

## ESTUDIO DE LA CONTRACTIBILIDAD DE LA MADERA DE *POPULUS DELTOIDES* CULTIVADO EN EL DELTA DEL RÍO PARANÁ, CLONES AUSTRALIANO 129/60 Y STONVILLE 67

## STUDY OF THE CONTRACTIBILITY OF *POPULUS DELTOIDES* WOOD CULTIVATED IN THE DELTA OF THE RIVER PARANÁ, AUSTRALIAN 129/60 AND STONVILLE 67 CLONES

**Leandro Serraiocco** <sup>(1)</sup> (P), **Ricardo Marino** <sup>(2)</sup>, **Esteban Morales** <sup>(3)</sup>

(1) Alumno de Ing. Civil, Universidad Tecnológica Nacional Fac. Reg. Gral. Pacheco.

(2) Prof. Ing. Civil, Universidad Tecnológica Nacional Fac. Reg. Gral. Pacheco.

(3) Investigador, Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.

Dirección de contacto: earm.consultor@gmail.com; (P) Presentador

**Código de identificación: T3-21**

### Resumen

La madera es un polímero natural y sus propiedades físicas tienen diferente comportamiento ante diferentes contenidos de humedad. El contenido de humedad de la madera alcanza un equilibrio con la humedad relativa ambiente. Los cambios de la humedad ambiente con el transcurrir del tiempo son tomados por la madera buscando alcanzar ese equilibrio. Los cambios en el contenido de humedad de la madera provocan cambios dimensionales en las piezas de madera. Esos cambios se los denomina "contractibilidad de la madera". Su conocimiento es de suma importancia para evaluar el desempeño de la misma y definir su modo de utilización frente a las variaciones de las condiciones higrotérmicas del lugar donde será puesta en servicio. El objetivo de este trabajo es estudiar la contractibilidad de la madera de *Populus deltoides*, álamo cultivado en el Delta del Río Paraná, clones Australiano 129/60 y Stonville 67. La metodología de trabajo empleada es la de la Norma IRAM 9543/66, "Método de determinación de las contracciones totales; axil, radial y tangencial y punto de saturación de la fibra" El material de estudio consistió en probetas cortadas por el Grupo. G.E.M.A de la UTN Reg Concepción del Uruguay. Sus medidas aproximadas son 2x2x5cm, libres de defectos, obtenidas en las direcciones radial, tangencial y axial respecto del eje longitudinal del rollizo. Se presentan los resultados de las contracciones totales en cada plano de corte, la contracción volumétrica total y el coeficiente de anisotropía. Se estudiará estos resultados en cada clon y analizarán sus diferencias.

**Palabra Clave:** contracciones de la madera, *Populus sp.*, propiedades físicas

### Abstract

*The wood is a natural polymer and its physical properties have different behavior to different moisture contents. The moisture content of the wood reaches equilibrium with the ambient relative humidity. The changes of the ambient humidity with the passage of time are taken by the wood seeking to reach that balance. Changes in the moisture content of the wood cause dimensional changes in the pieces of wood. These changes are called "contractibility of wood". Its knowledge is of utmost importance to evaluate the performance of the same and to define its mode of use against the variations of the hygrothermal conditions of the place where it will be put into service. The objective of this work is to study the contractibility of the wood of *Populus deltoides*, poplar cultivated in the Paraná River Delta, Australian 129/60 and Stonville 67 clones. The methodology used is IRAM Standard 9543/66, Method of determination of the total contractions; Axillary, radial and tangential and saturation point of the fiber "The study material consisted of specimens cut by the Group. G.E.M.A of the UTN Reg Concepción del Uruguay. Its approximate measurements are 2x2x5cm, free of defects, obtained in the radial, tangential and axial directions with respect to the longitudinal axis of the log. The results of the total contractions in each cutting plane, the total volumetric contraction and the anisotropy coefficient are presented. We will study these results in each clone and analyze their differences.*

**Keywords:** contractions of wood, *Populus sp.*, Physical properties

## 1. INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera tienen diferente comportamiento ante diferentes contenidos de humedad. En un árbol en pie, cuando aún los tejidos que forman la madera se encuentran vivos, su contenido de humedad supera la saturación de los tejidos. Luego del apeo esta agua comienza a perderse [1].

