

# VARIABILIDAD DE LA MADERA DE *Cordia thaisiana* (BORAGINACEAE) EN SENTIDO TRANSVERSAL

Williams J. León H. y Narcisana Espinoza de Pernía

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas, Mérida - Venezuela, E-mail: wleon@forest.ula.ve / nepernia@forest.ula.ve

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la variabilidad, en las características anatómicas, de la madera de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae) en sentido transversal, es decir desde la médula hacia la corteza. El estudio de láminas microscópicas permitió observar patrones definidos de variación en cuanto a número de poros por mm<sup>2</sup>, diámetro de poros, longitud de fibras, longitud de elementos vasculares y altura de radios. El diámetro de punteaduras, grosor de las paredes de las fibras y número de radios por mm lineal experimentan pocas variaciones desde las adyacencias de la médula hacia la corteza. En la información disponible no hay reportes sobre estudios relacionados con la variación de la altura de radios, número de radios por mm lineal y diámetro de las punteaduras, pudiendo éste ser el primer reporte en relación a ese aspecto.

**Palabras clave:** *Cordia thaisiana*, variabilidad en sentido transversal, madera juvenil, Anatomía de Maderas, Boraginaceae.

## ABSTRACT

This work deals about the radial variability in wood anatomy of *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). A microscopic level, we can see definite patterns of variation in the following features: vessels per square millimetre, pores diameter, fibre length, vessel elements length and ray height. Concerning to pits diameter, fibres wall thickness and number of rays per lineal millimetre, is very few the variation from the pith to close the bark. The available information not mentioned about the variation patterns in the following wood features: ray height, pits diameter and number of rays per lineal millimetre. This could be the first report about it.

**Key words:** *Cordia thaisiana*, radial variation, juvenile wood, Wood Anatomy, Boraginaceae.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales características de la madera es la variabilidad que presentan las características anatómicas, entre árboles de diferentes especies, así como también entre árboles de una misma especie e incluso entre diferentes partes de un mismo árbol. Esta variabilidad afecta el comportamiento de la madera e influye, notablemente, sobre su procesamiento y utilización; de hecho uno de los principales inconvenientes con el uso de la madera es su falta de homogeneidad. Esto trae como consecuencia que, la mayoría de las veces, las piezas destinadas a un determinado uso deben poseer cualidades muy por encima del mínimo exigido con el fin de compensar las posibles variaciones que se presenten en la pieza de madera.

La variabilidad de la madera se origina como consecuencia del crecimiento del árbol. El crecimiento es un proceso extremadamente complejo el cual está fuertemente influenciado por factores externos e internos. Factores tales como clima, suelo, competencia con otros árboles, técnicas silviculturales influyen sobre las características de la madera. Incluso la edad del árbol es un elemento que influye sobre la tasa y patrón de crecimiento y con ello ejerce una influencia continua sobre las características de la madera producida (Wilson y White, 1986).

Se puede decir que ninguna pieza de madera es exactamente igual a otra aún cuando provengan del mismo árbol. Esta variabilidad contribuye, en gran medida, con el atractivo estético que posee la madera para usos tales como artículos domésticos, muebles y paneles. Al mismo tiempo la variabilidad de la

madera tiene otras consecuencias relacionadas con la conversión y utilización de la madera como material estructural ya que esa variabilidad también se extiende a las propiedades mecánicas de la madera, la densidad y otros parámetros de resistencia los cuales son de gran importancia para aquellos usos en donde se van a aplicar cargas pesadas. Todos estos efectos son debidos a variación en el tamaño y forma de las células leñosas y en el espesor y composición de las paredes celulares (Wilson y White, 1986).

Dentro de un mismo árbol existe un amplio rango de variación el cual esta asociado principalmente con cambios en la longitud media de las traqueidas (coníferas) o fibras (latifoliadas). Uno de los primeros estudios relacionados en este aspecto fue el realizado por Sanio en 1872 con *Pinus sylvestris* y en donde observó que a cualquier altura del tronco, la longitud promedio de las traqueidas aumenta desde los primeros anillos de crecimiento hasta alcanzar cierta longitud a partir de la cual no hay ningún incremento (Pashin y de Zeeuw, 1980). Los trabajos de Sanio fueron punto de partida para la realización de estudios de variabilidad, tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal. Zobel y van Buijtenen (1989), presentan información acerca de los principales estudios sobre este aspecto. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han concentrado en conocer el patrón de variación de fibras y traqueidas en especies latifoliadas y coníferas de la zona templada. Con respecto a las especies de la zona tropical, es poca la información disponible sobre este aspecto.

Estudios realizados con *Hyeronima alchorneoides* y *Vochysia guatemaltensis* muestran un incremento, en diferentes proporciones, del peso específico y la longitud de las fibras desde la médula hacia la corteza. Igualmente, se encontró que el número de poros por mm<sup>2</sup> tiende a disminuir en dirección radial; mientras que el diámetro promedio de los poros aumenta en esa dirección (Butterfield et al., 1993).

