

VARIACIÓN DEL ESPESOR DE ALBURA EN ÁRBOLES DE *Cordia thaisiana* Agostini

Williams J. León Hernández¹
Narcisana Espinoza de Pernía²

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la variación vertical en la proporción de albura de árboles de *Cordia thaisiana* Agostini (*Boraginaceae*) procedentes de la Reserva Forestal de Caparo (Estado Barinas, Venezuela) tomando en consideración el nivel de altura en el tallo. La proporción de albura para árboles individuales osciló entre 61 y 73 %. Se realizó un análisis estadístico y se encontró una relación directa entre el nivel de altura en el tallo del árbol y la proporción de albura. A nivel de la altura de pecho (1,3 m), la proporción de albura es mayor al 50 % de la sección transversal.

Palabras claves: proporción de albura, *Cordia thaisiana*, Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.

ABSTRACT

The vertical variation in sapwood proportion in trees of *Cordia thaisiana* Agostini (*Boraginaceae*) from the Reserva Forestal de Caparo (Barinas state, Venezuela) was studied in relation to height of the tree bole. Sapwood proportion for individual trees ranged from 61 to 73 %. Statistics analysis was done. A direct relationship was found between height level in the tree bole and sapwood proportion. Sapwood proportion in breast height (1,3 m) was more than 50 % of cross section.

-
- 1 Prof. Agregado. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela.
 - 2 Prof. Titular. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela.

Key words: sapwood proportion, *Cordia thaisiana*, Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La proporción de albura y duramen ejerce una influencia importante en las actividades fisiológicas del árbol; la misma determina el porcentaje de xilema fisiológicamente activo. Mientras más ancha sea la porción de albura, mayor es la cantidad de tejido disponible para llevar a cabo funciones de conducción de agua y sales minerales y almacenamiento de sustancias alimenticias.

La cantidad de albura puede ser un criterio importante para la selección de árboles en industrias en donde se realicen operaciones de secado, pulpeo, preservación y producción de madera aserrada. Para algunas especies latifoliadas de alto valor comercial, son deseables árboles con porciones estrechas de albura. Por otra parte, en la preservación de la madera se prefieren trozas con una alta proporción de albura ya que esto garantiza mayor efectividad en los tratamientos de preservación (Yang et al. 1985). En las industrias de pulpa y papel, así como en las relacionadas con la preservación de la madera, se prefieren trozas con una alta proporción de albura debido a su mayor permeabilidad. Adicionalmente, el alto contenido de extractivos que se encuentran en el duramen es indeseable para pulpa y papel (Yang y Hazenberg 1991).

La proporción de albura y duramen, así como su diferenciación, es muy variable entre las especies maderables y entre árboles de una misma especie. En cada caso, el espesor depende de la edad del árbol y de las características genéticas de la especie (JUNAC 1989). Los factores externos también ejercen influencia sobre el porcentaje de albura del árbol: las características de sitio, condiciones climáticas y la altitud se incluyen entre estos factores. También se ha encontrado que la cantidad de albura, generalmente, aumenta con el vigor del árbol, tasa de crecimiento, diámetro del árbol y tamaño de la copa (Yang et al. 1985). Con respecto a la influencia de la edad del árbol sobre la proporción de albura, se han encontrado diferentes patrones de comportamiento; en algunos casos se observa una relación positiva entre el ancho de la albura y la edad del árbol; mientras que en otros casos no se observa ninguna correlación (Yang y Hazenberg 1991). Sin embargo, a pesar de estas contradicciones, generalmente

se acepta que la proporción de albura y duramen se encuentra relacionada directamente con la edad del árbol (Hazenberg y Yang 1991).

Existe una amplia variación en el espesor de la albura de diferentes especies. Por ejemplo, la especie *Pinus palustris* se caracteriza por tener una albura estrecha; mientras que en *Pinus elliotii* y *Pinus taeda*, la zona de albura es ancha (Pashin y de Zeeuw 1970). Dobie y Wright (1978), citado por Hillis (1987), indican que en árboles con diámetro de 64-77 cm, la proporción de albura fue de 12% para *Larix occidentalis*, 28% para *Picea engelmannii*, 50% para *Pinus contorta* y 61% para *Pinus ponderosa*.

