**DETERMINACIÓN DE LA MADERA JUVENIL DE *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen. DE TANETZÉ DE ZARAGOZA, OAXACA, MÉXICO**

Amparo Borja de la Rosa<sup>1\*</sup>, Roberto Machuca Velasco<sup>1</sup>, Alejandro Corona Ambriz<sup>1</sup>, Francisco Zamudio Sanchez<sup>1</sup>, Mances Martinez Chavez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autonoma Chapingo, México

<sup>2</sup>Comisión Nacional Forestal, México

\*Ponente: aborja@correo.chapingo.mx

**RESUMEN**

La investigación, se realizó en *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen cuya distribución en México es reducida, y está sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010). La madera de esta especie tiene características tecnológicas relevantes y es considerada como una especie de rápido crecimiento, por lo que es conveniente utilizarla en plantaciones. El objetivo es determinar la edad de transición de la madera juvenil a la madera madura. Se muestrearon 36 árboles con una edad promedio de 55 años, recolectados en un bosque natural del municipio de Tanetzé de Zaragoza, Oaxaca, México. De cada árbol se extrajo un cilindro de madera, el cual se utilizó para determinar la longitud de traqueidas y la densidad básica. A los datos obtenidos de las dos variables de cada uno de los árboles se les aplicó una regresión segmentada para determinar la transición de la madera juvenil a madera madura. Para la longitud de traqueidas la edad de transición en promedio para todos los árboles ocurre a los 22 años, mientras que para la densidad básica se presenta a los 26 años. La madera juvenil y la madera madura de esta especie, presentaron una densidad básica de 0.30 g/cm<sup>3</sup> y de 0.32 g/cm<sup>3</sup> y la longitud de traqueidas es de 4598.7 micras y de 5676.9 micras respectivamente, por lo que se puede concluir que la longitud de traqueidas y la densidad básica son variables recomendadas para la determinar la madera juvenil.

Palabras clave: longitud de traqueidas, densidad básica, regresión segmentada

**SUMMARY**

The research was conducted in *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen whose distribution in Mexico is limited, and subject to special protection (NOM-059-SEMARNAT-2010). The wood of this species has important technological features and is considered a fast-growing species that is convenient for use in plantations. The objective is to determine the age of transition from juvenile wood to mature wood. 36 trees with an average age of 55 years, collected in a natural forest Tanetzé the municipality of Zaragoza, Oaxaca, Mexico were sampled. Each tree a wooden cylinder, which was used to determine the length of tracheids and basic density was extracted. The data obtained from the two variables of each of the trees were given a segmented regression to determine the transition from juvenile wood to mature wood. Tracheid length for transition age on average for all the trees occurs at age 22, while



for basic density occurs at age 26. The juvenile wood and mature wood of this species had a specific gravity of  $0.30 \text{ g / cm}^3$  and  $0.32 \text{ g / cm}^3$  and tracheid length is 4598.7 microns and 5676.9 microns respectively, so it can be concluded that the length tracheid and wood density are recommended to determine the juvenile wood variables.

Keywords: tracheid length, basic density, segmented regression

## INTRODUCCIÓN

La madera juvenil es una porción del xilema secundario producida en las primeras etapas del desarrollo de un árbol en coníferas; comparada con la madera madura, se caracteriza por tener un peso específico bajo, traqueidas cortas, menor contracción transversal, mayor contracción longitudinal, resistencia mecánica baja, menor porcentaje de madera tardía, más madera de compresión, contenido de humedad alto, paredes celulares delgadas, diámetro del lumen grande, contenido de celulosa bajo y mayor cantidad de lignina. Echenique (1993). Para determinar la transición de madera juvenil a madura, las variables que se han utilizado son la longitud de traqueidas y la densidad básica.