Wilkens (1988), estudiando varias especies del género *Eucalyptus*, encontró que en el centro del tallo de individuos maduros se puede observar una zona de madera juvenil bien definida en donde la mayoría de las características anatómicas cambian rápidamente. En los primeros 10-20 años de crecimiento, se observa un incremento notable en el diámetro, grosor de pared y longitud de las fibras

(10, 30 y 50% respectivamente). Similares incrementos (aproximadamente en un 50%) se observan en el diámetro y longitud de los elementos vasculares; mientras que la frecuencia de poros (número de poros por mm<sup>2</sup>) se reduce en un 50%.

Bhat et al (1989) trabajaron con 11 especies (*Tectona grandis*, *Lagerstroemia microcarpa*, *Anacardium occidentale*, *Dillenia pentagyna*, *Dipterocarpa indicus*, *Erythrina stricta*, *Grewia tiliifolia*, *Hevea brasiliensis*, *Stereospermum chelonoides*, *Terminalia paniculata*, *Xylocarpus xylocarpa*) latifoliadas tropicales, seleccionando dos árboles por especie. El patrón más frecuente de variación radial para la longitud de las fibras fue un incremento inicial desde la médula hacia afuera hasta alcanzar un máximo a partir del cual comienza a disminuir hasta llegar a las adyacencias de la corteza. En *Anacardium occidentale* la reducción de la longitud de las fibras en la cercanía de la corteza fue acentuada y los promedios de longitud en esta porción son casi similares a los presentados en las adyacencias de la médula. En *Erythrina stricta*, *Dipterocarpa indicus* y *Terminalia paniculata* (en uno o dos de los tres niveles de altura estudiados) se observó un incremento lineal de la longitud de las fibras desde la médula hacia la corteza, sin presentarse disminuciones hacia esta última porción.

La mayoría de los reportes en cuanto a la variación de la longitud de las fibras en dirección radial coinciden en que las fibras son más cortas en el centro del tallo. En algunos casos las diferencias de longitud son considerables, pudiendo existir relaciones de 2:1, pero usualmente el cambio no es muy evidente. Un ejemplo de variación en baja proporción se observa en la especie *Triplochiton scleroxylon* de Ghana en la cual el incremento de la longitud de las fibras desde la médula hacia la madera adulta es menor al 30% (Oteng-Amoako et al. 1983, citados por Zobel y van Buijtenen, 1989). Este patrón es usual en las maderas latifoliadas que poseen estructura estratificada. Son pocos los reportes en donde se señale una disminución de la longitud de las fibras desde la médula hacia la corteza. Con respecto al volumen de los radios o los vasos, así como también otras características, se observan variaciones en dirección radial pero dichos cambios no son tan notorios (Zobel y van Buijtenen 1989).

Con respecto a la especie *Cordia thaisiana* Agostini se han realizado algunos estudios

relacionados con descripción macroscópica (Pérez M., 1974; Espinoza de Pernía, 1991; León y Espinoza de Pernía, 1995) y microscópica (León y Espinoza de Pernía, 1996) de la madera, variación de la proporción de albura (León y Espinoza de Pernía, 1997), presencia y tipos de cristales (León y Espinoza de Pernía, 1997) y desarrollo de células radiales perforadas (León y Espinoza de Pernía, 1998). En este trabajo se presenta el estudio de la variación, en sentido radial o transversal, de las características anatómicas de la madera para la especie *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae), una especie de relativa abundancia en los Llanos Occidentales del país y valiosa desde el punto de vista comercial.

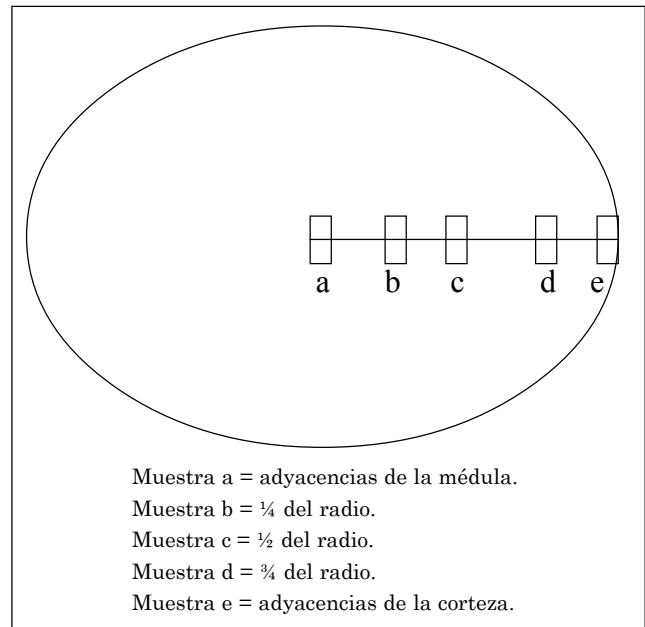
## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio es de la especie *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae) y pertenece a la Xiloteca MER-v del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y fue colectado en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo (estado Barinas, Venezuela). Se seleccionaron cinco (5) árboles tomando en consideración los siguientes aspectos: dimensiones (diámetro a la altura de pecho igual o mayor a 30 cm), calidad de fuste y estado fitosanitario. Seleccionados los árboles se procedió a su respectiva tumba para recolectar las muestras de maderas correspondientes. Cada árbol fue seccionado de manera tal de tomar secciones transversales o discos de, aproximadamente, 5 cm de espesor en los siguientes niveles de altura: 1,3 m (altura de pecho), 3 m y cada 3 m hasta el punto de bifurcación. El número de secciones transversales extraídas por árbol varió de acuerdo a la altura de fuste del mismo (Cuadro 1). Adicionalmente, se recolectó la muestra botánica correspondiente a cada uno de los árboles seleccionados.