Smith, Walters y Wellwood (1966), estudiando la especie *Pseudotsuga menziesii*, encontraron que el porcentaje de albura aumenta con el diámetro a la altura de pecho, tamaño de la copa, diámetro de corteza externa y posición fitosociológica (desde árboles suprimidos a dominantes). Yang et al. (1985) indican que el espesor de albura en *Pinus banksiana* y *Larix laricina* muestra diferencias significativas entre árboles de cada una de estas especies.

Dentro de un mismo árbol, la albura es más ancha en la parte superior del tronco y disminuye a medida que nos acercamos a la base del árbol (Pashin y de Zeeuw 1970). En *Pseudotsuga menziesii*, se encontró que el espesor de la albura disminuye a medida que aumenta el nivel de altura en el árbol (Smith, Walters y Wellwood 1966). Para *Pinus banksiana* y *Larix laricina* las porciones más anchas de albura se encuentran en la parte basal del árbol. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico, no se encontró correlación entre el nivel de altura del árbol y el ancho de la albura. Esto indica que el ancho de la albura tiende a permanecer constante a diferentes niveles de altura (Yang et al. 1985). En *Pinus contorta* var. *latifolia*, el ancho de la albura permanece aproximadamente constante a los diferentes niveles de altura del tallo, excepto en las partes más altas en donde se presenta una ligera reducción del ancho de la albura (Yang y Murchison 1992).

En la especie *Cryptomeria japonica*, el espesor y área basal absoluta de albura disminuyen con los incrementos de altura en el árbol, mientras que la proporción de área basal de albura aumenta con el incremento del nivel de altura en el árbol. Con respecto a la proporción de área basal del duramen, se manifiesta una reducción

de la misma a medida que aumenta el nivel del altura en el tallo. La altura y edad del árbol son parámetros importantes que determinan el espesor de albura y duramen (Yang et al. 1995).

Con relación a las especies latifoliadas tropicales, es poca la información disponible acerca de los patrones de variación en la proporción de albura y duramen, tanto entre árboles de una misma especie como en diferentes partes de un mismo árbol. El presente trabajo, tiene como objetivo estudiar el patrón de variación en la proporción de albura y duramen, a diferentes niveles de altura, en árboles de *Cordia thaisiana* Agostini. La estructura anatómica de la madera de esta especie fue estudiada a nivel macroscópico por Pérez (1974), Espinoza de P. (1991) y León y Espinoza de P. (1995). Con respecto al estudio de la estructura anatómica a nivel microscópico, León y Espinoza de P. (1996) realizaron un estudio detallado de esta especie, en el cual también incluyen pruebas no anatómicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a la especie *Cordia thaisiana* Agostini. Taxonómicamente, la especie en estudio se encuentra ubicada en las siguientes categorías (Cronquist 1981):

- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteridae
- Orden: Lamiales
- Familia: Boraginaceae
- Subfamilia: Cordioideae
- Género: *Cordia*
- Especie: *thaisiana*

La recolección del material se realizó en la Unidad Experimental (Área 2) de la Reserva Forestal de Caparo, ubicada en el Distrito Ezequiel Zamora del Estado Barinas (Venezuela). Se seleccionaron cinco (5) árboles con un diámetro a la altura de pecho mayor de 30 cm (Cuadro N°. 1). A cada árbol se le tomaron los siguientes datos: circunferencia a la altura de pecho, altura total, altura de fuste, estado fitosanitario y calidad de fuste. Una vez tomados los datos, se procedió a la tumba del árbol, recolección de muestras botánicas y seccionamiento del fuste para la toma de muestras de madera.

CUADRO Nº 1**Datos de campo para árboles de *Cordia thaisiana* Agostini procedentes de la Reserva Forestal de Caparo (Estado Barinas, Venezuela)**

Arbol Nº	D.A.P.(cm)	Altura total (m)	Altura de fuste (m)	Calidad de fuste	Estado fitosanitario	Número de discos
1	36,92	30,98	21,60	Buena	Bueno	8
2	31,19	24,75	15,00	Buena	Bueno	6
3	41,38	29,00	18,00	Buena	Bueno	7
4	39,47	30,73	22,46	Buena	Bueno	9
5	36,29	27,90	16,50	Buena	Bueno	7

El seccionamiento se realizó según el siguiente esquema: un primer corte a nivel de la altura de pecho, segundo corte a los tres (3) m de altura y cortes sucesivos cada tres (3) m y un corte en las adyacencias al punto de bifurcación del árbol. Cada corte se hizo con el fin de extraer discos o rodajas de, aproximadamente, 5 cm de espesor.