Debido a ello, se han realizado varios estudios relacionados con el peso específico o densidad básica en el género *Pinus sp.*, tales como *Pinus taeda* y *Pinus ellioti*. En estas especies, el peso específico se comporta inversamente a la altura del árbol, en *Pinus hartwegii*, la densidad básica de  $0.34 \text{ g/cm}^3$  fue la más baja y se presentó en los primeros 10 anillos, mientras que la más alta ocurrió en la última decena; en distintas variedades y procedencias plantados en dos sitios en Rodesia de *Pinus caribaea* Morelet, el rango de densidad básica fue de  $0.33$  a  $0.35 \text{ g/cm}^3$ . Zobel et al. (1959,1969), Barnes et al. (1977)

Larios (1979) determinó en *Pinus hartwegii*, el peso específico considerando 8 decenas de anillos de crecimiento; en la segunda decena, fue de  $0.41 \text{ g/cm}^3$ ; en la octava decena, de  $0.44 \text{ g/cm}^3$ . En la misma especie, Hernández (1984), menciona que para el Nevado de Toluca el peso específico fue de  $0.39 \text{ g/cm}^3$ , y en el Cofre de Perote fue de  $0.46 \text{ g/cm}^3$ . Para *Pinus cembroides* Zucc, Vaca (1992) determinó el peso específico promedio de  $0.58 \text{ g/cm}^3$ , este disminuye de la médula a la periferia. Para *Pinus strobus var. chiapensis* Martínez, el peso específico fue de  $0.35 \text{ g/cm}^3$  y se clasificó a la madera como liviana, Yañez (1981).

También se han realizado estudios relacionados con la longitud de las traqueidas de varias especies del género *Pinus spp.* Entre ellos *Pinus montezumae* y *Pinus patula* donde se encontraron diferencias significativas en la longitud de traqueidas entre especies y entre árboles González (1964)

Seth y Agrawal (1984) realizaron un análisis multivariado de los efectos de la edad y la distancia de la médula a la corteza en la longitud de traqueidas de *Pinus wallichiana*; mostraron que la longitud de traqueidas en la zona I (anillos 1-10), los efectos de la edad aparentan ser más importantes que los de la distancia a la médula; en la zona II, (anillos 11-40) la influencia de la distancia de la médula sobre la longitud de traqueidas es mayor que el de la edad y en la zona III, (después de los 40 anillos) la longitud de traqueidas es más o menos constante y no es afectada por la edad o la distancia de la médula.



Hernández (1985), para *Pinus hartwegii* en un gradiente altitudinal y en la sección transversal, encontró que la longitud de las traqueidas aumenta a medida que la edad avanza, mientras que ésta disminuye cuando la altitud aumenta.

Feria (1989) en *Pinus maximinoi*, *P. oocarpa* y *P. michoacana* var. *cornuta* evaluó en secciones de 10 años, del centro a la periferia, la longitud de traqueidas mostrando que hasta los 70 años siguen aumentando, exceptuando en *P. michoacana* var. *cornuta*, donde empieza a decrecer a partir del último anillo.

Así mismo, se han realizado estudios para determinar la transición de madera juvenil a madura entre los cuales están: Voorhies y Jameson (1969) quienes aplicaron un modelo de regresión lineal simple a la longitud de traqueidas para determinar la transición de la madera juvenil a madura de *Pinus ponderosa*, encontrando que la madera madura se presentó aproximadamente a los 50 años.

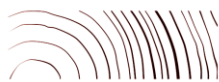
Por otro lado, Clark y Saucier (1989) determinaron que la madera juvenil de *Pinus taeda* L. y *Pinus ellioti* en el sureste de los Estados Unidos Americanos, disminuye de norte a sur, de los 14 años en Piedmont, a 6 años en la planicie costera del Golfo.

Shepard y Shottafer (1992) usando microprobetas y aplicando el método de regresión por piezas, determinaron el periodo maduro en *Pinus resinosa* Ait, proveniente de dos plantaciones y un rodal natural, encontraron que para el Peso Específico (SG) y el Módulo de Ruptura (MOR), el periodo maduro inicia en promedio a los 39 años y a los 40, en el Módulo de Elasticidad (MOE).

Wheeler et al. (1996) determinaron en *Pinus taeda* L, la longitud promedio de traqueidas de madera juvenil que fue de 3.379 mm, comparadas con 4.436 mm en madera madura y considerando la densidad básica en esta misma especie, Tasissa y Burkhart (1998), determinaron la transición de la madera juvenil a madera madura, la cual ocurre aproximadamente a los 11 años.

Alteyrac et al. (2006) utilizó el método de regresión segmentada y polinomio en *Picea mariana*, los datos se obtuvieron por desintometría de rayos X, considerando la densidad máxima del anillo y el área del anillo; el rango de madera de transición fue desde 13 a 21 años.

