

DENSIDAD BÁSICA DE MADERA DE *Pinus taeda* L. MARION DE DIFERENTES EDADES, MISIONES, ARGENTINA

Elizabeth María Weber*

*Ing. Forestal, M.Sc., Facultad de Ciencias Forestales, UnaM - eweber@facfor.unam.edu.ar

Recebido para publicação: 18/06/2004 – Aceito para publicação: 10/06/2005

Resumen

Densidad básica de madera de Pinus taeda L. Marion de diferentes edades, Misiones, Argentina. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la densidad básica de *Pinus taeda* Lambert origen Marion de diferentes edades del norte de Misiones. En Misiones las plantaciones forestales abarcan 330.000 ha. Esta especie es una de las más cultivadas desde la década del 80. La densidad básica es uno de los índices más útiles que caracterizan a las maderas desde el punto de vista tecnológico, debido a la alta correlación que posee en la producción de pulpas y además con las propiedades mecánicas de las tablas. La densidad básica para la edad de 6 años fue 0,349 gr/cm³; a los 9 años de 0,356 gr/cm³ y a los 16 años 0,423 gr/cm³. En las tres edades se registró un aumento de la densidad desde la médula al exterior del árbol y una disminución de la densidad desde la base hacia el ápice. Los valores de densidad a los 6 y 9 años están en el límite de la clasificación de las maderas muy livianas a livianas, y los de 16 años en las de maderas livianas.

Palabras-clave: *Pinus taeda*; peso específico básico.

Abstract

Basic density of wood of Pinus taeda L. Marion of different ages, Misiones, Argentina. The present work has as objective to determine the basic density of *Pinus taeda* L. origin Marion at different ages from the north of Misiones. In Misiones forest plantations cover 330000 ha. This species is one of the most cultivated since the decade of the 80. The basic density is one of the most useful indexes that characterize wood from the technological point of view, due to the high correlation that possesses in the production of pulps and also with the mechanical properties of the boards. The general average for the basic density for the 6 year of age was 0,349 gr/cm³; for the 9 year of age was 0,356 gr/cm³ and for the 16 year of age was 0,423 gr/cm³. In the three ages there is an increase of the density from the pith to the exterior and a decrease from the base to the top. The density values at the 6 and 9 year of age again is a wood that is in the limit of the classification of very light to light wood, and the 16 years of age it is a light wood.

Keywords: *Pinus taeda*; basic density.

INTRODUCCIÓN

La economía de la Provincia de Misiones (Figura 1) se basa principalmente en la actividad forestoindustrial y en la agricultura. La provincia cuenta actualmente con un total de 330.000 ha de plantaciones forestales, en su mayoría de coníferas (pinos y Araucaria), de las cuales 165.000 ha se encuentran en la zona norte centro, principalmente en los departamentos de Eldorado, Iguazú y Montecarlo (SAGPyA, 2001).

Según estudios realizados se ha determinado que el mejor origen del *Pinus taeda* Lambert es el Marion, para el área descripta, y actualmente es el más plantado (Sparnochia *et al.*, 1992). Es importante determinar las propiedades físico mecánicas del *Pinus taeda* Lambert Marion de forma tal de determinar su uso más adecuado en la foresto industria. La densidad básica es uno de los índices más útiles que caracterizan a las maderas desde el punto de vista tecnológico, debido a la alta correlación que posee en la producción de pulpas y además con las propiedades mecánicas de las tablas (Coronel, 1995).

Según Kollmann (1959) las variaciones de la densidad básica pueden ser tan acentuadas en el sentido longitudinal del árbol, que se pueden sugerir diferentes clases de calidad solo en función de la posición del origen de las piezas.



Figura 1. Ubicación geográfica del estudio.
Figure 1. Geographical Location of the study.

Encontramos datos de densidad básica de 13 y 14 años de *Pinus taeda* en Misiones de 0,39 gr/cm³ (Gonzalez *et al.*, 1993) y en particular de origen Marion de 14 años de 0,43gr/cm³ (Suirezs, 2000).