En primer lugar, se pierde el agua libre contenida en los lúmenes celulares, la cual, no afecta en gran medida las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Luego se pierde el agua llamada de impregnación que se encuentra contenida en las paredes celulares de los tejidos de la madera. En este punto, cuando comienza a perderse el agua contenida en el interior de las paredes celulares, el contenido de humedad se lo conoce como punto de saturación de las fibras (PSF). Al disminuir el contenido de humedad por debajo del PSF las células de los tejidos comienzan a contraerse provocando una merma en las dimensiones y aumentan la resistencia y los módulos de elasticidad de sus propiedades mecánicas [1],[8].

El contenido de humedad en el PSF es característico de cada especie forestal y puede considerarse que se encuentra entre 25% y 35%, según la especie. El contenido de humedad de la madera tiende a alcanzar el equilibrio con la humedad relativa ambiente lo que le da su carácter higroscópico. Los cambios de la humedad ambiente con el transcurrir del tiempo son tomados por la madera buscando alcanzar ese equilibrio, “humedad de equilibrio higroscópico” (HEH).[7],[9],[5]

Los cambios en el contenido de humedad de la madera provocan cambios dimensionales en las piezas de madera. Esos cambios se los denomina “contractibilidad de la madera”. La disposición característica de los diferentes tipos de células en los tejidos de la madera, le dan su carácter ortotrópico, dando un comportamiento físico y mecánico diferente según el eje de estudio considerado [2],[3],[6].

El longitudinal o axial es paralelo al eje de crecimiento en altura del árbol, el radial es el perpendicular al axial y el tangencial es normal a los anteriores. Según estos ejes de estudio, los movimientos o cambios dimensionales por lo general son casi despreciables en el eje longitudinal y en el eje tangencial es 2 a 3 veces mayor que en el eje radial. [9]

La diferencia de movimiento entre los ejes tangencial y radial son la causa fundamental de las deformaciones y alabeos de las piezas de madera. Cuanto menor es la diferencia entre los cambios dimensionales en el eje tangencial y en el radial, menor será la posibilidad de aparición de grietas y rajaduras con los cambios en el contenido de humedad [3].

La contractibilidad de la madera puede ser cuantificada permitiendo caracterizar a las diferentes especies de madera. En este trabajo se hará por medio de la normativa del Instituto argentino de Racionalización de Materiales [4].

Naturalmente estos cambios dimensionales modifican el volumen total de las piezas de madera provocando holguras o tensiones, lo cual afecta las uniones entre elementos de una la estructura. [3]

El buen manejo de la madera en cualquiera de sus aplicaciones como el secado técnico, la ebanistería o el empleo en estructuras, hace necesario conocer sus contracciones lineales Longitudinal, radial y tangencial, su contracción volumétrica y el coeficiente de anisotropía que relaciona las contracciones tangenciales respecto de las radiales [3]. Estas propiedades son características de cada especie o clon y condicionadas por sus condiciones de crecimiento [6]. En este estudio de dos clones de álamo, clones Australiano 129/60 y Stonville 67 se aplicaron métodos de test de hipótesis de diferencias de medias para comparar las contracciones de cada uno. [10]

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales

Los cuerpos de prueba utilizados en este estudio consistieron en probetas cortadas por el Grupo. G.E.M.A de la UTN Reg. Concepción del Uruguay. Este material fue obtenido de piezas de madera de los clones mencionados de plantaciones de la tercera sección de islas del Delta del Paraná, formado por tirantes de 10x20 cm, 6x13 cm y 8x15 cm., en los cuales se identificó la altura en el árbol y la distancia a la médula. Esto permitió realizar la conformación de la muestra a estudiar con probetas que incluyan ambos factores que podrían introducir variabilidad al resultado final de la propiedad física en estudio. De este modo se obtuvieron probetas correspondientes a 1,3 y 0,8 m de altura en el árbol y en cuanto a la distancia a la médula, a 2,5 cm, 5 cm, 7,5 cm y 10 cm. En la tabla 1 se muestra la cantidad de probetas de cada 3 estudiadas en cada posición en el árbol.

Las probetas fueron cortadas en carpintería con las dimensiones y orientación de los planos de estudio longitudinal, radial y tangencial. Luego numeradas, embaladas con foil plástico y enviadas al laboratorio con la información detallada para su identificación.

