



Identificación del Trabajo	
Área:	Estructuras y construcciones civiles
Categoría:	Graduado / Alumno
Regional:	Regional Venado Tuerto

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA ANISOTROPÍA EN MADERA DE ÁLAMO AUSTRALIANO 129/60 CULTIVADO EN EL DELTA DEL RÍO PARANÁ

Juana ARANDA, Aldana VENTURINI, Cesar CUELLO, Ayelén RIEPPI

Departamento de Ingeniería Civil (Laprida 651, Venado Tuerto), Facultad Regional Venado Tuerto, UTN

E-mail de contacto: gidec@frvt.utn.edu.ar

juaniaranda@arnet.com.ar

aldanaventurini@hotmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Ing. Alfredo Guillaumet e Ing. María Cecilia Filippetti, en el marco del proyecto "Caracterización tecnológica de la madera de POPULUS deltoides 129/60 cultivado en el delta del Río Paraná (25/z014)".

Resumen

La madera es un material higroscópico en que la modificación de sus dimensiones es distinta en las direcciones radial y tangencial. Este fenómeno de contracción e hinchamiento tiene gran influencia en el uso de la madera. Este trabajo contrasta el valor de anisotropía en madera de álamo australiano, obtenidos aplicando la Norma IRAM 9543, con respecto a los registrados en las fichas técnicas del Instituto Forestal Nacional. Para ello, se ensayaron 30 probetas de 20 x 20 x 50mm en cada dirección (axil, radial y tangencial). Se determinaron los valores de contracción e hinchamiento, tenor de humedad, y anisotropía. Se obtuvieron resultados de contracción total ligeramente inferiores a los presentados por Cunha Ferré en las Jornadas de Salicáceas del año 2006 para el mismo clon, pero un coeficiente de anisotropía superior. Los valores resultantes son superiores a los que presenta la ficha Técnica del Instituto Forestal para el Populus Nigra.

Palabras Claves: madera; anisotropía; propiedades madera; álamo australiano

1. Introducción y Objetivos

1.1. Consideraciones generales

La estrecha relación que existe entre la madera y la humedad, es quizás el tema más incidente desarrollado dentro de la tecnología de la madera. Ya que su comportamiento estructural varía considerablemente, de acuerdo al porcentaje de humedad contenido en la misma; el cual dependerá finalmente de las condiciones ambientales del lugar de aplicación o uso de la madera. Una de las propiedades fundamentales que diferencia a la madera de otros materiales es la anisotropía. Esta indica que tiene distintas características y comportamientos, físicos y mecánicos, en relación al sentido tangencial, radial o longitudinal de su fibra. Además, sus propiedades varían también, a diferentes alturas del árbol y en sentido transversal desde la médula hasta la corteza.

Desde el punto de vista de la física, es un material higroscópico. Esta propiedad le permite intercambiar humedad con el aire que la rodea, en función de las condiciones higrométricas, humedad relativa y temperatura del ambiente en que se encuentran, ya que la madera tiene la capacidad de captar y liberar agua. Lo cual conlleva a cambios en sus dimensiones. El agua fijada en las paredes celulares aumenta el tamaño de la célula. Por esto, la madera se contrae al entregar esta agua por evaporación. Esta reducción volumétrica de la madera se denomina contracción. El mismo fenómeno se observa en el sentido contrario. La madera seca absorbe humedad del ambiente aumentando su volumen. Esta dilatación dimensional se denomina hinchamiento.

1.2. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es determinar los coeficientes de contracción e hinchamiento de *Populus deltoides* Australiano 129/60 cultivado en el Delta del Río Paraná. Se determinará también el valor de anisotropía del clon.

2. Metodología

2.1 Materiales

La madera utilizada para el trabajo experimental es *Populus deltoides* (*Álamo Australiano 129/60 cultivado en el Delta del Río Paraná*). Las probetas se extrajeron de tablas aserradas de 1"x4" provenientes de árboles apeados en el año 2010. En cuanto a la plantación, es del año 1996, distanciado original a 6x4m. (415 plantas por hectáreas) y con un raleo selectivo al 30% a los 9 años de edad, dejando aproximadamente 290 plantas por hectáreas. También tiene una poda a 4,5m. de altura aproximadamente a los 7 años de edad. En cuanto a las labores en las entre calles y/o líneas, tiene un cuidado simple de pisoneado y/o rastreado 2 veces al año hasta el noveno año de edad donde se incorporó la ganadería. En cuanto al manejo de agua, paso por los dos extremos, en unas pocas ocasiones. Le tocó anegamiento superficial del campo por períodos cortos (15-20 días), y también momentos de sequía por periodos un poco más prolongados.