**CUADRO 1. Datos de campo para árboles de *Cordia thaisiana* procedentes de la Reserva Forestal de Caparo (estado Barinas, Venezuela).**

Árbol N°	D.A.P. (cm)	Altura Total (m)	Altura de Fuste (m)	Número de discos	Número de Xiloteca
1	36,92	30,98	21,60	8	X5805
2	31,19	24,75	15,00	6	X5806
3	41,38	29,00	18,00	7	X5807
4	39,47	30,73	22,46	9	X5808
5	36,29	27,90	16,50	7	X5809

Las muestras botánicas fueron accesadas al Herbario MER y las muestras de madera fueron incorporadas a la Xiloteca MER-v del Laboratorio de Anatomía de Maderas. A partir de cada una de los discos o secciones transversales, se tomaron cinco (5) muestras de acuerdo al siguiente esquema: se determinó el radio mayor de la sección transversal y se ubicaron muestras en las siguientes posiciones (Figura 1):



**FIGURA 1.** Esquema para la extracción de muestras.

Una vez extraídas las muestras se procedió a la preparación de láminas para estudio microscópico según el método utilizado en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Corothie, 1967). Adicionalmente se procedió a la preparación de macerados siguiendo la metodología de Franklin (1937). La descripción del

material preparado se realizó según lo establecido en la Lista Estándar de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Commite, 1989). El número de mediciones realizadas para la determinación de características cuantitativas fue el siguiente: 30 mediciones de diámetro de poros, altura de radios, longitud de fibras, longitud de

elementos vasculares y grosor de paredes de las fibras; y 15 mediciones para la determinación de diámetro de punteaduras y número de radios por mm lineal. Los datos obtenidos fueron procesados mediante la aplicación de un Análisis de Varianza y realización de la Prueba de Tukey (95 % de nivel de probabilidad). Este tipo de análisis permite conocer si las diferencias observadas entre las diferentes muestras (a, b, c, d, e) de cada sección transversal son significativas desde el punto de vista estadístico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción Anatómica:

Madera con albura de color blancuzco a amarillo claro (2.5Y8/2; 2.5Y8/4; 5Y8/4) y duramen de color castaño, castaño oscuro a castaño rojizo (7.5YR5/4; 7.5YR4/2; 5YR5/3) con transición abrupta entre albura y duramen. Olor Ausente. Sabor ausente. Textura mediana. Grano recto a entrecruzado. Lustre mediano. Dura y pesada (León y Espinoza de Pernía, 1996).

Anillos de crecimiento definidos por la presencia de estrechas bandas de parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición; solitarios, múltiples radiales de 2-4 (ocasionalmente 5) y arracimados; 8-26 poros por mm<sup>2</sup>; con diámetro tangencial de (70-) 124-179 (-295) μm, longitud de los elementos vasculares de (100-) 206-304 (-510) μm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas; circulares a ovaladas; pequeñas a medianas; con diámetro de 3,75-10 μm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Punteaduras ornadas ausentes. Engrosamientos espiralados ausentes. Tílices presente. Fibras no septadas, de paredes gruesas a muy gruesas, (1,25-) 1,88-5,19 (-8,13) μm de espesor, con punteaduras indistintamente areoladas, con longitud de (810-) 1323-1774 (-2400) μm. Traqueidas ausentes. Parénquima paratraqueal vasocéntrico, aliforme de ala corta y ancha, confluyente y en estrechas bandas marginales; fusiforme y en serie de 2-4 (ocasionalmente 5) células. Parénquima no lignificado ausente. Radios heterocelulares de 1-3 (algunas veces hasta 5 rutas) de células marginales; 3-7 radios

por mm lineal; 1-8 (predominantemente 4-6) células de ancho; con altura de (350-) 625-1123 (-2945) μm. Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes presentes. Células tipo baldosa ausentes. Células parenquimáticas axiales y radiales perforadas presentes. Parénquima radial y axial disyuntivo ocasionalmente presente. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos, estiloides, alargados, fusiformes y arena cristalífera presentes en las células cuadradas o erectas (ocasionalmente en las procumbentes) de los radios y en las células parenquimáticas axiales (pocos); 1-3 cristales por célula. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Conductos gomíferos traumáticos presentes. Floema incluso ausente.