Tabla 1: Cantidad de probetas por clon y ubicación en el árbol

Clon	Altura	Distancia a la médula	Cantidad de probetas
Stoneville 67 y Australiano 129/60	0,8 y 1,3 m	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	505
Australiano 129/60	0,8 y 1,3 m	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	249
Stoneville 67	0,8 y 1,3 m	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	256
Australiano 129/60	0,8 m (2)	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	125
	1,3 m (3)	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	124
Stoneville 67	0,8 m (2)	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	127
	1,3 m (3)	2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 cm y s/id.	129
Australiano 129/60	0,8 m (2)	2,5 cm (A)	45
		5 cm (B)	24
		7,5 cm (C)	22
		10 cm (D)	4
		Sin identificar (s/id.)	30
	1,3 m (3)	2,5 cm (A)	41
		5 cm (B)	24
		7,5 cm (C)	16
		10 cm (D)	2
		Sin identificar (s/id.)	41
Stoneville 67	0,8 m (2)	2,5 cm (A)	39
		5 cm (B)	34
		7,5 cm (C)	20
		10 cm (D)	4
		Sin identificar (s/id.)	30
	1,3 m (3)	2,5 cm (A)	50
		5 cm (B)	17
		7,5 cm (C)	28
		10 cm (D)	4
		Sin identificar (s/id.)	30

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Procedimiento de laboratorio

Recibidas las probetas se procedió al estacionamiento del material al aire durante 7 días en las condiciones ambientales de laboratorio. Se pesaron los 4 clavos a clavar, 2 por cada cara de la probeta. Luego fueron clavadas utilizando una plantilla construida para tal efecto, que permitió agilizar el proceso de clavado. En este estado, seco al aire, se pesaron las probetas y tomó la distancia entre clavos de cada cara. Seguidamente fueron secadas en estufa a  $103 \pm 3^\circ\text{C}$  hasta que alcanzaron peso constante. En este estado, seco en estufa, nuevamente se pesaron y midieron las distancias entre clavos en ambas caras.

Por último se saturaron con agua en dos etapas. En la primera, las probetas se sumergieron dejando la testa superior de 2 a 4 mm por encima de la superficie del agua. Se mantuvieron con este nivel de agua hasta percibir el humedecimiento de la probeta en dicha testa. Luego se aumentó el nivel del agua hasta sumergirlas totalmente. Restando el peso de los clavos se obtuvieron los pesos de las probetas en los estados seco al aire y seco en estufa.

### 2.2.2 Procedimiento de cálculo de las contracciones lineales longitudinal, radial y tangencial

El cálculo de las contracciones lineales se realizó según Norma IRAM 9543/66 por medio de la ecuación (1).

$$\alpha_{l,r,t} = ((L''_{l,r,t} - L'_{l,r,t})/L'_{l,r,t}) * 100 \quad (1)$$

Donde:

$\alpha_{l,r,t}$ : contracción lineal longitudinal, radial o tangencial, en porcentaje, calculadas para ambas caras de cada probeta.

$L''_{l,r,t}$ : distancia en mm, entre clavos de las probetas de corte longitudinal, radial o tangencial; en estado saturado.

$L'_{l,r,t}$ : distancia en mm, entre clavos de las probetas de corte longitudinal, radial o tangencial; en estado seco en estufa.

El valor de las contracciones lineales de los planos longitudinal, radial y tangencial se obtuvieron como promedio de las contracciones de dichos cortes en cada cara de la probeta.

### 2.2.3 Procedimiento de cálculo de la contracción total longitudinal, radial y tangencial

Estas se obtuvieron calculando el promedio de las contracciones lineales longitudinales, radiales y tangenciales, respectivamente.

### 2.2.4 Procedimiento de cálculo de la contracción volumétrica total

El cálculo de la contracción volumétrica total realizó según Norma IRAM 9543/66 por medio de la ecuación (2).

$$\alpha_v = ((100 + \alpha_l) * (100 + \alpha_r) * (100 + \alpha_t) / 10^4) - 100 \quad (2)$$

Donde:

$\alpha_v$ : contracción volumétrica total, en porcentaje

$\alpha_l$ : contracción total longitudinal, en porcentaje, como valor promedio de las contracciones lineales de las probetas de corte longitudinal.

$\alpha_r$  : contracción total radial, en porcentaje, como valor promedio de las contracciones lineales de las probetas de corte radial.

$\alpha_t$  : contracción total tangencial, en porcentaje, como valor promedio de las contracciones lineales de las probetas de corte tangencial.

El análisis estadístico se realizó calculando para cada clon en estudio, las variancias y los coeficientes de variación de las contracciones totales longitudinal, radial y tangencial.

### 3. RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados de las contracciones totales en los cortes de estudio longitudinal, radial y tangencial.