Clark et al (2006) para estimar en *Pinus taeda* la transición de madera juvenil a madura utilizaron las variables: peso específico (SG), la proporción de madera tardía en el anillo y el ángulo microfibrilar del anillo anual (AMF). Los datos fueron obtenidos por densitometría de rayos X para las dos primeras variables y por difracción de rayos X, la tercera; a estas variables se les aplicó la regresión segmentada. Considerando el (SG) y la proporción de madera tardía, encontraron que para las llanuras costeras del Atlántico Sur y Norte, la transición de madera juvenil a madura va desde 5.5 hasta 7.9 años, comparada con las llanuras costeras de Hilly que va de 10.4 hasta 13.6 años. Con AMF la transición de madera juvenil a madura en el Atlántico sur, costas del Golfo, llanuras de Hilly, va de 8.4 a 10.4 años; en Piamonte y llanuras costeras del Atlántico Norte, va de 10,5 a más de 20 años.



En México se han realizado estudios para la determinación de madera juvenil en coníferas, entre ellos se encuentran: Hernández (1994), quien considero considerando las dimensiones longitudinales de las traqueidas de *Pinus arizonica* y aplicando un modelo de regresión lineal simple, determinó que la madera juvenil se encuentra en un rango de 15 a 21 años de edad.

Goche (1996), encontró que en *Abies religiosa* la longitud de traqueidas, la transición entre la madera juvenil y la madera madura osciló entre los 15 y 20 años.

Meza y Romero (1999), en *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* Barr. Et Golf, determinaron la transición de la madera juvenil a madera madura, utilizando el método de diagramas de control para mediciones, basándose en la desviación estándar, y el método gráfico de edad-altura; para el primer método, la transición se presentó a los 11 años, mientras que para el segundo de los 9 a los 10 años.

En México la determinación de la madera juvenil es un área de conocimiento poco explorada, por lo que se han realizado estudios en diferentes especies de coníferas de importancia económica entre las cuales se encuentra el *Pinus chiapensis* (Martínez) Andresen, esta especie es importante ecológica y económicamente; su distribución natural en México es reducida, reconocida como endémica del sur de México y Guatemala, sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNAT- 2010).

Eguiluz (1978) menciona que esta especie se localiza en Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Puebla, asociado con *Pinus pseudostrobus* Lindl, *Liquidambar stiraciflua*, *Ostrya sp.* y *Platanus sp.*, en suelos profundos, con buen drenaje, a 600 m. En Chiapas,, generalmente se asocia con *Pinus patula* var. *longepedunculata* Loock, *P.maximinoi*. H.E. Moore, *P. oocarpa* var. *ochoterena* Mart, con *Liquidambar sp.* y *Cedrela sp.* *P. chiapensis*. Es un árbol de fuste recto, hasta de 30 m. de altura, con un diámetro normal de un metro aproximadamente. Martínez (1948), Loock (1950), Andresen (1964) y Eguiluz (1978)

Por lo que el objetivo de esta investigación es estimar la transición de madera juvenil a madera madura utilizando la regresión segmentada en la longitud de traqueidas y la densidad básica de *Pinus chiapensis* (Martinez).

## **MÉTODOS.**

### **Recolección del material y preparación de probetas.**

La recolección del material se realizó en el municipio de Tanetzé de Zaragoza, se localiza al oeste del distrito de Villa Alta y al noroeste del estado de Oaxaca, México. Se ubica entre los paralelos 17° 21' y 17° 23' de latitud norte y entre los meridianos 96° 15' y 96° 18' de longitud oeste. Se encuentra en una altitud promedio de 1400 m.

En el área de estudio se aplicó un muestreo al azar, se eligieron 36 árboles de 55 años de edad en promedio, altura promedio de 30 m y diámetro promedio de 69 cm. De cada árbol se extrajo un cilindro de 12 mm de diámetro con un taladro de Pressler; los cilindros se marcaron con el número de árbol (Figura1), se depositaron en envases de plástico llenos de agua.



Figura 1. a) Elección de árboles), b) Extracción del cilindro de madera , c) Extracción del cilindro de madera, d) Orificio tapado con madera tratada con formaldehído

### Densidad básica de la madera

Los cilindros se dividieron longitudinalmente en dos partes una para determinar la densidad básica y la otra para medir la longitud de las traqueidas. Para la determinación de la densidad básica, se emplearon 2080 probetas, en donde cada probeta correspondía a un anillo de crecimiento, desde la médula hasta la corteza, las probetas, a medida que se cortaron se etiquetaron y sumergieron nuevamente en agua.