Usando tres árboles de 7 años Sparnochia *et al.*, (1992) obtuvieron los valores de densidad básica en altura dando un promedio de disminución en un 14,94% y un valor de densidad básica media para su ensayo de 0,3487 gr/cm³.

Las densidades básicas medias de tarugos (toma de muestra con barreno de Preesler de 5 mm de diámetro) según clase de edad en el Norte de Misiones, realizadas para un proyecto PIA (Pereyra *et al.*, 2000), dan como resultado para la clase 6 a 10 años los valores de 0,38 gr/cm³, 0,375 gr/cm³ y 0,339 gr/cm³ para las densidades externa, media e interna respectivamente, obteniendo como valor promedio 0,364 gr/cm³. Para la clase 16 a 20 años los valores fueron de 0,540 gr/cm³, 0,400 gr/cm³ y 0,346 gr/cm³ para las densidades externa, media e interna respectivamente, obteniendo como valor promedio 0,428 gr/cm³.

Coronel (1995) cita la clasificación de García y García donde la densidad de la madera la divide en cinco clases: muy liviana, liviana, semipesadas, pesadas y muy pesadas.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la densidad básica de la madera de *Pinus taeda* L. origen Marion de diferentes edades del norte de Misiones y su comportamiento en altura y posición.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado para los ensayos provino de 6 árboles de plantaciones de *Pinus taeda* Lambert origen Marion de 6, 9 y 16 años de la Zona del Alto Paraná (Misiones). La plantación de 6 años del año 1994, de la empresa Perez Companc, Departamento de Iguazú, con 51 ha y una densidad inicial de 1.333 plantas por hectárea; la de 9 años, del año 1992, en la empresa Lipsia, con 100 ha y una densidad inicial de 1.736 plantas por hectárea; y la de 16 años, del año 1985, en la empresa Lipsia, Departamento de Iguazú, con 32 ha y una densidad inicial de 1763 plantas por hectárea. En las tres plantaciones con suelo que pertenece taxonómicamente al Gran Grupo Kandiudult.

Los datos meteorológicos de la zona norte de Misiones, cedidos por la cátedra de climatología de la Facultad de Ciencias Forestales (Silva, 1998), establece una precipitación promedio de 1695,5 mm y las temperaturas medias mensuales máxima de 27,8 °C, mínima de 14,7 °C y media de 20,4 °C.

La elección de los seis árboles se realizó de la siguiente manera: para cada edad se eligieron aquellos árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) promedio que responda a dicha población, y que tengan troncos cilíndricos, rectos, sin bifurcaciones o defectos. De cada uno de estos árboles se

tomaron los DAP y la altura. Los datos de DAP medio fueron cedidos por las empresas y la elección de los seis árboles fue al azar. En la tabla 1 se presentan los valores promedio de los DAP y alturas de cada una de las edades.

Tabla 1. Diámetros y alturas promedios de las tres plantaciones.
Table 1. Diameters and heights averages of the three plantations.

Edad	Dap (cm)	Altura (m)
6	16,97	9,05
9	22,58	14,44
16	33,87	23,09

Los árboles fueron apeados a 30 cm del suelo para evitar tomar en la muestra madera con defectos de compresión y reacción del leño que se da en esas regiones. Luego se seccionó el tronco en toras (trozas) de 1,5 m de largo, identificándose cada árbol con una letra (A-B-C-D-E-F) y cada tora con un número (1-2-3-4). Además se sacaron discos desde la base y luego cada 1,50 m para hallar la densidad en altura (Figura 2).