Una vez obtenido el disco o rodaja respectivo, se procedió a medir su circunferencia y determinar el color tanto de albura como de duramen. En este último caso se utilizó la Tabla de Colores de Munsell.

El material de estudio fue trasladado hasta la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes. Las muestras botánicas fueron accesadas al Herbario MER; y las muestras de madera fueron incorporadas a la xiloteca MER-w del Laboratorio de Anatomía de Maderas.

Las muestras correspondientes fueron sometidas a un proceso de secado al aire durante un periodo de dos (2) meses. Posteriormente se procedió a la determinación de color tanto de albura como de duramen, utilizando la Tabla de Colores de Munsell. Finalmente se delimitaron las porciones de albura y duramen y se determinó el área de cada una de esas zonas utilizando un Planímetro Digital marca TAMAYA (Modelo PLANIX 5000).

RESULTADOS

Color: la madera recién cortada tiene una albura de color castaño pálido (10YR8/4) y un duramen de color castaño a castaño oscuro (7.5YR5/4; 7.5YR3/2). En madera seca al aire la albura es de color blancuzco a amarillo claro (2.5Y8/2; 2.5Y8/4; 5Y8/4) y el duramen de color castaño, castaño oscuro a castaño rojizo (7.5YR5/4; 7.5YR4/2; 5YR5/3). La transición entre albura y duramen es abrupta, tanto en madera recién cortada como en madera seca al aire.

Proporción de Albura y Duramen: en el cuadro No. 2 y No. 3 se presentan los resultados promedio obtenidos en cuanto a la proporción de albura y duramen para cada uno de los cinco (5) árboles.

CUADRO Nº 2

Proporción Promedio de Albura y Duramen en árboles de *Cordia thaisiana* Agostini

Arbol Nº	% de Albura	% de Duramen
1	61,19	38,81
2	62,53	37,47
3	65,06	34,94
4	73,32	26,68
5	65,61	34,39

La proporción promedio de albura osciló entre 61,19% y 73,32 % para los cinco árboles estudiados. A nivel de la altura de pecho (1,3 m), en los cinco (5) árboles la proporción de albura fue igual o mayor al 50 % del área de la sección transversal. En el árbol de mayor altura de fuste (árbol No. 4, con altura de fuste de 22,46 m), el porcentaje de albura a partir de los 21 m de altura representa más del 90 % del área de la sección transversal.

CUADRO N° 3**Proporción Promedio de Albura y Duramen, a diferentes niveles de altura, en árboles de *Cordia thaisiana* Agostini**

Arbol 1	1,3m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	21m	
Albura (%)	49,98	57,15	57,84	47,66	60,33	68,90	72,53	75,13	
Duramen (%)	50,02	42,85	42,16	52,34	39,67	31,10	27,47	24,87	
Arbol 2	1,3m	3m	6m	9m	12m	15m			
Albura (%)	54,23	60,65	68,04	61,92	64,14	66,19			
Duramen (%)	45,77	39,35	31,96	38,07	35,86	33,81			
Arbol 3	1,3m	3m	6m	9m	12m	15m	18m		
Albura (%)	59,47	65,10	61,05	61,04	69,94	68,54	70,25		
Duramen (%)	40,53	34,90	38,95	38,96	30,06	31,46	29,75		
Arbol 4	1,3m	3m	6m	9m	12m	15m	18m	21m	22m
Albura (%)	55,97	64,14	69,36	72,16	73,51	67,66	66,37	93,04	97,69
Duramen (%)	44,03	35,86	30,64	27,84	26,49	32,34	33,63	6,96	2,32
Arbol 5	1,3m	3m	6m	9m	12m	15m	16m		
Albura (%)	54,64	59,70	64,30	64,44	70,41	73,06	72,68		
Duramen (%)	45,36	40,30	35,70	35,56	29,59	26,94	27,32		

Con respecto a la variación en dirección longitudinal, la tendencia general fue un incremento en la proporción de albura a medida que aumenta el nivel de altura del árbol (Figura No. 1,2,3,4 y 5). Sin embargo, el incremento de la proporción de albura con el aumento del nivel de altura en el tallo del árbol no muestra un comportamiento uniforme, y se observa un aumento a partir de 1,3 m de altura hasta llegar a cierto nivel, aproximadamente a los 9 m de altura, en donde se presenta una reducción en la proporción de albura para luego continuar aumentando hacia los siguientes niveles de altura. El análisis de varianza y la prueba de Tukey indican que la proporción de albura en cada uno de los niveles de altura estudiados muestra diferencias estadísticas significativas, excepto para las muestras 3 y 4 (6 y 9 m de altura respectivamente) del árbol No. 3. En estas muestras la proporción de albura (61,05 % para la muestra No. 3 y 61,03 % para la muestra No. 4) no se diferencian, desde el punto de vista estadístico, una de otra.