Para la selección de las tablas, se tuvo en cuenta la disposición de las fibras, facilitando luego el corte de las probetas según los sentidos tangencial, radial y axial. Se prepararon 30 probetas de cada sentido de 20mm x 20mm x 50mm, con el grano orientado según que la contracción a determinar sea axial, radial o tangencial como lo indica las figuras (1a), (1b) y (1c) respectivamente; a las cuales se le colocaron dos clavos de 1.2mm de diámetro por 15mm de largo, previamente pesados, en cada una de las dos caras elegidas como muestra la figura (2), según lo estipulado por la Norma IRAM 9543 (1966).

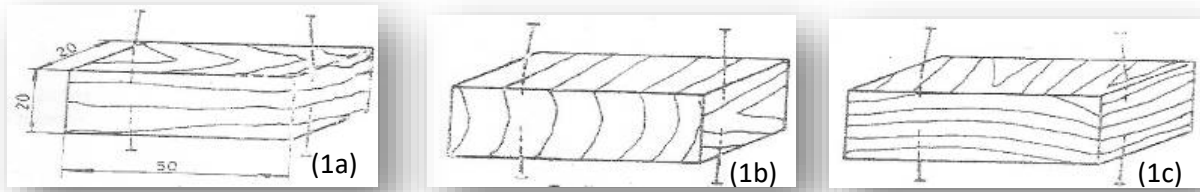


Figura 1. Orientación de las fibras.

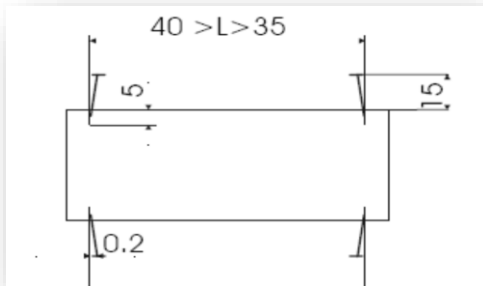


Figura 2. Disposición de clavos en la probeta.

2.1 Método

Las tareas se desarrollaron en el Grupo GIDEC (Grupo de Investigación y Desarrollo de Estructuras Civiles) de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional.

Se ensayó según las prescripciones de la norma IRAM 9543(1966). Se acondicionaron las probetas estacionándolas al aire libre ya clavadas, por un periodo de 7 días, logrando de esta manera que las mismas equilibren su humedad con la del ambiente de trabajo. Se pesaron descontándose el peso de los clavos. Este valor se considera como P_e (peso estacionado) y se midieron las distancias de los clavos en ambas caras (L_e). Luego se colocaron las probetas 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 48hs, habiendo obtenido un peso constante. Este peso se considera como P_o (peso anhidro) y se midieron las nuevas distancias entre los clavos, en ambas caras (L_o). Se colocaron las probetas en agua sin sumergir, para esta penetre por la superficie inferior de la probeta y el aire sea desplazado, una vez húmedas se sumergen en agua por completo un periodo de 7 días, logrando la saturación.