Las muestras se pesaron en una balanza analítica marca OHAUS (precisión 0.0001g), obteniendo así el peso en estado verde, mientras que el volumen se determinó mediante el método de desplazamiento de fluidos. Para determinar el peso y volumen anhidro, las muestras se colocaron en un horno a una temperatura de  $103^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ , hasta alcanzar el peso constante, con los datos obtenidos se calculó la densidad básica con la fórmula siguiente

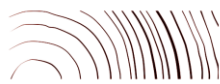
Densidad básica =  $Po/Vv$  Donde:  $Po$  = Peso anhidro (g.)  $Vv$  = Volumen verde ( $\text{cm}^3$ )

### Medición de Traqueidas.

Para medir la longitud de traqueidas se obtuvieron astilla de cada anillo de crecimiento, desde la médula hasta la corteza, posteriormente se colocaron en frascos de vidrio, agregándoles una mezcla de ácido acético y peróxido de hidrógeno al 30%, en partes iguales, en seguida se introdujeron a una estufa a  $60^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , durante 48 horas, después de este tiempo se retiraron de la estufa. Los residuos de la solución disociante se eliminan con agua destilada, se tiñeron con fuchina, una vez teñidas se elimina el exceso de colorante con agua destilada y se procede a elaborar las preparaciones.

### Determinación de la transición de la madera juvenil a la madera madura.

Toda característica de un ser vivo tiene una determinada forma de crecimiento; sin embargo, debido a los subprocesos anabólico y catabólico del metabolismo de este ser, el crecimiento tiene una etapa rápida de desarrollo que pierde velocidad a medida que pasa el tiempo para formar una etapa lenta de desarrollo. La densidad y la longitud de traqueidas son



características cuyo crecimiento sigue este comportamiento. Por lo anterior, si se observa el crecimiento de estas dos variables se nota una cierta tendencia y dispersión en los datos.

Para la determinar la transición de madera juvenil a madura, se utilizó el método empleado por Shepard y Shotafer (1992), el cual consiste en conocer el punto (año) donde inicia un comportamiento diferente de la variable dependiente (longitud de traqueidas o densidad básica), para lo cual se realizaron varias regresiones simples eliminando los primeros cinco años y considerando el valor mínimo del cuadrado medio del error de todas las regresiones. Una vez obtenido el punto, se procedió nuevamente a utilizar una regresión considerando dos conjuntos de datos definidos por el punto encontrado, graficando dichas regresiones, el intercepto de ellas determina el punto de transición de la madera juvenil a madera madura

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Densidad básica

En la Figura 2, se muestran los valores máximos, mínimos y medios obtenidos de la densidad básica de la madera, donde se observa un incremento de la médula a la corteza, lo cual coincide con Guth (1970), quien determinó el comportamiento de la densidad en *Pinus elliotti*. Asimismo, la densidad de la madera dentro del árbol, presenta variaciones de acuerdo a las diferentes secciones de crecimiento. Goggans (1962) en una revisión de estudios efectuados sobre esta característica, menciona que se ha encontrado que la densidad en el fuste del árbol generalmente aumenta de la médula hacia la periferia, y que disminuye de la base hacia la parte superior.

Por otra parte, Barber (1963), indica que la densidad básica de la madera ha mostrado diversos grados de heredabilidad en varias especies de coníferas, lo que hace a la madera, un material notablemente heterogéneo, dentro y entre árboles de una misma especie como entre las especies mismas.

La media general estimada de la densidad básica es de  $0.32 \text{ g/cm}^3$ , los rangos van de  $0.23$  a  $0.43 \text{ g/cm}^3$  de acuerdo a Torelli, (1982), la densidad básica se clasifica como baja, el valor promedio de la densidad básica no coincide con el que reporta Yañez, (1981), para la misma especie, que es de  $0.35 \text{ g/cm}^3$ .