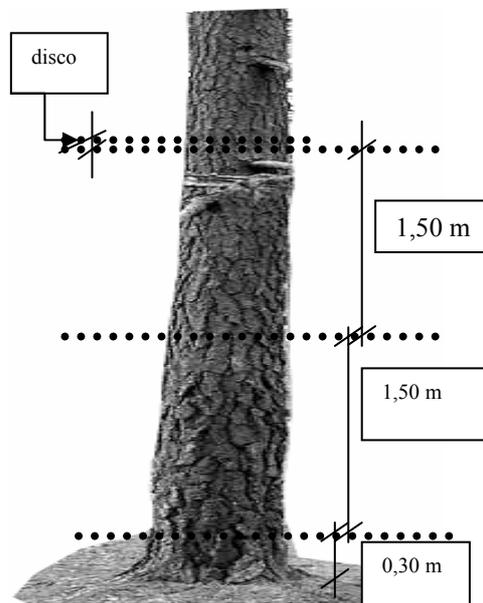


Figura 2. Esquema del corte de toras y discos.
Figure 2. Diagram of the cut of logs and disks.

Para la densidad básica se utilizaron discos de 2,5 cm de espesor, extraídos desde la base del árbol hasta ocho toras. En la figura 2 se puede observar la disposición. El material extraído del campo fue colocado en bolsas de plástico para que no pierda humedad y llevado a depósito en el área de Tecnología de la madera, donde se realizaron las tareas de preparación del material. De cada disco se marcaron dos cuñas triangulares (A y B) y a su vez se seccionaron en tres partes como se muestra en la figura 3.

Con cada una de las secciones fueron identificadas y llevadas al laboratorio para la determinación del peso y volumen. Para el estado verde, se sumergió todo el material durante 24 horas, asegurando que no hubo pérdida de humedad antes de la determinación del volumen y peso saturado. Luego cada una de las partes de la cuña se llevó a estufa hasta peso constante, a una temperatura de 103 ± 2 °C, para tomar el peso seco de las muestras. Con estos valores se determinaron la densidad básica de todo el material de estudio, utilizándose la siguiente fórmula:

$$Db = \frac{Po}{Vs}$$

donde: Db= Densidad básica en gr/cm³; Po= Peso anhidro en gr;
Vs= Volumen saturado en cm³

El procesamiento de los datos se realizó con un paquete estadístico, calculando la media, desvío estándar y coeficiente de variación. Los seis árboles para cada edad se consideraron como repeticiones. Para el análisis de comparación de medias se utilizó el test de Tukey. En las edades de 9 y 16 años se realizó un diseño factorial para el análisis de la variación en altura.

SECCIONES

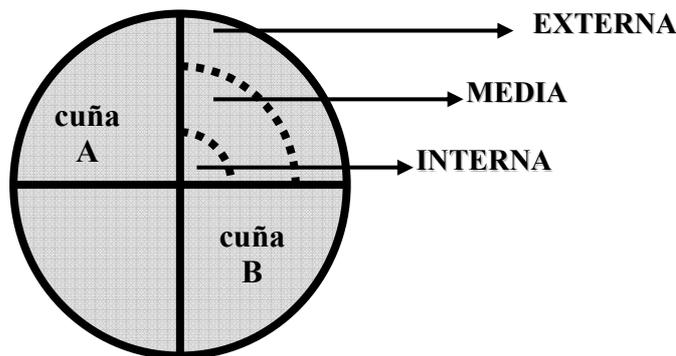


Figura 3. Esquema de secciones y cuñas dentro de un disco.

Figure 3. Diagrams of sections and wedges inside a disk.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron de cada árbol y disco las densidades por sección interna, media y externa, y de cada cuña. En la figura 4 se ven representados los valores promedio de las densidades a lo largo de los ocho primeros discos en sus distintas secciones de los árboles de 9 años de edad. El comportamiento de las demás edades manifiesta la misma tendencia.

Los valores medios para cada sección y edad se observan en la tabla 2 y en la figura 5. Cabe mencionar que estos valores se obtuvieron de 4 discos para la edad de 6 años y de 8 discos para las edades de 9 y 16 años.

Tabla 2. Valores medios de densidad básica de las tres plantaciones.

Table 2. Mean values of basic density of the three plantations.