Tabla 2: Resumen estadístico de las Contracciones totales longitudinal, radial y tangencial

Clon	Australiano 129/60			Stoneville 67		
	Longitudinal	Radial	Tangencial	Longitudinal	Radial	Tangencial
Promedio	0,19	3,84	8,23	0,11	3,63	8,61
Desvío estándar	0,23	1,30	1,17	0,21	0,80	0,89
Coefficiente de variación	122	34	14	195	22	10
Cantidad de probetas	59	93	97	60	98	98

Puede observarse que las contracciones longitudinales en ambos clones son reducidas y los coeficientes de variación muy altos. Las contracciones radiales y tangenciales guardan una relación esperada según ya se ha encontrado en estudios anteriores de diversas especies. Sus coeficientes de variación son inferiores respecto de las contracciones longitudinales. Las contracciones radiales son levemente superiores en el clon Stoneville 67 que en el clon Australiano 129/60. En las contracciones tangenciales la relación se invierte, siendo el clon Stoneville 67 inferiores a las del clon Australiano 129/60.

En la tabla 3 se presentan los valores de contracción volumétrica de ambos clones y la relación entre las contracciones radiales y tangenciales o coeficiente de anisotropía de cada clon, respectivamente.

Tabla 3: Contracción Volumétrica Total y Relación T/R

Clon	Contracción Volumétrica Total (%)	Relación T/R o coeficiente de anisotropía
Australiano 129/60	12,60	2,14
Stoneville 67	12,67	2,37

Las comparaciones de las contracciones entre los clones Australiano 129/60 y Stoneville 67 se realizaron con el programa para análisis estadístico Stagraphics Centurion XVI.II. Por medio de este programa se compararon las medias y los desvíos estándar de las contracciones longitudinales, radiales y tangenciales de ambos clones entre sí, respectivamente. Esta prueba estadística tiene como objetivo determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos clones, para cada tipo de corte, longitudinal, radial o tangencial, respectivamente. El procedimiento consistió en una prueba de test de hipótesis para diferencias de medias, suponiendo que las muestras son independientes con distribución normal y sus desvíos estándar son diferentes. Para la prueba se usó un nivel de confianza de 95%.

Comparación entre las medias de la contracción longitudinal de los clones Australiano 129/60 y

Stoneville 67.

Dada la muestra de valores de contracción longitudinal del clon Australiano 129/60 de 93 observaciones con media de 0,186941 y desviación estándar de 0,227331, y la muestra de valores de contracción longitudinal del clon Stoneville 67 de 98 observaciones con media de 0,108129 y desviación estándar de 0,210817, se procedió a aplicar el test de hipótesis para las medias. El estadístico t calculado es igual a 1,96013. Dado que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de la diferencia entre sus medias según estos datos se estiman entre -0,000824289 y 0,158448. En la tabla 4 se muestra la salida de resultados del programa Stagraphics.

Tabla 4: Salida de resultados del programa Stagraphics para el test de hipótesis de diferencias de medias de las contracciones longitudinales

<p>Pruebas de Hipótesis</p> <p>Medias muestrales = 0,186941 y 0,108129</p> <p>Desviaciones estándar muestrales = 0,227331 y 0,210817</p> <p>Tamaños de muestra = 59 y 60</p> <p>Intervalo aproximado del Intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias: 0,078812 +/- 0,0796363 ; [-0,000824289;0,158448]</p> <p>Hipótesis Nula: diferencia entre medias = 0,0</p> <p>Alternativa: no igual</p> <p>Estadístico t calculado = 1,96013</p> <p>Valor-P = 0,0523787</p> <p>No rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05. (No asumiendo varianzas iguales).</p> <p>El StatAdvisor</p> <p>Este análisis muestra los resultados de realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias (mu1-mu2) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:</p> <p>Hipótesis nula: <math>\mu_1 - \mu_2 = 0,0</math></p> <p>Hipótesis alterna: <math>\mu_1 - \mu_2 &lt; 0,0</math></p> <p>Dada una muestra de 59 observaciones con una media de 0,186941 y una desviación estándar de 0,227331 y una segunda muestra de 60 observaciones con una media de 0,108129 y una desviación estándar de 0,210817, el estadístico t calculado es igual a 1,96013. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de mu1-mu2 soportados por los datos caen entre -0,000824289 y 0,158448.</p> <p>NOTA: al realizar esta prueba, no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales. Se puede hacer esta suposición pulsando el botón secundario del ratón y eligiendo Opciones de Análisis.</p>
--

Comparación entre las medias de la contracción total radial de los clones Australiano 129/60 y Stoneville 67.