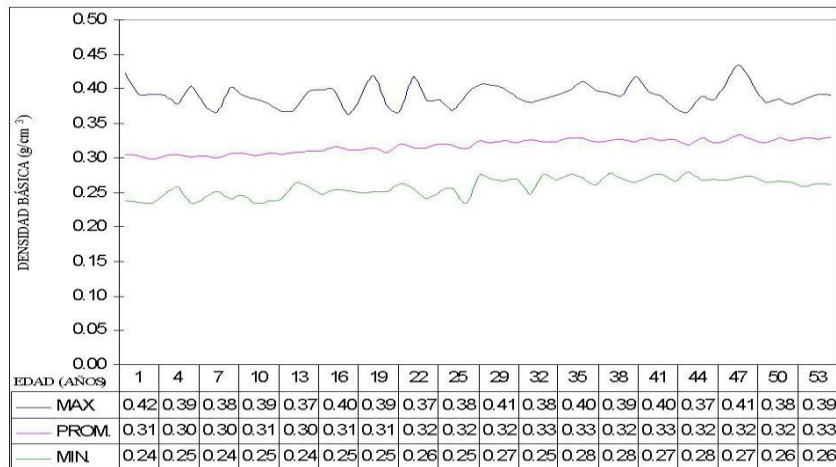


Figura 2. Densidad básica promedio para todos los árboles

### Medición de traqueidas

En la Figura 3 se observa que las traqueidas en los primeros años tienen un crecimiento muy acelerado, enseguida una etapa de transición, la cual se caracteriza por su crecimiento en una magnitud menor hasta llegar a una estabilidad, en los anillos de crecimiento más cercanos a la corteza de los árboles más longevos la longitud tiende a disminuir.

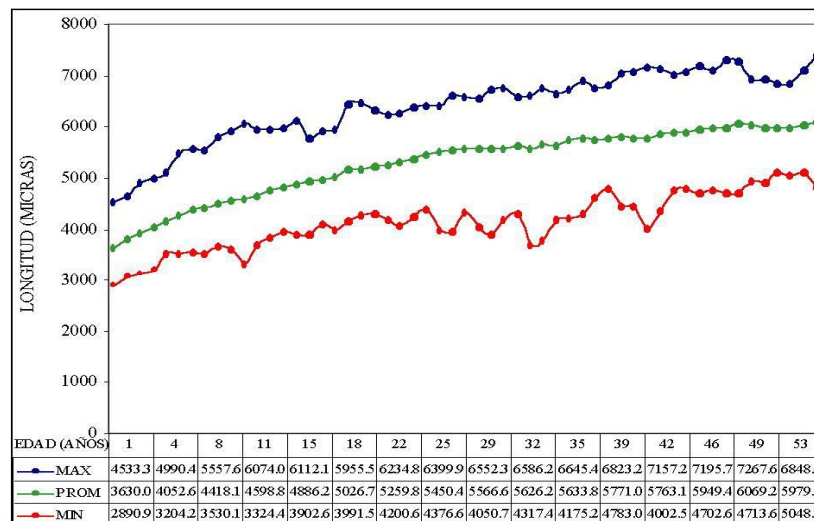
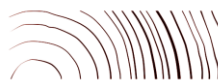


Figura 3. Longitud promedio de traqueidas para todos los árboles

La longitud de traqueidas determinadas en este trabajo no coinciden con lo reportado por Yañez (1981) para la misma especie, quien encontró valores desde de 1,043 hasta 4,945 con un promedio de 2,816 micras. La diferencia puede deberse a la metodología empleada y a que las mediciones se realizaron en una sección de 11 a 20 años, mientras que en este estudio las mediciones se hicieron desde el año uno hasta el 55.



## Demarcación de madera juvenil

En la etapa rápida, los datos mostrarán una tendencia cuyos cambios serán grandes y una mayor dispersión que en la etapa lenta. La mayor dispersión es consecuencia de los mayores cambios en la tendencia. Las variables señaladas tienen la etapa de rápido crecimiento durante el desarrollo de la madera juvenil, por ello, estudiando el comportamiento de la dispersión de los datos a través del tiempo podemos determinar la edad a la que termina de presentarse.

Aplicando el método de regresión segmentada a los árboles como variable dependiente, la longitud de traqueidas y la densidad básica, se obtuvo para cada individuo el punto de transición entre la madera juvenil y la madura, la cual se define considerando el valor mínimo del cuadrado medio del error.

Para ejemplificar el método, se tomó como referencia el árbol 16. Analizando la Tabla 1 se tiene que la edad de transición, considerando que la longitud de traqueidas y la densidad básica ocurre a los 30 y 32 años respectivamente. Conocido este punto se aplica una regresión lineal simple a los dos conjuntos de datos que se definieron para ambas variables del árbol.