La variabilidad de la madera en árboles de *Cordia thaisiana*, generalmente se concentra en las características de tipo cuantitativas.

a) **Poros por mm<sup>2</sup>**: el número de poros por mm<sup>2</sup> muestra diferencias significativas desde las adyacencias de la médula hasta ¼ del radio de la sección transversal. Por lo general, a partir de ¼ del radio, el número de poros tiene pocas variaciones y las mismas, desde el punto de vista estadístico, no son significativas. El amplio rango en cuanto al número de poros por mm<sup>2</sup> (Cuadro 2) se debe a las diferencias existentes, principalmente, entre el número de poros cercanos a la médula y el número de poros presentes en el punto correspondiente a ¼ del radio de la sección transversal. En general, en las adyacencias de la médula es donde se presenta el mayor número de poros y manifiesta reducciones significativas hacia ¼ del radio para luego mantener una tendencia a estabilizarse (Figura 2). Este comportamiento coincide con el reportado por Wilkens (1988), Bhat et al. (1989), Boosman et al. (1994) y Butterfield et al (1993) para algunas especies latifoliadas tropicales.

**CUADRO 2. Poros/mm<sup>2</sup>, Diámetro de Poros y Diámetro de Punteaduras por Árbol de *Cordia thaisiana***

Árbol N°	Poros por mm <sup>2</sup>	Diámetro de Poros (μm)	Diámetro de Punteaduras (μm)
1	8-18	(85-) 126-179 (-250)	(3,75)5,00-7,50
2	9-22	(80-) 138-152 (-220)	3,75-7,50(-10)
3	8-22	(70-)124-143(-195)	3,75-7,50(-10)
4	8-26	(70-)144-169(-295)	3,75-7,50
5	8-22	(70-)126-149(-240)	3,75-7,50

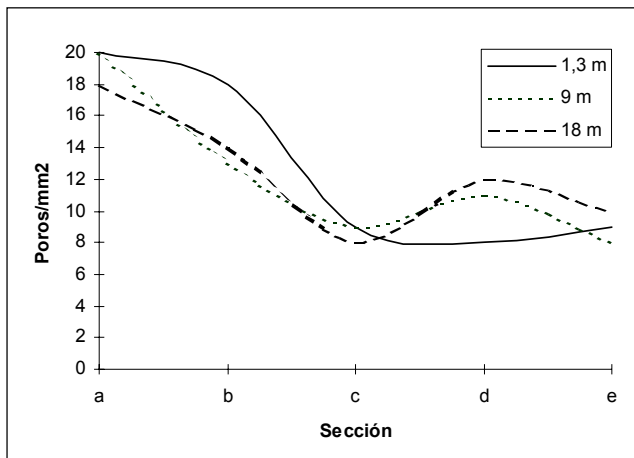


FIGURA 2. *Cordia thaisiana*. Árbol 3. Variación del número de poros por mm<sup>2</sup> a través de la sección transversal a 1,3, 9 y 18 m de altura.

b) **Diámetro de Poros:** en los diferentes árboles estudiados se observa que el diámetro de los poros aumenta desde la médula, hasta cierto punto (entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  del radio de la sección transversal) para luego mantenerse constante (Figura 3). No existe regularidad en cuanto al nivel de altura y el punto en donde cesa el aumento en el diámetro de los poros. Wilkens (1988), Bhat et al (1989) y Butterfield et al (1993) reportan un comportamiento similar en especies latifoliadas tropicales.

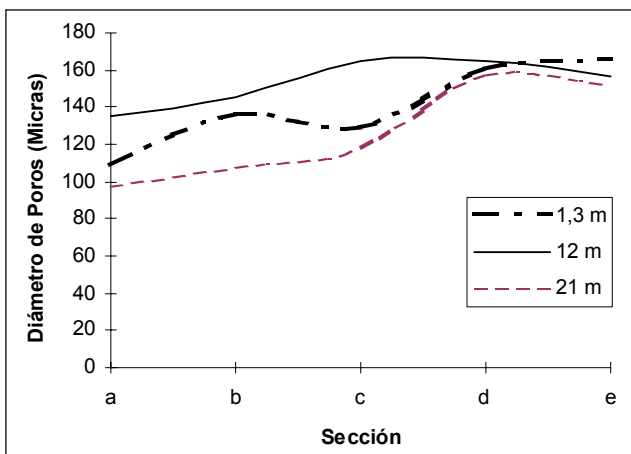


FIGURA 3. *Cordia thaisiana*. Árbol 1. Variación del diámetro de poros a través de la sección transversal a 1,3, 12 y 21 m de altura.

c) **Diámetro de Punteaduras:** las variaciones que se observan en el diámetro de las punteaduras son muy pocas, en muchos casos se mantiene constante a través de toda la sección transversal,

mientras que en otros se observa un aumento significativo hacia  $\frac{1}{4}$  ó  $\frac{3}{4}$  del radio para luego estabilizarse (Figura 4).