Seccion	Densidad básica (gr/cm ³)		
	6 años	9 años	16 años
Interna	0,322 a	0,332 ab	0,399 e
Media	0,340 b	0,356 c	0,428 f
Externa	0,385 d	0,380 d	0,456 g

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$.

Los valores muestran que de la corteza a la médula hay una disminución del 19,56 %, 14,46 % y 14,29 %, a los 6 años, 9 años y 16 años respectivamente. Si consideramos las diferencias entre edades para cada sección, se produjo un aumento de 3,11 %, 4,71 % en las secciones interna y media de la

plantación 6 a 9 años, y una diferencia de 1,30 % en la sección externa. En cuanto a la variación de los árboles de 16 años con respecto a la de 9 años es superior, siendo el aumento de 20,18 %, 20,22 % y 20,00 % para las secciones interna, media y externa respectivamente.

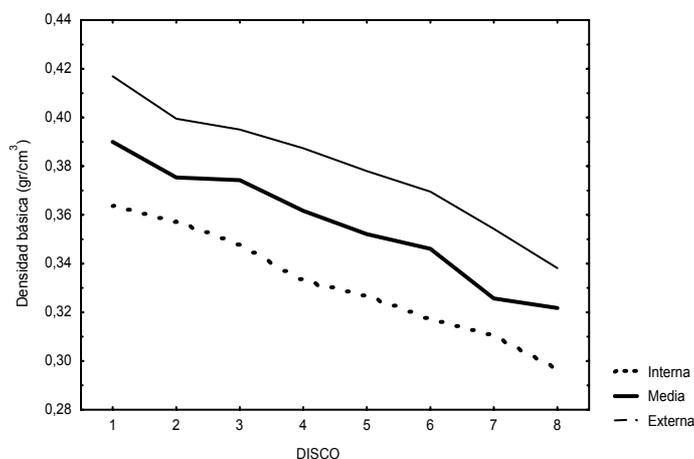


Figura 4. Perfil de la densidad básica promedio de 9 años de edad, según secciones dentro del fuste.
Figure 4. Profile of the basic density at 9 year-old average, according to sections inside the stem.

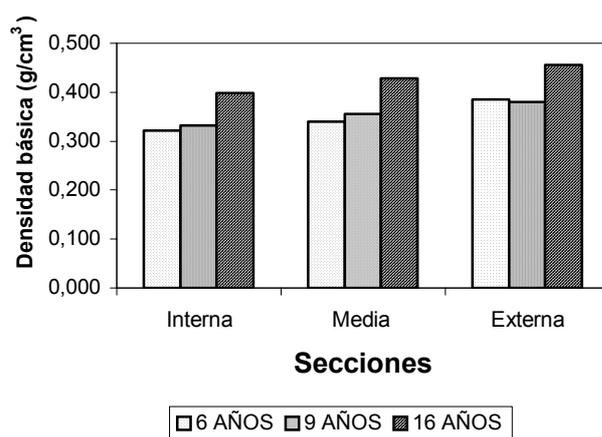


Figura 5. Valores medios de la densidad básica de las tres plantaciones según sección.
Figure 5. Mean values of the basic density of the three plantations according to section.

En la tabla 3 se encuentran los valores medios de densidad básica de las tres edades, estableciéndose diferencias significativas entre ellas.

Tabla 3. Valores medios, desvíos y coeficientes de variación (CV) de densidad básica para las tres edades.

Table 3. Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of basic density for the three ages.

Edad	Densidad básica		
	Media (gr/cm ³)	Desvío Estándar (gr/cm ³)	CV (%)
6	0,349 a	0,048	13,71
9	0,356 b	0,037	10,36
16	0,4287 c	0,032	7,52

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 6 se observa la comparación de medias de la densidad básica para cada plantación. Se determinó que hubo un aumento del 1,92 % de 6 a 9 años, notándose una marcada diferencia con la edad de 16 años, presentando un 22,55 % de aumento.