Para la longitud de traqueidas, el modelo ajustado es:

$$LT = 3705.4495 + 93.8506 * e; \quad 5 \leq e \leq 30 \quad \text{y} \quad LT = 6893.9090 - 10.8707 * e; \quad 30 \leq e \leq 60$$

Donde: LT = Longitud de traqueidas. e = Edad

Para la densidad básica, el modelo ajustado es:

$$DB = 0.356432 - 0.001042 * e; \quad 32 \leq e \leq 60 \quad \text{y} \quad DB = 0.2559 + 0.002017 * e; \quad 5 \leq e \leq 32$$

Donde: DB= Densidad básica, e = Edad

Una vez ajustadas las rectas, se proceden a graficar dichas regresiones, el intercepto entre las dos rectas marca el punto de transición entre la madera juvenil y la madura. La Figura 2, muestra la distribución de los datos y las dos rectas ajustadas para cada variable, así como el punto de intersección. En la Tabla 1 se observa que existe un rango amplio de dispersión entre las edades de transición de la madera juvenil para las dos variables consideradas. El promedio de edad de la transición de madera juvenil a madera madura considerando longitud de traqueidas fue de 23 y para la densidad básica a los 25 años, la diferencia no es muy amplia lo cual puede deberse a que estas son características heredables.



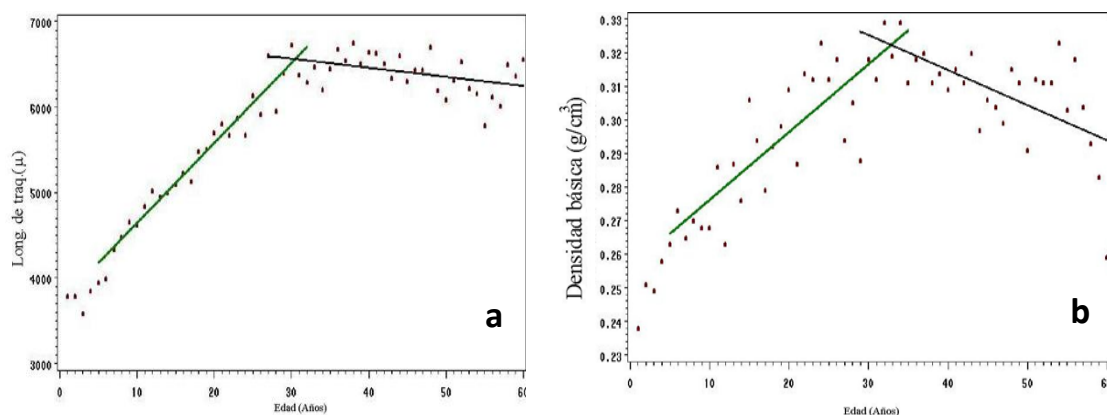


Figura 2a) Punto de transición de la madera juvenil a la madera madura, considerando la longitud de traqueidas. 2b) Punto de transición de la madera juvenil a la madera madura, considerando la densidad básica

Tabla 1. Determinación de la madera Juvenil considerando la longitud de traqueidas y densidad básica de todos los arboles

No. de árbol	Longitud de traqueidas	Densidad básica	No. de árbol	Longitud de traqueidas	Densidad básica
1	42	47	19	27	36
2	20	13	20	12	10
3	28	24	21	14	12
4	21	28	22	12	19
5	22	28	23	29	41
6	25	18	24	31	26
7	8	20	25	24	30
8	38	40	26	30	27
9	30	28	27	13	35
10	19	11	28	30	27
11	7	11	29	43	28
12	21	38	30	29	38
13	20	30	31	17	10
14	42	17	32	31	19
15	9	18	33	18	35
16	30	32	34	11	14
17	21	29	35	8	12
18	21	35	36	22	24
Promedio de los 36 árboles				23	25
Máximo de los 36 árboles				43	47
Mínimo de los 36 árboles				7	10

Para definir los valores de la madera juvenil y la madera madura en cada una de las variables estudiadas, se promediaron los valores de la madera juvenil hasta los 22 años, y los valores de la madura desde el año 26 hasta el 40, que fue la edad que al menos todos los árboles presentaban. En la Tabla 2 se concentran los valores promedios de las variables consideradas.