% Albura

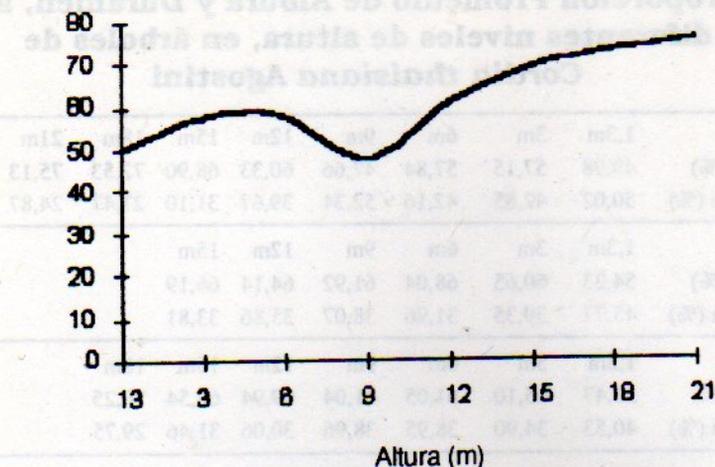


Figura N° 1: *Cordia thaisiana*. Proporción de Albura a diferentes niveles de altura. Árbol No. 1.

% Albura

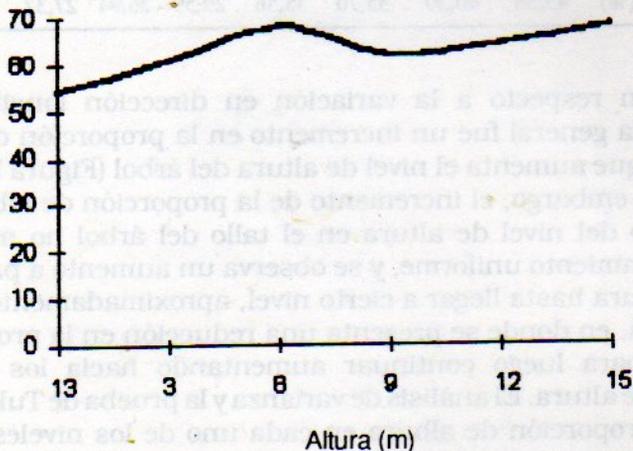


Figura N° 2: *Cordia thaisiana*. Proporción de Albura a diferentes niveles de altura. Árbol N° 2.

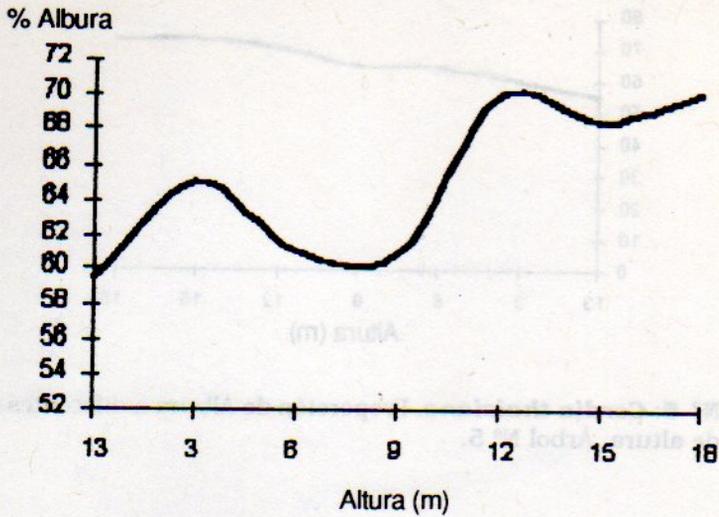


Figura N° 3: *Cordia thaisiana*. Proporción de Albura a diferentes niveles de altura. Árbol N° 3.

