



Identificación del Trabajo	
Área:	Materiales-Estructuras
Categoría:	Alumno / Graduado
Regional:	Venado Tuerto

Determinación experimental de la Dureza Janka en madera de Álamo *Populus Deltoides* Australiano 129/60

Mariana QUIROGA, Antonella PORTA

Calle Laprida Nº 651, Venado Tuerto, Santa Fe, Facultad Regional Venado Tuerto, Universidad Tecnológica Nacional

E-mail de contacto: gidec@frvt.edu.ar; quirogamarianal@gmail.com;

*Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Ing. Alfredo Guillaumet y la Ing. María Cecilia Filippetti, en el marco del proyecto "Caracterización tecnológica de la madera *Populus Deltoides* 129/60 cultivada en el Delta del Río Paraná (25/z014)".*

Resumen

El objetivo de este trabajo es obtener la dureza en la madera mediante un método conocido como dureza Janka. El mismo consiste en determinar la carga necesaria para hacer penetrar una esfera de acero a una profundidad igual a la mitad del diámetro, obteniendo una impronta de 1 cm², por lo tanto, la carga necesaria es la medida de la dureza, expresada en kg/cm².

Para ello se ensayaron 45 probetas de madera Álamo *Populus deltoides* Australiano 129/60 proveniente de bosques implantados en el Delta del río Paraná, bajo la NORMA IRAM 9570.

Los resultados presentan un valor de dureza media de 169.48 kg/cm², con este valor la especie se clasifica dentro de la categoría de maderas muy blandas.

Este valor resultante se compara con los publicados por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). El valor experimental de la Dureza Janka del *Populus Deltoides* es del orden de los valores obtenidos de tablas para otras especies de Álamos, mientras que presenta una Dureza inferior, del orden de la mitad, que la presentada por diferentes especies de Pinos.

Palabras Claves: Dureza; Janka; Álamo, Propiedades mecánicas madera

1. Introducción y Objetivos

Es de fundamental importancia para la aplicación y comercialización de nuestras maderas la caracterización y el conocimiento de las diferentes propiedades físicas, químicas y mecánicas. Por otra parte estos conocimientos serán de utilidad para lograr un mejor aprovechamiento de la madera obtenida de las plantaciones sustentables de nuestro país.

La dureza está caracterizada, fundamentalmente, por la resistencia que acusan las maderas a la penetración de un cuerpo duro idealmente indeformable, bajo la acción lenta de una presión o a través de un impacto.

Esta propiedad tiene importancia dentro de la técnica de aplicación de la madera por estar estrechamente relacionada con el trabajo de ésta, tanto a mano como mecánico; existiendo una relación directa entre dureza y dificultad del trabajo.

Sobre la base de lo expuesto, podemos mencionar la importancia de este estudio para la utilización de la madera en la construcción sobre todo cuando se trata de piezas que deben retener fuertemente tornillos, clavos o puntas de ensambladuras.

El presente trabajo tiene como objetivo sumar conocimiento a la caracterización de la especie, determinando la Dureza Janka de la madera de Álamo *Populus Deltoides Australiano 129/60* para compararla con las establecidas por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial para otras especies, tales como Pino *Elliottii*, Pino Taeda, Pino Paraná, *Eucalyptus Grandis*, Álamo 214, Álamo 63/51 y encuadrarla dentro del rango de dureza de maderas publicado en CORONEL E.O. – 1995 – “Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas” – El liberal, Santiago del Estero, 2da parte.

2. Metodología

La madera utilizada para el trabajo experimental, fue el *Álamo Populus Deltoides Australiano 129/60*. Dentro de las especies de reforestación de rápido crecimiento se destaca por su potencial el álamo, y si se considera como zona de cultivo el delta del río Paraná se aprecia su cercanía a un mercado de consumo potencial muy importante. “El álamo en general se presenta como una especie de rápido crecimiento, baja densidad de la madera y rigidez, pero con resultados que podrían satisfacer las condiciones para fabricación de vigas laminadas o como vigas aserradas para pequeñas luces” (Castro, 2006).



Figura 1: Ejemplar de Álamo *Populus Deltoides Australiano 129/60*

El ensayo consiste en forzar dentro de la probeta de madera un penetrador cilíndrico con cabeza semiesférica de acero, de 11.284 mm de diámetro como lo indica la figura 1, mediante el uso de una prensa hidráulica.

Se prepararon 45 probetas de 50mm x 50mm x 150mm exentas de defectos según lo estipulado por la Norma IRAM 9570, y luego se ensayaron.