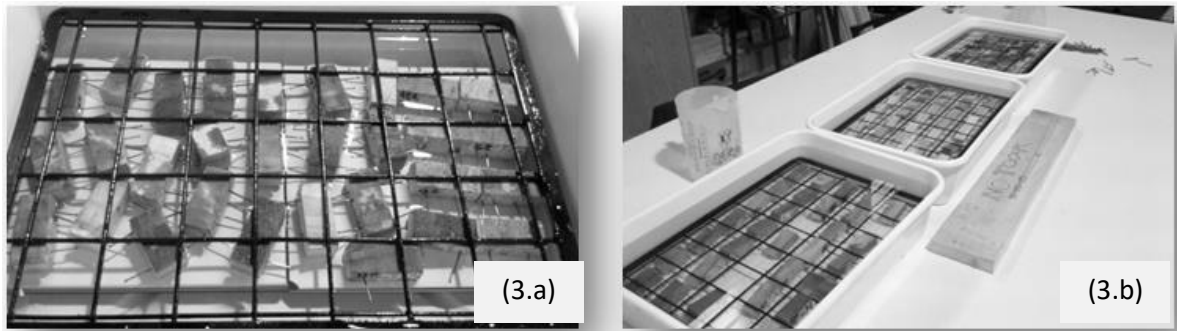


Figura 3. a) Colocación de probetas en agua (sin sumergir) y b) Sumergidas.

Finalmente se extrajeron las probetas del agua y se secaron con un trapo húmedo para quitarles el agua superficial y se midió la distancia entre clavos (L_s) en ambas caras.

Para medir las distancias entre los clavos en las diferentes etapas del proceso, se utilizó un calibre Vernier con un error de 0,01mm, ubicando el instrumento muy próximo a la cara de la probeta, midiendo sobre la base de los clavos. Para pesar las probetas, se utilizó una balanza digital sensible al 0,01g.



Figura 4. Balanza digital.

Se determinaron las contracciones expresadas en porcentajes, del estado estacionado al anhidro, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{L_s - L_o}{L_s} * 100(1)$$

Donde:

C: contracción lineal desde el estado saturado al anhidro según la dirección tangencial o radial.

L_s : distancia entre clavos en estado saturado.

L_o : distancia entre clavos en estado anhidro.

El contenido de humedad de las probetas, fue calculado mediante la siguiente ecuación:

$$CH = \frac{P_{e\ c} - P_o}{P_{e\ c} - P_c} * 100(2)$$

Donde:

CH: contenido de humedad expresado en porcentaje.

$P_{e\ c}$: peso estacionado con clavos.

P_o : peso anhidro sin clavos.

P_c : peso de los clavos.

Finalmente con los valores antes mencionados se calculó el coeficiente de contracción tangencial y radial de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C_c = \frac{C}{CH}(3)$$

Siendo:

C: contracción del estacionado al anhidro, sea tangencial o radial.

CH: contenido de humedad correspondiente.

3. Resultados y Discusión

El análisis estadístico de los datos experimentales, se muestran en Tabla 1. Se consideraron los valores de direcciones radiales y tangenciales. Los valores de las probetas en dirección longitudinal arrojaron resultados dispares por lo que no se presentan. En el Anexo 1 se muestra el detalle de los valores experimentales por probeta.

Se puede apreciar que el valor alcanzado de contracción total tangencial es muy superior, más del doble que la contracción total radial. En el coeficiente de contracción para ambas direcciones, también se observan diferencias similares.

Tabla 1. Valores de contenido de humedad, contracción total y coeficiente de contracción

TANGENCIAL				RADIAL			
	CH%	CT	Cc		CH%	CT	Cc
	%	%	%		%	%	%
Media	8,58	7,88	26,71	Media	8,79	3,33	13,15
Desvio	0,01	0,01	0,13	Desvio	0,002	0,13	0,05
COV	0,14	0,12	0,48	COV	0,03	0,39	0,40

Tabla 2. Comparación de los resultados obtenidos con los presentados por INTI Cunha Ferré y la Ficha del Instituto Forestal Nacional.

	Australiano 129/60 Cunha Ferré (2006)	Populus nigra Instituto Forestal	Australiano 129/60 UTN FRVT
CT tang	8,1	7,10	7,88
CT rad	3,69	3,90	3,33
COEF. ANISOTROPIA	2,20	1,82	2,37

Observamos que los valores presentados para el mismo clon por Cunha Ferré, en su disertación en las Jornadas de Salicáceas del 2006, resultan para las contracciones totales ligeramente superiores a los obtenidos en los ensayos realizados en la Facultad Regional Venado Tuerto; con un coeficiente de anisotropía ligeramente inferior. Para el Álamo Criollo (*Populus nigra* c.v. "itálica") los valores que indica la Ficha Técnica del Instituto Forestal Nacional resultan inferiores en un 10% para la contracción tangencial y superiores en un 20% para la contracción radial, en relación a los valores obtenidos para al Populus Australiano 129/60 del delta del Río Paraná; resultando un coeficiente de anisotropía mayor en 30% para el Australiano.

