

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE PINO PARANA (ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA) REFORESTADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES

Raúl Alberto GONZALEZ (1)
Teresa SUIRESZ (2)

RESUMEN

Dentro del Programa de Investigación de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas provenientes de bosques implantados en la Provincia de Misiones, Argentina, la Araucaria o Pino Paraná ocupa un lugar de importancia, por la magnitud de las áreas reforestadas, por el hecho de ser una especie autóctona y la primera que se empleó en gran escala en las reforestaciones de esta provincia. Sus requerimientos de suelos rojos y profundos, la progresiva escasez de semilla, mayormente proveniente de Brasil y los mayores costos de implantación en relación a los más rústicos Pinos elliotti y taeda, hizo que la participación de esta especie en la superficie reforestada fuese disminuyendo progresivamente desde la década del 70.

Para este estudio se seleccionaron 6 ejemplares de 13 y 14 años, provenientes de plantaciones comerciales del norte de Misiones, Departamento de Iguazú, las que normalmente proveen rollizos para la industria del aserradero, 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 toneladas de capacidad, marca CIFIC, voluménometro de Breuil, balanza eléctrica Metler, calibre, estufas y accesorios de laboratorio, obteniéndose los siguientes resultados:

1. Densidades (g/cm³)

Aparente: 0,51

Anhidra: 0,48

Básica: 0,43

2. Retracción total (%)

Tangencial: 7,0

Radial: 3,8

Volumétrica: 11,2

3. Flexión estática (kg/cm²)

Módulo de rotura: 872

Módulo de elasticidad: 113.103

4. Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm²)

Tangencial: 17,3

Radial: 27,6

(1) Profesor Titular de Tecnología de la Madera. Director del Proyecto. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

(2) Alumna de 5º año, adscripta a la Cátedra. Becaria auxiliar de investigación en Tecnología de la Madera.

5. *Clivaje o Hendidura* (kg/cm)
Tangencial: 30,7
Radial: 36,1
6. *Dureza Janka* (kg/cm²)
Transversal: 490
Tangencial: 325
Radial: 337
7. *Corte o cizallamiento paralelo a las fibras* (kg/cm²)
Tangencial: 106,3
Radial: 98,6

Los resultados de los ensayos de la madera de esta especie reforestada, aún en estado juvenil, pero que provee regularmente rollizos para la industria de transformación mecánica (aserrado y compensado) son muy parecidos a los obtenidos en ensayos de madera provenientes de árboles maduros de los bosques nativos de la misma especie y comparables con algunos pinos de rápido crecimiento sobre todo con Pino elliotti, excepto en el módulo de elasticidad a la flexión, en el que la Araucaria supera netamente al Pino elliotti.

Palabras clave: Pino Paraná * Araucaria angustifolia * Misiones * Propiedades Físicas y Mecánicas.

SUMMARY

Physics and Mechanical properties of the wood of Paraná Pine (*Araucaria angustifolia*) of cultivated forest from the subtropical Province of Misiones, Argentine, have been studied. Specimens for this research belong to 6 trees selected in 13 and 14 years old stands of this specie, native of this province and Brazil and widely employed in reforestation in Misiones just to the '70 decade, when Resinous pines (mostly *Pinus elliotti* and *P. taeda*), displaced the Paraná Pine in the preferences for the new forest plantations.

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 the wood of Elliott Pine (González R. A. et al., YVYRARETA N° 3, 1992).

The following results have been obtained:

- Density* (g/cm³):
At 12% moisture content: 0.51
Ovendry condition: 0.48
Basic: 0.43
- Total shrinkage* (%):
Tangencial: 7.0
Radial: 3.8
Volumetric: 11.2
- Static Bending* (kg/cm²):
Moduli of rupture: 872
Moduli of elasticity: 113,103
- Tension perpendicular to grain* (kg/cm²):
Tangencial: 17.3
Radial: 27.6
- Cleavage* (kg/cm):
Tangencial: 30.7
Radial: 36.1
- Janka hardness* (kg/cm²):
Transversal: 490
Tangencial: 325
Radial: 337
- Shear parallel to grain* (kg/cm²):
Tangencial: 106.3
Radial: 98.6

Key words: Paraná Pine - Araucaria - 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 (YVYRARETA N° 3, 1992) las casi 250 000 ha reforestadas en Misiones, mayormente 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 unos 8000 millones de pies cuadrados, equivalentes a unos 400 millones de pie cuadrados anuales, lo que representa aproximadamente 1 millón de m³ de maderas aserradas por año, suficientes para cubrir la actual demanda de este tipo de producto y aun

encarar su exportación. Sin embargo, las características tecnológicas de estas maderas, son en general poco o nada conocidas, manejándose generalmente datos de especies afines o los referidos a las mismas especies en sus países de origen.

MATERIALES Y METODOS

El material ensayado se extrajo de 6 ejemplares de 13 y 14 años de edad, de reforestaciones del Dto. de Iguazú, Misiones, desarrolladas en suelos rojos, profundos, correspondientes a la Unidad Cartográfica 9. El diámetro medio de los árboles de 13 años a 1,30 de altura, DAP, fue de 17,5 cm y de 20,4 cm para los de 14 años.

La metodología de los ensayos, la selección de muestras, normas técnicas empleadas, tipo y dimensiones de las probetas, equipo de laboratorio utilizado, etc., han sido ampliamente desarrollados en el trabajo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino elliotti (González-Pereyra-Suirezs, YVYRARETA N° 3, 1992).