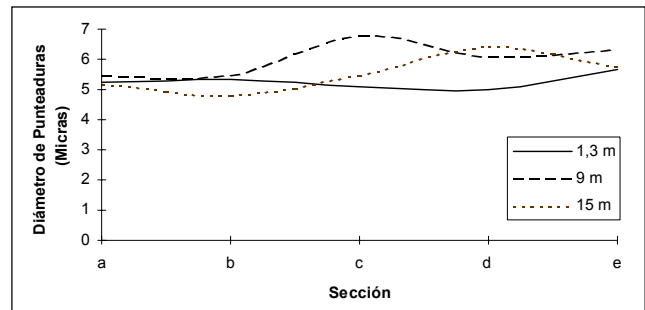


FIGURA 4. *Cordia thaisiana*. Árbol 2. Variación del diámetro de punteaduras a través de la sección transversal a 1,3, 9 y 15 m de altura.

d) **Longitud de Fibras:** la longitud promedio de las fibras aumenta desde las adyacencias de la médula hacia la corteza (Cuadro 3). El aumento se mantiene hasta un punto el cual va a variar con el nivel de altura del árbol. Posteriormente, la longitud de las fibras tiende a mantenerse constante o se reduce con relación al valor alcanzado en el punto máximo (Figura 5). Por lo general, a medida que incrementa el nivel de altura, el aumento en longitud promedio de las fibras se produce hasta puntos más cercanos a las adyacencias de la corteza. En algunos casos, este aumento se mantiene de forma continua a través de toda la sección transversal. Esto indica que se presentan variaciones en la proporción de madera juvenil y madera adulta en los diferentes niveles de altura en el tallo. Sin embargo, se observa un comportamiento irregular ya que, en algunos casos, al llegar a un determinado nivel de altura en el que sólo se desarrolla madera juvenil (9 m en el árbol 1, 12 m en el árbol 5), se espera que al nivel de altura siguiente también se presente sólo madera juvenil, pero se observa la combinación de madera juvenil y madera adulta. Comúnmente, a partir de 9 m de altura se desarrolla sólo madera juvenil o se presenta una combinación de madera juvenil, hasta  $\frac{3}{4}$  del radio de la sección transversal, con madera adulta. En los usos donde sea indeseable la presencia de grandes proporciones de madera juvenil, se recomienda utilizar porciones de fuste que abarquen hasta los 9 m de altura de fuste.

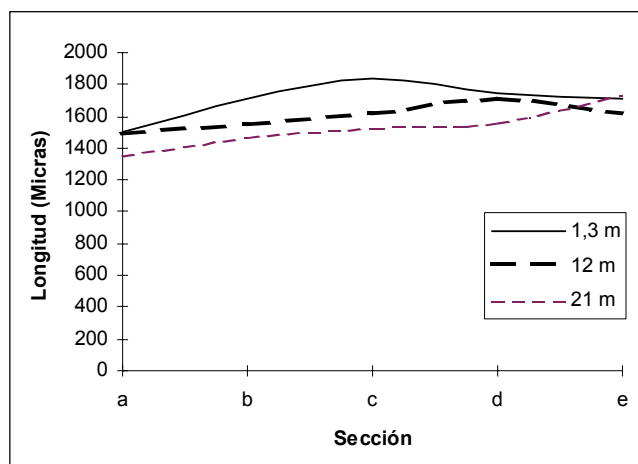


FIGURA 5. *Cordia thaisiana*. Árbol 1. Variación de la longitud de las fibras a través de la sección transversal a 1,3, 12 y 21 m de altura.

En los árboles 3 y 4 se observa un comportamiento bastante uniforme en el sentido que a medida que incrementa el nivel de altura en el tallo, aumenta la proporción de madera juvenil. En el árbol N° 1 también se manifiesta esta tendencia pero no mantiene la misma regularidad observada en los árboles 3 y 4. En los árboles 2 y 5, el comportamiento tiende a ser regular hasta los 9-12 m de altura. A partir de estos niveles, donde sólo se desarrolla madera juvenil, comienza nuevamente a aparecer una combinación de madera juvenil y madera adulta en la sección transversal.

e) **Grosor de las Paredes de las Fibras:** el comportamiento más generalizado en cuanto al grosor promedio de las paredes de las fibras es el mantenerse constante a través de la sección transversal (Cuadro 3). En otros casos se observa un ligero aumento desde las adyacencias de la médula hasta  $\frac{1}{4}$  del radio (ocasionalmente el aumento se manifiesta a  $\frac{3}{4}$  del radio de la sección transversal) (Figura 6). Esto coincide con lo reportado por Bosman et al. (1994) para las especies *Shorea leprosula* y *S. parvifolia*.