4. Conclusiones

Los valores obtenidos en los ensayos realizados por el Grupo GIDEC, para el Populus Deltoides Australiano 129/60 del Delta del Rio Paraná, presentan valores de contracción total inferiores (menos del 10%) a los presentados por Cunha Ferré para el mismo clon pero un coeficiente de anisotropía superior en un 10%.

En clon Australiano presenta un coeficiente de anisotropía mayor (30%) que el referenciado para al Populus Nigra en las Fichas Técnicas del Instituto Forestal.

Bibliografía

Instituto Argentino de Normalización - IRAM. 1966. IRAM 9543 - Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial y el punto de saturación de las fibras. IRAM, Buenos Aires.

Tortorelli L. Maderas y Bosques Argentinos Tomo I. 2ª ed. 2009. Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Dirección Forestal. Fichas técnicas.http://64.76.123.202/new/00/forestacion/biblioteca_forestal/03_Fichas%20Tecnicas/index.php

Cunha Ferré. El secado en la industrialización de la madera de Salicáceas. Jornadas de Salicáceas 2006.

TANGENCIAL			
Probeta	CH% %	CT %	Cc %
3T	8,80%	7,65%	28,75%
8T	9,13%	8,32%	15,01%
9T	9,00%	7,60%	25,71%
14T	8,55%	8,03%	38,53%
15T	8,89%	7,76%	46,22%
16T	8,69%	6,02%	25,92%
22T	9,01%	6,47%	15,52%
23T	9,08%	7,78%	14,80%
24T	8,53%	7,51%	8,79%
25T	8,69%	7,83%	28,04%
26T	8,49%	8,05%	13,85%
27T	8,80%	7,37%	22,99%
28T	2,41%	6,58%	11,90%
29T	8,52%	7,69%	41,63%
30T	8,53%	7,78%	61,21%
32T	8,67%	8,51%	38,89%
33T	8,70%	8,57%	27,55%
35T	9,02%	7,81%	29,25%
36T	8,81%	8,54%	20,97%
37T	9,17%	8,33%	34,15%
38T	8,53%	6,65%	16,29%
39T	8,48%	7,16%	23,63%
41T	8,39%	8,33%	21,44%
42T	8,72%	8,72%	7,78%
44T	9,23%	10,61%	52,28%
45T	9,35%	8,30%	23,39%
46T	8,57%	9,21%	32,85%
48T	9,00%	6,72%	21,43%
53T	8,72%	9,53%	17,99%
55T	8,82%	6,98%	34,43%

RADIAL			
Probeta	CH% %	CT %	Cc %
1R	8,87%	2,98%	7,16%
3R	8,71%	2,59%	7,28%
4R	8,63%	2,49%	10,88%
7R	9,52%	3,12%	5,00%
11R	8,60%	3,76%	10,15%
12R	8,99%	3,27%	11,25%
14R	8,54%	4,19%	15,15%
15R	8,63%	4,94%	16,15%
16R	8,74%	5,21%	22,38%
21R	9,08%	2,28%	14,73%
22R	8,70%	2,62%	16,99%
23R	8,56%	2,41%	11,08%
25R	8,76%	3,43%	13,90%
27R	8,68%	2,00%	14,54%
28R	8,62%	3,11%	-3,41%
31R	8,75%	2,39%	12,82%
32R	9,06%	2,20%	11,19%
35R	8,89%	5,77%	17,16%
36R	8,53%	6,30%	16,74%
37R	8,96%	4,15%	21,50%
38R	9,06%	3,60%	13,12%
40R	8,76%	3,14%	18,82%
42R	8,52%	2,75%	11,09%
43R	8,74%	2,58%	13,53%
45R	8,90%	2,89%	14,76%
47R	8,82%	3,25%	11,03%
48R	9,00%	3,64%	17,64%
50R	8,56%	2,29%	15,58%
53R	9,01%	5,81%	18,70%
54R	8,86%	6,58%	18,95%

Anexo 1