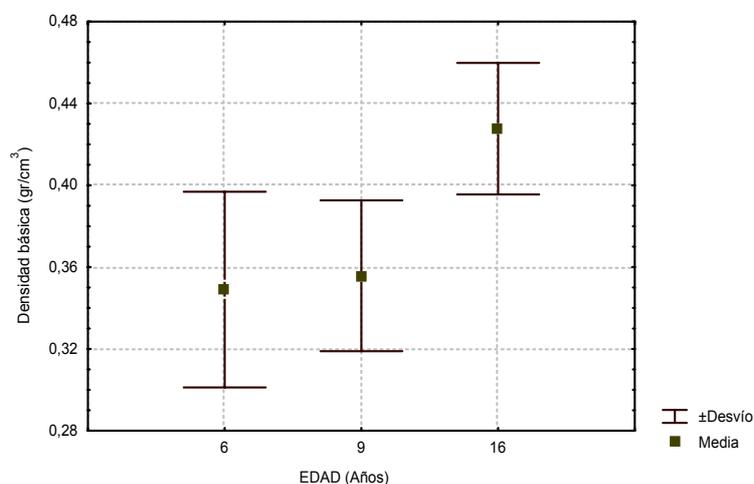


Figura 6. Comparación de medias de la densidad básica de las tres edades.
Figure 6. Comparison of means of the basic density of the three ages.

Los valores promedio de 6 años comparados con los de Pereyra & Gleid (2000) con plantación de 6 a 10 años, da valores inferiores, y con respecto a los datos obtenidos por Sparnochia *et al.* (1992) con árboles de 7 años, en los cuales la disminución en altura es del 15 %, sin embargo los obtenidos en este trabajo produjeron un 19,8 %, con una densidad promedio similar. Se observa una disminución, de la corteza a la médula de 16,38 %. Estos valores promedio coinciden con Sparnochia *et al.* (1992). Los análisis de variancia y test de medias de Tukey dan diferencias significativas entre los distintos discos y sección, para la edad de 6 años.

Los valores medios de 9 años, utilizados de los ocho discos de todos los árboles, muestran en los análisis de variancia y test de medias de Tukey diferencias significativas entre los distintos discos y secciones.

Para los 16 años, los valores promedio de las densidades a lo largo de los ocho primeros discos en sus distintas secciones y los análisis de variancia y test de medias de Tukey dan diferencias significativas. Estos valores son semejantes a los obtenidos por Suirezs (2000) y superiores a los de Gonzalez *et al.* (1993). Si se compara con los valores de Muñiz (1993) con *Pinus* de 30 años y Tomaselli (1980) de 18 años, los obtenidos en este trabajo son menores. En cuanto a los datos de Pereyra & Gleid (2000) para la clase de edad de 16 a 20 años con *Pinus taeda* de origen Marion, el valor promedio es coincidente pero hay una mayor amplitud entre la densidad interna y externa.

Si se comparan las edades de 9 y 16 años se determina que en altura hubo una disminución de la densidad básica, del disco 1 al disco 8 del 18,30 % y 9,50 % respectivamente. Las diferencias entre alturas son estadísticamente significativas, y se observa en la figura 7, donde se grafica la comparación de medias.

CONCLUSIONES

Hay un aumento de la densidad desde la médula al exterior en las tres edades consideradas y una disminución de la base hacia el ápice. Los valores muestran que de la corteza a la medula hay una disminución del 19,56 %, 14,46 % y 14,29 %, a los 6 años, 9 años y 16 años respectivamente. De los

valores medios de las densidades básicas se determina que hubo un aumento del 1,92 % de 6 a 9 años, notándose una marcada diferencia con la edad de 16 años, presentando un 22,55 % de aumento.

Se determinó que el *Pinus taeda* a los 6 y a los 9 años de edad es una madera que está en el límite de la clasificación de maderas muy livianas a livianas. Y las maderas de 16 años se encuentran dentro de las clasificaciones de livianas.