CUADRO 3. Longitud de Fibras, Grosor de Paredes de las Fibras y Longitud de Elementos Vasculares por Árbol de *Cordia thaisiana*

Árbol N°	Longitud de Fibras (µm)	Grosor de Paredes de las Fibras (µm)	Longitud de Elementos Vasculares(µm)
1	(1035-) 1502-1774 (-2400)	(1,25-) 3,88-4,67 (-7,50)	(120-) 226-281 (-470)
2	(1060-) 1520-1644 (-2395)	(1,87-) 3,98-4,98 (-7,50)	(125-) 273-304 (-470)
3	(980-)1482-1618 (-2250)	(2,50-) 1,88-4,61 (-8,13)	(100-) 249-268 (-510)
4	(810-) 1323-1588 (-2150)	(1,25-) 3,87-4,73 (-8,13)	(105-) 211-250 (-400)
5	(980-) 1401-1611 (-2250)	(1,88-) 4,55-5,19 (-7,50)	(110-) 206-233 (-390)

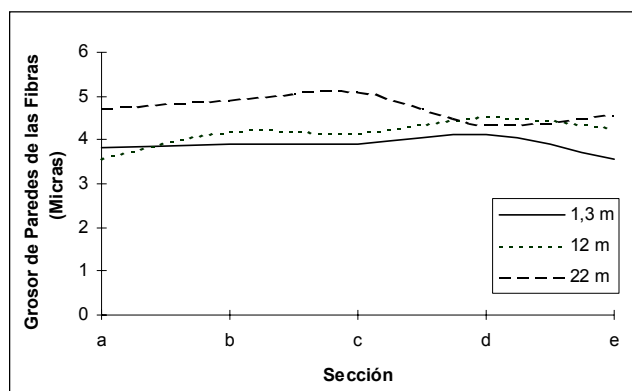


FIGURA 6. *Cordia thaisiana*. Árbol 4. Variación del grosor de las paredes de las fibras a través de la sección transversal a 1,3, 12 y 22 m de altura.

f) **Longitud de los Elementos Vasculares:** el comportamiento más común es un incremento en la longitud promedio de los elementos vasculares desde la médula hasta, aproximadamente,  $\frac{1}{4}$  del radio de la sección transversal y mantenerse constante a partir de ese punto (Figura 7). Este comportamiento coincide con lo reportado por Iqbal y Ghouse (1983) para las especies *Acacia nilotica* y *Prosopis spicigera*. También es común que no se presenten variaciones significativas a través de toda la sección transversal. No se observa una relación definida entre el nivel de altura en el tallo y la tendencia de los elementos vasculares a mantener una longitud promedio constante a través de la sección transversal.

Se observa que no existe una correlación entre el comportamiento de variación de la longitud de elementos vasculares con la variación en la longitud de las fibras. Aún cuando los dos tipos de células provienen de un mismo tipo de célula cambial (inicial fusiforme) el patrón de variación en la longitud de

las fibras no muestra el mismo comportamiento de la longitud de los elementos vasculares. Esto indica que en estudios de madera juvenil y madera adulta, el elemento más confiable para su realización es la longitud de las fibras.

g) **Altura de Radios:** en líneas generales, la altura promedio de los radios manifiesta reduc-

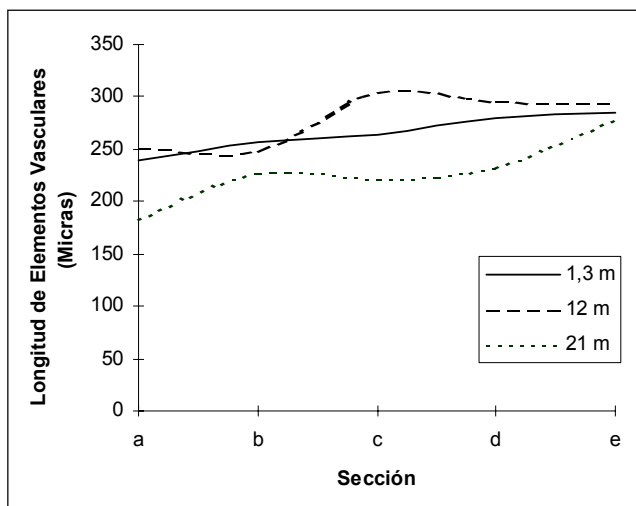


FIGURA 7. *Cordia thaisiana*. Árbol 1. Variación de la longitud de los elementos vasculares a través de la sección transversal a 1,3, 12 y 21 m de altura.

ciones significativas desde las adyacencias de la médula hasta  $\frac{1}{4}$  ó  $\frac{1}{2}$  del radio de la sección transversal (Cuadro 4). A partir de ese punto se mantiene constante (Figura 8). Fukazawa (1984), Zobel y van Buijtenen (1989) y Boosman et al. (1990) mencionan acerca de la variación de la proporción de tejido radial, pero no indican si dicha variación es ocasionada por cambios en el ancho, altura o número de radios.