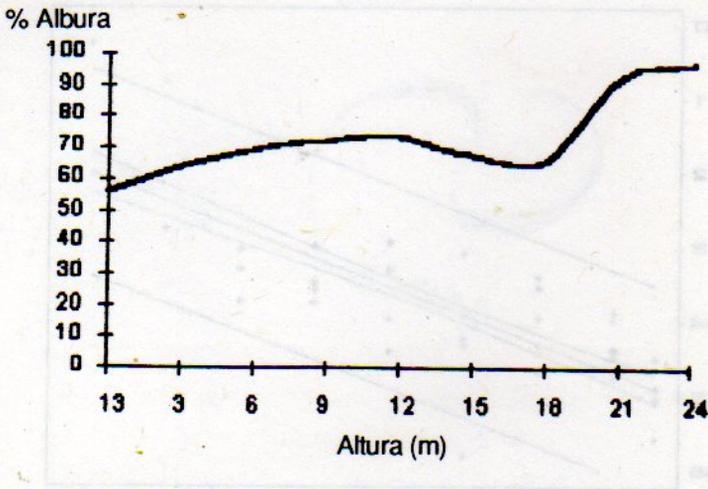


Figura N° 4: *Cordia thaisiana*. Proporción de Albura a diferentes niveles de altura. Árbol N° 4.

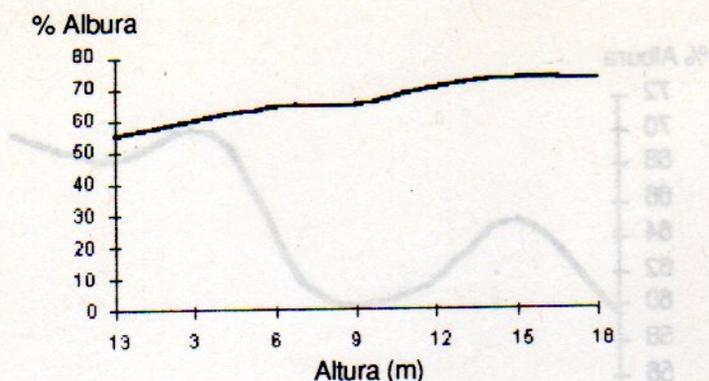


Figura N° 5: *Cordia thaisiana*. Proporción de Alburas a diferentes niveles de altura. Árbol N° 5.

La realización de análisis de regresión lineal permitió obtener la siguiente ecuación:

$$Y = 54,433 + 1,1508X \quad \text{donde: } Y = \% \text{ de alburas}$$

$$X = \text{nivel de altura en el tallo (m).}$$

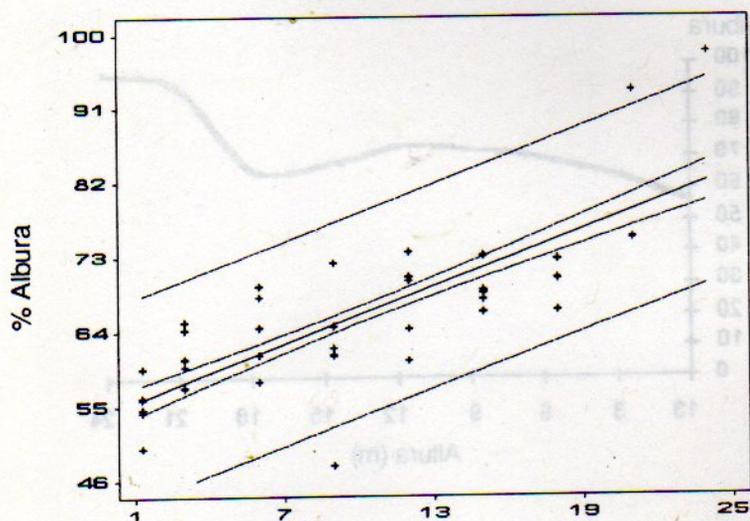


Figura N° 6: Curva de regresión para la proporción de alburas a diferentes niveles de altura en *Cordia thaisiana*.

El coeficiente de correlación (r^2) para la ecuación obtenida es de 0,5914. Este valor es estadísticamente significativo a un 95% de nivel de probabilidad.

