibras*:  
 Probetas ensayadas: 67

6.1. *Sentido Tangencial*: 30,7

Desviación Standard: 8,1 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 26%

6.2. *Sentido Radial*: 37,7

Desviación Standard: 10,6 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 28%

7. *Clivaje o rajadura*:

Probetas ensayadas: 63

7.1. *Sentido Tangencial*: 37,6

Desviación Standard: 11,6 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 30%

7.2. *Sentido Radial*: 41,0

Desviación Standard: 11,7 kg/cm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de Variación: 28%

8. *Humedad media de las probetas de Pino taeda ensayadas*: 15,3%

**DISCUSION Y CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en los ensayos de la madera de 12 ejemplares de Pino taeda, aún en edad juvenil, demuestran que estamos en presencia de una especie productiva de madera comparable a otras especies de coníferas de rápido crecimiento, ampliamente difundidas en el mundo.

En la siguiente Tabla se presentan los valores obtenidos con Pino ponderosa, Pino radiata de 25 años (Chile), Pino elliotti (Misiones, Argentina) que permiten una comparación, no desfavorable, con muestreo Pino taeda.

Si consideramos los índices de **Sallena-ve** para maderas de coníferas tropicales, por su dureza normal a las fibras de 313,5 kg/cm<sup>2</sup> (Valor medio de la dureza radial y transversal) la madera de Pino taeda de las reforestaciones de Misiones puede clasificarse como **Semi-Dura** y por su **Cota de Dureza** de 667 (relación entre la dureza normal a las fibras y su densidad aparente), debe ser considerada **madera apta para carpintería**, índice que se corrobora si se considera la **Cota de Flexión** de 16,5

**Tabla 2.** Propiedades físicas y mecánicas de Pino ponderosa, P. radiata y P. elliotti y P. taeda de Misiones

Especie	Densidad básica g/cm <sup>2</sup>	Flex. est. Mód. rotura kg/cm <sup>2</sup>	Módulo Elasticidad kg/cm <sup>2</sup>	Dureza J. transv. kg/cm <sup>2</sup>	Tracción perpend. kg/cm <sup>2</sup>	Corte kg/cm <sup>2</sup>
Pino ponderosa	0,38	658	90.000	208	30	79
P. radiata 25 años	0,46	688	99.280	446	tg 28 rd 25	tg 83 rd 80
P. elliotti Misiones	0,44	920	52.416	432	tg 32 rd 40	tg 114 rd 112
P. taeda Misiones	0,39	776	63.784	337	tg 30 rd 37	tg 106 rd 94

(Relación entre la Tensión de rotura en la flexión-estática y la Densidad aparente), que indica también su aptitud para la carpintería.

Por otro lado su **Cota de laminabilidad** de 0,829, valor obtenido de su **resistencia al clivaje** de 39 kg/cm, valor medio de los sentidos radial y tangencial y su **densidad aparente**, nos permite clasificar al Pino taeda que tratamos, como **madera muy laminable**, índices éstos que son corroborados para la experiencia.

Como decíamos al tratar las propiedades de la madera de Pino elliotti, se puede esperar que las características tecnológicas de esta madera, de por sí muy interesantes, mejoren aún más cuando las forestaciones todavía jóvenes alcancen su madurez.

**BIBLIOGRAFIA**

ASTM Standard D 145-52. 1972. Standard method of testing small clear specimens of timber. Reapproved. USA.

DIN Deutsch Industrie Norm N° 52186.

GONZALEZ, Raúl A.; PEREYRA, O.; SUIRESZ, T. 1992. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti reforestado en la Provincia de Misiones, Argentina. Yvyraretá, N° 3.

IBDF. 1982. Amazonian Timbers. Characteristic and utilization. Vol. II. Foreign species for light construction and mill work. Brasilia.

IRAM 1966. Norma técnica N° 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axil, radial y tangencial, Buenos Aires.

— 1973. Norma técnica N° 9544: Método de determinación de la Densidad aparente. Buenos Aires.

— 1963. Norma técnica N° 9532. Maderas. Métodos para la determinación de humedad. Buenos Aires.

HOHEISEL, Hannes. 1968. Estipulaciones para los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de la madera. Mérida, Venezuela. II parte: Estipulaciones e instrucciones sobre recolección de probetas de ensayos.

KOLLMANN, Franz E. P. y COTE, Jr., W. A. 1968. Principles of Science and Technology. Solid. Wood. New York.

PANSHING, A. J. y DE ZEEUW, Carl. 1980. Texbook of Wood Technology. New York.

PEREZ, Vicente A. y CABRERA, Jorge. 1987. Incidencia de la edad del árbol sobre las propiedades físicas y mecánicas de Pino radiata. Chile Forestal. Reprod. por Centro Ed. Maderero Argentino, N° 60.

SALLENAVE, P. 1971. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical.

Tabla 2. Propiedades físicas y mecánicas de Pino taeda, P. taeda y P. elliotti

Propiedad	Pino taeda	P. taeda	P. elliotti	P. elliotti
Densidad aparente (kg/cm³)	0,38	0,38	0,38	0,38
Tensión de rotura (kg/cm²)	39	39	39	39
Cota de laminabilidad	0,829	0,829	0,829	0,829
Resistencia al clivaje (kg/cm)	39	39	39	39