CUADRO 4. Altura de Radios y Radios por mm Lineal por Árbol de *Cordia thaisiana*

Árbol N°	Altura de Radios (µm)	Radios/mm lineal
1	(400-) 744-986 (-2080)	3-6 (-7)
2	(480-) 824-1030 (-2350)	3-6
3	(415-) 888-1123 (-2945)	3-7
4	(350-) 625-905 (-2260)	(2-) 3-6
5	(380-) 844-1027 (-2400)	(2-) 3-6

h) **Número de Radios por mm Lineal:** lo más común es que el número de radios por mm lineal se mantenga constante a través de la sección transversal, aunque en algunos casos se pueden producir reducciones significativas, generalmente entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  de la sección transversal, para luego mantenerse constantes (Figura 9).

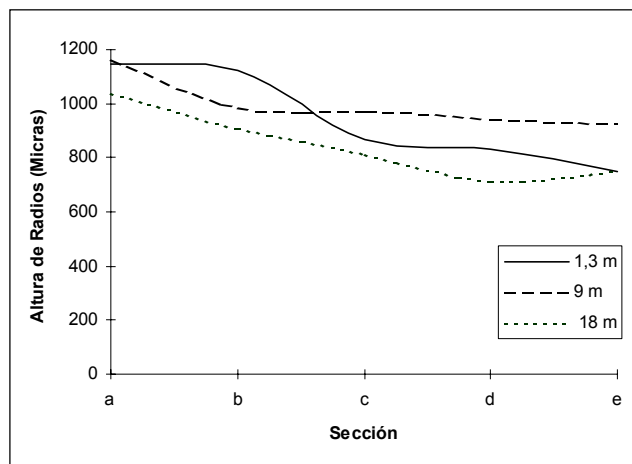


FIGURA 8. *Cordia thaisiana*. Árbol 5. Variación de la altura de los radios a través de la sección transversal a 1,3, 9 y 18 m de altura.

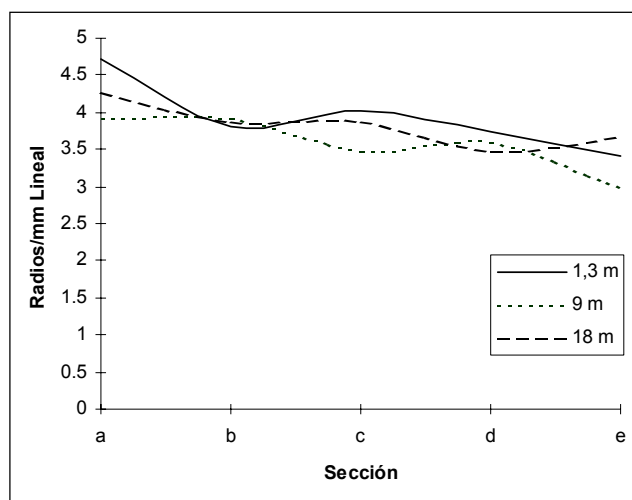


FIGURA 9. *Cordia thaisiana*. Árbol 5. Variación del número de radios por mm a través de la sección transversal a 1,3, 9 y 18 m de altura.

## CONCLUSIONES

1. La longitud de las fibras mantiene un patrón de variación similar al reportado para la mayoría de las latifoliadas estudiadas: incremento desde las adyacencias de la médula hacia la corteza. Este incremento se mantiene hasta cierto punto a partir del cual la longitud de las fibras se mantiene constante o comienza a decrecer. A medida que aumenta la altura del tallo, el aumento de la longitud de las fibras se mantiene hasta distancias cada vez más alejadas de la médula. Por lo general, en los árboles estudiados, entre los 9 y 12 m de altura se observa un incremento continuo de la

longitud de las fibras a través de toda la sección transversal, es decir, que en estos niveles la sección transversal se encuentra constituida sólo por madera juvenil. Este elemento se debe tomar en consideración para el procesamiento de la madera debido a los efectos negativos que ejerce la madera juvenil sobre las propiedades de la madera. Esto permitiría optimizar el uso de la madera perteneciente a la especie *Cordia thaisiana*.