Tabla 2 Valores de madera juvenil y madera madura de longitud de traqueidas y densidad básica

Variables	Madera Juvenil				Madera Madura.			
	Max.	Prom. M	Min.	D.E.	Max.	Prom. M	Min.	D.E.
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	0.423	0.307	0.233	0.032	0.418	0.322	0.234	0.030
Longitud de traqueidas(μm)	6480.4	4598.7	2890.9	702.9	7043.3	5676.9	3707.9	581.4

g: gramos, μm: micras, Max: máximo, Min: mínimo, Prom: promedio, D.E. Desviación estándar

Donahue et al. (1991), en un estudio de 12 árboles de *Pinus chiapensis* de Barillas, Guatemala, encontraron que la densidad promedio va de 0.344 g/cm<sup>3</sup> en los primeros 10 años y de los 10 años a los 40 fue de 0.358 g/cm<sup>3</sup>; este hecho confirma que los valores encontrados en este trabajo no difieren del comportamiento observado por estos autores y que a medida que la densidad se aleja de la médula conserva un valor semejante.

Por otro lado Dvorak y Donahue (1993) reportan que en estudios realizados en la madera de *Pinus chiapensis* Martínez procedentes de plantaciones de Colombia y Zimbahue, los árboles de plantaciones de menos de 10 años de edad tuvieron los mismos valores de densidad que árboles de 60 años en rodales naturales de México y América central, lo cual indica que esta propiedad física no parece cambiar apreciablemente.

Resch y Arganbrighth (1968), en *Sequoia sempervirens* observó que la densidad básica de árboles de crecimiento juvenil y maduro fue de 0.23 g/cm<sup>3</sup> a 0.53 g/cm<sup>3</sup> y de 0.27 g/cm<sup>3</sup> a 0.55 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. La madera juvenil contiene traqueidas pequeñas, mientras que la madera madura tiene traqueidas de mayor longitud. Las dimensiones de las traqueidas en árboles de crecimiento juvenil y maduro fueron de 5.7 mm y 9.7 mm respectivamente.

## CONCLUSIONES

La determinación de la madera de transición de madera juvenil es muy variable ya que no es un punto si o un rango.

El método de regresiones segmentada en un buen método para determinar la transición de madera juvenil.

La longitud de traqueidas y la densidad básica son variables adecuadas para determinar la transición de madera juvenil

## REFERENCIAS

ALTEYRAC, J., CLOUTIER, A. Y ZHANG, Y. 2006.Characterization of juvenile wood to mature wood transition age in black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) at different stand densities and sampling heights. *Wood Sci Technol* 40: 124–138.

ANDRESEN, J.2. 1964. A multivariate analysis of the *Pinus chiapensis* – *monticola* *strobos*. *Phylad Rhodora*. U:S:A: 68 (773): 1-24



BARBER, J.C. 1963. How much is forest genetics helping the forester by increasing growth, form and yield. Proc. Of 7 th. South Conf. on F.T.I. U.S.A.

BARNES, R.D., J.J. WOODEND Y L. SCHWEPENHAUSER. 1977. Variation in diameter grow and wood density in six-year-old provenance trials of *Pinus caribaea* Morelet on five sites in Rhodesia. *Silvae Genetica*. 26(5-6): 163-167.

CLARK, A. y SAUCIER, J.R. 1989. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile wood formation in southern pine. *Forest Product. J.* 39 (7-8): 42-48.

CLARK, A., DANIELS, R., Y JORDAN, L. 2006. Juvenile/mature wood transition in loblolly pine as defined by annual ring specific gravity, proportion of latewood, and microfibril angle. *Wood and fiber science* 38 (2): 292-299.

DONAHUE, J. K. DVORAK W.S. y GUTIÉRREZ E.A. 1991. The distribution, ecology and gene conservation of *Pinus ayacahuite* and *KPINUS CHIAPENSIS* in Mexico and Central America. *Boulettin on Tropical Forestry. CAMCORE*. No. 8. Pp 3-18.

DVORACK, W.S. y DONAHUE J. K. 1993. Reseña de investigaciones de la Cooperativa CAMCORE 1980-1922. Departamento Forestal. Colegio de Recursos Forestales. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Versión en español.

ECHENIQUE, M.R. y FRANCISCO R.F. 1993. Ciencia y Tecnología de la Madera I. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. P. 54-55.

EGUILUZ, P.T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género *Pinus* en México. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 623 p.