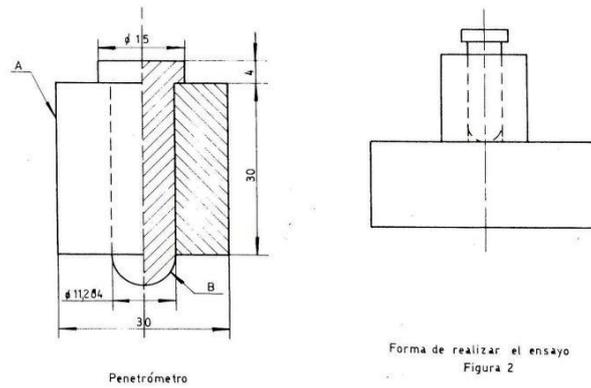


Figura 2: Penetrador y guía



Figura 3: Ensayo para obtener el valor de la Dureza Longitudinal

En primera instancia se coloca la probeta debajo del penetrador y se le aplica una carga en forma continua, con una velocidad de la cabeza móvil de la máquina de 6 mm/min, hasta que el penetrador tome contacto con la guía, midiendo la fuerza utilizada.

La carga bajo la cual el penetrador ha efectuado su recorrido máximo, es decir la mitad del diámetro, representa el valor de la dureza Janka en kilogramos por centímetro cuadrado.

Se efectúan, sobre cada probeta, dos penetraciones sobre la superficie tangencial, dos sobre la superficie radial y una en cada uno de los extremos, obteniendo un valor promedio de dureza por cada sentido de orientación de las fibras.

Las penetraciones no deben realizarse cerca de los bordes para prevenir rajaduras y astillado de la probeta. La distancia mínima entre dos penetraciones debe ser de 35mm para la sección longitudinal-radial y de 20mm para la sección longitudinal-tangencial.

Una vez ensayadas las probetas, se procedió a determinar el contenido de humedad, según lo establecido en la norma IRAM 9532. Para ello, se cortó una porción central de cada una cubicándola con un calibre Vernier con un error de 0,01mm, luego se pesaron utilizando una balanza digital sensible al 0,01g obteniendo el peso húmedo (Ph). Cumplido esto, se colocaron las muestras en una estufa a temperatura ambiente, elevándola paulatinamente

hasta alcanzar los $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, manteniendo ésta por un lapso de 24 hs, habiendo obtenido un peso constante. Este peso se considera como P_s (peso seco). El contenido de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{P_h - P_s}{P_h} * 100$$

3. Resultados y Discusión

La Tabla 1 presentada en el ANEXO muestra los valores de Contenido de Humedad, Dureza en el sentido tangencial de las fibras, Dureza en el sentido radial de las fibras, el promedio entre las dos y Dureza en el sentido longitudinal de las fibras, por cada probeta ensayada.

En la Tabla 2, se observan los promedios de todos parámetros presentados en la Tabla 1, analizados estadísticamente. El valor medio de Dureza Janka resultó ser de 169.48 kg/cm^2 , presentando un desvío estándar de 0.25 y un coeficiente de variación de 0.15%.

Tabla 2. Parámetros estadísticos

	H [%]	Tm [Kg]	Rm [Kg]	DUREZA [Kg]	Lm [Kg]
Media	0,12	170,83	168,12	169,48	306,09
Max	0,13	259,00	295,00	277,00	437,50
Min	0,11	100,50	118,50	109,50	235,00
Desv	0,00	0,36	0,31	0,25	0,48
P 5%	0,12	125,00	132,85	144,25	245,70
Cov	0,03	0,21	0,18	0,15	0,16

H: Contenido de humedad; **Tm:** Dureza promedio en el sentido tangencial; **Rm:** Dureza promedio en el sentido radial; **Media:** Dureza Janka; **Lm:** Dureza promedio en el sentido longitudinal

La tabla 3 muestra la comparación de la Dureza Janka obtenida experimentalmente para madera de Álamo *Populus Deltoides* Australiano 129/60 con la Dureza Janka del Pino *Elliottii*, Pino Taeda, Pino Paraná, Eucalipto *Grandis*, Álamo 214 y Álamo 63/51, publicadas por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Se observa que la Dureza del *Populus Deltoides* obtenida experimentalmente está en el orden de los Álamos 214 y 63/51 publicados por el INTI, superándolos en aproximadamente un 8%. También se puede verificar que en los tres casos la Dureza Tangencial supera a la Radial.

Por último, en comparación con las cuatro especies de Pinos, la Dureza Janka del *Populus Deltoides* es aproximadamente un 56% inferior.

Tabla 3. Comparación de la Dureza Janka de la especie con las de otras

ESPECIE	Tm [Kg]	Rm [Kg]	DUREZA [Kg]	Lm [Kg]
PINO ELLIOTTII (Pinus Elliottii) (1)	320,00	256,00	288,00	541,00
PINO TAEDA (Pinus Taeda) (1)	273,00	303,00	288,00	403,00
PINO PARANA (Araucaria Angustifolia) (1)	327,00	330,00	328,50	500,00
EUCALIPTO GRANDIS (Eucalyptus Grandis) (1)	291,00	285,00	288,00	451,00
ALAMO 214 (Populus x euramericana cv I-214) (1)	165,00	153,00	159,00	216,00
ALAMO 63/51 (Populus deltoides cv I 63-51) (1)	160,00	130,00	145,00	280,00
ALAMO 129/60 (Populus deltoides Australiano) (2)	170,83	168,12	169,48	306,09

(1) Valores del INTI, (2) Valor experimental

4. Conclusiones

- El Álamo **Populus Deltoides Australiano 129/60**, es una madera que se encuentra en la categoría de maderas muy blandas por su dureza según la escala propuesta por CORONEL E.O. – 1995 – con un valor medio de 169,48 kg/cm².
- El valor experimental de la Dureza Janka del Populus Deltoides está en el orden de los valores planteados de las tablas del INTI para otras especies de Álamos, mientras que resulta inferior en un 50% que la presentada por diferentes especies de Pinos de reforestación.