2. La longitud de elementos vasculares tiende a aumentar desde las adyacencias de la médula hasta, aproximadamente,  $\frac{1}{4}$  de la sección transversal. En algunos casos se mantiene constante a través de toda la sección transversal.
3. El número de poros y el tamaño de los poros manifiestan un comportamiento de variación inverso, es decir, desde las adyacencias de la médula hasta, aproximadamente,  $\frac{1}{4}$  del radio de la sección transversal disminuye significativamente el número de poros y aumenta el diámetro de los poros. Posiblemente, la proporción de tejido de conducción tienda a mantenerse constante a través de la sección transversal ya que la reducción en cuanto a número de poros puede ser compensada con el incremento en el tamaño de los poros.
4. La altura de los radios disminuye desde las adyacencias de la médula hasta  $\frac{1}{4}$  del radio, para luego mantenerse constante. Este comportamiento no ha sido reportado en estudios anteriores.
5. El diámetro de punteaduras, grosor de las paredes de las fibras y número de radios por mm lineal tienden a mantenerse constante desde las adyacencias de la médula hacia las cercanías de la corteza. Cuando se producen variaciones, estas tienden a presentar un ligero aumento del diámetro de las punteaduras o el grosor de las paredes de las fibras hasta  $\frac{1}{4}$  ó  $\frac{1}{2}$  del radio, para luego mantenerse constante. En el caso del número de radios, cuando se producen variaciones se manifiestan en forma de una ligera reducción del número de radios desde las adyacencias de la médula hasta  $\frac{1}{4}$  ó  $\frac{1}{2}$  del radio de la sección transversal.
6. En la especie *Cordia thaisiana* se presenta una combinación de parénquima fusiforme y parénquima en serie, predominantemente de 2-4

células. La proporción de parénquima fusiforme tiende a disminuir a medida que se avanza desde la médula hacia la corteza.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes por el financiamiento aportado para la realización del presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHAT, K. M., K. V. BHAT y T. DHAMODARAN. 1989. Fibre Length Variation in Stem and Branches of Eleven Tropical Hardwoods. IAWA Bull. n.s. Vol. 1: 63-70.
- BOOSMAN, M., I. DE KORT, M. VAN GENDEREN y P. BAAS. 1994. Radial Variation in Wood Properties of Naturally and Plantation Grown Light Red Meranti (*Shorea*, Dipterocarpaceae). IAWA Bull. n.s. Vol. 15: 111-120.
- BUTTERFIELD, R., R. CROOK, R. ADAMS y R. MORRIS. 1993. Radial Variation in Wood Specific Gravity, Fibre Length and Vessel Area for Two Central American Hardwoods: *Hyeronima alchorneoides* and *Vochysia guatemalensis*: Natural and Plantation-Grown Trees. IAWA Bull. n.s. Vol. 14: 153-161.
- COROTHIE, H. 1967. Estructura Anatómica de 47 Maderas de la Guayana Venezolana. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela.
- ESPINOZA DE PERNÍA, N. 1991. Estudio de Nueve Especies Venezolanas para la Producción de Chapas Decorativas. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos. Mérida, Venezuela.
- FRANKLIN, G. 1937. Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. Tropical Woods N° 49: 21-22.
- FUKAZAWA, K. 1984. Juvenile Wood of Hardwoods Judged by Density Variation. IAWA Bull. n.s. Vol. 5: 65-74.
- IAWA COMMITE. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. IAWA Bull. n.s. Vol. 10: 21-332.
- IQBAL, M. y A. GHOUSE. 1983. An Analytical Study on Cell Size Variation in Some Arid Zones Trees of India: *Acacia nilotica* and *Prosopis spicigera*. IAWA Bull. n.s. Vol. 4: 46-52.



- LEÓN H. y N. ESPINOZA DE PERNÍA. 1995. Descripción Macroscópica de la Madera y Clave Para la Identificación de 73 Especies de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo (estado. Barinas). Universidad de Los Andes. Cuadernos COMODATO ULA-MARNR. Cuaderno N° 24. Mérida, Venezuela.
- LEÓN H. y N. ESPINOZA DE PERNÍA. 1996. Estudio Xilológico del Leño de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). Revista Pittieria N° 25: 27-34.
- LEÓN H. y N. ESPINOZA DE PERNÍA. 1997. Variación del Espesor de Albura en Árboles de *Cordia thaisiana* Agostini. Revista Pittieria N° 26: 7-19.
- LEÓN H. y N. ESPINOZA DE PERNÍA. 1997. Cristales en la Madera de *Cordia thaisiana* Agostini. Revista Forestal Venezolana. N° 41: 37-43.
- LEÓN H. y N. ESPINOZA DE PERNÍA. 1998. Perforated Ray and Parenchymatous Axial Cells in *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). (En preparación).
- PASHIN, A. y C. De ZEEUW. 1980. Textbook of Wood Technology. Mc Graw Hill Book Company. 4<sup>th</sup> Edition. New York.
- PÉREZ M., A. 1974. Identificación Macroscópica de Algunas Maderas de los Llanos Occidentales de Venezuela. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela.
- ZOBEL, B. y P. VAN BUIJTENEN. 1989. Wood Variation: Its Causes and Control. Springer Verlag Series. New York.
- WILKENS, J. 1988. Variations in Wood Anatomy Within Species of *Eucalyptus*. IAWA Bull. n.s. Vol. 9: 13-23.
- WILSON, K. y D. WHITE. 1986. Wood Anatomy: It's Diversity and Variability. Stobart & Son. London.