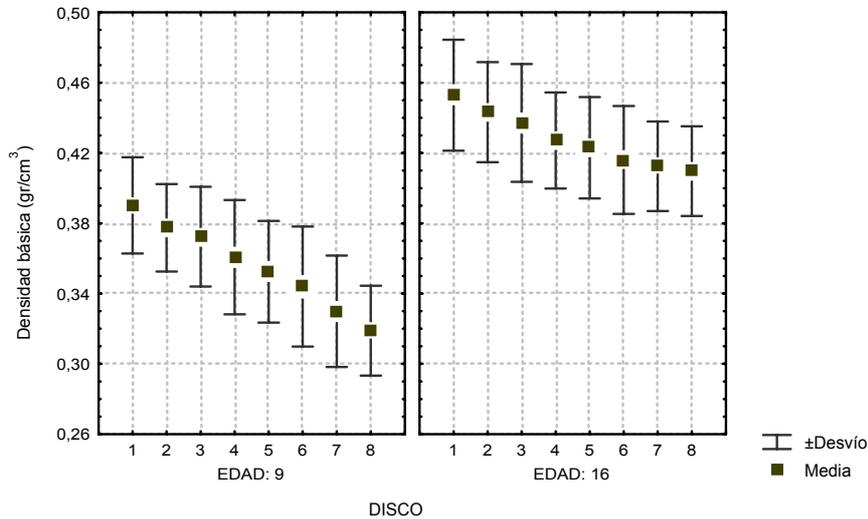


Figura 7. Comparación de medias de la densidad básica por discos y edades.
Figure 7. Comparison of means of the basic density for disks and age.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Lipsia S.A. por el material. Al Departamento de Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales.

REFERENCIAS

CORONEL, E. **Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas**: Segunda parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Santiago del Estero. Argentina: Instituto de tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales, 1995. p. 43-63.

GONZÁLEZ R.; PEREYRA O.; SUIREZS T. Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino taeda reforestado en la provincia de Misiones Argentina. **Yvyretá**, Eldorado, n. 4, p 4-8, 1993.

KOLLMANN, F. **Tecnología de la madera y sus aplicaciones**: tomo primero.. Madrid: Instituto forestal de investigaciones y experiencias y servicio de la madera, 1959.

MUÑIZ, G. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus elliotti* Engelm. e *Pinus taeda* L.** Curitiba: [s.n.], 1993. p 98-93 y 136-144.

PEREYRA, O; GLEID, M. **Estudio de la variabilidad de la densidad básica de la madera de *Pinus taeda* para plantaciones de Misiones y norte de Corrientes.** [S.l.: s.n.], 2000. 33p. Proyecto forestal de desarrollo SAGPyA- BIRF. Informe final.

SAGPyA. **Plan estratégico para el desarrollo de las pequeñas y medianas industrias madereras de la provincia de Misiones y noreste de Corrientes.** Informe STCP Engenharia de Projetos Ltda.

SILVA, F. **Datos climáticos de Iguazú, período 1941 – 1990**. [S.l.]: Facultad de Ciencias Forestales. Septiembre, 1998. 30p. Informe asesoría. Cátedra agrometeorología.

SPARNOCHIA, L. Estudio de las propiedades físico mecánicas de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Pinus patula*. Jornadas sobre Pinos Subtropicales, 1992, Eldorado, Misiones . Argentina. **Actas...** Eldorado: CIEF, 1992. t.2. p. 247-252.

SPARNOCHIA, L; GLEID DE RUIBAL, M. Características Morfológicas y físicas de la madera de *Pinus taeda* Marion. Jornadas sobre Pinos Subtropicales, 1992, Eldorado, Misiones. Argentina. **Actas...** Eldorado: CIEF, 1992. t.2. p. 295-300.

SUIREZS, T. **Efecto de la impregnación con CCA (cromo-cobre-arsénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L.** Eldorado. Misiones. Universidad Nacional de Misiones, 2000. 110p.

TOMASELLI, I. **Comparação de qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia* e *Pinus* sp. produzida em reflorestamentos.** Curitiba: FUPEF, 1980.