El mismo procedimiento se aplicó para comparar las medias de la contracción radial entre los clones Australiano 129/60 y Stoneville 67. Se compararon, como se mostró en la tabla 3, una muestra de contracciones radiales del clon Australiano 129/60 de 93 observaciones con media de 3,83869 y desviación estándar de 1,29624 y una muestra de contracciones radiales del clon Stoneville 67 de 98 observaciones con media de 3,62275 y desviación estándar de 0,7995. El estadístico t calculado es igual a 1,37709. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de la diferencia entre sus medias estimados se encuentran entre -0,0938736 y 0,525758. En la tabla 5 se muestra la salida de resultados del programa Stagraphics.

Tabla 5: Salida de resultados del programa Stagraphics para el test de hipótesis de diferencias de medias de las contracciones radiales

<p>Pruebas de Hipótesis  Medias muestrales = 3,83869 y 3,62275  Desviaciones estándar muestrales = 1,29624 y 0,7995  Tamaños de muestra = 93 y 98  Intervalo aproximado del Intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias: 0,215942 +/- 0,309816 ; [-0,0938736; 0,525758]  Hipótesis Nula: diferencia entre medias = 0,0  Alternativa: no igual  Estadístico t calculado = 1,37709  Valor-P = 0,170514  No rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05.  (No asumiendo varianzas iguales).  El StatAdvisor  Este análisis muestra los resultados de realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias (<math>\mu_1 - \mu_2</math>) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:  Hipótesis nula: <math>\mu_1 - \mu_2 = 0,0</math>  Hipótesis alterna: <math>\mu_1 - \mu_2 &lt;&gt; 0,0</math>  Dada una muestra de 93 observaciones con una media de 3,83869 y una desviación estándar de 1,29624 y una segunda muestra de 98 observaciones con una media de 3,62275 y una desviación estándar de 0,7995, el estadístico t calculado es igual a 1,37709. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de <math>\mu_1 - \mu_2</math> soportados por los datos caen entre -0,0938736 y 0,525758.  NOTA: al realizar esta prueba, no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales. Se puede hacer esta suposición pulsando el botón secundario del ratón y eligiendo Opciones de Análisis.</p>
--

Comparación entre las medias de la contracción tangencial de los clones Australiano 129/60 y Stoneville 67.

Por último, se procede del mismo modo para comparar las medias de la contracción tangencial entre los clones Australiano 129/60 y Stoneville 67. Como se mostró en la tabla 3, se comparan una muestra de contracciones radiales del clon Australiano 129/60 de 93 observaciones con media de 3,83869 y desviación estándar de 1,29624 y una muestra de contracciones radiales del clon Stoneville 67 de 98 observaciones con media de 3,62275 y desviación estándar de 0,7995. El estadístico t calculado es igual a 1,37709. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de la diferencia entre sus medias estarían entre -0,0938736 y 0,525758. En la tabla 6 se muestra la salida de resultados del programa Stagraphics.

Tabla 6: Salida de resultados del programa Stagraphics para el test de hipótesis de diferencias de medias de las contracciones tangenciales

<p>Pruebas de Hipótesis</p> <p>Medias muestrales = 8,23091 y 8,60707</p> <p>Desviaciones estándar muestrales = 1,17012 y 0,894073</p> <p>Tamaños de muestra = 97 y 98</p> <p>Intervalo aproximado del Intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias: -0,37616 +/- 0,294486 ; [-0,670646;-0,0816738]</p> <p>Hipótesis Nula: diferencia entre medias = 0,0</p> <p>Alternativa: no igual</p> <p>Estadístico t calculado = -2,52053</p> <p>Valor-P = 0,0125888</p> <p>Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05. (No asumiendo varianzas iguales).</p> <p>El StatAdvisor</p> <p>Este análisis muestra los resultados de realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias (<math>\mu_1 - \mu_2</math>) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:</p> <p>Hipótesis nula: <math>\mu_1 - \mu_2 = 0,0</math></p> <p>Hipótesis alterna: <math>\mu_1 - \mu_2 &lt; 0,0</math></p> <p>Dada una muestra de 97 observaciones con una media de 8,23091 y una desviación estándar de 1,17012 y una segunda muestra de 98 observaciones con una media de 8,60707 y una desviación estándar de 0,894073, el estadístico t calculado es igual a -2,52053. Puesto que el valor-P para la prueba es menor que 0,05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de <math>\mu_1 - \mu_2</math> soportados por los datos caen entre -0,670646 y -0,0816738.</p> <p>NOTA: al realizar esta prueba, no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales. Se puede hacer esta suposición pulsando el botón secundario del ratón y eligiendo Opciones de Análisis.</p>
---