CONCLUSIONES

La proporción de albura guarda relación directa con el nivel de altura de las muestras en el tallo de individuos de *Cordia thaisiana*, observándose un incremento de el porcentaje de albura a medida que se avanza desde la base hacia la copa del árbol. Sin embargo, el comportamiento observado se manifiesta de forma irregular, es decir, a partir de la altura de pecho (1,3 m) aumenta el porcentaje de albura hasta, aproximadamente, la mitad de la altura de fuste. En este punto se produce una ligera disminución de la proporción de albura para luego aumentar nuevamente y de forma continua hasta las cercanías del punto de bifurcación. La reducción de la proporción de albura antes mencionada puede haber sido el resultado de algún factor externo que ejerce influencia sobre este aspecto. Tal como lo indica Yang et al. (1985) la cantidad de albura, además de la influencia de factores genéticos, también está determinada por aspectos tales como características de sitio, condiciones climáticas, la altitud, el vigor del árbol, tasa de crecimiento, diámetro del árbol y tamaño de la copa. En el caso de los árboles incluidos en el presente trabajo, los mismo se encontraban ubicados muy cercanos entre sí. Esto indica que las características de sitio y la altitud se tienden a mantener constantes para cada uno de los árboles estudiados. La reducción en la proporción de albura se manifiesta, aproximadamente, a la misma altura en los cinco (5) árboles; es posible que algún factor de tipo climático sea responsable de ese comportamiento. Por ejemplo, una sequía prolongada que haya ocasionado la transformación prematura de albura en duramen.

El porcentaje de albura a la altura de pecho (1,3 m) es el 50% o más del área de la sección transversal. La alta proporción de albura guarda relación con la posición fitosociológica que ocupan los individuos en la comunidad boscosa: los cinco árboles seleccionados se encontraban en los estratos superiores del dosel. Adicionalmente se seleccionaron árboles vigorosos, en buen estado fitosanitario y con una copa bien desarrollada. Según Yang et al (1985), Hillis (1987) y Yang y Murchinson (1992), estos factores guardan relación directa con la proporción de albura. Mediante la manipulación de

algunos de esos factores, por ejemplo establecimiento de plantaciones con espaciamentos iniciales reducidos que incrementen el nivel de competencia entre árboles, se podría producir una reducción en la proporción de albura, es decir, un aumento en el porcentaje de duramen presente en el árbol.

BIBLIOGRAFÍA

- CRONQUIST, A. 1981. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. Columbia University Press. New York.
- ESPIÑOZA de P., N. 1991. **Estudio de Nueve Especies Venezolanas para la Producción de Chapas Decorativas**. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos. Mérida, Venezuela.
- HAZENBERG, G. y K. Yang. 1991. **Sapwood/Heartwood Width Relationships with Tree Age in balsam fir**. IAWA Bull. n. s. 12: 95-99.
- HILLIS, W. 1987. **Heartwood and Tree Exudates**. Springer Series in Wood Science. Springer Verlag. New York.
- JUNAC. 1989. **Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas**. Junta del Acuerdo de Cartagena. Proyecto PRID-MADERA. Lima, Perú.
- LEÓN, W. y N. Espinoza de P. 1995. **Descripción Macroscópica de la Madera y Clave para la Identificación de 73 Especies de la Reserva Forestal de Caparo (Edo. Barinas)**. Universidad de Los Andes. Cuadernos de COMODATO ULA-MARNR. Cuaderno No. 24. Mérida, Venezuela.
- . 1996. **Estudio Anatómico del Leño de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae)**. Revista Pittieria No. 25: 27-34.
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. 1975. MacBeth Division of Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland.
- PASHIN, A. y C. de Zeeuw. 1970. **Textbook of Wood Technology**. McGraw-Hill Book Company. 3rd Edition. New York.
- PÉREZ, 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.

- SMITH, J., J. Walters y R. Wellwood. 1966. **Variation in Sapwood Thickness of Douglas-fir in Relation to Tree and Section Characteristics.** Forest Science 12: 97-103.
- YANG, K., Y. CHEN, C. CHIU Y G. HAZENBERG. 1995. **Formation and Vertical Distribution of Sapwood and Heartwood in *Cryptomeria japonica* D. Don.** Trees. 9: 35-40.
- YANG, K. Y H. MURCHISON. 1992. **Sapwood Thickness in *Pinus contorta* var. *latifolia*.** Can. J. For. Res. 22: 2004-2006.
- YANG, K. Y G. HAZENBERG. 1991. **Sapwood and Heartwood Width Relationship to Tree Age in *Pinus banksiana*.** Can. J. For. Res. 21: 521-525.
- YANG, K., G. HAZENBERG, G. BRADFIELD Y J. MAZE. 1985. **Vertical Variation of Sapwood Thickness in *Pinus banksiana* Lamb. And *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch.** Can. J. For. Res. 15: 822-828.