Agradecimientos

A los docentes investigadores Ing. Alfredo Aníbal Guillaumet e Ing. María Cecilia Filippetti por su apoyo técnico y su permanente colaboración.

A los alumnos Yanina Macerata, Nicolás Ibarborde, Tomas O´Donohoe por su colaboración.

A todos los docentes y alumnos investigadores del grupo G.I.D.E.C.

Bibliografía

CITEMA – INTI - pág. 1 – hoja 1 – PDF, tabla propiedades.

<http://www.inti.gov.ar/maderaymuebles/pdf/pinos.pdf> - 03/04/2012.

CORONEL E.O. (1995). “Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas”. El liberal, Santiago del Estero, 2da parte 335 pág.

Ficha técnica de especies forestales – Instituto Forestal Nacional.

PEÑA S., PERIS F., MENDEZ., PEREZ D., “Tecnología de la madera en la construcción Arquitectónica”. Neografis S.L. – 275 pág.

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES (1963) IRAM 9532, Madera – Método de determinación de la humedad. Buenos Aires

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES (1971) IRAM 9570, Madera – Método de ensayo de la dureza Janka. Buenos Aires

Tabla 1. Dureza parcial por probetas

PROBETA	H [%]	Tm [Kg]	Rm [Kg]	Media [Kg]	Lm [Kg]
CAC 01	12,00%	137,50	185,00	161,25	305,00
CAC 02	12,50%	172,50	175,00	173,75	301,50
CAC 03	12,70%	167,50	150,00	158,75	312,50
CAC 04	11,80%	230,00	160,00	195,00	321,50
CAC 05	12,50%	201,00	118,50	159,75	246,50
CAC 06	12,40%	147,50	157,50	152,50	245,50
CAC 07	12,00%	172,50	165,00	168,75	307,50
CAC 08	12,70%	217,00	173,50	195,25	308,00
CAC 10	12,70%	185,00	175,00	180,00	311,50
CAC 11	12,40%	100,50	154,00	127,25	340,00
CAC 12	12,80%	232,50	127,50	180,00	258,00
CAC 13	12,40%	127,00	163,00	145,00	299,50
CAC 14	12,20%	164,00	182,50	173,25	269,00
CAC 15	12,50%	152,50	130,00	141,25	235,00
CAC 16	11,40%	182,50	154,00	168,25	340,00
CAC 17	12,30%	150,00	202,50	176,25	277,50
CAC 18	13,00%	170,00	147,50	158,75	249,00
CAC 19	11,90%	200,00	133,00	166,50	260,00
CAC 20	11,90%	189,00	177,50	183,25	382,50
CAC 21	11,70%	259,00	169,00	214,00	287,50
CAC 22	12,40%	125,00	172,50	148,75	243,00
CAC 23	12,70%	132,50	205,00	168,75	273,00
CAC 24	12,60%	163,50	200,00	181,75	437,50
CAC 25	12,20%	139,50	145,50	142,50	278,50
CAC 26	12,40%	137,50	165,00	151,25	260,00
CAC 27	12,10%	202,50	147,50	175,00	307,50
CAC 28	12,40%	165,00	215,00	190,00	303,50
CAC 29	12,60%	153,50	192,00	172,75	262,00
CAC 30	12,10%	125,00	137,50	131,25	303,50
CAC 31	12,50%	159,00	133,00	146,00	270,50
CAC 32	12,70%	139,00	169,00	154,00	305,00
CAC 33	12,80%	120,00	140,00	130,00	281,00
CAC 34	12,00%	185,00	182,50	183,75	295,00
CAC 35	12,70%	157,50	180,00	168,75	312,50
CAC 36	12,30%	155,00	172,50	163,75	400,00
CAC 37	11,70%	240,00	198,00	219,00	385,00
CAC 38	12,50%	205,00	210,00	207,50	349,00
CAC 39	12,30%	205,00	142,50	173,75	265,00
CAC 40	12,30%	221,50	162,50	192,00	411,50
CAC 41	12,60%	195,00	172,50	183,75	330,00
CAC 42	11,90%	205,00	295,00	250,00	392,50
CAC 43	12,40%	125,00	140,00	132,50	292,50
CAC 44	12,20%	134,00	143,00	138,50	278,00
CAC 45	12,20%	157,50	192,50	175,00	328,00
CAC 9	12,60%	182,50	152,50	167,50	352,50
	12,33%	170,83	168,12	169,48	306,09

H: Contenido de humedad; **Tm:** Dureza promedio en el sentido tangencial; **Rm:** Dureza promedio en el sentido radial; **Media:** Dureza Janka; **Lm:** Dureza promedio en el sentido longitudinal