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En las mediciones de las contracciones lineales longitudinales obtenidas para cada probeta de los dos clones estudiados se observaron valores tanto negativos como positivos. Esto es debido a que es influenciada por la contracción radial y en mayor grado por la tangencial, dando resultados de diferente signo. Las contracciones totales longitudinales encuentran en los valores esperados para esta propiedad física. Sus desvíos estándar son altos debido a los valores negativos y positivos. Por esta misma razón los coeficientes de variación de las muestras de ambos clones alcanzan valores muy elevados. Según los resultados de la prueba de hipótesis para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de cada clon para la contracción longitudinal se ha encontrado que no existe diferencia.

En el caso de las contracciones totales radiales de los dos clones Australiano 129/60 y Stoneville 67 los valores observados mantienen una relación esperada con las contracciones tangenciales y sus valores se encuentran dentro de lo esperado para cada clon respectivamente. En el test de hipótesis para esta propiedad entre los dos clones no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas.

Las contracciones totales tangenciales observadas también mantienen una relación esperada con las contracciones radiales y sus valores son similares a los citados para otras especies del género *Populus sp.*. Según el test de hipótesis realizado entre las medias de esta propiedad para las dos muestras de estos clones, no se puede afirmar que entre ellas se halla encontrado similitud en el comportamiento de la contracción tangencial. Esto puede deberse a que las contracciones en sentido tangencial son mayores a las longitudinales o radiales y a su vez tienen mayor rango de amplitud. Por otro lado, este resultado requeriría de un estudio más profundo estudiando la otras características y diferencias entre el material que conformo las muestras, como la distancia a la médula o la altura en el árbol.

Según la clasificación utilizada por varios autores y de acuerdo a los valores encontrados según



las tablas 2 y 3 ambos clones se encuadran en el conjunto de maderas de “fuerte” contracción volumétrica y su relación T/R o coeficiente de anisotropía “desfavorable” o “muy alta”. Esto permite considerar a los clones Australiano 129/60 y Stonville 67 con un comportamiento similar en cuanto a las contracciones.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Tuset Rinaldo y Duran Fernando (1970). Manual de Maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserraderos, secado, preservación, descortezado, partículas). Editorial hemisferio sur S.R.L., p 73, Montevideo, Uruguay.
- [2] Gallego Gonzalo M. (1997). Manual para la instalación del pavimento de madera. Graficas Palermo S.L., p 20.
- [3] Arguelles Alvares R. y Martitegui F. (1988). Curso de diseño y cálculo de estructuras de madera, Servicio de publicaciones del colegio oficial de arquitectos de Madrid, Imprime: Graficinco, S.A. Eduardo Torroja, 8 fuentelabrada, p 16, Madrid, España.
- [4] Instituto Argentino De Racionalización De Materiales (1966). IRAM 9543 - Método de determinación de las contracciones totales, axil, radial y tangencial y el punto de saturación de las fibras. IRAM, Buenos Aires.
- [5] Kollmann Franz (1959) Tecnología de las maderas y sus aplicaciones, tomo primero, Graficas reunidas S.A., p 434, Madrid. España.
- [6] Bianchet Jorge (Ensayos físico- mecánicos en madera de coníferas: Pinus ponderosa, P. radiata, P. contorta var. latifolia y Pseudotsuga menziesii, Instituto forestal nacional Folleto técnico forestal N° 58, p 9, Capital, Argentina.
- [7] Salas M. y Maureira D. (2005). Documento técnico N°1 Tecnología de la Madera, Red Manufacturera de la madera de la región del Maule, Impresora Gutenberg-Talca, Talca, Chile.
- [8] Mutsch W. (1992). Tecnología de la madera y del mueble, Tomo I, Editorial Reverte S.A., Barcelona, España.
- [9] Instituto Forestal de Chile. (1964). Construcciones en Madera, Maderas estructura y propiedades, P 1-13, Chile.
- [10] Berenson Mark L. y Levine David M. (1996). Estadística básica en administración. Concepto y aplicaciones. Prentice Hall Hispano Americana S.A., p 950, México.