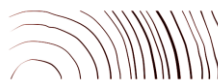
FERIA, P.S. 1989. Variación natural en longitud y dimensiones transversales de las traqueidas en *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* y *Pinus michoacana*, var. *cornuta* de la Sierra Chatina, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 44 p.

GOGGANS, J.F. 1962. The correlation variation and inheritance of wood properties in loblolly pine. N.C.S.U., U.S.A.

GOCHÉ, T. J.R. 1996. Determinar la transición de la madera juvenil a madera madura de *Abies religiosa* en Chignahuapan, Puebla. I Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales. Libro de Resúmenes, Xalapa, Veracruz. Pp. 5.

GONZÁLEZ, E.V.M. 1964. Determinación de algunas características tecnológicas de 3 especies de coníferas establecidas artificialmente en la venta, D.F. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 90 p.

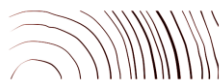
GUTH, E.B. 1970. Variación del largo de fibra en el leño de *Pinus elliotti* IDIA (5)31-13. Argentina.



- HERNÁNDEZ, M. H. 1985. Variación natural de *Pinus hartwegii*; Dimensiones transversales de las traqueidas en un transecto altitudinal de Zoquiapan. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México. 59 p.
- HERNÁNDEZ, P. J.V. 1984. Variación natural en *Pinus harwegii*: Peso específico de la madera a lo largo del Eje Neovolcánico. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 42 p.
- HERNÁNDEZ, T.M. 1944. Estudio comparativo de la madera juvenil y la madera madura en *Pinus arizonica* en la región de Guanaceví, Durango. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 85 p.
- LARIOS, S. P. 1979. Índice de calidad de las pulpas de dos coníferas. Tesis profesional Departamento de Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Pp 68.
- LÓPEZ, C. E. 1984. Variación natural en *Pinus hartwegii*. Peso específico y longitud de traqueidas de fustes completos en Zoquiapan, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 45 p.
- MARTÍNEZ, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. 2ª. Edición. Botas. México. 361 p.
- MEZA, J.D.J. y ALEJANDRO, R.L. 1999. Cinco Características tecnológicas de la madera de *Pinus caribaea* var *hondurensis* Barr. Et Golf de una plantación en la “sabana”, Oaxaca. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 76 p.
- RESCH, H. y K. BASTENDORFF. 1978. Some Wood properties of plantations pines, *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa*. Wood Fiber and Science. 10 (3):21-217.
- SETH, M.K. y AGRAWAL, H.O. 1984. Variation in tracheid length in blue pine (*Pinus walliciana* A.B. Jackson). Bd. 38. 1-6 p.
- SHEPARD, R. K. y SHOTTAFER, J. E. 1992. Specific gravity and mechanil property-age relationships in red pine. Forest Product Journal. 42 (7-8): 60-66.
- TASSISSA, G. y BURKHART, H.E. 1998. Juvenile-Mature wood demarcation in Loblolly pine tress. Wood and Fiber Science. 30(2): 119-127.
- TORELLI, n. 1982. Estudio promocional de 43 especies tropicales mexicanas. Programa de cooperación México-Yugoeslavia. 1980-1982. INIF-SFF-SARH México, D.F. 73 p.
- VACA, G.A. 1992. Variación del peso específico de la madera y longitud de traqueidas dentro de árboles de *Pinus cembroides* Zucc. De la región de Santiago Papasquiario, Durango. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 88 p.
- VOORHIES, G. y JAMESON, D.A. 1969. Fiber length in Shouthwester Young-growth ponderosa pine. Forest Products Journal. 19 (5):52-55.

## II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira  
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



WHEELER, E.Y., ZOBEL, B. J. y WEEKS, D.L. 1966. Tracheid length and diameter variation in the bole of Loblolly pine. *Tappi*. 49 (11): 484-489.

YAÑEZ, M.O. 1981. Estudio de la variación de algunas características de *Pinus strobus* var, *chiapensis*, Mtz. De tres localidades de su distribución natural. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 173 p.

ZOBEL, B. C. WEBB Y F. HENSON. 1959. Core and juvenile of loblolly and slash pine trees. *TAPPI*. 42(5): 345-355.

ZOBEL, B.J. 1965. Variation in specific gravity and tracheid length for several species of Mexican-pine. *Silvae genética*. 14 (1):1-12.