RESULTADOS

PROPIEDADES FISICAS

1. Densidad (g/cm³):

1.1. Densidad anhidra: 0,48
Desvío Standard: 0,06
Coeficiente Variación: 13%

1.2. Densidad aparente: 0,51
Desvío Standard: 0,06
Coeficiente Variación: 12%

1.3. Densidad básica: 0,43
Desvío Standard: 0,05
Coeficiente Variación: 11%

2. Retracción total (%)

2.1. Tangencial: 7
Desvío Standard: 0,6
Coeficiente Variación: 9%

2.2. Radial: 3,8
Desvío Standard: 0,5
Coeficiente Variación: 13%

2.3. Volumétrica: 11,2

PROPIEDADES MECANICAS

3. Flexión estática (kg/cm²):

3.1. Módulo de Rotura: 872
Desvío Standard: 232
Coeficiente Variación: 26%

3.2. Módulo de Elasticidad: 113.103
Desvío Standard: 31.431
Coeficiente Variación: 27,8%

Número de probetas ensayadas: 57
Humedad media de las probetas ensayadas: 13,4%

4. Tracción perpendicular a las fibras (kg/cm²)

4.1. Tangencial: 17,3
Desvío Standard: 7,81
Coeficiente Variación: 45%

4.2. Radial: 27,6
Desvío Standard: 12,5
Coeficiente Variación: 45%

Número de probetas ensayadas: 64
Humedad media de las probetas ensayadas: 12,9%

5. Clivaje o hendidura (kg/cm)

5.1. Tangencial: 30,7
Desvío Standard: 9,2
Coeficiente Variación: 30%

5.2. Radial: 36,1
Desvío Standard: 10,9
Coeficiente Variación: 30%

Número de probetas ensayadas: 69
Humedad media de las probetas ensayadas: 13,5%

6. Dureza Janka (kg/cm²)

6.1. Transversal: 490
Desvío Standard: 64
Coeficiente Variación: 13%

6.2. Tangencial: 325
Desvío Standard: 69
Coeficiente Variación: 21%

6.3. Radial: 337

Desvío Standard: 59

Coeficiente Variación: 17,6%

Total de ensayos realizados: 144

Humedad media de las probetas ensayadas: 12%

7. Corte paralelo a las fibras (kg/cm²)

7.1. Tangencial: 106,3

Desvío Standard: 26,5

Coeficiente Variación: 25%

7.2. Radial: 98,6

Desvío Standard: 17

Coeficiente Variación: 17%

Número de probetas ensayadas: 52

Humedad media de las probetas ensayadas: 13,9

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los ensayos de la madera provenientes de 6 ejemplares de *Araucaria angustifolia* (Pino Paraná) provenientes de reforestaciones realizadas en la Provincia de Misiones, permiten apreciar que pese a tratarse de madera de árboles juveniles (13 y 14 años de edad), no difieren de los obtenidos con Pino Paraná de los bosques nativos, con árboles de edad y diámetros elevados (ver Tabla 1). Antes bien, algunos ensayos dan valores superiores. Se debe recordar que los ensayos normalizados realizados para este trabajo, se efectuaron con madera totalmente libre de defectos y nudos,

siendo estos últimos abundantes en madera provenientes de árboles de pequeños diámetros que no han sido desramados y casi inexistentes en la madera de Pino Paraná de bosques nativos que se elaboraba en Misiones y la que se importaba del Brasil.

Por otro lado, si consideramos los índices de *Sallenave* para maderas de coníferas tropicales, su dureza normal a las fibras de 331 kg/cm² (Valor medio de la dureza tangencial y radial) ubica a la madera de *Araucaria* reforestada entre las maderas semiduras, en tanto que su Cota de Dureza de 1273 corresponde a una madera para usos especiales, en tanto que por su Cota de Flexión de 17,1 (relación entre el módulo de rotura a la flexión y su densidad aparente), esta madera debe ser considerada como madera buena para carpintería.

Por último su Cota de laminabilidad de 0,65 (relación entre la resistencia al clavaje o hendidura y su densidad aparente), permite clasificar a la madera de *Araucaria angustifolia* reforestada como muy laminable, resultado coincidente con el uso industrial histórico de esta especie, tanto con materia prima proveniente de bosques nativos, antiguamente, como de bosques implantados, en la actualidad.

AGRADECIMIENTO

A la alumna de 5º años, Srta. Stella Maris Morel, por la valiosa colaboración prestada durante la realización de los ensayos físicos y mecánicos.

Tabla 1. Propiedades físicas y mecánicas de la madera *Araucaria Angustifolia* de bosques nativos e implantados

Propiedades Especie	Densidad aparente (g/cm ³)	Retracción %		Flexión kg/cm ² módulo rotura		Dureza transversal kg/cm ²	Tracción perpendicular kg/cm ²	Corte paralelo kg/cm ²
		Rd	Tg	módulo	elástico.			
<i>Araucaria</i> de bosques nativos	0,50	3,9	7,2	708	100 400	278	35	70
<i>Araucaria</i> reforestada en Misiones	0,51	3,8	7,0	872	113 103	490	22,4 (1)	102

(1) Valor medio entre la resistencia radial y tangencial.

BIBLIOGRAFIA

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

DIN Deutsch Industrie Norm N° 52186.

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

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

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

IRAM Norma técnica N° 9544: Métodos de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires, 1973.

IRAM Norma técnica N° 9532: Maderas, métodos para la determinación de humedad. Buenos Aires, 1963.

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

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

PANSHING, A. J. y DE ZEEUW, Carl. Texbook of wood technology. New York, 1980.

PEREZ, Víctor y CABRERA, Jorge. 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, 1987.

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

TORTORELLI, Lucas. Maderas y Bosques Argentinos, Editorial ACME, S.A.C.I., Buenos Aires, 1956.